한국ITS학회
The Korea Institute of Intelligent Transport Systems

한국ITS학회 2023년도 추계학술대회

The 2023 Korea Institute of ITS Fall Conference

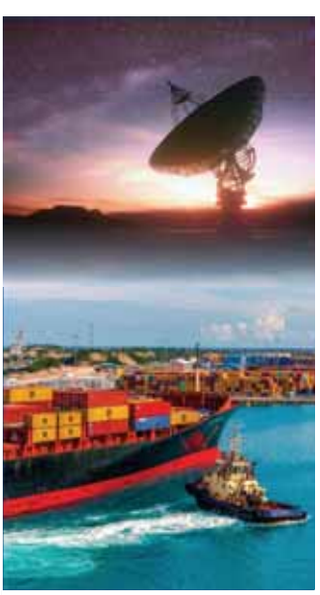
대한민국 ITS 30년

2023년 11월 16일(목) – 18일(토)

제주한라대학교 한라컨벤션센터







주 최

한국ITS학회
The Korea Institute of Intelligent Transport Systems

후 원

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport
경찰청
강릉시 GANGNEUNG CITY
수원시 SUWON CITY
도로교통공단
TS 한국교통안전공단 Korea Transportation Safety Authority
Intelligent Transport Society of Korea 한국지능형교통체계협회
KOTI 한국교통연구원 KOREA TRANSPORT INSTITUTE
티머니
SK telecom
iTtelecom
LG유플러스
케이넷
SiliconCube
OSCO
neighbor system
롯데정보통신
BySim
SA TECH
TRACOM
kt
현대건설
CITUS 시터스 close to you
GS건설
싸인텔레콤
JWATS
한국정보기술(주) Korea Information & Technology
(주)글로벌메타 Global Meta
RideFlux

문의처 www.kits.or.kr Tel. 02.3413-0041~2 E-mail. info@kits.or.kr

국토교통부

TS 한국교통안전공단

안전하고 지속가능한
미래 모빌리티 시대

한국교통안전공단이 열어갑니다



한국ITS학회
The Korea Institute of Intelligent Transport Systems

한국ITS학회 2023년도 추계학술대회

The 2023 Korea Institute of ITS Fall Conference

대한민국 ITS 30년

2023년 11월 16일(목) – 18일(토)

제주한라대학교 한라컨벤션센터







주 최

한국ITS학회
The Korea Institute of Intelligent Transport Systems

후 원

국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport
경찰청 KOREAN NATIONAL POLICE AGENCY
강릉시 GANGNEUNG CITY
수원시 SUWON CITY
도로교통공단
TS 한국교통안전공단 Korea Transportation Safety Authority
Intelligent Transport Society of Korea 한국지능형교통체계협회
KOTI 한국교통연구원 KOREA TRANSPORT INSTITUTE
T 티머니
SK telecom
iTtelecom
LG유플러스
케이넷
SiliconCube
OSCO
neighbor system
롯데정보통신
BySim
(주)에스에이텍 SA TECH
TRACOM
kt
현대건설
CITUS 시터스 close to you
GS건설
싸인텔레콤
JWATS
한국정보기술(주) Korea Information & Technology
(주)글로벌메타 Global Meta
RideFlux

문의처 www.kits.or.kr Tel. 02.3413-0041~2 E-mail. info@kits.or.kr

환영사

존경하는 한국ITS학회 회원 여러분!

우리나라 지능형교통체계, 스마트 모빌리티 분야 최대의 학술 모임인 한국ITS학회는 2023년 한국ITS학회 추계계학술대회를 아름다운 제주에서 성황리에 개최하게 된 것을 회원 여러분, 회원사, 그리고 참여해 주시는 모든 분과 함께 기쁘게 생각합니다.

금번 추계학술대회는 '대한민국 ITS 30년'이라는 주제로 우리나라 ITS 도입 30년을 돌아보고 앞으로 나아갈 방향과 새로운 연구개발 주제 등을 모색할 좋은 기회가 될 것으로 기대합니다. 우리나라는 1993년 청와대SOC기획단의 ITS도입 결정을 시작으로 1994년 고속도로 ITS구축 시범사업, 1997년 ITS기본계획 수립, 1998년 과천 ITS시범도시 등을 거쳐 비약적인 발전을 이루었습니다. 이를 위해 청와대SOC기획단에서 ITS도입을 위해 애써 주셨던 김일중(현 교통투자평가협회 회장)께서 "대한민국ITS의 시작"이라는 제목의 기조연설을 준비해 주셨습니다.

또한, 김성훈 제주한라대학교 총장님의 환영사와 더불어 이용욱 국토교통부 도로국장님과 김홍규 강릉시장님, 이재준 수원시장님, 함진규 한국도로공사 사장님, 권용복 한국교통안전공단 이사장님, 최종상 경찰대학 치안정책연구소장님께서 축사해주시어 학술대회를 더욱 빛내주십니다.

금번 학술대회에서는 일반 세션과 포스터 세션을 통해 200편이 넘는 연구논문 발표가 있을 예정이며, 약 41개의 특별 세션과 18개의 스마트 모빌리티업체의 전시 부스 등을 통해 기업, 정부산하기관과 국책연구원, 연구단, 대학연구소 등에서 수행한 ITS 분야 연구와 사업을 소개하고 그간의 성과를 공유하고, 향후 연구를 위한 협업체계를 공고히 하게 될 것입니다. 특히, 학부생들의 논문발표세션, 지자체 공무원들이 참여하는 한국지능형교통체계협회의 지자체 ITS세션, 라이드플럭스의 자율주행차 시연이 함께 개최됩니다.

아름다운 제주에서 열리는 이번 추계학술대회에서 다양한 학술 프로그램에 적극적으로 참여하시어 연구자들 상호 간의 연구성과를 공유하고 학문적 식견을 넓히는 계기가 되기를 기원합니다. 우리나라 스마트 모빌리티 기술이 전 세계를 선도하고 도약시키는 계기가 될 수 있기를 기원하며, 학회 회원과 여러분의 적극적 참여와 건승을 기원하겠습니다.

감사합니다.

2023년 11월 16일

한국ITS학회 회장 남 두 희

2023년 추계학술대회 위원회 명단

조직위원회

- 위 원 장 : 추상호(홍익대학교)
- 부위원장 : 권장우(인하대학교), 도명식(한밭대학교), 서동환(한국해양대학교), 장일준(가천대학교)
- 위　　원 : 김회경(동아대학교), 박만복(한국교통대학교), 박제진(전남대학교), 박호철(명지대학교), 성주현(한국해양대학교), 신강원(경성대학교), 오철(한양대학교), 원종훈(인하대학교), 윤일수(아주대학교), 이건우(한양대학교), 홍정열(계명대학교)

학술위원회

- 위 원 장 : 김동규(서울대학교)
- 부위원장 : 권오훈(계명대학교)
- 위　　원 : 김선영(국립군산대학교), 김의진(아주대학교), 김인희(한국과학기술원), 김정화(경기대학교), 김현미(한국항공대학교), 박준영(한양대학교), 변지혜(서울시립대학교), 소재현(아주대학교), 송태진(충북대학교), 안우영(국립공주대학교), 이향숙(인하대학교), 장기태(한국과학기술원), 정연식(영남대학교), 정재훈(국립군산대학교)

2023년 추계학술대회 프로그램

일시 : 2023년 11월 16일(목)

발표장	컨벤션A홀	금호세계교육관 A501	금호세계교육관 A503	금호세계교육관 A505	금호세계교육관 A506	금호세계교육관 A507	금호세계교육관 A603	금호세계교육관 A612	금호세계교육관 B309	금호세계교육관 B315	금호세계교육관 B316	
12:30 –17:00	등록											
13:30 –15:00	**특별세션 A-0** (한국지능형교통체계협회) 지자체 ITS 구축사업 발전 방향	**특별세션 A-1** (도로교통공단) 교통안전연구 세션	**특별세션 A-2** (도로교통공단) 지정노선 기반 다목적 자율주행 중형버스 차량 플랫폼 개발	**특별세션 A-3** (한국지능형교통체계협회) Lv4/4+ 자율주행 데이터 상호호환성 확보를 위한 표준데이터 체계 공청회	**특별세션 A-4** (한국교통안전공단) 미래 모빌리티 통신융합 기술 및 보안	**특별세션 A-5** (한국교통연구원) 자율주행 공유차 서비스를 위한 디지털도로인프라 기술	**특별세션 A-6** (대구교통공사) 대구교통공사 스마트 모빌리티 공공성 확보 세션	**특별세션 A-7** (서울연구원) 비접촉 교통카드 시대의 변화	**특별세션 A-8** (케이넷(주)) 효율적인 ITS 광통신망 구축	**특별세션 A-9** (한국교통연구원) 광역교통데이터 플랫폼	**특별세션 A-10** (한국지능형교통체계협회) 탄소중립 수송부문 감축전략 고도화 기술 개발	포스터 세션 및 부스 전시
15:00 –15:10	Coffee Break											
15:10 –16:40	**특별세션 A-0** (한국지능형교통체계협회) K-ITS 글로벌 진출을 위한 추진전략	**특별세션 B-1** (한국교통연구원) 기술 변화에 대응하는 민자고속도로 운영방안	**특별세션 B-2** (도로교통공단) 초소형전기차 이용 활성화 방안 연구	**특별세션 B-3** (한국교통안전공단) 교통빅데이터를 활용한 교통안전 연구	**특별세션 B-4** (한국지능형교통체계협회) 중소도시 특화형 Lv.4/4+ 자율주행 실도로 환경 실증 엣지 리빙랩 기획	**특별세션 B-5** (도로교통공단) 신규 무인교통단속장비 개발동향	**특별세션 B-6** (한국전자통신연구원) 지상파 방송(ATSC 3.0)을 활용한 차량용 인포테인먼트	**특별세션 B-7** (한국교통연구원) OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구	**특별세션 B-8** (한국지능형교통체계협회) 자율주행 Lv.4/4+ 기반 긴급차량 통행지원 서비스 기술 개발	**특별세션 B-9** (SK텔레콤) AI/Data 기반 도시 모빌리티 분석 및 정책 활용	**특별세션 B-10** ((주)아이티텔레콤) 자율주행 모빌리티 V2X기반 C-ITS인프라 기술 및 서비스 발전방향	
16:40– 16:45	Coffee Break											
16:45– 17:00	▶ICT 국제 표준화 전문가 양성 지원 소개(한국정보통신기술협회 유현욱 단장)											
17:00 –18:10	**▶개회식** • 개회사: 남두희(한국ITS학회장) • 환영사: 김성훈(제주한라대학교 총장) • 축 사: 이용욱(국토교통부 도로국장), 김홍규(강릉시장), 이재준(수원시장), 함진규(한국도로공사 사장), 권용복(한국교통안전공단 이사장), 최종상(경찰대학 치안정책연구소장) **▶강릉시홍보** **▶수원시홍보** **▶학회포상**											
18:10 –18:25	**▶기조연설** • 한국ITS의 탄생 – 김일중(교통투자평가협회장)											
18:25 –18:50	**▶정기총회**											
18:50	**▶만찬**											

일시 : 2023년 11월 17일(금)

발표장	금호세계교육관 A501	금호세계교육관 A503	금호세계교육관 A505	금호세계교육관 A506	금호세계교육관 A507	금호세계교육관 A603	금호세계교육관 A612	금호세계교육관 B309	금호세계교육관 B315	금호세계교육관 B316	금호세계교육관 B209	
9:30 –16:00	등 록											
09:30 –11:00	**특별세션 C–1** (자동차융합기술원) 새만금 자율운송 상용차 실증지원 인프라 조성	**특별세션 C–2** (㈜엠큐닉) 이동통신 데이터 교통분야 활용 방안	**특별세션 C–3** (오토노머스에이투지) 자율협력 주행을 위한 인프라 가이던스 시스템	**특별세션 C–4** (LG유플러스) 자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 기술 개발	**특별세션 C–5** (한국교통연구원) 재난상황에서 교통의 역할	**연구논문세션 A–1** 교통 빅데이터 및 AI(Ⅰ)	**연구논문세션 A–2** 교통 빅데이터 및 AI(Ⅱ)	**연구논문세션 A–3** 교통 빅데이터 및 AI(Ⅲ)	**연구논문세션 A–4** 자율주행(Ⅰ)	**연구논문세션 A–5** 자율주행(Ⅱ)	**연구논문세션 A–6** 자율주행(Ⅲ)	
11:00 –11:10	Coffee Break											
11:10 –12:40	**특별세션 D–1** (아이티텔레콤㈜) 커넥티드기반 인지증강화 및 협력자율주행기술을 통한 레벨4 자율주행기술의 발전방향	**특별세션 D–2** (한국도로공사) 지하고속도로 및 터널 스마트 교통안전체계 구축 및 운영 방안	**특별세션 D–3** (서울대학교) 멀티모달 딥러닝을 통한 고속도로 교통정보 생성	**특별세션 D–4** (한국전자기술연구원) 가상환경기반 자율주행 시뮬레이션 및 학습용 데이터 수집/변환기술	**특별세션 D–5** (한국해양대학교) 우편물류 비대면 교부를 위한 택배 접수 오류검증 시스템	**특별세션 D–6** (한국교통대학교) 인프라 기반의 협력자율주행	**특별세션 D–7** (건국대학교) 지능형 모빌리티 관련 소프트웨어 및 네트워크 등에 관한 연구	**특별세션 D–8** (에스트래픽(주)) MaaS 플랫폼 구축 현황 및 발전 방향	**특별세션 D–9** (한국교통연구원) 야세안 스마트 모빌리티 전략 수립	**특별세션 D–10** (국토연구원) 지하고속도로 사례, 효과 분석 및 법제도 개선방안	**특별세션 D–11** (학부생세션)	포스터 세션 및 부스 전시
12:40 –13:30	중식											
13:30 –15:00	**특별세션 E–1** (한국건설기술연구원) 과적차량 단속 강화 및 운행허가체계 개선 방안	**특별세션 E–2** (한국전자통신연구원) 레벨4 자율주행셔틀서비스 기술의 난제	**특별세션 E–3** (경기연구원) 도시 여객 및 물류 모빌리티 서비스 고도화 방안	**특별세션 E–4** (홍익대학교)	**특별세션 E–5** (한양대학교)	**특별세션 E–6** (계명대학교)	**연구논문세션 B–1** ITS 정책 및 기타(Ⅰ)	**연구논문세션 B–2** ITS 정책 및 기타(Ⅱ)	**연구논문세션 B–3** e–Mobility	**연구논문세션 B–4** 공유교통	**연구논문세션 B–5** 탄소중립	
15:00 –15:10	Coffee Break											
15:10 –16:40	**연구논문세션 C–1** ITS 정책 및 기타(Ⅲ)	**연구논문세션 C–2** ITS 정책 및 기타(Ⅳ)	**연구논문세션 C–3** ITS 정책 및 기타(Ⅴ)	**연구논문세션 C–4** ITS 정책 및 기타(Ⅵ)	**연구논문세션 C–5** ITS 정책 및 기타(Ⅶ)	**연구논문세션 C–6** 교통 빅데이터 및 AI(Ⅳ)	**연구논문세션 C–7** 교통 빅데이터 및 AI(Ⅴ)	**연구논문세션 C–8** 교통 빅데이터 및 AI(Ⅵ)	**연구논문세션 C–9** 자율주행(Ⅳ)	**연구논문세션 C–10** 자율주행(Ⅴ)	**연구논문세션 C–11** 자율주행(Ⅵ)	

일시 : 2023년 11월 18일(토)

시간	내용
9:30–11:50	워크샵 및 세미나 / 견학
12:20–13:30	중식

PROGRAM

특별 Session 16일 13:30–15:00

특별 Session A-0 한국지능형교통체계협회 발표장 : 컨벤션A홀

주제 : 지자체 ITS 구축사업 발전 방향

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	ITS 산업 중장기 활성화 전략	ITS Korea	김수지
2	시뮬레이션을 활용한 지자체 교통관리 고도화 방안	공주대학교	이선하
3	지자체 ITS 구축 사례 발표(인천광역시)	인천광역시	박장빈
4	미래 모빌리티 시대를 대비한 지자체 ITS 추진 방향	KAIST	장기태
좌장	이주일(ITSK)		
토론	이선하(공주대), 장기태(KAIST), 박장빈(인천광역시)		

특별 Session A-1 도로교통공단 발표장 : 금호세계교육관A501

주제 : 도로교통공단 교통안전연구 세션

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	주행 시뮬레이션을 통한 확률기반 고속도로 적정 차로폭 분석	계명대학교	변민우
2	도심네트워크 주행안전을 위한 V2X 활용 미시시뮬레이션 기반 테스트 시나리오 설계	서울대학교	최재원
좌장	김동규(서울대)		
토론	서임기(한국스마트이모빌리티협회), 이준(한국교통연구원), 고지근(도로교통공단), 박제진(전남대)		

특별 Session A-2 도로교통공단 발표장 : 금호세계교육관A503

주제 : 지정노선 기반 다목적 자율주행 중형버스 차량 플랫폼 개발

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	자율주행 시범운행지역 내 안전관리 현황 및 개선방향	도로교통공단	한효승
2	자율셔틀 주행환경 안전요건 분석 및 평가방안	계명대학교	권오훈
3	자율주행 안전성 평가 시나리오 구축에 관한 이슈와 향후 과제	경기대학교	김정화
토론	김규옥(한국교통연구원), 이석기(한국건설기술연구원), 박민주(한남대), 박호철(명지대)		

특별 Session A-3 한국지능형교통체계협회 발표장 : 금호세계교육관A505

주제 : Lv4/4+ 자율주행 데이터 상호호환성 확보를 위한 표준데이터 체계 공청회

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	데이터 표준 및 관리체계와 신뢰성 확보 방안의 필요성과 추진 방향	ITS KOREA	김상헌
2	자율주행 데이터 규격화 추진 방향	스페이스인사이트	송재인
3	자율주행 메타데이터 규격화 추진 방향	영남대학교	임영호
4	데이터 카탈로그 및 표준적합성 시험방법 규격화 추진 방향	ITS KOREA	차태영

특별 Session A-4 한국교통안전공단 발표장 : 금호세계교육관A506

주제 : 미래 모빌리티 통신융합 기술 및 보안

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	미래모빌리티 융합기술		
2	자율주행과 미래 모빌리티 보안기술		
3	자동차 애프터마켓 사이버보안		
좌장	김동욱(한국교통안전공단)		
토론	홍만표(아주대), 백종현(서울여대), 김재중(한국정보인증)		

특별 Session A-5 한국교통연구원 발표장 : 금호세계교육관A507

주제 : 자율주행 공유차 서비스를 위한 디지털도로인프라 기술

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	효율적 자율주행 모빌리티 서비스 운영을 위한 디지털도로 인프라 등급화 방안	한국교통연구원	탁세현
2	자율협력주행을 위한 디지털도로 인프라의 기능안전 중요성	글로벌메타	김부원
3	자율협력주행기반 도로인프라 안전성 확보기술 기획	동아대학교	김병철
좌장	강경표(한국교통연구원)		
토론	김승범(경상대), 김현미(항공대), 구권서(한국도로공사), 임성한(한국건설기술연구원)		

특별 Session A-6 대구교통공사 발표장 : 금호세계교육관A507

주제 : 대구교통공사 스마트 모빌리티 공공성 확보 세션

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	도시철도 거리비례제 도입 검토방안	㈜네오티시스	전상영
2	대구형 MaaS, 공공의 역할과 과제	대구교통공사	김근욱
3	대구형DRT 도입구상 및 최적노선 설계	㈜스마트모빌러티	김승현
좌장	한근수(대구교통공사)		
토론	김진태(한국교통대), 김형수(건설기술연구원), 홍정렬(계명대), 김수성(대구정책연구원)		

특별 Session A-7 서울연구원

발표장 : 금호세계교육관A612

주제 : 비접촉 교통카드 시대의 변화

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	비접촉 교통카드 사용에 따른 도시철도 요금부과 및 정산체계 변화	유아이네트워크	전용현
2	비접촉 교통카드 사용에 따른 실시간 자료 활용 방안	서울연구원	신성일
좌장	김채만(경기연구원)		
토론	김종형(인천연구원), 박신형(서울시립대학교), 이승준(한국도로공사), 이창훈(자율주행협력단), 박호철(명지대학교), 조신형(서울시립대학교)		

특별 Session A-8 케이넷(주)

발표장 : 금호세계교육관B309

주제 : 효율적인 ITS 광통신망 구축

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	효율적 ITS 구축을 위한 마이크로덕트(MicroDuct) 솔루션	케이넷(주)	김경철

특별 Session A-9 한국교통연구원

발표장 : 금호세계교육관B315

주제 : 광역교통데이터 플랫폼

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	광역교통데이터 플랫폼	한국교통연구원 아프로시스	박준식 오승
2	경기도 전기버스 충전기-충전관리시스템의 표준화 및 고도화 방안	경기연구원	김점산 김서정
3	S-BRT 와 트램간 비용 비교분석	모빌인포매틱스	장경욱
4	서비스 다양화를 고려한 미래 광역대중교통체계의 변화	한국철도기술연구원	오동규
좌장	박준식(한국교통연구원)		
토론	김수성(대구정책연구원), 김승길(울산연구원), 김승준(서울연구원), 김원철(충남연구원), 김원호(서울연구원), 노승만(강원연구원), 박경철(경기연구원), 박기준(경남연구원), 손상훈(제주연구원), 윤태관(국토연구원), 이범규(대전세종연구원), 이승준(한국도로공사), 이원규(부산연구원), 장진영(강원연구원)		

특별 Session A-10 한국지능형교통체계협회

발표장 : 금호세계교육관B316

주제 : 탄소중립 수송부문 감축전략 고도화 기술 개발

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	수송부문 온실가스 통합관리플랫폼 MRV 자동화를 위한 표준화	ITS Korea	이지연
2	탄소중립을 위한 수송분야 이용자 인센티브 선호도 분석	서울시립대학교	홍수정
3	지속 가능한 MaaS(S-MaaS)의 서비스 전략 개발	홍익대학교	이경재
4	도로부문 탄소 배출 특성 분석	경성대학교	신강원
5	통신데이터를 활용한 VKT 산정 방안	㈜엠큐닉	송성욱

특별 Session 16일 15:10-16:40

특별 Session A-0 한국지능형교통체계협회 발표장 : 컨벤션A홀

주제 : K-ITS 글로벌 진출을 위한 추진전략

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	ITS 세계총회 대륙별 기술 트렌드 및 전망	ITS Korea	박현숙
2	'23년 ITS 국제 표준화 동향 및 성과	ITS Korea	양륜호
3	해외 수출 활성화를 위한 국내 ODA 활용안 및 사례	ITS Korea	이상원
4	'25 수원 ITS 아태총회 추진 계획	수원시	이태환
좌장	홍정열(계명대학교)		

특별 Session B-1 한국교통연구원 발표장 : 금호세계교육관A501

주제 : 기술변화에 대응하는 민자고속도로 운영방안

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	디지털 전환을 고려한 민자고속도로 운영방안	한국교통연구원	이혜진
2	민자고속도로 디지털 전화의 선결과제 - 일본 아이치현 유료도로 사례와의 비교를 중심으로 -	한국교통연구원	전은수
좌장	국토연구원 김호정 선임연구위원		

특별 Session B-2 도로교통공단 발표장 : 금호세계교육관A503

주제 : 초소형전기차 이용 활성화 방안 연구

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	초소형전기차 시장동향 및 개선방향	한국스마트이모빌리티협회	서임기
2	초소형전기차 운행설계영역 분석을 통한 활성화 방안	경기대학교	김정화
좌장	권오훈(계명대학교)		
토론	김성회(KAIST), 손상훈(제주대학교)		

특별 Session B-3 한국교통안전공단 발표장 : 금호세계교육관A505

주제 : 교통빅데이터를 활용한 교통안전 연구

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	CCTV 기반 화물 적재불량 검지 방안 연구	한국교통안전공단	윤진수
2	재현데이터 기술을 활용한 교통카드데이터 활용방안 연구	한국교통안전공단	김민석
3	공간분할 기법 알고리즘을 적용한 교통사고 위험도 예측 모델 연구	한남대학교	여지호
좌장	윤일수(아주대학교)		
토론	임동욱(한국교통안전공단), 김동규(서울대학교), 김인희(공주대학교), 박호철(명지대학교)		

특별 Session B-4 한국지능형교통체계협회

발표장 : 금호세계교육관A506

주제 : (기획세션) 중소도시 특화형 Lv.4/4+ 자율주행 실도로 환경 실증 엣지 리빙랩 기획

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	중소도시 특화형 Lv.4/4+ 자율주행 실도로 환경 실증 엣지 리빙랩 기획 총괄기획회의	ITS Korea	조용성
토론	KAIA 및 기획연구 관계자 6인 / 지자체 자문위원 및 총괄기획위원 9인		

특별 Session B-5 도로교통공단

발표장 : 금호세계교육관A507

주제 : 신규 무인교통단속장비 개발동향

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	재차인원 검지기반 단속시스템 및 규격 개발	도로교통공단	인병철
2	영상분석 기술기반 무인단속장비 개발	핀텔	신성훈
3	양방향 무인단속장비 개발 및 도입방안	도로교통공단	홍경식
좌장	박제진(전남대학교)		
토론	송태진(충북대학교), 박민주(한남대학교), 이태헌(한국도로공사)		

특별 Session B-6 한국전자통신연구원

발표장 : 금호세계교육관A603

주제 : 지상파 방송(ATSC 3.0)을 활용한 차량용 인포테인먼트

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	ATSC 3.0 모바일 방송 추진현황과 서비스 개발 계획	KBS	전성호
2	ATSC 3.0 D2V (Direct-to-Vehicle) 필드테스트 결과	ETRI	권선형
3	cm-레벨 정밀도 제공을 위한 ATSC 3.0 기반 RTK 기술	MBC	이승호
4	차량용 ATSC 3.0 수신기 개발 현황	㈜로아시스	김용석
5	국내 디지털 라디오 현황	ETRI	서재현
좌장	박성익(한국전자통신연구원)		

특별 Session B-7 한국교통연구원

발표장 : 금호세계교육관A612

주제 : OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구	한국교통연구원	김명현
2	시뮬레이션 기반 UAM 운영 계획 수립 및 성과 평가	공주대학교	정지복
3	설문을 통한 미래 제주도 관광 · 교통 연계 체계 구축 방안 연구	GRI리서치	이범신
4	GIS 레이어 기반 도시내 통행권역 설정 및 스마트 모빌리티 구축을 위한 수단경쟁력 분석 연구	서울시립대	조신형
좌장	김영호(한국교통연구원)		
토론	조정우(한국교통연구원), 유금식(한국공항공사)		

특별 Session B-8 한국지능형교통체계협회

발표장 : 금호세계교육관B309

주제 : 자율주행 Lv.4/4+ 기반 긴급차량 통행지원 서비스 기술 개발

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	자율주행 긴급차량 통행지원 전략 및 서비스 아키텍처 설계	ITS Korea	하재건
2	실도로 리빙랩 환경에서의 자율주행 서비스 실증 추진 방안	ITS Korea	어효경
3	인공지능기반 구급대원 업무 자동화 지원	연세대학교 산학협력단	하성민
4	자율주행 현장대응 통행지원 시스템 기술	하나텍시스템	정문규

특별 Session B-9 SK텔레콤

발표장 : 금호세계교육관B315

주제 : AI/Data 기반 도시 모빌리티 분석 및 정책 활용

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	모바일 빅데이터를 활용한 교통분석	SK텔레콤	조경진
2	스마트교차로 신호개선 사례	SK텔레콤	엄대룡
3	레이더를 활용한 디지털 도로의 발전방향	메타빌드	오민석
4	도시기반 디지털트윈 적용방안	유아이네트웍스	전용현
좌장	변상철(한국건설기술연구원)		
토론	강경표(한국교통연구원), 이백진(국토연구원), 이창훈(자율주행기술개발혁신사업단)		

특별 Session B-10 ㈜아이티텔레콤

발표장 : 금호세계교육관B316

주제 : 자율주행 모빌리티 V2X기반 C-ITS인프라 기술 및 서비스 발전방향

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	경량화 영상객체검지기술을 활용한 C-ITS 서비스	㈜노타	가동호
2	라이다 기반 인지 기술을 통한 C-ITS 고도화	㈜서울로보틱스	임성훈
3	자율협력주행을 위한 신호정보개방 기술	㈜서돌전자통신	김대경
4	C-ITS 엣지 스마트 노변기지국	㈜아이티텔레콤	이승철
5	탐라자율차 서비스 현황 및 C-ITS 연계를 통한 자율주행 서비스 발전방향	㈜라이드플럭스	김원재
6	자율주행과 ITS	KAIST	장기태
좌장	장기태(KAIST)		
토론	김형주(차세대융합기술연구원), 박유경(모빌리티시스템연구소)		

특별 Session 17일 09:30-11:00

특별 Session C-1 자동차융합기술원 발표장 : 금호세계교육관A501

주제 : 자율운송 상용차 실증지원 인프라 연계를 위한 핵심기술 세미나

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	기존 ITS 정보 / 도로노변시설 연계 자율주행전략 정보 생성 및 제공을 위한 노변통신장치 활용방안	자동자융합기술원	박현배
2	Exploring associations between transportation expenditures and built environment: a machine learning approach	한국국토정보공사 공간정보연구원	이상완
3	자율주행 운송서비스 실도로 실증 구간내 안전한 교통환경을 위한 문제점 진단 및 개선방안	도로교통공단	김중효
4	자율주행상용차용 V2X Hub 기술 개발	한국전자기술연구원	정한균
5	차량 관제 플랫폼을 위한 데이터 모듈화 시스템	한국자동차연구원	이필규
좌장	김영군(자동차융합기술원)		
토론	박현배(자동차융합기술원), 조국(한국국토정보공사 공간정보연구원), 정기윤(한국자동차연구원), 정한균(한국전자기술연구원), 서원태(한국통합물류협회), 정완석(인포뱅크), 곽수진(한국자동차연구원), 김희철(자동차융합기술원), 권영훈(로지포커스), 김재철(모트렉스), 조규세(소네트), 문상호(자동차융합기술원), 김형주(한국도로공사), 우승훈(국민대)		

특별 Session C-2 ㈜엠큐닉 발표장 : 금호세계교육관A503

주제 : 이동통신 데이터 교통분야 활용 방안

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	통신데이터 기반 교통량을 활용한 교통영향평가 지원 모델 개발	㈜엠큐닉	유승모

특별 Session C-3 오토노머스에이투지 발표장 : 금호세계교육관A505

주제 : 라이다 기반의 자율주행 인프라 연구 및 발전 방향

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	인프라 가이던스 시스템 연구 동향	오토노머스에이투지	현승화
2	스마트시티 교통 환경에서의 라이다 인프라 시스템 적용 및 발전 방향	오토노머스에이투지	김정대
좌장	신재곤(오토노머스에이투지)		
토론	김형수(한국건설기술연구원), 손상훈(제주연구원), 남백(LG유플러스), 김정대(오토노머스에이투지), 현승화(오토노머스에이투지)		

특별 Session C-4 LG유플러스

발표장 : 금호세계교육관A506

주제 : 자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 기술 개발

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	자율주행 기반 도시환경관리 서비스 설계 및 구현 방안	LG유플러스	권정호
좌장	류형상 (LG유플러스)		
토론	송재철(리텍), 정하욱(라이드플럭스), 조성진(에이스랩), 소재현(아주대학교), 하남수(LG유플러스), 장인권(한국과학기술원), 송재인(스페이스인사이트), 김경수(쿠오핀), 이동주(GS건설)		

특별 Session C-5 한국교통연구원

발표장 : 금호세계교육관A507

주제 : 재난상황에서 교통의 역할

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	교통방재 연구분야와 융합연구 발전방안	한국교통연구원	이준
좌장	류준범(도로교통공단)		
토론	이상화(목원대학교), 최은진(도로교통공단), 박제진(전남대학교), 소재현(아주대학교), 박호철(명지대학교)		

특별 Session 17일 11:10-12:40

특별 Session D-1 ㈜아이티텔레콤

발표장 : 금호세계교육관A501

주제 : 커넥티드 기반 인지증강화 및 협력 자율 주행 기술을 통한 레벨4 자율 주행 기술의 발전 방향

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	Time synchronization method between V2X OBUs with NB-IoT Module or IR-UWB module	아이티텔레콤	김진관
2	V2X 기반 자율주행 기술 동향	한국자동차연구원	이용기
3	Test items and test methods required for LTE-V2X RSU certification	아이티텔레콤	이현순
4	VRU 충돌 방지를 위한 V2V 기반 인지 증강을 활용한 차량 상태 결정 방법	케이스랩	표정원
5	LTE-V2X Driving Test System	아이티텔레콤	정욱수
6	자율주행차량 사고 형태 및 인지 음영 사례 분석: DMV 자율주행차량 사고 데이터를 기반으로	한국과학기술원	오승민
7	시멘틱 정보처리를 위한 Zero-shot Learning 기반 데이터셋 수집 프레임워크	케이스랩	주경진

특별 Session D-2 한국도로공사

발표장 : 금호세계교육관A503

주제 : 지하고속도로 및 터널 스마트 교통안전체계 구축 및 운영 방안

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	스마트 교통안전체계 필요성 및 구축방향	한국도로공사	이승준
2	터널 시스템에 대한 이용자 인식 분석 및 안전운영지수 산정을 통한 터널 등급화 방안	서울대학교	이청원
3	터널 스마트 교통안전체계 표준모델 개발	서울시립대학교	김도경
좌장	신성일(서울연구원)		
토론	염춘호(서울시립대), 박준식(한국교통연구원), 황경훈(네이버시스템)		

특별 Session D-3 서울대학교

발표장 : 금호세계교육관A505

주제 : 멀티모달 딥러닝을 통한 고속도로 교통정보 생성

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	인프라 센서 기반 정보 생성 모델 개발 및 적용	서울대	함승우
2	고속도로 센서 미설치구간 교통정보 생성을 위한 멀티모달 딥러닝 개발	아주대	김의진
좌장	김동규(서울대)		
토론	이현석(도로공사), 권오훈(계명대), 김인희(카이스트), 박호철(명지대), 이승현(시립대), 장동혁(지오서베이)		

특별 Session D-4 한국전자기술연구원

발표장 : 금호세계교육관A506

주제 : 가상환경기반 자율주행 시뮬레이션 및 학습용 데이터 수집/변환기술

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	자율주행 시뮬레이션의 성능 평가 방법에 관한 연구	지능형자동차부품진흥원	윤형석
2	도심형 자율주행 서비스 검증용 단위 테스트 시나리오를 통한 자율주행 시스템의 멀티에이전트 시뮬레이션 검증	토르드라이브	진현태
3	Vehicle in the loop simulation을 위한 가상 환경에서의 가상 자율주행차량 자세 추정 방법	한국전자기술연구원	성기호
4	Unreal 기반 실시간 LiDAR 에뮬레이션 방법	한국전자기술연구원	성기호
5	이종 차량 기반 변환 및 증식 자율주행 인지 데이터 적합성 검증에 관한 연구	지능형자동차부품진흥원	성재호
6	Image-to-Image Translation in Adverse Weather for HQ Images	연세대학교	이영조
7	자율 주행 환경에서의 해상도가 제한되지 않은 라이다 초해상도 알고리즘	연세대학교	박민성
8	카메라 센서를 위한 인공지능 기반 오류 픽셀 인식 및 복원 방법	한국전자기술연구원	Ganzorig Gankhuyag
9	Autocorrelation을 이용한 신호등 점멸 구분 알고리즘	한국전자기술연구원	조창윤
10	자율주행 시스템의 경로 예측 기술 동향 분석	한국전자기술연구원	우현
11	이전프레임 정보를 활용한 Depth Estimation Inference 속도 향상 기법	한국전자기술연구원	박진만
12	NVIDIA Jetson을 활용한 Stereo Depth Estimation 구현	한국전자기술연구원	박진만
13	자율주행 성능 검증위한 정밀 가상 주행환경 기반 시뮬레이터 개발	한국전자기술연구원	이선영
좌장	민경원 단장		

특별 Session D-5 한국해양대학교

발표장 : 금호세계교육관A507

주제 : 우편물류 비대면 교부를 위한 택배 접수 오류검증 시스템

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	수기 송장 인식률 향상을 위한 Vision Transformer에 관한 연구	한국해양대	한윤상
2	수기 송장 이해를 위한 Sequence-to-Sequence 모델 기반 언어 생성 모델에 관한 연구	한국해양대	서홍일
3	Masking Map으로 Patch의 필요한 부분만을 사용하는 ViT기반 Semantic Segmentation 방법에 관한 연구	한국해양대	배주원
4	택배 검수를 위한 경량화된 부피 측정 시스템에 관한 연구	한국해양대	이진세
좌장	김원열		
토론	서동환(한국해양대), 성주현(한국해양대), 정재훈(군산대)		

특별 Session D-6 한국교통대학교

발표장 : 금호세계교육관A603

주제 : 인프라 기반의 협력자율주행

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	MEC에서 다중 인프라 센서를 이용한 도로 상황인지 기술 개발	한국교통대학교	송석일
2	자율협력주행을 위한 인프라 센서(카메라) 개발	싸인텔레콤	조익현
3	도로환경 정보 수집을 위한 인프라 센서 네트워크 개발	한국전자통신연구원	박주덕
4	V2X 표준화 및 시장동향	켐트로닉스	이한규
좌장	문철(한국교통대학교)		
토론	김 현(한국교통대학교), 박만복(한국교통대학교), 이기욱(LG유플러스), 하남수(LG유플러스), 이종덕(한국교통연구원), 윤태관(국토연구원)		

특별 Session D-7 건국대학교

발표장 : 금호세계교육관A612

주제 : 지능형 모빌리티 관련 소프트웨어 및 네트워크 등에 관한 연구

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	클라우드 오프로딩을 위한 MQTT 프로토콜 기반 메시지의 상태 모니터링 기법	건국대학교	김정석
2	자율주행 로봇을 위한 컴퓨팅 오프로드 제어 시스템 : 구현 및 평가	건국대학교	홍동원
3	쿠버네티스를 활용한 분산 데이터베이스 모니터링 시스템 -> 포인트 클라우드 데이터 실시간 분석 및 갱신을 위한 분산 데이터베이스 시스템	건국대학교	김주현
4	기계학습을 통한 드론의 가시비행거리 추론 Inference of Drone VLOS Distance using Machine Learning	건국대학교	김신의
5	블록체인 기술을 이용한 자율주행 차량의 운행 기록 및 급발진 사고 데이터 관리 시스템	건국대학교	이우진
6	군집 주행에서의 네트워크 보안 연구를 위한 가상 네트워크 환경 구현 및 평가 -> 군집 주행에서의 네트워크 보안 연구를 위한 가상 네트워크 환경 구현	건국대학교	김소영
7	모빌리티 차량의 안전성을 위한 교통사고 유형 분석	건국대학교	이재욱
8	군집 주행에서의 리드 차량과 후행 차량의 설계 방식 비교 분석 -> 군집 주행에서의 선행 차량과 후행 차량의 설계 방식 비교 분석	건국대학교	윤민성
9	지능형 모빌리티 충전 인프라 개선을 위한 전기차 충전소 빅데이터 시각화 분석 -> 지능형 모빌리티의 인프라를 위한 전기 자동차 충전소 빅데이터 시각화 분석	건국대학교	심유진
10	차량과 인프라간 통신(V2X) 관련 네트워크 성능 비교 분석	건국대학교	황교찬
11	지하철 혼잡도 개선을 위한 데이터 분석 및 시각화	건국대학교	강정현
12	서울 공공자전거 이용 특성 및 안전성의 빅데이터 시각화분석 -> 서울시 공공자전거 이용 특성 및 안전성의 빅데이터 시각화 분석	건국대학교	장예진
13	Statecharts를 활용한 자율 주행 레벨 3 차량의 제어 로직 모델링 및 검증	건국대학교	허윤아
좌장	김기천(건국대학교)		

특별 Session D-8 에스트래픽(주)

발표장 : 금호세계교육관B309

주제 : MaaS 플랫폼 구축 현황 및 발전 방향

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	J-TaaS 전남 관광 플랫폼 구축 현황 및 발전 방향	에스트래픽(주)	이경철
2	K-MaaS 중계 플랫폼 구축 현황 및 발전 방향	에스트래픽(주)	전영하
3	수도권 MaaS 엔진: 도시철도 연락운임 일일/실시간 정산체계	서울연구원	신성일
4	국내외 MaaS 정책동향 및 추진방향	자율주행기술개발혁신사업단	이창훈

특별 Session D-9 한국교통연구원

발표장 : 금호세계교육관B315

주제 : 아세안 스마트 모빌리티 전략 수립

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	한-아세안 교통협력사업 현황 및 전망	한국교통연구원	김승환
2	아세안 스마트 모빌리티 전략 수립	한국교통연구원	김규옥
좌장	김태형(한국교통연구원)		
토론	오영석(국토교통부), 진광성(한국교통연구원), 류승기(한국건설기술연구원), 이석주(한국교통연구원)		

특별 Session D-10 국토연구원

발표장 : 금호세계교육관B316

주제 : 지하고속도로 사례, 효과 및 정책 개선방안

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	지하도로 국내 · 외 추진사례 및 시사점	국토연구원	김승훈
2	지하도로 건설에 따른 환경개선 효과 분석 및 실증	국토연구원	김민준
3	지하도로 건설사업의 정책효과 분석: 생활여건 개선을 중심으로	인천연구원	황지환
4	지하도로 사업 추진을 위한 정책 개선방안	한국교통연구원	이종훈
좌장	김호정(국토연구원)		
토론	이동민(서울시립대학교), 김종하(목원대학교)		

특별 Session D-11 학부생 세션

발표장 : 금호세계교육관B209

좌장: 박준영(한양대), 탁세현(한국교통연구원), 박재홍(KICT)

학부생 세션(Presentation)

번호	발 표 제 목	발표자
1	개선된 Social Force Model을 이용한 군중유체화 속 도미노 효과 모델링	이예린
2	차량 주행 영상 및 인공지능 기반 교통류 안전성 평가지표 추출 및 평가	고동현
3	Bayesian 네트워크를 기반으로 한 통행 의사결정 구조 분석	임승유
4	TOPSIS 분석을 활용한 주차수요관리 연계기반 모빌리티 허브 구축	김가현
5	클러스터링 분석을 적용한 고속도로 화물차전용차로 선정 연구	고수빈
6	투자평가의 교통사고비용 절감편익 산정 개선 연구 : 인적피해비용의 지역계수 적용에 대한 고찰	김아린
7	GTX 지하공간 화재발생시 대피로에 따른 차이 분석	신승근
8	통행특성 기반의 고령화사회 재분류	권현지

학부생 세션(Poster)

번호	발 표 제 목	발표자
1	보행 신호를 고려한 적응형 긴급차량 우선 교통 신호 시스템 구축	홍슬빈
2	접근이 되는 시간 15분: 동대문구를 시작으로	김정민
3	도심내 자율주행 차량의 공존	이서빈
4	지하철 노선 신설에 따른 상업 젠트리피케이션에 관한 연구:인천도시철도 2호선을 중심으로	김건민
5	서울시 심야시간대 택시 문제 완화를 위한 도심형 DRT 공급 제안	조아라
6	순환 일관성 생성적 적대 신경망 기반 특수 상황 도로시설물 파손 데이터 불균형 해소 방안	박지원
7	실외이동로봇 도입을 위한 캠퍼스 환경 구축	이민지
8	도시데이터 센서를 통한 UAM 동적 회랑망 구축 방안	이주호

특별 Session 17일 13:30-15:00

특별 Session E-1 한국건설기술연구원

발표장 : 금호세계교육관A501

주제 : 과적차량 단속 강화 및 운행허가체계 개선 방안

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	비정상 주행속도 프로파일 추정 기술을 이용한 중량계측 불응 단속시스템 개발	한국건설기술연구원	김성현
2	상용차용 온보드 축하중 측정 시스템 개발	(주)아이투에이시스템즈	구광민
3	슬래브교를 통과하는 고중량 차량의 내하력 해석	단국대학교	박재균
4	실계측 장기 데이터를 활용한 중차량 통행시 교량거동 분석 및 평가기법 개발	단국대학교	이정휘
좌장	신치현(경기대학교)		
토론	백인열(가천대학교), 최대순(우진티앤에스), 김성현(한국건설기술연구원)		

특별 Session E-2 한국전자통신연구원

발표장 : 금호세계교육관A503

주제 : 레벨4 자율주행셔틀서비스 기술의 난제

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	자율주행AI와 서비스 개발현황	한국전자통신연구원	민경욱
2	초고속 V2X기반 자율협력주행서비스 기술	한국전자통신연구원	송유승
3	악천후/비정형 환경에서 자율주행 전략 결정 기술	한국전자통신연구원	안경환
4	일반도로 자율주행을 위한 다중센서 융합 기술	한국전자통신연구원	김진우
좌장	최정단(한국전자통신연구원)		
토론	강찬호(언맨드솔루션), 이호준(무브투), 허재혁(소디스), 이준호(다인이엔씨)		

특별 Session E-3 경기연구원

발표장 : 금호세계교육관A505

주제 : 도시 여객 및 물류 모빌리티 서비스 고도화 방안

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	경기도 MaaS 플랫폼 현황 및 추진방향	경기연구원	김병관
2	차대차 환적을 통한 당일배송시스템 실증 분석	인하대학교	남대식
좌장	김채만(경기연구원)		
토론	신성일(서울연구원), 백승걸(도로교통연구원), 이현석(도로교통연구원), 박찬운(인천연구원), 류시균(경기연구원), 구동균(경기연구원)		

특별 Session E-5 한양대학교

발표장 : 금호세계교육관A507

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	부산 수요응답형 교통 도입방안 연구	부산연구원	유한솔
2	하이퍼루프 기반 초고속 교통망 구축 기획 연구 - 하이퍼튜브 인프라 기반 기술을 중심으로 -	한국건설기술연구원	장지용
3	수송부문 탄소공간지도 고도화 방안 연구	도로교통연구원	이승봉
좌장	박준영(한양대)		
토론	송태진(충북대학교), 원민수, 박재홍(한국건설기술연구원), 손승오		

특별 Session E-6 계명대학교

발표장: 금호세계교육관A603

주제 : 레벨4 자율주행셔틀서비스 기술의 난제

번호	발 표 제 목	기 관	발표자
1	The safety benefits for automated speed advisory systems at signalized intersection	계명대학교	도우석
2	실시간 교통신호정보 수집 및 제공시스템	도로교통공단	이승철
3	교통상황 연계 시뮬레이션 기반 자율주행 안전성평가 기술개발	서울시립대학교	김민지
좌장	권오훈(계명대학교)		
토론	전상영((주)네오티시스), 김승현((주)스마트모빌러티), 박용우(서울시립대학교)		

학술발표 Session A 17일 09:30–11:00

SESSION A-1 교통 빅데이터 및 AI(Ⅰ)

발표장 : 금호세계교육관A 603호

좌장 : 양재환(서울연구원)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	딥러닝을 활용한 루프 기반 최단 경로 탐색 방법	김정훈, 김근우, 장인권
2	머신러닝 활용 서울시 스쿨존 어린이 교통사고 심각도 모델 개발	정동훈
3	생성모델을 활용한 교통 흐름 예측 및 도로 간 영향력 분석	이정은, 김유진, 전정환
4	Deep Recurrent Q-Learning을 활용한 동적 O-D 행렬 추정	민동규, 함승우, 김동규
5	머신러닝을 활용한 어린이 보호구역 개선지역 선정 예측모형 연구	홍성민, 김도경

SESSION A-2 교통 빅데이터 및 AI(Ⅱ)

발표장 : 금호세계교육관A 612호

좌장 : 정재훈(국립군산대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	트랜스포머와 CNN을 융합한 균열 분할 검출에 관한 연구	문지환, 김유환, 김원열
2	GPS 기반 이동수단 분류를 위한 머신러닝과 규칙기반 모델 비교	최승우, 김진철
3	뉴럴 프로세스를 활용한 도로 표지판 이미지 복원 기법 연구	김지현, 정성연, 이석채, 김효대, 권장우
4	Attention기반 Small Object Detection에 관한 연구	김민서, 성주현
5	YOLO 기반의 차량 가속도 및 차간(차두)간격 산출방법	길정원, 채준병, 권재경, 황재성, 이철기

SESSION A-3 교통 빅데이터 및 AI(Ⅲ)

발표장 : 금호세계교육관B 309호

좌장 : 김수재(홍익대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	모바일 통신데이터와 가구통행실태조사 자료의 통행패턴 비교분석 연구	이해선, 원민수
2	데이터 기반의 고속도로 OD별 화물 수송실적 산정 시스템 개발 연구	이호원, 홍정열, 최윤혁
3	보험회사 손실액에 대한 영향요인 분석	이희준, 박호철
4	교통분석용 네트워크의 센트로이드 커넥터 구축 기준 개선에 관한 문헌 고찰	이상규, 김희조, 김동호, 박동주
5	대기환경 오염물질 예측 및 지역 위험도 분류를 통한 탄력적 정책수립 및 지원방안 제안	정정호, 천승훈, 이숭봉, 전희진, 김진재
6	교통사고 데이터 불균형 해소를 위한 도로 특성에 따른 데이터 증강	김은정, 정다운, 김동규

SESSION A-4 자율주행(Ⅰ)

발표장 : 금호세계교육관B 315호

좌장 : 박수진(고려대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	혼합 교통 환경에서의 대기열 길이 기반 다차로 비신호 교차로 제어 전략	김영환, 정다운, 김동규
2	자율주행자동차 경로 전환을 통한 혼합 교통류에서 도심 교통 혼잡 완화 알고리즘 개발	이승현, 함승우, 김동규
3	강화학습 기반 회전교차로 내 자율주행차 최적 속도 도출 연구	이재현, 강지웅, 강민희, 황기연
4	Lv.3 자율주행차 제어권전환시 교통안전 향상을 위한 안전교육 효과연구	김태근, 이다례, 김태경, 윤진수
5	협력과 경쟁 알고리즘의 비교를 통한 자율주행 알고리즘에 대한 개념증명 연구	이유진, 김주영, 노치우, 소재현
6	DQN 기반 자율협력주행 교통류 제어 알고리즘 개발 및 평가: 통제 구간 케이스를 중심으로	김승환, 박준영

SESSION A-5 자율주행(Ⅱ)

발표장 : 금호세계교육관B 316호

좌장 : 함승우(서울대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	고속도로 엇갈림구간 자율주행 전용차로 교통류 개선 효과평가 연구	백성채, 신예은, 유한솔, 박제진
2	클로버형 IC에서 자율-비자율 혼재상황에 대한 주행안전성 평가	진현석, 오철
3	서울 자율주행차 시범운행지구에서 수집된 Real-World Autonomous Vehicle Data를 활용한 자율주행차 주행안전성 평가	김호선, 조영, 김민경, 이설영, 오철
4	자율-비자율차 혼재상황을 고려한 단속류도로 인프라 안전성 평가 방법론 개발	이상재, 조영, 정아람, 박준영, 오철
5	고속도로 엇갈림구간에서의 자율주행차 혼합 교통류 안전성 평가	심현섭, 이한빈, 강민지, 박신형
6	장래 교통 수요와 자율주행자동차 혼입률에 따른 BRT 구간 교통류 분석	채운혁, 김세헌, 도명식

SESSION A-6 자율주행(Ⅲ)

발표장 : 금호세계교육관B 209호

좌장 : 김선영(국립군산대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	D* 알고리즘을 활용한 자율주행용 Frenet 최적 경로 계획의 성능 분석	배노혁, 박성진, 박준범, 이재운, 원종훈
2	자율협력주행 이력 관리 프로토콜에 대한 연구	신대교, 장수현, 장준혁, 정한균, 박부식
3	경로 계획 기반 자율주행 협력 센싱 성능 분석을 위한 시뮬레이션 환경 개발	정운선, 문철
4	동일 객체의 Occlusion 상황에서의 딥러닝 기반 자율주행 객체 검출에 대한 연구	정진우, 임지웅, 원종훈
5	동적 자동화 레벨기반 자율주행 우선 전략	안경환, 김진우, 박명욱, 지명인, 김기태

학술발표 Session B 17일 13:30-15:00

SESSION B-1 ITS 정책 및 기타(Ⅰ)

발표장 : 금호세계교육관A 612호

좌장 : 박호철(명지대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	미거시적 교통수요 예측 방안 연구	조민지, 이선하, 천춘근
2	비반복적 Stochastic Route Choice 모델을 활용한 동적 통행 배정	윤현수, 함승우, 김동규
3	대중교통 승객 맞춤형 경로 추천을 위한 루프 기반 경로 최적화: 수도권 전철 적용 사례	김성용, 김정훈, 김근우, 장인권
4	데이터 기반 SKIP-STOP 도시 철도 급행 서비스 최적화: 서울 지하철 4호선의 사례	고혁진, 김창영, 장인권
5	TAZ별 대중교통서비스 평가를 위한 환승기반 통합네트워크 분석 연구: 대구광역시를 중심으로	김태우, 홍정열
6	이동데이터 기반 심야버스 노선체계 도입방안에 관한 연구이동데이터 기반 심야버스 노선체계 도입방안에 관한 연구	한지훈, 이선하, 천춘근

SESSION B-2 ITS 정책 및 기타(Ⅱ)

발표장 : 금호세계교육관B 309호

좌장 : 박민주(한남대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	보행자도로 서비스수준 산정을 위한 개선 연구	윤정은, 이경진, 고우리, 김인영, 윤일수
2	WTP 조사 및 Meso-level 네트워크 시뮬레이션 기반 농어촌 교통 연계 주민 편의서비스 경제성 평가	이상재, 오동희, 박준영, 박재홍, 노창균
3	교통접근성이 지방소멸에 미치는 영향	박성희, 양태양, 박희건, 천승훈, 이종우
4	생애주기비용 기반 고속도로 유지보수 방식별 경제성 비교 분석	강지우, 박용우, 박신형
5	통행 OD 및 교통인프라 네트워크 분석을 통한 도심항공교통 버티포트 허브 선정 방안 연구	양현덕, 홍정열
6	미래 모빌리티 인프라 구축 전략	백남철, 류승기

SESSION B-3 e-Mobility

발표장 : 금호세계교육관B 315호

좌장 : 황순천(서울시립대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	도로 경사도를 고려한 전기차 경로 최적화: 제주도의 지방도를 중심으로	김근우, 장인권
2	무선 충전을 위한 상호 인덕턴스 추정	강민석, 김민기, 조원영, 장인권
3	형상 모델링과 구조해석을 통한 전동킥보드의 성능 및 안전성 평가 연구	유한솔, 오민종, 박제진
4	출발지와 도착지 자료를 이용한 공유형 PM 이용패턴 분석	이선영, 김영국
5	시스템 다이내믹스 분석기법을 활용한 초소형 전기차 활성화요인 분석	박휘빈, 신치현, 김정화

SESSION B-4 공유교통

발표장 : 금호세계교육관B 316호

좌장 : 김의진(아주대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	공간적 요인을 고려한 공유 전동킥보드 서비스의 라스트마일 통행시간 단축 효과 평가 및 비교	이희창, 문세동, 김동규
2	컨테이너 트레일러 공유물류체계 기초 개념 연구	장진원, 손형근, 박동주
3	운영 데이터를 활용한 개인 모빌리티 여행 특성 조사: 세종시를 중심으로	Yonghui Liu, Mahdi Khorasani, Gyounghoon Chun
4	모빌리티 서비스 평가지표 제시 및 분석 연구– 세종특별시를 중심으로 –	김승민, 박호철
5	수요응답형 대중교통 서비스 만족과 이용 간 인과관계 분석	구자헌, 김수재, 이경재, 추상호, 임준범, 정준영
6	공유모빌리티 시범사업 현황분석 및 활성화 방안 고찰	이원규, 유한솔, 하종주

SESSION B-5 탄소중립

발표장 :금호세계교육관B 209호

좌장 : 변지혜(서울시립대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	수소자동차 충전 인프라 접근성 평가에 관한 연구–울산시를 중심으로	류한별, 임기원, 남대식
2	스마트모빌리티 도입을 위한 머신러닝 기반의 공유 자전거 효율성 증진 연구: 대중교통 수요를 중심으로	황재연, 박신형, 조신형
3	MOVES를 이용한 미시적 차량 대기오염 배출계수 추정연구: Look–up table 기법을 중심으로	신현주, 이건우, 허혜정
4	실주행거리 기반 도로부문 탄소배출량 산정방법론 연구	전희진, 이채영, 정정호, 이숭봉, 천승훈
5	음식 배달 라이더 주행 패턴에 따른 이륜차 대기오염 배출량 분석	윤유정, 신현주, 조은솔, 이건우, 오철

학술발표 Session C 17일 15:10-16:40

SESSION C-1 ITS 정책 및 기타(Ⅲ)

발표장 : 금호세계교육관A 501호

좌장 : 박용우(서울시립대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	EDR/DSSAD 신뢰성 평가를 위한 데이터 보존성 평가기술 개발	이요셉, 강희진, 박기옥, 윤일수
2	교통신호제어 시간계획을 위한 클러스터링 기법에 관한 연구	문시현, 정한솔, 강동효, 김예진, 윤일수
3	자전거도로 유형별 교통사고 특성과 사고발생 모형	정영제
4	사고 요인 심각도 가중치 기반 스쿨존 Hotspot 식별 방법론 개발	김현서, 성예지, 박준영
5	주행 시뮬레이터 기반 도로안전성 평가의 타당성에 관한 연구: 교통안전을 중심으로	정아람, 오철

SESSION C-2 ITS 정책 및 기타(Ⅳ)

발표장 : 금호세계교육관A 503호

좌장 : 도우석(계명대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	조건부 운전능력 평가를 위한 시나리오 개발 프레임워크	김상수, 정연식
2	교통사고 유발요인별 사고발생 임계상황 검증 연구	박준호, 소재현
3	차로제어시스템을 활용한 도시고속도로 유입연결로 개선방안에 관한 연구	이상범, 이재덕
4	교통사고 처리단계별 소요시간의 영향요인 분석	강지혜, 김도연, 연준형, 한영준
5	도시부 도로의 안전속도 5030 시행 전후 교통혼잡비용 비교분석	이채영, 이승봉, 정정호, 천승훈, 김진재
6	운행제한 위반차량의 계측불응 단속시스템 개발	김진우, 김성현

SESSION C-3 ITS 정책 및 기타(Ⅴ)

발표장 : 금호세계교육관A 505호

좌장 : 홍정열(계명대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	스마트빌딩 주차관제 시스템을 위한 물리보안 통합플랫폼에 관한 연구	백영현, 이준명, 임준규
2	광역버스 회차 및 환승시설 개선 시범사업의 정량적 편익 추정: 이용자 지불의사액 추정을 중심으로	김규혁, 김명규, 김나연, 김희수, 송태진
3	AHP를 활용한 농어촌지역 대중교통 대응정책 중요도 분석	최승현, 유연승, 조규석
4	KTX 개통이 지역 균형발전에 미치는 영향: 호남선과 전라선을 대상으로	양태양, 이종우, 이승봉, 박성희, 박희건
5	지하철역 운영 효율성 분석 및 환경요인 영향 검토: 서울특별시를 중심으로	이중권, Reuben Tamakloe, 박동주

SESSION C-4 ITS 정책 및 기타(Ⅵ)

발표장 : 금호세계교육관A 506호

좌장 : 이건우(한양대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	여객-물류 통합 운송 시스템 관련 선행연구 고찰 및 향후 연구 방향 제안	Hyerin Lee, Reuben Tamakloe, Dongjoo Park
2	IPA-Borich 요구도 분석을 활용한 생활물류법 정책 방향 연구: 이륜차 배달 종사자 보호를 중심으로	이지원, 이향숙
3	중소 · 중견 물류기업 ESG 경영 이행 가이드라인에 관한 연구	진무위, 윤경준, 이향숙
4	중국 주요 도시의 물류경쟁력 평가 및 장애요인 진단에 관한 연구 -중 · 유럽 화물열차를 중심으로-	진가영, 이향숙
5	생활물류 빅데이터 접근 및 활용성 개선을 위한 시 · 공간 세분화 프레임워크 연구	김진재, 남대식, 이채영, 이승봉, 전희진, 이종우

SESSION C-5 ITS 정책 및 기타(Ⅶ)

발표장 : 금호세계교육관A 507호

좌장 : 권오훈(계명대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	도로포장 생애주기관리를 위한 적정 유지보수 공법 선정 및 경제성 분석	이민혁, 이태영, 도명식
2	Covid-19가 지역 이동량과 소비에 미치는 영향 분석	박희건, 양태양, 박성희, 이종우, 천승훈
3	디지털트윈환경을 고려한 시뮬레이션기반 다이나믹항만 사고위험 검지 연구	김호재, 이성준, 손승오, 박준영
4	서울시 교통사고 처리를 위한 긴급차량 현장 이동 시간 시공간적 특성 분석	김도연, 강지혜, 이진학, 김원호
5	드론 영상 기반 보행자 밀집도 측정을 위한 파라미터 도출 기초 연구	윤소정, 장원석, 박철융, 박제진
6	가축전염병 발생구역 예측을 위한 알고리즘 개발 연구	민석원, 박동주

SESSION C-6 교통 빅데이터 및 AI(Ⅳ)

발표장 : 금호세계교육관A 603호

좌장 : 송태진(충북대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	어텐션 기반 멀티모달 퓨전 모델을 이용한 도심부 차로 단위 음영 교통량 추정	민진홍, 함승우, 김동규
2	희소 프로브 차량 기반 생성적 적대 신경망 모델을 사용한 고해상도 교통 상태 추정	김종호, 여화수, 윤진원, 장기태
3	동적 인접행렬 생성을 통한 교통 흐름 예측	김유진, 이정은, 전정환
4	심층 역 강화 학습 모델기반 다중 교통수단 트립 체인 선택 예측모형	Kapuku Christian, Dong-Kyu Kim
5	전국단위 일일 교통안전예보를 위한 교통사고등급 예측	변민우, 권오훈, 유봉석, 김석근, 오상균

SESSION C-7 교통 빅데이터 및 AI(Ⅴ)

발표장 : 금호세계교육관A 612호

좌장 : 성주현(한국해양대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	DNN 기반 교통사고 유형별 대책추천 알고리즘 개발	박하늘, 김민석, 김지연, 소재현
2	Mosaic 이미지 구조 AI 학습을 통한 돌발상황 분류 연구	이상현, 이영택, 김진영, 노종민, 윤일수
3	대조학습 기반 운전자 행동 변화 탐지	정회준, 김승하, 김준희, 권장우
4	제한속도 타당성 검토 방법론 개발에 관한 연구	도승일, 강민지, 박용우, 박신형, 최새로나, 김시은
5	교차로 내 교통류 효율성 증진을 위한 우회전 주행보조 및 단속 시스템	성예지, 박누리, 김승환, 박근휘, 박준영

SESSION C-8 교통 빅데이터 및 AI(Ⅵ)

발표장 : 금호세계교육관B 309호

좌장 : 김인희(한국과학기술원)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	교통 사고 위험구간 식별을 위한 주행안전성 평가지표 우선순위 도출	지정훈, 오철
2	차량궤적데이터 기반 교통안전대체지표를 통한 고속도로 합류부 영향권 산정 및 검증	한은서, 박호철
3	다중영상정보의 투시변환을 통한 교차로 진입차량의 위치데이터 추정	정희진, 이경숙
4	회전교차로의 주행 구간을 고려한 미시 교통 시뮬레이션의 회전교차로 주행 모델링	최준희, 주양준, 김동규
5	잔류보행자 추정모형 개발과 보행신호시간 연장에 관한 연구	채희철, 오민석
6	화물자동차의 적재상태 예측을 위한 DTG 데이터 활용 가능성 연구	탁지훈, 이중권, 민석원, 이혜린, 이재웅, 박동주

SESSION C-9 자율주행(Ⅳ)

발표장 : 금호세계교육관B 315호

좌장 : 박만복(한국교통대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	LED 색온도 기반 위치 측위 퍼지 로직 시스템	이준희, 조소현, 우주, 김선영, 정재훈
2	실도로 환경의 공사구간 인식을 위한 인스턴스 세그멘테이션	김진우, 안경환, 지명인, 김기태, 박명욱
3	도로 파손 이미지 기반 딥러닝 모델의 학습 데이터 최적화 연구	김민석, 류승기
4	기울기 기반 LiDAR 지면 제거 알고리즘 연구	차승민, 임지웅, 원종훈
5	차량의 Pixel 이미지 좌표계와 수학적 모델링	박준범, 배노혁, 정진우, 기석원, 원종훈

SESSION C-10 자율주행(Ⅴ)

발표장 : 금호세계교육관B 316호

좌장 : 윤일수(아주대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	자율주행 오피스를 위한 자율주행차 내부 디자인: Display, Seat, UI를 중심으로	강민희, 김승민, 남궁용, 박진원, 황기연
2	커넥티드 및 자율주행 환경에서 교통류최적화 평가지표 개발	박동혁, 박누리, 오동희, 박성민, 박준영
3	영상분석 기반 서울시 도시고속도로 자율주행 위험구간 산정 및 판단 모형 구축 연구	나호혁, 김홍균, 강지민, 홍성민, 김도경
4	자율주행시대 도시부 도로 Flex Zone 설치 방안 연구	김보성, 윤유정, 윤재용
5	자율주행자동차 유입에 따른 중장기 고속도로 용량 감소 시기 추정	이은선, 신치현

SESSION C-11 자율주행(Ⅵ)

발표장 : 금호세계교육관B 209호

좌장 : 이창훈(자율주행기술개발혁신사업단)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
1	자율주행자동차 도입에 따른 도로 자산가치 산정 방안	정유미, 김세헌, 도명식
2	교통시뮬레이션을 활용한 자율주행자동차 법제도 부합성 평가 연구	노치우, 이유진, 소재현
3	자율주행 통합관제 시스템의 효율적 협력모델 및 운영방안 연구: 경찰청 배곧신도시 테스트 베드를 중심으로	박범구, 김미나, 이아름
4	자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 유스케이스 개발에 관한 연구	김주영, 소재현
5	자율주행자동차 시범운행지구 비교 분석을 통한 개선 방안 연구: 수도권을 대상으로	박휘빈, 신치현

학술발표 Poster Session 16일 ~ 17일

좌장 : 신강원(경성대학교), 정연식(영남대학교)

번호	발표 주제	발표 및 제출자
5G 응용	5G-V2X 게이트웨이를 통한 See-Through 기능 개발	김기태, 이신경, 김진우, 안경환, 박명욱, 송유승
C-ITS 1	실시간 교통정보를 고려한 C-ITS 기반 감응신호 제어 전략: GLOSA 중심 연구	김도현, 변지혜, 이승현
C-ITS 2	지능형 원격지원 기술을 위한 주행 환경 센서 데이터 요구사항 개발에 관한 연구	김준영, 김태형, 윤윤기, 김봉섭, 윤경수
C-ITS 3	도시교통정보센터 돌발정보 현황 분석 및 개선방안연구	류지수
C-ITS 4	주행 안전 보장을 위한 머신러닝 기반 침입 탐지	박서희, 박재한, 주승현, 백영미
C-ITS 5	자율주행자동차가 혼재된 도로에서 돌발상황 발생 시 대응 전략	윤윤기, 김세영, 한종호, 윤형석, 김봉섭, 윤경수
C-ITS 6	간선도로 신호최적화를 위한 MILP 기반 연동폭 최대화 모형 개발	이윤섭, 김민지, 한여희, 김영찬
C-ITS 7	자율협력주행을 위한 PVD 메시지의 표준 개발 현황	장은혜, 박수진, 최종찬, 유재준
C-ITS 8	신호교차로 운영을 위한 다중 교통정보 융합 모형 개발	이민형, 안휘근, 전지환
e-Mobility 1	E-scooter 도로유형별 속도에 따른 주행위험요인 분석	노찬우, 이재덕, 안세영, 이상범, 장일준
e-Mobility 2	초소형 전기차 이동서비스 발전을 위한 사용자 만족도 및 선호 요금제 조사에 관한 연구	김민준, 김성회, 변지혜
e-Mobility 3	구조방정식모형(SEM)을 활용한 제주지역 트램 수용성 분석	임영호, 정연식, 장민철, 김종진
ITS 정책 및 기타 1	어린이보호구역 내 인접 교차로의 운영 방법에 따른 효율성 및 안전성 평가	권진문, 변지혜, 이승현
ITS 정책 및 기타 2	신호 최적화 범위에 따른 네트워크 신호제어 효과 평가	김세현, 전준수, 한여희, 김영찬
ITS 정책 및 기타 3	자유속도 기반의 고속도로 기본구간 도로용량 산정 모형 개발 연구	박현수, 박용우, 박신형
ITS 정책 및 기타 4	ITS 영상분석센터 운영 현황 및 개선 방안	양륜호, 윤석천, 박현우
ITS 정책 및 기타 5	도로 인프라-차량 간 기본교통정보교환 기술기준 개선 방안 연구	김재홍, 김민영, 윤석천, 주정은
ITS 정책 및 기타 6	스마트교차로 시스템 정보교환 기술기준 제정 방안 연구	박현우, 황보준, 양륜호, 김재홍
ITS 정책 및 기타 7	'스마트 철도물류'의 기본개념 도출에 관한 연구	손형근, 장진원, 박동주
ITS 정책 및 기타 8	Rolling Horizon Approach: 실시간 교통카드자료 정보 활용 및 최적화 - 서울교통공사를 사례로 -	신성일, 김석호
ITS 정책 및 기타 9	도로 돌발상황 디지털화를 위한 공사정보 취득 체계 구축 방안 연구	신성필
ITS 정책 및 기타 10	21년 도로교통 사고비용 추계	심태일, 최미선
ITS 정책 및 기타 11	첨두 시간 대중교통에 대한 개인의 선호도를 파악하기 위한 설문 설계 - 대중교통 혼잡 완화를 중심으로 -	원동진, 이한빈, 황재연, 도승일, 박신형
ITS 정책 및 기타 12	노선버스 운행환경 변화에 따른 교통사고 분석 및 예방에 관한 연구	유연승, 최승현, 조규석
ITS 정책 및 기타 13	VMS 통행시간 비교정보 제공에 따른 경로전환 효과 분석	윤영민
ITS 정책 및 기타 14	노인보호구역 효과 분석 및 지정기준 개선방안 연구	이세원, 전재현

번호	발표 주제	발표 및 제출자
ITS 정책 및 기타 15	지역간 철도 이용객의 접근통행 특성 분석	이재영, 원민수
ITS 정책 및 기타 16	서울시 간선버스 노선 평가 지표 선정 연구	이채림, 양재환
ITS 정책 및 기타 17	도로교통량 조사지점 개선을 위한 방법론 개발 연구	정도영, 박현, 김종훈, 한대철
ITS 정책 및 기타 18	머신러닝 기반 12종 차종 분류를 위한 임베디드 디바이스 개발과 평가	정도영, 정종우
ITS 정책 및 기타 19	2023년 ITS 분야 KS 표준화 동향 분석	주정은, 양륜호
공유교통 1	심야시간 공유 전기자전거 이용에 대한 기상 조건과 휴일의 영향 분석	구자형, 홍두선, 이청원
공유교통 2	운행제한 위반 시 후속조치에 관한 해외 현황 검토 및 국내 적용 방향	김성현, 김진우
공유교통 3	과적단속시스템 장비 정확도 향상을 위한 정기검사 관리방안	김진우, 이치열, 김종식
공유교통 4	중차량 스마트 자가계중 기술 개발	김현석, 김진우
공유교통 5	과적차량 단속용 중량계측 센서 성능 고도화 기술 개발	김현석, 이치열
공유교통 6	Insertion Heuristic 기법을 활용한 Demand Responsive Transit 시스템 설계	박현수, 조신형, 박신형
공유교통 7	날씨를 고려한 서울시 공유자전거의 수요예측 비교 연구	서문정, 변지혜
공유교통 8	화물차량 중량 및 단속정보 기반 빅데이터 활용 방안	이치열, 김현석
공유교통 9	일본 특수차량 통행확인제도 고찰을 통한 초대형/고중량차량 운행허가 개선방향	이치열, 김성현
교통 빅데이터 및 AI 1	저가형 임베디드 시스템 기반 웹 통신이 가능한 실시간 객체 검출 모니터링 시스템	강민성, 임영철
교통 빅데이터 및 AI 2	데이터 결합 연계를 통한 화물 모빌리티 분석 방법론 개발	조범철, 조은아, 강아라
교통 빅데이터 및 AI 3	통신데이터를 활용한 여객 기종점통행량 구축 방안 연구	권민영, 양재환, 오하람
교통 빅데이터 및 AI 4	세종시 대중교통 환승 분석 시스템 구축	류승규, 김민기, 장준용, 안용준
교통 빅데이터 및 AI 5	차량 내 영상 센서 기반 고속도로 돌발상황 검지 정확도 평가	남상기, 정연식
교통 빅데이터 및 AI 6	철도면허 교육방안 개선을 통한 철도종사자 인적 오류 예방 연구	노휘원, 김장욱
교통 빅데이터 및 AI 7	코로나19와 사회적 거리두기가 지하철역 승하차 인원에 미친 영향	박승위, 가동주, 이청원
교통 빅데이터 및 AI 8	주행 시뮬레이션을 이용한 고속도로 공사구간 이동식 차로 안내 차량의위치 선정에 관한 연구	박용우, 박신형
교통 빅데이터 및 AI 9	딥러닝을 이용한 자율주행 데이터셋 날씨 다양화에 관한 연구	서주영, 박만복
교통 빅데이터 및 AI 10	복수의 진입-진출 비가산성 요금체계를 반영한 경로선택모형 - 수도권 지하철 요금구조를 중심으로 -	이미영, 신성일
교통 빅데이터 및 AI 11	노인보호구역 적정지역 선정 연구	이유라, 임동욱
교통 빅데이터 및 AI 12	고속도로 연속터널과 단독터널의 속도 표준편차 비교를 통한 구간단속 효과 분석	이은향, 가동주, 민건규, 이청원
교통 빅데이터 및 AI 13	모바일 통신데이터를 활용한 출퇴근 효율성 분석	이해선, 원민수
스마트 시티 1	개인의 대중교통 인식 및 이용 행태가 도심항공교통(UAM)의 사회적 수용성에 미치는 영향에 대한 연구	양병수, 정진혁
스마트 시티 2	이면도로 통행속도에 영향을 미치는 요인 탐구: 불법주차 행태를 중심으로	이재웅, 장진원, 박동주
스마트 시티 3	MaaS 도입 방안을 위한 대구광역시 대중교통 취약지역 분석	장윤지, 강승원, 권오훈
스마트 시티 4	로봇을 활용한 물류 시스템 테스트베드 구축	류한별, 이혜인, 남대식
에너지	전자종이(E-paper)를 활용한 버스정보안내장치(BIT) 개발 방안	임성한, 김솔람
자율주행 1	V2X 기반 자율주행차량의 안전성 평가 시나리오 도출 방안	강민지, 이한빈, 박신형

번호	발표 주제	발표 및 제출자
자율주행 2	FIR 필터를 이용한 센서 고장 진단	강효은, 박만복
자율주행 3	자율주행차량의 속도와 차간거리에 따른 탑승자의 불안감에 대한 연구	김도현, 남궁문, 이상곤, 이길주
자율주행 4	저조도 환경에서 대비제한 적응 히스토그램 평활화 기법을 이용한 YOLOv8 기반 객체 인식 성능 향상	홍성민, 김영진, 딩프엉남, 김선영
자율주행 5	수색구조 환경에서 자율주행을 위한 SLAM 알고리즘 분석	김지웅
자율주행 6	K-City 테스트베드 서비스 및 시뮬레이터 연계를 위한 차량 시스템 개발	박경국, 고한검, 조성우
자율주행 7	교통소외지역 자율주행 비정상 주행상황 대응 제어기 개발	박명욱, 안경환, 김진우, 김기태, 민경욱, 최정단
자율주행 8	도시부 도로에서의 자율주행자동차 실증 실험에 관한 연구	이수연, 이민영, 신석산, 박상민
자율주행 9	Carmaker 기반 가상환경 시뮬레이션을 활용한 운전자 보조시스템	박상빈, 박만복
자율주행 10	자율주행시대의 차로 운영 전략에 관한 연구	박재홍, Moataz B.B.Khedher, 임기원, 윤덕근
자율주행 11	차세대 방송망을 통한 GNSS 보정정보 전송시스템의 구현	서영우, 고우종
자율주행 12	자율주행 시대의 도로 용량 증가를 활용한 도로 운영전략 연구: Micro-Simualtion상 시나리오 도입을 기반으로	온서준, 김정화
자율주행 13	날씨에 따른 객체 인식을 위한 데이터 증식 성능 비교	유상진, 박만복
자율주행 14	엣지 기반 자율주행을 위한 신호등 연계 시뮬레이션 환경 구축	하성민, 윤형석, 이명수, 한종호, 김봉섭
자율주행 15	자율주행차량 궤적 데이터 기반 안전성 평가 시나리오 객체 행동 범위 도출 연구	이한빈, 박신형
자율주행 16	지도학습 기반 차량 주행궤적 생성 성능 분석	지명인, 김진우, 안경환
자율주행 17	기상악화의 상황에서 객체인식의 정확도를 위해 역산란된 PCD를 검출하기 위한 인프라 라이다 알고리즘 개발	홍인준, 박만복
자율주행 18	악천후 환경에 따른 이용자 측면 회전교차로 자율협력주행 평가	황순천, 이동민
재난 및 방재 1	선내 근로자 환경 & 생체 측정 웨어러블 제품에 대한 시제품 사용성 평가 및 소형화 기술 적용	권오찬, 최기도, 조형래
재난 및 방재 2	노면온도 수집 분석을 통한 도로살얼음 위험도 측정기술 개발	박근형
재난 및 방재 3	선내 근로자 환경 & 생체측정 웨어러블 제품을 통한 근로 관리 플랫폼의 페르소나 기반 UX/UI 개발에 관한 연구	양성열, 허경욱, 최기도
재난 및 방재 4	조작자 팔동작 인식에 의한 로봇팔 제어시스템 개발	안종선, 현웅근
탄소중립 1	특허동향 분석을 통한 한국형 Green NCAP 기술방향 제안	강수희, 강정현, 이상화
탄소중립 2	이용자 설문조사를 활용한 한국형 Green NCAP 필요성 도출	강정현, 이상화, 임지희
탄소중립 3	하수처리장 내 에너지 효율화를 위한 송풍량 제어 시스템 개발 및 적용	여우석, 김신걸, 김종규
탄소중립 4	지속 가능한 도시 구축을 위한 공유 자전거 시공간적 수요 영향 요인 연구	황재연, 박신형, 조신형

CONTENTS

기조연설

한국 ITS의 탄생 3
김일중

특별 Session

특별 Session C-1 자동차융합기술원

1. **기존 ITS 정보 / 도로노변시설 연계 자율주행전략 정보 생성 및 제공을 위한 인프라 구축 전략** 53
진성근, 정한균, 김희철, 문상호, 박현배

2. **Exploring associations between transportation expenditures and built environment: a machine learning approach** 54
이상완, 김주애, 조국

3. **자율운송 서비스 실도로 실증 구간내 교통환경을 위한 안전진단 및 개선방안** 55
김중효, 박현배, 전재석

4. **자율주행상용차용 V2X Hub 기술 개발** 56
정한균, 진성근

5. **차량 관제 플랫폼을 위한 데이터 모듈화 시스템** 57
이필규, 임헌정, 이종근, 방민주, 정완석, 곽수진

특별 Session D-1 ㈜아이티텔레콤

1. **NB-IoT 모듈 및 IR-UWB 모듈을 이용한 V2X OBU간 시간 동기화 방법** 69
Jin Kwan Kim, Jae Whan Song, Kwang Joo Choi

2. **LTE-V2X RSU 인증에 필요한 시험항목 및 시험방법** 70
Hyunsoon Lee, Jae Whan Song, Kwang Joo Choi

3. **VRU 충돌 방지를 위한 V2V 기반 인지 증강을 활용한 차량 상태 결정 방법** 71
표정원, 서동수, 김윤아, 국태용

4. **LTE-V2X 주행 시험 시스템** 72
uk-su jeong, jae-hwan song, Kwang-joo choi

5. **자율주행차량 사고 형태 및 인지 음영 사례 분석: DMV 자율주행차량 사고 데이터를 기반으로** 73
오승민, 최재희, 윤진원

6. **시멘틱 정보처리를 위한 Zero-shot Learning 기반 데이터셋 수집 프레임워크** 74
주경진, 표정원, 최준현, 안예찬, 김상민, 국태용

특별 Session D-4 한국전자기술연구원

1. 도심형 자율주행 서비스 검증용 단위 테스트 시나리오를 통한 자율주행 시스템의 멀티에이전트 시뮬레이션 검증 81
진현태, 백두산

2. Vehicle in the loop simulation을 위한 가상 환경에서의 가상 자율주행차량 자세 추정 방법 82
성기호, 심영보, 박진만, 배지연, 이선영

3. Unreal 기반 실시간 LiDAR 에뮬레이션 방법 83
성기호, 손행선, 박진만, 이동석, 강정화, 이선영

4. 고해상도 맑은 날 날씨 이미지에서의 악천후 이미지 증식 알고리즘 84
이영조, 박민성, 김은태

5. 자율 주행 환경에서의 해상도가 제한되지 않은 라이다 초해상도 알고리즘 85
박민성, 이영조, 김은태

6. 카메라 센서를 위한 인공지능 기반 오류 픽셀 인식 및 복원 방법 86
Ganzorig Gankhuyag, 문병일, 이선영, Badam Nyamdulam, 손행선

7. Autocorrelation을 이용한 신호등 점멸 구분 알고리즘 87
조창윤, 박진만, 이선영, 손행선, 민경원

8. 자율주행 시스템의 경로 예측 기술 동향 분석 88
우현, 예해주, 신승팔, 박진만

9. 이전 프레임 정보를 활용한 Depth Estimation Inference 속도 향상 기법 89
박진만, 이선영, 손행선, 현상화, 민경원

10. NVIDIA Jetson을 활용한 Stereo Depth Estimation 구현 90
박진만, 이선영, 손행선, 정호원, 정성일, 민경원

11. 자율주행 성능 검증위한 정밀 가상 주행환경 기반 시뮬레이터 개발 91
이선영, 성기호, 박진만, 심영보

특별 Session D-5 한국해양대학교

1. 수기 송장 인식률 향상을 위한 Vision Transformer에 관한 연구 95
한윤상, 서홍일, 정성범, 서동환

2. 수기 송장 이해를 위한 Sequence-to-Sequence 모델 기반 언어 생성 모델에 관한 연구 96
서홍일, 한윤상, 조형래, 서동환

3. Masking map으로 Patch의 필요한 부분만을 사용하는 ViT기반 Semantic Segmentation 방법에 대한 연구 97
배주원, 정성범, 조형래, 서동환

4. 택배 검수를 위한 경량화된 부피 측정 시스템에 관한 연구 98
이진세, 이수환, 배주원, 서동환

특별 Session D-7 건국대학교

1. 클라우드 오프로딩을 위한 MQTT 프로토콜 기반 메시지의 상태 모니터링 방법 103
   김정석, 문창주
2. 포인트 클라우드 데이터 실시간 분석 및 갱신을 위한 분산 데이터베이스 시스템 104
   김주현

특별 Session E-2 한국전자통신연구원

1. 초고속 V2X 기반 자율협력주행 서비스 기술 개발 119
   송유승, 이신경, 조용우, 김주영, 민경욱

학술발표 Session A

SESSION A-1 교통 빅데이터 및 AI(Ⅰ)

1. 딥러닝을 활용한 루프 기반 최단 경로 탐색 방법 129
   김정훈, 김근우, 장인권
2. 머신러닝 활용 서울시 스쿨존 어린이 교통사고 심각도 모델 개발 130
   정동훈
3. 생성모델을 활용한 교통 흐름 예측 및 도로 간 영향력 분석 131
   이정은, 김유진, 전정환
4. Deep Recurrent Q-Learning을 활용한 동적 O-D 행렬 추정 132
   민동규, 함승우, 김동규
5. 머신러닝을 활용한 어린이 보호구역 개선지역 선정 예측모형 연구 133
   홍성민, 김도경

SESSION A-2 교통 빅데이터 및 AI(Ⅱ)

1. 트랜스포머와 CNN을 융합한 균열 분할 검출에 관한 연구 137
   문지환, 김유환, 김원열
2. GPS 기반 이동수단 분류를 위한 머신러닝과 규칙기반 모델 비교 138
   최승우, 김진철
3. 뉴럴 프로세스를 활용한 도로 표지판 이미지 복원 기법 연구 139
   김지현, 정성연, 이석채, 김효대, 권장우
4. Attention기반 Small Object Detection에 관한 연구 140
   김민서, 성주현
5. YOLO 기반의 차량 가속도 및 차간(차두)간격 산출방법 141
   길정원, 채준병, 권재경, 황재성, 이철기

SESSION A-3 교통 빅데이터 및 AI(Ⅲ)

1. 모바일 통신데이터와 가구통행실태조사 자료의 통행패턴 비교분석 연구 145
이해선, 원민수

2. 데이터 기반의 고속도로 OD별 화물 수송실적 산정 시스템 개발 연구 146
이호원, 홍정열, 최윤혁

3. 보험회사 손실액에 대한 영향요인 분석 147
이희준, 박호철

4. 교통분석용 네트워크의 센트로이드 커넥터 구축 기준 개선에 관한 문헌 고찰 148
이상규, 김희조, 김동호, 박동주

5. 대기환경 오염물질 예측 및 지역 위험도 분류를 통한 탄력적 정책수립 및 지원방안 제안 149
정정호, 천승훈, 이숭봉, 전희진, 김진재

6. 교통사고 데이터 불균형 해소를 위한 도로 특성에 따른 데이터 증강 150
김은정, 정다운, 김동규

SESSION A-4 자율주행(Ⅰ)

1. 혼합 교통 환경에서의 대기열 길이 기반 다차로 비신호 교차로 제어 전략 153
김영환, 정다운, 김동규

2. 자율주행자동차 경로 전환을 통한 혼합 교통류에서 도심 교통 혼잡 완화 알고리즘 개발 154
이승현, 함승우, 김동규

3. 강화학습 기반 회전교차로 내 자율주행차 최적 속도 도출 연구 155
이재현, 강지웅, 강민희, 황기연

4. Lv.3 자율주행차 제어권전환시 교통안전 향상을 위한 안전교육 효과연구 156
김태근, 이다례, 김태경, 윤진수

5. 협력과 경쟁 알고리즘의 비교를 통한 자율주행 알고리즘에 대한 개념증명 연구 157
이유진, 김주영, 노치우, 소재현

6. DQN 기반 자율협력주행 교통류 제어 알고리즘 개발 및 평가: 통제 구간 케이스를 중심으로 158
김승환, 박준영

SESSION A-5 자율주행(Ⅱ)

1. 고속도로 엇갈림구간 자율주행 전용차로 교통류 개선 효과평가 연구 161
백성채, 신예은, 유한솔, 박제진

2. 클로버형 IC에서 자율-비자율 혼재상황에 대한 주행안전성 평가 162
진현석, 오철

3. 서울 자율주행차 시범운행지구에서 수집된 Real-World Autonomous Vehicle Data를 활용한 자율주행차 주행안전성 평가 163
김호선, 조영, 김민경, 이설영, 오철

4. 자율-비자율차 혼재상황을 고려한 단속류도로 인프라 안전성 평가 방법론 개발 164
이상재, 조영, 정아람, 박준영, 오철

5. 고속도로 엇갈림구간에서의 자율주행차 혼합 교통류 안전성 평가 165
심현섭, 이한빈, 강민지, 박신형

6. 장래 교통 수요와 자율주행자동차 혼입률에 따른 BRT 구간 교통류 분석 166
채운혁, 김세헌, 도명식

SESSION A-6 자율주행(Ⅲ)

1. D* 알고리즘을 활용한 자율주행용 Frenet 최적 경로 계획의 성능 분석 169
배노혁, 박성진, 박준범, 이재운, 원종훈

2. 자율협력주행 이력 관리 프로토콜에 대한 연구 170
신대교, 장수현, 장준혁, 정한균, 박부식

3. 경로 계획 기반 자율주행 협력 센싱 성능 분석을 위한 시뮬레이션 환경 개발 171
정운선, 문 철

4. 동일 객체의 Occlusion 상황에서의 딥러닝 기반 자율주행 객체 검출에 대한 연구 172
정진우, 임지웅, 원종훈

5. 동적 자동화 레벨기반 자율주행 우선 전략 173
안경환, 김진우, 박명욱, 지명인, 김기태

학술발표 Session B

SESSION B-1 ITS 정책 및 기타(Ⅰ)

1. 미거시적 교통수요 예측 방안 연구 179
조민지, 이선하, 천춘근

2. 비반복적 Stochastic Route Choice 모델을 활용한 동적 통행 배정 180
윤현수, 함승우, 김동규

3. 대중교통 승객 맞춤형 경로 추천을 위한 루프 기반 경로 최적화: 수도권 전철 적용 사례 181
김성용, 김정훈, 김근우, 장인권

4. 데이터 기반 SKIP-STOP 도시 철도 급행 서비스 최적화: 서울 지하철 4호선의 사례 182
고혁진, 김창영, 장인권

5. TAZ별 대중교통서비스 평가를 위한 환승기반 통합네트워크 분석 연구: 대구광역시를 중심으로 183
김태우, 홍정열

6. 이동데이터 기반 심야버스 노선체계 도입방안에 관한 연구 184
한지훈, 이선하, 천춘근

SESSION B-2 ITS 정책 및 기타(Ⅱ)

1. 보행자도로 서비스수준 산정을 위한 개선 연구 187
윤정은, 이경진, 고우리, 김인영, 윤일수

2. WTP 조사 및 Meso-level 네트워크 시뮬레이션 기반 농어촌 교통 연계 주민 편의서비스 경제성 평가 188
이상재, 오동희, 박준영, 박재홍, 노창균

3. 교통접근성이 지방소멸에 미치는 영향 189
박성희, 양태양, 박희건, 천승훈, 이종우

4. 생애주기비용 기반 고속도로 유지보수 방식별 경제성 비교 분석 190
강지우, 박용우, 박신형

5. 통행 OD 및 교통인프라 네트워크 분석을 통한 도심항공교통 버티포트 허브 선정 방안 연구 191
양현덕, 홍정열

6. 미래 모빌리티 인프라 구축 전략 192
백남철, 류승기

SESSION B-3 e-Mobility

1. 도로 경사도를 고려한 전기차 경로 최적화: 제주도의 지방도를 중심으로 195
김근우, 장인권

2. 무선 충전을 위한 상호 인덕턴스 추정 196
강민석, 김민기, 조원영, 장인권

3. 형상 모델링과 구조해석을 통한 전동킥보드의 성능 및 안전성 평가 연구 197
유한솔, 오민종, 박제진

4. 출발지와 도착지 자료를 이용한 공유형 PM 이용패턴 분석 198
이선영, 김영국

5. 시스템 다이내믹스 분석기법을 활용한 초소형 전기차 활성화요인 분석 199
박휘빈, 신치현, 김정화

SESSION B-4 공유교통

1. 공간적 요인을 고려한 공유 전동킥보드 서비스의 라스트마일 통행시간 단축 효과 평가 및 비교 203
이희창, 문세동, 김동규

2. 컨테이너 트레일러 공유물류체계 기초 개념 연구 204
장진원, 손형근, 박동주

3. 운영 데이터를 활용한 개인 모빌리티 여행 특성 조사: 세종시를 중심으로 205
Yonghui Liu, Mahdi Khorasani, Gyounghoon Chun

4. 모빌리티 서비스 평가지표 제시 및 분석 연구 - 세종특별시를 중심으로 - 206
김승민, 박호철

5. 수요응답형 대중교통 서비스 만족과 이용 간 인과관계 분석 207
구자헌, 김수재, 이경재, 추상호, 임준범, 정준영

6. 공유모빌리티 시범사업 현황분석 및 활성화 방안 고찰 208
이원규, 유한솔, 하종주

SESSION B-5 탄소중립

1. 수소자동차 충전 인프라 접근성 평가에 관한 연구–울산시를 중심으로 211
   류한별, 임기원, 남대식
2. 스마트모빌리티 도입을 위한 머신러닝 기반의 공유 자전거 효율성 증진 연구: 대중교통 수요를 중심으로 212
   황재연, 박신형, 조신형
3. MOVES를 이용한 미시적 차량 대기오염 배출계수 추정연구: Look-up table 기법을 중심으로 213
   신현주, 이건우, 허혜정
4. 실주행거리 기반 도로부문 탄소배출량 산정방법론 연구 214
   전희진, 이채영, 정정호, 이승봉, 천승훈
5. 음식 배달 라이더 주행 패턴에 따른 이륜차 대기오염 배출량 분석 215
   윤유정, 신현주, 조은솔, 이건우, 오 철

학술발표 Session C

SESSION C-1 ITS 정책 및 기타(Ⅲ)

1. EDR/DSSAD 신뢰성 평가를 위한 데이터 보존성 평가기술 개발 221
   이요셉, 강희진, 박기옥, 윤일수
2. 교통신호제어 시간계획을 위한 클러스터링 기법에 관한 연구 222
   문시현, 정한솔, 강동효, 김예진, 윤일수
3. 자전거도로 유형별 교통사고 특성과 사고발생 모형 223
   정영제
4. 사고 요인 심각도 가중치 기반 스쿨존 Hotspot 식별 방법론 개발 224
   김현서, 성예지, 박준영
5. 주행 시뮬레이터 기반 도로안전성 평가의 타당성에 관한 연구: 교통안전을 중심으로 225
   정아람, 오철

SESSION C-2 ITS 정책 및 기타(Ⅳ)

1. 조건부 운전능력 평가를 위한 시나리오 개발 프레임워크 229
   김상수, 정연식
2. 교통사고 유발요인별 사고발생 임계상황 검증 연구 230
   박준호, 소재현
3. 차로제어시스템을 활용한 도시고속도로 유입연결로 개선방안에 관한 연구 231
   이상범, 이재덕
4. 교통사고 처리단계별 소요시간의 영향요인 분석 232
   강지혜, 김도연, 연준형, 한영준
5. 도시부 도로의 안전속도 5030 시행 전후 교통혼잡비용 비교분석 233
   이채영, 정정호, 김진재, 이승봉, 천승훈
6. 운행제한 위반차량의 계측불응 단속시스템 개발 234
   김진우, 김성현

SESSION C-3 ITS 정책 및 기타(Ⅴ)

1. 스마트빌딩 주차관제 시스템을 위한 물리보안 통합플랫폼에 관한 연구 237
백영현, 이준명, 임준규

2. 광역버스 회차 및 환승시설 개선 시범사업의 정량적 편익 추정: 이용자 지불의사액 추정을 중심으로 238
김규혁, 김명규, 김나연, 김희수, 송태진

3. AHP를 활용한 농어촌지역 대중교통 대응정책 중요도 분석 239
최승현, 유연승, 조규석

4. KTX 개통이 지역 균형발전에 미치는 영향: 호남선과 전라선을 대상으로 240
양태양, 이종우, 이승봉, 박성희, 박희건

5. 지하철역 운영 효율성 분석 및 환경요인 영향 검토: 서울특별시를 중심으로 241
이중권, Reuben Tamakloe, 박동주

SESSION C-4 ITS 정책 및 기타(Ⅵ)

1. 여객-물류 통합 운송 시스템 관련 선행연구 고찰 및 향후 연구 방향 제안 245
Hyerin Lee, Reuben Tamakloe, Dongjoo Park

2. IPA-Borich 요구도 분석을 활용한 생활물류법 정책 방향 연구: 이륜차 배달 종사자 보호를 중심으로 246
이지원, 이향숙

3. 중소·중견 물류기업 ESG 경영 이행 가이드라인에 관한 연구 247
진무위, 윤경준, 이향숙

4. 중국 주요 도시의 물류경쟁력 평가 및 장애요인 진단에 관한 연구 - 중·유럽 화물열차를 중심으로 - 248
진가영, 이향숙

5. 생활물류 빅데이터 접근 및 활용성 개선을 위한 시·공간 세분화 프레임워크 연구 249
김진재, 남대식, 이채영, 이승봉, 전희진, 이종우

SESSION C-5 ITS 정책 및 기타(Ⅶ)

1. 도로포장 생애주기관리를 위한 적정 유지보수 공법 선정 및 경제성 분석 253
이민혁, 이태영, 도명식

2. Covid-19가 지역 이동량과 소비에 미치는 영향 분석 254
박희건, 양태양, 박성희, 이종우, 천승훈

3. 디지털트윈환경을 고려한 시뮬레이션기반 다이나믹항만 사고위험 검지 연구 255
김호재, 이성준, 손승오, 박준영

4. 서울시 교통사고 처리를 위한 긴급차량 현장 이동 시간 시공간적 특성 분석 256
김도연, 강지혜, 이진학, 김원호

5. 드론 영상 기반 보행자 밀집도 측정을 위한 파라미터 도출 기초 연구 257
윤소정, 장원석, 박철융, 박제진

6. 가축전염병 발생구역 예측을 위한 알고리즘 개발 연구 258
민석원, 박동주

SESSION C-6 교통 빅데이터 및 AI(Ⅳ)

1. **어텐션 기반 멀티모달 퓨전 모델을 이용한 도심부 차로 단위 음영 교통량 추정** 261
   민진홍, 함승우, 김동규
2. **희소 프로브 차량 기반 생성적 적대 신경망 모델을 사용한 고해상도 교통 상태 추정** 262
   김종호, 여화수, 윤진원, 장기태
3. **동적 인접행렬 생성을 통한 교통 흐름 예측** 263
   김유진, 이정은, 전정환
4. **심층 역 강화 학습 모델기반 다중 교통수단 트립 체인 선택 예측모형** 264
   Kapuku Christian, Dong-Kyu Kim
5. **전국단위 일일 교통안전예보를 위한 교통사고등급 예측** 265
   변민우, 권오훈, 유봉석, 김석근, 오상균

SESSION C-7 교통 빅데이터 및 AI(Ⅴ)

1. **DNN 기반 교통사고 유형별 대책추천 알고리즘 개발** 269
   박하늘, 김민석, 김지연, 소재현
2. **Mosaic 이미지 구조 AI 학습을 통한 돌발상황 분류 연구** 270
   이상현, 이영택, 김진영, 노종민, 윤일수
3. **대조학습 기반 운전자 행동 변화 탐지** 271
   정회준, 김승하, 김준희, 권장우
4. **제한속도 타당성 검토 방법론 개발에 관한 연구** 272
   도승일, 강민지, 박용우, 박신형, 최새로나, 김시은
5. **교차로 내 교통류 효율성 증진을 위한 우회전 주행보조 및 단속 시스템** 273
   성예지, 박누리, 김승환, 박근휘, 박준영

SESSION C-8 교통 빅데이터 및 AI(Ⅵ)

1. **교통 사고 위험구간 식별을 위한 주행안전성 평가지표 우선순위 도출** 277
   지정훈, 오철
2. **차량궤적데이터 기반 교통안전대체지표를 통한 고속도로 합류부 영향권 산정 및 검증** 278
   한은서, 박호철
3. **다중영상정보의 투시변환을 통한 교차로 진입차량의 위치데이터 추정** 279
   정희진, 이경숙
4. **회전교차로의 주행 구간을 고려한 미시 교통 시뮬레이션의 회전교차로 주행 모델링** 280
   최준희, 주양준, 김동규
5. **잔류보행자 추정모형 개발과 보행신호시간 연장에 관한 연구** 281
   채희철, 오민석
6. **화물자동차의 적재상태 예측을 위한 DTG 데이터 활용 가능성 연구** 282
   탁지훈, 이중권, 민석원, 이혜린, 이재웅, 박동주

SESSION C-9 자율주행(Ⅳ)

1. LED 색온도 기반 위치 측위 퍼지 로직 시스템 285
이준희, 조소현, 우주, 김선영, 정재훈

2. 실도로 환경의 공사구간 인식을 위한 인스턴스 세그멘테이션 286
김진우, 안경환, 지명인, 김기태, 박명욱

3. 도로 파손 이미지 기반 딥러닝 모델의 학습 데이터 최적화 연구 287
김민석, 류승기

4. 기울기 기반 LiDAR 지면 제거 알고리즘 연구 288
차승민, 임지웅, 원종훈

5. 차량의 Pixel 이미지 좌표계와 수학적 모델링 289
박준범, 배노혁, 정진우, 기석원, 원종훈

SESSION C-10 자율주행(Ⅴ)

1. 자율주행 오피스를 위한 자율주행차 내부 디자인: Display, Seat, UI를 중심으로 293
강민희, 김승민, 남궁용, 박진원, 황기연

2. 커넥티드 및 자율주행 환경에서 교통류최적화 평가지표 개발 294
박동혁, 박누리, 오동희, 박성민, 박준영

3. 영상분석 기반 서울시 도시고속도로 자율주행 위험구간 산정 및 판단 모형 구축 연구 295
나호혁, 김홍균, 강지민, 홍성민, 김도경

4. 자율주행시대 도시부 도로 Flex Zone 설치 방안 연구 296
김보성, 윤유정, 윤재용

5. 자율주행자동차 유입에 따른 중장기 고속도로 용량 감소 시기 추정 297
이은선, 신치현

SESSION C-11 자율주행(Ⅵ)

1. 자율주행자동차 도입에 따른 도로 자산가치 산정 방안 301
정유미, 김세헌, 도명식

2. 교통시뮬레이션을 활용한 자율주행자동차 법제도 부합성 평가 연구 302
노치우, 이유진, 소재현

3. 자율주행 통합관제 시스템의 효율적 협력모델 및 운영방안 연구:
경찰청 배곧신도시 테스트 베드를 중심으로 303
박범구, 김미나 , 이아름

4. 자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 유스케이스 개발에 관한 연구 304
김주영, 소재현

5. 자율주행자동차 시범운행지구 비교 분석을 통한 개선 방안 연구: 수도권을 대상으로 305
박휘빈, 신치현

학술발표 Poster Session

5G 응용

1. 5G-V2X 게이트웨이를 통한 See-Through 기능 개발 309
   김기태, 이신경, 김진우, 안경환, 박명욱, 송유승

C-ITS 1

1. 실시간 교통정보를 고려한 C-ITS 기반 감응신호 제어 전략: GLOSA 중심 연구 310
   김도현, 변지혜, 이승현
2. 지능형 원격지원 기술을 위한 주행 환경 센서 데이터 요구사항 개발에 관한 연구 311
   김준영, 김태형, 윤윤기, 김봉섭, 윤경수
3. 도시교통정보센터 돌발정보 현황 분석 및 개선방안연구 312
   류지수
4. 주행 안전 보장을 위한 머신러닝 기반 침입 탐지 313
   박서희, 박재한, 주승현, 백영미
5. 자율주행자동차가 혼재된 도로에서 돌발상황 발생 시 대응 전략 314
   윤윤기, 김세영, 한종호, 윤형석, 김봉섭, 윤경수
6. 간선도로 신호최적화를 위한 MILP 기반 연동폭 최대화 모형 개발 315
   이윤섭, 김민지, 한여희, 김영찬
7. 자율협력주행을 위한 PVD 메시지의 표준 개발 현황 316
   장은혜, 박수진, 최종찬, 유재준
8. 신호교차로 운영을 위한 다중 교통정보 융합 모형 개발 317
   이민형, 안휘근, 전지환

e-Mobility 1

1. E-scooter 도로유형별 속도에 따른 주행위험요인 분석 318
   노찬우, 이재덕, 안세영, 이상범, 장일준
2. 초소형 전기차 이동서비스 발전을 위한 사용자 만족도 및 선호 요금제 조사에 관한 연구 319
   김민준, 김성회, 변지혜
3. 구조방정식모형(SEM)을 활용한 제주지역 트램 수용성 분석 320
   임영호, 정연식, 장민철, 김종진

ITS 정책 및 기타 1

1. 어린이보호구역 내 인접 교차로의 운영 방법에 따른 효율성 및 안전성 평가 321
   권진문, 변지혜, 이승현
2. 신호 최적화 범위에 따른 네트워크 신호제어 효과 평가 322
   김세현, 전준수, 한여희, 김영찬
3. 자유속도 기반의 고속도로 기본구간 도로용량 산정 모형 개발 연구 323
   박현수, 박용우, 박신형

4. ITS 영상분석센터 운영 현황 및 개선 방안 324
양륜호, 윤석천, 박현우

5. 도로 인프라-차량 간 기본교통정보교환 기술기준 개선 방안 연구 325
김재홍, 김민영, 윤석천, 주정은

6. 스마트교차로 시스템 정보교환 기술기준 제정 방안 연구 326
박현우, 황보준, 양륜호, 김재홍

7. '스마트 철도물류' 의 기본개념 도출에 관한 연구 327
손형근, 장진원, 박동주

8. Rolling Horizon Approach- 실시간 교통카드자료 정보 활용 및 최적화 서울교통공사를 사례로 - 328
신성일, 김석호

9. 도로 돌발상황 디지털화를 위한 공사정보 취득 체계 구축 방안 연구 329
신성필

10. 21년 도로교통 사고비용 추계 330
심태일, 최미선

11. 첨두 시간 대중교통에 대한 개인의 선호도를 파악하기 위한 설문 설계 - 대중교통 혼잡 완화를 중심으로 - 331
원동진, 이한빈, 황재연, 도승일, 박신형

12. 노선버스 운행환경 변화에 따른 교통사고 분석 및 예방에 관한 연구 332
유연승 , 최승현, 조규석

13. VMS 통행시간 비교정보 제공에 따른 경로전환 효과 분석 333
윤영민

14. 노인보호구역 효과 분석 및 지정기준 개선방안 연구 334
이세원, 전재현

15. 지역간 철도 이용객의 접근통행 특성 분석 335
이재영, 원민수

16. 서울시 간선버스 노선 평가 지표 선정 연구 336
이채림, 양재환

17. 도로교통량 조사지점 개선을 위한 방법론 개발 연구 337
정도영, 박현, 김종훈, 한대철

18. 머신러닝 기반 12종 차종 분류를 위한 임베디드 디바이스 개발과 평가 338
정도영, 정종우

19. 2023년 ITS 분야 KS 표준화 동향 분석 339
주정은, 양륜호

공유교통 1

1. 심야시간 공유 전기자전거 이용에 대한 기상 조건과 휴일의 영향 분석 340
구자형, 홍두선, 이청원

2. 운행제한 위반 시 후속조치에 관한 해외 현황 검토 및 국내 적용 방향 341
김성현, 김진우

3. 과적단속시스템 장비 정확도 향상을 위한 정기검사 관리방안 342
김진우, 이치열, 김종식

4. 중차량 스마트 자가계중 기술 개발 343
김현석, 김진우

5. 과적차량 단속용 중량계측 센서 성능 고도화 기술 개발 344
김현석, 이치열

6. Insertion Heuristic 기법을 활용한 Demand Responsive Transit 시스템 설계 345
박현수, 조신형, 박신형

7. 날씨를 고려한 서울시 공유자전거의 수요예측 비교 연구 346
서문정, 변지혜

8. 화물차량 중량 및 단속정보 기반 빅데이터 활용 방안 347
이치열, 김현석

9. 일본 특수차량 통행확인제도 고찰을 통한 초대형/고중량차량 운행허가 개선방향 348
이치열, 김성현

교통 빅데이터 및 AI

1. 저가형 임베디드 시스템 기반 웹 통신이 가능한 실시간 객체 검출 모니터링 시스템 349
강민성, 임영철

2. 데이터 결합 연계를 통한 화물 모빌리티 분석 방법론 개발 350
조범철, 조은아, 강아라

3. 통신데이터를 활용한 여객 기종점통행량 구축 방안 연구 351
권민영, 양재환, 오하람

4. 세종시 대중교통 환승 분석 시스템 구축 352
류승규, 김민기, 장준용, 안용준

5. 차량 내 영상 센서 기반 고속도로 돌발상황 검지 정확도 평가 353
남상기, 정연식

6. 철도면허 교육방안 개선을 통한 철도종사자 인적 오류 예방 연구 354
노휘원, 김장욱

7. 코로나19와 사회적 거리두기가 지하철역 승하차 인원에 미친 영향 355
박승위, 가동주, 이청원

8. 주행 시뮬레이션을 이용한 고속도로 공사구간 이동식 차로 안내 차량의 위치 선정에 관한 연구 356
박용우, 박신형

9. 딥러닝을 이용한 자율주행 데이터셋 날씨 다양화에 관한 연구 357
서주영, 박만복

10. 복수의 진입-진출 비가산성 요금체계를 반영한 경로선택모형 - 수도권 지하철 요금구조를 중심으로 - 358
이미영, 신성일

11. 노인보호구역 적정지역 선정 연구 359
이유라, 임동욱

12. 고속도로 연속터널과 단독터널의 속도 표준편차 비교를 통한 구간단속 효과 분석 360
이은향, 가동주, 민건규, 이청원

13. 모바일 통신데이터를 활용한 출퇴근 효율성 분석 361
이해선, 원민수

스마트 시티

1. 개인의 대중교통 인식 및 이용 행태가 도심항공교통(UAM)의 사회적 수용성에 미치는 영향에 대한 연구 362
양병수, 정진혁

2. 이면도로 통행속도에 영향을 미치는 요인 탐구: 불법주차 행태를 중심으로 363
이재웅, 장진원, 박동주

3. MaaS 도입 방안을 위한 대구광역시 대중교통 취약지역 분석 364
장윤지, 강승원, 권오훈

4. 로봇을 활용한 물류 시스템 테스트베드 구축 365
류한별, 이혜인, 남대식

에너지

1. 전자종이(E-paper)를 활용한 버스정보안내장치(BIT) 개발 방안 366
임성한, 김솔람

자율주행 1

1. V2X 기반 자율주행차량의 안전성 평가 시나리오 도출 방안 367
강민지, 이한빈, 박신형

2. FIR 필터를 이용한 센서 고장 진단 368
강효은, 박만복

3. 자율주행차량의 속도와 차간거리에 따른 탑승자의 불안감에 대한 연구 369
김도현, 남궁문, 이상곤, 이길주

4. 저조도 환경에서 대비제한 적응 히스토그램 평활화 기법을 이용한 YOLOv8 기반 객체 인식 성능 향상 370
홍성민, 김영진, 딩프엉남, 김선영

5. 수색구조 환경에서 자율주행을 위한 SLAM 알고리즘 분석 371
김지웅

6. K-City 테스트베드 서비스 및 시뮬레이터 연계를 위한 차량 시스템 개발 372
박경국, 고한검, 조성우

7. 교통소외지역 자율주행 비정상 주행상황 대응 제어기 개발 373
박명욱, 안경환, 김진우, 김기태, 민경욱, 최정단

8. 도시부 도로에서의 자율주행자동차 실증 실험에 관한 연구 374
이수연, 이민영, 신석산, 박상민

9. Carmaker 기반 가상환경 시뮬레이션을 활용한 운전자 보조시스템 375
박상빈, 박만복

10. 자율주행시대의 차로 운영 전략에 관한 연구 376
박재홍, Moataz B.B.Khedher, 임기원, 윤덕근

11. 차세대 방송망을 통한 GNSS 보정정보 전송시스템의 구현 377
서영우, 고우종

12. 자율주행 시대의 도로 용량 증가를 활용한 도로 운영전략 연구: Micro-Simualtion상 시나리오 도입을 기반으로 378
온서준, 김정화

13. 날씨에 따른 객체 인식을 위한 데이터 증식 성능 비교 379
유상진, 박만복

14. 엣지 기반 자율주행을 위한 신호등 연계 시뮬레이션 환경 구축 380
하성민, 윤형석, 이명수, 한종호, 김봉섭

15. 자율주행차량 궤적 데이터 기반 안전성 평가 시나리오 객체 행동 범위 도출 연구 381
이한빈, 박신형

16. 지도학습 기반 차량 주행궤적 생성 성능 분석 382
지명인, 김진우, 안경환

17. 기상악화의 상황에서 객체인식의 정확도를 위해 역산란된 PCD를 검출하기 위한 인프라 라이다 알고리즘 개발 383
홍인준, 박만복

18. 악천후 환경에 따른 이용자 측면 회전교차로 자율협력주행 평가 384
황순천, 이동민

재난 및 방재

1. 선내 근로자 환경 & 생체 측정 웨어러블 제품에 대한 시제품 사용성 평가 및 소형화 기술 적용 385
권오찬, 최기도, 조형래

2. 노면온도 수집 분석을 통한 도로살얼음 위험도 측정기술 개발 386
박근형

3. 선내 근로자 환경 & 생체측정 웨어러블 제품을 통한 근로 관리 플랫폼의 페르소나 기반 UX/UI 개발에 관한 연구 387
양성열, 허경욱, 최기도

4. 조작자 팔동작 인식에 의한 로봇팔 제어시스템 개발 388
안종선, 현웅근

탄소중립 1

1. 특허동향 분석을 통한 한국형 Green NCAP 기술방향 제안 389
강수희, 강정현, 이상화

2. 이용자 설문조사를 활용한 한국형 Green NCAP 필요성 도출 390
강정현, 이상화, 임지희

3. 하수처리장 내 에너지 효율화를 위한 송풍량 제어 시스템 개발 및 적용 391
여우석, 김신걸, 김종규

4. 지속 가능한 도시 구축을 위한 공유 자전거 시공간적 수요 영향 요인 연구 392
황재연, 박신형, 조신형



기조연설

교통투자평가협회 회장 김 일 중

전 건설교통부 차관보
전 전문건설공제조합 이사장
현 건설산업교육원 이사장
현 교통투자평가협회 회장

한국 ITS의 탄생

1. 사회·경제 현황
2. 교통시설 실태
3. SOC투자기획단 주요실적
4. 한국 ITS의 탄생

1. 사회·경제 현황

구분	1970년(A)	1980년	1990년(B)	비고(B/A)
o 전국인구(만명)	3,088	3,744	4,341	1.41
-수도권	873	1,330	1.859	2.13
-비율(%)	22.5	35.5	42.8	1.90
o GNP(억$)	82	654	2,833	34.5
o 1인당 GNP($)	258	1,699	6,602	25.6
o 수출입총액(억$)	28	398	1,348	48.1
-수출	8	175	650	81.3
-수입	20	223	698	34.9
o 자동차보유(천대)	127	528	3,395	26.7
o 도로연장(km)	40,244	46,951	56,715	1.4
-고속도로	551	1,225	1,415	2.6
-국 도	8,122	8,232	12,161	1.5
o 일반철도(km)	3,193	3,135	3,091	0.97
o 도시철도(km)	-	22	144	

2. 교통시설 실태

가. 도로부문

- o '90년 말 현재 도로 총연장 56,715km
  - 포장률 : 71.5%
  - 대부분 2차선 : 고속도로 43%, 일반국도 90%
- o 교통정체로 막대한 경제적 손실 초래
  - 용량초과 구간 : 고속도로 232km, 국도 1,157km

나. 철도부문

- o '90년 말 현재 일반철도 총연장 3,091km
  - 전철화율 : 17%, 복선화율 : 27%
- o 주요노선은 모두 수요가 공급을 크게 초과
- o 대도시 교통난 심각 : 도시철도 절대 부족

다. 항만·해운 부문

- o '90년 한 해 항만 물동량 346백만톤
  - '80년 이후 연평균 10.2% 증가
  - 컨테이너 물동량은 연평균 15% 이상 증가
- o '90년 말 현재 하역능력 190백만톤
  - '80년 이후 연평균 9.7% 증가
  - 부산 및 인천항은 체선현상 심각(외항선박의 내항기피)
  - 화물 처리율 180% 이상(고베, LA항은 50% 수준)

라. 공항·항공 부문

- o '70~'90 항공수요 증가율 : 여객 13.3%, 화물 20.1%
- o 86아시안게임, 88올림픽 이후 국제 항공수요 급증
  - 김포공항은 '95년, 김해공항은 '93년 한계 도달

마. SOC 부족으로 인한 문제

- o GNP 대비 SOC 축적비율 : 42%(미국73%, 일본61%)

o SOC부족으로 인한 손실액 : 연간 16조원(GDP의 6%)
o 기업의 매출액 대비 물류비 비율 : 17%(미국7%, 일본11%)
o 국민생활 불편, 경제개발 제약, 국제경쟁력 약화

↓

특단의 조치 필요

↓

SOC투자기획단
'91.2~'94.11

↓

국가경쟁력강화기획단
'94.12~'97.12

SOC+정보화, 규제완화, 중소기업, 물류

3. SOC투자기획단 주요실적

가. 단기대책으로 교통시설 처리능력 제고

o 도로 병목구간 확장·개량
o 철도열차 장대화, 전철화 및 급곡선구간 개량
o 항만·공항의 수출입 화물 통관업무 개선
- 통관서류 간소화·표준화·전산화(340→180종)
- 무역·항만·공항·철도 전산망 구축 및 상호연계
- 통관담당 인력 증원배치, 통관시간 단축
- 주변 하치장 환적·통관수요 대폭 감축

나. 중장기 국가기간교통망체계 정립 및 재원 조달방안 마련

o 국가기간 교통망 및 물류체계
- 도로 : 7x9 + 6R, 대전-당진간 고속도로 등 보강
- 철도 : X고속철도축 + 동해선 + 경전선
- 항만 : 부산 + 광양 2-port 시스템(전라선 개량 포함)
- 공항 : 인천국제공항 단계적 건설계획 확정
- ICD 및 IFT : 군포·의왕(23만평, '98개장), 양산(39만평, '00 개장)

o '92~'96년 총투자액 : 24 → 39조원 증액
- GNP 대비 SOC 투자액 3.7% → 5.0% 확대
- 수익자 부담 현실화, 세금감면 중단, 채권발행, 외자 및 민자유치 등 재원확보 방안제시
※ SOC투자비를 대폭 증액하여 '91 추경 편성

o 「사회간접자본시설에대한민자유치촉진법」 입안('94 법제정)
- 민간투자사업 법인의 설립, 사업추진방식 및 시행절차, 독점규제및공정거래에관한법률 상의 출자제한 예외 인정, 토지 등의 수용·사용, 수익성 보장 등 규정
- 도로 : 기개통 21개 854km, 건설/협상중 6개 243km
- 철도 : 기개통 9개 202km, 건설/협상중 7개 321km
※ 사회기반시설에대한민간투자법으로 명칭변경('99)

o 교통관련 특별회계 통합 및 부문별 재원배분 비율 조정('93)
- 도로정비특별회계를 교통시설특별회계로 통합
- 도로, 철도 외에 항만 및 공항에도 재원 배분
※ 도로·철도·공항·항만 외에 교통체계관리계정을 추가하고 중기 교통시설투자 계획에 따라 적정배분토록 규정('02, 국가통합교통체계효율화법 개정)

o 부산 컨테이너 특별지방세 도입
- ’92부터 10년간 징수 : 2만원/TEU(’06까지 징수 연장)
- ’92~’01 누계 징수액 : 5,818억원
- 10개 배후도로(77.2km) 건설비 21.7% 충당

o 토지보상비 절감방안 마련
- 보상비 결정기준 시점을 시행계획 → 기본계획 확정고시로 앞당기고 공사착수 전 용지 매입

다. 대도시권 광역교통체계 구축

o 경인선 철도 복복선화 : 6,588억원(지방비 500억원)
- 1단계 : 구로-도화간 21.5km(’91~’96)
- 2단계 : 도화-인천간 5.5km(’01~’05)

o 서울-경기-인천간 미 연결도로·교량의 연결 협의·조정

o 부산-김해간 경전철 건설방안 제시(23.5km, ’06~’11)

라. 도로교통과 정보통신 및 전자기술 융합 추진

o 부처별 지능형 교통체계 추진과제 협의·결정(’93.4~12)
- 건설부 : 통행료 징수, 화물차 계중, 교통정보 안내
- 교통부 : 대중교통 및 화물운송 정보
- 경찰청 : 교통신호체계
- 상공부 : 차세대 차량
- 체신부 : 교통관련 통신체계

o 학계에 IVHS학회 설립 및 전문가 육성 권고

o 수치지도 제작 추진 : IT, GPS, GIS와 연계
- ’95~’00 총 투자액 : 742억원
- 축척 1/1,000·5,000·25,000 총 29,376도엽 제작
- ’98부터 일반에 판매 시작

4. 한국 ITS의 탄생

o SOC기획단 주관으로 ITS 기본계획 수립(’94~’96)
- 건설부, 교통부, 경찰청이 각각 대한교통학회에 용역 발주
- 국토연구원, 한국교통연구원, 한국건설기술연구원, 도로교통공단 공동참여

o 국무회의 의결을 거쳐 ITS 기본계획 확정(’97.9)
- 외환위기로 사업추진 중단, 일부 내용 수정·보완 후 ‘ITS 기본계획 21’로 확정·고시(’00.12)
  ※ 제2차 ITS기본계획2030 고시(’21.10)

o 국토교통부가 교통체계효율화법 제정(’99)
- 목적 : 교통체계의 효율성·통합성 및 연계성 향상
- 국가기간교통망계획 수립(20년 단위), 중기교통시설투자계획 수립(5년 단위)
- ITS 기본계획(10년 단위) 및 매년 시행계획 수립
- 국가통합 ITS정보센타 및 한국ITS협회 설립 등 규정
  ※ 육상·해상·항공분야의 ITS를 통합하고 법의 명칭을 국가통합교통체계효율화법으로 개정(’09)

o 한국ITS학회 설립(’02), 아주대 ITS대학원 설립(’03)
  ※ ITS Korea 설립(’99)→한국ITS협회로 법정단체화(’11)

o ’02 서울ITS 아태총회 개최
- ’25 수원ITS 아태총회 및 ’26 강릉ITS 세계총회 유치

지자체 ITS 구축사업 발전 방향

특별 Session A-0

한국지능형교통체계협회

ITS 산업 중장기 활성화 전략

김수지

시뮬레이션을 활용한 지자체 교통관리 고도화 방안

이선하

지자체 ITS 구축 사례 발표(인천광역시)

박장빈

미래 모빌리티 시대를 대비한 지자체 ITS 추진 방향

장기태

도로교통공단 교통안전연구 세션

특별 Session A-1

도로교통공단

주행 시뮬레이션을 통한 확률기반 고속도로 적정 차로폭 분석

변민우

도심네트워크 주행안전을 위한 V2X 활용 미시시뮬레이션 기반 테스트 시나리오 설계

최재원

지정노선 기반 다목적 자율주행 중형버스 차량 플랫폼 개발

특별 Session A-2

도로교통공단

자율주행 시범운행지역 내 안전관리 현황 및 개선방향

한효승

자율셔틀 주행환경 안전요건 분석 및 평가방안

권오훈

자율주행 안전성 평가 시나리오 구축에 관한 이슈와 향후 과제

김정화

Lv4/4+ 자율주행 데이터 상호호환성 확보를 위한 표준데이터 체계 공청회

특별 Session A-3

한국지능형교통체계협회

데이터 표준 및 관리체계와 신뢰성 확보 방안의 필요성과 추진 방향

김상헌

자율주행 데이터 규격화 추진 방향

송재인

자율주행 메타데이터 규격화 추진 방향

임영호

데이터 카탈로그 및 표준적합성 시험방법 규격화 추진 방향

차태영

미래 모빌리티
통신융합 기술 및 보안

특별
Session
A-4

한국교통안전공단

미래모빌리티 융합기술
자율주행과 미래 모빌리티 보안기술
자동차 애프터마켓 사이버보안

자율주행 공유차 서비스를 위한 디지털도로인프라 기술

특별 Session A-5

한국교통연구원

효율적 자율주행 모빌리티 서비스 운영을 위한 디지털도로 인프라 등급화 방안
탁세현
자율협력주행을 위한 디지털도로 인프라의 기능안전 중요성
김부원
자율협력주행기반 도로인프라 안전성 확보기술 기획
김병철

대구교통공사 스마트 모빌리티 공공성 확보 세션

특별 Session A-6

대구교통공사

도시철도 거리비례제 도입 검토방안

전상영

대구형 MaaS, 공공의 역할과 과제

김근욱

대구형DRT 도입구상 및 최적노선 설계

김승현

비접촉 교통카드 시대의 변화

특별 Session A-7

서울연구원

비접촉 교통카드 사용에 따른 도시철도 요금부과 및 정산체계 변화

전용현

비접촉 교통카드 사용에 따른 실시간 자료 활용 방안

신성일

효율적인 ITS 광통신망 구축

특별 Session A-8

케이넷(주)

효율적 ITS 구축을 위한 마이크로덕트(MicroDuct) 솔루션

김경철

광역교통데이터 플랫폼

특별 Session A-9

한국교통연구원

광역교통데이터 플랫폼
박준식, 오승
경기도 전기버스 충전기-충전관리시스템의 표준화 및 고도화 방안
김점산, 김서정
S-BRT 와 트램간 비용 비교분석
장경욱
서비스 다양화를 고려한 미래 광역대중교통체계의 변화
오동규

탄소중립 수송부문 감축전략 고도화 기술 개발

특별 Session A-10

한국지능형교통체계협회

수송부문 온실가스 통합관리플랫폼 MRV 자동화를 위한 표준화
이지연
탄소중립을 위한 수송분야 이용자 인센티브 선호도 분석
홍수정
지속 가능한 MaaS(S-MaaS)의 서비스 전략 개발
이경재
도로부문 탄소 배출 특성 분석
신강원
통신데이터를 활용한 VKT 산정 방안
송성욱

K-ITS 글로벌 진출을 위한 추진전략

특별 Session A-0

한국지능형교통체계협회

ITS 세계총회 대륙별 기술 트렌드 및 전망

박현숙

'23년 ITS 국제 표준화 동향 및 성과

I양륜호

해외 수출 활성화를 위한 국내 ODA 활용안 및 사례

이상원

'25 수원 ITS 아태총회 추진 계획

이태환

기술변화에 대응하는 민자고속도로 운영방안

특별 Session B-1

한국교통연구원

디지털 전환을 고려한 민자고속도로 운영방안

이혜진

민자고속도로 디지털 전환의 선결과제 – 일본 아이치현 유료도로 사례와의 비교를 중심으로 –

전은수

초소형전기차 이용 활성화 방안 연구

특별 Session B-2

도로교통공단

초소형전기차 시장동향 및 개선방향

서임기

초소형전기차 운행설계영역 분석을 통한 활성화 방안

김정화

교통빅데이터를 활용한 교통안전 연구

특별 Session B-3

한국교통안전공단

CCTV 기반 화물 적재불량 검지 방안 연구

윤진수

재현데이터 기술을 활용한 교통카드데이터 활용방안 연구

김민석

공간분할 기법 알고리즘을 적용한 교통사고 위험도 예측 모델 연구

여지호

(기획세션) 중소도시 특화형 Lv.4/4+ 자율주행 실도로 환경 실증 엣지 리빙랩 기획

특별 Session B-4

한국지능형교통체계협회

중소도시 특화형 Lv.4/4+ 자율주행 실도로 환경 실증 엣지 리빙랩 기획 총괄기획회의
조용성

신규 무인교통단속장비 개발동향

특별 Session B-5

도로교통공단

재차인원 검지기반 단속시스템 및 규격 개발

인병철

영상분석 기술기반 무인단속장비 개발

신성훈

양방향 무인단속장비 개발 및 도입방안

홍경식

지상파 방송(ATSC 3.0)을 활용한 차량용 인포테인먼트

특별 Session B-6

한국전자통신연구원

ATSC 3.0 모바일 방송 추진현황과 서비스 개발 계획
전성호

ATSC 3.0 D2V (Direct-to-Vehicle) 필드테스트 결과
권선형

cm-레벨 정밀도 제공을 위한 ATSC 3.0 기반 RTK 기술
이승호

차량용 ATSC 3.0 수신기 개발 현황
김용석

국내 디지털 라디오 현황
서재현

OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구

특별 Session B-7

한국교통연구원

OPPAV 교통 서비스체계 도입방안 연구
김명현
시뮬레이션 기반 UAM 운영 계획 수립 및 성과 평가
정지복
설문을 통한 미래 제주도 관광 · 교통 연계 체계 구축 방안 연구
이범신
GIS 레이어 기반 도시내 통행권역 설정 및 스마트 모빌리티 구축을 위한 수단경쟁력 분석 연구
조신형

자율주행 Lv.4/4+ 기반 긴급차량 통행지원 서비스 기술 개발

특별 Session B-8

한국지능형교통체계협회

자율주행 긴급차량 통행지원 전략 및 서비스 아키텍처 설계
하재건

실도로 리빙랩 환경에서의 자율주행 서비스 실증 추진 방안
어효경

인공지능기반 구급대원 업무 자동화 지원
하성민

자율주행 현장대응 통행지원 시스템 기술
정문규

AI/Data 기반 도시 모빌리티 분석 및 정책 활용

특별 Session B-9

SK텔레콤

모바일 빅데이터를 활용한 교통분석
조경진
스마트교차로 신호개선 사례
엄대룡
레이더를 활용한 디지털 도로의 발전방향
오민석
도시기반 디지털트윈 적용방안
전용현

자율주행 모빌리티 V2X기반 C-ITS인프라 기술 및 서비스 발전방향

특별 Session B-10

㈜아이티텔레콤

경량화 영상객체검지기술을 활용한 C-ITS 서비스

가동호

라이다 기반 인지 기술을 통한 C-ITS 고도화

임성훈

자율협력주행을 위한 신호정보개방 기술

김대경

C-ITS 엣지 스마트 노변기지국

이승철

탐라자율차 서비스 현황 및 C-ITS 연계를 통한 자율주행 서비스 발전방향

김원재

자율주행과 ITS

장기태

자율운송 상용차 실증지원 인프라 연계를 위한 핵심기술 세미나

특별 Session C-1

자동차융합기술원

기존 ITS 정보 / 도로노변시설 연계 자율주행전략 정보 생성 및 제공을 위한 노변통신장치 활용방안

박현배

Exploring associations between transportation expenditures and built environment: a machine learning approach

이상완

자율주행 운송서비스 실도로 실증 구간내 안전한 교통환경을 위한 문제점 진단 및 개선방안

김중효

자율주행상용차용 V2X Hub 기술 개발

정한균

차량 관제 플랫폼을 위한 데이터 모듈화 시스템

이필규

기존 ITS 정보 / 도로노변시설 연계 자율주행전략 정보 생성 및 제공을 위한 인프라 구축 전략

Infrastructure Construction Strategy to Generate and Provide Autonomous Driving Strategy Information Linked to Existing ITS Information / Roadside Facilities

진성근	정한균	김희철	문상호	박현배
(한국전자기술연구원 책임)	(한국전자기술연구원 책임)	(자동차융합기술원 선임)	(자동차융합기술원 선임)	(자동차융합기술원 선임)

최근 완성차 업체와 과학기술계는 레벨3 자율주행 기술을 넘어 레벨4 자율주행 기술개발에 박차를 가하고 있다. 이미 승용 수준의 소형 자동차는 그 수준이 상당 부분 완성도를 갖추고 있으며 최근 미국 샌프란시스코에서는 운전가 없는 무인택시의 상업 운행이 승인되어 GM 및 구글 등에서 약 450대의 로보택시를 운행하고 있다. 하지만 운행 오류 및 인명사고를 비롯한 부작용이 속출하는 등 여전히 인프라와의 협업이 요구되고 있다. 더욱이 상용차 분야에서는 유럽에서 C-ITS 무선통신 기술을 활용한 Ensemble 프로젝트를 시작으로 트럭 군집주행 등 기반을 다지는 표준화 활동 등이 활발히 수행 되었지만 실제 화물을 운송함에 있어서는 상용차가 갖는 특수성과 다양한 변수로 인하여 소형차와는 다르게 더욱더 높은 차량의 자율주행 능력과 인프라와의 협업이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 니즈를 위해 전라북도 새만금 지역에 구축중인 자율운송 상용차 실증지원 인프라 구축 현황에 대해 간략하게 소개하고 상용차의 자율운송을 위한 기존 ITS 정보 / 도로노변시설 연계 방향과 상용차 자율운송을 위한 자율주행전략 정보 생성 및 제공을 위한 인프라의 노변통신장치 활용방안에 대해 소개하고자 한다.

사사: 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “새만금 자율운송 상용차 실증지원 인프라 조성” 과제(과제번호: P0020670)에 의해 수행되었으며, 관계부처에 감사드립니다.

Exploring associations between transportation expenditures and built environment: a machine learning approach

이상완
(Korea Land and Geospatial Informatix Corporation, Research Associate)

김주애
(Korea Land and Geospatial Informatix Corporation, Research Associate)

조국
(Korea Land and Geospatial Informatix Corporation, Research Associate)

This study explored the detailed relationship between transportation expenditures and built environment features in the U.S., which are operationalized as 5D variables (i.e., density, diversity, design, distance to transit, and destination accessibility). It mainly employed extreme gradient boosting decision tree regressor (XGB) and Explainable AI (XAI) in addition to the ordinary least square model (OLS) using three open data sources, the Housing and Transportation Affordability Index (HT), the 2019 American Community Survey 5-year estimates (ACS), and Smart Location Database (SLD). Several key findings are as follows. First, it finds statistically significant associations between transportation expenditures and the built environment characteristics in the U.S. Second, the built environment characteristics provided 70.2% of feature importance collectively. Specifically, the contribution of the compactness index to predicting transportation expenditures was 42.2%, followed by that of the employment accessibility index (23%). Third, it demonstrates non-linear associations between the variables. Despite the several limitations, such as controlling for all variations across the U.S. in the models, the empirical findings of the nationwide analysis will be translated into valuable information that the public and organizations can use.

Keywords: Transportation Expenditure, Built Environment, Extreme Gradient Boosting Decision Tree Model, Interpretable Machine Learning

사사: 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “새만금 자율운송 상용차 실증지원 인프라 조성” 과제(과제번호: P0020670)에 의해 수행되었으며, 관계부처에 감사드립니다.

자율운송 서비스 실도로 실증 구간내 교통환경을 위한 안전진단 및 개선방안

Safety diagnosis and improvement plan for the traffic environment in the demonstration part of Autonomous cargo service real road

김중효
(도로교통공단 교통과학연구원 정책연구처 처장)

박현배
(자동차융합기술원 선임)

전재석
(자동차융합기술원 선임)

정부는 2027년 Lv.4 자율주행차량 개발 및 상용화를 목표로 하며 연구개발 및 사업을 추진 중이다.현재 국토부 임시운행허가를 기반으로 자율주행 기술 수준을 공도로상에 시험평가 중에 있다. 이때 자율주행 화물운송 서비스 주행 안전성 확보를 위해서는 실증 구간내 다양한 교통 및 이벤트 상황을 검지(Detect)하고 대응(Response)이 가능한 운전능력 확인이 중요하다. 특히 실증 구간내 교통 및 이벤트 상황에 따른 운전능력을 검증해야 하며 자율주행 화물 운송 서비스 운행체계를 구축하기 위해서는 안전진단을 기초로 자율주행 상용화를 위한 안전가이드라인 제시가 중요하다.

자율운송 서비스 실증지원 도로 인프라 조성을 위해서는 도로 및 교통환경 측면에서의 자율주행 주행 안전성 확보가 필요하며 이를 위해서는 기본적으로 도로안전 진단과 사전에 자율주행의 비정규적 상황(돌발상황 회피, 수신호 인식 등)을 회피할 수 있는 운전능력을 검증해야 한다. 또한 자율주행 실증 구간 내 사고 요인 분석, 최적의 도로 설계, 안전개선 등이 수반되어야 하며 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률 기초 하에 도로교통법 재개정안 근거가 필요하다.

본 연구는 자율주행 화물운송 서비스 실증을 위한 안전진단 및 개선방안 제시와 법제도 정비를 통해 자율주행 운행체계 구축을 지원하며 자율주행 상용화를 촉진하는데 기초 안을 제시하고자 하였다. 또한 자율주행 화물운송 서비스의 안전한 환경을 위한 방향 제시, 자율주행 기능적 요구사항 분석, 자율주행 화물운송 서비스 실증 구간 내 주행 특성상 데이터를 수집·분석을 실시하며 실증 도로상 문제점 진단(TSCV 기반) 및 개선사항을 제시하고자 하였다.

이때 해당 내용은 실증 단계별 비교분석이 요구되며 도로 및 교통환경 조건, 교통량, 사고 분석 등 다양한 자료를 바탕으로 교통안전에 문제가 있는 사항에 대해서 공학적 검토가 요구된다. 이에 실증 구간 내 자율주행 주행 안전에 영향을 미치는 물리적 요소들을 체계적으로 진단 및 평가하고자 하였다. 또한 자율주행 화물운송 운전능력 실증 평가를 위한 Safety in Use 기반 시나리오 개발을 하고자 하였으며 자율주행 운송 서비스 실증 및 상용화를 위한 도로교통법 재정립 근거 및 재개정안을 제시하고자 하였다.

또한 자율주행 화물운송 서비스를 위한 안전가이드라인을 마련하고 도로교통법 재정립의 근거를 제시하여 자율주행 화물운송을 위한 안전한 환경조성과 화물운송 서비스 상용화 지원 및 촉진하는데 목적이 있다. 본 연구를 통하여 자율주행 뿐만 아니라 주변 차량 및 인프라와의 협력을 통한 자율주행 안정성과 이용효율성을 제고할 수 있는 자율협력주행 시스템 구축이 중요하다. 그러나 현 자율주행 기술 단계에서는 자율협력주행 이전 수준으로 자율주행 기능 및 성능에 의존하고 있다. 따라서 자율주행 운전능력을 고려 실증 구간 내 운전 가능 범위를 제시하고자 위험요인을 유형화하였으며 Safety in Use 기반 운전능력을 검증하고자 하였다. 결론적으로 가상환경 기반 자율주행 화물운송 센서 인지 범위의 저하와 통신 지연의 발생이 모든 자율협력주행 차량에 동일하게 발생하는 것으로 가정하여 시뮬레이션 실험을 수행하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

사사: 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “새만금 자율운송 상용차 실증지원 인프라 조성” 과제(과제번호: P0020670)에 의해 수행되었으며, 관계부처에 감사드립니다.

자율주행상용차용 V2X Hub 기술 개발

Development of V2X Hub technology for autonomous commercial vehicles

정한균
(한국전자기술연구원 책임)

진성근
(한국전자기술연구원 책임)

최근 전라북도 새만금지역에서는 상용차에 특화된 자율주행기술 및 관련 서비스들을 검증하기 위한 자율주행상용차 검증지원 인프라 구축이 진행되고 있다. V2X Hub는 자율주행상용차에 장착되어 차량간 및 차량-인프라간 정보교환을 지원하는 보안 게이트웨이 플랫폼으로써, 상용차의 자율주행 기능을 지원하고 차량과 도로/인프라 간 연결성을 제공한다. V2X Hub은 표준화된 정보교환, 보안통신, Fault tolerance 기능 등을 지원하며, 다양한 V2X, V2N, IVN 인터페이스를 제공하여 자율주행시스템, 차량네트워크, HMI, DTG, DSM 등 많은 시스템에 연결될 수 있도록 설계되었다. 본 논문에서는 V2X Hub의 개요 및 구성, V2X Hub를 이용한 주행전략정보 지원 서비스에 대해 간략히 소개한다.

사사: 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “자율운송상용차용 V2X Hub 기술기반 화물운송 주행관리 SW 통합 단말 플랫폼 기술개발” 과제(과제번호: P0020672)에 의해 수행되었으며, 관계부처에 감사드립니다.

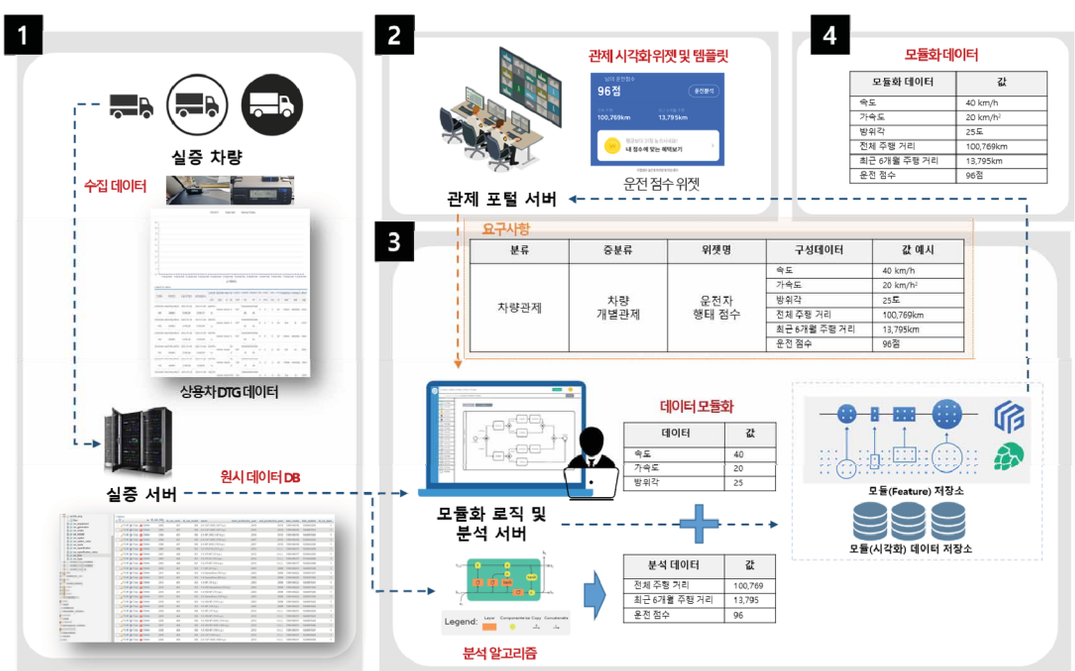
차량 관제 플랫폼을 위한 데이터 모듈화 시스템

Data modularization system for fleet management platform

이필규 (한국자동차연구원) **임헌정** (한국자동차연구원) **이종근** (한국자동차연구원) **방민주** (한국자동차연구원) **정완석** (인포뱅크(주)) **곽수진** (한국자동차연구원)

데이터 모듈화는 대량의 데이터를 처리함에 있어 데이터를 기능적으로 독립적이고 재사용 가능한 모듈로 구성하기 때문에 필요에 따라 모듈의 추가, 제거, 교체가 용이하다. 이를 통해 사용자는 데이터 시스템의 유연성과 확장성을 향상시킬 수 있으며 데이터 전체가 아닌 데이터 모듈 일부만을 수정 또는 업그레이드할 수 있다. 또한 여러 개의 모듈로 분할된 데이터는 독립적인 처리가 가능하여 병목 현상이나 성능 저하를 최소화하는 병렬 처리가 가능하다. 자율(군집)주행 차량 관제의 경우 차량·물류·인프라로부터 수집된 다양한 대량의 데이터를 통해 다양한 상황을 고려할 수 있는 다각화된 관제가 중요하다. 따라서 다양한 대량의 데이터 처리에 유연성과 확장성을 확보할 수 있는 데이터 모듈화 기술은 자율(군집)주행 관제에 필수적인 요소기술이라 할 수 있다.

본 연구에서는 고도화된 자율(군집)주행 차량 관제 시스템의 요구사항을 받아 차량·물류·인프라로부터 다각적으로 수집되는 대량의 데이터를 모듈화하여 관제 시스템과 연동하는 방법을 제안한다. 또한 제안하는 방법의 연구를 통하여 '새만금 자율운송 사용차 실증지원 인프라 조성사업' 에 활용될 관제 시각화 플랫폼의 데이터 모듈화 및 파이프라인 설계에 관한 방안 역시 제시한다.



<그림> 관제 시각화 시스템을 위한 제안된 데이터 모듈화 시스템 구성 및 예시

사사: 이 논문의 산업통상자원부가 지원한 '사용자 맞춤형 시각화 생성기술을 활용한 범용 관제 플랫폼 개발 및 실증"(P0021890) 과제의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다.

이동통신 데이터 교통분야 활용 방안

특별 Session C-2

㈜엠큐닉

통신데이터 기반 교통량을 활용한 교통영향평가 지원 모델 개발

유승모

라이다 기반의 자율주행 인프라 연구 및 발전 방향

특별 Session C-3

오토노머스에이투지

인프라 가이던스 시스템 연구 동향

현승화

스마트시티 교통 환경에서의 라이다 인프라 시스템 적용 및 발전 방향

김정대

자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 기술 개발

특별 Session C-4

LG유플러스

자율주행 기반 도시환경관리 서비스 설계 및 구현 방안

권정호

재난상황에서 교통의 역할

특별 Session C-5

한국교통연구원

교통방재 연구분야와 융합연구 발전방안

이준

커넥티드 기반 인지증강화 및 협력 자율 주행 기술을 통한 레벨4 자율 주행 기술의 발전 방향

특별 Session D-1

㈜아이티텔레콤

Time synchronization method between V2X OBUs with NB-IoT Module or IR-UWB module
김진관

V2X 기반 자율주행 기술 동향
이용기

Test items and test methods required for LTE-V2X RSU certification
이현순

VRU 충돌 방지를 위한 V2V 기반 인지 증강을 활용한 차량 상태 결정 방법
표정원

LTE-V2X Driving Test System
정욱수

자율주행차량 사고 형태 및 인지 음영 사례 분석: DMV 자율주행차량 사고 데이터를 기반으로
오승민

시멘틱 정보처리를 위한 Zero-shot Learning 기반 데이터셋 수집 프레임워크
주경진

NB-IoT 모듈 및 IR-UWB 모듈을 이용한 V2X OBU간 시간 동기화 방법

Time synchronization method between V2X OBUs with NB-IoT module or IR-UWB module

Jin Kwan Kim
(IT-Telecom, Senior Researcher)

Jae Whan Song
(IT-Telecom, Head of the Laboratory)

Kwang Joo Choi
(IT-Telecom, CEO)

This paper proposed a time synchronization method for V2X OBU based on time information received from the NB-IoT module or IR-UWB module. It is a technique that enables time synchronization based on time information received from the NB-IoT module or IR-UWB module to solve the problem of not being able to time synchronize in shaded areas such as tunnels.

The components for the proposed method require a time information receiving module that receives time information from V2X OBU (OnBoard Unit), V2X Roadside Unit (V2X RSU), C-V2X module, and mobile communication base station, or V2X Roadside unit and transmits the received time information to the C-V2X module.

The C-V2X module includes a time synchronization unit that synchronizes time using time information received from the time information receiving module, and the time information receiving module includes a time information transmission unit that transmits time information received from a mobile communication base station or a V2X roadside unit and a PPS transmitter that transmits PPS(Pulse Per Seconds) signals every set time, and the time synchronization unit compares the received PPS signal with the OBU's own counter clock to synchronize the internal time of the C-V2X module each time it receives a PPS signal.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2023-00244929, 레벨4 자율주행 차량의 커넥티드 기반 인지 증강화 및 협력 자율주행 기술 개발)

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & evaluation (IITP) grant funded by the Korea government (MSIT) (No..2023-00244929, Development of connected-based cognitive enhancement and cooperative autonomous driving technology of Level 4 autonomous vehicles).

LTE-V2X RSU 인증에 필요한 시험항목 및 시험방법

Test items and test methods required for LTE-V2X RSU certification

Hyunsoon Lee
(IT-Telecom, Senior Researcher)

Jae Whan Song
(IT-Telecom, Head of the Laboratory)

Kwang Joo Choi
(IT-Telecom, CEO)

This paper describes test items and test methods for LTE-V2X (Long Term Evlution Vehicle-to-Everything) and RSU(Roadside Unit) products to obtain Cooperative Intelligent Transport System (C-ITS) certification in Korea. The test items are largely physical later tests, protocol tests, operating programs and message test on wireless communication. To evaluate this test item, describe the test method for the certification operating council (COC) test standards specified by OmniAir.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2023-00244929), 레벨4 자율주행 차량의 커넥티드 기반 인지 증강화 및 협력 자율주행 기술 개발)

VRU 충돌 방지를 위한 V2V 기반 인지 증강을 활용한 차량 상태 결정 방법

A Vehicle State Decision Method Using V2V-Based Cognitive enhancement for VRU Collision Prevention

표정원 (성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과) (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)

서동수 (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)

김윤아 (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)

국태용 (성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터공학과) (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)

자율주행 차량에 대한 연구는 꾸준히 진행되어 오고 있는 주제 중 하나로, 최근에 보다 각광받고 있는 주제이기도 하다. 기술의 발전이 급속도로 진행됨에 따라, 자율주행 기술 또한 큰 발전을 이루고 있으며, 이미 많은 자동차 제조업체에서 자신들의 차량에 반자율주행 시스템을 탑재하여 소비자들이 실제로 자율주행을 체감할 수 있도록 노력하고 있다. 하지만 여전히 차량의 완전 자율주행은 해결해야 할 많은 과제들이 남아 있으며, 이에 대한 연구들 또한 다양하게 이루어지고 있다.

높은 수준의 자율주행, 즉 레벨 4 이상의 자율주행을 수행하기 위해서는, 주변 환경을 인지하고, 이에 대한 판단을 수행하고, 차량을 구동시키는 일련의 과정이 빠짐없이 이루어져야 한다. 이 중, 가장 먼저 수행해야하는 주변 환경 인지 단계가 가장 중요한 부분 중 하나라고 할 수 있으며, 이를 위해 차량에 다양한 종류의 센서를 장착하게 된다. 자율주행을 위한 주변 환경 인식은 여러 종류의 목적이 존재하지만, 이 중 가장 중요하다고 할 수 있는 목적은 바로 안전이다. 차량은 크고 무거운데다가 속도 또한 빠르기 때문에, 환경 인식을 제대로 하지 못하게 되면 자칫 큰 사고로 이어질 수 있기 때문이다.

하지만 자율주행 차량의 주변 환경 인식 능력이 아무리 뛰어나다고 하더라도, 도로에 존재하는 모든 종류의 위험요소를 인지할 수는 없다. 센서를 통한 인지에는 범위 및 가려짐의 한계가 존재하며, 단일 자율주행 차량으로는 이 한계를 극복하기는 쉽지 않다.

이 논문에서는, VRU 충돌 방지를 위한 V2V 기반 인지 증강을 활용한 차량 상태 결정 방법을 나타낸다. 차량이 VRU에 대응하기 위해 취할 수 있는 상태를 정의하고, 이 상태가 결정되는 방식을 정의하고, 실제 상황에서 이를 통한 상태 변화로 VRU 충돌을 방지하는 것을 보여준다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2023-00244929, 레벨4 자율주행 차량의 커넥티드 기반 인지 증강화 및 협력 자율주행 기술 개발)

LTE-V2X 주행 시험 시스템

LTE-V2X Driving Test System

uk-su jeong
(IT-Telecom, Senior researcher)

jae-hwan song
(IT-Telecom,
The Head of a laboratory)

Kwang-joo choi
(IT-Telecom, CEO)

With the development of self-driving cars under way along with the Fourth Industrial Revolution, interest in the field of V2X Communication for communication between vehicles and road infrastructure is also increasing.

V2X communications share vehicle driving status information in vehicle-to-vehicle communication to prevent accidents, and in communication between vehicle and road infrastructure, vehicles are provided with information on road infrastructure, providing convenience and stability to users to enable safe driving on the road.

Therefore, many countries such as the United States, Europe, and China are also developing V2X communication, and Korea is also accelerating the construction of C-ITS infrastructure, led by the Korea Expressway Corporation and local governments. However, as the C-ITS infrastructure is established, the construction of V2X communication equipment is essential, but the current situation is that there is no appropriate way to measure and verify the performance of this equipment.

Therefore, this paper intends to develop equipment capable of performing performance measurement and verification of LTE-V2X equipment installed in the actual site.

자율주행차량 사고 형태 및 인지 음영 사례 분석: DMV 자율주행차량 사고 데이터를 기반으로

Analysis of Autonomous Vehicle Accidents and Perception Shades Cases: based on DMV Accident Data of Autonomous Vehicles

오승민
(한국과학기술원 조천식모빌리티대학원 박사과정)

최재희
(한국과학기술원 조천식모빌리티대학원 석사과정)

윤진원
(한국과학기술원 기계기술연구소 연수연구원)

최근 Level 4 이상의 고도화 자율주행의 실도로 적용 및 시범 운영이 증가하고 있지만, 도심부 도로 주행 중 발생하는 '인지 음영'으로 인해 AV의 인지가 제한되어 사고 위험 상황이 발생하고 있다. 이러한 문제로 인해 최근 전 세계적으로 인지 음영을 고려한 다양한 자율주행 기술 개발이 이루어지고 있다. 본 연구는 인지 음영을 고려한 Lv 4+ 자율주행을 위한 테스트 시나리오를 개발하는 것을 최종 목표로 하며, 본 논문에서는 미국 캘리포니아 차량관리국(Department of Motor Vehicles, DMV)에서 제공하는 자율주행차량의 사고 데이터와 제어권 전환 데이터를 활용하여 AV 사고 유형의 특성을 파악하고 인지 문제로 인해 발생하는 위험 상황을 분석하였다. AV와 일반 차량 간의 사고 형태 차이에 대해 분석하기 위해 사고 당시 AV의 모드가 Autonomous 일 때를 자율주행차량, Manual 일 때를 일반 차량으로 사고 데이터를 나누었다. 이 중, 차대차사고 유형의 경우를 추출하였고 충돌 형태를 10가지 유형으로 나누었다. 비교 결과, 자율주행차량이 일반 차량보다 후미 추돌 형태 사고의 비율이 더 높은 것을 확인하였다. 또한, AV가 사고를 유발하는 주체가 되는 충돌 유형에서는 자율주행차량의 사고 발생 수치가 모두 낮은 것을 확인하였다. 제어권 전환 데이터를 활용한 인지 음영 위험 상황 분석에서는 "Perception" 유형과 관련된 전환 데이터를 추출하였고 이를 5가지 원인(인지 후 대처, 인지 지연, 오인지, 인지 부족, 원인 불명)으로 분류하였다. 이 중 인지 실패에 해당하는 경우인 '인지 부족'을 '인지 음영'과 관련된 위험 상황임을 확인하였다. 이에 대한 상세 분석 결과, 인지 음영의 원인은 크게 4가지로, '센서 시야 또는 ODD 인지 범위에서 존재하거나 다가오는 물체를 인지하지 못한 경우', '센서가 가려져 인지를 못하는 경우', '갑자기 인지 영역에 등장한 물체를 인지하지 못하는 경우', '인지 방법이 적절하지 않아 상황을 인지하지 못하는 경우'로 파악되었다. 본 연구의 결과는 향후 Lv 4+ 자율주행의 안전성 평가를 위한 시나리오 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2023-00244929, 레벨4 자율주행 차량의 커넥티드 기반 인지 증강화 및 협력 자율주행 기술 개발).

시멘틱 정보처리를 위한 Zero-shot Learning 기반 데이터셋 수집 프레임워크

A Dataset Collection Framework Based on Zero-shot Learning for Semantic Information Processing

주경진	표정원	최준현	안예찬	김상민	국태용
(성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터 공학과) (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)	(성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터 공학과) (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)	(성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터 공학과) (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)	(성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터 공학과) (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)	(성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터 공학과) (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)	(성균관대학교 정보통신대학 전자전기컴퓨터 공학과) (주식회사 케이스랩 부설기술연구소)

시멘틱 환경 모델링 기반 자율주행 프레임워크는 지능 로봇이 시멘틱 환경 모델링을 이용하여 사람의 인지 능력과 유사한 형태로 서비스를 수행하고 자율 주행하여 서비스의 신뢰성과 자율주행의 안정성을 향상시킬 수 있다. 시멘틱 환경 모델링 기반 자율주행 프레임워크는 Semantic Modeling Format (SMF), Semantic Information Processing (SIP), Semantic Automonomous Navigation (SAN) 3가지 형태 모듈로 이루어져 있다. 그 중 시멘틱 정보처리(SIP)는 로봇이 현재 서비스 중인 환경을 사람이 환경을 이해하는 것과 같이 인지하기 위해 구성된 모듈이다. “세탁실” 또는 “강의실”과 같이 사람이 사물을 바탕으로 그 장소를 인식하는 것을 영감을 받아 로봇에게 인지 비전 처리를 부여하여 장소를 인식할 수 있도록 한다.

SIP 모듈이 장소를 인식하기 위해서는 먼저 장소에 존재하는 다양한 객체들을 인식해야 한다. 인식된 객체들을 기반으로 로봇과 관계를 정의하여 시멘틱 환경 모델을 구축한다. 다양한 객체 인식을 위해 데이터셋을 수집하는데 기존 연구에서 3D 스캐너 또는 3D 생성 모델 알고리즘을 이용하여 객체들을 수집하고 3D 객체 모델을 생성하였다. 객체 모델을 생성 후 Projection 하여 객체 이미지를 cut, 배경 이미지에 paste로 augmentation하여 시멘틱 객체 데이터셋을 최소한 시간 비용으로 만들 수 있었다. 하지만, 이러한 방법들은 3D 데이터의 렌더링 시 객체 이미지 정보 손실로 학습된 모델을 테스트할 시 낮은 인식 정확도가 문제가 되었다.

이를 해결하기 위하여, 본 논문에서는 SIP 모듈에 필요한 데이터셋 수집 시 시간 비용과 객체 정보 손실을 현저히 줄이기 위해 Zero-shot Learning 기반의 Segment Anything Model (SAM)과 Grounding DINO를 이용하여 데이터셋을 수집한다. 또한, 실제 도로 환경에서 SIP 모듈 적용과 데이터셋을 수집하기 전에 실내 환경에서 모바일 로봇 플랫폼을 기반으로 데이터셋을 수집한다.

우리는 본 논문에서 장소에 존재하는 객체에 대해 장소의 핵심이 되는 객체를 Key Object, 한 장소에서 반복되는 객체를 Prime Object로 정의하는 것을 제안한다. 또한, Key Object는 SAM과 Video Object Segmentation (VOS) 기반의 Decoupling Features in Hierarchical Propagation (DeAOT)를 이용하여 데이터셋을 수집하고 장소에서 반복되는 Prime Object는 Grounding DINO를 이용하여 수집하는 것을 제안한다.

마지막으로, 기존 연구인 두 프레임워크의 데이터셋과 우리의 프레임워크로 생성된 데이터셋을 YOLO v8에 학습시키고 객체 인식 정확도를 비교하여 우리의 프레임워크가 기존 연구의 문제를 해결하고 더 높은 정확도로 객체를 인식하는 것을 확인하였다. 또한, 학습된 모델을 실제 로봇에 실행시켜 객체들이 정확하게 인식되고 이에 해당하는 장소 인식을 하는 것을 확인하였다.

사사: 이 논문은 4단계 BK21 사업에 의하여 지원되었음

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2023-00244929, 레벨4 자율주행 차량의 커넥티드 기반 인지 증강화 및 협력 자율주행 기술 개발)

지하고속도로 및 터널 스마트 교통안전체계 구축 및 운영 방안

특별 Session D-2

한국도로공사

스마트 교통안전체계 필요성 및 구축방향
이승준
터널 시스템에 대한 이용자 인식 분석 및 안전운영지수 산정을 통한 터널 등급화 방안
이청원
터널 스마트 교통안전체계 표준모델 개발
김도경

멀티모달 딥러닝을 통한 고속도로 교통정보 생성

특별 Session D-3

서울대학교

인프라 센서 기반 정보 생성 모델 개발 및 적용

함승우

고속도로 센서 미설치구간 교통정보 생성을 위한 멀티모달 딥러닝 개발

김의진

가상환경기반 자율주행 시뮬레이션 및 학습용 데이터 수집/변환기술

특별 Session D-4

한국전자기술연구원

자율주행 시뮬레이션의 성능 평가 방법에 관한 연구
윤형석
도심형 자율주행 서비스 검증용 단위 테스트 시나리오를 통한 자율주행 시스템의 멀티에이전트 시뮬레이션 검증
진현태
Vehicle in the loop simulation을 위한 가상 환경에서의 가상 자율주행차량 자세 추정 방법
성기호
Unreal 기반 실시간 LiDAR 에뮬레이션 방법
성기호
이종 차량 기반 변환 및 증식 자율주행 인지 데이터 적합성 검증에 관한 연구
성재호
Image-to-Image Translation in Adverse Weather for HQ Images
이영조
자율 주행 환경에서의 해상도가 제한되지 않은 라이다 초해상도 알고리즘
박민성
카메라 센서를 위한 인공지능 기반 오류 픽셀 인식 및 복원 방법
Ganzorig Gankhuyag
Autocorrelation을 이용한 신호등 점멸 구분 알고리즘
조창윤
자율주행 시스템의 경로 예측 기술 동향 분석
우현
이전프레임 정보를 활용한 Depth Estimation Inference 속도 향상 기법
박진만
NVIDIA Jetson을 활용한 Stereo Depth Estimation 구현
박진만
자율주행 성능 검증위한 정밀 가상 주행환경 기반 시뮬레이터 개발
이선영

도심형 자율주행 서비스 검증용 단위 테스트 시나리오를 통한 자율주행 시스템의 멀티에이전트 시뮬레이션 검증

Multi-agent Simulation Test of Autonomous Driving System with Test Scenarios Designed for Verifying Urban Autonomous Driving Service

진현태
(토르드라이브 수석연구원)

백두산
(토르드라이브 전무)

자율주행에 있어 안전은 최우선으로 요구된다. 특히 복잡한 환경과 자주 마주하게 되는 도심형 자율주행의 경우, 안전성 확보를 위해 더 많은 검증작업이 필요하다. 이러한 복잡한 환경에서의 검증작업이나, 특정 환경에서의 반복적인 검증작업을 행하는 데 있어 시뮬레이션을 통한 검증은 필수 불가결하다고 볼 수 있다.

많은 연구가 이루어지고 있는 시뮬레이션을 통한 단일 자율주행 차량의 검증과 달리, 본 연구는 복수의 자율주행 차량을 이용하는 도심형 자율주행 서비스의 관점에서, 수동주행 차량이나 다른 자율주행 차량과 같이 도로의 다른 교통참가자들과 혼재하는 상황을 주목한다. 일반적으로 안전을 위해 보수적인 주행전략을 갖는 자율주행 차량은 주행 우선순위가 모호한 상황에서 다른 교통참가자들에게 양보하는 경우가 많다. 이러한 자율주행 차량들이 서로 마주하는 경우, 서로가 양보하기 위해 정차한 상태를 유지하게 되는 교착상태에 빠질 수 있으며, 이는 교통량을 악화시켜 주변 교통참가자들에게 악영향을 미칠 뿐만 아니라 해당 자율주행 차량의 주행 소요 시간이 증가함에 따라 자율주행 차량을 이용한 서비스 또한 악화시키게 된다.

본 연구는 교착상태가 발생할 수 있는 단위 테스트 시나리오를 설계하고, 멀티에이전트 시뮬레이션을 통한 복수 자율주행 차량의 테스트 시나리오 결과로부터 교착상태를 유발하는 요인을 분석함으로써, 복수의 자율주행 차량을 이용한 도심형 자율주행 서비스의 주요 파라미터로서의 적용 가능성을 검토하는 것을 목표로 한다.

이를 위해 본 연구는 단위 테스트 시나리오로서 이전 연구에서 제시된 교착상태가 발생할 수 있는 테스트 시나리오 설계방안에 기반하여 Double Lane-change와 Unsignalized Intersection의 두 가지의 시나리오를 설계하고, 각 시나리오의 초기상태를 지정하는 값들을 파라미터로 설정한다. 복수 자율주행 차량들의 주행전략과 연관된 값들 또한 파라미터로 설정하고, 각 파라미터의 설정에 따른 차량의 주행 소요 시간 및 교착상태의 발생 빈도를 분석함으로써 주행환경을 악화시키는 요인을 도출한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구입니다(No. 2021-0-01415, 엣지연계 도심형 자율주행 서비스 검증을 위한 테스트 시나리오 생성 및 멀티에이전트기반 시뮬레이션SW 기술개발)

Vehicle in the loop simulation을 위한 가상 환경에서의 가상 자율주행차량 자세 추정 방법

Virtual autonomous vehicle pose estimation method in virtual environment for vehicle in the loop simulation

성기호	심영보	박진만	배지연	이선영
(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)

ADAS와 같은 운전자 보조 기능의 검증에서는 실제 차량을 이용한 위험 상황에서의 테스트가 이루어지고 있다. 운전자 보조 기능을 넘어서, 운전자를 대신하는 자율주행 기능 검증에서는 복합적인 교통상황, 날씨 상황 등 운전자가 주행할 수 있는 환경에서의 테스트를 위한 새로운 접근법이 요구되고 있다. 실 환경에서 재현이 어려운 교통, 날씨 상황에 대해 시뮬레이션 기반의 테스트가 이루어질 수 있고 시뮬레이션과 실제 차량을 연계하여 테스트할 수 있는 VILS(Vehicle in the loop simulation)는 실제 차량 테스트와 가상 시나리오 간의 간격을 줄일 수 있는 방법이다. VILS는 재현이 어려운 실 환경, 위험 시나리오를 테스트할 수 있게 해주며, 테스트를 위한 환경 재현에 들어가는 비용을 줄일 수 있는 장점이 있다. VILS 기반의 테스트는 실제 차량의 움직임과 가상 차량의 움직임을 동기화하고, 가상 환경 및 가상 시나리오에 대한 정보를 실제 차량에 제공하는 형태로 이루어질 수 있다. 자율주행 기능은 실시간으로 객체를 인지하고 반응해야 하므로, VILS 기반의 자율주행 기능 테스트에서는 실제 차량의 자율주행 기능과 시뮬레이션이 실시간으로 연계되어야 한다. 본 논문에서는 VILS 기반의 테스트를 위해 실제 차량의 자세를 기반으로 가상 환경의 가상 차량의 자세를 추정하는 방법을 소개한다. 제안하는 방법은 실제 차량의 자율주행 기능과 시뮬레이션의 실시간 연계를 위한 효율적인 가상 자율주행 차량의 자세 추정 방법이다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원 자율주행 기술개발 혁신 사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제 번호 : 2021-0-01414, 과제명: 현실-가상정보 융합형 엣지기반 자율주행 시뮬레이션SW 기술개발)

Unreal 기반 실시간 LiDAR 에뮬레이션 방법

Unreal based real time LiDAR emulation method

성기호	손행선	박진만	이동석	강정화	이선영
(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)

자율주행 산업은 빠른 속도로 성장하고 있습니다. 자율주행 시스템이 운전자를 대신하는 Lv.4 이상의 자율주행에 대한 실도로 운행 테스트가 미국, 유럽 등의 나라에서 진행되고 있습니다. 고도화된 자율주행 시스템에 대한 검증을 위해 수백만 마일 이상을 주행하는 것이 널리 알려져 있습니다. 실 도로에서 수백만 마일을 운행하여 검증하는 것은 어려움이 있어, 시뮬레이션을 이용한 검증 방법이 도입되고 있습니다. 일반적으로 자율주행 시스템은 카메라, LiDAR, radar 등의 센서를 이용하고 있고, 인지를 포함한 시스템의 검증을 위해 시뮬레이션에서 자율주행 시스템에서 이용하는 센서를 모사합니다. LiDAR 점군 데이터는 점군이 반사되는 부분의 색상에 영향을 받습니다. 시뮬레이션에서 색상의 영향을 반영하기 위해서 고비용의 렌더링 과정이 수반됩니다. 본 논문에서는 LiDAR 모델에 색상 정보에 대한 영향을 명시적으로 나타내고, 색상 정보 취득을 위한 렌더링 과정의 최적화를 적용한 LiDAR 센서 모델을 제안합니다. 제안하는 모델은 Unreal 기반의 시뮬레이션에서 범용적으로 적용 가능한 형태로 개발되었습니다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원 자율주행 기술개발 혁신 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제 번호 : 2021-0-01414, 과제명: 현실-가상정보 융합형 엣지기반 자율주행 시뮬레이션SW 기술개발)

고해상도 맑은 날 날씨 이미지에서의 악천후 이미지 증식 알고리즘

Image-to-Image Translation in Adverse Weather for HQ Images

이영조
(연세대학교 전기전자공학부 박사과정)

박민성
(연세대학교 전기전자공학부 박사과정)

김은태
(연세대학교 전기전자공학부 교수)

딥러닝 기술의 발달로 정해진 입력된 이미지의 Source domain에서 원하는 Target Domain으로의 이미지 증식 알고리즘에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 많은 Source Domain에서 Target Domain으로의 이미지 전환 기술들은 Robust한 전환을 위해 Cycle한 구조를 기본으로 한다. 특히, 악천후 상황과 같은 Domain의 차이가 커지는 상황에선 Class별 전환을 메모리에 저장하여 좀 더 자연스러운 결과를 만들어낸다. 이러한 악천후 상황에서의 이미지 증식 알고리즘은 비교적 저해상도의 이미지에선 좋은 퀄리티의 이미지를 증식 해내지만, 고해상도의 이미지에선 artifact들이 발결되는 문제점들이 있었다. 이러한 이유로는 두 가지가 있다.

첫 번째로, 고해상도 이미지에서의 학습이 GPU 메모리를 고려하였을 때 어렵다. CycleGAN 기반의 증식 알고리즘은 Robust한 학습을 하기 위해서 두 가지의 상호 도메인 간 이미지 생성 네트워크와 두 가지 도메인 내 이미지 구분 네트워크, 총 네 개의 네트워크가 필요하다. 게다가, 악천후 이미지 증식 기술에서 사용하는 class별 전환 메모리도 GPU 내에 저장되어야 한다. 따라서, 현존하는 GPU에서의 연산이 불가능 하거나 가능하더라도 너무 작은 수의 batch를 이용한 학습을 진행해야해서 학습의 효율성과 질이 떨어진다.

두 번째로, 기본적으로 사용되는 CycleGAN 연산의 특성이 고해상도 이미지를 만드는데 어려움을 만든다. CycleGAN 네트워크에 주요 연산으로 이루고 있는 Convolution 연산은 Transformer 연산과 다르게 Global한 Descriptor로써의 역할을 잘 수행하지 못한다. 그렇기 때문에 증식된 고해상도의 이미지들이 작은 부분들을 봤을 때는 자연스럽게 보일 수 있지만, 이미지 전체를 봤을 때는 Global한 Consistency가 망가지면서 자연스럽지 않게 보이는 것이다.

본 논문에서는 고해상도 이미지의 증식에서 발생할 수 있는 문제를 해결하기 위해 two-stage framework를 제안한다. 문제가 발생하는 부분은 저해상도에서 잘 되는 증식 알고리즘을 고해상도에서 사용하려는데서 기인한다. 따라서 framework의 1st stage에선 저해상도 이미지에서의 증식 알고리즘을 수정하지 않고 그대로 사용하여 CycleGAN 구조와 메모리 사용의 장점을 활용해 최대한 robust한 악천후 이미지를 만드는데 집중한다. 2nd stage에선 해당 저해상도로 증식된 이미지를 고해상도의 이미지로 만들기 위해 Diffusion-based Super-resolution 알고리즘을 사용해 고해상도 이미지로 바꿔준다. 본 논문은 위와 같은 방식으로 two-stage framework로 증식 알고리즘을 구성함으로써 기존 증식 알고리즘의 한계점을 최대한 피해가면서 좋은 퀄리티의 악천후 고해상도 이미지를 만드는 알고리즘을 제안한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021-0-00800,이종 차량 자율주행 학습데이터 상호 활용을 위한 주행환경 데이터 변환 및 데이터 검증 기술개발)

자율 주행 환경에서의 해상도가 제한되지 않은 라이다 초해상도 알고리즘

LiDAR Fog Data Generation Algorithm for Autonomous Vehicles

박민성
(연세대학교 전기전자공학부 박사과정)

이영조
(연세대학교 전기전자공학부 박사과정)

김은태
(연세대학교 전기전자공학부 교수)

최근에는 LiDAR 초해상도(LiDAR super-resolution)라는 비교적 새로운 문제가 제기되었다. 이 문제는 저해상도 LiDAR 데이터가 주어졌을 때 측정점 사이의 공백을 채워 고해상도 LiDAR 또는 해상도가 제한되지 않은 LiDAR를 만드는 것을 목표로 한다. 최근에는 LiDAR 초해상도에 관한 몇 가지 연구가 보고되었지만, 대부분의 연구는 3D LiDAR 포인트 클라우드를 먼저 2D 깊이 맵으로 변환하고 이미지 초해상도 방법을 적용하여 LiDAR 출력을 업샘플링하는 단점이 있다. 이는 LiDAR로부터 얻은 3D 기하학적 정보를 무시한다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 우리는 on-the-ray 위치 임베딩과 지역적 특징을 사용하여 주어진 저해상도 포인트 클라우드와 쿼리 레이에 대해 3D 대상 포인트 임베딩을 생성하여 3D 기하학적 정보를 보존하는 새로운 딥러닝 네트워크인 암시적 포인트 함수(IPF)를 제안한다. 그런 다음, 우리는 주의 메커니즘을 통해 이들을 하나의 대상 포인트로 집계한다. IPF는 저해상도 LiDAR로부터 3D 공간의 연속적인 표현을 학습하고 우리가 원하는 어떤 수의 레이어를 업샘플링할 수 있게 한다. 마지막으로, 우리의 IPF는 대규모 합성 데이터셋과 실제 데이터셋에 적용되며, 이전 방법들과 비교하여 그 타당성이 입증된다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021-0-00800,이종 차량 자율주행 학습데이터 상호 활용을 위한 주행환경 데이터 변환 및 데이터 검증 기술개발)

카메라 센서를 위한 인공지능 기반 오류 픽셀 인식 및 복원 방법

Deep Learning-based Defective Pixel Detection and Reconstruction Method for Camera Sensors

Ganzorig Gankhuyag, 문병일, 이선영, Badam Nyamdulam, 손행선
(한국전자기술연구원, 모빌리티플랫폼 연구센터)

Ganzorig Ganhuyag, Byoung-Il Mun, Seonyoung Lee, Badam Nyamdulam, Haengseon Son
(Korea Electronics Technology Institute)

This paper proposes the reconstruction process of defective pixel detection and recovery algorithm. The traditional methods are based on the pixel neighborhood analysis method using simple arithmetic operations divided by two steps. First, existing algorithms identify and locate the defective pixels on the image. Most previous works focused on the threshold distance value of the current pixel and neighboring pixels. Second, reconstruct the defective pixels based on the location of defective pixels. In this step, it substituted the defective pixel value by the median value of the neighborhood pixel block. However, the reconstructed images' processing speed depends on the image size and device computational power. Thus, we need a more advanced method to detect defective pixels and a reconstruction method. This study proposes the deep learning-based error pixel detection and reconstruction method for camera sensors. The proposed method requires low computing power. We simulated our proposed method at an edge device. The experimental results confirm that the simulation result of the proposed methods is better than the traditional methods.

사사: 이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 (KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(과제번호 20014470, 가변초점기능을 갖는 자율주행차량용 영상카메라 기술개발)

Autocorrelation을 이용한 신호등 점멸 구분 알고리즘

Algorithm for distinguishing flashing traffic light signals using autocorrelation

조창윤	박진만	이선영	손행선	민경원
(한국전자기술연구원 연구원)	(한국전자기술연구원 연구원)	(한국전자기술연구원 연구원)	(한국전자기술연구원 연구원)	(한국전자기술연구원 연구원)

2022년 교통 사고 통계에 따르면 교차로에서의 사고가 전체 교통 사고 건수의 48%의 큰 비율을 차지한다. 따라서 정확한 신호 탐지는 자율주행 차량의 교통 안전을 보장하는 데 필수적인 요소이다. 자율주행 시스템에서 신호등 감지는 주로 카메라 이미지를 입력받은 객체 탐지 인공 신경망이 수행한다. 하지만 신호 중 점멸 신호는 단순히 단일 이미지에서 감지된 신호등으로만 판별할 수 없고, 일정 시간에 걸쳐 한 신호등의 시계열 데이터를 추적하여 판별해야 한다. 점멸 신호를 감지하는 데는 단순히 시계열 신호 데이터의 신호별 비율로 판별하는 방법이나, 신경망 연산 결과에 LSTM이나 RNN 네트워크를 사용하여 판별하는 방법 등이 있다. 이 연구에서는 신호등 감지 시계열 데이터의 autocorrelation으로부터 신호등 점멸 여부를 판별하는 알고리즘을 제시한다. 이 알고리즘은 연산량이 적으면서도 다양한 상황에 대응할 수 있으며, 잘못된 탐지 결과 입력에도 견고한 특성을 가진다.

신호등 점멸 여부를 판별하기 위해 입력받는 감지와 추적 데이터를 제공하는 제반 시스템은 다음과 같이 구성되었다. 차량에 장착된 전방 카메라에서 이미지를 입력받아 이미지의 왜곡 보정과 규격을 변형하여 YOLOv7 객체 탐지 신경망과 ResNet 구분 신경망에 전달한다. 신경망에서는 신호등의 이미지 상 위치와 종류를 탐지하고 추적 시스템에 전달한다. 추적 시스템은 GNSS, IMU 센서로 구한 차량의 위치와 방향, 그리고 저장된 지도 상의 신호등 위치로부터 카메라 이미지에 추정된 신호등 위치를 투영한다. 실제 이미지 탐지 결과와 위치 기반 추정 좌표를 매칭하여 지도 상 신호등에 현재 감지된 신호 종류를 부여한다. 이 때 탐지된 지도 상 신호등은 시간에 따른 감지 결과를 로그에 기록하고 이를 기반으로 점멸 여부를 판단한다. 추적 중인 신호등의 신호가 입력되지 않은 경우에도 판별 불가로 로그에 기록한다. 연속적으로 3초 이상 신호가 입력되지 않은 경우 추적을 중지한다. 그리고 로그가 5초보다 더 길어지면 로그 입력 시마다 가장 오래된 로그를 하나 지운다.

위 과정을 거치면 지도 상 감지 범위 내 신호등마다 감지된 신호 로그를 가지게 된다. 점멸 여부를 판별하기 위해서는 로그가 하나 이상의 점멸 주기를 포함해야 하므로 2초 이상의 로그를 가지는 신호등부터 점멸 판별을 수행한다. 일반적인 점멸 신호등은 점멸 주기가 1초 내이므로 2초의 문턱값은 판별에 충분한 양이다. 또한 로그의 신호 종류별 탐지 개수에서 가장 많이 탐지된 색상 신호가 황색 혹은 적색 신호일 경우 점멸 판별을 시행한다. 또는 이전에 점멸하는 것으로 판별되었을 경우에도 다시 판별을 시행한다. 가장 많이 탐지된 신호를 주요 신호라고 하면 신호 로그의 주요 신호와 일치 여부에 따라 참/거짓 로그를 구할 수 있다. 이 때 일치할 경우 1, 일치하지 않을 경우 -1의 값을 가진다. 이 로그를 시간에 따라 그래프로 나타낼 경우 사각파의 형태를 가진다. 그리고 참/거짓 로그의 autocorrelation을 구한다. 같은 신호끼리 곱해질 경우 1, 다른 신호끼리 곱해질 경우 -1을 autocorrelation에 더하게 되는데, 이상적인 형태로 점멸 신호가 입력되었다면 delay가 한 주기에 해당할 경우 모든 항이 1이 되어 극댓값이 된다. 따라서 autocorrelation의 지연에 따른 그래프는 진폭이 점차 감소하는 요철 형태의 파형을 가질 것이다. 이 때 그래프의 극댓값에 해당하는 지연 값은 점멸 주기의 배수가 된다. 한편 비 점멸 신호의 경우 주요 신호가 주기적으로 입력되지 않고 지속 기간 동안만 연속적으로 입력된 형태일 것이다. 이 경우 autocorrelation 그래프는 0으로 값이 감소한 후 그 값을 유지하게 된다. autocorrelation의 주기성을 판별하기 위해 그래프의 극댓값들을 구하고 극댓값이 특정 문턱값 이상인지, 그리고 극댓값에 해당하는 지연 값이 점멸 신호의 주기 범위(0.3~1.5초) 에 해당하는지 확인한다. 두 조건을 모두 만족하는 극댓값이 존재할 경우 점멸하는 것으로 판별한다.

실제 감지 결과는 여기에 다른 신호로 구분, 가림 등의 영향으로 잘못된 입력이 있을 것이다. 하지만 autocorrelation의 특성에 따라 전체적인 참/거짓 로그가 주기성을 가질 경우 올바르게 점멸하는 것으로 탐지할 수 있다. 그리고 특정 신호 패턴이 아니라 최빈 신호와 일치 여부로 점멸을 판별하므로 다양한 점멸 패턴을 탐지 가능하다. 또한 LSTM, RNN 과 같은 신경망을 사용하는 것보다 연산량이 적다. 따라서 본 논문에서 소개한 autocorrelation을 사용한 신호등 점멸 탐지 방법은 견고하고, 유연하며, 신속한 처리가 가능하며, 자율 주행 시스템 등에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

사사: 이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (20009787, 다중센서 기반 Level3 이상의 자율주행자동차를 위한 신호처리 SoC 및 플랫폼 개발)

자율주행 시스템의 경로 예측 기술 동향 분석

A survey of Trajectory Prediction Trends in Autonomous Systems

우현 (한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

예해주 (한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

신승팔 (한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

박진만 (한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

자율주행 시스템(Autonomous System)은 시스템이 인간의 개입 없이도 스스로 주행할 수 있도록 하는 기술이다. LV4 이상의 수준 높은 자율주행을 달성하기 위해서는 복잡한 환경에서의 사고를 방지하고 탑승자의 불쾌감을 최소화하기 위한 효율적인 경로 생성이 필수적이다. 이러한 효율적인 경로 생성을 위해서는 도로 위의 다른 교통 참여자(차량, 보행자, 이륜차 등)들에 대한 경로 예측 기술이 요구된다. 최근에는 딥러닝 기술의 발전으로 인해, 신경망을 활용하여 경로 예측 문제를 해결하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 최근 많은 필요성이 대두되어 연구가 진행된 경로 예측 알고리즘들의 기술 동향을 파악한다. 먼저 경로 예측 연구에서 많이 사용되는 데이터셋을 소개하고, 다음으로 신경망을 활용한 경로 예측 모델 인식 결과 기반 기술과 정밀 지도 기반 기술로 나누어 소개하여 현재까지의 연구 방향성을 분석한다.

사사: 이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(과제번호 : 20024815, 과제명 : Lv.4 자율주행차량 전방위 멀티카메라 기반 주변상황인지예측 기술개발)

이전 프레임 정보를 활용한 Depth Estimation Inference 속도 향상 기법

Depth Estimation Inference Speed Improvement Technique Using Previous Frame Information

박진만	이선영	손행선	현상화	민경원
(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)	(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)	(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)	(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)	(한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

Depth Estimation(깊이 추정)은 컴퓨터 비전 분야에서 중요한 역할을 하는데, 실시간 Depth Estimation은 계산량이 많아 처리 속도가 제한되는 어려운 과제이다. 본 논문은 이전 프레임의 정보를 활용하여 깊이 추정 추론 속도를 향상시키는 새로운 기법을 제안한다. 이 기법은 이전 프레임에서 얻은 Depth Estimation 결과를 Optical Flow 를 통해 유사 현재 프레임의 Depth Estimation 으로 Warping하고, 이를 현재 프레임의 Depth Estimation을 수행할 때 초기 데이터로 활용한다. 본 방법은 중복 계산을 줄이고 깊이 추정 정확도를 유지하면서 처리 속도를 약 20% 향상시킨다. 다만 이전 프레임과 현재 프레임간의 유사도가 떨어지는 경우 품질이 하락함을 발견하였다. 실험 결과는 이 기법이 고품질 결과를 유지하면서 빠른 실시간 깊이 추정을 가능하게 함을 입증하며, 컴퓨터 비전 시스템에 기여를 할 것으로 기대된다. 또한 본 기술은 자율 주행 자동차, 로봇 비전, 환경 모니터링 및 다른 다양한 응용 분야에 활용될 수 있다.

사사: 이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (20014107, 주야간 대응이 가능한 열영상 융합형 3D 카메라 기술개발).

NVIDIA Jetson을 활용한 Stereo Depth Estimation 구현

Implementation of Stereo Depth Estimation using NVIDIA Jetson

박진만	이선영	손행선	정호원	정성일	민경원
(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)	(한국전자기술 연구원 모빌리티플랫폼 연구센터)

본 연구는 컴퓨터 비전 및 로봇 공학 분야에서 매우 중요한 역할을 하는 스테레오 깊이 추정을 NVIDIA Jetson 임베디드 시스템을 활용하여 구현하는 방법을 다룬다. 스테레오 깊이 추정은 3D 환경에서 물체의 거리를 정확하게 파악하는 데에 사용되며, 이는 자율 주행 자동차, 로봇 비전, 환경 모니터링 및 기타 다양한 응용 분야에서 핵심적인 기술이다. 이 논문에서는 NVIDIA Jetson AGX Orin을 활용하여 실시간으로 스테레오 깊이 추정을 수행하는 방법을 소개한다. 제안된 시스템은 NVIDIA에서 제공하는 하드웨어 가속 엔진, VPI라이브러리 및 TensorRT기반 경량화를 적용하여 임베디드 환경에서도 PC에 준하는 정확도와 속도를 제공한다. 화각 140도의 광각 카메라를 이용하여 구현되었으며 Fish-eye stereo calibration이 적용되었다.

사사: 이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (20014107, 주야간 대응이 가능한 열영상 융합형 3D 카메라 기술개발).

자율주행 성능 검증위한 정밀 가상 주행환경 기반 시뮬레이터 개발

Development of a Autonomous Driving Simulator based on a Precise Virtual Driving Environment

이선영 (한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

성기호 (한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

박진만 (한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

심영보 (한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터)

자율주행 택시의 시범 운행이 진행되면서 교통사고 및 교통혼잡 등의 문제가 자주 발생되고 있으며 이 문제를 해결하기 위해 다양한 주행환경(ODD, Operation Design Domain)과 위험상황에 대해 자율주행차에 탑재하는 기술에 대한 성능 검증을 진행하고 있다. 웨이모, 크루즈, 도요타 등 많은 선진 업체들의 경우, 자율주행 차량의 기능 및 성능 검증을 위해 가상 주행환경 기반의 자율주행 시뮬레이터를 활용하여 다양한 도로 주행 환경과 시나리오에 대해 인지, 판단, 제어 로직 검증을 수행하고 있다. 이를 위해 정밀한 가상 도로 환경 구축과 실제 센서와 유사한 수준의 데이터 제공이 필요하다. 본 논문에서는 국내의 도로 주행환경에서 자율주행 차량의 각종 사고 위험과 각종 코너 케이스 상황에 대해 검증할 수 있는 자율주행 로직 검증을 지원하는 시뮬레이터에 대해 설명한다. 그림 1은 본 논문의 자율주행 알고리즘 로직 검증을 지원하는 자율주행 시뮬레이터에 관한 것이다. 본 논문의 자율주행 시뮬레이터는 센서 기반의 인지 및 판단 알고리즘의 기능 검증을 지원하기 위해 카메라, 라이더, 레이더, GPS 등에 대해 감쇄 특성을 반영하는 정밀한 센서를 모사한다. 자율주행 시뮬레이터와 자율주행 알고리즘의 연동을 위해 인지, 판단, 제어 로직에 센서 데이터를 제공하고 자동차 다이나믹스 등의 차량 상태 정보를 제공할 수 있는 Co-simulation 프레임워크 기반의 인터페이스를 통해 제공한다. 또한 VIL(Vehicle in the Loop) 시뮬레이션 테스트 및 자율주행 알고리즘의 검증을 위해 ROS 인터페이스와 센서 인터페이스 표준인 OSI(Open Simulation Interface) 등의 외부 연계를 지원한다. 이를 통해 센서 정보와 자율주행차를 구동하기 위한 제어 정보들을 시뮬레이터와 자율주행 알고리즘 간의 교환을 통한 정밀한 검증을 지원한다. 또한 인공지능 기반 자율주행 알고리즘의 학습 및 검증을 위한합성 데이터셋을 생성한다. 본 논문에서 설명한 자율주행 시뮬레이터는 자율주행 알고리즘의 인지, 판단, 경로 제어 로직을 선행적으로 검증하여 알고리즘의 안정성을 향상시키는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.



<그림 1> 자율주행 시뮬레이터의 구조

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제 번호 : 2021-0-01414, 과제명: 현실-가상정보 융합형 엣지기반 자율주행 시뮬레이션SW 기술개발)

우편물류 비대면 교부를 위한 택배 접수 오류검증 시스템

특별 Session D-5

한국해양대학교

수기 송장 인식률 향상을 위한 Vision Transformer에 관한 연구

한윤상

수기 송장 이해를 위한 Sequence-to-Sequence 모델 기반 언어 생성 모델에 관한 연구

서홍일

Masking Map으로 Patch의 필요한 부분만을 사용하는 ViT기반 Semantic Segmentation 방법에 관한 연구

배주원

택배 검수를 위한 경량화된 부피 측정 시스템에 관한 연구

이진세

수기 송장 인식률 향상을 위한 Vision Transformer에 관한 연구

A study on Vision Transformer for improving handwritten invoice recognition rate

한윤상	서홍일	정성범	서동환
(한국해양대학교 석사과정)	(한국해양대학교 박사과정)	(한국해양대학교 석사 후 연구원)	(한국해양대학교 교수)

Optical character recognition(OCR) 기술은 크게 인쇄물 인식과 필기체 인식으로 나눌 수 있으며 상대적으로 인쇄물 인식은 이미 상용화되고 일반화 되었다. 그러나 필기체 인식의 경우 개인의 필체, 필기구, 종이 등 다양한 변수는 입력데이터의 분포를 넓히므로 OCR 정확도를 감소시키는 요인으로 작용한다. 이러한 이유로 인해 필기체 OCR은 제한적인 경우에서만 사용되며 사람이 추가적으로 검수해야만 한다. 일반적인 택배 접수는 대규모 접수와 소규모 접수로 분류되어 이루어진다. 대규모 접수는 보내는 양이 많기 때문에 프린터를 이용하여 송장이 제작되지만, 소규모 접수는 개인들이 접수하므로 수기로 작성된 송장을 이용된다. 택배 및 소포 접수 자동화 시스템을 위해서는 작성된 송장의 이미지에서 수기정보를 인식할 수 있어야 하며, 택배 접수에 필요한 주소, 이름, 전화번호 정보를 이해 및 분리하는 Visual document understanding(VDU) 기술이 필수적이다. 본 연구에서는 Transformer의 E2E기반 Encoder, Decoder 형태의 model framework를 차용하여 한글 수기 택배 송장의 주소, 이름, 전화번호 정보를 인식 및 분리하는 작업을 수행하였으며 인식률 향상을 위해 OCR 의 역할을 수행하는 Vision Encoder에 대한 실험을 수행하였다. Encoder는 이미지에 존재하는 텍스트를 인식하고 인식된 텍스트를 임베딩하여 textual decoder에 전달하는 구조를 가진다. 본 실험에서는 복잡성이 높은 수기 송장 내 텍스트 인식 성능을 향상시키기 위해 세가지 encoder, Visual Transformer(ViT), swin transformer v1, swin transformer v2 에 대한 실험 및 성능 평가를 하였다. 이를 통해 이미지 내 텍스트 인식, 텍스트의 종류 분류 두 가지 작업을 함께 진행하는 VDU 모델을 학습시킴은 물론 인식률 향상에 기여한다.

사사: 이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2023-00254240602820634900001, 우편물류 비대면 교부 및 소포 접수 오류검증 시스템 개발)

수기 송장 이해를 위한 Sequence-to-Sequence 모델 기반 언어 생성 모델에 관한 연구

A study on a language generation model based on the Sequence-to-Sequence model for understanding handwritten invoices

서홍일 (한국해양대학교 박사과정)

한윤상 (한국해양대학교 석사과정)

조형래 (한국해양대학교 교수)

서동환 (한국해양대학교 교수)

Optical character recognition(OCR)은 이미지 내 텍스트를 검출하여 디지털화하는 기술로 오랫동안 연구되어왔다. 최근에는 Neural network를 사용한 OCR 모델들이 개발됨에 따라 성능을 향상시키기 위해 더 많은 데이터를 요구하게 되었다. 이에 따라 이미지 내 텍스트의 위치와 종류 라벨링 작업이 방대하게 수행되어왔다. 그러나 텍스트가 적힌 환경에 따라 모든 환경에서의 데이터를 구축하기 어렵다. 따라서 이미지 내 텍스트에 대한 최소한의 라벨을 이용하여 디지털화된 결과를 출력하는 Visual document understanding(VDU) 기술이 최근 각광받고 있다. VDU는 이미지를 입력으로 이미지 내 feature를 추출하는 encoder와 자연어 처리 기능을 하는 decoder로 구성되고 텍스트를 출력한다. 출력값은 일반적으로 텍스트이고 문서의 구조에 대한 설명을 위한 카테고리도 사용될 수 있다. 본 논문에서는 필체에 따른 차이로 인해 복잡성이 높은 수기 송장 내 텍스트 인식 성능을 향상시키기 위해 이미지에서 추출된 feature를 텍스트로 변환하는 세 가지 decoder에 대한 실험을 수행하였다. 세 가지 decoder는 Bidirectional Auto-Regressive Transformer (BART), Bidirectional Transformers(BERT), A Lite BERT(ALBERT)이고 encoder는 Swin transformer를 사용하였다.

사사: 이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2023-00254240602820634900001, 우편물류 비대면 교부 및 소포 접수 오류검증 시스템 개발)

Masking map으로 Patch의 필요한 부분만을 사용하는 ViT기반 Semantic Segmentation 방법에 대한 연구

A study on the ViT-based Semantic Segmentation method using the necessary parts of the patch as a masking map

배주원	정성범	조형래	서동환
(한국해양대학교 박사과정)	(한국해양대학교 석사 후 연구원)	(한국해양대학교 교수)	(한국해양대학교 교수)

본 논문에서는 Vision Transformer(ViT) 기반 Image Segmentation 방법의 연산량을 줄이기 위해 입력 이미지의 Patch의 필요한 부분을 선택하여 사용하는 방법에 대한 연구를 제안한다. 기존의 ViT 기반의 방법들은 이미지의 모든 영역을 고려할 수 있다는 점에서 CNN 기반의 방법들보다 높은 성능을 내는 것으로 알려져 있다. 하지만 모든 영역을 고려하는 점에 의한 연산량 과다, 이미지를 기계적인 방식으로 나눈다는 점에서 이미지 픽셀의 지역적인 특징들을 고려하지 못한다는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서 제안하는 방식은 첫 Patch 분할 이후 생성되는 출력인 Segmentation Map에서 검출하고자하는 객체가 있는 부분과 없는 부분의 Masking map을 Fully Connected Network(FCN)으로 추정하여 Mask Prediction Vector를 만든다. Mask Prediction Vector는 임계값을 기준으로 초과 시는 1, 미만은 0으로 설정하여 다음 입력 때 사용하지 않을 영역을 선택한다. 그다음 ViT Block에 입력되는 특징은 입력 이미지와 Mask Prediction Vector을 곱해서 0이 되지 않은 값들의 영역에서 Patch를 나눈 형태로 순환된다. 이 방식을 통해 이미지에서 필요한 부분만 사용해 연산할 수 있으며 또한 정밀한 Pixel 검출 정확도를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00254240602820634900001, 우편물류 비대면 교부 및 소포 접수 오류검증 시스템 개발)

택배 검수를 위한 경량화된 부피 측정 시스템에 관한 연구

A study on a lightweight volume measurement system for parcel inspection

이진세 (한국해양대학교 석사과정)

이수환 (한국해양대학교 박사과정)

배주원 (한국해양대학교 박사과정)

서동환 (한국해양대학교 교수)

부피 측정 시스템은 이미지로부터의 박스 영역 검출과 라이다 센서를 통한 박스 높이 측정으로 구성된다. 박스 영역 검출은 영상처리 알고리즘으로도 가능하지만 뉴럴 네트워크 기반 Segemtation 기술을 적용하면 박스 부피 오차를 감소시킬 수 있다. 그러나 Segmentation은 뉴럴 네트워크가 사용되므로 상용화를 위한 실시간 임베디드 환경에서 적용되기 위해서는 높은 Computing power를 요구한다. 따라서 본 논문에서는 실시간 임베디드 환경에서 부피 측정 시스템을 사용하기 위해 경량화된 Segmentation 네트워크에 대한 실험을 수행하였다. 사용된 네트워크는 Faster-RCNN, MobileNet, FCN, Yolact이고 각 모델은 이미지 내에서 박스와 배경을 분류하는 정확도를 통해 평가된다. 사전에 라벨링된 이미지 3,000장을 입력하여 정확도와 소요 시간의 평균을 비교하여 각 모델의 성능을 평가하였다.

사사: 이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2023-00254240602820634900001, 우편물류 비대면 교부 및 소포 접수 오류검증 시스템 개발)

인프라 기반의 협력자율주행

특별 Session D-6

한국교통대학교

MEC에서 다중 인프라 센서를 이용한 도로 상황인지 기술 개발

송석일

자율협력주행을 위한 인프라 센서(카메라) 개발

조익현

도로환경 정보 수집을 위한 인프라 센서 네트워크 개발

박주덕

V2X 표준화 및 시장동향

이한규

지능형 모빌리티 관련 소프트웨어 및 네트워크 등에 관한 연구

특별 Session D-7

건국대학교

클라우드 오프로딩을 위한 MQTT 프로토콜 기반 메시지의 상태 모니터링 기법
김정석
자율주행 로봇을 위한 컴퓨팅 오프로드 제어 시스템 : 구현 및 평가
홍동원
포인트 클라우드 데이터 실시간 분석 및 갱신을 위한 분산 데이터베이스 시스템
김주현
기계학습을 통한 드론의 가시비행거리 추론(Inference of Drone VLOS Distance using Machine Learning)
김신의
블록체인 기술을 이용한 자율주행 차량의 운행 기록 및 급발진 사고 데이터 관리 시스템
이우진
군집 주행에서의 네트워크 보안 연구를 위한 가상 네트워크 환경 구현
김소영
모빌리티 차량의 안전성을 위한 교통사고 유형 분석
이재욱
군집 주행에서의 선행 차량과 후행 차량의 설계 방식 비교 분석
윤민성
지능형 모빌리티의 인프라를 위한 전기 자동차 충전소 빅데이터 시각화 분석
심유진
차량과 인프라간 통신(V2X) 관련 네트워크 성능 비교 분석
황교찬
지하철 혼잡도 개선을 위한 데이터 분석 및 시각화
강정현
서울시 공공자전거 이용 특성 및 안전성의 빅데이터 시각화 분석
장예진
Statecharts를 활용한 자율 주행 레벨 3 차량의 제어 로직 모델링 및 검증
허윤아

클라우드 오프로딩을 위한 MQTT 프로토콜 기반 메시지의 상태 모니터링 방법

State Monitoring of MQTT Protocol Messages for Cloud Offloading

김정석
(건국대학교 석사과정)

문창주
(건국대학교 교수)

최근 몇 년 동안 IoT 기기의 발전과 함께 클라우드 오프로딩이 데이터 처리 및 저장의 중요한 방법론으로 자리잡았다. 이러한 환경에서 메시징 프로토콜은 데이터의 신뢰성 있는 전송과 클라우드 상의 처리를 위해 중추적인 역할을 한다. MQTT는 이러한 메시징 프로토콜 중 하나로, 가벼우면서도 신뢰성 있는 통신을 제공한다. 그러나 실시간 데이터 전송과 처리에 있어 성능의 효율성과 정확성은 항상 중요한 고려 사항이다.

이 논문의 주제는 클라우드 오프로딩을 위한 MQTT 프로토콜 기반 메시지의 상태 모니터링이 현대 IoT 환경에서의 실시간 통신의 중요성을 반영한다. 특히 EMQX 브로커와 그 플러그인은 이러한 통신을 보다 효과적으로 지원한다. Telegraf-InfuxDB-Grafana (TIG) 스택은 메시지 전송의 성능을 모니터링하고 분석하는 데 사용된다. 디바이스와 클라우드 간의 통신에서 Round-Trip Time (RTT)는 전송 지연의 주요 지표 중 하나로, 전체 통신 시간을 나타낸다. 그러나 RTT만으로는 네트워크 통신의 특정 부분에서 발생하는 지연의 원인을 정확히 파악하기 어렵다. 그래서 이 연구에서는 RTT, processing time, delivering delay와 같은 다양한 지표를 활용하여 네트워크 통신 시간을 보다 정밀하게 측정했다.

현대의 스마트 디바이스 및 IoT 환경에서는 데이터의 실시간 처리와 전송이 중요하다. 이러한 배경 아래, 메시지의 전송 및 처리 성능을 정확하게 파악하고 모니터링하는 것이 매우 필요하다. 이 논문은 그러한 필요성을 바탕으로 MQTT 프로토콜을 활용한 효과적인 메시지 상태 모니터링 기법을 제안했고, 해당 기법의 성능을 실제 환경에서 측정하고 분석했다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재 4.0사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2020-0-01834)

포인트 클라우드 데이터 실시간 분석 및 갱신을 위한 분산 데이터베이스 시스템

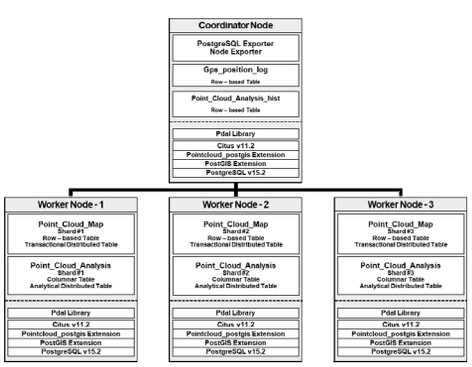
Distributed database system for real-time analysis and update of point cloud data

김주현
(건국대학교 석사과정)

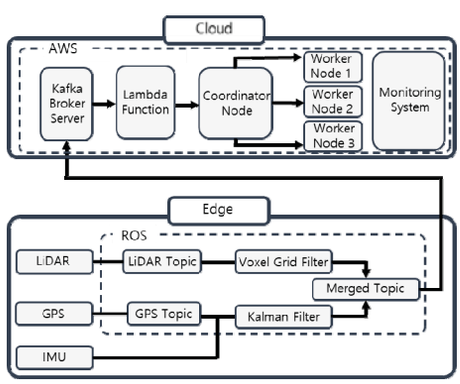
자율주행 차량에게 있어 주변 환경 변화에 대한 신속한 인지는 필수적인 요소이다. 포인트 클라우드 데이터를 이용한 3D 정밀 지도 생성 기술은 빠르게 변화하는 도로 교통 상황에서 자율주행 차량이 안전하고 최적화된 지역 경로를 생성할 수 있도록 도와준다. 이때 포인트 클라우드 데이터들의 최신화 여부는 자율주행 차량이 안전한 경로를 생성함에 있어 매우 중요한 요소이다. 따라서 다수의 차량에서 유입되는 포인트 클라우드 데이터들을 최신 버전으로 관리할 시스템이 필요하다.

이러한 문제점에 대응하여 본 논문은 공간 데이터베이스를 활용한 분산 HTAP 아키텍처를 제안한다. 일반적인 데이터베이스는 Transaction에 특화되어 데이터에 대해 빠른 읽기/쓰기가 가능하지만 데이터 양이 많아질수록 저장 효율 및 탐색 효율이 떨어지게 되므로 데이터 분석이나 집계에 적합하지 않다. 하지만 본 논문에서 제안하는 아키텍처는 Columnar Table과 Row-based Table을 함께 사용하여 분석과 트랜잭션이 실시간으로 진행될 수 있는 아키텍처이다. 두 테이블의 특징을 토대로 분석과 트랜잭션이 동시에 진행될 수 있는 아키텍처를 구축하였고 다음과 같은 기능을 구현하였다. 차량에서 수집된 포인트 클라우드 데이터를 실시간으로 시스템에 전달하고, 전달된 데이터들은 차량의 GPS 좌표를 통해 시스템 내에 유사한 좌표에서 수집된 포인트 클라우드 데이터의 존재 여부를 확인한다. 기존에 데이터가 존재하지 않을 경우, 지도 테이블에 삽입되어 적재되고 기존에 데이터가 존재하는 경우, 기존 데이터와의 차이를 비교분석하여 차이 값이 임계치를 초과할 경우 기존 데이터를 새로운 데이터로 갱신한다.

<그림 1>은 전체적인 시스템의 데이터 흐름을 보여준다. Edge 단계에서는 ROS(Robot Operating System) 미들웨어를 통해 센서 데이터 수집 환경을 구축하였고 수집된 데이터들에 대한 전처리를 진행하였다. 이후 Kafka - ROS Connector를 통해 해당 ROS 토픽들은 Kafka토픽으로서 Broker 클러스터에 전달된다. Cloud 단계의 Kafka Broker Server에 토픽이 전달될 경우, 해당 이벤트를 기반으로 발동된 Server-less Function인 AWS Lambda가 해당 데이터를 가공한 뒤 분산 데이터베이스에 삽입한다. 이때 분산 데이터베이스 시스템은 <그림 2>와 같으며 해당 시스템은 PostgreSQL 기반의 Citus 분산 솔루션을 이용하여 구축하였다. Citus를 선택한 이유는 같은 Database 내에서 분산 테이블을 지원하므로 데이터 적재 효율이 좋으며 각 노드의 연산 성능을 이용하여 쿼리 최적화가 가능하기 때문이다. 이 특징들을 통해 본 시스템은 한 Database 내에서 Row-based Table과 Columnar Table을 함께 구축하여 대규모 데이터를 실시간으로 분석하고 즉시 트랜잭션 처리를 할 수 있게 하였다. 최종적으로 본 논문은 제안한 시스템이 포인트 클라우드 데이터를 적절히 처리하는지 처리 시간을 측정하여 대조군인 관계형 데이터베이스 클러스터와 비교한다.



<그림 1> 전체 시스템 흐름도



<그림 2> 분산 데이터베이스 플랫폼 구조

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재 4.0사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2020-0-01834)

MaaS 플랫폼 구축 현황 및 발전 방향

특별 Session D-8

에스트래픽(주)

J-TaaS 전남 관광 플랫폼 구축 현황 및 발전 방향

이경철

K-MaaS 중계 플랫폼 구축 현황 및 발전 방향

전영하

수도권 MaaS 엔진: 도시철도 연락운임 일일/실시간 정산체계

신성일

국내외 MaaS 정책동향 및 추진방향

이창훈

아세안 스마트 모빌리티 전략 수립

특별 Session D-9

한국교통연구원

한-아세안 교통협력사업 현황 및 전망

김승환

아세안 스마트 모빌리티 전략 수립

김규옥

지하고속도로 사례, 효과 및 정책 개선방안

특별 Session D-10

국토연구원

지하도로 국내 · 외 추진사례 및 시사점
김승훈
지하도로 건설에 따른 환경개선 효과 분석 및 실증
김민준
지하도로 건설사업의 정책효과 분석: 생활여건 개선을 중심으로
황지환
지하도로 사업 추진을 위한 정책 개선방안
이종훈

학부생 세션(Presentation)

특별
Session
D-11

개선된 Social Force Model을 이용한 군중유체화 속 도미노 효과 모델링
이예린
차량 주행 영상 및 인공지능 기반 교통류 안전성 평가지표 추출 및 평가
고동현
Bayesian 네트워크를 기반으로 한 통행 의사결정 구조 분석
임승유
TOPSIS 분석을 활용한 주차수요관리 연계기반 모빌리티 허브 구축
김가현
클러스터링 분석을 적용한 고속도로 화물차전용차로 선정 연구
고수빈
투자평가의 교통사고비용 절감편익 산정 개선 연구 : 인적피해비용의 지역계수 적용에 대한 고찰
김아린
GTX 지하공간 화재발생시 대피로에 따른 차이 분석
신승근

학부생 세션(Poster)

특별
Session
D-11

보행 신호를 고려한 적응형 긴급차량 우선 교통 신호 시스템 구축
홍슬빈
접근이 되는 시간 15분: 동대문구를 시작으로
김정민
도심내 자율주행 차량의 공존
이서빈
지하철 노선 신설에 따른 상업 젠트리피케이션에 관한 연구:인천도시철도 2호선을 중심으로
김건민
서울시 심야시간대 택시 문제 완화를 위한 도심형 DRT 공급 제안
조아라
순환 일관성 생성적 적대 신경망 기반 특수 상황 도로시설물 파손 데이터 불균형 해소 방안
박지원
실외이동로봇 도입을 위한 캠퍼스 환경 구축
이민지
도시데이터 센서를 통한 UAM 동적 회랑망 구축 방안
이주호

과적차량 단속 강화 및 운행허가체계 개선 방안

특별 Session E-1

한국건설기술연구원

비정상 주행속도 프로파일 추정 기술을 이용한 중량계측 불응 단속시스템 개발

김성현

상용차용 온보드 축하중 측정 시스템 개발

구광민

슬래브교를 통과하는 고중량 차량의 내하력 해석

박재균

실계측 장기 데이터를 활용한 중차량 통행시 교량거동 분석 및 평가기법 개발

이정휘

레벨4 자율주행셔틀서비스 기술의 난제

특별 Session E-2

한국전자통신연구원

자율주행AI와 서비스 개발현황

민경욱

초고속 V2X기반 자율협력주행서비스 기술

송유승

악천후/비정형 환경에서 자율주행 전략 결정 기술

안경환

일반도로 자율주행을 위한 다중센서 융합 기술

김진우

초고속 V2X 기반 자율협력주행 서비스 기술 개발

Development of high-speed V2X based autonomous cooperative driving service technology

송유승 (한국전자통신연구원) **이신경** (한국전자통신연구원) **조용우** (한국전자통신연구원) **김주영** (한국전자통신연구원) **민경욱** (한국전자통신연구원)

차량용 통신 기술의 발달로 다양한 C-ITS 기술이 사회 교통문제를 해결하고 운전자의 편의와 안전을 제공하는 서비스가 서울을 비롯한 여러 광역시에 시범 서비스를 통해 보급되고 있으며 계속해서 여러 도시로 확대되고 있다. 본 논문에서는 3GPP Release 14 기반의 C-V2X 통신 기술을 활용하여 차량간 V2V 통신을 통한 자율협력주행 서비스 기술을 개발하고 시연한 결과를 소개한다. SAE J3216 표준에서 제시된 협력주행 분류를 기반으로 시뮬레이션 및 실차 기반으로 다양한 차량간 협력 주행 서비스 기술을 구현하고 검증하였다. 또한 차량간 협력주행을 위한 협력주행 클래스 별 통신 프로토콜을 개발하고 차량간 협력을 위해 통신장치와 통합하여 검증 하였다. 본 서비스 기술 구현을 통해 V2X 통신 기술을 활용한 더욱 진화된 협력주행 기술과 자율주행 기술의 진보된 서비스를 확인할 수 있었으며 혁신적인 교통 시스템의 체계 구축과 발전에 기여할 수 있음을 확인할 수 있었다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 자율주행기술개발 혁신사업의 일환으로 수행하였음. [2021-0-01140, 초고속 V2X 통신기반 자율주행 서비스 기술개발]

도시 여객 및 물류 모빌리티 서비스 고도화 방안

특별 Session E-3

경기연구원

경기도 MaaS 플랫폼 현황 및 추진방향
김병관
차대차 환적을 통한 당일배송시스템 실증 분석
남대식

특별 Session E-5

한양대학교

부산 수요응답형 교통 도입방안 연구

유한솔

하이퍼루프 기반 초고속 교통망 구축 기획 연구 – 하이퍼튜브 인프라 기반기술을 중심으로 –

장지용

수송부문 탄소공간지도 고도화 방안 연구

이승봉



Session A

교통 빅데이터 및 AI(I)

Session

A-1

딥러닝을 활용한 루프 기반 최단 경로 탐색 방법

김정훈, 김근우, 장인권

머신러닝 활용 서울시 스쿨존 어린이 교통사고 심각도 모델 개발

정동훈

생성모델을 활용한 교통 흐름 예측 및 도로 간 영향력 분석

이정은, 김유진, 전정환

Deep Recurrent Q-Learning을 활용한 동적 O-D 행렬 추정

민동규, 함승우, 김동규

머신러닝을 활용한 어린이 보호구역 개선지역 선정 예측모형 연구

홍성민, 김도경

딥러닝을 활용한 루프 기반 최단 경로 탐색 방법

Loopwise Route Representation based Deep Learning for the Shortest Path Problem

김정훈 (한국과학기술원 석사과정)
김근우 (한국과학기술원 연구원)
장인권 (한국과학기술원 부교수)

최단 경로 문제는 n개의 목적지에 서비스를 제공하기 위해, 최소 비용으로 지나는 경로를 계획하는 문제이며, 교통, 물류, 통신 등 다양한 분야에서 활용도가 높은 문제이다. 최단 경로 문제를 해결하는 다양한 연구가 수행되었으며, 주로 노드-링크 표현법의 다익스트라 알고리즘과 해당 알고리즘에서 변형·개선된 알고리즘들을 통해 해결되고 있다. 이러한 알고리즘들은 점진적 탐색 알고리즘으로써, 네트워크 크기가 증가함에 따라 설계 변수의 개수와 계산량이 크게 증가하는 한계점이 있다.

본 연구팀은 이전에 전기회로와 도로교통의 유사성을 기반으로 루프라는 개념을 도입한 “루프 기반 경로 표현법”를 제안한 바 있다. 위 방법은 기존의 노드-링크 표현법보다 적은 설계 변수로 경로 표현이 가능하며 별도의 제한조건 없이 경로의 연결성을 보장할 수 있다. 해당 표현법을 사용하여 최단 경로를 도출할 시 민감도 함수를 기반으로 최적화 과정을 통하여 경로를 도출하였으며, 높은 정확도로 최단 경로를 도출할 수 있었다. 다만 해당 방법은 최적화 과정에서의 많은 반복 수가 요구되기 때문에 계산량이 다소 많으며 이는 개선이 필요하였다.

최적화 과정의 계산량을 감소시키기 위해 본 연구팀은 루프 기반 경로 표현법의 딥러닝 활용 방법을 제안한다. 격자형 네트워크에 설계 변수인 루프로 이루어진 설계 공간은 각각의 루프가 픽셀의 역할을 하는 이미지처럼 보이게 되며 이러한 이미지가 딥러닝 모델의 입력/출력이 된다. 딥러닝 모델은 이미지를 다루기 유리한 CNN 계열 모델을 활용하였으며, 학습을 위한 데이터는 MATLAB을 통하여 생성하였다.

딥러닝을 통하여 도출된 경로는 적은 계산시간으로 최적경로, 혹은 최적에 가까운 경로를 보장하였으며 후처리 방법에 따라 정확성의 추가 개선을 기대한다.

사사: 본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 국토교통지역혁신기술개발사업의 지원으로 수행되었음. (과제번호 RS-2022-00143517, 저탄소 청정 제주를 위한 냉장 전기차량 기반 신선물류 배송체계 구축 기술 개발).

머신러닝 활용 서울시 스쿨존 어린이 교통사고 심각도 모델 개발

Developing Traffic Accident Severity Model for Children in School Zones in Seoul using Machine Learning

정동훈
(도로교통공단, 사고조사연구원)

교통사고는 도시의 주요 사회문제 중 하나로 자리매김하고 있다. 특히 어린이 교통사고는 그 중요성이 더욱 부각되는데, 이는 어린이들의 미숙한 교통안전 인식과 도로 환경의 복잡성이 복합적으로 작용하기 때문이다. 최근 몇 년간, 서울특별시에서는 어린이 교통사고를 줄이기 위해 다양한 정책과 안전시설 개선사업을 지속적으로 추진하고 있다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 어린이 교통사고의 발생은 줄어들지 않고 있는 상황이다. 2018년부터 2021년까지의 서울 스쿨존 교통사고 현황을 살펴보면, 2018년에는 77건, 2019년에는 114건, 2020년에는 65건, 그리고 2021년에는 68건의 사고가 발생하였다. 이는 교통안전 대책의 효과를 직접적으로 반영하는 지표로 볼 수 있으며, 이를 통해 알 수 있는 사실은 어린이 교통사고의 감소 추세가 뚜렷하지 않다는 것이다. 더욱이, 2건 이상의 교통사고나 사망사고가 발생한 스쿨존의 수를 조사한 결과, 2018년에는 8곳, 2019년에는 10곳, 2020년에는 2곳, 그리고 2021년에는 8곳에서 해당 사고가 발생하였다. 이러한 결과는 스쿨존 내에서의 교통사고 위험이 여전히 높은 것을 나타낸다. 따라서 기존의 통계 데이터와 자료만으로는 교통사고의 근본적인 원인을 파악하는 데 한계가 있으므로, 본 연구에서는 경찰 교통사고 실황조사서의 차량과 행동 특성이 포함된 자료를 근거로 서울시 스쿨존 어린이 교통사고의 요인과 심각도 증가 요인에 대해 심층 분석하고자 한다.

이 연구는 민식이법 개정 전인 2017년-2018년 2개년 동안 서울시 스쿨존 내에서 발생한 어린이 사고의 특성을 분석하였다. 먼저 서울시 스쿨존 어린이 교통사고의 기초통계분석을 수행하였고, 요인별 발생건수를 기준으로 분석 수행하였는데, 인적요인은 가해운전자 성별이 남자일 때, 차량요인은 피해자가 보행자일 때, 도로환경은 건조한 노면일 때, 사고요인은 차대사람 횡단중일 때 가장 많은 사고가 발생한 것으로 분석되었다. 머신러닝 분석을 위해 종속변수는 대물피해환산법(EPDO) 1개로 설정하고 독립변수는 총 19개를 선정 후 원핫 인코딩을 수행하였다. 그리고 AI 기반의 지도학습 방법을 사용하여 서울 스쿨존의 어린이 교통사고 심각도 모형을 개발하였고 랜덤 포레스트 회귀 모델이 가장 우수한 성능을 보였다. 또한 하이퍼파라미터 최적화를 통해 모형의 성능을 개선하였다.

이후 서을시 스쿨존 어린이사고 심각도 영향요인 분석을 위해 중요도 분석을 수행하였다. 심각도 요인 분석 결과 서울시 스쿨존 어린이 교통사고에 가장 큰 영향을 미치는 10대 변수로는 사고요인이 60%로 가장 많고, 도로환경요인이 30% 차량요인이 10%인 것으로 분석되었다. 또한 심각도에 가장 영향을 미치는 주요 변수로는 도로형태(단일로, 중요도 0.0512), 가해운전자 차종(승용, 중요도 0.0421), 사고 지점(횡단보도부근, 중요도 0.0358)으로 나타났다. 그리고 요인 별로 심각도에 가장 큰 영향을 미치는 변수 3가지를 도출하였다. 요인별 분석을 통해 어린이 교통사고 심각도에 영향을 주는 주요 원인을 파악하였고, 이를 바탕으로 효과적인 예방 대책을 마련해야 할 필요성을 제시하였다.

생성모델을 활용한 교통 흐름 예측 및 도로 간 영향력 분석

Traffic Forecasting and Traffic Influence Analysis with Generative Model

이정은 (울산과학기술원 석박통합과정)
김유진 (울산과학기술원 석박통합과정)
전정환 (울산과학기술원 교수)

새로운 교통수단과 다원화된 교통 서비스의 배포 및 개선을 위하여 교통량을 추정하고 교통 흐름 양상을 분석하는 것은 필수적이다. 기존의 연구들은 교통 속도의 공간적, 시간적 주기성을 심층학습 모델이 학습하도록 하여 가까운 미래의 교통 속도를 예측하지만, 본 연구에서 제안된 심층학습 모델은 교통 속도 데이터가 도로 네트워크 공간에서 나타내는 분포를 학습한다. 복잡한 도로의 네트워크 구조와 장기간 축적된 교통량 데이터의 분포를 학습하기 위하여 최근에 자연어 처리와 이미지 처리 분야에서 각광받고 있는 생성모델을 이용한다. 본 연구는 두 가지 생성모델을 제안한다. 첫 번째는 확률적 생성모델이고 두 번째는 비확률적 생성모델이다. 확률적 생성모델은 Graph Convolution Networks (GCN)을 통해 도로 네트워크 정보와 교통 속도 데이터를 더 낮은 차원의 공간에 표현한다. 고차원의 데이터를 낮은 차원의 공간에 표현함으로써 도로 네트워크 정보를 포함한 속도 데이터의 분포를 추정할 수 있다. 본 연구에서는 도로 네트워크 공간에서 교통 속도 분포가 다변수 가우시안 분포의 형태와 유사할 것이라고 가정한다. 그래서 확률적 생성모델은 다변수 가우시안 분포를 정의하는 평균과 표준편차를 학습하고 새롭게 정의된 가우시안 분포의 랜덤 변수를 내적 곱하여 각 도로 지점 간 상관관계 및 영향력을 추정한다. 비확률적 생성모델은 속도 데이터 분포를 특정 분포로 가정하지 않고 GCN을 이용한 매니폴드 학습을 통해 저 차원의 공간에 표현한다. 저 차원의 공간에 표현된 속도 데이터는 내적 곱을 통해 각 도로 지점 간 영향력을 추정한다. 제안된 두 가지의 생성모델은 가장 최신 (state-of-the-art)의 모델인 spatio-temporal graph mixformer (STGM)의 estimator에 결합되어 기존 모델에 비해 향상된 성능을 보인다.

본 연구에서는 많은 교통 속도 예측 모델에서 쓰이는 PEMSD7M 데이터를 사용하였으며, PEMSD7M 데이터는 캘리포니아 지역의 228개의 속도 센서가 5분 간격으로 두 달간 측정한 차량들의 평균 속도 데이터가 기록되어 있다. PEMSD7M 교통 속도 데이터를 이용하여 1시간의 교통량을 이용해 이후 1시간의 속도를 예측한 결과와 30간의 교통량을 이용해 이후 30분간의 속도를 예측한 결과를 비교한다. 또한, root-mean-squre-error (RMSE)와 mean absolute error (MAE) 두 가지의 성능지표를 이용하여 본 연구에서 제안된 모델의 성능을 분석한다. 60분간의 속도 예측보다 30분간의 속도 예측이 더 높은 정확도를 가지며 비확률적 추정 모델이 기존 모델 (STGM)과 확률적 추정 모델에 비해 더 낮은 RMSE와 MAE을 갖는다. 도로의 한 지점에서 다른 지점으로 교통 정체 및 흐름이 퍼져나가는 양상은 평균 0.33 MAE를 가지며 추정한다.

Acknowledgments: This work was supported by the Green Venture R&D Program (No. S3236472) funded by the Ministry of SMEs and Startups(MSS, Korea).

Deep Recurrent Q-Learning을 활용한 동적 O-D 행렬 추정

Dynamic Origin-Destination Matrices Estimation Using Deep Recurrent Q-Learning

민동규
(서울대학교 건설환경공학부 석박사통합과정)

함승우
(서울대학교 건설환경종합연구소 박사후연구원)

김동규
(서울대학교 건설환경공학부 교수)

오늘날 교통혼잡과 같은 도시문제를 해결하고자 하는 지속적인 사회적·학술적 관심이 지속됨에 따라, 출발지-목적지(Origin-Destination, O-D) 행렬에 기반한 교통 수요를 이해하고자 하는 노력이 계속되고 있다. 특히 최근에는 센서 기술 및 정보통신기술의 발달로 교통 데이터 집계 기술이 발전하면서 데이터의 시공간적 해상도가 증가하는 실정이다. 이에 따라 전통적인 가구 통행 실태조사와 같은 설문조사 기법과 수학적 모형에 기반한 O-D 행렬 추정기법은 분 단위로 집계되는 실제 교통 데이터를 설명하는 데 어려움이 있다. 이러한 흐름 속에서 개별 차량 단위로 O-D 행렬이 네트워크 상의 실제 검지기 데이터에 미치는 영향을 반영할 수 있는 시뮬레이션 기반 O-D 행렬 추정기법이 주류로 성장하였다. 한편, O-D 행렬과 검지기 데이터 사이에는 확률적, 고차원적, 시간 종속적 특성이 존재하는데, 이 중에서도 특히 시간 종속적 특성으로 하여금 잔존 교통류의 시간대 간 전이(transition) 등 세밀한 데이터의 재현에 한계가 발생하는 것으로 알려져 있다. 오늘날 시뮬레이션 기반 O-D 행렬 추정기법도 이러한 어려움을 대부분 극복하지 못한다. 일부 선행 연구는 O-D를 추정하기 위해 현재의 시간 단계(timestep)만 고려하여 작동하며, 현재 및 미래 네트워크에 잔존하는 차량을 고려하지 못한다. 이에 따라 본 연구는 교통 데이터의 시간 종속성 해결을 위해 심층 강화학습 방법론을 적용하여 동적 O-D 행렬 추정을 수행하고자 한다.

본 연구는 동적 O-D 행렬 추정 문제를 순차적 의사결정 문제로 해석하고, 마르코프 결정 과정(Markov Decision Process)으로 공식화한다. 상태(state)에는 다음 시간 단계에서 재현해야 할 검지기 데이터(CCTV Volume)와 현재 네트워크의 링크별 잔존 차량 수가 1차원 벡터화되어 입력된다. 행동(action)은 O-D 행렬 그 자체로서 51개의 O-D 쌍 각각에 대해 1에서 200 사이의 정수값을 10단위로 추정하여 산출된다. 보상(Reward)은 실제 검지기 데이터와 시뮬레이션을 통해 출력된 가상 검지기 데이터의 차이를 RMSE로 계산한다. 궁극적으로 재현하고자 하는 검지기 데이터는 5분 단위로 구성되어 있으며, 에이전트는 총 30분에 대한 6개 스텝(step)으로 구성된 하나의 에피소드(episode)에서 총 보상을 최대화하는 방향으로 학습된다. 채택된 알고리즘은 Deep Recurrent Q-Learning이며, 동적 O-D 행렬 추정에 적합하도록 기존 Deep Q-Network를 활용한 방법론을 적절하게 수정하였다. 교통 데이터 간 강력한 시간적 상관성을 반영할 수 있도록 순환 신경망의 일종인 LSTM에 기반한 Q-Learning이 채택되었으며, Episode memory를 활용한 gradient descent backpropagation이 적용되었다. 연구 결과, Episode가 진행됨에 따라 Q-value와 Expected Q-value 사이의 MSE Loss는 지속적으로 감소하였음을 확인할 수 있었으며, 1,000번의 학습 끝에 평균 RMSE는 20 수준으로, 분당 차로별 4대 정도의 오차를 나타냈다.

본 연구는 교통 데이터의 시간 종속성을 반영하여 동적 O-D 행렬 추정 문제를 강화학습으로 해결하고자 하였으며, 특히 순환 신경망을 사용하여 교통류의 Transition을 모사함으로써 데이터의 시간 종속적 측면에서 효과적인 분 단위 O-D 추정이 가능한 방법론을 제안한다. 이는 기존의 시뮬레이션 및 최적화 기반 방법론의 단점을 보완할 수 있는 새로운 접근 방법이라는 점에서 의의가 있다. 다만, Training loss는 지속적으로 감소하며 수렴하고 있는 반면, 보상의 경우 비교적 불안정한 모습을 보인다는 점에서 알고리즘 대안에 대한 검토가 필요하다.

사사: 이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었음. 또한 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2022R1A2C2012835)

머신러닝을 활용한 어린이 보호구역 개선지역 선정 예측모형 연구

Research on prediction model for selecting improvement areas for children's protection zones using machine learning

홍성민
(서울시립대학교, 학부과정)

김도경
(서울시립대학교,
교통공학과·도시빅데이터융합학과 겸용교수)

어린이 보호구역 내 교통사고는 매년 증가하고 있다. 경찰청에서 제출받은 자료에 따르면 최근 3년간 전국 어린이 보호구역 내 사고는 2020년 483건, 2021년 523건, 2022년 514건이었다. 현재 여러 정책들이 시행중이지만 효과적으로 개선을 못하고 있는 실정에서 본 연구는 어린이 보호구역 사고 데이터를 활용하여 사고에 취약한 지역을 선정하고 효과적인 사고예방 시설물을 제안하고자 한다. 본 연구는 2023년 보호구역 사고데이터 자료를 바탕으로 진행한다. 방법론으로는 국토교통부의 "교통사고에 안전한 국토 구현"의 PSI지수에서 착안하였다. PSI지수란 실제 사고건수와 예측된 사고건수를 비교하여 이 차이를 잠재적 개선도의 크기로 해석한다. PSI지수가 양수일 경우, 실제 사고건수가 예측치보다 더 많으므로 잠재적 안전개선효과가 크다고 해석이 가능하다.

머신러닝을 사용하여 예측치를 도출하기위해, 데이터 정제과정이 필요하다. 수치형 자료와 범주형 자료를 구분하여 범주형 자료를 수치형 자료로 변형 해주기 위해 One-Hot Encoding을 시행한다. 본 자료는 매우 편향된 자료이므로 왜도의 절댓값이 2가 넘는 열에 한해서 로그 변환을 통하여 정규분포에 근사하게끔 조정한다. 머신러닝 회귀모형으로 선형 모형과 트리 모형을 조합하였으며, 교차검증을 통하여 최적의 모형을 선정한다. 본 데이터에서는 Ridge 모형의 성능이 제일 뛰어났으며, Ridge 모형의 예측값과 실제 사고건수의 차이를 통해 PSI 값을 산출한다. 이 때 PSI값을 내림차순하여 상위 5곳의 잠재적 안전개선도가 큰 어린이 보호구역을 나열하면, 1위로는 숭례초등학교 앞 보호구역이 PSI 값 10.28로 가장 높게 측정되었다. 그 다음으로는 서울서초초등학교, 대림초등학교, 흑석초등학교, 숭미초등학교 순이었으며 이들의 PSI값은 각각 6.82, 6.46, 6.38, 5.33 으로 잠재적 안전개선도가 높게 측정되었다. 안전시설물로는 모델의 가중치를 바탕으로 선정하였으며 CCTV, 보호구역 해제표시, 방호울타리 순으로 영향력이 큰 것으로 나타났다.

보호구역의 개선 중요성은 나날이 높아져 가고 있으며, 본 연구를 통해 새로운 방법론으로 보호구역의 개선방안을 도출한다면 추후의 사고를 예방하고 각 구역별 필요한 안전시설물들을 수치를 기반으로 제안할 수 있을 것이라 기대된다. 또한 어린이 보호에 대한 미래 정책 및 안전 조치를 지원하고, 어린이 보호구역 뿐만 아니라 장애인, 노인 보호구역으로 대상을 확대하여 여러 안전정책들을 제안할 수 있을 것이라 기대된다.

교통 빅데이터 및 AI(II)

Session
A-2

트랜스포머와 CNN을 융합한 균열 분할 검출에 관한 연구
문지환, 김유환, 김원열
GPS 기반 이동수단 분류를 위한 머신러닝과 규칙기반 모델 비교
최승우, 김진철
뉴럴 프로세스를 활용한 도로 표지판 이미지 복원 기법 연구
김지현, 정성연, 이석채, 김효대, 권장우
Attention기반 Small Object Detection에 관한 연구
김민서, 성주현
YOLO 기반의 차량 가속도 및 차간(차두)간격 산출방법
길정원, 채준병, 권재경, 황재성, 이철기

트랜스포머와 CNN을 융합한 균열 분할 검출에 관한 연구

A Study on Crack Segmentation Detection using a Fusion of Transformer and CNN

문지환 (조선대학교, 학부과정)
김유환 (조선대학교, 학부과정)
김원열 (조선대학교, 조교수)

균열은 재료나 구조물 표면에서 주로 생기는 작은 틈이나 파손된 부분을 의미한다. 이러한 미세한 균열은 재료나 구조물의 내구성과 기능 그리고 안전 요소에 중대한 영향을 줄 수 있기 때문에 조기에 발견하고 조치하는 것이 매우 중요하다. 균열 분할 검출은 구조물 진단에서 손상 진단의 정밀도를 높이는 핵심 요소이며, 공공 안전 보장하고 인프라를 안정적으로 지속시키기 위한 적절한 대응이 가능하기 때문에 활발히 연구되고 있는 기술이다. 딥러닝 기술이 발전함에 따라 균열 분할 기술에도 도입되어 지속적으로 발전하고 있다.

최근 딥러닝 기술 중 Convolutional Neural Network(CNN)과 Transformer 두 개의 기술을 활용한 검출 기법이 주목받고 있다. CNN은 지역적인 특성을 효과적으로 인식하며 파라미터 효율성을 가지고, Transformer는 긴 범위의 의존성을 잘 처리하고 병렬 처리에 최적화되어 있는 장점이 있다. 하지만, CNN은 긴 범위의 의존성을 잘 처리하지 못하며, Transformer는 학습에 많은 데이터와 연산량이 필요하다. 즉, 균열 분할 검출 분야에서는 이미지 분류 분야보다 훈련 데이터 수가 부족하므로 이를 개선할 수 있는 방안이 필수적이다. 따라서, 본 연구에서는 균열 분할 도메인에 적합한 딥러닝 모델 설계하기 위해 지역적인 특성 추출이 가능한 얕은 CNN과 장거리 의존성에 강한 Transformer의 장점을 통합하는 접근법을 제안한다. 제안된 접근법은 Inductive Bias를 향상 시킬 수 있도록 원시 이미지에서 Patch Partition 기법 대신 얕은 CNN 층을 활용하여 Transformer의 입력으로 사용한다. 테스트 결과 이 방법은 향상된 일반화 능력을 보여주었으며, 기존 방법들보다 더욱 빠르게 수렴하고, 더 높은 정확도와 F1 점수를 개선하였다.

사사: 본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

GPS 기반 이동수단 분류를 위한 머신러닝과 규칙기반 모델 비교

Comparison of Machine Learning and Rule-based Model for GPS-based Mobility Mode Classification

최승우
(세종대학교, 연구교수)

김진철
(세종대학교, 산학협력중점교수)

사용자가 이동한 궤적(Trajectory)에 대한 이동 수단(Mobility Mode) 정보는 이동 패턴 분석, 목적지 분석, 관광, 교통 및환경정책 수립 등 다양한 분야에 사용될 수 있는 가능성이 있는 유용한 정보이다. 그러나 모바일 기기 등을 통해 위치정보를 수집할 수 있는 환경은 충분히 마련되었으나 사용자가 직접 이동수단을 알려주지는 않기 때문에, 이동 수단을 파악하기 위해 GPS 궤적 데이터로부터 계산된 거리, 시간, 속도 등 Feature를 머신러닝 또는 딥러닝 알고리즘으로 학습하여 분류하는 방법들이 제안되어 왔다. 반면 규칙기반 알고리즘은 인공지능 기술이 발전하기 전부터 전통적으로 활용되어온 방식으로 이동수단마다 규칙을 정의해야 하기 때문에 모델이 유연하지 못하고 구현이 복잡한 단점은 있으나, GPS 궤적 정보만으로 얻기 어려운 이동 수단의 세부적인 특성을 반영하여 분류할 수 있는 차별점이 있다. 따라서 본 연구에서는 자동차-지하철 두 가지 이동 수단을 분류하기 위해 GPS 기반의 머신러닝 모델과 이동 수단의 특성을 함께 반영한 규칙기반 모델을 각각 개발하여 분류 결과를 테스트하고, 각각의 모델을 적용할 때의 고려사항에 대한 시사점을 도출하였다.

본 연구에서 활용한 데이터는 Geolife 데이터셋과 Wedrive 데이터셋으로, Geolife는 Microsoft사가 중국 지역을 중심으로 수집하여 개방 중인 데이터셋으로 데이터 규모가 상대적으로 크기 때문에 머신러닝 학습 데이터로 사용하였다. Wedrive 데이터셋은 국내 기업인 위드라이브의 모바일 앱 사용자의 GPS 궤적 정보를 수집한 데이터셋으로, 인천지역을 중심으로 수집되었으며 머신러닝 모델 및 규칙기반 모델의 성능을 비교하기 위한 테스트 데이터로 사용하였다.

머신러닝 모델 학습을 위해 사용된 Feature는 선행연구들에서 활용된 궤적의 이동 거리, 속도, 가속도, 가가속도에 대한 통계량 등 총 32개이며, 활용 알고리즘은 Decision Tree를 비롯하여 앙상블 알고리즘 4종(Gradient Boosting, Bagging, Random Forest, LightGBM)을 선정하여 학습하였다. 머신러닝 모델의 검증 데이터 대상 성능은 92%~96% 수준으로 나타났으나, Geolife 데이터가 아닌 Wedrive 테스트 데이터를 대상으로 예측한 결과 정확도가 70%대 수준으로 하락하였다. 이는 같은 이동수단이더라도 두 데이터셋의 통계적 특성이 상이하기 때문인 것으로 파악되며, 따라서 머신러닝 모델을 적용할 때 분류 성능은 데이터를 수집한 국가, 도시 등 지역적 특성에 영향을 받을 가능성이 존재한다고 볼 수 있다.

규칙기반 알고리즘에서는 정해진 역에서만 정차하고 정해진 철도를 따라서만 이동하는 지하철의 이동 특성 3가지를 도출하고, 이를 바탕으로 두 가지 지하철 궤적을 판단하는 규칙과 더불어 규칙에 입력될 데이터를 필터링하는 두 가지 케이스를 정의하여, 각각의 입력 데이터와 서로 다른 규칙을 교차 적용하여 모델의 성능을 테스트하였다. 테스트 결과 90%대의 정확도를 기록하여 머신러닝 알고리즘보다 향상된 결과를 얻었으며, 이는 학습할 데이터가 충분하지 않을 때 특히 유용성이 있음을 알 수 있다. 또한 두 가지 규칙은 계산의 판정하는 조건이나 복잡도가 차이가 있으나, 이번 연구에서는 복잡한 규칙보다 상대적으로 단순한 규칙이 더 성능이 높게 도출되었는데, 그 중 하나의 요인으로 복잡한 규칙이 GPS 포인트의 좌표 오류에 더 민감하게 반응하는 경향이 있기 때문인 것으로 파악되었다.

이상의 GPS 포인트 기반의 머신러닝 모델과 교통수단 특성 정보를 활용한 규칙기반 모델을 개발 및 적용할 때의 유의점을 확인하였으며, 두 가지 모델을 절충하여 활용할 때 더 정확하게 이동 수단을 분류할 수 있을 것으로 기대된다.

뉴럴 프로세스를 활용한 도로 표지판 이미지 복원 기법 연구

A Study on Traffic Sign Image Inpainting based Neural Process Model

김지현	정성연	이석채	김효대	권장우
(인하대학교 전기컴퓨터공학과)	(인하대학교 전기컴퓨터공학과)	(인하대학교 전기컴퓨터공학과)	(인하대학교 컴퓨터공학과)	(인하대학교 컴퓨터공학과)

이미지 데이터 기반의 딥러닝 연구가 고도화되면서 비약적인 성능을 기록하고 있지만 아직 데이터 일부가 가려진 폐색(occluded) 이미지에 대해서는 기존 모델의 성능을 따라가지 못하고 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 추가적으로 라벨링된 대량의 폐색 이미지 데이터셋을 활용하여 딥러닝 모델을 학습시켜 폐색 이미지에 대한 추론 성능을 올리는 방식을 취하고 있다. 하지만 레이블링된 데이터셋을 구축하는 것은 많은 시간과 비용이 들기 때문에 성능 향상의 한계가 존재한다.

따라서, 이러한 데이터 부족의 영향을 줄이기 위해 뉴럴 프로세스를 폐색 이미지를 복원하는 기법을 제안한다.

본 연구에서는 가우시안 프로세스와 신경망의 특징을 결합한 뉴럴 프로세스 모델을 활용한 폐색 이미지 복원 기법의 성능에 관한 연구를 수행하였다. 학습 과정에서는 실제 도로에서 수집된 도로 교통 표지판의 이미지 데이터셋을 활용해 랜덤으로 노이즈를 부여해 이미지의 일부를 폐색시킨 데이터를 뉴럴 프로세스 모델의 입력으로 사용하였다. 이후 뉴럴 프로세스 모델에서 복원된 이미지와 폐색되지 않은 원본 이미지를 비교해 뉴럴 프로세스 모델을 학습시킨다. 최종적으로 학습이 완료되면 라벨링이 되어있지 않은 소량의 데이터셋을 통해 뉴럴 프로세스 모델을 생성하고 폐색 이미지 입력에 따른 원본 이미지 복원 작업이 가능하게 된다.

이를 토대로 뉴럴 프로세스 모델에 학습을 진행한 뒤 복원 성능을 평가한 결과 노이즈 50% 이하(전체 이미지 대비 50% 폐색)로 폐색된 이미지 데이터들의 원본 대비 JS Divergence 값은 약 2.30e-9 이하의 낮은 값으로 나타내며, 원본 이미지를 성공적으로 복원하였다. 이는 뉴럴 프로세스를 활용해 복원된 이미지가 원본 이미지의 데이터 분포가 유사함을 나타내며 추후 뉴럴 프로세스를 활용한 이미지 복원 작업을 다른 비전 태스크와 결합해 결합한 딥러닝 모델의 추론 성능 향상을 이끌어 줄 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 2023년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음. (No. 2022-0-01127)

Attention기반 Small Object Detection에 관한 연구

A study on Small Object Detection based Attention

김민서
(한국해양대학교 해사인공지능·보안학과)

성주현
(한국해양대학교 해사인공지능 보안학부 &
해양인공지능 융합전공)

컴퓨터 비전(computer vision)분야의 객체인식 기술은 최근 객체인식 자체의 성능 향상과 여러 모델의 결합 등 기술이 고도화 되고 있다. 그러나 이미지 내 객체의 크기가 작은 경우에는 그 객체에 대해 얻을 수 있는 정보의 절대적인 양이 적고, 적은 범위 내부 정보가 특징(feature)을 추출하는 과정에서 왜곡이 발생하여 오히려 특징이 흐려지는 등 객체에서 얻을 수 있는 정보가 적거나 왜곡되어 저하되는 검출 성능을 개선하기 위해 기존 객체 인식 모델에 attention 기법[1]을 적용하여 작은 객체에 대한 정보를 더 집중적으로 추출하여 검출 성능을 높이고자한다. 객체의 검출 성능을 분석하기 위해 객체의 검출 성능을 기존 객체 인식 모델과 attention 기법[1]을 적용한 객체 인식 모델의 성능을 비교·분석한다. 특히 객체의 크기를 크게 세 가지(small, medium, large)로 분류[2]하고 모두 학습하여 모델 별로 각 크기군의 객체의 검출 성능을 비교한다.

사사: 본 연구는 2021년도 정부(과학기술정통부)의 재원으로 한국연구재단의 이공분야 기초연구사업(NRF-2021R1F1A1062217) 연구비의 지원을 받아 수행되었습니다.

YOLO 기반의 차량 가속도 및 차간(차두)간격 산출방법

YOLO-based vehicle acceleration and vehicle gap calculation method

길정원 (아주대 DNA 플러스융합학과 석사과정)

채준병 (아주대 DNA 플러스융합학과 석사과정)

권재경 (아주대 교통공학과 박사과정)

황재성 (아주대학교 교통연구센터 연구원)

이철기 (아주대학교 교통시스템공학과 교수)

4차 산업혁명으로 정보통신(ICT), SW, 빅데이터, 인공지능(AI) 기술은 계속하여 발전하고 있다. 이러한 기술들이 융합하여 디지털트윈 기술이 교통분야에 널리 확산되고 있다. 디지털트윈은 도로를 운행하는 객체인 차량들을 하나하나 모사하여 실시간 모니터링과 더불어 혼잡관리와 돌발대응 등 도로운영 전략을 분석 및 예측할 수 있는 장점으로 미래 기술로 각광받고 있다.

교통 디지털트윈을 구현하기 위해서는 차량의 행태를 파악해야하는 과정이 선행되어야 한다. 전통적으로 Carfollowing Model, Lane Change Model을 적용하여 차량의 행태를 구현하고 있으며, 최근 IDM(Intelligent Driver Model), FVD(Full Velocity Difference)와 MOBIL(Minimizing Overall Braking Induced by Lane change), LMRS(Lane change Model with Relaxation and Synchronization) 등이 사용되고 있다. 상기의 모델들의 공통점으로는 모두 가속도 기반의 모델이라는 점이다. 차량의 주행행태를 결정하는데 가속도가 주요 변수로 사용되며, 차간간격(headway) 또한 주요한 변수로 사용되고 있다. 따라서, 차량행태를 분석하기 위해서는 차량의 가속도와 차간간격의 측정이 필요하다.

현재 개발된 차량행태 모형들은 해외에서 연구된 모델들로 우리나라 도로특성과 운전자 습관을 반영하지 않아 분석가의 주관적으로 calibration, validation을 거쳐 정산을 수행하기 때문에 정확한 행태모델이 적용된다고 볼 수 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 객체인식 기술을 활용하여 차량의 가속도와 차간(차두)간격 산출 방법을 제시한다.

가장 널리 사용되고 있는 YOLO 기술을 기반으로 차량의 가속도와 차간간격을 측정하는 방법을 연구하였다. 가속도와 차간간격을 측정하기 위해서는 영상의 거리를 매핑시키는 방법이 필요한데, 이는 m 단위로 포인트를 지정하여 지정된 선을 통과할 시 위치를 측정하는 방법과 OpenCV 라이브러리를 통해 좌표를 추출하여 위치를 측정하는 방법을 비교하였다. 또한, YOLO의 경우 객체를 Box 형태로 출력하기 때문에 낮은 각도의 영상에서는 객체의 Box가 중복되어 분석에 한계가 발생한다. 이에 가속도와 차간거리를 측정하기 위해 다양한 각도에서의 검지율에 따른 검지거리를 분석하여 카메라 각도에 대한 분석으로 설치 위치에 따른 측정 임계거리를 분석하였다.

본 연구를 통해 우리나라 다양한 도로환경의 차량 행태를 분석하여 디지털 트윈 뿐만 아니라 자율주행차량의 안전한 운행을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

사사: 이 논문은 2022년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021C28S01000, 자율주행 혼재 시 도로교통 통합관제시스템 및 운영기술 개발)

교통 빅데이터 및 AI(Ⅲ)

Session

A-3

모바일 통신데이터와 가구통행실태조사 자료의 통행패턴 비교분석 연구

이해선, 원민수

데이터 기반의 고속도로 OD별 화물 수송실적 산정 시스템 개발 연구

이호원, 홍정열, 최윤혁

보험회사 손실액에 대한 영향요인 분석

이희준, 박호철

교통분석용 네트워크의 센트로이드 커넥터 구축 기준 개선에 관한 문헌 고찰

이상규, 김희조, 김동호, 박동주

대기환경 오염물질 예측 및 지역 위험도 분류를 통한 탄력적 정책수립 및 지원방안 제안

정정호, 천승훈, 이숭봉, 전희진, 김진재

교통사고 데이터 불균형 해소를 위한 도로 특성에 따른 데이터 증강

김은정, 정다운, 김동규

모바일 통신데이터와 가구통행실태조사 자료의 통행패턴 비교분석 연구

A Study Comparing Travel Pattern Differences between Mobile Phone Data and a National Household Survey in South Korea

이해선
(한국교통연구원 연구원)

원민수
(한국교통연구원 부연구위원)

교통 분야에서 모바일 통신데이터의 효용성이 확인되면서, 모바일 통신데이터를 교통 수요를 확인하는 데 조사자료의 보완 자료로 활용하거나, 대체하여 사용하려는 시도가 점차 늘고 있다. 그러나 실제 SKT, KT, LG U+ 3사 통신사에서 구축한 모바일 통신데이터와 가구통행실태조사 결과를 비교해보면, 시도 단위의 큰 공간적 집계 단위에서는 기존 가구통행실태조사와 결과가 유사하게 나타나지만, 하위 레벨의 공간 단위로 내려갈수록 조금씩 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 또한 통신사별로도 결과가 다른 것을 확인할 수 있는데, 이는 통신사별 기지국 설치 현황, 전파 송·수신 세기 등의 차이로 원시데이터에도 차이가 존재할 뿐만 아니라, 데이터를 가공하는 과정에서 적용된 알고리즘이 통신사별로 달라서 나타나는 결과이다. 따라서 모바일 통신데이터를 교통 수요 분석의 기반 자료로 활용하기 위해서는 모바일 통신데이터가 실제 통행을 얼마나 정확하게 반영하고 있는가를 사전에 검토할 필요가 있다. 특히 주로 활용되는 가구통행실태조사 자료와 비교하였을 때 어떤 특성에서 차이를 갖는지 파악할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 데이터마이닝의 분류기법인 의사결정나무분석을 활용하여 모바일 통신데이터가 가구통행실태조사 결과와 차이가 발생하는 요인이 무엇인지 확인하고자 하였다. 시도 단위에서는 이들의 차이가 크게 나타나지 않으므로 비교적 차이가 나타나기 시작하는 시군구 단위로 분석 단위를 설정하였고, 기점과 종점의 영향을 함께 고려하기 위해 기종점 통행량을 대상으로 분석하였다. 모바일 통신데이터는 가공 알고리즘을 알고 있는 KT 통신사의 모바일 통신데이터를 활용하였으며, 가구통행실태조사는 모바일 통신데이터가 결과 산출에 활용되지 않은 2019년 자료를 선택하였다.

이를 기반으로 모바일 통신데이터와 가구통행실태조사의 통행량에 대한 절대오차값을 종속변수로, 통행에 영향을 줄 수 있는 인구, 종사자수, 학생수 등의 다양한 사회경제지표와 더불어 기종점간의 통행거리 그리고 모바일 통신데이터 결과에 영향을 줄 수 있는 기지국 수를 독립변수로 설정하여 의사결정나무분석을 수행하였다. 또한 의사결정나무분석에 활용되는 여러 알고리즘 중에서는 부모 노드로부터 자식 노드로 분리할 때 항상 2개로 분리되어 해석이 편하다는 장점을 가진 CART(Classification And Regression Trees) 방법을 활용하였다. 분석 결과, 통행거리, 출발지의 생산인구수(15~64세 인구), 출발지의 학생수, 출발지 면적이 가구통행실태조사 결과와 차이를 보이는 구간에 영향을 주는 요인으로 나타났으며, 이 중에서도 통행거리가 가장 큰 영향을 미치는 변수로 나타났다. 최종 노드가 목표변수를 설명하는 결정계수는 0.7474였으며, 구축한 의사결정나무로 예측한 값과 실제 관측값의 평균제곱오차(MSE)는 11521488, 평균절대오차(MAE)는 552.25로 나타났다.

추가적으로 입력하는 독립변수에 따라 결과는 차이가 있을 수 있지만, 본 연구를 통해 추후 모바일 통신데이터로부터 산출된 통행량을 활용할 때 유의해야 하는 구간의 특성에 대해 대략적으로 확인할 수 있었다. 본 연구가 향후 모바일 통신데이터를 가구통행실태조사와 유사한 값으로 보정하여 사용할 때 보정계수 산출의 근거자료로 활용되기를 기대해본다.

사사: 본 연구는 국토교통부의 2023년 국가교통조사 및 분석 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

데이터 기반의 고속도로 OD별 화물 수송실적 산정 시스템 개발 연구

A Study on the Development of a System
for Calculating Cargo Performance by Highway OD Based on Data

이호원 (계명대학교, 석사과정)
홍정열 (계명대학교, 조교수)
최윤혁 (한국도로공사, 수석연구원)

도로업무편람(2019)에 따르면 우리나라 전체 화물 수송실적 중 약 80%가 도로를 통해 이동되고 있다. 이것은 통하여 화물 수송에 있어서 도로가 중추적인 역할을 담당하고 있다는 것을 시사한다. 화물 수송실적은 공로 전체에 대하여 구축하고 있으나, 고속도로, 국도, 지방도 등의 도로 등급별로는 각각의 화물 수송실적이 제공되고 있지 않다. 도로 등급별로 화물수송실적 데이터를 분석할 수 있다면 특정 도로 및 OD간의 수송실적 현황, 사고분석, 화물수송 전략 수립 등 다양한 정책에 적용가능할 것이다. 그러나, 현재 국내 도로의 화물수송실적을 산정하기 위해서는 화물 통행 데이터 수집을 위한 설문조사를 수행하기 때문에 조사에 필요한 인력, 장기간의 조사시간, 유효한 샘플의 확보 등 다양한 문제점이 발생하고 있다. 따라서 본 연구는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 TCS, DSRC, WIM 데이터 등의 빅데이터를 이용하여 고도화된 분석체계 및 알고리즘을 구축하고, 고속도로 화물 수송실적 산정 방법론 및 2021년 기준의 빅데이터를 이용한 고속도로 화물 수송실적을 제시하고자 한다. 본 연구의 고속도로 화물 수송실적 구축 단계는 크게 4단계로 분류할 수 있다. 첫 번째로 TCS 및 HI-PASS 데이터를 이용하여 고속도로 영업소별 통행량을 구축하였다. 올바른 보다 정확하고 신뢰성 있는 통행실적을 산정하기 위해 본 연구에서는 단순히 TCS 및 HI-PASS 데이터를 영업소별로 구축한 것이 아닌 데이터 가공 및 끊어진 통행을 연결하는 작업을 실행하였다. 끊어진 통행이란 차량이 출발지에서 목적지까지 주행할 때, 고속도로만 이용한 것이 아닌 국도나 지방도 등 다른 도로를 주행하여 실제 차량의 통행 OD가 분할된 경우를 말한다. 이러한 경우, 시간과 거리를 고려한 통행연결 알고리즘의 적용을 통하여 고도화된 고속도로 영업소별 통행량 데이터를 구축하였다. 두 번째로 DSRC 데이터를 이용하여 영업소별 실제 주행거리 데이터를 구축하였다. DSRC 데이터는 고속도로에 약 2km 간격으로 설치된 RSE 기기와 차량의 HI-PASS 단말기가 교신하여 차량의 위치가 누적되는 형태의 데이터이며 수집된 차량의 궤적정보를 연결하여 차량의 실제 주행거리를 추출하였다. DSRC를 이용한 주행거리가 매칭에 실패한 표본의 경우, 한국도로공사에서 제공한 영업소별 최단 거리로 대체하였다. 세 번째로 WIM 데이터를 이용하여 화물차 차종별 적재량을 산출하였다. WIM 데이터는 고속 축중기와 저속 축중기로 나뉘며 화물차가 축중기 위를 지나칠 때, 그 무게 측정하고 기록하는 기기이다. 이 데이터를 이용하여 차종별 화물차 적재 원단위를 산출하였으며, 이는 기존에 설문조사를 통해 구축한 원단위와 다르게 실측치를 이용하여 구축했다는 점에서 차별성이 있다. 마지막으로 구축된 영업소별 통행량과 DSRC를 이용한 실제 주행거리를 이용하여 고속도로 통행실적을 구축하였고 구축된 통행실적에 차종별 화물차 원단위를 적용하여 165,129,768,531(톤·km/년)의 고속도로 수송실적을 산출하였다. 본 연구가 지닌 한계성은 통행실적을 구축할 때 이용한 DSRC 데이터에 있다. 기기 결함 등의 문제로 인해 누락된 데이터의 표본 수가 고속도로 영업소별 통행량과의 매칭률을 감소시켜 매칭되지 않은 거리에 대해 부득이하게 영업소별 최단거리를 적용하였다. 향후 DSRC 기계 결함이 감소되고 데이터의 정확도가 높아진다면 전국 고속도로 영업소별 실제 차량 주행거리를 알 수 있으며, 더욱 정확한 고속도로 화물수송실적을 산출할 수 있을 것으로 기대한다.

사사: 본 연구는 한국도로공사 도로교통연구원에서 지원한 “고속도로 수송 경쟁력 분석체계 구축 및 사례분석 연구” 연구과제의 일환으로 수행하였습니다.

보험회사 손실액에 대한 영향요인 분석

Analysis of Factors Affecting Insurance Company Losses

이희준
(명지대학교 교통공학과, 학사과정)

박호철
(명지대학교 교통공학과, 부교수)

최근 보험산업의 계속되는 디지털 전환(Digital Transformation) 속에서 보험회사가 축적한 데이터를 이용하여 정보통신기술을 포함한 다양한 기술과 플랫폼 구축 및 활용의 중요성이 높아졌다. 이러한 흐름에 맞춰 보험분야 중 하나인 '언더라이팅(underwriting)' 역시 머신러닝 기반의 모델을 통해 피보험자의 위험군을 자동으로 분류(Classification)할 수 있는 모델을 개발하고 이를 실무에 점차 확대할 계획에 있다. 언더라이팅이란 보험사가 보험 가입 희망자의 계약 승인 여부를 결정하는 최종 의사결정을 의미한다. 현재 보험산업에서는 해당 업무를 언더라이터 즉 계약심사업무 담당자에 의해 진행이 되고 있는 상황이다. 하지만 디지털전환 흐름에 맞춰 계약심사업무 담당자에 의해 진행되었던 언더라이팅 과정을 AI기반 자동심사 과정으로 변환함으로써 심사기일을 단축시키고 업무의 효율성을 증대시키고자 한다.

언더라이팅 자동심사를 위해서는 모델의 기반이 될 보험데이터의 특성에 대한 분석이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 보험데이터를 기반으로 언더라이팅 자동심사 모델 개발에 필요한 기초자료의 구축을 연구의 목표로 설정하였다. 본연구에서 사용할 보험데이터는 자동차사업 업체별 보험데이터이다. 해당 보험데이터는 가입 차량에 대한 차량연식· 면허종류·차량유형·사고건수·손실액으로 구성되어있다. 자동차업체는 업체별로 취급하는 차량 및 면허의 종류가 다양하기 때문에 같은 면허종류를 취급하는 업체여도 그 업체가 보유한 차량의 종류에 의해 그 손실액의 차이는 크게 나타난다. 따라서 자동차보험에 대한 언더라이팅 자동심사 모델의 구축을 위해서는 기존의 축적된 보험데이터의 특성을 파악하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 보험데이터에서 보험회사의 손실액에 영향을 미치는 영향요인을 파악하기위해 면허종류·차량유형·사고건수·차량연식을 독립변수로 설정하고 보험회사의 손실액을 종속변수로 설정하였다. 분석방법은 선형회귀분석방법을 기반으로 앞서 설정한 독립변수와 종속변수간의 상관관계를 파악하고 각 독립변수마다 얼마나 큰 영향을 종속변수에 미치는지 분석하였다.

분석결과 독립변수로 설정한 4개의 변수 모두 보험회사의 손실액에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 더 나아가 4개의 유의한 변수들이 손실액에 얼마나 큰 영향을 미치는지 분석하기 위해 선형회귀 분석을 통해 산출된 파라미터 값을 비교하였다. 그 결과 사고건수·차량유형·면허종류·차량연식 순으로 손실액에 더 큰 영향을 미치는 변수로 분석되었다. 따라서 해당 결과값을 기반으로 각 변수마다 다른 가중치를 부여하여 손실액을 예측하는 언더라이팅 자동심사 모델을 구현하였다.

교통분석용 네트워크의 센트로이드 커넥터 구축 기준 개선에 관한 문헌 고찰

Advancing Centroid Connector Construction Standards in Traffic Analysis Networks: A Comprehensive Literature Review

이상규
(서울시립대학교 교통공학과 학·석연계과정)

김희조
(서울시립대학교 교통공학과 석·박사통합과정)

김동호
9한국교통연구원 교통빅데이터연구본부 책임전문원)

박동주
(서울시립대학교 교통공학과·도시빅데이터융합학과 교수)

국가교통DB에서 제공하는 교통분석용 네트워크는 교통 시설의 확충 및 교통정책의 방향 결정에 필수적인 기초 데이터로 활용된다. 그러나 현재 KTDB 네트워크 구축 방법에는 문제점이 있으며, 특히 센트로이드 커넥터의 배치와 관련된 타당성 문제가 지적되고 있다. 본 연구는 이러한 문제점을 해결하고 교통 네트워크의 신뢰도를 높이기 위해 센트로이드 커넥터 구축 기준을 재검토하고자 진행되었다.

국내 문헌을 통한 분석 결과, 센트로이드 커넥터 인근에서 발생하는 예측 교통량과 관측 교통량의 오차율은 상당히 높은 것으로 확인되었다. 이를 해결하기 위한 다양한 접근법, 예를 들면 커넥터의 개수 증가 및 존 세분화, 등이 제시되었으나 여전히 필요한 오차율보다 높은 수치를 보인다. 국외 문헌에 따르면, 적절한 커넥터 위치 선정, 비용 설정, 그리고 존당 커넥터 연결 개수 조정이 관측과 예측 교통량의 오차율을 줄이는데 크게 기여한다는 사실이 확인되었다.

본 연구에서는 센트로이드 커넥터의 적절한 구축 기준 설정을 위해 다양한 국내외 연구 동향과 진행 내용을 고찰하였다. 그 결과, 존의 설정 규모, 센트로이드 위치, 커넥터의 개수 및 속성 등이 통행 배정에 큰 영향을 미치며, 활용 가능한 데이터에 따라 서로 다른 커넥터 구축 방법이 요구된다는 결론을 도출하였다.

연구의 평가 기준으로는 통행 거리, 시간, 비용의 오차율을 기반으로 하였으며, 이를 바탕으로 센트로이드 커넥터 구축 방안의 타당성을 평가하였다. 최종적으로, 본 연구는 통행배정에 있어 센트로이드 커넥터의 요소들이 어떠한 영향을 미치는지와 각각의 데이터 요건과 공간적 범위에 따라 어떠한 방식으로 적용되어야 하는지에 대한 지침을 제시할 예정이다.

대기환경 오염물질 예측 및 지역 위험도 분류를 통한 탄력적 정책수립 및 지원방안 제안

Proposed Flexible Policy Establishment and Support Plan through Prediction of Air Environment Pollutants and Regional Risk Classification

정정호	천승훈	이승봉	전희진	김진재
(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구위원)	(한국교통연구원 부연구위원)	(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구원)

다양한 산업을 통해 발생하는 대기 오염물질(Co,NOx,VOC 등) 중 특히 초미세먼지의 경우(PM2.5) 대기 중에 배출되어 인체에 흡입 시 폐포까지 직접 침투하여 천식이나 폐질환 등 다양한 질병을 유발하는 오염 물질이다. 이러한 초미세먼지는 자연적으로 발생한 오염원 외 다양한 산업과 도로 이동에 따라 발생하며, 도시대기는 이를 모두 포괄한다. 초미세먼지의 발생량을 낮추기 위해 환경부와 각 지자체는 전국 대기환경을 측정 및 모니터링 하고 있으며, 이를 기반으로 대기오염의 감소를 위해 노력하고 있다. 하지만, 각 지자체에서는 대기중 오염물질의 현황 정보만 공유하고 있으며, 향후 발생 가능한 오염물질에 대한 농도를 예측하고 지역별 위험도 분류를 통한 탄력적 정책을 수립하는 등의 노력은 미흡하다. 또한 다양한 대기오염 중 특히 초미세먼지는 수송 부문에서 가장 많이 발생하여 배출량 및 농도의 감소에 따른 기여도가 큰 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 다양한 오염물질 중 초미세먼지를 효과적으로 감소시키기 위한 사전 예측과 분류 분석을 교통 데이터를 활용하여 수행하였다.

보다 정확성 있는 예측과 분류 분석을 수행하기 위해 본 연구에서는 국가교통 데이터 오픈마켓 및 View-T 등에서 수집한 초미세먼지와 사회경제지표, 교통 관련 변수들로 데이터 셋을 구성하여 예측 정확도가 우수한 것으로 알려진 인공신경망 방법론 중 하나인 LSTM(Long-Short Term Memory)와 분류 정확도가 우수한 것으로 알려진 머신러닝 방법론 중 하나인 RF(Random Forest)를 통해 지역별 초미세먼지 농도의 위험도를 지역 단위로 분류하였다.

2021년 10월~2023 4월 동안 발생한 서울시의 초미세먼지 농도를 LSTM모형으로 예측 및 정확도를 평가한 결과 평균적이 오차율이 약 7%인 예측 모형을 개발하였으며, 이를 기반으로 서울시의 각 10개 행정구에 대한 향후 초미세먼지 농도의 값을 RF 분류 분석으로 수행한 결과 영등포구 및 중구의 초미세먼지의 농도가 위험 순위로 도출되어 탄력적 정책을 수립해야할 필요성이 있다는 것을 제시하였다.

본 연구의 결과는 향후 탄소중립과 같은 오염원 감소를 위한 실질적 정책을 수립하고 시행하기 위해 보다 우선적으로 시행해야 하는 지역에 대한 근거자료 활용 및 오염물질 저감 정책의 Test-Bes 환경 설정 등 다양한 정책 수립에 활용할 수 있을 것으로 보인다.

사사: 본 논문은 국토교통과학기술진흥원 “탄소공간지도 기반 계획지원 기술개발” 사업의 지원으로 수행되었음 (RS-2023-00242291)

교통사고 데이터 불균형 해소를 위한 도로 특성에 따른 데이터 증강

Crash Data Augmentation with Consideration of Spatial Heterogeneity

김은정
(서울대학교 건설환경공학부 석박사통합과정)

정다운
(서울대학교 건설환경종합연구소 연수연구원)

김동규
(서울대학교 건설환경공학부 교수)

오늘날 교통 안전분야에서는 머신러닝 및 딥러닝을 활용한 교통사고 위험 예측 연구가 꾸준히 발전되어오고 있다. 예측 모델의 안정적인 성능을 유지하고 과대적합(Overfitting) 문제를 예방하기 위해, 충분한 양의 학습 데이터 확보가 필수적이다. 그러나, 교통사고는 비반복적이며 드물게 발생한다는 특징을 가지기 때문에, 전체 VDS데이터에서의 사고의 데이터 비율은 굉장히 낮다는 문제점이 있다. 이러한 데이터 불균형 문제를 해결하기 위해, 다양한 연구가 수행되어 왔으나 주로 다수 집단의 데이터를 무작위로 줄이는 언더샘플링(Undersampling)이나 소수 집단의 데이터를 증강시키는 오버샘플링(Oversampling) 기법들을 기반으로 불균형을 해결해왔다. 그러나 기존 연구들은 원본 데이터의 복잡한 구조나 변수간의 상관관계에 대한 고려 없이 데이터를 증강하였으며, 도로의 기하구조 특성 또한 고려하지 않고 데이터를 증강하였다는 한계점이 존재한다. 따라서, 본 연구는 기존 방식의 한계를 극복하기 위해 확률 분포를 고려하여 데이터를 생성하는 VAE(Variational Autoencoder) 기법을 적용하여 효과적으로 데이터를 증강하였다. 본 연구의 대상 지역은 경부 고속도로의 남이JC부터 한남IC까지의 구간으로 선정하였으며, 해당 구간에서 2017년에 발생한 사고 데이터를 422건에서 5,147건으로 증강하였다. 또한, 도로의 기하구조적인 특성을 나타내는 램프 영향 구간 여부 및 경사도와 같은 변수들을 포함하여 도로 특성에 따라 데이터를 더욱 효과적으로 증강하였다. 그 결과, 기존 데이터 증강 기법인 SMOTE에 비해 VAE를 기반으로 증강된 데이터들에 대한 예측 모델들의 정확도가 더 높게 나타났다. 본 연구는 확률 분포를 고려한 VAE를 활용하여 데이터 불균형 문제를 해결하는 효과적인 방법을 제시하였으며, 증강된 데이터를 통해 교통사고 예측의 정확성을 향상시킬 수 있는 가능성을 시사한다. 추후 연구에는 범주형 및 연속형 데이터가 혼재된 데이터에 대해 더욱 효과적으로 작동하는 VAE 모델을 개발 및 적용할 계획이다.

사사: 이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었습니다.

자율주행(I)

Session

A-4

혼합 교통 환경에서의 대기열 길이 기반 다차로 비신호 교차로 제어 전략

김영환, 정다운, 김동규

자율주행자동차 경로 전환을 통한 혼합 교통류에서 도심 교통 혼잡 완화 알고리즘 개발

이승현, 함승우, 김동규

강화학습 기반 회전교차로 내 자율주행차 최적 속도 도출 연구

이재현, 강지웅, 강민희, 황기연

Lv.3 자율주행차 제어권전환시 교통안전 향상을 위한 안전교육 효과연구

김태근, 이다례, 김태경, 윤진수

협력과 경쟁 알고리즘의 비교를 통한 자율주행 알고리즘에 대한 개념증명 연구

이유진, 김주영, 노치우, 소재현

DQN 기반 자율협력주행 교통류 제어 알고리즘 개발 및 평가: 통제 구간 케이스를 중심으로

김승환, 박준영

혼합 교통 환경에서의 대기열 길이 기반 다차로 비신호 교차로 제어 전략

Multi-lane Unsignalized Intersection Control Considering Queue Length in a Mixed Traffic Environment

김영환
(서울대학교 건설환경공학부, 석박사통합과정)

정다운
(서울대학교 건설환경종합연구소, 연수연구원)

김동규
(서울대학교 건설환경공학부, 교수)

신호등은 교차로를 포함한 다양한 상충 지점의 주된 차량 제어 방법으로 사용되어왔다. 그러나 신호는 차량들을 주기적으로 강제 정지시킴으로써 차량 지체의 가장 큰 원인 중 하나로도 지목되고 있다. 현재까지는 신호등 외에는 상충 지점에서 운전자들을 통제할 방법이 존재하지 않기에 신호등이 사실상 유일무이한 제어 방법이었지만, 차량 간 소통이 가능한 자율주행자동차들(CAV)이 상용화되기 시작하면 다른 접근 방법이 생긴다. 교차로에 다가와서야 전달되는 감속, 혹은 정지 신호 대신 사전에 교차로에 차량들이 위치한 행태를 기반으로 통행권을 부여하는 새로운 교차로 제어 전략을 통하여 급감속과 정지를 줄여 최종적인 지체를 줄여나갈 수 있다.

본 연구는 현재와 같이 도로 위 인간 운전 차량(HDV)들의 비율이 100%인 상태에서 출발하여 CAV의 시장 점유율이 점차 늘어날 때 새로운 교차로 제어 전략의 효율이 점차 증가하는 것을 확인하고자 한다. 기존의 고정 신호 제어 방법, 동적 신호 제어 방법, 그리고 새로운 제어 전략인 대기열 길이 기반 통행권 부여 전략을 적용하였을 때 각각 교차로 차량들의 총 통행시간, 그리고 자유통행 대비 증가한 시간을 비교해본다. 연구의 대상이 되는 기하구조는 3차로 4지 교차로로, 도로용량편람(KHCM)을 근거로 400 pcph에서 4,800 pcph까지의 시간 교통량을 설정, CAV 시장 점유율 0%부터 100%까지 증가시켜가며 고정 신호 제어 전략, 동적 신호 제어 전략, 그리고 대기열 길이 기반 통행권 부여 전략의 세 가지 방법론들을 시뮬레이션한다. 각 방법론의 효율을 측정하고 시뮬레이션 내에서 각 차량들의 car-following 변수들은 드론에 의해 기록된 실제 교차로 데이터를 사용하여 보정한다.

새로운 교차로 제어 방법론으로 제안하는 대기열 길이 기반 통행권 부여 전략은 교차로에 도착하는 차량 대기열의 길이가 가장 긴 곳부터 교차로 통행권을 부여한다. CAV와 HDV가 혼재하는 혼합 교통에서 HDV들은 제어가 불가능하고, 각 HDV들은 다른 차량이나 네트워크와 소통할 수 없으므로 이들은 안전을 위하여 교차로 진입시 일단 정지하되 CAV들을 부여된 통행권에 따라, 감가속을 최소화하며 운행하도록 제어한다.

기존의 신호 제어 방법보다 대기열 길이 기반 통행권 부여 전략이 더 높은 효율, 즉 적은 총 통행시간을 보여준 시점은 CAV의 시장 점유율이 높을 때, 그리고 교차로 총 통행량이 적을 때였다. CAV의 시장 점유율이 0%일 때는 2,400 pcph 이하의 도로에서 대기열 길이 기반 통행권 부여 전략이 기존의 신호 제어 방법보다 작은 총 통행시간을 보여주었다. 한편 50% 대의 CAV 시장 점유율에서는 2,800 pcph 이하일 때, 100%에 도달하였을 때는 4,400 pcph 이하일 때 제안한 전략이 높은 효율을 보여주었다. 본 연구를 통해 특정 CAV 시장 점유율에서 어느 정도의 교통량을 지닌 교차로에서 신호를 대체할 수 있는지 산정할 수 있다.

하지만 대기열 길이 기반 통행권 부여 전략은 기존 연구들의 군집 형성 전략 등에 비하면 덜하기는 하나, 여전히 대기열의 길이, 즉 차량들의 교차로 도착 정도에 따라 효율이 큰 영향을 받는다는 문제점이 있다. 또한 실제 교통 상황에 적용한다면 자율주행 기술의 발전 정도와 CAV의 상용화 속도에 큰 영향을 받을 것이다. 본 연구가 평균적인 교통량과 CAV 시장 점유율 수준에 따른 교차로 제어 전략 효율을 제시하는 연구이나 특정 상황으로 인해 HDV 비율이나 통행량이 갑자기 증가할 경우 신호등에 비해 지체가 오히려 증가할 수 있다는 것이다. 이는 실제 상황에 적용할 시에 신호등을 바로 제거하기 보다는 남겨두면서 운영을 조절하는 방식으로 해결할 수 있을 것이다. 제안한 전략에서 car-following 변수들을 세부적으로 조절하여 교통량이 더 많을 때에도 높은 효율을 보일 수 있는 방법이나, 4지 교차로 외의 다른 실제 기하구조 데이터를 바탕으로 정산하여 다양한 기하구조에서의 차량 제어 효율을 비교해보는 후속 연구가 가능할 것으로 사료된다.

사사: 이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업과 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (Innovative Talent Education Program for Smart City) (No. 0583-20230037, 실시간 교통안전시설 운용을 위한 인프라 정보 융합 및 관리 기술 개발)

자율주행자동차 경로 전환을 통한 혼합 교통류에서 도심 교통 혼잡 완화 알고리즘 개발

Rerouting Autonomous Vehicle under Mixed Traffic Environments for Mitigating Urban Traffic Congestion

이승현
(서울대학교 건설환경공학부 석사과정)

함승우
(서울대학교 건설환경공학부 박사후연구원)

김동규
(서울대학교 건설환경공학부 교수)

자율주행 자동차는 기존 인프라의 변경 없이도 네트워크와의 연결을 통해 교통 혼잡을 완화하기 위해 새로운 전략을 도입할 수 있는 잠재력이 있다. 그러나 자율주행 자동차의 보급은 시간이 걸릴 것으로 예상되며, 모든 자동차가 자율주행이 가능한 상황은 실현되기 어려울 수 있을 것으로 예측되고있다. 이로 인해 자율주행 자동차와 일반 자동차가 혼합 교통류 환경에서 함께 운행할 필요성이 대두된다.

혼합 교통류 환경에서는 자율주행 자동차와 일반 자동차의 주행 패턴을 고려하여 교통 제어 전략을 설계해야 한다. 만약 모든 자동차를 하나의 중앙 의사 결정체가 제어한다면, 네트워크의 효율성을 극대화하기 위해 System Optimal(SO) 통행 배정을 수행할 수 있다. 그러나 혼합 교통 환경에서는 일반 자동차의 주행 경로를 정확하게 파악하기 어렵기 때문에 이를 고려한 자율주행 자동차의 제어 전략이 필요하다.

또한, 모든 자율주행 자동차를 중앙에서 제어하는 것은 자율주행의 장점을 활용하지 못할 수 있으므로 이러한 측면도 고려해야 한다. 따라서, 혼합 교통 환경에서의 교통 혼잡 완화를 위한 효과적인 전략을 개발하기 위해서는 자율주행 자동차와 일반 자동차의 상호 작용 및 협력을 고려한 복잡한 모델링과 제어 전략이 필요할 것이다.

이에 본 연구는 혼합교통류에서도 모든 차량이 개인의 통행시간을 최소화하기 위해 주행하는 상황을 가정하고 자율주행 자동차의 제어가 가능한 구간을 교통 혼잡이 발생한 링크와 그 인접한 링크로 제한하여 최소한의 제어를 통해 네트워크의 전체 통행 시간을 줄이고 전체 통행 속도를 향상시키는 것을 목표로 한다.

이를 위해 간선도로에서 서비스 수준 F로 평가되는 평균 통행 속도 10km/h이하인 구간을 교통 혼잡 구간으로 정의하였고 해당 링크와 직접적으로 연결된 링크에서만 자율주행 자동차의 경로를 제어할 수 있도록 하였다. 자율주행 자동차의 대안 경로는 예상 통행 시간을 기준으로 3개의 경로를 생성하였으며, 각 대안 경로의 한계 통행 시간을 추정하여 가장 적은 한계 통행 시간을 발생시키는 경로를 최종 대안 경로로 선택하였다. 또한, 자율주행 자동차의 과도한 우회를 예방하기 위해 기존 경로 대비 30% 이하의 추가 통행 시간이 요구될 때만 최종 대안 경로로 통행하도록 하였다.

이를 대전시 정부청사 인근 도로 네트워크를 미시교통 시뮬레이션에 구현하여 실험하였으며 그 결과 기존의 이용자 평형 통행 배정 결과 대비 통행 시간과 평균 통행 속도가 각각 최대 5.91%, 10.78% 개선됨을 확인하였다. 자율주행 자동차의 점유율과 시나리오에 따라 그 개선 정도는 차이가 있으나 일관된 개선을 보였다는 점에서 그 의미를 찾을 수 있다.

경로 제어 알고리즘을 간단한 거시 교통 지표인 한계 통행 비용을 활용하여 설계하였지만 이를 통해 네트워크 성능의 향상을 확인하였고 향후 속도 제어 전략 및 경로 제어가 필요한 지점을 판별할 수 있는 지표의 개발을 통해 도심 지역 교통 혼잡 완화를 위한 보다 고도화된 제어 전략을 수립할 수 있을 것으로 기대한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행되었으며(No.092021C28S02000, 협력적 교통제어전략 도입을 위한 교통정보 음영구간 정보생성 및 운영관리 기술개발), 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었습니다.

강화학습 기반 회전교차로 내 자율주행차 최적 속도 도출 연구

The Study on Derivation of Optimal Speed for Autonomous Vehicles In Roundabout Based on Reinforcement Learning

이재현	강지웅	강민희	황기연
(홍익대학교 건축도시대학 도시공학과)	(홍익대학교 건축도시대학 도시공학과)	(한국과학기술원 전기전자공학부 박사후연구원)	(한국과학기술원 전기전자공학부 초빙교수)

본 연구는 교차로에서 자율주행차량의 원활하고 안전한 통행을 위해 일반교차로 대비 회전교차로의 우수성을 입증하고 자율주행차량에 적합한 최적의 회전교차로 속도를 도출하기 위해 강화학습을 적용하였다. 교차로 설계지침에 따라 교통 시뮬레이션 프로그램인 VISSIM을 통해 회전교차로와 일반교차로를 구현하여 각각의 주행 데이터를 추출하였다. 분석 결과, 교차로의 교통량이 많지 않다면 일반교차로보다 회전교차로에서 차량의 흐름이 더욱 원활했다. 강화학습이 적용된 회전교차로 알고리즘을 개발하였으며, VISSIM API를 통해 자율주행차량의 특성이 반영된 차량의 주행 데이터를 추출하였다. 학습결과, 보상을 의미하는 차량의 속도가 이전보다 30% 높게 도출되었다. 종합적으로 향후 자율주행시대에 회전교차로를 설계할 경우 설계속도를 현재보다 상향시켜 설계함을 고려할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 22AMDP-C161754-02)

Lv.3 자율주행차 제어권전환시 교통안전 향상을 위한 안전교육 효과연구

The Research of Safety Education effect for Improving Traffic Safety Related to Lv.3 Autonomous Driving Take-over

김태근	이다례	김태경	윤진수
(도로교통공단 자율주행연구처)	(도로교통공단 자율주행연구처)	(도로교통공단 자율주행연구처)	(도로교통공단 자율주행연구처)

SAE기준 Lv.3 자율주행 차량이 국내에 판매되는 초기 시기이며 해당 자율주행차 운행시 자율주행 모드에서는 전방주시 의무가 완화 되므로, Lv.3 자율주행의 특성인 제어권 전환시 안전확보를 위한 안전운행관련 연구가 필요하다. 특히 자율주행 Lv.3부터 제한된 조건에서 자율주행이 이루어지나 운전자는 제어권 전환에 항시 대기해야 하며 운행조건에 따라 운전 및 책임주체가 달라지므로 안전운행에 대한 새로운 패러다임의 교육이 요구된다.

지난 실험에 따르면, 제어권 전환실험 반복에 따른 제어권 전환시간 감소는 이미 확인된 사항 이지만 교육을 통한 자율주행 안전운전 향상에 대한 분석은 미비한 실정이며 교육을 통한 안전한 제어권 전환의 교통문화 장착은 추후 자율주행시대의 교통안전 향상을 위해 필요하다.

따라서 자율주행차 제어권 전환 교육에 따른 제어권 전환의 안정성 변화를 알아보고자 자율주행차량 모사 시뮬레이터를 활용하여 연구를 수행 하였으며, 교육의 유무에 따라 정량적, 정성적으로 데이터를 비교분석 하였다. 여기서 정량적 데이터는 시뮬레이터 로그데이터 분석을 통한 결과값이고. 정성적 데이터는 피실험자 설문조사를 통한 결과값이다. 이번 연구결과는 시나리오 구성방법, 연구수행 구성 및 설문조사 결과를 통한 정성적 분석결과를 담고 있다.

연구수행에 활용된 시나리오는 Lv.3 자율주행자동차의 운행시 평소 운전자가 대처하기 어려우며 이에 대한 교육이 필요할 것으로 예상되는 돌발상황 발생시 제어권 전환 환경을 고려하였다. 시나리오 개발을 위해 3개년 1만2천여건의 고속도로 교통사고를 분석하고 기존연구 결과를 참고하여 5종의 시나리오를 개발하였다. 특히 교통사고분석결과 자율주행차 또는 외적인 원인으로 안전거리의 급격한 감소로 인한 안전거리 미확보에 따른 상황이 가장 유사할 것으로 예상됨에 따라 사고차량뿐만 아니라 장애물에 의한 회피시나리오를 개발하여 실험을 진행하였으며 그 결과 피실험자가 느끼는 난이도 차이 및 운전행동에 차이가 있음을 실험결과를 통해 알 수 있었다.

연구수행에 참가한 피실험자는 일반인 피실험자(운전면허 소지자)를 모집하여 성별과 연령대(20~50代)에 따라 총 8가지로 분류 및 2 그룹으로 나누어서 실험을 진행하였다. 제 1그룹은 32명으로, 자율주행차 제어권전환 기능안내 및 대응방안에 대한 교육을 포함하여 실험을 진행하였으며 제 2그룹 또한 동일하게 32명으로 현재와 같이 별도의 교육이 없는 상황을 가정하여 자율주행차 제어권전환 기능만 안내하였다. 각 그룹으로 구분한 이유는 차수가 거듭되는 실험시 시뮬레이터에 적응함으로써 나타나는 결과와 교육에 의한 결과를 분리하기 위해서이고 각32명의 연령대 및 성비는 거의 동일하게 구성하였다.

실험순서는 사전 교육(기능안내), 1차 실험, 1차 교육(기능안내) 및 설문, 2차 실험, 2차 교육(기능안내) 및 설문, 3차 실험, 설문으로 순으로 구성하여 각 교육 또는 기능안내의 차수에 따라 시뮬레이터 실험을 통한 결과값을 비교할 수 있게 하였다. 또한 각 차수별 실험진행시 준비된 시나리오를 각각 랜덤하게 구성하여 피실험자가 미리 시나리오를 예측할 수 없게 실험을 진행 하였다.

설문조사에는 긴급성, 위험성, 예측성, 복잡성으로 구성되는 안정성에 대한 평가항목을 시뮬레이터 실험직후 기입하도록 하였으며 교육 및 기능안내가 제공되는 각 실험차수에 따라 초기실험대비 안정적인 결과를 보였다. 하지만 시나리오별, 교육의 유무에 따라 유의미한 결과차이를 나타내었다.

본 연구를 통해서 자율주행 기술향상에 따른 제어권 전환시 교육에 의한 효과를 확인 할 수 있었으며 이는 초기 Lv.3 이상 자율주행환경 정착시 보다 안전한 자율주행 환경조성에 도움이 될 것으로 기대된다.

사사: 이 논문은 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021D75000000, AI 운전능력 평가 표준화 및 평가 프로세스 개발)

This work was supported by Korea Institute of Police Technology (KIPoT) grant funded by the Korea government(KNPA) (No.092021D75000000, AI driving ablility test standardization and evaluation process development)

협력과 경쟁 알고리즘의 비교를 통한 자율주행 알고리즘에 대한 개념증명 연구

Vehicle Cooperation versus Competition under Automated Driving Conditions
- A Proof-of-Concept Study

이유진	김주영	노치우	소재현
(아주대학교 석사과정)	(아주대학교 학석박사통합과정)	(아주대학교 학석박사통합과정)	(아주대학교 교수)

현재 자율주행 기술은 자율주행 차량(AV) 간의 협력 또는 일정 수준의 연결성 또는 자동화 기능을 갖춘 차량에 기반하고 있습니다. 그러나 협력만으로 다자간 상호작용을 해결하거나 다양한 교통 상황에 효과적으로 대처할 수 있는지에 대한 의문은 여전히 논쟁의 대상이 되고 있습니다. 따라서 협력 외에도 자율주행차 간의 다양한 형태의 상호 작용을 기반으로 한 알고 리즘을 탐색하고 테스트할 필요가 있습니다. 본 연구에서는 협력 및 경쟁 기반 자율주행차 상호작용의 효과를 파악하고 다중 에이전트 기반 자율주행차 상호 작용의 성능을 평가하기 위한 평가 프레임워크를 개발했습니다. 제안한 방법론의 효용성과 실용성 측면에서 구현 및 검증을 위해 사례 연구를 수행했으며, 이를 연구에 적용하기 위해 다양한 실험과 테스트를 수행했습니다. 이 과정에서 문제점을 해결하고 성능을 향상시키기 위해 방법론을 반복적으로 수정하고 개선하여 최적화에 이르렀습니다.

현재의 자율주행 기술은 자율주행 차량(AV) 간의 협력 또는 일정 수준의 연결성 또는 자동화 기능을 갖춘 차량을 기반으로 합니다. AV 간의 협력은 완전한 자율성에만 의존하지 않고 차량 간의 정보 공유와 협력적 의사 결정을 추구합니다. AV 간 협력 활용 사례는 램프 미터링과 같은 교통 상황에서 기존 접근 방식이 이론적으로 원하는 개선 효과를 얻지 못했을 때 개선 효과를 극대화하는 데 사용되었습니다. 그러나 교통 상황에서는 교차로, 로터리, 경사로 등 공유 공간의 사용으로 인해 차량 간 명확한 통행권 판단이 필요한 경우가 있습니다. 또한 다자간 상호 작용에서는 특정 주체나 시스템이 각 차량의 센서가 제공하는 결과를 판독하고 해석하여 상황을 판단하고 차량을 제어하는 것이 더 효과적일 수 있습니다. 즉, 협력만으로 다자간 상호 작용의 해결책이 될 수 있는지, 다양한 교통 상황에 효과적으로 대처할 수 있는지에 대한 문제는 여전히 논쟁의 여지가 있습니다.. 따라서 협력 외에도 AV 간의 다양한 형태의 상호 작용에 기반한 알고리즘을 탐색하고 테스트할 필요가 있습니다.

경쟁은 다자간 상호작용을 정의하는 또 다른 전형적인 방법입니다. 경쟁은 둘 이상의 당사자가 모두가 얻을 수 없는 것을 얻기 위해 노력할 때마다 발생하는 개인(또는 집단) 간의 경쟁으로, 이를 달성하기 위해 노력합니다. 개인(또는 집단) 간 경쟁의 맥락에서 뛰어난 성과를 달성할 수 있다는 관점에서 경쟁은 효과적인 접근 방식으로 인식됩니다. 자율주행차의 관점에서 경쟁은 동일한 목표를 달성하려는 다른 차량으로부터 안전을 유지하면서 이동 시간을 최소화하는 것입니다. 경제학, 심리학, 인문학 등 다른 많은 분야에서 협력과 경쟁이 연구되었지만, 교통 공학 분야에서는 협력과 경쟁에 대한 연구가 거의 수행되지 않았습니다. 지금까지의 연구에 따르면 협력과 경쟁은 종종 각각의 장단점 측면에서 설명되고 비교되며, 이 두 개념은 서로 평행선을 달릴 수 있습니다. 협력과 경쟁은 공존할 수 있으며 경우에 따라 상황에 따라 순차적으로 발생할 수도 있습니다.

따라서 두 개념을 상반된 개념으로 보기보다는 다양한 관점에서 정리해 볼 필요가 있습니다. 따라서 AV 간의 상호작용을 조절하는 알고리즘에 두 개념을 모두 적용하여 협력과 경쟁 기반 AV 상호작용의 효과를 연구할 필요가 있습니다.

따라서 본 연구에서는 경쟁과 협력 알고리즘간의 관계에 대한 연구를 진행하며 앞서 말한 알고리즘들을 파악하고 적용하는 활동을 할 것입니다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음 (과제번호 RS-2022-00156089).

DQN 기반 자율협력주행 교통류 제어 알고리즘 개발 및 평가: 통제 구간 케이스를 중심으로

Development and Evaluation of Cooperative Traffic Control for Autonomous Driving based on Deep Q-network Learning: focusing on a road block section

김승환
(한양대학교 교통물류공학과 석박사통합과정)

박준영
(한양대학교 교통물류공학과 스마트시티공학과 부교수)

자율주행차량이 미래 모빌리티의 핵심으로 부상하면서 자율주행차량에 대한 연구와 개발은 꾸준히 지속 되어 발전하고 있다. 하지만 활발한 기술 개발에도 불구하고 차량 중심의 자율주행의 한계로 인한 사고와 불만 사항은 끊이지 않고 있다.

이에 따라 자율주행차량이 기대하는 만큼의 교통류에 긍정적인 영향을 미치기 위해서는 V2X 통신 기반 도로 인프라의 지원을 통한 자율주행차량의 자율협력주행의 필요성이 강조되고 있다.(조영, 2023)

자율주행차량의 개발이 가속화됨에 따라 자율주행차량의 보급이 늘어나고, 이로 인한 일반 차량과 자율주행차량이 혼재되어 도로를 주행하는 혼재 교통상황은 앞으로도 불가피할 것이다. 이러한 혼재 교통류에서 자율주행차량이 일반 차량의 불규칙적인 운전을 대처하기 위해서는 인프라 지원을 통한 자율협력주행의 중요성은 더욱 강조된다.(서근한 외, 2022)

도로에서 교통사고, 도로 공사 등의 돌발 상황으로 인한 차로 통제가 발생할 경우 통제차로 회피를 위한 운전자들의 무질서한 차선변경으로 인해 병목현상이 발생하고 교통류 안전과 운영성에 큰 악영향을 미친다. 이러한 통제구간 케이스에서 인프라 지원을 포함한 자율주행차량의 경우 V2X 기반의 통제 구간의 정보를 사전에 획득하여 통제 차로에 있는 자율주행차량들의 우선순위를 파악하고 우선순위에 따른 차선변경을 지원하여 이를 통해 통제 구간의 교통류를 최적화할 수 있을 것으로 기대된다.

통제 구간 발생 케이스에서 교통류 최적화를 위한 자율협력주행의 중요한 지원은 차선 변경 지원이다. 차선변경 지원을 위해서는 지원을 받는 자율주행차량 주위의 차량과의 협력을 통해 차선변경의 적절한 때를 제공하는 것이 중요하다. 이에 따라 최적화된 협력 차선변경을 위해 V2X 정보를 바탕으로 강화학습 기반 차선변경 지원 알고리즘을 개발하고 차선변경 하고자 하는 차량 주위 차량의 거동 제어와 함께 차선변경의 적절한 때를 제공하여 최적화된 협력 차선변경을 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 V2X 기술을 통해 얻어지는 정확한 실시간 차량 정보를 바탕으로 교통류 제어 알고리즘을 개발하여 도입되었을 경우 다차로 도로 통제 구간에서의 제어 알고리즘에 따른 자율협력주행의 효과를 평가하고자 한다.

이에 본 연구는 미시적 시뮬레이션인 VISSIM을 활용하여 VISSIM COM을 통해 제어 알고리즘을 개발하고 알고리즘을 최적화하여 미래 V2X 환경에서 통제구간 발생 시 교통류의 최적화를 위한 방법론 제공을 목표한다.

본 연구에서 수행한 강화학습의 환경 구성은 다음과 같다. 행동(Action)은 포켓 내 ego 차량과 상호작용 차량의 가감속제어로 정의하고 상태(State)는 포켓 내 상호작용 차량과 대상차량의 위치, 속도, gap, 통제구간으로 부터의 거리 등 포켓 내 차량들의 정보로 정의 하였으며, 보상(Reward)으로 차선변경 완료 시간 통제 구간으로 부터의 거리 차로변경 시 안전성 등을 보상(Reward)로 정의하였다. 에피소드의 종료는 대상 차량이 통제 구간에 도달했을 때로 정의하였다.

자율주행(II)

Session

A-5

고속도로 엇갈림구간 자율주행 전용차로 교통류 개선 효과평가 연구

백성채, 신예은, 유한솔, 박제진

클로버형 IC에서 자율-비자율 혼재상황에 대한 주행안전성 평가

진현석, 오철

서울 자율주행차 시범운행지구에서 수집된 Real-World Autonomous Vehicle Data를 활용한 자율주행차 주행안전성 평가

김호선, 조영, 김민경, 이설영, 오철

자율-비자율차 혼재상황을 고려한 단속류도로 인프라 안전성 평가 방법론 개발

이상재, 조영, 정아람, 박준영, 오철

고속도로 엇갈림구간에서의 자율주행차 혼합 교통류 안전성 평가

심현섭, 이한빈, 강민지, 박신형

장래 교통 수요와 자율주행자동차 혼입률에 따른 BRT 구간 교통류 분석

채운혁, 김세헌, 도명식

고속도로 엇갈림구간 자율주행 전용차로 교통류 개선 효과평가 연구

Evaulation of Traffic Flow Improvement in the Installation of Freeway Weaving Section AV Dedicated Lane

백성채	신예은	유한솔	박제진
(전남대학교 건축토목공학과 석·박사통합과정)	(전남대학교 건축토목공학과 석사과정)	(전남대학교 건축토목공학과 석사과정)	(전남대학교 토목공학과 교수)

다양한 연구에서 자율주행자동차(AV, Autonomous Vehicle)가 비자율주행자동차(HV, Human Vehicle)와 다른 주행 행태를 보일 것으로 예상한다. 만약, HV와 AV가 서로 혼재될 경우 높은 성능의 AV가 방해를 받거나, 낮은 성능의 AV로 인해 HV가 방해를 받는 등의 상황으로 인해 용량이 저하될 수 있다. 이렇듯 통행에 방해를 받는 상황에서 통행효율을 개선하기 위해 전용차로를 설치하는 방법이 꾸준하게 도입됐으며, 차량간 물리적 분리를 통해 AV의 군집주행 형성 확률을 높이는 등의 장점이 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 고속도로 엇갈림구간에 자율주행 전용차로를 도입했을 때 전용차로 운영전략별로 도입 효과와 차로변경구간 증감에 따른 효과를 확인하고자 하였다. 이를 위하여 자동차 제원 및 수준을 설정하고, 전국 고속도로 엇갈림구간의 도로기하구조 현황을 기반으로 중부내륙고속도로 낙동JC를 대상지로 선정하였다. 또한 전용차로 운영전략을 5가지로 구분하여 제시하였다. 연구 결과, AV 혼입률별·전용차로 운영전략 별로 속도에서 차이가 보임을 확인하였다. 향후 1) 대상지의 교통량이 LOS A~B 수준으로 나타나 자율주행 전용차로 운영전략별 교통류 개선효과를 분석하기에 어려우므로 고속도로 설계 서비스 수준인 LOS C~D 수준의 교통량을 사용하여 분석해야 할 것이다. 2) 대상지의 엇갈림교통량비, 진입·진출입교통량을 통일하여 진행하였으나, 이를 다양화하여 그 특징을 확인해 볼 필요성이 존재한다. 3) 본 연구는 엇갈림구간의 교통류 개선효과에 대해서만 비교하였으므로 엇갈림구간 영향권의 교통류 개선효과를 함께 확인할 필요성이 존재한다. 4) 30회 이상의 시뮬레이션을 시행하여 분석의 정밀도를 향상하고자 한다.

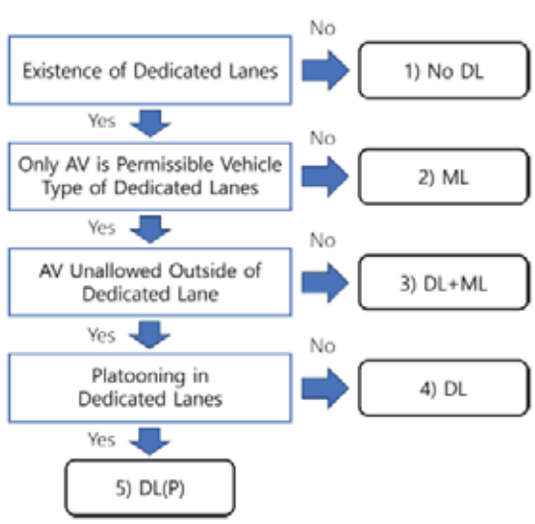


그림 1. 자율주행 전용차로 운영전략

사사: 본 연구는 국토교통부(주관기관: 국토교통과학기술진흥원, 수행기관: 한국건설기술연구원)의 『자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발』(22AMDP-C160886-02)으로 이루어진 것으로, 본 연구를 지원해 준 국토교통부 및 주관/수행기관에 감사드립니다.

클로버형 IC에서 자율-비자율 혼재상황에 대한 주행안전성 평가

Evaluation of the driving safety for autonomous and non-autonomous mixed situations in clover-type IC

진현석
(한양대학교 스마트시티공학과 석사과정)

오철
(한양대학교 교통·물류공학과 교수)

도로에 존재하는 모든 차량이 자율주행 기술을 탑재하기 전까지는 자율차(Autonomous vehicle, AV)와 사람이 운전하는 비자율차 (Manually driven vehicle, MV)가 혼재되는 상황은 필연적으로 나타난다. 혼재 교통류 상황에서 차량은 속도 조절과 차선변경으로 인해 평면선형 구간보다 연결로 및 가·감속차로에서 안전성이 저하된다. 클로버형 IC는 연결로 및 가·감속차로를 포함하여 이 연구의 분석구간으로 선정된다. 주행 시뮬레이션 (Driving simulation, DS)에서는 실제 운전자의 주행행태정보를 수집하고 교통 시뮬레이션(Traffic simulation, TS)에서는 교통 상황에서 차량간 상호작용 데이터를 수집한다. DS에서 수집한 운전자의 주행행태 정보를 TS에 적용함으로써 실제 운전자의 주행 특성을 고려한 교통 안전성 분석이 가능하다.

본 연구의 목적은 자율차와 비자율차가 혼재된 교통류에서 DS-TS 연계를 통해 고속도로 클로버형 IC의 위험운전 지점을 도출하는 것이다. 분석방법은 DS를 통해 AV-MV pair와 MV-MV pair에 대한 MV의 주행행태정보를 수집한다. 이후 종방향 제어를 위한 미시적 차량 추종 모형인 IDM (Intelligent driver model)을 사용하여 MV-MV pair에 대한 AV-MV pair의 차두시간, 최대 가속도, 평균 감속도의 상대적 변화량을 분석하여 AV-MV의 IDM을 도출한다. 자율차의 MPR (Market penetration rate)은 MPR에 따른 차이를 명확하게 비교하기 위해 10%, 50%, 90%로 설정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 위험운전 지점은 연결로와 가속차로 후반 부근에서 다수 도출되었다. AV-MV pair와 MV-MV pair의 경우 조향 조작과 선행차량과 차두 간격 유지로 인해 연결로 부근에서 주행안전성이 낮은 것으로 나타났다. MV-MV pair의 경우 주변 환경을 모니터링하고 빠르게 반응하는 자율차는 도로의 안전성을 향상시켜서, MPR이 증가함에 따라 가속도 변화량의 값은 감소하여 안전성이 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 자율차 도입 시 사고 예방을 위한 안전정보 제공 지점을 선정하는데 활용이 가능할 것으로 기대된다.

서울 자율주행차 시범운행지구에서 수집된 Real-World Autonomous Vehicle Data를 활용한 자율주행차 주행안전성 평가

Evaluating Driving Safety using Real-World Autonomous Vehicle Data in Seoul Autonomous Mobility Testbed

김호선	조영	김민경	이설영	오철
(한양대학교 스마트시티공학과 박사과정)	(한양대학교 교통물류공학과 박사후연구원)	(한양대학교 스마트시티공학과 석박사통합과정)	(서울기술연구원 수석연구원)	(한양대학교 교통물류공학과 교수)

다양한 자율주행시스템 자동화 수준의 차량이 도로상에 혼재되어있는 혼합교통류 상태가 상당 기간 지속될 것이며, 특히 혼합교통류 상황에서는 자동화 수준에 따라 확연히 다른 주행행태를 보일 것이다. 이러한 원인에 기인하여 불안전한 교통흐름이 발생할 수 있으며, 차량간 또는 차량 외 도로 이용자와의 상충발생 빈도가 증가할 것으로 판단된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 자율주행차의 안전성 검증을 위해 지금까지 다수의 연구가 진행되었으나, 실제 자율주행차의 주행 데이터 부족으로 인해 대부분의 연구는 VISSIM(Verkehr In Stadten - SIMulationsmodell)과 같은 교통류 시뮬레이션 프로그램을 활용하여 주행안전성을 분석하였다. 그러나, VISSIM의 경우 교통 특성과 차량 상호작용을 단순화시킬 수 있어 자율주행차의 주행행태를 구현하는데 한계가 있다. 따라서, 본 연구의 목적은 자율주행차 시범운행지구에서 수집된 실제 자율주행차 데이터 분석을 통해 자율주행차의 주행안전성 평가 방법을 제시하고 안전성 저하 요인을 도출하여 시사점을 제시하는 것이다.

본 연구에서는 서울 상암 자율주행차 시범운행지구에서 수집된 automated vehicle data (AVD)를 활용하여 autonomous emergency braking (AEB) 기반 위험 이벤트 발생 비율인 Automated Driving Risk Index (ADRI)를 개발하고 구간별 주행안전성 분석을 수행하여 위험구간을 도출하였다. 도출된 위험구간과 현장 조사로부터 수집한 구간별 도로 시설 특성을 통해 이항 로지스틱 모형을 구축하고, 자율주행차의 주행안전성에 영향을 주는 영향요인을 도출하였다. ADRIAEB기반 위험 구간에 영향을 미치는 영향요인을 분석한 결과 3개의 변수가 유의한 것으로 분석되었다. 신뢰수준 90%에서 통계적으로 유의한 것으로 분석되었으며, 구축한 이항 로지스틱 모형이 autonomous drving mode (AD mode)의 ADRIAEB 기반 위험 구간을 적합하게 설명하고 있음을 알 수 있다. AD mode에서 주행하는 구간에 상습적인 불법주정차가 존재할 시, 차로와 물리적으로 분리되지 않은 자전거 전용차로가 존재할 시, 차량이 좌회전 또는 우회전을 수행할 시 ADRIAEB 기반 위험 이벤트 발생 비율이 증가하는 것으로 분석되었다. 불법주정차 유무의 Exp 값이 6.345로 가장 큰 영향력을 가지는 것으로 도출되었다.

버스정류장 또는 좌우회전 전용차로가 존재함과 동시에 AV가 좌우회전을 수행하는 구간에서 주행안전성이 저하되는 것으로 도출되었다. 주행안전성 저하 원인은 인접한 차량이 진행 경로에 따라 차로 변경을 수 행함과 동시에 AV도 노선에 따라 차로변경을 수행함으로써 weaving 현상 발생 가능성 증가로 판단된다.

또한, 본 연구의 분석 대상 구간은 교차로를 기준으로 좌우회전 전용차로가 반복적으로 생성된다. 좌우회전 전용차로가 존재하는 구간의 경우 인접한 차량이 차로변경을 수행할 가능성을 증가시킴으로써 Cut-in 상황의 발생 빈도가 증가한다. Cut-in 상황은 도로에서 복잡하고 위험한 상황을 야기하고 돌발상황에 따른 급정지 수행 빈도를 증가시킬 수 있으므로 ADRIAEB에 영향을 미친 것으로 판단된다. 마지막으로 전체 구간 중 불법주정차가 존재하는 15개 구간의 74%인 11개 구간이 위험 등급 이상 구간으로 도출됨에 따라 AD mode는 불법주정차의 존재 유무에 상당한 영향을 받은 것으로 판단된다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(과제명: 실도로 기반 Lv.4 자율주행차량 운전능력 평가기술 개발 / 과제번호: RS-2023-00238253)

자율-비자율차 혼재상황을 고려한 단속류도로 인프라 안전성 평가 방법론 개발

Interrupted Road Facility Safety Evaluation Methodology in Mixed Car-Following Situations

이상재	조영	정아람	박준영	오철
(한양대학교 교통물류공학과 박사과정)	(한양대학교 교통물류공학과 박사)	(한양대학교 교통물류공학과 박사 수료)	(한양대학교 교통물류공학과, 스마트시티공학과 부교수)	교통물류공학과 교수)

인공지능, 차량 제어와 같은 기술의 발전으로, 가까운 미래에는 자율차 (Autonomous vehicle; AV) 와 비자율차 (Manually-driven vehicle; MV)가 같은 도로를 함께 주행할 것이다. 다른 차량의 위치와 신호, 운전자의 조향 조작에 따라 주행하는 MV와 달리, 차량 내 부착된 센서와 인공지능, 인프라 제공 정보에 따라 주행하는 AV는 서로 다른 주행행태를 가지고 있다. 즉, AV와 MV가 같이 주행하는 혼합교통류 상황에서는 서로 다른 주행행태의 상충으로 인해 주행안전성이 낮아질 수 있다. 본 연구는 단속류 도로에서 AV와 MV간 상호작용이 고려된 혼합교통류의 주행안전성을 분석하고자 한다. 주행 시뮬레이션을 통해 AV와 함께 주행하는 MV의 주행행태를 분석할 수 있으며, 교통류 시뮬레이션에 주행행태를 반영하여 혼합교통류 환경을 구현할 수 있다. 주행 시뮬레이션은 여러대의 시뮬레이터를 실시간으로 연동할 수 있는 Multi-agent driving simulator(MADS)로 수행하였으며, 두 대의 차량이 선행-후행하여 주행하는 추종상황 시나리오에 따라 시뮬레이션을 수행하였다. 주행 시뮬레이션 프로그램인 SCANeR^{TM}을 통해 수집한 MV의 평균 차두시간, 가·감속도 등 주행행태 데이터를 교통류 시뮬레이션 프로그램인 Vissim의 MV 주행행태 파라미터에 반영하였다. AV는 유럽의 혼합교통류 분석 프로젝트인 CoExist에서 제안한 주행행태 파라미터를 반영하였다. 안전성 평가지표는 PET, DeltaS와 같은 차량간 상충 관련 평가지표와 속도 및 가속도 평가지표와 같은 개별차량 평가지표를 선정하였다. 분석결과 도출된 안전성평가지표의 원단위 환산을 위해 Min-max normalization을 통해 정규화 하였으며, 모두 합산한 안전성 평가점수 Risk score를 기준으로 단속류 도로시설을 평가하였다. 분석결과 교차로 내 차량여부에 따라 주행행태가 다른 비신호 교차로와 좌·우회전을 희망하는 차량들의 차선변경으로 인한 상충이 많이 발생하는 교통섬이 있는 신호교차로의 주행안전성이 낮은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과를 활용하여, 기존 도로 인프라의 혼합교통류 상황 안전성 평가뿐 만 아니라, 설계 개선이 우선적으로 필요한 도로를 선정할 수 있는 기준을 마련할 수 있다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(No. RS-2021-KA160881, 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발)

고속도로 엇갈림구간에서의 자율주행차 혼합 교통류 안전성 평가

Safety evaluation of mixed traffic on Expressway weaving section

심현섭	이한빈	강민지	박신형
(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 연구교수)	(서울시립대학교 부교수)

자율주행차량은 다양한 첨단 기술이 활용되어 가까운 미래에 주목받는 모빌리티 중 하나로 인간의 개입이 최소화된 상태에서 자율적으로 운행하는 차량이다. 센서, 비전 프로세싱 및 차량제어와 같은 핵심 기술들을 기반으로 자율주행차량이 스스로 인지하고 판단하며 제어할 수 있다. 하지만 자율주행은 가까운 미래에 상용화되는 것을 목표로 두고 있음에도 불구하고, 초기 단계에는 안전성에 대한 인식 문제와 비용 등으로 인해 보급률이 높지 않을 것이라 예상된다. 이에 따라 자율주행차량과 일반차량이 도로를 함께 사용하는 혼합교통류의 상태가 오래 지속될 것으로 보이며, 안전하고 효율적인 도로 운영을 위해 혼합교통류 특성과 안전성을 분석할 필요가 있다.

자율주행차량과 일반차량은 주행 특성이 다르므로 혼합된 상태에서의 교통류는 기존의 일반차량의 흐름과는 다른 새로운 주행 패턴이 나타나고, 그에 따른 위험 요소도 달라질 수 있다. 혼합 교통류의 안전성 평가에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 특히 엇갈림 구간은 차로 변경이 잦고, 상충이 많은 구간이므로 자율주행차량과 일반차량이 혼재되었을 때의 특성을 분석하여 사전에 교통관리전략을 수립할 수 있도록 안전성 분석이 필요하다.

본 연구에서는 고속도로 엇갈림 구간을 분석 대상지로 설정하고, 자율주행차량과 일반차량이 혼재된 혼합교통류에서의 안전성 평가하는 것을 목적으로 연구를 수행하였다. 특히 안전성 평가에 활용된 지표는 다양한 특성을 가진 지표들을 활용하여 종합적으로 안전성을 평가할 수 있도록 하였다. 미시적 시뮬레이션인 VISSIM을 사용하여 자율주행차량과 일반차량의 주행행태를 분석하였다. 자율주행차량의 종방향 제어를 반영하기 위해 자율주행 실주행 데이터 세트 연구에서 활용한 가· 감속 및 차두시간 값을 이용하여 Intelligent driver model(IDM)을 보정하였고, 횡방향의 주행행태 반영을 위해 시뮬레이션 내 차로변경 파라미터를 활용하였다. 시나리오는 엇갈림구간 길이에 따라 2가지(300m, 600m)로 설정하였으며 자율주행차의 혼입률, Market Penetration Rate(MPR)은 50%로 고정하였다. 3,600초 동안 엇갈림 구간 내에서 주행한 모든 차량의 궤적 데이터를 추출하고, 선·후행 차량의 영향을 살펴보기 위해 자율주행차량과 일반 차량 4가지 조합(HV-AV, AV-HV, HV-HV, AV-AV)별로 안전성 지표를 산출하였다. 안전성 지표는 총 7개의 대리안전지표(TTC, DRAC, SDI 등)를 사용하였으며, 시간 기반, 감속도 기반, 거리 기반, 확률 기반, 에너지 기반에 따라 각 지표들의 특성이 구분된다.

본 연구의 결과는 고속도로 엇갈림 구간과 같이 차로 변경 및 상충이 자주 발생하는 구간에서 자율주행차량과 일반차량이 혼재된 혼합교통류에 대한 교통운영 및 안전성 연구에 기여할 것으로 보이며, 자율주행차량 안전성평가를 위해 필요한 대리안전지표 선택에 도움이 되는 연구자료가 될 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원(과제번호 RS-2021-KA162182)의 지원으로 수행하였습니다.

장래 교통 수요와 자율주행자동차 혼입률에 따른 BRT 구간 교통류 분석

Traffic flow analysis by Autonomous Vehicles' rates and Traffic demand in BRT section

채운혁 (한밭대학교 도시공학과 석사과정)
김세헌 (한밭대학교 도시공학과 조교수)
도명식 (한밭대학교 도시공학과 교수)

최근 자율주행차량과 관련된 다양한 기술의 연구 및 개발이 이루어지면서 미래에는 자율주행자동차의 상용화로 도로 내 자율주행자동차의 점유율이 상승할 것으로 예측하고 있다. 또한, 많은 국가 및 도시에서 광역 통행을 원활하게 하기 위한 BRT(Bus Rapid Transit)가 도입되고 있다. 대전광역시도 세종특별자치시와의 통행량이 급격히 증가하면서 해당 구간의 교통 흐름의 정체현상이 많이 발생하고 있고, 이를 위해 BRT 노선을 설계하여 대중교통 이용 전환 유도 및 이동성 향상을 목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 도심 내 장래 BRT 노선 도입 구간의 연속된 단속류 전 구간을 대상으로 자율주행자동차의 혼입 비율에 따른 교통류의 영향을 조사하고자 하였다.

본 연구의 공간적 범위는 이미 BRT 도로가 운행되고 있는 세종시의 해뜰교차로부터, 건설이 계획된 외삼~유성복합터미널 BRT 연결도로 전 구간을 대상지로 설정하였다. 시간적 범위는 외삼~유성복합터미널 BRT 연결도로의 준공 시점인 2025년과 대상지 주변의 장래 개발계획이 모두 반영되는 시점인 2030년을 고려하여 최종적으로 2030년으로 설정하였다.

장래 교통수요 추정 작업을 수행하기 위하여 거시적 교통수요 추정 프로그램인 TransCAD 9.0 S/W를 활용하고, 분석의 공정성을 위하여 기초자료는 한국교통연구원의 국가교통DB센터(KTDB)에서 구축한 O/D 및 네트워크 자료를 사용하여 분석을 진행하였다. 분석자료는 2019년을 기준연도로 하고 있지만, O/D의 보간을 통해 분석연도를 2021년으로 설정하고, 통행배정모형의 정산을 수행하여 장래연도 2025년의 교통 수요를 추정하였다. 통행배정은 교통수단을 승용차, 버스, 화물차로 구분하고, 다차종으로 배정하는 Multi-class 통행배정방법으로 설정하였다.

각 시나리오별 대상지의 교통 흐름 분석을 위해 미시적 교통시뮬레이션인 VISSIM을 활용하였다. 대부분의 연구에서 단속류는 Wiedemann 74, 연속류는 Wiedemann 99를 사용하였지만, Wiedemann 74와 달리 Wiedemann 99가 다양한 매개변수를 설정하여 차량의 운전행태를 구체적으로 반영할 수 있기 때문에, 자율주행 차량의 교통류 모델링에 적합하다고 판단하여 파라미터값을 설정하였다. 대상지 내 BRT 도입 유무와 그에 따른 자율주행 자동차의 혼입률을 20% 간격으로 시뮬레이션을 시행하였고, 전 구간에 대한 통행속도, 통행시간, 대기행렬, 지체도를 분석하였다.

분석 결과, BRT 노선 시행으로 인하여 차로 수가 감소하는 영향을 받게 되고, 이는 도로 용량의 감소로 이어져 전체적인 교통 정체 현상을 띄게 되지만, 자율주행자동차의 혼입률이 증가할수록 차두간격이 작아지면서 도로의 용량은 증가하고, 차로 감소에 대한 영향력이 적어져 BRT 도입 유무에 대한 교통류 영향도 수렴이 되는 것을 알 수 있었다.

평균 통행시간은 BRT 노선으로 인한 차로 감소 효과로 통행시간이 더 짧은 것으로 나타났지만, 자율주행자동차의 혼입률이 증가할수록 용량 감소 영향은 회복되어 점점 수렴하는 것으로 나타났다. 또한, 평균 통행속도도 BRT 노선으로 인하여 상대적으로 낮게 나왔지만, 자율주행자동차의 혼입률이 증가할수록 노선 시행 및 미시행의 차이가 감소하여 수렴하는 것으로 나타났다. 전체 교차로의 평균 지체도는 BRT 노선 운영 시에 더욱 높게 나타났지만, 자율주행자동차의 혼입률이 증가할수록 도로 용량 차이를 극복할 정도까지 수렴하였다. 마지막으로, 전 구간 대기행렬 평균은 BRT 노선 운영 시보다 BRT 노선 미운영시에 더욱 짧은 것으로 나타났지만, 자율주행자동차의 혼입률이 증가하면서 교통류 흐름이 상대적으로 원활해지는 효과를 보이는 것으로 나타났다.

향후 연구로는 첫 번째, BRT 시행 시의 자율주행자동차 혼입률에 따른 적정 BRT 수단전환률 산정, 두 번째, BRT 도입에 따른 교차로 신호연동 산정으로 더욱 구체적인 교통류 연구를 진행할 예정이다.

자율주행(Ⅲ)

Session

A-6

D* 알고리즘을 활용한 자율주행용 Frenet 최적 경로 계획의 성능 분석

배노혁, 박성진, 박준범, 이재운, 원종훈

자율협력주행 이력 관리 프로토콜에 대한 연구

신대교, 장수현, 장준혁, 정한균, 박부식

경로 계획 기반 자율주행 협력 센싱 성능 분석을 위한 시뮬레이션 환경 개발

정운선, 문철

동일 객체의 Occlusion 상황에서의 딥러닝 기반 자율주행 객체 검출에 대한 연구

정진우, 임지웅, 원종훈

동적 자동화 레벨기반 자율주행 우선 전략

안경환, 김진우, 박명욱, 지명인, 김기태

D* 알고리즘을 활용한 자율주행용 Frenet 최적 경로 계획의 성능 분석

Performance Analysis of Frenet Optimal Path Planning using D* Algorithm for Autonomous Driving

배노혁	박성진	박준범	이재운	원종훈
(인하대학교 자율항법연구실 학부연구생)	(인하대학교 자율항법연구실 학부연구생)	(인하대학교 자율항법연구실 학부연구생)	(인하대학교 자율항법연구실 석사과정)	(인하대학교 전기공학과 교수)

4차 산업혁명과 과학기술이 발전됨에 따라 인류의 삶을 바꿀 첨단기술들이 등장하였다. 그중 자동차에 첨단 IT기술이 적용된 자율주행 자동차(Autonomous Vehicle)는 센서를 통해 주변 환경을 인식한 후 이를 반영해 자율적으로 주행하는 기술이다. 차량이 자율로 주행함으로써 탑승자의 운전 피로를 줄여 편리함을 주고 위험 상황 발생 혹은 사고가 예상될 때 탑승자보다 먼저 판단하여 주행함으로써 탑승자에게 안정성을 준다.

자율주행 자동차는 특정한 상황이 발생하는 경우가 아니라면 도로 내에서 주행해야 한다. 또한, 도로를 주행하는 도중 센서로부터 차량 이동을 방해하는 장애물을 인지할 때 회피 주행을 진행해야 한다. 이때, 회피 경로는 주행 거리를 최소화하면서 차로 통행 의무를 위반하지 않는 최적 경로를 내포해야 한다.

본 논문은 주행 가능 영역을 기반으로 충돌 방지를 위한 최적 경로 계획 기법을 소개한다. 자율주행 자동차는 경로 계획을 할 때 차선의 정보를 포함한 경로 계획이 필수적이다(김윤정 외 2020). 차를 중심으로 하며 차선의 정보를 반영할 수 있는 Frenet Frame을 이용해 도로 좌표계 내 Grid Map을 생성하여 주행 가능 영역을 도로상에서 표현한다(Werling et al, 2010). 이때, Grid 셀 간의 측방 간격은 차선의 폭으로 설정하여 차로 통행 의무를 준수할 수 있도록 한다. 생성된 Grid Map에 대해 D* 알고리즘을 적용하여 최적 경로 계획을 수행해 최단 경로를 계획한다(Stentz, 1994). 본 논문에서 소개한 경로 계획 기법과 주행 가능 경로를 토대로 비용함수를 설계한 기법을 비교하여 성능을 분석한다. 이를 검증하기 위해 다양한 도로 환경을 반영한 자율주행 시뮬레이션 플랫폼인 MORAI 시뮬레이터를 사용하여 실험을 진행한다(고한검 외, 2023). 이를 통해 주행 거리 최소화와 차선 통행 의무 준수를 포함한 회피 경로의 효율성과 안전성을 그래프와 수치를 통해 평가한다.

핵심어: Autonomous Driving, Frenet Frame, D* Algorithm, Local Path Planning, Optimal Planning

참고문헌

1. Werling, M. Ziegler, T. Kammel, J. and Thrun, S. (2010). "Optimal trajectory generation for dynamic street scenarios in a Frenet Frame", 2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 987-993
2. 김윤정, 심영보, 민경원, 이선영, 손행선. (2020). Frenet Frame에서 가변하는 최대속도를 고려한 속도 프로파일 생성. 한국자동차공학회 춘계학술대회, 509-512.
3. Stentz, A. (1994). "Optimal and efficient path planning for partially-known environments", Proceedings of the 1994 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3310-3317 vol.4
4. 고한검, 조성우, 최인성, 정지원, 김종화, 권병헌. (2023). K-City 연계 차량기반 가상 교통상황재현시스템(VILS) 구축 방안 연구. 한국ITS학회 2023년도 춘계학술대회, 821-825.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2020R1A2C2013091).

자율협력주행 이력 관리 프로토콜에 대한 연구

Research on autonomous cooperative driving history management protocol

신대교	장수현	장준혁	정한균	박부식
(KETI 수석)	(KETI 책임)	(KETI 선임)	(KETI 책임)	(KETI 수석)

자율주행차량은 자차량에 장치된 센서에서 얻어진 정보(카메라, 라이다, 레이다, 적외선 등)와 외부에서 수신(V2X) 되거나 기존에 가지고 있던 정보(고정밀 디지털 맵, 차량 내부 네트워크 정보 등)를 통하여 자율주행을 시행한다. 하지만, 교통 흐름에 영향을 줄 수 있는 전략적 행동을 수행하기 위해서는 주위 타 차량과의 협력을 통하여 정보를 공유하고, 이 정보를 바탕으로 판단하여 주행하여야 한다. 이러한 주행을 자율협력주행이라하고, 자율협력주행은 자차량이 취득한 정보와 주위 차량이 제공한 정보를 기반으로 최적의 운행 조건, 운행 경로를 결정하게 된다.

일반적으로 자율협력주행을 위한 운전환경은 차선변경, 추월, 회피, 끼어들기, 교차로, 합류도로 진입 등 사고발생 확률이 높은 환경이다. 따라서 협력 운전의 진행 상황은 차량 탑승자와 다른 차량의 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 중요한 정보이다. 또한, 자율협력주행 시 발생한 사고의 경우 탑승자의 의사와 지시 없이 발생한 사고이기 때문에 탑승자가 사고의 원인과 과정, 책임을 알기가 쉽지 않다. 이를 위하여 자율협력주행을 진행할 경우에 차량 주변 환경 정보, 센서 분석 정보, V2X 메시지, 차량 내부 네크워크 데이터, 침입탐지 결과 및 GPS 데이터 등을 취합하고 압축하고 보안을 적용하여 전달하고 저장하는 시스템이 필요하다.

본 논문은 자율주행차량의 협력주행에 관련한 정보를 저장하여 관리하는 자율협력주행 이력관리(CDHM : Cooperative Diving History Management) 시스템을 정의하고, 협력주행을 시행할 경우 진행되는 동안의 차량 내외부의 정보를 취합하여 보안 서버에 저장하는 절차 및 교환정보 형식을 정의한다.

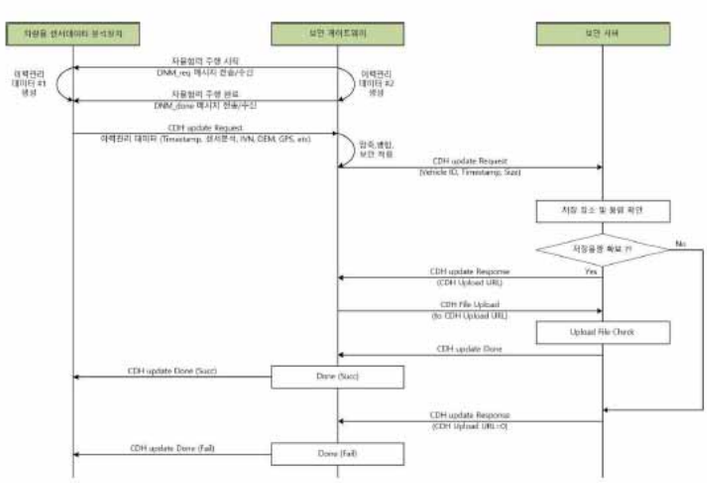


그림 1. 이력관리 데이터 업로드 절차

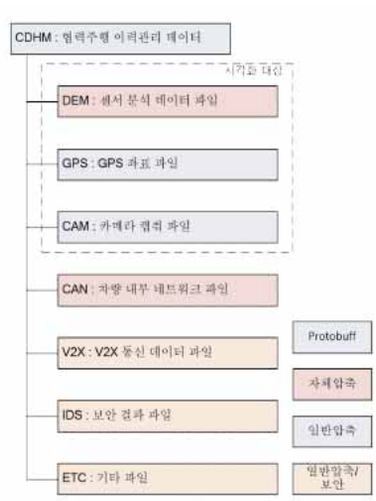


그림 2. 이력관리 파일 구조도

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부의 2021년 자율주행기술개발혁신사업인 '자율주행차량의 차세대 내부 네트워크 보안 및 초고속 무결성 부여 기술 개발" (제 2021-0-01348)의 지원을 받았습니다.

경로 계획 기반 자율주행 협력 센싱 성능 분석을 위한 시뮬레이션 환경 개발

Development of Simulation Environment for Cooperative Sensing Performance Analysis of Autonomous Driving Based on Path Planning

정운선
(한국교통대학교 석사과정)

문 철
(한국교통대학교 교수)

Ⅰ. 서론

최근 Lv4/4+ 수준의 자율주행을 위해 V2X(Vehicular to Everything) 통신을 이용하여 차량과 차량 그리고 차량과 인프라간 센싱 정보나 머뉴버링 정보 등을 공유하는 협력자율주행(Cooperative Driving Automation, CDA)에 대한 연구가 다양한 분야에서 수행되고 있다. 특히, CDA 서비스와 시스템 설계 그리고 성능 평가를 위해서 실제와 유사한 교통환경에서 CDA 시스템을 모사한 시뮬레이션 환경 구축이 필요하다. 기존에 제안된 시뮬레이션은 V2X 통신 기반의 CDA를 구현하지 못하는 한계가 있다[1][2][3]. 본 논문은 고속도로 합류부 환경에서 V2X 통신 기반의 협력센싱 자율주행 시스템을 모델링하고 협력센싱 서비스의 성능을 분석할 수 있는 시뮬레이션 환경을 구축하는 방법론을 제시한다.

Ⅱ. 자율주행 차량 모델링

Matlab의 Automated Driving Toolbox를 이용하여 협력센싱을 수행하는 자율주행 차량의 인지 및 판단 기능을 모델링 하였다. 자율주행 차량은 지정된 전역 경로(global path)로 주행하다가 주변 차량 및 장애물과 충돌이 예측될 경우 이를 회피할 수 있도록 지역 경로 계획(local path planning)을 다음과 같이 수행한다.

먼저, 자율주행 에고 차량의 OGM(Occupancy Grid Map) 생성부는 온 보드(on-board) 센서들을 이용하여 센싱된 주변 객체들의 상대 위치 정보를 기반으로 OGM을 생성한다. 또한, V2X 통신을 통해 수신된 SDSM(Sensor Data Sharing Message)를 디코딩하여 주변 자율주행 차량이 인지한 객체 의 상태 정보를 이용하여 점유 영역을 추가한다. 여기서, 에고 에고 차량과 V2X 통신 가능 거리 내에 있는 주변 차량이 송신한 SDSM은 에러 없이 수신된다고 가정한다. 경로 생성부는 이러한 정보들을 바탕으로 경로를 생성하고 OGM의 점유영역을 회피하는 경로를 1차적으로 선택하고, Cost Function을 통해 최적의 경로를 선택한다.

Ⅲ. 시뮬레이션

Matlab Driving Scenario Designer 앱을 이용하여 고속도로 합류부를 구현하였다. 매 100ms의 time step 마다 차량들이 주행하면서 OGM 생성, 주행 가능 경로 생성, 그리고 검증에 의한 최적 경로 선택이 수행된다. 자율주행 차량의 온 보드 센서는 다양하게 구성 가능하며, 본 연구에서는 차량 전방과 후방에 각각 라이다 센서를 사용하며, 각 라이다의 최대 센싱 거리는 50m, 방위각은 -45도에서 45도, 앙각은 -20도에서 20도로 가정한다. 또한, V2X 통신 가능 거리 내에 있는 주변 차량이 송신한 SDSM을 통해 인지된 객체들의 상대 좌표를 에고 차량의 좌표계로 변환하고 보정하여 OGM을 생성하고 이에 기반하여 최적 경로 생성 및 제어를 수행한다. 시뮬레이션 파라미터들은 상황에 맞게 변경이 가능하다. 초기 설정된 파라미터에 따라 SDSS를 적용하였을 때와 적용하지 않았을 때를 차량의 총 Travel Time과 충돌 여부로 각각 주행 효율성과 주행 안전성을 평가하였다

	SDSS	No SDSS	SDSS	No SDSS
Car Distance	25(m)	25(m)	45(m)	45(m)
Travel Time	122.0s	-	62.4s	36.4s
충돌 여부	X	O	X	X

Ⅳ. 결론

본 논문에서는 협력 센싱을 기반으로한 자율주행 시뮬레이터를 구현하고 협력 센싱으로 인한 차량의 주행 효율성과 주행 안전성의 성능을 평가하였다.

사사: 본 연구는 2023년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

동일 객체의 Occlusion 상황에서의 딥러닝 기반 자율주행 객체 검출에 대한 연구

A study on Deep Learning-Based Object Detection of Autonomous Driving for the Same Object in Occlusion Scenarios

정진우
(인하대학교 자율항법연구실 학부연구생)

임지웅
(인하대학교 대학원 전기컴퓨터공학과 자율항법연구실 석사과정)

원종훈
(인하대학교 전기공학과 교수)

자율주행 알고리즘 개발에 있어 주변 상황을 정확하고 빠르게 인지하고 판단하기 위해 딥러닝 기반의 객체 검출 알고리즘에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다. 객체 검출 알고리즘은 정적, 동적 객체를 식별하고 감지하는 프로세스로써 객체를 클래스별로 분류(Classification)하고, 객체의 위치를 이미지 좌표계 상에서 특정(Localization)할 수 있다. 이때, 객체 검출 알고리즘은 배경의 복잡성, 영상 노이즈, Occlusion 및 자세 변화와 같은 요인에 따라 성능이 저하될 수 있다. 실제 자율주행 환경에서는 이러한 성능 저하 상황이 빈번히 발생할 수 있으며, 이는 다중 객체를 하나의 객체로 오검출하는 등의 부정확한 객체 감지 결과를 초래할 수 있다(Wang et al., 2020).

본 연구에서는 Occlusion 상황에서 딥러닝 기반의 Mask R-CNN을 통한 Segmentation의 유무에 따른 객체 탐지의 성능을 분석한다. 먼저 위 모델에서 Segmentation Mask를 제외, Classification과 Bounding Box(BBox) Regression만으로 검출하는 모델을 추가로 생성한다. 자율주행 시뮬레이터를 활용해 만든 동일한 Custom Dataset으로 두 모델을 학습시키고, 20~40%, 40~60%, 60~80% 수준의 Occlusion 상황에서의 객체 검출 성능을 비교하여 Instance Segmentation의 필요성을 입증한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020R1A2C2013091).

참고문헌

1. Wang, P., Chen, P., Yuan, Y., Liu, D., Huang, Z., et al. 2018, Understanding Convolution for Semantic Segmentation, 2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 1451-1460

동적 자동화 레벨기반 자율주행 우선 전략

Automated Driving First Policy based on Dynamic Automation Level

안경환 (ETRI 책임연구원) **김진우** (ETRI 선임연구원) **박명욱** (ETRI 선임연구원) **지명인** (ETRI 선임연구원) **김기태** (ETRI 연구원)

기존 SAE 자동화 레벨 4 이하 자율주행시스템은 정상 도로, 정상 날씨 상황과 같은 단일 ODD (Operational Design Domain: 운행설계영역)내에서 고정된 자동화 레벨로 자율주행을 수행하도록 설계되었다. 그런데 악천후 상황이나 도로 공사 상황등 대표적인 ODD 이탈 상황을 만나게 될 경우, 운전자로 제어권을 전이하거나 MRM (Minimum Risk Maneuver: 최소위험매뉴버)을 수행하게 되어 자율주행이 단절되는 문제점이 존재했다. 기존 자율주행시스템은 이러한 비정상적인 환경에서 자율주행을 수행하기 위해 다종 센서 융합 알고리즘을 통해 해당 환경에서도 강인하게 동작하기 위한 방법들이 주로 연구되고 있으나, ODD 정의 영역만 넓어질 뿐 항상 신뢰도 높은 자율주행을 유지하기 힘들어 여전히 자율주행의 단절이 발생하였다. 또한 운전자가 탑승하고 있는 경우에는 자동화 레벨을 낮추더라도 최대한 자율주행을 유지하며 목적지로 주행하는 것을 더 선호할 수 있다. 본 논문에서는 기존의 고정된 자동화 레벨기반으로 한정된 환경에서 자율주행을 수행하는 것이 아니라 다단계 ODD를 기반으로 주행 환경에 따라 자동화 레벨을 동적으로 변화시켜, 최대한 자율주행을 유지할 수 있는 주행 전략을 제시한다. 본 논문에 따른 자율주행시스템은 기존 방식으로도 동작할 수 있으며, 운전자의 설정에 따라 자율주행 커버리지를 더 확장할 수 있어, 운전자의 선호도에 따른 편의성을 증가시킬 수 있다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2023-00236245, 악천후/비정형 환경변화에서의 Seamless 자율주행을 위한 인지/판단 AI SW 핵심기술 개발)



Session B

ITS 정책 및 기타(I)

Session

B-1

미거시적 교통수요 예측 방안 연구

조민지, 이선하, 천춘근

비반복적 Stochastic Route Choice 모델을 활용한 동적 통행 배정

윤현수, 함승우, 김동규

대중교통 승객 맞춤형 경로 추천을 위한 루프 기반 경로 최적화: 수도권 전철 적용 사례

김성용, 김정훈, 김근우, 장인권

데이터 기반 SKIP-STOP 도시 철도 급행 서비스 최적화: 서울 지하철 4호선의 사례

고혁진, 김창영, 장인권

TAZ별 대중교통서비스 평가를 위한 환승기반 통합네트워크 분석 연구: 대구광역시를 중심으로

김태우, 홍정열

이동데이터 기반 심야버스 노선체계 도입방안에 관한 연구이동데이터 기반 심야버스 노선체계 도입방안에 관한 연구

한지훈, 이선하, 천춘근

미거시적 교통수요 예측 방안 연구

A Study on the Prediction of Mesoscopic Traffic Demand

조민지 (공주대학교 석사)

이선하 (공주대학교 교수)

천춘근 (공주대학교 겸임교수)

기존 교통수요를 예측할 때, Macroscopic model을 사용한다. Macroscopic model의 경우 대규모 네트워크를 효율적으로 표현할 수 있지만, 일반적으로 개별 운전자의 행동과 선택을 모델링하는데 필요한 세부항목 분석이 부족한 실정이다. 또한, Microscopic model의 경우 다양한 교통 패턴에 대한 운전자의 반응 및 다른 차량과의 상호 작용 및 경로 선택 등 개별 행동을 보다 정확하게 재현할 수 있지만, 대규모 네트워크에서 사용하기 적합하지 않다.

따라서, 본 연구는 위 두 모델의 단점을 보완하고자 Mesoscopic model을 사용하여 대규모 네트워크에서 개별단위의 교통수요 분석하였다. 또한, 차량추종모형(Car following model)에 기반한 Mesoscopic model 분석 흐름을 통해 개별단위의 차량을 통행배분하고, 기존 거시적 교통수요분석 방안과 비교 분석하고자 한다.

미거시적측면에서 교통수요를 분석할 경우 개별단위의 차량을 통행배분 하기 위해서 차량 추종모형(Car following model)을 활용하여 개별 차량이 할당된 경로를 따라 네트워크를 이동할 수 있도록 알고리즘을 설정하여 분석하였다. Mesoscopic model은 Dynamic Assignment를 기반으로 하며, 시간대별 OD에 따라 경로가 설정된다. 구축된 OD를 평균이동시간에 대한 시간간격에 따라 추종하는 차량을 계산하고, 반복적으로 네트워크를 로딩하여 정산을 수행하였다.

대상지는 서초구 전체로 하며, 개별단위의 교통수요분석을 위해서 대상지 내 교차로 제어유형을 설정하여 시나리오를 분석하였다.

시나리오 분석결과 기존 Macroscopic의 Static Assignment와 Dynamic Assignment보다 Mesoscopic 분석 시 정확성이 높은 것으로 분석되었다. 또한, 기존 Macroscopic에서는 분석할 수 없었던 대기행렬과 교차로 지체시간 값을 도출해낼 수 있다.

본 연구를 통해, 미거시적 측면에서 교통수요를 예측할 수 있었으며, 특히 기존 거시적 분석방법인 Static Assignment와 Dynamic Assignment와 비교하여, 보다 신뢰성 높은 정산값을 도출하였다. 향후 본 연구를 통해 교통유발시설물 도입 시 변화되는 교통량 및 신호체계에 따라 최적 통행배정을 도출해 낼 수 있을 것이라 판단한다. 뿐만 아니라, 사고/도로 공사관리 및 대피계획에 따른 통행배정을 도출해낼 수 있을 것이라고 기대한다.

비반복적 Stochastic Route Choice 모델을 활용한 동적 통행 배정

Dynamic Traffic Assignment Using Noniterative Stochastic Route Choice

윤현수 (서울대학교 박사과정)

함승우 (서울대학교 건설환경종합연구소 연수연구원)

김동규 (서울대학교 교수)

동적 통행 배정 (Dynamic Traffic Assignment, 이하 DTA)은 시간에 따라 변화하는 교통 네트워크의 상황, 그리고 이에 따른 이용자들의 경로선택 행태를 모사하여 네트워크상의 교통량을 예측하는 데 활용되고 있다. 그중, Wardrop의 제 1원리에 기반하여 이용자 평형을 (User equilibrium 이하 UE) 모사하는 UE DTA 는 이용자 평형 조건이 만족하도록 이용자가 일방적으로 경로를 변경하여 비용을 줄일 수 없는 균형 상태를 찾는 것을 목표로 하며, 기종점을 연결하는 경로들에 수요를 분배하는 과정을 반복하여 해를 탐색하는 분석적 방법들이 주를 이루어왔다.

UE DTA의 기반인 Wardrop 의 제 1 원리는 몇 가지 가정을 포함하고 있으며, 대표적으로 교통정보에 대한 이용자들의 완벽한 정보 (perfect information), 합리적 의사결정 (rationality)이다. 최근에는 많은 GPS 기반의 경로 안내 서비스들이 발전하여 대부분 운전자가 교통상황에 대한 정보 접근성이 높아져 완벽한 정보에 대한 가정에 더욱 부합한다고 할 수 있다. 그러나, 제공되는 경로 정보의 오차, 정보 갱신 주기, 그리고 운전자들의 경로선택 상호작용으로 인해 발생하는 평형점 (equilibrium point)의 변화로 인하여 UE DTA에서 도출된 해와 현실의 교통상황 간의 틈이 존재하고 있다.

본 연구에서는 현실의 교통상황을 모사하는 데 집중하여 기존의 반복적으로 해를 탐색하는 분석적 방법이 아닌 비반복적 Stochastic Route Choice 모델을 활용한 동적 통행 배정을 제시한다. 제시된 해 탐색 과정은 동적으로 네트워크의 경로비용을 갱신하며 이용자들의 경로선택 및 전환을 모형화하여 기존 UE DTA의 비현실적 가정들을 완화하고자 하였다. 교통류 부하모형 (Dynamic Net loading)으로는 교통류에 유체역학 이론을 접목한 Lighthill-Whitham-Richards (LWR) 모델을 활용하였으며, 대안 경로 간의 경로 중복성 문제를 해결하고 합리적 의사결정에 대한 가정을 완화하기 위하여 C-로짓 모형을 경로선택 모형으로 활용하였다. 또한, UE DTA 문제를 변동부등식을 이용하여 해를 도출한 후 두 접근 방식의 해를 비교하였다.

본 연구에서 제안한 비반복적 Stochastic Route Choice 모델은 갱신된 경로 비용을 기반으로 이용자가 경로를 선택하고 전환하는 과정을 모사한다. 따라서 정보의 갱신 주기 및 LWR 모델에 기반하여 산정된 경로 비용은 기존의 UE DTA와 비교하였을 때 균형점 (equilibrium point) 근처에서 진동 (oscillate) 하는 결과를 도출하게 된다. 따라서, 이를 바탕으로 발생하는 교통 혼잡이나 사회적 비용을 줄일 수 있는 전략이나 정책을 수립에 대한 전략을 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행되었으며(No.092021C28S02000, 협력적 교통제어전략 도입을 위한 교통정보 음영구간 정보생성 및 운영관리 기술개발), 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었습니다.

대중교통 승객 맞춤형 경로 추천을 위한 루프 기반 경로 최적화: 수도권 전철 적용 사례

Personalized Loop-wise Route Optimization
for Urban Public Transportation: Case of Seoul Subway Network

김성용 (한국과학기술원 연구원)

김정훈 (한국과학기술원 석사과정)

김근우 (한국과학기술원 연구원)

장인권 (한국과학기술원 교수)

물류 및 수송 기술의 발달로 인해 다양한 교통수단이 등장하였고, 이를 효율적으로 활용하기 위한 차량경로 문제(Vehicle Routing Problem, VRP)가 활발히 연구되고 있다. 차량 경로 문제는 지정된 출발지로부터 목적지까지 차량 이동의 최적경로를 계획하는 문제로 높은 복잡도를 가집니다. 기존 연구들은 간선도로(링크)에 설계변수를 부여하는 “링크 기반 경로 표현법”을 활용했는데, 이는 정수선형계획법(Integer Linear Programming, ILP)으로 정식화되어 시스템 크기가 커짐에 따라 총 설계변수의 개수가 급격히 증가하고 경유지 조건과 같은 다양한 제한조건이 추가됨에 따라 복잡도가 과도하게 증가하는 한계가 있다. 이러한 복잡도로 인해, VRP를 광범위한 도로 영역에 적용하는 것은 아직 제한이 있다. 따라서, 신속하고 정확하게 최적 경로를 탐색할 수 있는 새로운 VRP 방법에 관한 개발이 필요하다.

본 연구는 해당 이슈를 극복하기 위해 다학제적 관점에서 회로이론과 교통이론 간 유사성에 입각해 새로운 루프 기반 경로 표현법을 제안한다. 또한, 이를 차량 경로 문제에 적용해 위상 최적화 기반 경로 탐색 기술을 개발했다. 제안 방법론은 기존 링크 변수를 루프 변수의 수학적 연산을 통해 대체하여 시스템 규모 증가에 따른 설계변수 개수 증가 양상을 완화하고 경로 연결성 보장을 위한 제한조건을 간소화해 문제 복잡도를 완화했다.

이에 제안한 경로 탐색 기술을 지하철에 적용해 승객 유형별로 다른 이동 불편 요소를 사전에 배제하는 역간 이동의 최적 경로 도출 알고리즘을 개발했습니다. 환승 시간을 추가로 반영한 목적함수를 정식하고, 역내 혼잡도 및 수직 이동시설 이용방식에 따라 환승 시간을 승객 유형별로 차등 부가했다. 개발 알고리즘을 수도권 도시전철에 적용하여 전역적 사례 연구를 수행한 결과, 민감도 기반 최적화로 얻은 승객 유형별 맞춤형 최적 경로는 교통약자로 분류되는 특정 승객이 역간 이동 시 혼잡노선을 피해 안정성을 확보할 수 있게 하고 시스템상의 잠재적인 이동 불편 요소들을 사전에 배제하여 원활한 이용을 보장할 수 있었다.

본 연구는 차량의 최적 경로 탐색에 있어 획기적인 연산속도 향상 및 범용성 확장이 가능한 루프기반 경로표현법을 제안하고 이를 수도권 도시전철 네트워크에 적용해 이용자별 특성을 반영한 맞춤형 최적 경로 제공에 활용했다. 제안 경로 계획법은 향후 다양한 교통수단과의 연계를 통한 Mobility-as-a-Service와 같은 multimodal route optimization에 널리 활용될 것으로 기대한다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2023-00236825, 자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 기술 개발).

데이터 기반 SKIP-STOP 도시 철도 급행 서비스 최적화: 서울 지하철 4호선의 사례

SKIP-STOP Urban Railway Express Service Optimization Based on Data: Case of Seoul Subway Line 4

고혁진 (KAIST 박사과정)
김창영 (KAIS 석사과정)
장인권 (KAIST 교수)

Due to the concentration of the metropolitan area, traffic within Seoul has been increasing annually by 0.77% from 25,959 in 1996 to 28,949 in 2010. Moreover, traffic between Seoul and its suburbs has been growing at a rate of 2.45% per year, going from 6,201 in 1996 to 8,706 in 2010. However, the average commute time to Seoul by subway is currently one hour and 27 minutes. Addressing these traffic challenges necessitates the implementation of an urban railway express service. Presently, Seoul Metro Line 9 is the sole provider of express service in Seoul.

Two primary approaches exist for creating railway express services. The first involves the use of sidetracks, which are additional tracks installed either inside or outside existing tracks. Express trains employ these additional tracks to overtake slower local trains. Seoul Metro Line 9 is the first urban railway in Korea to adopt a sidetrack-based express system. The second method is known as the SKIP-STOP approach. In this method, trains on a single line, usually following two patterns labeled A and B, make stops at different stations. This reduces stop times and achieves an express service effect.

Constructing railway express services with sidetracks comes with significant costs, requiring extensive facility improvements and leading to train service interruptions during construction. Conversely, the SKIP-STOP method enables express service through improvements in the train operation system without the need for constructing sidetracks.

A previous study by Oh (2019) conducted simulations of the SKIP-STOP method, comparing two-pattern and three-pattern SKIP-STOP systems based on computational modeling. However, this study focused only on simplistic patterns and did not explore various SKIP-STOP configurations. Furthermore, it did not analyze the impact of the SKIP-STOP method considering Origin-Destination (OD) demand. Therefore, there is a need for further research in this regard.

In this study, we aimed to identify an optimized SKIP-STOP configuration that maximizes total time savings for passengers while keeping OD demand loss within specific limits. The taget is Seoul Subway Line 4 and OD demands data for 325 OD pairs are collected from OD data for past two years. Various scenarios were considered, including 2, 4, 6, 8, and 10 bridges. Given that the design variables in the optimization formulation are binary and that expressing the objective function and constraints explicitly through these variables is imposible, an exhaustive search was employed as the optimization algorithm.

As a result of the optimization, it was possible to quantitatively analyze the maximum time saving according to a specific OD demand loss depending on the number of bridges. The case with the largest time saving is 201.43 s in 6 bridges, and the smallest demand loss is 1.99 in 10 bridges.

사사: 본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국전자통신연구원의 지원을 받아 수행되었음 (IITP-2020-0-00073).

TAZ별 대중교통서비스 평가를 위한 환승기반 통합네트워크 분석 연구: 대구광역시를 중심으로

Integrated Network Analysis Based on Transfer Behavior for Diagnosis of Public Transportation Services by Traffic Analysis Zones

김태우
(계명대학교 교통공학과 연구원)

홍정열
(계명대학교 교통공학과 교수)

대구광역시는 약 240만의 인구수를 가지는 대도시임에도 불구하고 타 대도시에 비하여 대중교통의 운영시간이 짧은 편이며 배차시간이 불규칙하고 외곽지역의 대중교통서비스 공급이 부족하다는 문제점들이 꾸준히 지적되고 있다. 따라서 지자체에서는 시내버스노선의 개편, 광역철도 및 도시철도 노선 증설 등 대중교통인프라의 확대·개선을 통하여 접근성과 편리성을 향상시키기 위한 노력을 수행 중이다. 그러나 2023년 7월부터 군위군이 대구광역시로 이관되면서 군위군을 포함한 외곽지역의 대중교통 연계에 대하여 체계적인 분석이 필요한 실정이며, 칠곡군과 경산시 등 대구 근교 도시 간 연결성을 강화하여 교통이용자들의 이동성을 확보해야 할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 대중교통의 공공성에 초점을 두고 대구광역시 대중교통의 서비스 질을 향상시키고, 지역별로 형평성을 제고하기 위하여 군위군과 인근지역(칠곡군, 경산시)을 포함한 대구권 대중교통 네트워크 토폴로지 지표를 평가하고 시사점을 도출하는데 주요 목적이 있다. 사회의 다양한 구성요소들의 상호작용을 통해 새로운 현상과 질서를 탐구하는 복잡계 이론에 기반하여 버스, 지하철의 통합 대중교통 네트워크를 분석하였으며 정류장별, 지역별 네트워크 연결, 매개, 근접, 위세 중심성 지표값을 도출하였다. 네트워크 중심성 이론을 대중교통 네트워크 진단에 적용할 경우 도시 내에 복잡하게 연결되어 있는 대중교통의 물리적 구조, 운영의 효율성, 공급의 취약성, 주요 모빌리티 허브의 현황 등을 이해할 수 있으며, 이를 바탕으로 교통이용자 측면에서의 이동성 증진과 운영자 측면에서의 관리 효율성의 향상을 기대할 수 있다. 기존에 수행되어 왔던 국내외 대중교통의 네트워크 중심성 연구들은 대부분 단일 대중교통수단을 대상으로 수행되어 왔으나 본 연구는 대중교통 이용자들의 실제 교통수단 간 환승하는 특성을 고려하여 버스, 지하철 등 개별 교통수단들의 네트워크를 통합하였다. 이러한 통합적 수단의 고려는 교통이용자들의 현실적인 이동궤적을 반영할 수 있다. 통합 대중교통 네트워크 구축을 위하여 지하철역과 버스 정류장을 노드로 정의하였으며, 노드 간을 연결하는 노선, 구간을 링크로 정의하였다. 특히 각 수단별 노드들이 평균환승거리 내에 위치할 경우 환승이 가능한 노드로 간주하여 네트워크를 구축하였다. 본 연구의 결과 유동인구가 많은 주요 철도역, 대학가, 대형 재래시장에 위치해 있는 지역에서 대중교통 네트워크 중심성이 높은 것으로 나타났으며, 산업단지가 위치한 지역에서는 출퇴근을 위한 통근인구가 많음에도 불구하고 매개중심성, 위세중심성이 낮게 나타나는 특징을 보였다. 또한 토지이용이 동질화되어 있는 지역에 비하여 상업, 주거, 공업, 업무 등 다양한 목적통행이 복합된 지역들의 대중교통 네트워크 중심성이 높게 나타났으며, 이는 통근, 통학, 쇼핑, 업무 등 여러 가지 통행목적을 가지는 이용자들이 점유하고 있는 지역은 대구지역 전체로 분산 또는 집적된 통행패턴을 가지므로 대중교통 네트워크의 공급이 집중되어 있다는 것을 반영한다. 반면 대구광역시 외곽 도시들은 신도시 개발, 산업단지 조성 등으로 주거 및 통근인구가 높은 편임에도 불구하고 매개중심성, 위계중심성이 매우 낮게 나타나 전체 네트워크 관점에서 볼 때 해당 지역에서 대구 중심지로의 이동성은 확보되고 있으나 여러 번의 환승을 통해 또는 많은 링크들을 거쳐 중심지에 접근해야 하는 취약성이 있다는 것을 알 수 있다. 향후 도시에 광역·도시철도 및 버스노선이 추가적으로 도입될 때 현재 대중교통 취약지로 진단된 지역들의 네트워크 연결성을 고려하여 형평성 있는 노선계획이 수립되어야 하며, 도시개발 및 정비 등을 위한 계획에 네트워크 중심성의 진단결과를 기반으로 적용하여 인구의 분산 및 교통혼잡 완화의 효과를 더욱 효율적으로 향상시킬 수 있을 것으로 기대한다.

이동데이터 기반 심야버스 노선체계 도입방안에 관한 연구

A Study on the Introduction of Late-Night Bus Route System Based on Big Data in Mobile Patterns

한지훈
(톰스 매니저)

이선하
(공주대학교 교수)

천춘근
(공주대학교 겸임교수)

(00시~04시) 이용여건 대비 대중교통 서비스 제공이 열악하며, 심야버스 이동성의 제약은 심야경제 활동참여자(비즈니스 및 소매 업계, 저소득 근로자, 학생 등)에게 한정되어있는 대중교통과 부담되는 택시 비용(심야 택시 기본요금 : 4,800원, 2023년 청주시 기준)은 열악한 대중교통 서비스에 교통부문 지출 비용은 크게 증대되고 있는 실정이다.

또한, 지자체 입장에서는 무작정 심야버스 운행으로 차량 추가 예산(평균 2억원 이상) 뿐만 아니라 기사의 야간근로 환경 및 택시업계의 수요 감소로 인한 반발로 적용하기에 어려운 실정이다.

하지만 대중교통 이용자의 이동성 확보와 편의성 증진을 위하고 동시에 심야 이동권 제고를 위하여 심야버스 운행이 필요하며 대중교통 서비스 제공 시, 승용차와 택시 수단분담률 감소에 따라 대기오염, 사고위험도 또한 감소를 기대할 수 있으며, 예시로 2021년 천안시의 심야버스를 도입하여 개통 2년 만에 서비스 이용률은 4.2배 증가한 것처럼 시민들에게 편리하고 높은 만족도를 제공하기 위한 노선 도입의 필요성이 대두된다.

본 연구에서는 버스가 유일한 대중교통수단인 청주시를 대상으로 이용자 중심의 심야버스 도입방안을 제시하고자 한다. 청주시는 차량 수담 분담률 중 승용차의 비중이 가장 높은 80.9%를 차지하고 있으며, 인구 규모(약 85만, 2023년 9월 기준)가 비슷한 성남시(50.9%), 부천시(45.7%)와 대비 청주시의 승용차 의존도가 가장 높다.

심야시간대 활동을 하는 시민들의 승용차(자차 및 택시)를 통한 이동행태를 보이며, 심야시간대의 편리한 이동수단 보장을 하기 위해 시민들의 통행행태 기반의 심야버스 노선 도입 및 운영에 따른 대중교통 보장성 확보가 필요하다.

청주시 이동데이터 기반 심야시간대의 주요 활동거점을 파악하고 최적 버스노선 선정 기법에 따른 이동 통행량 분석과 시민들의 실제 택시운행 기록 데이터를 통행 패턴 분석에 따른 결과를 결합하여 심야 노선을 도출하고자 한다.

이동데이터				
버스카드 데이터	가구통행실태조사	통신사 생활인구	통신사 유동인구	택시운행 데이터

이동데이터 버스카드 데이터 가구통행실태조사 통신사 생활인구 통신사 유동인구 택시운행 데이터 생활인구 데이터 기반 POI를 산정하고 이에 따른 유동인구 데이터의 1시간 기준(15분 단위) 기·종점 통행량 기반 통행배정 및 택시운행 데이터의 X, Y 좌표를 활용하여 O/D(기·종점 통행량)를 생성하였고, 통행배정된 결과를 기반으로 심야시간대 이동수요를 확인하여 4개의 심야버스 노선(안)을 도출하였으며, 1개의 순환 노선, 3개의 일반 노선을 구축하여 13km~30km 길이 및 18개~50개의 정류장을 경유하는 네트워크를 구축하였다.

본 연구를 통하여 택시 이동데이터, 통신사 이동데이터 등 빅데이터를 수집하여 심야시간대의 활동인구가 가장 많은 구간 및 지점을 선정하여 정류장 이용빈도 변수와 기·종점 간 통행시간에 따른 최단거리, 링크 별 버스 노선 충접도를 활용한 최적 버스노선 선정 기법으로 심야버스 노선(안)을 제시하였다. 이에 대중교통 이용자의 통행 수요 행정동별/정류장별/노선별 이용객의 데이터 비율(실제 대중교통 이용률) 기반 심야버스 서비스 지역 및 정류장을 검증하였다.

향후 심야버스의 고정적 운행 외 심야시간대 활동인구가 집중되는 행사(축제, 콘서트 등)에 최적 운행계획이 필요하며, 실제 운행의 정량적 지표 및 이용자의 정성적 만족도 데이터 기반 서비스 효과분석이 필요하다.

또한, 실제 심야버스 투입 비용(추가 버스 구매, 인건비, 운영비 등) 및 편익 분석기반 경제성 분석에 따른 타당성을 판단하여 지자체의 사업 비용 감소와 추후 택시운행, 대중교통 이용에 따른 시간, 비용 함수를 고려한 수단 선택을 통하여 더욱 정확한 최적 차량 대수 및 운행계획을 기대할 수 있으며, 심야버스 기준이 아닌 대중교통 노선 전면 개편 계획, 도시철도/광역철도 도착 시간과 버스 도착 시간과의 연계성, 활동 기반 모델(등·하교, 출퇴근, 관광형 등)인 개인 이동데이터를 고려한다면 더욱 정확도가 높고 모든 이용자 맞춤형 대중교통 서비스로 편리하고 안전한 심야 노선체계의 구축 연구가 가능할 것으로 보인다.

ITS 정책 및 기타(II)

Session

B-2

보행자도로 서비스수준 산정을 위한 개선 연구

윤정은, 이경진, 고우리, 김인영, 윤일수

WTP 조사 및 Meso-level 네트워크 시뮬레이션 기반 농어촌 교통 연계 주민 편의서비스 경제성 평가

이상재, 오동희, 박준영, 박재홍, 노창균

교통접근성이 지방소멸에 미치는 영향

박성희, 양태양, 박희건, 천승훈, 이종우

생애주기비용 기반 고속도로 유지보수 방식별 경제성 비교 분석

강지우, 박용우, 박신형

통행 OD 및 교통인프라 네트워크 분석을 통한 도심항공교통 버티포트 허브 선정 방안 연구

양현덕, 홍정열

미래 모빌리티 인프라 구축 전략

백남철, 류승기

보행자도로 서비스수준 산정을 위한 개선 연구

Study on the Enhancement of the Level of Service for the Pedestrian Road

윤정은	이경진	고우리	김인영	윤일수
(아주대학교 박사과정)	(아주대학교 석박사통합과정)	(아주대학교 박사과정)	(아주대학교 박사과정)	(아주대학교 교수)

보행자시설은 보행자도로, 계단, 대기공간 등 보행자가 이용하는 시설에 따라 그 특성이 다르며, 보행속도, 보행밀도, 보행 점유공간 등을 통해 보행자시설의 보행환경을 서비스수준으로 평가한다. 서비스수준은 A~F까지 6등급으로 나눌 수 있으며 일반적으로 서비스수준 E와 서비스수준 F의 경계는 용량이 된다. 이러한 서비스수준은 보행 통행체계의 운영과 설계에 중요한 요소가 되며, 도로용량편람에서 보행자시설에 대한 용량과 서비스수준 분석방법을 제시하고 있다.

도로용량편람(국토해양부, 2013)은 교통시설의 용량을 추정하고 서비스수준을 결정하는 기법을 제공하는 문서로서 도로체계의 계획 및 설계, 운영에 사용되는 핵심적인 기준으로 사용되고 있다. 그러나 보행자시설에 대한 분석방법은 상대적으로 부족한 부분이 존재한다. 예를 들어 기존 도로용량편람에서 제시하는 보행자시설의 분석방법을 적용하여 서비스수준을 산출할 경우 대부분 A 수준으로 산출되어 현실적인 보행자시설의 평가가 어려운 한계가 있다. 또한 보행자시설에 대해 처음 제시한 2001년 도로용량편람 개정 당시에 사용된 자료는 20여년 후인 현재 상황과 차이가 많을 것으로 예상된다는 문제점을 제기하였다.

본 연구에서는 변화된 도로교통 여건을 반영하여 보행자도로의 서비스수준을 재산정하고 서비스수준 기준값을 새롭게 정의하여 도로용량편람의 현실화를 모색하고자 하였다. 이를 위해 보행자도로의 실제 보행 현황과 기존 서비스수준 기준값을 비교해보기 위해 보행량을 측정하였다. 조사 결과 대부분 LOS A로 평가되었고, 특히 최대 보행교통류율 시점에서는 LOS E로 평가되었으나 정상적인 보행이 어려운 상태인 것으로 나타났다. 따라서 기존 도로용량편람 기준은 실제 보행 현황을 반영한다고 보기 어렵다고 볼 수 있다. 이에 보행량 조사 데이터 기반의 보행자도로 서비스수준 기준값을 새롭게 제시하고자 하였다. 또한 재산정한 보행자도로의 서비스수준 기준값이 실제 보행 현황을 반영하는지 알아보기 위해 평일 오전 첨두시간대와 오후 첨두시간대의 사당역 내 보도를 관측하였다. 분석 결과, 수정된 서비스수준 기준값은 보행자도로의 보행 현실을 잘 모사하는 것으로 나타났다. 기존 도로용량편람 기준값보다 보행자가 느끼는 실제 보행 현황을 현실적으로 반영할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 기존 도로용량편람보다 현실적인 기준을 제시하고자 하였고, 이를 통해 지속적으로 중요해지는 보행자시설에 대한 용량을 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다. 또한 보행 친화적 교통정책에 근거로 제시할 수 있고, 보행자가 체감하는 보행자시설의 서비스수준과 일치하는 분석방법론으로 발전될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 수행한 보행자도로 외에 대기공간, 계단 등 보행자시설에 대한 서비스수준의 재산정도 필요하다. 또한, 도로용량편람의 보행자시설에 대한 분석이 실무 의사결정에 어떻게 활용되고 있는지 면밀히 검토하여 향후 보행자시설의 용량 및 서비스수준 분석 개선의 시사점을 종합적으로 도출할 필요가 있다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부 및 경찰청의 연구비지원(RS-2023-00230558)에 의해 수행되었습니다.

WTP 조사 및 Meso-level 네트워크 시뮬레이션 기반 농어촌 교통 연계 주민 편의서비스 경제성 평가

Economic Evaluation of Rural Transportation Linkage Service Using WTP Survey and Meso-Level Network Simulation Analysis

이상재 (한양대학교 교통물류공학과 박사과정)

오동희 (한양대학교 교통물류공학과 석박통합과정)

박준영 (한양대학교 교통물류공학과, 스마트시티공학과 부교수)

박재홍 (한국건설기술연구원 도로교통연구원 수석연구원)

노창균 (한국건설기술연구원 도로교통연구원 연구위원)

농어촌지역, 격오지역은 출산율 저하 및 고령화로 인해 인구가 지속적으로 감소하고 있다. 인구감소로 인해 대중교통 이용객 또한 감소하게 되면서 농어촌지역은 교통서비스를 운영하기 위한 규모의 경제 유지가 어려운 실정이다. 따라서, 농어촌지역 거주민의 이동권을 보장할 수 있는 특별한 교통서비스 운영전략이 필요하다. 본 연구는 지속 가능한 대중교통 서비스를 제공하기 위해, 택시, 시내버스, DRT(Demand Responsive Transit)와 같은 교통수단과 거주민 대상 편의서비스를 연계할 수 있는 농어촌 특화 Mobility as a Service(MaaS) 운영전략을 수립하고자 한다. 현장조사 및 수집된 교통데이터를 활용하여 격오지 대상 DRT가 운영중인 양산시의 네트워크 및 DRT 노선을 구현하였다. 그리고 기존 서비스 조사와 설문조사를 통해 양산시 내 운영에 적합한 편의서비스를 찾고, 해당 서비스의 적정운영비용 및 지불의사액을 도출하였다. 양산시 교통서비스 네트워크와 편의서비스를 결합하여, 양산시 내 네트워크에 교통 연계 주민 편의서비스 운영 시, 소모되는 비용과 편익을 계산하였다. 각 서비스 운영 시나리오 별 경제성 평가결과를 바탕으로, 운영에 적합한 노선 및 적정 운영전략을 수립하였다. 본 연구결과를 통해 농어촌 거주민의 이동성 및 편의성을 향상시킬 수 있으며, 지자체의 지속 가능한 교통서비스 운영전략 수립에 도움을 줄 수 있다.

사사: 본 논문은 한국건설기술연구원의 연구비 지원((23주요-대3-임무(산업진흥))농어촌 지역 대상 지속가능한 MaaS 3.0+ 기술 개발)에 의해 수행되었습니다.

교통접근성이 지방소멸에 미치는 영향

The Effect of Traffic Accessibility on Local Extinction

박성희	양태양	박희건	천승훈	이종우
(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구위원)	(한국교통연구원 부연구위원)

최근 대한민국은 사망자 수가 출생자 수보다 많아 인구가 자연 감소하는 인구의 데드크로스 현상이 일어나고 있다. 2015년 기준 꾸준히 감소현상을 보이다 결국 2019년 이후 인구의 증가율은 마이너스를 나타내고 있다. 이러한 인구감소로 인해 국가는 국가 균형발전 특별법을 시행하였다. 국가 균형발전은 지역 간 발전의 기회균등을 촉진하고 지역의 자립적 발전역량을 증진함으로써 삶의 질을 향상하고 지속가능한발전을 도모하여 전국이 개성있게 골고루 잘 사는 사회를 구현하는 것을 말한다. 국가는 인구 감소지수를 기준으로 인구감소 지역 89개 지정하여 지방소멸 지역을 지정하였고, 관심 지역 18개를 지정하였다. 지방소멸은 인구 유출의 지속으로 인구가 사라질 가능성이 높은 지역을 말한다. 지역사회의 인구가 감소하여 인프라 및 생활 서비스 공급, 생활의 애로 등으로 인해 공동체가 제대로 기능하기 어려운 상태를 지방소멸이라 지칭한다. 따라서 지방소멸과 교통접근성이 관련이 있는지, 미치는 영향력이 얼만큼인지 분석할 것이다. 지방소멸 지역과 아닌 지역을 전국 시군구를 기준으로 교통접근성과 지방소멸 위험지수를 이용하여 분석을 진행할 예정이다. 교통접근성에 관한 지표로는 도보 접근시간, 차량 접근시간, 대중교통 접근시간을 활용할 예정이다. 지방소멸 지역과 아닌 지역을 시설별 교통접근성과 지방소멸 위험지수의 관계성을 알기 위해 상관관계를 진행하였다. 지방소멸 지역은 지방소멸 위험지수와 교통접근성의 관계성이 높게 나타났지만, 그 외 지역과 교통접근성의 관계성은 낮게 나타났다. 각각의 대상으로 교통접근성이 지방소멸 위험지수에 미치는 영향을 분석하기 위해 다중회귀분석을 진행하였다. 지방소멸 지역의 경우 6개의 독립변수 중 하나를 제외하고 유의한 결과가 나타났다. 그 외 지역의 경우 7개의 독립변수 중 하나를 제외하고 유의한 결과가 나타났다. 본 연구 결과에 따라 지방소멸 지역이 다른 지역보다 교통접근성이 지방소멸 위험지수와 관계성이 높아 지역 활성화, 지방소멸 대응 등 다양한 방면으로 정책 및 계획 수립 시 주목할 필요가 있다는 이론적 함의를 제시한다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2022-00144012)

참고문헌

1. 유동균, 박준 and 염춘호. (2021). 교통접근성이 인구증감에 미치는 영향요인 연구 - 비수도권 인구감소도시 중심으로 -. 지역사회연구, 29(1), 49-73.
2. 지방행정연구원(2021), 지방소멸, 어떻게 방지할 것인가?

생애주기비용 기반 고속도로 유지보수 방식별 경제성 비교 분석

(Comparative Analysis of Economic Feasibility by Highway Maintenance Method Based on Life Cycle Cost)

강지우 (서울시립대학교 석사과정)
박용우 (서울시립대학교 연구교수)
박신형 (서울시립대학교 부교수)

국내 고속도로는 1968년 경인선 개통을 시작으로 꾸준히 건설되어 2021년 기준 총연장 4,866km에 이르고 있으나, 고속도로 공용연수 및 교통량이 증가함에 따라 도로 콘크리트 포장은 지속적으로 손상되고 있으며, 노후화로 인해 주행쾌적성 및 안전성이 저하되어 이용자의 불만이 발생하고 있다. 1984년 88고속도로를 시작으로 국내에 본격적으로 도입된 콘크리트 포장은 국내 고속도로의 약 60%(2,552~2,640km) 이상을 차지하고 있다. 2022년 기준 대부분의 기존 콘크리트 포장은 공용연수 20년 이상 구간이 절반 이상을 차지하여 포장 내구성이 한계에 도래하고 있으며, 2024년 노후 콘크리트 포장의 연장은 2016년 대비 약 365% 증가된 6,600km에 이를 것으로 추정된다. 현재 국내 고속도로에서는 노후화된 포장 구간에 대하여 한정된 예산으로 소규모, 부분보수를 시행하고 있다. 이러한 보수 방식은 노후 포장에 대한 근본적인 해결 방법이 아니므로 보수 구간에서 반복적인 파손이 재발하고, 잦은 교통차단으로 인한 교통사고 증가 및 지·정체 증가와 같은 문제가 발생한다. 따라서 한국도로공사에서는 노후 구간의 품질관리 및 도로시설의 수명을 연장하고, 유지관리비용을 최소화하기 위해 리모델링 개념을 도입하여 2015년부터 대규모 전면보수 사업을 추진하고 있으나, 리모델링 사업의 추진 근거 및 효율성을 입증할 방안이 없으므로 리모델링 사업 효과를 제시하여 필요성을 언급하고 추진 근거를 마련하기 위해 리모델링 사업 구간을 대상으로 생애주기비용 기반 고속도로 유지보수 방식별(재포장 공법·리모델링 공법) 경제성 분석을 진행하였다.

본 연구에서는 생애주기비용을 기반으로 리모델링 사업이 시행된 10개 구간(중부선: 마장-산곡, 영동선: 여주-강릉, 중부내륙선: 괴산-충주, 연풍-괴산, 충주-여주, 경인선: 서인천-신월, 중부선: 산내-비룡, 호법-마장, 산곡-하남, 수도권제1순환선: 하남-상일, 호남선: 정읍-김제, 서해안선: 서평택IC-서평택JCT)을 대상으로 유지보수 방식별 향후 40년간 발생하는 비용의 총합을 비교하였으며, 분석 비용 항목은 공사비용, 통행시간비용, 차량운행비용, 교통사고비용, 환경비용이 있다. 각 비용의 정의는 다음과 같다. 공사비용은 공사 시행 시 발생하는 비용을 의미하며, 통행시간비용은 통행시간가치의 산정을 통해 이동거리 및 시간을 고려하여 화폐가치화 한 비용을 의미한다. 차량운행비용은 차량의 주행과 관련된 모든 비용을 의미하며, 교통사고비용은 도로에서 발생하는 교통사고로 인해 발생하는 경제적 손실을 의미한다. 마지막으로 환경비용은 차량 운행으로 인해 환경에 발생하는 비용을 의미한다. 공사비용은 한국도로공사 내부 자료를 활용하여 유지보수 시 발생하는 공사비용을 산정하였으며, 통행시간비용, 차량운행비용, 교통사고비용은 유지보수 시 차로를 차단함으로써 발생하는 주행차량의 차량운행 증가 비용, 통행시간 증가 비용, 사고 비용을 산출하였다. 환경비용은 차량별·속도별 대기오염 절감 비용 및 소음 절감 비용을 산출하였다. 각 비용의 산출 식은 예비타당성조사 도로·철도부문 절감 편익 산정 식을 참고하였으며, 구간교통량(VDS) 데이터를 통해 구간별 교통량, 차종별 통행량 등을 수집하여 경제성 분석에 활용하였다.

본 연구는 재포장 방식의 공사가 시행되었을 때와 리모델링 방식의 공사가 시행되었을 때를 가정하여 생애주기(40년) 동안 예상되는 비용 절감 효과를 리모델링 사업의 효과로 제시하였다. 재포장 방식의 포장 유지수명은 12년, 생애주기(40년) 기간 내 유지보수 횟수 3회, 리모델링 방식의 포장 유지수명은 19년, 생애주기(40년) 기간 내 유지보수 횟수 2회로 가정하였으며, 분석 결과 총 비용은 리모델링 사업이 더 절감되는 것으로 나타났다. 따라서 노후화된 고속도로의 경우 재포장보다 리모델링 사업이 더 효과적이며, 리모델링 사업을 추진할 필요가 있다고 판단된다.

통행 OD 및 교통인프라 네트워크 분석을 통한 도심항공교통 버티포트 허브 선정 방안 연구

A Framework of Scalable Vertiport Hub Selection
Based on Trip OD and Transportation Network Analysis

양현덕
(계명대학교 교통공학과 연구원)

홍정열
(계명대학교 교통공학과 교수)

도시교통문제를 해결하기 위한 미래도시교통시스템으로 도심항공교통(Urban Air Mobility)의 관심이 증대되고 있으며, 세계 각국의 주요 도시들에서는 도심항공교통의 실현 가능성을 평가하는 연구와 실증 프로젝트들이 진행 중이다. 국내에서도 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵을 구축하여 2025년 상용화 시작에 대비한 인프라 및 주요노선 구축, 운항기준 마련, 공역 운영 관리 등에 대한 구체적인 방안을 모색하고 있다. 그러나 기존 교통수단들과 UAM의 연계를 통한 버티포트 위치 선정에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이며, 버티포트 위치 선정을 위한 적절한 평가지표 및 기준이 마련되어 있지 않아 UAM이 단계적으로 도입될 지역의 우선순위 결정에도 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 전국을 대상으로 통행OD 패턴 및 도로, 철도 교통 네트워크의 중심성을 분석하고 도시별 사회인구학적 지표와 연계하여 UAM의 잠재수요가 많은 지역을 도출, 지리적, 사회적 특성 고려 등을 통하여 버티포트 허브 위치를 탐색하는 프레임워크를 제시하였다. 특히 지역 내 그리고 인접한 도시 간을 통행하는 승용차, 버스, 철도 등 다양한 교통수단과의 연계를 통해 접근성, 연결성 측면에서 합리적인 위치를 거시적 단위로 제시하고자 하였다. 기존 연구들과의 차별점으로 국가교통DB에서 제공하는 2025년 전국 고속도로 구간별 장래 통행량을 이용하여 UAM을 승용차, 시외버스와 연계하여 운영 가능할 수 있도록 고속도로 IC, JC 녹지 및 유휴지를 대상으로 버티포트 허브 선정의 가능성을 제시하였으며, 가중 연결 중심성, 근접 중심성, 사이 중심성, 고유벡터 중심성 총 4가지 네트워크 중심성 분석을 통해 교통네트워크에서 UAM의 허브 역할이 가능한 중심지를 도출하였다. 도출된 중심성 결과값과 함께 그 지역들의 인구수, 총종사자수 등 사회인구학적 지표를 이용하여 각각의 지표들 순위를 구한 뒤 순위의 합이 가장 작은 값을 선정하였다. 그 결과 서울특별시 강남구, 송파구, 종로구, 경기도 부천시, 경기도 화성시, 인천광역시 서구, 청주시 흥덕구, 대구광역시 북구 등의 지역이 탑승 수요가 높을 것으로 예측되었으며, 신갈 JC, 군포 IC, 판교 JC, 조남 JC 인근의 고속도로 유휴지 등 버티포트 허브로서의 역할을 수행 가능할 것으로 도출되었다. 본 연구를 통하여 거시적인 공간 범위에서 UAM과 타 교통수단의 연계가 가능한 위치가 제시되었으며, 선정된 지역은 UAM 도입 시 지역 내 또는 인접 지역 간을 통합적으로 연결하는 허브로서의 역할이 가능할 것으로 기대된다. 향후에는 미시적인 공간 범위의 UAM 버티포트 설치 위치를 선정하는 지표 개발 및 의사결정 방법론에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

미래 모빌리티 인프라 구축 전략

Building the infrastructure for the future of mobility

백남철
(한국건설기술연구원 선임연구위원)

류승기
(한국건설기술연구원 선임연구위원)

지금 교통인프라 예산의 상당부분은 노후 인프라 유지와 관리에 사용되고 있다, 맥킨지 보고서(2023)에 따르면 유럽의 경우 정부가 교통 인프라 예산의 50~70%를 노후화된 기존 시스템을 유지 또는 교체하는 데 사용될 것이라고 한다. 지난 산업화과정에서 특정기간동안 집중 건설한 대규모 인프라의 유지 보수시기가 도래한 것이다. 같은 형태의 투자를 실시했던 미국과 일본, 우리나라도 크게 다르지 않은 상황이다.

노후 인프라 유지보수만큼 미래 인프라 구축도 절실히 필요한 상황이다. 차량중심에서 사람중심, 관리자중심에서 이용자중심으로, 소유에서 공유 중심으로 변화하는 모빌리티 시대. 자동화, 연결성, 전기화 및 공유 모빌리티가 목전에 다가왔지만, 인프라 개별사업의 시공단계까지 내려가면 이러한 미래 기술은 체계적으로 적용되지 못하고 있다.

미래 모빌리티 인프라를 어떻게 갖출 것인지에 대한 통합 비전과 가이드라인이 미흡하다. 전기차 충전소는 어떻게 설치 공급할 것인지, 모빌리티 서비스 연결성을 어떻게 제공할 것인지, 만성적인 출퇴근시간 버스전용차로 정체, 그리고 GTX와 같은 새로운 교통수단의 영향권역에 발생할 교통정체는 어떻게 해소할 지 우리는 답해야 한다.

뿐만 아니라 기후변화 탄소중립 1.5도 방어선이 무너지고 있다. 1.5도 마지노선이 무너지면 북극권 얼음이 완전히 녹을 수 있고, 산호초가 멸종될 수 있으며, 우리 동네 주변의 도로 아스팔트 포장은 극단 고온에 녹아내릴 수 있다. 경제활동을 위한 이동과 접근이 어려운 상황이 일시적으로 올 수 도 있다. 우리나라 정부에서도 적극적으로 2030NDC 탄소중립 계획을 제시하고 있으나, 모빌리티와 관련하여 보다 세부적인 계획이 필요한 시점이다.

앞으로 우리는 기존 인프라 유지보수, 새로운 미래 인프라 그리고 기후위기 탄소중립을 위한 최적화 균형 R&D 투자가 중요한 상황이다. 가능한 미래의 요구를 설명하는 몇 가지 가능성 있는 시나리오를 개발하는 것부터 시작해야 한다. 이러한 시나리오는 다양한 사용자 선호뿐만 아니라 앞으로 다가올 기후변화와 기술 발전을 동시에 고려해야 한다. 2030NDC의 자동차 주행거리 감소를 달성하면서 전기차 에너지 전환을 동시에 이룰 수 있어야 한다.

이에 본 연구에서는 미래 모빌리티와 관련하여 비교적 다각적으로 완결성을 보이고 있는 유럽연합의 그린딜정책 등을 참조하여 미래 모빌리티 실행전략과 가이드라인을 제시하고자 한다. 특히, 미래 모빌리티 인프라 구축을 위한 R&D 로드맵을 제시하고자 한다. 특히, 모빌리티 서비스를 중심으로 물리적 인프라의 개선, 디지털 혁신 및 사회적 변화를 연결하는 프레임을 작성하였다.

e-Mobility

Session B-3

도로 경사도를 고려한 전기차 경로 최적화: 제주도의 지방도를 중심으로
김근우, 장인권

무선 충전을 위한 상호 인덕턴스 추정
강민석, 김민기, 조원영, 장인권

형상 모델링과 구조해석을 통한 전동킥보드의 성능 및 안전성 평가 연구
유한솔, 오민종, 박제진

출발지와 도착지 자료를 이용한 공유형 PM 이용패턴 분석
이선영, 김영국

시스템 다이내믹스 분석기법을 활용한 초소형 전기차 활성화요인 분석
박휘빈, 신치현, 김정화

도로 경사도를 고려한 전기차 경로 최적화: 제주도의 지방도를 중심으로

Optimization of Electric Vehicle Routes Considering Road Slope: Focusing on Local roads in Jeju Island

김근우
(한국과학기술원 연수연구원)

장인권
(한국과학기술원 부교수)

차량 경로 문제는 1954년 Dantzig 교수팀의 연구 이후 다양한 분야에서 연구되고 있으며, 현재 전기차, 자율주행차, 드론 등의 새로운 모빌리티 시스템의 개발과 함께 더욱 범용적으로 활용되고 있다. 최근 전기차의 에너지 소모량을 고려한 전기차 경로 문제가 연구되고 있으며, 전기차의 에너지 소모량은 회생제동에 의해 도로 경사에 따라 급격히 달라지기 때문에, 도로 경사를 고려한 에너지 소모량 추정이 필수적이다.

본 연구는 제주도 지방도의 거리와 경사도를 고려하여 전기차의 에너지 소모량을 추정하여 전기차 경로 최적화를 수행하였다. 표준노드링크 데이터를 활용하여 제주도 지방도 그래프를 생성하고, 수치표고모형(Digital Elevation Model, DEM) 데이터를 활용하여 좌표계변환를 통해 각 표준노드의 고도 데이터를 취득하였다. 또한, 전기차 에너지 소모량을 계산효율적으로 추정을 위한 선형함수를 도출하였다. 취득된 데이터와 도출된 함수를 최적설계 기반 경로 최적화 알고리즘에 적용하여 최적 경로를 산출하였다.

전기차 에너지 소모량 함수의 파라미터 재조정을 통해 다양한 실험을 수행하였으며, 한 사례의 연구 결과는 산출된 최적 경로가 최단 경로보다 주행거리가 7.77% 늘어났지만 에너지 소모량이 11.74% 적은 것을 보여주었다.

사사: 본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 국토교통지역혁신기술개발사업의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2022-00143517, 저탄소 청정 제주를 냉장전기차량 기반 신선물류 배송체계 구축 기술 개발).

무선 충전을 위한 상호 인덕턴스 추정

Mutual inductance estimation for wireless charging

강민석 (KAIST 박사과정)　**김민기** (KAIST 박사)　**조원영** (KAIST 석사과정)　**장인권** (KAIST 교수)

최근 무선 충전 기술은 스마트폰, 전기차 드론 등 다양한 분야들에 적용되어왔다. 단일 충전 시스템을 넘어 동시에 여러 시스템을 충전하는 시도들이 늘고 있다. 전기차의 경우 다중 충전 기술을 실용화한다면, 주차 공간이 부족한 요즘 지정된 주차 칸을 넘어 공간으로 확장하여 자유도 및 편리성을 확보할 수 있다. 하나의 넓은 무선 충전기 내에서 자유롭게 위치하고 여러 대를 동시에 충전하기 위해서는 코일 간의 커플링 즉, 상호 인덕턴스 정보가 필요하다. 상호 인덕턴스는 이러한 무선 충전 시스템의 충전 전압이나 효율 등 성능에 영향을 주는 요소로 무선 충전 작동을 위해 필요한 정보이다. 특히, 다중 충전 시스템 구현에 있어서는 모든 상호 인덕턴스 정보를 아는 것이 중요하다. 하지만, 다중 충전 시스템의 경우 충전 시스템이 추가 될수록 더욱 복잡해진다. 기존 상호 인덕턴스 추정 연구들의 경우 단일 충전 시스템에 대해 주로 진행이 되었으며 다중 충전 시스템에 적용하기에는 한계가 있다. 따라서, 본 연구는 다중 충전 시스템에서 전체 상호 인덕턴스 정보를 추정할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 제안한 방법은 크게 2단계로 나뉜다. 첫 번째 단계에서는 송신기와 수신기 사이의 상호 인덕턴스를 추정하고 두 번째 단계에서는 수신기 간의 상호 인덕턴스를 추정한다. 제안된 방법은 수신기의 전류 위상 정보나 추가적인 회로가 필요하지 않아 실제 구현 가능하다는 이점이 있다. 최종적으로 수신기가 3개인 시스템에 대하여 실험을 진행하였으며, 제안된 방법이 전체 상호 인덕턴스 정보를 잘 추정할 수 있음을 검증하였다. 전기차뿐만 아니라 드론, 스마트폰 등 제안한 방법을 다중 충전 시스템에 적용한다면, 안정적이고 신뢰성 있는 작동에 기여하여 편리성을 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제 번호2020-0-00073, 클라우드 엣지 기반 도시 교통 브레인 핵심기술 개발. We would like to acknowledge the technical support from ANSYS Korea.

형상 모델링과 구조해석을 통한 전동킥보드의 성능 및 안전성 평가 연구

A Study on Performance and Safety Evaluation of Electric Kickboard through Shape Modeling and Structural Analysis

유한솔
(전남대학교 건축토목공학과 석사과정)

오민종
(전남대학교 건축토목공학과 석사과정)

박제진
(전남대학교 토목공학과 교수)

개인형 이동수단(Personal Mobility, 이하 PM)은 전동킥보드, 전동휠, 전동스쿠터와 같이 전기를 동력으로 사용하는 1인 또는 2인을 위한 교통수단으로 현대 도시 환경에서 지속적으로 증가하는 교통 혼잡과 환경 문제에 대한 대안적인 모빌리티 솔루션으로 주목받고 있다. PM 이용을 통해 도시 교통체증 완화, 대기오염 및 온실가스 배출 감소, 지속 가능한 도시 이동 및 환경 보호 등의 긍정적인 효과를 얻을 수 있다. PM의 종류 특히 전동킥보드는 소형 이동수단으로 휴대성이 높아 단거리 이동에 이상적이며, 사용 편의성도 높아 사용자 수가 급격하게 증가하고 있어 미래 신성장 산업으로 부상하고 있다. 그러나 전동킥보드의 보급과 함께, PM 관련 피해구제와 소비자 상담 건수 또한 증가하고 있다. 한국소비자원에 따르면 PM 품목 중 51.9%(56건)가 전동킥보드에 관한 피해구제 및 상담건수로 높은 비율을 차지고 있으며, 피해 유형 중 품질 관련이 91.7%(99건)로 대부분을 차지하고 있다. 이는 PM, 특히 전동킥보드의 품질과 안전성 향상을 위한 노력이 필요함을 나타낸다. 전동킥보드와 관련된 연구와 개선 노력은 도시 모빌리티의 지속 가능성과 환경 보호를 위한 중요한 단계로 작용할 것이다.

따라서 본 연구에서는 전동킥보드의 안전성과 성능 향상을 위해 ① 기존 전동킥보드의 핵심 부품에 대한 적용성 검토를 통해 형상을 모델링하고, ② 탑승자 중량에 의한 하중, 측면낙하 충돌, 정면충돌, 충전기 충전 부위 충돌 4가지 구조해석을 통해 전동킥보드 성능 및 안전성을 검증하였다. 본 연구 결과를 통해 기술적 측면에서 전동킥보드 재료 강성 및 내구성 등의 품질이 향상되고, 경제적 측면에서는 제품 제작 전 가상 구조해석을 통한 제작비용이 저감되며, 산업적 측면에서는 전동킥보드의 안전성 및 사용자들의 신뢰도 향상으로 관련 시장의 성장 가능성이 증대될 것으로 기대된다. 더불어 보다 안전하고 효율적인 이동 수단을 제공하여 도시 이동성을 개선하는 데 도움이 될 것으로 예측된다.



<그림 1> 탑승자 중량에 의한 하중 적용



<그림 2> 측면낙하 충돌 조건



<그림 3> 정면 충돌 조건



<그림 4> 킥보드 충전부위 충돌 조건

<표 1>구조해석 결과

해석 구분	인가 하중	해석결과	
		최대 변형량(mm)	최대 등가 응력 (MPa)
탑승자 중량에 의한 하중 적용	1,000 N (수직 하방향)	0.449 mm	61.585 MPa
측면낙하 충돌 조건	1,000 N (측면 방향)	13.778 mm	2239.2 MPa
정면 충돌 조건	1,000 N (정면 방향)	7.628 mm	937.15 MPa
충전기 충전부위 충돌 조건	가속도 9800mm/sec	0.4649mm	116.9MPa

출발지와 도착지 자료를 이용한 공유형 PM 이용패턴 분석

Analysis of shared PM usage patterns based on origin and destination data

이선영
(한국교통연구원 연구원)

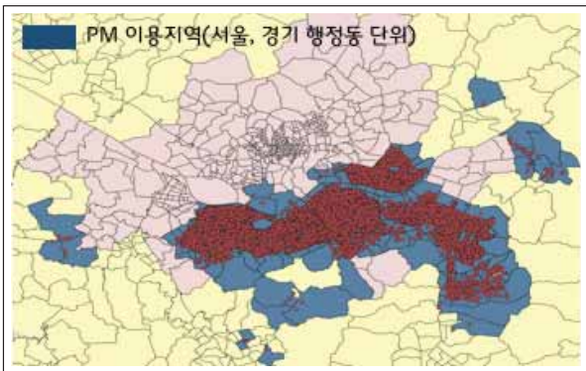
김영국
(한국교통연구원 연구위원)

최근 마이크로 모빌리티 서비스로 도입으로 인해 교통수단 이용자의 통행 이동성이 다양해지고 있다. 특히, 스마트 모빌리티 수단인 전동킥보드, 자전거 등은 이용자가 원하는 시간, 장소에서 대중교통으로 접근하기 어려운 장소로 이동이 가능하여 시간, 공간인 측면에서 편리한 장점을 가지고 있다.

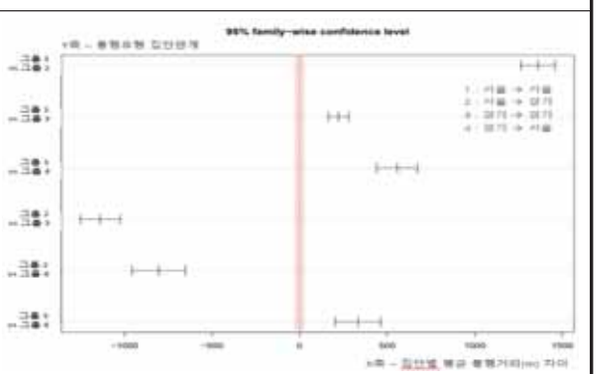
본 연구에서는 모빌리티 수단으로 도시의 교통 이동성을 시·공간으로 분석하는 것을 목적으로 한다. 첫째, 공유형 PM이용패턴은 시간대 별로 차이가 있는가? 둘째, 출발과 도착지에 따른 통행의 이용패턴은 어떻게 다른가? 셋째, 공유 PM의 대여, 반납 스테이션의 지역적 특성은 어떠한가?

이를 위해 서울시의 전동킥보드 이용 데이터를 수집하여 대여, 반납 정보가 포함된 약 17만건의 자료를 활용하였다. 연구에 활용한 자료에는 서울지역과 서울 주변 경기지역을 포함한다. 분석단위는 서울시 행정동 단위, 그리고 분단위 이용내역 자료이다. 이동성 패턴 분석을 위해 먼저 대여, 반납 위치 정보를 기반으로 4개의 통행 그룹을 설정하였는데 반납과 대여 지역이 서울인 지역, 대여와 반납지가 경기인 지역, 서울에서 대여하여 반납지가 경기인 지역, 경기에서 대여하여 반납지가 서울인 지역으로 구분하여 시·공간 분석을 진행하였다. 또한, 공유형 PM 이용단위 개별위치 주변과 경향이 다른 패턴을 보이는 지역을 통계적으로 판단하기 위해 LISA(Local Indicators of Spatial Association)방법을 적용하여 공간분석을 진행하였다.

분류한 집단비교를 위해서 분산분석(Welch's ANOVA)를 활용하여 집단간에 시공간별 통행거리 등 이용패턴 차이를 분석하였다.



<그림 1> 서울시와 경기권 분석 지역



<그림 2> 통행그룹별 통행거리 차이 유의성 결과

그 결과, 4개의 통행그룹에서 시공간에 따른 이용 차이가 있는 것으로 나타났으며, 특히 경기에서 출발하여 서울로 도착하는 이용자는 나머지 3개의 집단의 오전 첨두시간(8시, 9시)보다 1시간 이른 7시, 8시에 가장 통행빈도가 높은 것으로 나타났다. 이는 출근시간대에 PM을 대중교통 연계수단으로 이용하고 있음을 보여주는 결과이다.

또한 서울에서 출발하여 경기권으로 도착하는 이용 그룹은 주로 대중교통 접근이 좋은 지역이 핫스팟(hot spot) 지역으로 확인되었다. 반대로 경기에서 출발하여 서울로 도착하는 이용 그룹은 구릉성 지형, 다세대 주택이 밀집되어 있는 지역에 해당하는 경기도 수정구 지역에서 콜드스팟(cold spot)지역으로 나타났고, 서울과 인접하고 교통환경이 비교적 좋은 하남시 지역이 핫스팟 지역으로 나타났다.

공유형 PM이용패턴 분석 시 출발과 도착지를 활용하여 권역내 통행뿐 아니라 통행집단을 분류하여 시공간 단위로 이용패턴을 분석한 방식은 기존 이동성(Mobility)과 관련한 연구와 차별성이 있다고 본다.

시스템 다이내믹스 분석기법을 활용한 초소형 전기차 활성화요인 분석

Analysis of Factors Promoting the Activation of Micro-electric Vehicles Using System Dynamics Analysis

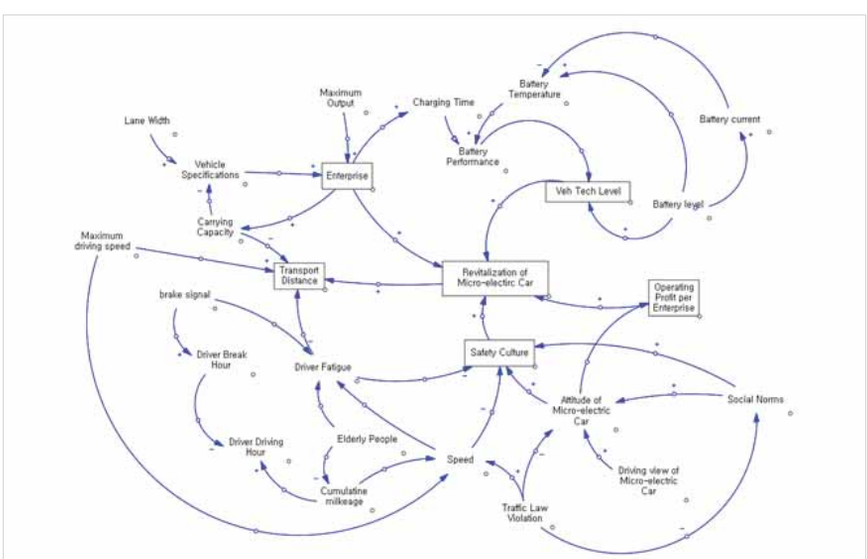
박휘빈
(경기대학교 석사과정)

신치현
(경기대학교 교수)

김정화
(경기대학교 교수)

2010년대 중반부터 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 초소형 전기차의 상용화가 이루어지기 시작하였으며, 작은 크기와 저렴한 유지관리 비용으로 도심지역 운행에 편리성과 경제성을 갖춘 차세대 교통수단으로 주목되었다. 이에 따라, 다양한 국가연구개발사업을 통해 모빌리티 연계, 주차단속 차량 투입, 물류 및 배달서비스, 대중교통 소외지역에 투입되어 상용화·활성화에 대한 실증 연구를 진행 중 이다. 대표적인 실증연구로는 '초소형전기차산업 및 서비스육성 실증지원사업'이 진행되고 있으나, 실증 지역이 한정적이고 주행 특성 역시 각 초소형전기차 회사에서 제시한 통행거리 및 통행속도에서 현저히 떨어지며, 직접적인 활성화방안 및 대안 정책 제시가 쉽지 않은 실정이다.

초소형 전기차를 활성화하기 위해서는 다양한 요인들을 반영해야 하며 이때, 현재 운행되고 있는 초소형 전기차 데이터를 비롯하여 미래에 성능이 향상될 기술 동향 등에 대해서 고려하면 더욱 현실적인 대안을 대비할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서, 본 연구에서는 초소형 전기차 선행연구 검토 및 실증/설문조사 데이터를 검토하여 시스템 다이내믹스 분석 기법을 활용하여 인과지도(Causal Loop Diagram, CLD)를 제시하였다. 초소형 전기차 데이터 및 변수를 선정하기 위해 인적요인, 차량요인, 정책요인, 조직요인으로 나누워 유형별로 정리하였으며, 이를 기반으로 Vensim 10.1.1 software를 통해 시스템 다이내믹스 분석 기법을 적용하였다. 인과지도는 시스템 다이내믹스 방법론에 따른 모델을 적용하기 전에 문제를 이해하기 쉽게 구조화하기 위해 구축하였으며, 본 연구에서는 변수 간 인과관계, 상관성을 고려하여 인과지도를 반복적으로 수정하고 보완하는 과정을 거쳤으며, 각 변수 간 양(+) 또는 음(-)의 관계를 제시하였다.



<그림 1> 초소형 전기차 활성화를 위한 인과지도

사사: 본 연구는 "도로교통공단 : 초소형 전기차 운행설계영역 분석을 통한 활성화 방안 연구(2023-0288)"사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

공유교통

Session

B-4

공간적 요인을 고려한 공유 전동킥보드 서비스의 라스트마일 통행시간 단축 효과 평가 및 비교

이희창, 문세동, 김동규

컨테이너 트레일러 공유물류체계 기초 개념 연구

장진원, 손형근, 박동주

운영 데이터를 활용한 개인 모빌리티 여행 특성 조사: 세종시를 중심으로

Yonghui Liu, Mahdi Khorasani, Gyounghoon Chun

모빌리티 서비스 평가지표 제시 및 분석 연구– 세종특별시를 중심으로 –

김승민, 박호철

수요응답형 대중교통 서비스 만족과 이용 간 인과관계 분석

구자헌, 김수재, 이경재, 추상호, 임준범, 정준영

공유모빌리티 시범사업 현황분석 및 활성화 방안 고찰

이원규, 유한솔, 하종주

공간적 요인을 고려한 공유 전동킥보드 서비스의 라스트마일 통행시간 단축 효과 평가 및 비교

Assessing and comparing the effects of shared e-scooter services on last-mile travel time across areas considering spatial factors

이희창
(서울대학교 건설환경공학부 석박사통합과정)

문세동
(서울대학교 건설환경종합연구소 연수연구원)

김동규
(서울대학교 건설환경공학부 교수)

대중교통의 정류장에서 하차하여 실제 목적지까지 가는 통행을 라스트마일 통행이라고 부른다. 간선 교통 서비스와 라스트마일 서비스를 잘 통합해야 효율적인 대중교통 운영이 가능해진다. 그 중에서도 공유 전동킥보드는 대기시간이나 경로 선택의 제약이 없어 차량과 같은 교통수단으로 기능하며, 고정된 대중교통 노선을 운행하는 것보다 운영 비용이 적어 라스트마일 문제의 해답으로 주목받고 있다. 공유 전동킥보드를 라스트마일 서비스로서 평가하는 다양한 방법론이 제안되어 왔지만, 공유 전동킥보드의 통행시간 단축 효과를 버스 등 기존 라스트마일 서비스의 서비스 수준과 관련지어 평가하는 연구는 제한적이다. 또한 공유 전동킥보드는 주로 20대-30대의 젊은 층이 이용하여 도시의 인구 구조에 따라 서비스의 실제 파급력이 달라질 수 있다. 그러나 현재로서는 라스트마일 서비스의 효과를 도시 간 비교하여 도입의 우선순위를 정하기가 어렵다. 이 연구는 다양한 공간적 구조와 인구 구조를 갖는 도시들에 공유 전동킥보드를 도입했을 때 그 효과를 비교한다는 점에서 그 의의가 있다.

연구 대상 지역은 수도권의 영종도, 여주, 동두천 세 지역이다. 이 지역들은 인구가 대체로 비슷하고 수도권 전철이 거의 유일한 간선 교통 서비스로 기능한다는 공통점을 공유한다. 그러나 이들 지역의 기존 라스트마일 서비스인 시내버스는 짧은 배차간격으로 운행하는 간선 서비스에 비해 빈약하여, 서울로의 출퇴근이 불편하다. 이들 지역에 공유 전동킥보드를 도입하면 라스트마일 연결성을 향상할 수 있다. 연구에는 스마트카드 데이터와 영종도 지역에서 시범 운영되었던 공유 전동킥보드 서비스 I-ZET의 데이터가 사용되었다. 스마트카드 데이터로 기존 시내버스의 통행시간과 대기시간을 추정하고, I-ZET 데이터로는 공유 전동킥보드의 통행시간을 예상한다. 도시 전체를 가로, 세로 100m 크기의 격자로 나누고, 지하철역으로부터 건물이 있는 모든 격자로의 통행시간을 계산한다. 두 서비스의 통행시간의 비교를 통해 공유 전동킥보드 서비스의 도입으로 라스트마일 통행시간이 감소할 것으로 예상되는 지역을 지도상에 나타내고 라스트마일 통행시간 감축 효과가 나타난 요인을 분석한다.

기존 시내버스의 운행 경로나 운행 스케줄이 빈약한 지역들에서 공유 전동킥보드의 도입 효과가 높게 나타났다. 이들 지역에 공유 전동킥보드를 도입하면 시내버스를 확충하는 것보다 저렴한 비용으로 간선노선으로부터의 연결성을 향상할 수 있다. 이것은 역으로 공유 전동킥보드의 도입 효과가 높은 지역의 시내버스 서비스 수준이 낮음을 의미한다. 시내버스는 많은 수의 승객을 미리 정해진 스케줄에 따라 수송할 수 있다는 장점이 있으므로, 해당 지역의 인구와 대중교통 수요가 충분하다면, 간선노선 정류장으로의 경로를 단축하고 운행 빈도를 늘려 기존 시내버스의 운행을 개선하는 것도 좋은 방법이다. I-ZET 이용자의 9.2%만이 50세 이상이었다. 이것은 고령층이 공유 전동킥보드를 이용하는 것을 꺼림을 의미한다. 영종도, 여주, 동두천의 50세 이상 인구 비율이 모두 30% 이상임을 감안할 때, 전동킥보드가 아닌 라스트마일 대안 수단이 필요하다. 또한 우리나라에서는 공유 전동킥보드를 이용하기 위해서는 운전면허증을 소지해야 한다. 운전면허가 없는 어린이나 청소년은 공유 전동킥보드를 이용할 수 없다. 전동킥보드 이용이 어려운 인구 비율이 높은 지역에서는 수요응답형 교통체계의 도입도 고려해볼 수 있다.

사사: 이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었습니다. 또한 본 연구에 사용된 데이터를 제공해주신 현대자동차그룹에 감사드립니다.

컨테이너 트레일러 공유물류체계 기초 개념 연구

A Research for Basic Concepts of Container Chassis Pooling System

장진원
(서울시립대학교 교통공학과 & 스마트시티학과 석박사통합수료)

손형근
(서울시립대학교 교통공학과 석사과정)

박동주
(서울시립대학교 교통공학과 & 도시빅데이터융합학과 교수)

국내 컨테이너 차량의 일평균 공차통행거리는 136.4km로, 이때 컨테이너 트레일러 또한 개별차주 소유이므로 공차운행시에도 화물차(트랙터)와 트레일러를 체결한 채 운행하는 것이 불가피하여 불필요한 비용이 발생하고 있다. 국가교통DB에서 조사하여 공개하는 화물자동차 통행실태조사를 살펴보면 일일 운행중 최소 1회 이상의 공샤시 운행이 포함되어 있음을 알 수 있다. 이러한 공차통행으로 인해 소모되는 연료는 우리나라 전체적으로 연간 약 3.6억L에 달할 것으로 추산된다. 만약 현 공차통행거리의 70%를 샤시 없이 주행하여 연비를 20% 향상시킬 경우, 연간 연료소비량은 4,243만리터, 유류비는 782억원 절감할 수 있을 것으로 분석된다. 한편 트레일러 주차공간 부족, 주차비지출 기피로 항만·산업단지 인근 뿐만 아니라 거주지 인근까지 화물차 및 트레일러 불법주차가 만연한 상황이다. 별도 통계자료가 존재하지 않아 불법주차된 트레일러로 인한 사고건수 파악은 어려우나, 지속적으로 사고가 발생하고 있으며 사회적으로 이슈화되고 있다. 특히 트레일러는 차량보다 후미 반사판 등이 미비한 경우가 많고, 사고 충격이 완화되지 않아 사고 심각도를 높인다.

이에 따라 본 연구는 컨테이너 트레일러 운용 효율성 강화를 위한 공유물류체계 구축의 기초 개념을 검토하는 것을 목적으로 한다. 이는 컨테이너 트레일러를 자가소유 하는것이 아니라 필요할 때 대여하고 반납하는 공유물류체계를 기초 전제로 하며, 스마트 공유 플랫폼 기술과 운영·관리 기술, 실용화 전략 및 검증 기술 등으로 구성된다.

컨테이너 트레일러 스마트 공유플랫폼 기술의 세부 요소로는, 이용자 입장에서 대여소별 트레일러 대수를 파악하고 예약, 대여 등을 할 수 있는 사용자 인터페이스 기술, 관리자 입장에서 트레일러 위치, 이동경로, 상태 등을 파악하고 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 장비 운영 기술, 대여소별 수급 균형을 이룰 수 있도록 트레일러 수급 불균형을 예측하고 동적 요금 알고리즘을 포함한 공급 관리 기술이 필요할 것으로 판단된다. 또한 컨테이너 트레일러 운영·관리 기술의 세부 요소로는, 국내 수출입 화물 물동량의 불균형으로 인한 재배치가 필요할 경우 다수 트레일러를 한번에 운반할 수 있는 체결장치 등 컨테이너 트레일러 운송 기술, 집적한 트레일러를 대여소 내 한정된 면적에 효율적으로 세워서 보관할 수 있도록 컨테이너 트레일러 적재 기술, 기립한 트레일러를 안전하게 보관할 수 있는 컨테이너 트레일러 보관 기술이 필요할 것으로 판단된다. 마지막으로 실용화 전략 및 검증 기술로서 R&D 추진 타당성을 검토하고, 실제 상용화를 위한 법·제도 개선방안 도출, 비즈니스 모델 검토, 테스트베드 구축 및 시범사업 방안 제시 등이 필요하다.

이러한 내용을 바탕으로 향후 컨테이너 트레일러 스마트 공유플랫폼 구축을 위한 세부기술과 기능을 정의하고, 컨테이너 트레일러 운송·적재·보관을 위한 장비의 기계적·운영적 요구사항 및 목표치와 기술적 타당성을 분석하고, 그 외 법·제도, 비즈니스 모델, 테스트베드 구축 방안 등을 검토할 예정이다. 현재까지 검토한 국내외 교통·물류분야의 보관(대여)소 입지 및 (재)배치 최적화 관련 선행연구는 대부분 공유모빌리티또는 공컨테이너를 분석대상으로 하며, 컨테이너 샤시의 최적화 관련 연구는 확인되지 않는다는 점에서 연구주제의 학술적 차별성이 있을 것으로 보인다.

사사: 본 연구는 국토교통과학기술진흥원의 국토교통연구기획(연구개발과제명 : 화물 컨테이너 트레일러 공유물류체계 구축 기술 개발(RS-2023-00303643)) 사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

운영 데이터를 활용한 개인 모빌리티 여행 특성 조사: 세종시를 중심으로

Investigation of Personal Mobility Trip Characteristics Using Operational Data: Focusing on Sejong City

Yonghui Liu
(Cho Chun Shik Graduate School of Mobility, Korea Advanced Institute of Science (KAIST), PhD Student)

Mahdi Khorasani
(Cho Chun Shik Graduate School of Mobility, Korea Advanced Institute of Science (KAIST), PhD Student)

Gyounghoon Chun
(Mechanical Engineering Research Institute, Korea Advanced Institute of Science (KAIST), Postdoctoral Researcher)

PM (Personal Mobility) has become a major mode of transportation for first/last-mile travel, including electric kick scooters and e-bikes. While it has undoubtedly brought us great convenience, it has also given rise to numerous challenges and problems (e.g., traffic accident, parking chaos) to transportation system of the city. Therefore, it is of great significance to investigate trip characteristics of PM based on data to improve efficiency, cleanliness and safety in the city. However, most of the companies do not have the ability to provide complete real-time trip data for analysis due to either privacy or cost concerns. An available type of data is operational data reporting locations, time and status for available scooters. In this study, we extract meaningful indicators from the operational data by identifying PM trips based on data attributes in the data sets. Our case study is carried out for Sejong city. One-week operational data from three companies operating in Sejong city is integrated and subsequently employed.

As a result, it can be observed that spatially, trips tend to occur in areas with a higher proportion of individuals aged 20-40. The analysis of O-D matrices by administrative district also indicates that most trips are intra-district trips. When considering travel that either originates or ends within 10 meters of bus stops to estimate bus transfer travel with PMs, it further indicates that both first mile and last mile travel are prominent in some areas. From the temporal perspective, an analysis of the day of the week and time of the day reveals that both total trips and total usage time exhibit peaks during 8-9am and 6-7pm on weekdays, which corresponding to morning and evening rush hour respectively. Conversely, on weekends, no distinct peak pattern is observed, which can be attributed to the absence of commuters. However, despite the absence of peaks, the average trips per hour on weekends is slightly higher than weekdays. The analysis of average usage time and travel distance per trip reveals that these two indicators do not vary significantly based on the time of day. However, there is a slight indication that users tend to spend slightly more time on trips and travel slightly longer distances at the weekend. In addition, the hourly average travel speed shows a slight increase during the morning rush hours, which is attributed to users traveling at faster speeds to avoid being late for work or school.

The indicators and methodology in this study effectively characterize PM trips and provide valuable information for decision-makers to determine the next steps in improving the effectiveness of PM. The methodology of this study can serve as a guideline for further investigations into PM trip characteristics. Furthermore, we expect this study will lay the foundation for future research such as integrated PM rebalancing and optimal parking station locations.

Acknowledgments: personal mobility, travel behavior, data analysis

모빌리티 서비스 평가지표 제시 및 분석 연구
- 세종특별시를 중심으로 -

Suggention of Mobility Service Evaluation Index and Analysis Research

- Focus on Sejong City -

김승민
(명지대학교 석사과정)

박호철
(명지대학교 부교수)

모빌리티 서비스(이동성 서비스)는 현대 도시 환경에서 중요한 역할을 하고 있으며, 고객들에게 편의성과 효율성을 제공하고 친환경 교통 옵션을 촉진하고자 하는 다양한 이해 관계자들에게 큰 관심을 받고 있다. 대중교통 시설은 도심에서의 서비스 격차를 줄이는 방안이 아닌 경제성, 효율성을 중심으로 수립되어 공간적인 서비스 수준의 격차가 심화되고 있다. 다른 지역으로 이동하기 어렵거나, 대중교통을 이용하는 시간이 상대적으로 길거나 환승을 많이 해야 하는 일부 지역은 낙후 지역으로 소외되면서 대중교통의 불균형이 지속적으로 심해지고 있는 실정이다.

도심 대중교통의 불균형을 평가하기 위하여 다양한 교통 접근성 및 이동성 평가가 지속적으로 이뤄져 왔으나, 대중교통 외에 다른 교통수단과의 추가적인 요인들을 함께 고려하여 살펴볼 필요가 있다. 본 연구에서는 공간적으로 발생하고 있는 세종시 대중교통의 불균형을 평가하기 위하여 대중교통, 보행, 개인형 이동수단, DRT 데이터를 활용하여 이동성, 접근성 등 다양한 지표를 제시하고 모든 모빌리티 수단에 대한 이동 및 접근성 지표를 개발하였으며 아래의 식과 같다.

$$M_{ij} = mean(\sum_{i} \frac{W_{ij}^{-1} + S_{ij}(T_{ij})}{C_{ij}}) * w \qquad M_{ij} = mean(\sum_{i} \frac{\frac{D_{ij} * ND_{ij} + S_{ij}(T_{ij}) * NS_{ij}(T_{ij}) + P_{ij} * NP_{ij}}{NS_{ij}(T_{ij}) + ND_{ij} + NP_{ij}}}{C_{ij}}) * w$$

M_{ij} = 지역 i에서 j까지의 이동성지표, C_{ij} = 지역 i에서 j까지 승용차통행시간
$W, P, D, S_{ij}(T_{ij})$ = 보행, PM, DRT, 대중교통 접근시간, $N(W, P, D, S)$ = 각각 이용횟수

본 연구는 기존의 특정수단 또는 특정 목적에 부합하도록 설계한 대중교통 이동성 지표를 확대하여 적용 가능케 하였으며, 모든 모빌리티 수단에 대한 이동 및 접근성 지표를 개발하여 세종시 읍면동별 지표값을 산출하여 대중교통 취약지역을 선별하였다. 또한, 각각의 데이터를 GIS 프로그램을 통해 시각화를 진행하였다. 시각화 과정에서 단지 읍면동만 보는 것이 아닌 500m * 500m 그리드별로 나눠 지역의 특성을 고려하여 모빌리티 이용 행태 특성을 파악하였으며, 분석의 결과로 세종시 외곽의 면 지역이 대중교통 취약지역으로 선정되었다.

각각의 데이터 시각화로는 확인할 수 없는 모든 모빌리티 수단에 대한 이동 및 접근성 지표 산출 결과 DRT 서비스가 활발히 제공되는 지역은 이동 및 접근성 지표가 좋아졌으며, 특정 외곽의 면 지역에서는 DRT 서비스를 제공하는데도 원활하게 이루어지지 않아 지표값이 좋아지지 않는 것을 확인할 수 있었다. 예를 들어 조치원읍과 대평동 같은 경우 이동성과 접근성이 좋음에도, 더 나은 환경을 위해 DRT 서비스와 PM 서비스를 평균보다 많이 제공하고 있어, 대중교통 취약지역을 해결하기 위해서는 이용량이 많은 지역의 더 나은 환경을 만드는 것도 중요하지만 실제 대중교통 이용이 힘든 지역에 관심을 기울여 주는 것이 필요하다.

수요응답형 대중교통 서비스 만족과 이용 간 인과관계 분석

Identification of Causal Relationship between Satisfaction and Usage in Demand Responsive Transit

구자헌	김수재	이경재	추상호	임준범	정준영
(홍익대학교 도시계획과 박사과정)	(홍익대학교 도시공학과 연구교수)	(홍익대학교 도시계획과 박사과정)	(홍익대학교 도시공학과 교수)	(한국교통안전공단 책임연구원)	(한국교통안전공단 선임연구원)

우리나라는 비교적 저렴한 대중교통 요금 및 지속적인 인구 감소 등에 의해 대중교통 운영에 따른 적자는 점차 증가하고 있다. 기본적으로 대중교통은 대량운송수단으로 이용객이 많을수록 효과적이다. 따라서, 거주인구가 적은 지방부에 대중교통 서비스를 제공하기 위해서는 막대한 비용이 소요된다. 이용량 부족에 따른 적자를 해결하기 위해 도입된 방법 중 하나로 수요응답형 대중교통(DRT; Demand Responsive Transit)이 있다. DRT는 이용자의 수요에 맞게 대중교통 서비스를 제공하는 대중교통체계로, 수요자가 버스 등 대중교통수단 이용을 신청하면 이동경로(노선) 및 배차시간을 이용자의 요청에 기반하여 변경 등 신속하게 대응하여 대중교통수단을 효율적으로 제공한다. 본 연구에서는 DRT 이용객을 대상으로 서비스 만족에 따른 이용행태를 파악하여 수요응답형 대중교통 활성화를 위한 선순환 고리를 구축하기 위해 경로분석을 수행하였다.

경로분석을 수행하기 위해 네 가지 가설을 설정하였다. 첫 번째 가설은 “DRT 서비스 만족은 DRT 이용 의향을 증가시킬 것이다.”이다. 두 번째 가설은 “DRT 서비스 만족은 실제 DRT 이용을 증가시킬 것이다.”이다. 세 번째 가설은 “DRT 서비스 만족은 외출 빈도(통행횟수)를 증가시킬 것이다.”이다. 마지막 네 번째 가설은 “DRT 이용에 따른 외출 증가는 DRT 이용을 증가시킬 것이다.”이다.

가설검증 결과, 운영, 이용환경, 안전환경 서비스 만족도는 DRT를 지속사용할 의향을 증가시키는 것으로 나타나 가설 1을 지지하는 것으로 나타났다. 서비스 만족도는 DRT 이용빈도와 외출빈도 증가에도 모두 양의 영향력(가설 2, 3)을 나타내지만, 운영 서비스 만족도만 유의한 영향이 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 외출빈도 증가는 DRT 이용에 양의 영향력으로 도출되어 4번째 가설을 지지하는 것으로 분석되었다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 모든 서비스 만족도가 이용 증가를 직접적으로 발생시키지는 않는다는 것이다. 다양한 서비스 지표 중, 운영 서비스가 실제 이용에 직접적인 영향이 존재하는 것으로 나타났다. 이는 효율적인 DRT 이용량 증가를 위해서는 통행행태를 직접적으로 개선할 수 있는 요소를 중점적으로 검토하는 것이 효율적임을 시사한다. 다만, 기타 서비스 만족도 역시 간접적인 영향이 존재하기 때문에, 다양한 관점에서의 서비스 증진이 필요할 것으로 판단된다. 둘째, DRT 도입은 새로운 통행을 유발하기보다 기존 통행의 편리성을 증진시킨다. 이는 DRT 도입 목적이 기존 개인교통수단의 대체 및 부족한 대중교통의 보완임을 감안하면, 현재 DRT는 적절히 운영되고 있음을 의미한다. 셋째, DRT 도입은 전체 통행량을 증가시켜 대중교통 이용 활성화에 도움을 줄 수 있다. 대중교통시설 접근성 증가는 외출빈도 증가에 간접적인 양의 효과를 발생시킴으로써 DRT 도입이 대중교통 이용량을 증가시킬 수 있음을 시사한다. 따라서, DRT 노선 계획 시, 기존의 대중교통 시설과의 적절한 융합은 전체적인 대중교통 이용 활성화에 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/한국교통안전공단의 지원으로 수행한 연구 과제입니다.

공유모빌리티 시범사업 현황분석 및 활성화 방안 고찰

Current Status Analysis and Revitalization for Shared Mobility Pilot

이원규 (부산연구원 선임연구위원)
유한솔 (부산연구원 연구위원)
하종주 (부산연구원 위촉연구원)

친환경 이동수단이자 FMM, LMM로써 개인형 이동수단이 주목받고 있다. 또한 국내외 통합교통서비스(MaaS) 구축을 위한 다양한 연구 및 사업에 있어서도 개인형 이동수단을 포함하는 공유모빌리티의 필요성이 강조되고 있다. 반면 국내에서 전동킥보드 및 전기자전거 등 공유모빌리티 사업이 자유업으로써 민간에서 주도적으로 사업이 시행됨에 따라 개인형 이동수단 차량의 주차공간의 부족, 보행공간 점유, 교통안전 등 다양한 문제점들이 야기되고 있다. 공공의 영역에서 운행되고 있는 공유 모빌리티 사업에 대해 이제는 공공의 차원에서 직접적인 개입과 관리가 필요한 시점이다. 특히 도시철도 및 시내버스 등 대중교통과의 연계를 위한 공유모빌리티의 활성화를 위해서는 지자체 차원에서의 실질적인 인프라 구축과 관리방안의 마련이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 공유모빌리티의 효율적 운영방안과 활성화를 위한 기초자료를 마련하기 위해 공유모빌리티 시범사업을 대상으로 다각도의 분석 및 공유모빌리티에 대한 시민의식분석을 실시하였다.

연구를 위한 기초자료 확보를 위해 공유모빌리티 시범사업지역을 대상으로 공유모빌리티 운영현황 및 이용실태를 살펴보았다. 부산광역시는 2022년 3월 부산광역시 금정구 도시철도 1호선 부산대역과 장전역과 인근 3개 대학을 중심으로 초소형전기차와 전동킥보드를 이용한 공유모빌리티 시범사업을 추진하였다. 시범사업지역 내 공유킥보드는 5개 업체 1,780대, 초소형전기차 15대와 카카오바이크가 운영 중이었다. 이용실태 분석결과 일평균 이용자 1,591명, 1회 평균이용시간 5.17분, 1회 평균이용거리 948m로 나타났다. 사업지역 내 3개 대학 모두 경사지에 캠퍼스가 위치함에 따라 도시철도역에서 캠퍼스 방향으로 상행수요가 많고 하행수요는 비교적 낮았으며, 공유킥보드 주차구역이 설치되어 있으나 차량이 집중되어 공간이 부족한 실정이었으며, 대부분 건물 출입구에 근접해 차량이용을 종료하는 행태를 보였다. 현장조사 결과 보도를 통행하는 사례가 빈번하였고 2인 이상 탑승하는 사례 역시 자주 확인되었다.

공유모빌리티에 대한 시민들의 의식을 살펴보기 위하여 시범사업구역 내 공유모빌리티 이용자 350명, 공유모빌리티를 이용하지 않는 부산시민 150명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 먼저 공유모빌리티 이용자의 이용행태를 살펴본 결과 이용시간은 오전 9시~10시, 오후 5시~6시에 가장 많은 이용을 보였으며, 이용빈도는 주1회가 44%, 이용목적으로는 여가 목적이 53.1%로 가장 높게 나타났다. 이용도로는 이면도로 통행이 38.3%, 보도 통행이 35.1%로 나타났으며, 주행하기에 위험한 장소로는 일반도로, 위험한 대상으로는 오토바이에서 가장 높은 응답을 보였다. 공유모빌리티를 이용하는 이유로는 친환경 이동수단과 통행시간 절약이 많은 응답을 보였으며, 개선사항으로는 주차공간확보가 1순위, 주행공간 확보가 2순위, 이용요금의 할인이 3순위로 나타났다.

공유모빌리티 비이용자 설문조사 분석결과 공유모빌리티를 이용하지 않는 이유로 '타 교통수단이 편리해서'가 가장 높은 응답을 보였으며, 조작이 어렵다는 응답이 다음 순으로 나타났다. 비이용자 역시 보도에 통행하는 PM을 자주 목격하였으며, 보행방해를 받은 경험이 있다는 응답이 44%로 나타났다. 주행속도에 있어서는 이용자와 비이용자 모두 공유모빌리티의 속도가 빠르다는 의견을 보였다. 이용자와 비이용자 모두에게 향후 통합교통서비스 도입 시 공유모빌리티 이용의사를 질의한 결과 이용자의 25.9%가 이용횟수가 증가할 것이라고 답하였으며, 비이용자의 41.9%가 자주 이용할 것이라고 응답하였다.

현장조사 및 설문조사 결과 다음과 같은 개선방안이 필요한 것으로 판단되었다. 첫째 공유모빌리티 주차공간의 확대 및 주행공간의 확보가 필요하다. 설문조사 결과에서 이용자의 개선요구사항으로 주차공간과 주행공간의 확보 높은 응답을 보였으며, 현장조사에서도 주차공간은 부족하였고 보도로 통행하는 사례가 빈번하였다. 둘째 공유모빌리티에 대한 홍보 및 체험프로그램이 필요하다. 비이용자의 경우 공유모빌리티 자체를 모르거나 조작이 어렵다는 응답이 많았으며 특히 공유모빌리티 이용경험이 있는 응답자가 비이용자에 비해 통합교통서비스 이용에 긍정적인 의사를 보이는 것으로 나타났다. 셋째 공유모빌리티 활성화를 위해 대중교통과 연계체계의 마련이 필요하다. 이용자의 54.6%가 이용요금이 높다고 응답하였으며, 향후 대중교통 중심의 통합교통서비스 실현을 위해서도 환승요금체계 검토 및 관련 시스템의 구축이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 공유모빌리티 시범사업지역을 중심으로 사업현황과 이용실태를 살펴보고 시민의식조사를 실시하여 공유모빌리티의 활성화 방안 및 개선방안을 도출하고자 하였다. 공유모빌리티 사업은 민간영역에서 주도적으로 이루어지고 있으나, 공공의 영역에서 서비스가 시행되고 있음으로 공공의 차원에서 인프라 구축 및 대중교통과의 연계를 위한 지원과 관리방안을 마련할 필요가 있다. 이를 위해서는 민간 모빌리티 업체와 학계 및 연구기관, 대중교통 관련 기관 등 다양한 이해관계들과의 소통을 기반으로 하는 지속적인 협의체계를 구축하는 방안을 모색해야 한다.

사사: 본 연구는 부산연구원『부산형 MaaS 타당성 조사 및 기본구상 수립용역』의 지원으로 수행하였음

탄소중립

Session

B-5

수소자동차 충전 인프라 접근성 평가에 관한 연구–울산시를 중심으로

류한별, 임기원, 남대식

스마트모빌리티 도입을 위한 머신러닝 기반의 공유 자전거 효율성 증진 연구: 대중교통 수요를 중심으로

황재연, 박신형, 조신형

MOVES를 이용한 미시적 차량 대기오염 배출계수 추정연구: Look-up table 기법을 중심으로

신현주, 이건우, 허혜정

실주행거리 기반 도로부문 탄소배출량 산정방법론 연구

전희진, 이채영, 정정호, 이승봉, 천승훈

음식 배달 라이더 주행 패턴에 따른 이륜차 대기오염 배출량 분석

윤유정, 신현주, 조은솔, 이건우, 오철

수소자동차 충전 인프라 접근성 평가에 관한 연구-울산시를 중심으로

A Study on the Accessibility Assessment of Hydrogen Vehicle Charging Infrastructure: A Case Study of Ulsan City

류한별
(인하대학교 물류전문대학원 박사과정)

임기원
(한국건설기술연구원 박사후연구원)

남대식
(인하대학교 아태물류학부 조교수)

세계적으로 환경문제에 대한 관심이 증가하면서 탄소중립을 달성하기 위한 노력이 이어지고 있으며 수소 차량의 보급 및 확산에 대한 노력이 이어지고 있다. 수소차량의 효율적인 이용을 위해서는 적절한 충전 인프라가 구축될 필요가 있다. 본 연구는 효과적인 충전소 구축 및 최적화를 위해 수소충전소의 접근가능성에 대한 논의한다. 본 연구에서는 수소 시범도시 중 울산시를 선정하여 수소충전소 접근가능성에 대해 평가하여 효율적인 충전소 구축전략을 위한 고려요인을 제시한다. 개별 이용자들의 경로를 파악하고 접근성을 평가하기 위해 이용자 평형상태로 통행을 배정하고 Gradient Projection 알고리즘을 활용하여 이용자들의 이동 경로를 파악한다. 이를 통해 울산시내 수소충전소의 접근성으로 통행량, 우회시간비율, 총 우회시간을 산정하여 수소 차량 이용자들이 겪고 있는 문제를 명시화 하였다. 분 연구 결과는 수소차량 이용자들의 불편을 최소화하고 수소에너지에 대한 접근성을 높이기 위한 적정한 수소 충전소 입지 분석으로 활용될 것이라 기대한다.

사사: 이 연구는 한국건설기술연구원의 지원을 받아 수행한 연구임

스마트모빌리티 도입을 위한 머신러닝 기반의 공유 자전거 효율성 증진 연구: 대중교통 수요를 중심으로

A Study on the Improvement of Bike Sharing Efficiency Based on Machine Learning Deployment of Smart Mobility: Focusing on the Demand for Public Transit

황재연 (서울시립대학교 석사과정)
박신형 (서울시립대학교 부교수)
조신형 (서울시립대학교 연구교수)

도시화의 급격한 증가는 심각한 지구온난화를 야기했으며, 이를 완화하기 위하여 지속 가능성에 대한 관심이 매우 증가하고 있다. 지속 가능성을 증진하기 위해서는 도시 혼잡과 온실가스 배출을 줄이는 데 도움이 될 수 있는 노력이 필요하다. 교통 분야는 모든 분야 중 세 번째로 많은 Co_2를 배출하며 수요는 지속적으로 증가할 전망이므로, 온실가스를 감축하면서 시민들의 이동성을 보완할 수 있는 교통수단이 필요하다. 공유 자전거는 교통 분야에서 발생하는 외부효과를 줄이는 지속 가능한 교통수단으로 시민의 건강과 대중교통을 보완하는 교통수단으로 활용되고 있다. 그리고 모든 교통수단을 하나로 연결하는 MaaS 관점에서도 매우 중요한 교통수단으로, 현시점에서 공유 자전거는 지속 가능성과 MaaS에 부합하는 교통수단이다. 2022년 기준 아시아, 미국, 유럽의 대도시 9개 평균 수단 분담율은 3.2%이다. COVID-19 시점부터 대중교통보다 공유 자전거를 선호하는 사람들이 증가했으며, 지속 가능한 도시를 위한 다양한 노력과 맞물려 종식이 된 이후에도 COVID-19 유행 당시 변화된 사람들의 통행 행태가 이어질 예정이다. 그러므로 개인적인 이동수단이자 변화된 통행 행태에 적합한 공유 자전거의 활용성을 더욱 늘릴 필요가 있다. 한편 공유 자전거는 특정 시간에 사용자가 원하는 위치에서 이용이 가능한 경우에만 활용성이 뛰어나다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 재배치가 이뤄지지만, 직원의 경험에 의존하여 공유 자전거의 효율적인 운영을 위해 공유 자전거의 수요를 사전에 파악할 수 있는 방안이 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 머신러닝 기법을 사용하여 대중교통과의 연결성을 고려한 공유 자전거의 활성화 증진에 대하여 분석하고자 한다. 세부적인 목표는 다음과 같다. 첫째, 수요 예측을 위한 공유 자전거에 영향을 주는 요인 분석, 둘째, 실제 대중교통 통행량을 반영한 수요 예측 모델 설계, 셋째 수요 예측이 MaaS 관점에서 어떤 가치를 줄 수 있는지 파악하고자 한다. 공유 자전거, 대중교통, 인구, 날씨, 토지 이용 측면에서 데이터 셋을 구축하여 MGWR 통계 모형을 사용하여 수요에 영향을 미치는 요인을 도출하였다. MGWR의 분석 결과로, 대중교통 승차, 기온, 습도, 초미세먼지, 거주 지역과 상업 지역에 따른 영향력이 큰 것으로 나타났으며, 이를 수요 예측 모델의 Input Data로 설정하였다. 이후 수요를 예측하는 모델을 비교 분석하여 XGBoost 모델을 베이스 모델로 선정하여 수요 예측을 진행하였다. 이후 XGBoost 모델의 최적 성능을 뽑아내기 위해 Model tuning을 할 예정이다. 분석 결과는 공유 자전거의 수요 불균형 문제를 완화할 수 있는 기초 자료로 활용 가능하다.

MOVES를 이용한 미시적 차량 대기오염 배출계수 추정연구: Look-up table 기법을 중심으로

Extracting microscale vehicle emissions rates from MOVES: a look-up table approach

신현주
(한양대학교 스마트시티공학과 박사과정)

이건우
(한양대학교 교통·물류공학과 교수)

허혜정
(건국대학교 기술융합공학과 연구교수)

대기오염에 대한 관심이 증가하면서 자동차로부터 발생하는 대기오염물질의 배출량 추정 연구가 활발히 수행되고 있다. 과거에는 거시적 관점에서 평균속도 기반의 배출량 산정 방법을 활용하였지만, 반복 정체 등 차량간 상호작용에 따른 배출량 추정에는 한계가 존재한다. 이에 차량의 주행행태를 반영한 배출량을 추정하기 위해 미시적 관점에서 초단위 주행궤적자료 기반의 배출량 추정 방법을 활용하고 있다. 하지만 미시적 방법을 활용한 배출량 추정은 계산의 복잡성과 방대한 자료로 인해 시간이 오래 소요된다는 어려움이 존재한다.

본 연구에서는 미국 환경청의 MOVES를 활용하여 미시 수준의 배출량을 산정할 수 있는 배출계수를 도출하고 오염물질별 look-up table을 제시하고자 한다. 분석에는 국내 차량의 연식 분포, 유종 비율, 날씨 정보 등을 입력값으로 활용하여 배출계수를 도출한 후 오염물질별 look-up-table을 생성하였다. look-up table을 기반으로 특정 상황에 대한 배출량을 추정하여 실제 MOVES 분석 결과로 도출된 배출량과의 차이를 비교하였다. 분석결과 배출계수 기반의 배출량과 MOVES 배출량 간의 오차는 1% 미만으로 나타나 미시 배출량 산정에 look-up table을 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 미시 수준의 배출계수는 배출량 산정시 기존 대비 연산 시간이 감소되고 정확도가 향상된 배출량 산정이 가능할 것으로 예상된다. 그러나 승용차를 대상으로 분석을 수행하였기에 다른 차종에 적용하기에는 어려움이 있다. 향후 차종을 확대하여 차종별 배출계수 및 look-up table을 도출하고 실제 주행궤적자료 기반의 추가 검증이 필요하다.

사사: 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022R1A2C2012112)

실주행거리 기반 도로부문 탄소배출량 산정방법론 연구

Methodology for Estimating the Traffic-Related Carbon Emissions Based on Actual Driving Distance

전희진	이채영	정정호	이승봉	천승훈
(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 부연구위원)	(한국교통연구원 연구위원)

2050 탄소중립 선언과 관련하여 선도적 대응을 해오고 있는 EU에서 탄소국경조정제도(CBAM)를 빠른 속도로 도입한 결과 올해 10월부터 역내로 수입되는 철강 등 품목의 탄소 배출량 보고가 의무화되었다. 기후목표 계획 달성을 위한 입법안에서는 승용차 및 승합차 탄소배출 규제 기준 강화에 대한 내용도 포함하고 있어 도시교통 분야에서도 탄소 저감을 위한 지속적인 노력이 이루어지고 있다. 이러한 동향이 국내 수출기업 미칠 영향 및 정책 수립에 부여하는 시사점이 크므로 탄소배출량의 정량적 산정이 필요한 상황이다. 하지만 현재 교통부문 온실가스 관리 시스템(KOTEMS)의 탄소배출량 산정 방법론은 IPCC 배출량 산정기준 Tier1 수준의 차량등록대수 기반으로, 국가단위로 추정되어 지역별 탄소중립 정책 수립에 한계가 존재한다. 따라서 앞으로 요구되는 미시적 수준의 탄소배출량 산정 방법론이 필요한 상황이다.

본 논문에서는 도로부문 탄소배출량 산정을 차량이동궤적기반 차량주행거리를 활용한 실주행거리를 사용함으로써 기존에 산정된 탄소배출량과 비교분석 하고자 한다. 한국교통안전공단에서 제공하는 차량주행거리와 탄소배출량 산정에는 자동차등록대수가 사용되는데, 이런 경우 실제 차량 운행지역이 다를 경우 실제 배출량과 차이를 보일 수 있다. 차량이동궤적 데이터는 도로망, 조사교통량, 차량 GPS 데이터를 활용하여 구축 및 검증한 DB로 전국 도로구간을 대상 Tier3 수준의 탄소배출량을 산정할 수 있다. 실제로 차량이동궤적 기반 차량주행거리를 통해 산정된 지역별 탄소배출량을 한국교통안전공단에서 제공하는 데이터와 비교했을 때 특별광역시도에서 차량궤적데이터를 통한 탄소배출량이 낮은 것으로 나타났다. 이는 주행거리를 통한 분석결과에서 특별광역시도에 등록된 차량이 타 지역에서 운행되면서 차량 유출이 일어난 결과를 보였던 것으로도 설명된다.

이를 통해 통계적 총량이 아닌 실제 도로기반 차량의 주행거리로 기존보다 정확도가 높은 데이터로, 도시교통분야에 요구되는 미시공간단위의 탄소배출량 추정이 가능하다고 판단되며, 도시차원의 감축 전략과 제도적 반영을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.

사사: 본 논문은 국토교통과학기술진흥원 “탄소공간지도 기반 계획지원 기술개발” 사업의 지원으로 수행되었음 (RS-2023-00242291).

음식 배달 라이더 주행 패턴에 따른 이륜차 대기오염 배출량 분석

Estimating Motorcycles Emissions Based on Driving Pattern of Food Delivery Riders

윤유정	신현주	조은솔	이건우	오 철
(한국도로협회 연구원)	(한양대학교 스마트시티공학과 박사과정)	(한양대학교 스마트시티공학과, 박사과정)	(한양대학교 교통물류공학과 부교수)	(한양대학교 교통물류공학과 교수)

국내 배달서비스 시장이 급성장함에 따라 배달 업무에 주로 사용되는 배달 이륜차의 통행도 크게 증가하였다. '전기 이륜차 보급 확대 방안'(환경부)에 따르면 이륜차는 사륜차에 비해 엔진구조가 소형화되어 배출가스의 총량은 비교적 적지만 대기오염 물질의 비중이 높고 인구밀집 지역 내에서 주로 운행하기 때문에 인체 위해성이 높다. 따라서 배달 이륜차의 대기오염 배출량 분석 및 관리가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 배달 이륜차의 주행데이터를 활용하여 배달특성, 주행특성 및 대기오염 배출량을 분석하고자 하였다. 또한 기존에 배달 이륜차만을 대상으로 주행특성 분석 또는 배출량 분석을 수행한 사례가 거의 없어 본 연구에서 배달과 관련된 용어를 정의하였다. GPS장치를 배달 이륜차에 부착하여 주행자료를 수집하였고, 배달 이륜차의 근무시간, 배달건수 등 배달특성과 이동거리, 속도, 가속도, 감속도 등의 주행특성을 분석하였다. 배달특성 및 주행특성을 기반으로 이륜차 대기오염 배출량을 분석하였다. 이륜차 대기오염 배출량은 MOVES OpMode approach를 통해 산정하였다. 또한 특성별로 대기오염 배출량 차이를 비교하기 위해 t-test 분석 및 ANOVA 분석을 수행하였다.

분석 결과 단건배달이 묶음배달에 비해 평균 속도, 가속도가 더 높았으나 대기오염 배출량을 분석한 결과 단건배달과 묶음배달의 배출량은 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 통행목적에 따른 주행특성 및 대기오염 배출량을 분석한 결과 업무 중 감속도가 가장 큰 것으로 나타났으며, CO_2 CO 배출량이 가장 많은 것으로 나타났다. 배달 업무 중 음식 전달을 위해 정차시 이륜차가 급정지하는 경우가 존재하기 때문에 대기오염 배출량이 증가한 것으로 판단된다.

마지막으로 K-means 군집분석을 통해 대기오염 배출량 등급을 산정하여 배달특성에 따른 대기오염 배출량 패턴을 분석하였다. 분석 결과 속도, 가속도, 감속도, 이동거리가 작을수록 단위거리당 CO_2, CO 배출량이 많은 것으로 나타났다.

본 연구는 배달 이륜차 주행데이터를 통해 배달특성, 주행특성 및 대기오염 배출량을 제시함으로써 향후 배달 이륜차 운행 행태 분석 등 배달 이륜차 연구의 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

사사: 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022R1A2C2012112).



Session C

ITS 정책 및 기타(Ⅲ)

Session

C-1

EDR/DSSAD 신뢰성 평가를 위한 데이터 보존성 평가기술 개발

이요셉, 강희진, 박기옥, 윤일수

교통신호제어 시간계획을 위한 클러스터링 기법에 관한 연구

문시현, 정한솔, 강동효, 김예진, 윤일수

자전거도로 유형별 교통사고 특성과 사고발생 모형

정영제

사고 요인 심각도 가중치 기반 스쿨존 Hotspot 식별 방법론 개발

김현서, 성예지, 박준영

주행 시뮬레이터 기반 도로안전성 평가의 타당성에 관한 연구: 교통안전을 중심으로

정아람, 오철

EDR/DSSAD 신뢰성 평가를 위한 데이터 보존성 평가기술 개발

Developing Data Sustainability Assessment Techniques for EDR/DSSAD Reliability Evaluation

이요셉	강희진	박기옥	윤일수
(아주대학교 석박사 통합과정)	(자동차안전연구원 선임연구원)	(자동차안전연구원 책임연구원)	(아주대학교 교수)

미국자동차공학회(society of automotive engineers, SAE)가 정의한 자율주행 LV 3 이상 차량의 상용화는 점점 가까워지고 있다. 이에 따라, 자율주행차 상용화에 대비하여 자율주행차 사고에 대한 책임법제와 보험제도 정비가 요구되고 있다(황현아, 2023). 다만, 자율주행차와 비자율주행차 교통사고의 과실비율 책정은 다양한 이해관계자가 관여된 만큼 교통사고의 원인 분석이 필수적이다. 교통사고의 원인 분석 및 책임소재 규명을 위해서는 사고기록장치(event data recorder, EDR) 및 자율주행정보 기록장치(driving storage system for automated driving, DSSAD)에 저장된 주행정보 및 안전장치 작동 데이터 등이 활용된다.

한편, 유럽연합(europe union, EU)의 집행위는 탄소배출량을 감축하기 위한 입법안인 『fit for 55』을 통해 2035년부터 내연기관 차량의 출시를 금지하였으며, 이에 따라 대부분의 자율주행차는 전기차를 기반으로 개발될 것으로 예상된다. 대부분의 전기차는 리튬이온 배터리를 통해 전력을 공급받기 때문에 특히나 교통사고의 발생 시 화재를 동반하는 경우가 많으며, 리튬이온 배터리는 내부 결함, 외부 충격, 관통 등에 의해 분리막이 손상되면 배터리의 양극, 음극이 단락되어 충전된 에너지를 방출하는데, 이 때문에 순식간에 약 1,000℃를 웃도는 온도의 화재를 발생시킬 수 있다.

전기차의 교통사고에서 배터리 열폭주 현상이 발생하면, 차량이 전소하는 경우도 빈번하다. 이러한 경우 차량의 주행정보를 저장하는 EDR 역시 데이터를 추출할 수 없을 정도로 손상된다. 만일 자율주행기반 전기차와 비자율주행차의 교통사고가 발생할 경우, EDR/DSSAD가 손상된다면 교통사고의 원인 및 과실비율 책정에 큰 난황이 생길 것으로 예상된다. 따라서 유엔유럽경제위원회(united nations economic commission for europe, UNECE)의 EDR/DSSAD informal working group에서는 EDR/DSSAD의 데이터 보존성과 관련한 기준 정의를 촉구하고 있다.

이에, 본 연구에서는 EDR/DSSAD가 전기차가 관여된 교통사고에서도 데이터를 보존할 수 있는 안전기준을 정의하고자 하였으며, 이를 위해 내연기관 및 전기차 화재 특성 관련 연구 고찰, 전자기기와 자동차 부품 관련 안전기준 및 표준 검토를 통해 기존 자동차 부품의 안전성과 관련된 규정을 내충격성, 내열화성, 내침수성으로 분류하여 검토하였다. 이를 기반으로 전기차의 사고 및 화재 상황을 모사할 수 있도록 다양한 관련 연구 결과들을 기반으로 데이터 보존성 평가기준을 가설정하였다.

다만, 본 연구에서 제안된 EDR/DSSAD 데이터 보존성 평가기준은 규제 경제성과 차량 제조업체의 기술 개발 정도가 고려되지 못했다는 한계점을 가지고 있다. 따라서, 향후 실물 EDR을 가설정한 데이터 보존성 평가기준을 통해 시험하여 현재 상용화되어있는 EDR의 데이터 보존성 및 내구성을 확인함이 필요하며, 이를 기반으로 EDR/ DSSAD의 신뢰성 평가를 위한 평가기술을 개발할 예정이다.

사사: 이 논문은 2021년도 정부(국토교통부)의 재원으로 국토교통과학기술진흥원(KAIA)의 지원을 받아 수행된 연구임(23AMDP-C162895-03, 자율주행기술개발혁신사업)

교통신호제어 시간계획을 위한 클러스터링 기법에 관한 연구

A Study on Clustering Method for Traffic Signal Control Planning

문시현	정한솔	강동효	김예진	윤일수
(아주대학교 석사과정)	(아주대학교 석사과정)	(아주대학교 석사과정)	(아주대학교 박사과정)	(아주대학교 교수)

본 연구는 도시 교통 혼잡이 심각한 현시점에서 도시 교통 혼잡의 주요 원인인 교차로 혼잡 완화를 위해 신호 제어 계획과 관련한 연구가 진행되는 최근 흐름을 고찰하여 TOD 시간계획에서 주로 활용되는 클러스터링 방법을 연구하였으며, 연구의 목적은 임베딩을 활용하는 클러스터링과 기존 클러스터링 방법이 TOD 시간계획에 있어 각 방법을 비교하고자 하였다. 또한, 임베딩을 활용하는 클러스터링 방법으로 기존 연구에서 활용되지 않은 DTC를 활용하였다. TOD 시간계획은 데이터 수집 및 분석, CI 결정 및 주 방향 결정, TOD 시간분할 수행, TOD 시간계획 결정 단계로 수행하였으며, 데이터 분석과 CI 결정 및 주 방향 결정 단계에서 TOD를 평일과 오후로 나누어 계획할 것을 결정하고 주 방향을 평균 교통량 분포를 활용하여 평일 오전의 경우 EB, 평일 오후의 경우 WB, 주말의 경우 시간대를 고려하지 않고 WB로 결정하였다. 이를 바탕으로 대상 구간에서 수집한 데이터를 각 방법으로 클러스터링하였으며, 이를 토대로 시간계획을 결정하고 비교분석하였다. 각 클러스터링 TOD 비교 결과 K-MEANS 클러스터링 TOD는 교통량 분포의 증감이 명확하게 확인이 되었으나, 교통량이 급격하게 증가하는 시간대에서 신호 시간 변경이 이루어졌다. DTC 클러스터링 TOD는 교통량 분포에 따른 증감이 명확히 확인할 수 없었으나, 교통량이 급격하게 증가하는 시간대를 클러스터에 포함하고 있어 급격하게 증가하는 시간대에서 신호 시간 변경이 이루어지지 않았다. 본 연구의 한계점으로 DTC는 다변수를 저차원의 특성 벡터로 임베딩하는 모델로 다변수를 고려하는 것을 목적으로 하지만 본 연구에서는 데이터 문제로 교통량 변수만 고려하였다. 이는 교통량이 같지만 다른 교통 상황일 가능성을 배제할 수 있기 때문에 보완되어야 한다. 또한, 본 연구의 클러스터링 결과를 시뮬레이션으로 효과를 평가하여 비교하여 실제 도로에서 두 방법이 가지는 효과에 대한 비교를 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 092021C29S01000, 네트워크 제어를 위한 교통정체 및 혼잡 운영관리 기술 개발)

자전거도로 유형별 교통사고 특성과 사고발생 모형

Characteristics of Traffic Accidents and Accident Occurrence Model by Bicycle Road Type

정영제
(서울기술연구원 수석연구원)

코로나 확산과 친환경 교통수단의 필요성 등의 요인으로 자전거 이용이 지속적으로 증가하는 추세에 있다. 2021년 서울시 공공자전거인 따릉이 등록대수는 41,553대이며, 또한 운영실적은 3천2백만건으로 코로나 이전 시기에 해당하는 '18년 이후 4년간 200% 이상 증가한 양상을 나타내었다. 서울을 포함한 대부분 지자체의 자전거 정책은 공공자전거 및 자전거도로 보급 확대에 치중되어 있다. 본 연구에서는 서울시를 지역적 대상으로 과거 10년간의 자전거 교통사고 정보와 자전거도로 정보 등을 연계해 자전거 교통사고 발생특성을 분석하였다. 서울시의 '22년 자전거 교통사고는 2,824건으로 '14년 4,065건으로 최대 건수를 나타낸 이후 연평균 4.1% 수준의 감소 추세에 있다. 코로나19로 인한 자전거 이용 확대와 '20년 5월 개인용 이동수단(PM)의 자전거 도로 진입허용 등 자전거 이용환경의 변화에도 사고감소 추세는 지속되고 있다. 자전거 가해사고의 피해차종은 승용 570건(34%), 보행자 436건(26%), 자전거 304건(18%)으로 전체 사고의 78%를 차지하고 있으며, 이와 동일한 경향으로 22년 자전거 도로구간에서 발생한 가해사고는 733건, 피해사고는 478건으로 전체가소의 40% 이상이 자전거보행자겸용도로, 자전거 전용도로 등 자전거도로 설치구간에서 발생하고 있다.

사고 요인 심각도 가중치 기반 스쿨존 Hotspot 식별 방법론 개발

Identifying School Zone Hotspots Using a Methodology with Severity Factor Based Weight Parameters

김현서
(한양대학교 스마트시티공학과 석사)

성예지
(한양대학교 교통물류공학과 석박사과정)

박준영
(한양대학교 교통물류공학과 · 스마트시티공학과 부교수)

우리나라는 어린이 보호를 위해 보육시설과 초등학교 주변 반경 300m 이내의 도로 중 일정 구간을 어린이 보호구역(School Zone)으로 지정하였다. 어린이 보호구역 내에서는 차량 통행속도를 30km 이내로 제한하고, 2020년에 시행된 '도로교통법 일부개정법률안(민식이법)'에 따라 어린이 보호구역 내 신호등, 과속 단속 카메라, CCTV 설치를 의무화하는 등 어린이 교통사고 감소를 위해 다방면으로 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력에도 불구하고, 어린이 보호구역 내 어린이 교통사고는 유의미한 감소 추세를 보이고 있지 않아, 어린이 교통안전에 대한 다양한 연구와 관심이 요구되는 실정이다. 어린이 보호구역 내 사고를 효과적으로 분석 및 예방하기 위해서는 사고에 대한 근본적인 위험 요인과 사고 특성을 식별하는 과정이 필요하다. 이에 따라 본 연구에서는 머신러닝 기법을 활용하여 사고 빈도와 심각도, 그리고 공간적 특성을 모두 고려한 사고 심각도 가중치 기반 스쿨존 사고예측모형을 개발하였다. 사고 빈도 분석을 위해 미국 고속도로 안전 매뉴얼(Highway safety manual, HSM)에서 제시하는 사고예측모형 안전성능함수(Safety Performance Functions, SPF)를 개발하였으며, 사고 심각도 가중치를 도출하기 위해 머신러닝 기법인 AutoML을 활용하여 사고 심각도 분석을 진행하였다. 본 연구는 기존 어린이 보호구역에서 실시된 연구와 달리 다양한 사고 관련 지표를 동시에 고려하였다는 점에서 차별성을 보이며, 사고예측모형을 활용한 관련 연구 시 다양한 방향으로 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 차후 어린이 보호구역 내 구역 내 개선 사항 도출, 위험 요인 식별 등 안전 개선 방안 수립에 도움이 될 것으로 기대된다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022 R1A2C1093424)

주행 시뮬레이터 기반 도로안전성 평가의 타당성에 관한 연구 : 교통안전을 중심으로

A Study on the Validity of Road Safety Evaluation based on Driving Simulator : Focusing on Traffic Safety

정아람
(한양대학교 박사과정)

오철
(한양대학교 교수)

도로주행 시뮬레이터(Driving simulator, DS)는 실제 도로환경을 모사한 가상환경을 주행하여 운전자의 주행행태 데이터를 수집할 수 있다는 장점이 있으며, 실제 도로환경에서의 데이터 수집에 한계가 있는 경우 DS의 활용도가 높다. DS를 이용하여 여러 가지 대안 간의 안전성을 상대적으로 비교하거나 실제 도로에 대한 안전성을 평가할 수 있다. 실제 도로에 대한 안전성을 분석하기 위해서는 DS 실험 결과의 타당성을 교통안전 기반으로 평가할 필요가 있다. 본 연구에서는 DS 실험결과의 타당성을 평가하기 위해 DS 기반 주행데이터가 고속도로 사고 발생 패턴을 반영하는지 평가하는 것이 목적이다. 본 연구는 주행데이터를 수집하기 위하여 분석대상 구간에 대한 주행 네트워크를 구현하고 시뮬레이션을 수행하였다. 수집된 데이터를 이용하여 종·횡방향 안전성 및 차량간 상호작용에 따른 안전성 평가지표를 산출하였다. 종방향 안전성 평가지표는 time-varying volatility 기반 주행속도를 횡방향 안전성 평가지표는 yaw 속도 표준편차를 차량간 상호작용에 따른 안전성 평가지표는 time-varying volatility 기반 spacing을 설정하였다. 안전성 평가지표와 사고건수를 매칭하기 위해 분석단위 구간 100m, 300m, 500m 별로 집계하였다. 집계된 평가지표와 사고건수를 이용하여 상관분석을 수행하였다. 단위 구간이 300m인 경우, 모든 평가지표는 사고건수와 양의 상관관계가 있고 유의확률이 유의수준인 0.05 미만으로 나타나 상관관계가 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었다. 이에 따라 주행 시뮬레이션 기반 안전성 평가지표를 이용하여 실제 도로 환경의 사고 발생패턴을 설명할 수 있는 것으로 분석하였다. 본 연구 결과는 주행 안전성 평가 또는 주행행태 분석 시 DS를 활용하는 것에 대하여 타당성을 주장하기 위한 기초자료로 활용히 가능할 것으로 기대된다.

ITS 정책 및 기타(Ⅳ)

Session

C-2

조건부 운전능력 평가를 위한 시나리오 개발 프레임워크

김상수, 정연식

교통사고 유발요인별 사고발생 임계상황 검증 연구

박준호, 소재현

차로제어시스템을 활용한 도시고속도로 유입연결로 개선방안에 관한 연구

이상범, 이재덕

교통사고 처리단계별 소요시간의 영향요인 분석

강지혜, 김도연, 연준형, 한영준

도시부 도로의 안전속도 5030 시행 전후 교통혼잡비용 비교분석

이채영, 정정호, 김진재, 이승봉, 천승훈

운행제한 위반차량의 계측불응 단속시스템 개발

김진우, 김성현

조건부 운전능력 평가를 위한 시나리오 개발 프레임워크

A framework for developing scenarios of conditional driving ability evaluation

김상수
(영남대학교 박사과정)

정연식
(영남대학교 교수)

본 연구의 목적은 조건부 운전능력 평가를 위한 시나리오 개발 프레임워크를 구축하는 것이다. 이를 위해 시나리오 개발 프레임워크는 5단계로 구성하였다. 1단계는 고령 운전자 교통사고 특성 및 심각도와 관련된 선행연구들에 대한 고찰을 진행하였다. 고령 운전자에게 자주 발생하는 사고 요인 및 사고 발생시 심각도가 높은 인자에 대해 고찰하였다. 2단계는 도로교통공단 교통사고분석시스템 사고 자료를 활용하여 비고령, 초기 고령, 후기 고령 집단별 교통사고 특성에 대한 분석을 수행하였다. 이를 통해 고령 운전자 등 고위험군 교통사고 유형을 도출하였다. 3단계는 고위험군 교통사고 유형에 해당하는 삼성 블랙박스 영상을 분석하여 사고가 발생한 상황에 대해 기술한 사고 스토리를 도출하였다. 4단계는 다양한 시나리오 개발을 위해 도출된 사고 스토리의 유형을 분류하여 여러 가지 사고 상황을 구분하였다. 5단계는 최근 자율주행차 시나리오 개발에 활용되고 있는 PEGASUS 5-layer 형식을 적용하여 시나리오를 제시하는 것이다. 연구의 결과는 향후 운전능력 평가를 위한 시나리오 개발 연구의 기반자료로 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 지원받아 수행된 연구결과임[과제명: 조건부 운전면허제도 개선을 위한 운전능력 평가 시스템 / 연구개발과제번호: PR09-02-000-23]

교통사고 유발요인별 사고발생 임계상황 검증 연구

Verification of Critical Situations for Accident Occurrence by the Factors of Traffic Crashes

박준호
(아주대학교 D.N.A.플러스 융합학과 석사과정)

소재현
(아주대학교 교통시스템공학과 조교수)

본 연구는 교통사고에 영향을 미치는 여러 요인이 실제 교통사고를 발생하게 하는 임계값을 추정하고자 했다. 임계값 추정을 위해 시뮬레이션에서 구현 가능한 요인들을 수집하고 각 요인의 조건을 다르게 설정하여 시나리오 셋을 구성했다. 시뮬레이션은 IPG의 CarMaker와 MORAI Simulator를 사용하였다. 먼저 CarMaker 시뮬레이션에서의 시나리오는 장애물이 없는 시나리오와 있는 시나리오로 구분했다. 장애물이 없는 시나리오에서는 차종, 차로폭, 속도, 곡선반경, 편경사, 노면상태 요인을 사용했으며, 장애물이 있는 시나리오에서는 인지반응시간을 추가적으로 고려했다. 차량이 횡방향으로 벗어나는 정도인 lateral offset을 분석하여 사고발생 여부를 판단했고, 시뮬레이션의 결과로 사고 발생의 임계값 및 경향성을 파악할 수 있었다. 교통사고에 가장 큰 영향을 주는 요소는 곡선반경으로, 곡선반경이 작을수록(200m이하) lateral offset이 크게 벗어나는 것을 확인했다. 또한 차량이 고속(80~110km/h)으로 주행하는 경우에도 횡방향으로 벗어남을 확인할 수 있었다. 두 번째로 MORAI Simulator를 이용한 연구에서는 도로의 곡선반경에 따른 위험도 예측 시나리오를 사용했다. 차량을 승용차와 버스로 구분하고 곡선반경을 15~800m로, 속도를 10~90km/h로 설정하여 차량의 네 꼭지점(바퀴) 중 하나라도 차선에서 이탈한 경우. 사고가 발생한 것으로 판단했다. 시뮬레이션 결과, 승용차 시나리오에서 곡선반경이 90m 이상인 경우, 속도가 40km/h 이하인 경우에는 사고가 발생하지 않았고, 곡선반경이 작을수록, 속도가 높을수록 사고가 발생하는 경향성을 보였다. 버스 시나리오에서는 곡선반경 120m 이상인 경우, 속도가 30km/h 이하인 경우에는 사고가 발생하지 않았고, 마찬가지로 곡선반경이 작을수록, 속도가 높을수록 사고가 발생하는 경향을 보였다.

차로제어시스템을 활용한 도시고속도로 유입연결로 개선방안에 관한 연구

Study on Improvement of Acceleration Lane onto an Urban Expressway Using Lane Control System

이상범
(가천대학교 도시계획학과 학석사과정)

이재덕
(가천대학교 도시계획학과 연구교수)

우리나라의 도시고속도로는 현재 교통 체증 문제로 인해 출퇴근 시간에 효과적인 역할을 못 하고 있으며 이로 인해 운전자들의 불만뿐만 아니라 사회 및 경제적 문제가 발생하고 있다. 특히 유입연결로에서 본선으로의 무분별한 진입으로 본선 교통 흐름에 부정적인 영향을 미치고 있으며 이에 대한 개선이 필요하다. 본 연구에서는 도시고속도로의 지정체 발생요소 중 하나인 연결로 유입부의 구조를 분석하고 차로제어시스템(LCS: Lane Control System)을 활용하여 유입연결로 교통소통 개선 및 본선에 미치는 영향을 최소화하는 방안을 제시하였다. 수도권제1순환고속도로 평촌IC의 유입연결로에서 차량의 속도와 진입률 및 차량별 교통량을 조사하여 VISSIM 시뮬레이션 분석을 통해 본선 차로제어에 관한 적정 교통량을 분석하였다.

분석결과 본선의 교통량 시간당 222대/시 이하, 유입연결로 교통량 시간당 222대/시 이상일 때 본선1개차로를 제어하여 유입연결로를 확장하였을 경우 본선과 연결로의 흐름을 평균속도 60.1km/h에서 68.5km/h로 개선할 수 있었다.

본 연구결과는 향후 도시고속도로 유입연결로의 설계 및 운영하는 것에 있어 참고자료로 활용될 것으로 기대된다.

교통사고 처리단계별 소요시간의 영향요인 분석

Influential Factors Affecting the Duration of Traffic Incident Clearance Stages

강지혜	김도연	연준형	한영준
(서울연구원 연구원)	(서울연구원 연구원)	(서울연구원 연구원)	(서울연구원 연구위원)

골든타임(Golden Time)은 중증 외상 환자의 생사가 결정되는 시간으로, 해당 시간 내에 환자에 대한 처치가 이루어지면 치료 효과가 최적화되는 시간을 나타냄. 질병관리청의 보고에 따르면, 2015년부터 2019년까지 중증 외상 환자의 수가 계속해서 증가하는 추세로 나타남. 중증외상환자의 골든타임은 사고 발생 후 1시간 이내로 간주되며, 이를 위해 긴급차량 우선신호 시스템 등 다양한 처리시간 감소노력이 기울여지고 있음. 하지만 이에 대한 문제가 지속적으로 논의되고 있으며, 교통사고 처리시간 단축을 위해서 신고를 받은 후 현장대응시간과 병원 도착시간을 단축시키는 것이 필수적임. 따라서 이 연구에서는 2017년부터 2021년까지 서울시 교통사고 구급출동 데이터를 사용하여 처리단계별로 소요시간을 분석하고, 이에 영향을 미치는 변수들과 상관관계를 파악하여 교통사고 처리시간 감소전략에 활용하고자 함.

본 연구의 목적은 교통사고 처리단계별로 소요시간을 분석하고 이에 영향을 미치는 변수들 간의 상관관계를 파악하여 교통사고 처리시간을 단축하는 방안을 도출하는 것임. 종속변수로써 처리단계별로 소요시간을 분리하여 모델을 분류하고, 각 단계에 영향을 미치는 변수를 확인하기 위해 공간적 특성, 시간적 특성 등 다양한 변수들을 독립변수로 활용함. 또한, 본 연구에서는 순서형 로지스틱 모형을 통해 각 특성이 사고처리 단계별로 소요되는 시간에 미치는 영향을 파악하고자 함.

본 연구를 통해 골든타임에 영향을 미치는 원인파악을 할 수 있으며, 이를 해결할 수 있는 방향을 설정하여 교통사고 처리시간을 감소시킬 수 있을 것으로 기대됨

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 : RS-2023-00245890)

도시부 도로의 안전속도 5030 시행 전후 교통혼잡비용 비교분석

Comparative analysis of traffic congestion costs before and after the implementation of safety speed 5030 on urban roads

이채영	정정호	김진재	이승봉	천승훈
(한국교통연구원 교통빅데이터연구본부 연구원)	(한국교통연구원 교통빅데이터연구본부 연구원)	(한국교통연구원 교통빅데이터연구본부 연구원)	(한국교통연구원 교통빅데이터연구본부 부연구위원)	(한국교통연구원 교통빅데이터연구본부 연구위원)

2021년 4월부터 전국 도시부 도로를 대상으로 「안전속도 5030」 정책이 차량 교통사고 위험을 줄이기 위한 노력으로 시행되었다. 정책 시행으로 제한속도가 낮아짐에 따라 차량의 통행시간이 늘어나 도로의 손실 비용이 증가할 수 있다. 따라서 본 연구는 도로상에서 차량들이 정상속도 이하로 운행하여 발생하는 손실을 화폐가치로 환산한 교통혼잡비용을 통해 「안전속도 5030」 정책 시행 전후의 비용 변화를 분석하고자 한다. 이를 위해 내비게이션 도로 네트워크 데이터를 이용하여 인천광역시의 일부 도시부 도로를 대상으로 2020년과 2021년 제한속도를 비교 분석하였다. 제한속도가 변화된 도로는 약 5%로 나타났으며, 50km/h인 도로는 약 1.9%, 30km/h인 도로는 약 2.3% 분포하고 있는 것으로 분석되었다.

교통혼잡비용은 경로데이터 기반 교통혼잡비용 추정방법을 이용하였고, 혼잡경계속도 이하로 주행하는 개별 차량의 운행시간 및 연료소모량을 계산하여 교통혼잡비용을 산출하였다. 경제적 변화에 의한 영향을 제외시키기 위해 원단위를 2021년으로 동일하게 적용하여 비교하였으며, 교통량, 속도의 영향을 비교하기 위한 분석을 수행하였다. 정책 시행 전후로 인천광역시의 일부 도시부 도로는 약 16% 증가한 것으로 분석되었다. 제한속도가 변화된 도로들을 대상으로 분석했을 때 전체 도로의 6% 비용을 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2022-00144012)

운행제한 위반차량의 계측불응 단속시스템 개발

Development of crackdown system for non-compliance with measurement of Vehicles in Violation of Operation Limitations

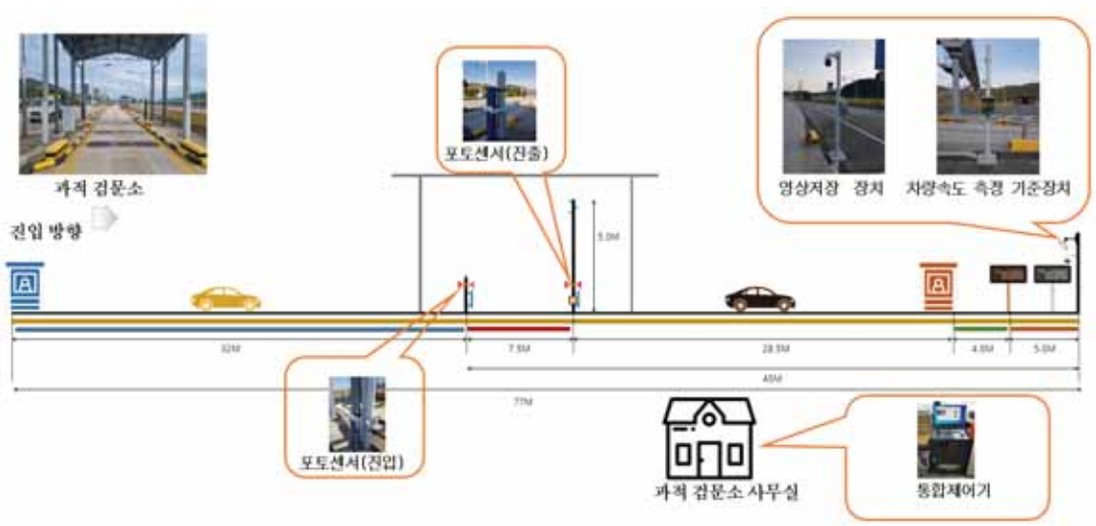
김진우
(한국건설기술연구원 연구위원)

김성현
(한국건설기술연구원 연구위원)

도로관리청은 운행제한 위반차량에 대해 「도로법 시행령」 제80조 제5호에 따라 단속장비를 통과할 때 규정속도(10km/h)를 초과하여 운행하는 경우 측정방해행위로 고발조치 하여야 하나 하지 못하고 있다. 「2021년도 국토교통부 운행제한차량 단속업무 특정감사」에서 단속장비에서 규정 속도를 초과하여 운행하는 차량에 대한 재계측 등 조치통보 하였으나 단속시스템의 부재로 시행하지 못하고 있다.

과적검문소는 규정속도를 초과하여 운행하는 차량에 대해서는 워낙 빠른 속도로 주행하다 보니 출구부에서 재계측을 유도하기에는 한계가 있음뿐만 아니라 반송 이력관리가 되지 않아 민원대처가 어렵기 때문이다.

과적검문소에서는 규정속도를 초과하여 운행하는 차량에 대해 법에 따라 측정방해행위로 고발조치 할 수 있는 방안 마련이 필요하였다.



<그림 1> 운행제한 위반차량 계측불응 단속시스템

계측불응 단속시스템 구성은 진출입 속도처리 제어장치, 차량속도 측정 기준장치, 영상저장 모듈, 통합시스템 제어기로 구성하며 구축목적은 단속 회피를 위해 과적단속장비를 비정상 주행으로 통과하는 화물차량의 속도 계측 불응 여부를 판단하는 기술 개발한다. 시스템 개발의 기대효과는 계측불응 단속을 자동화하여 단속업무의 효율성을 기대하는 것이며, 둘째 연구과제 수행을 통하여 단속시스템의 정확도를 분석하여 시스템에 대한 성능평가를 실시하여 측정 정확도를 검증하는 것이다.

향후 고정식 과적검문소에서 계측불응행위인 가·감속 행태 판별이 가능한 저속 기반 속도단속시스템 개발이 필요하고, 개발 시스템의 도입을 위한 성능평가, 설치 및 운영과 관련한 훈령 및 매뉴얼 등 제도화 방안 마련 필요하다

사사: 본 연구는 한국건설기술연구원 「비정상 주행속도 프로파일 추정기술을 이용한 중량계측 불응 단속시스템 개발)(과제번호 20230319)」의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

ITS 정책 및 기타(V)

Session

C-3

스마트빌딩 주차관제 시스템을 위한 물리보안 통합플랫폼에 관한 연구

백영현, 이준명, 임준규

광역버스 회차 및 환승시설 개선 시범사업의 정량적 편익 추정: 이용자 지불의사액 추정을 중심으로

김규혁, 김명규, 김나연, 김희수, 송태진

AHP를 활용한 농어촌지역 대중교통 대응정책 중요도 분석

최승현, 유연승, 조규석

KTX 개통이 지역 균형발전에 미치는 영향: 호남선과 전라선을 대상으로

양태양, 이종우, 이승봉, 박성희, 박희건

지하철역 운영 효율성 분석 및 환경요인 영향 검토: 서울특별시를 중심으로

이중권, Reuben Tamakloe, 박동주

스마트빌딩 주차관제 시스템을 위한 물리보안 통합플랫폼에 관한 연구

Integrated Physical Security Platform for Smart Building Parking Guidance System

백영현 (유니온커뮤니티 연구소장)
이준명 (유니온커뮤니티 선임연구원)
임준규 (유니온커뮤니티 선임연구원)

스마트빌딩은 건물 시스템 전체를 원격으로 제어할 수 있는 IoT 기술 발전에 따라 관련 서비스 등 서로 다른 장비와 기술의 조합으로 만들어진 스마트시티 플랫폼 요소 중 하나이다. 스마트빌딩 기술은 설비 및 비상대응 관리를 위한 건물 자동화, 건물에너지 최적화, 주차관제시스템, 비대면 출입통제를 포함한 물리보안 플랫폼 적용 기술 등이 있다. 본 논문에서는 스마트빌딩의 주차관제시스템과 물리보안 통합플랫폼과의 연동을 위해 필요한 공통요소 정의와 기존 빌딩에 설치되어 있는 주차관제시스템과 호환될 수 있는 스마트빌딩 주차관제 통합플랫폼 서비스 모델을 제안한다.

스마트빌딩 물리보안 통합플랫폼을 구성하는 요소로는 크게 9가지로 정의되며, 각 세부 요소는 다음과 같다. 주차관제 시스템, 출입통제 및 바이오인식, 열화상 영상감시, 출입자 영상연동, 유/무선 위급상황 신고, VMS 시스템, 엘리베이터 제어, 화재감시/비상방송, 외부인 침입감지 시스템으로 구성된다. 이와 같은 9가지 구성요소를 기반으로 스마트빌딩에서 발생할 수 있는 재난 및 위험 감지에 대한 이벤트들을 통합하여 관리할 수 있는 통합플랫폼과 주차관제 시스템을 연동하고자 한다. 주차관제시스템은 차량의 출입 통제와 입주건물 내 여유 주차공간을 확보하기 위해 반드시 필요한 시스템으로써 현재 1,000세대 이상 아파트나 대형쇼핑몰, 상가 주차장 출입구에 주로 설치되어 운영 중으로 주차장 입·출구에 차량 차단기를 설치해 부정방문객 출입 제어하고 주차요금을 징수하는 서비스를 제공하고 있다. 하지만 다양한 서비스가 통합된 스마트빌딩환경과의 연동이 원활하지 않아 단순 차량 입·출입 서비스의 한계를 극복하지 못하는 단점이 있다.

본 연구에서는 스마트빌딩 주차관제시스템을 분석하고 이를 기반으로 주차관제에 필요한 공통요소를 추출하여 주차관제와 물리보안에 필요한 융합 서비스 시나리오를 설계하였다. 스마트빌딩 물리보안 통합플랫폼과 연동되어 동작할 수 있는 무인주차시스템과 주차정보시스템을 하나로 통합하여 운영할 수 있는 공통요소를 추출하여 통합시스템으로 전송하고 이를 통해 주차관제, 주차유도, 요금정산, NVR, CCTV보안시스템과 연동할 수 있도록 한다. 추출된 공통요소는 차량 번호판 이미지, 차량 출입일시이며 이는 실제 건물 출입차량의 번호판 분석, 진입 층수, 실제 주차 위치 자료에 기반하여 분석한다. 그리고 기존 주차관제 장치와의 호환을 위한 융합서비스는 차량 입·출차 번호판 영상 정보전달을 위한 ROI 영역 추출 및 Raw 영상저장/전송방식을 정의하고, 특정 차량 출차 제한 및 주차 위반 알림서비스 제공을 구현한다. 향후 스마트빌딩의 물리보안 강화를 위한 방문자 사전 예약 시스템과 연동된 차량관리 서비스 및 입차 시 주차 빈자리를 파악하여 방문자의 스마트폰으로 안내하는 서비스 모델에 대한 연구가 필요할 것이라 사료된다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022-0-01115, 비대면서비스 물리보안 통합플랫폼 운영체계 개발)

광역버스 회차 및 환승시설 개선 시범사업의 정량적 편익 추정: 이용자 지불의사액 추정을 중심으로

Quantitative Benefit Estimation of the Pilot Project for Improvement of Intercity Bus Facilities: Focusing on Estimating the User's Willngness to Pay

김규혁
(충북대학교 도시공학과 박사과정)

김명규
((주)트랜스코어 대표)

김나연
(충북대학교 도시공학과 석박사통합과정)

김희수
(충북대학교 도시공학과 석박사통합과정)

송태진
(충북대학교 도시공학과 부교수)

광역버스 회차 및 환승시설 개선 시범사업은 버스 이용자 편의성을 제고하기 위해 버스정류장 인프라를 개선하는 사업으로, 사업의 지속적 확대를 위한 근거자료로써 사업의 정량적 효과분석이 필요하다. 본 연구에서는 이용자 만족도 설문조사를 기반으로 개선사업이 수행된 정류장의 지불의사액을 도출하고, 도출된 지불의사액을 기반으로 개선사업의 편익-비용비를 추정했다. 결론적으로 거점지역에 위치한 정류장의 개선사업은 비용 대비 높은 편익을 달성할 수 있으며, 비거점지역에 위치한 정류장의 개선사업은 지역주민의 삶의 질 향상에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 버스정류장 인프라 관련 개선사업 수행 시 근거자료로 활용될 것이라 판단된다.

AHP를 활용한 농어촌지역 대중교통 대응정책 중요도 분석

Analysis of the Importance of Public Transportation Policy in Rural Areas Using AHP

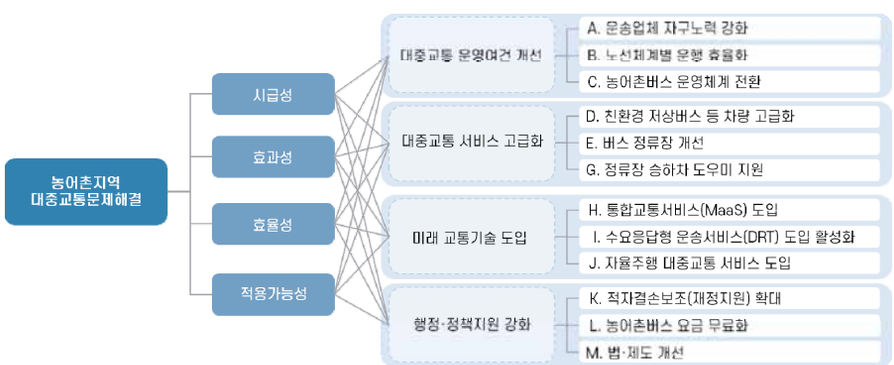
최승현
(한국운수산업연구원
책임연구원)

유연승
(서울시립대학교 교통공학과/
스마트시티학과 박사과정)

조규석
(한국운수산업연구원
부원장)

현재 농어촌지역은 지속적인 인구감소 및 고령화가 심화됨에 따라 지방소멸의 위기를 맞이하고 있으며, 이로 인하여 지역사회의 인프라, 생활서비스 부족 등 다양한 문제가 발생할 것으로 예측되고 있다. 교통측면에서 살펴보면, 농어촌지역 내 이동 시 주로 이용하는 교통수단에 대한 조사결과 2015년 약 20% 수준이었던 자가용 이용률은 2021년 약 60% 수준으로 약 3배 증가하였다. 반면에 대중교통 이용율은 약 35%에서 25% 수준으로 감소하여, 점진적으로 자가용에 대한 이용률이 높아지는 것으로 나타났다. 하지만 농어촌지역의 대중교통에 대한 수단분담율이 낮아졌음에도 불구하고, 여전히 농어촌지역 주민들은 “공용버스 등 대중교통수단 확보”와 관련된 추가적인 정책의 필요성을 요구하고 있다. 따라서 본 연구에서는 농어촌지역의 대중교통문제해결을 위한 문헌고찰을 수행하여 대응정책을 마련하고자 하였다. 또한 대응정책간의 중요도 분석을 위해 AHP분석을 수행하여 대응정책간의 우선순위를 분석하고자 하였다. 본 연구에서는 농어촌지역 대중교통 문제해결과 관련하여 이해관계에 있는 대중교통 전문가, 농어촌지역 대중교통 운영자, 농어촌지역 대중교통 담당 공무원을 모집단으로 설정하고 우선순위 분석과 상대적 중요도 분석을 시행하였다. 설문지는 농어촌지역 대중교통과 관련된 선행연구 논문 및 보고서, 전문가 인터뷰, 언론 등을 토대로 1차 수준 4개 요인, 2차 수준 4개 요인, 3차 수준 12개 요인으로 선정하여 이를 기초로 작성, 관련 분야 전문가들의 브레인스토밍 과정을 거쳐 AHP 설문지를 작성하였다. 설문조사 최종 응답인원 수는 80명으로 설문조사 응답률은 37%로 나타났으며, 일관성 비율분석을 통하여 일관성 있게 설문을 작성한 50개의 유효 설문만을 대상으로 분석을 수행하였다.

세부정책의 최종 우선순위를 구한 결과, ‘노선체계별 운행 효율화’가 0.131의 가중치로 가장 높게 나타났다. 다음으로 ‘농어촌버스 운영체계 전환(0.129)’ ‘적자결손보조(재정지원)확대(0.126)’ ‘법·제도 개선(0.098)’ ‘수요응답형 운송서비스(DRT)도입 활성화(0.086)’순으로 정책 우선순위가 높다는 결과가 나왔다. 반면에 ‘자율주행 대중교통 서비스 도입(0.034)’, ‘정류장 승하차 도우미 지원(0.043)’, ‘차량 고급화(0.051)’, ‘통합교통서비스(MaaS) 도입(0.060)’ 등이 우선순위가 낮은 것으로 나타났다. 본 연구에서 분석대상으로 삼은 농어촌지역 대중교통 문제해결 대응정책 구성요소의 계층적 구조도에 설정된 요인들이 농어촌지역 대중교통 문제해결 대응정책을 모두 대표하는 요인들은 될 수 없다. 후속연구를 통해 보다 다양한 농어촌지역 대중교통문제에 대응할 수 있는 효과적인 정책들이 도출되고, 정교한 연구방법을 통해 정책의 우선순위에 대한 논의가 이루어진다면 농어촌지역의 대중교통 문제해결정책의 실효성이 보다 더 확보될 수 있을 것이다.



<그림 1> 대중교통 대응정책 우선순위 설정을 위한 AHP 설문체계도

사사: 이 논문은 2023년도 한국운수산업연구원의 기본과제(농어촌지역 대중교통 서비스의 유지 및 강화를 위한 운영전략)로 수행된 연구임.”

KTX 개통이 지역 균형발전에 미치는 영향: 호남선과 전라선을 대상으로

The impacts of KTX on Balanced Regional Development: A Study on Honam Line and Jeolla Line

양태양	이종우	이승봉	박성희	박희건
(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 부연구위원)	(한국교통연구원 부연구위원)	(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구원)

최근 지역 균형발전과 지방소멸 문제가 지속되면서 이를 해소하기 위하여 교통 인프라를 구축하는 사업이 다수 진행되고 있다. 경상남도 남부내륙철도, 충청북도선 고속화, 동해선 전철화, 평택-오송 복복선화 등 국가균형발전 프로젝트로 중 일환으로 전국을 연결하는 광역 철도망이 구축되고 있다. 이러한 광역 철도망 구축 사업의 목적은 지방소멸 문제 해결과 국가균형발전을 위하여 진행되고 있다. 고속철도의 개통은 개통 지역의 이동성을 월등히 향상시킬 수 있는 방안으로 지역에 다양한 영향을 미치고 있다. 이러한 다양한 영향들은 지역에 긍정적인 효과도 있지만 부정적인 효과로 나타날 수 있다. KTX 개통으로 통근영역이 확대되는 경우 지방소멸 이슈가 있는 지역에서는 거주만하고 통근과 경제활동은 인근 대도시로 고속철도를 이용하여 활동하게 된다면, 이러한 사람이 지역 활성화에 미치는 영향은 미비할 것이다. 예시와 같은 빨대효과는 오히려 사람들의 활동이 대도시로 옮겨가게 되면서 KTX 개통 지역의 지방소멸이 가속화되는 효과를 불러올 수 있다.

따라서 본 연구에서는 KTX 개통 이전과 이후에 대해서 호남선과 전라선을 사례로 고속철도 개통 이전의 자료를 활용하여 개통 이후를 시계열 모형을 통해 예측하여 예측한 값과 실제 값의 비교 분석을 통해 KTX 개통이 지방소멸과 관련된 지표에 어떠한 영향을 주었는지 분석해보고자 한다.

기존 선행연구에서는 KTX 영향권에 대하여 설문조사를 통해 직접 영향권은 30분 이내, 간접 영향권은 45분 이내 통행가능한 지역으로 선정하였으며, 수단을 고려하지 않은 결과이다. 본 연구에서는 View-T에서 제공하고 있는 통행속도 데이터를 활용하여 승용차로 이동가능한 거리를 산출하였기 때문에 15분 이내, 30분 이내 통행가능한 지역으로 선정하였다. 교통 인프라 개통에 대한 영향에 관한 연구의 경우 공간적 단위가 시도 단위로 지역내 효과를 분석하기에 지나치게 크거나, KTX 개통이후에 대한 시간적 범위가 지나치게 짧아 개통에 대한 효과를 볼 수 없는 연구가 있었다. 본 연구에서는 시군구 단위에 대한 분석을 통해 지역에 미치는 영향을 자세히 파악하였으며, 개통 이후 7년간의 효과를 시계열적으로 분석하였다는 점에서 차별성이 있다.

본 연구에서는 고령인구비율, 생산가능인구, 주민등록인구, 지방소멸위험지수 등 지표에 대하여 2015년 4월 호남선과 전라선 개통을 기준으로 2008년 1월부터 2022년 12월까지의 데이터를 구축하였다. 구축한 데이터 중 2008년 1월부터 2015년 3월까지의 데이터를 ARIMA 모형을 적용하여 2015년 4월부터 2022년 12월까지 예측하였다. ARIMA 모형을 통해 예측한 값과 실제 2015년 4월부터 2022년 12월까지의 값과 t검정을 통해 통계적 유의미성을 검토하였다. 이러한 분석과정을 통해 KTX 개통 이전 과거 자료를 통해 추정해본 값과 실제 값을 비교하여 KTX 개통 이후에 과거 추세에 비해 KTX 개통을 기점으로 통계적으로 유의미하게 달라진 지표에는 어떠한 것들이 있는지, 지방소멸과 균형발전이라 는 측면에서 어떠한 영향이 있었는지 분석하였다.

사사: 본 연구는 국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(RS-2022-00144012).

지하철역 운영 효율성 분석 및 환경요인 영향 검토: 서울특별시를 중심으로

Efficiency analysis of subway stations and examination of the impact of environmental factors: A focus on Seoul metropolitan city

이중권 (서울시립대학교 석박사통합과정)

Reuben Tamakloe (한국과학기술원 연구교수)

박동주 (서울시립대학교 교수)

지하철은 승용차, 버스 대비 더 높은 정시성과 안전성을 가지고 있으며, 대량 수송을 통해 우수한 효율성을 갖추어 대도시 지역의 대중교통 수단으로서 중요한 역할을 하고 있다. 또한, 지하철은 주변 지역의 교통 서비스 수준 향상 및 역세권 형성 및 개발을 촉진한다는 측면에서 많은 사람의 주목을 받고 있다.

지하철을 비롯한 철도는 사업을 시행하기 위해 막대한 건설 비용이 필요하다. 따라서 건설 전에 한국개발연구원(KDI), 한국조세재정연구원(KIPF)의 '예비타당성조사' 및 국가철도공단(KR) 등 기타 공기업·공공기관의 사전타당성 조사를 거쳐 해당 사업의 경제적 타당성 및 실현 가능성, 정책적인 효과 등 다방면의 검토가 이루어지게 된다. 반면, 철도를 건설한 이후의 실질적 운영 단계에서 각 정거장을 비롯한 노선이 효율적으로 운영되고 있는지에 대한 평가는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 서울특별시 내 위치하고, 서울교통공사(SeoulMetro)에서 운영되고 있는 1~8호선 248개 지하철역에 대해 효율성 분석을 수행하였고, 대중교통 효율성 향상을 위한 주 과제는 대중교통 이용량을 증대하는 것이므로 대중교통 이용량을 최대화하는 것을 기반으로 지하철역 효율성을 설계했다.

본 연구에서는 지하철역 효율성을 분석하기 위해 DEA(Data Envelopment Analysis) 방법론을 적용했다. DEA는 Charnes, Cooper 및 Rhodes에 의해 1978년에 처음으로 제안되었으며, 비교가 가능한 DMU(Decision Making Unit, 의사 결정 단위)에 대한 다양한 Input/Output 자료를 활용하여 DMU 간 상대적 효율성을 산출한다. 특히 DEA는 DMU 간의 상대적 효율성을 0에서 1 사이의 단일 지수로 표현할 수 있어 직관적이고 이해하기 쉽다.

본 연구에서는 지하철역 인근 버스 정거장 수, 지하철역 내 엘리베이터, 에스컬레이터 설치 현황, 지하철역 규모 등 지하철 이용을 위한 접근 여건, 지하철역 편의시설 구축현황, 지하철역에 투자된 사회간접자본을 고려할 수 있는 여러 가지 지표를 설정하고, 각각의 자료를 수집하여 Input 자료로 활용하였다. 또한 지하철, 버스, 공유자전거의 연간 이용량을 Output 자료로 활용하였고 각각의 Input/Output 자료는 2019~2021년에 대해 수집하여 다년도 효율성 분석을 수행하였으며, 연도별 효율성 추세 또한 분석하였다.

2019~2021년의 지하철역 연도별 효율성 분석 결과에 따르면, 시간이 흐름에 따라 전체 지하철역의 평균 효율성 점수가 감소하는 것으로 나타났다. 특히 COVID-19 확진자 수가 급증했던 2021년은 전년도부터 이어진 지하철 이용 승객의 감소로 인해 평균 효율성 점수 또한 감소했다. 지하철역의 효율성은 지하철을 이용하는 승객 수에 따라 향상되거나 저하되는 경향이 있으며, 이러한 분석의 결과를 토대로 효율적인 지하철 운영을 위해 많은 이용자를 유치하는 방법을 고려해야 할 것으로 판단된다.

<표 1> Summary of efficiency analysis results

Results	2019	2020	2021
Average	0.7239	0.7208	0.7010
Standard deviation	0.1295	0.1386	0.1429
Maximum	0.8669	0.8634	0.8552
Minimum	0.2484	0.2763	0.2502

사사: 이 논문은 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2022R1I1A1A01053806)

ITS 정책 및 기타(VI)

Session

C-4

여객-물류 통합 운송 시스템 관련 선행연구 고찰 및 향후 연구 방향 제안

Hyerin Lee, Reuben Tamakloe, Dongjoo Park

IPA-Borich 요구도 분석을 활용한 생활물류법 정책 방향 연구: 이륜차 배달 종사자 보호를 중심으로

이지원, 이향숙

중소·중견 물류기업 ESG 경영 이행 가이드라인에 관한 연구

진무위, 윤경준, 이향숙

중국 주요 도시의 물류경쟁력 평가 및 장애요인 진단에 관한 연구 -중·유럽 화물열차를 중심으로-

진가영, 이향숙

생활물류 빅데이터 접근 및 활용성 개선을 위한 시·공간 세분화 프레임워크 연구

김진재, 남대식, 이채영, 이승봉, 전희진, 이종우

여객-물류 통합 운송 시스템 관련 선행연구 고찰 및 향후 연구 방향 제안

Integrated people-and-goods transportation system: a literature review and future directions

Hyerin Lee
(University of Seoul Transportation Engineering Department, Master's student)

Reuben Tamakloe
(KAIST, Cho Chun Shik Graduate School of Mobility, Research Assistant Professor)

Dongjoo Park
(University of Seoul Transportation Engineering Department, Professor)

본 연구는 기후 변화의 심각성을 인식하고, 지속 가능한 도시 운송 시스템 구축을 위해 여객 및 물류 통합 운송 시스템의 효율성과 가능성을 탐구한다. UN의 경고를 바탕으로, 기후변화와 지속가능한 운송 시스템의 필요성을 강조하며, 한국의 대중교통과 물류 시스템의 현 상황과 문제점을 분석하고자 한다. 특히, 한국의 대중교통 재정적 적자 문제를 직시하고, 물류 서비스 수요의 급증으로 인한 물류 서비스의 새로운 패러다임의 필요성을 인식하였다. 이를 해결하기 위한 새로운 접근 방법으로서 'Freight-On-Transit (FOT)'와 'Crowdshipping' 개념을 소개하였다.

기존의 FOT와 Crowdshipping에 관한 문헌들을 분석하고, 이 두 개념이 어떻게 통합될 수 있을지에 대한 토대를 마련하였다. FOT는 대중교통 시스템을 이용하여 화물을 운송하는 방식을, Crowdshipping은 일반인들을 활용하여 물류 서비스를 제공하는 방식을 의미한다. 두 개념의 장단점을 비교하고, 각각의 운영 방식에 대한 문헌 고찰을 통해 새로운 패러다임 제시의 가능성을 검토하고자 하였다.

이러한 문헌 고찰을 통해, 우리는 기존 연구의 한계점과 미비한 부분을 도출하고자 하였다. 특히, Bus-based FOT와 관련된 연구의 부족, 도로 혼잡 상황을 고려하지 않은 연구들, 그리고 FOT와 last-mile에서의 Crowdshipping 활용을 동시에 고려하지 않은 연구들이 주된 한계점으로 파악되었다. 이를 바탕으로, 본 연구는 버스와 Crowdshipping을 통합한 배송 프레임워크 개발, 현실 네트워크 상황을 반영한 모델 개선, 그리고 다양한 보상 체계를 통한 Crowdshipping 활용 방안 등에 대한 향후 연구 방향을 제안하였다.

본 연구를 통해 지속 가능한 도시 운송 시스템을 구축하고, 기후변화에 적극적으로 대응하기 위해 여객과 물류 통합 운송 시스템의 중요성이 강조될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 현실적인 도전 과제와 한계를 극복하기 위해 효율적이고 실용적인 솔루션을 모색하고, 이를 통해 더 지속가능하고 효율적인 도시 운송 시스템을 구현할 수 있는 방향을 제시하는 것을 목표로 하였다.

IPA-Borich 요구도 분석을 활용한 생활물류법 정책 방향 연구: 이륜차 배달 종사자 보호를 중심으로

A Study on the Policy Direction of the Consumer Logistics Act Using IPA-Borich Demand Analysis: Focusing on the protection of motorcycle delivery workers

이지원
(인천대학교 동북아물류대학원 박사과정)

이향숙
(인천대학교 동북아물류대학원 교수)

물류산업의 디지털화, 산업간 융복합 등 물류산업의 패러다임 변화는 택배 및 배달과 같은 생활물류 시장을 급격하게 성장시켰다. 생활물류란 물류의 일환으로 소비자의 요청에 따라 소형 및 경량 위주의 화물을 집화, 포장, 보관, 분류 등의 과정을 거쳐 이루어지는 것으로서 이륜차를 이용하여 직접 배송하거나 정보통신망 등을 활용하는 중개서비스를 통한 배송물류라고 정의할 수 있다. 이 과정에서 소비자들의 빠른 배송 요구에 대응하기 위해 이륜차를 이용한 배송이 보편화됐으며, 이륜차 배달 종사자들의 역할이 점차 확대되고 있다. 이륜차 배달 종사자들은 생활 물류의 핵심 요소로 자리잡게 되었으며, 종사자의 수는 2022년 상반기 기준 237,188명으로 2019년 상반기 119,626명 대비 약 2배 증가한 것으로 나타났다(국토교통부, 2022). 배달업 업체 현황으로는 주문중개 플랫폼이 37곳, 배달대행 플랫폼이 51곳이 운영 중이며, 각 지역의 배달대행업체는 전국적으로 7,794개소 인 것으로 나타났다

이와 같이 이륜차를 이용한 배달 종사자의 수는 증가하고, 배달업과 관련된 플랫폼 및 대행업체의 수도 증가하고 있다. 그러나 종사자들에 대한 근로환경과 복지 문제는 더욱 심화되고 있다. 대표적으로 근로계약, 보험, 안전교육, 사고보상 등이 있으며, 기존의 법령 및 정책만으로는 관리가 어렵다는 문제점과 관련 업계에 대한 사회적 불만 증대라는 문제점에 직면하고 있다. 이에 정부에서는 2021년 1월 26일 '생활물류서비스산업발전법'(이하: 생활물류법)을 제정하였고, 7월 27일부로 시행령을 마련하여 제도화, 종사자 권익 증진, 산업 지원, 소비자 권익 증진, 시장질서 관리 등의 법안을 입법하였다.

본 연구에서는 생활물류법 제6장의 '생활물류서비스의 종사자 보호와 서비스 향상' 부분에 집중하여 생활물류산업이 나아가야할 방향을 분석하고자 한다. 본 연구에서 고려한 생활물류서비스 종사자는 음식 배달 및 퀵서비스 등 이륜차를 이용하여 배달하는 종사자를 대상으로 분석하였다. 또한, 본 연구에서는 IPA 분석에서 누락되어지는 우선순위를 확인하기 위하여 요구도 분석을 보다 정교하고 합리적으로 하기 위해 Borich 요구도 분석을 수행하였다.

본 연구는 생활물류법 상 종사자 권익증진 부분과 종사자 관련 선행연구를 분석하고, 현장 의견수렴을 거쳐 요인을 도출하였다. 상위요인으로는 종사자 근로 환경(노동자의 안전, 업무 만족도, 노동자의 건강 및 복지, 근로시간), 배달시장 환경(사업 유형 및 운영 구조, 적정 수수료, 배달 시간, 플랫폼 운영방식), 서비스 품질(신속성, 안전성, 전문성, 신뢰성), 법 및 제도(배송종사자의 법적지위 개선, 보험 의무화, 중대재해 처벌 강화, 안전교육 및 안전조치 의무) 등으로 구분하였다. 이후 도출된 요인을 바탕으로 외부 전문가에게 자문을 받아 타당성을 확보하였다. 설문조사는 이륜차 배달 경험이 있는 종사자에게 요청했으며, 설문결과를 바탕으로 만족도와 중요도를 분석하였다. 설문은 총 189부 중 16부를 제외한 173부를 연구에 사용했으며, 설문은 9월 20일부터 10월 20일까지 이루어졌다.

연구 결과 배달업 라이더 종사자들은 종사자 근로환경 요인에 대한 중요도 점수가 가장 높았으며, 서비스 품질 요인의 만족도가 가장 높은 것으로 나타났다. 반면 배달 시장 환경과 법 및 제도 부분은 요구도 점수가 가장 높았으며, 이는 배달업 종사자들이 배달 서비스와 생활물류법 상의 종사자 관련 법 개선을 가장 개선해야할 점으로 생각한다고 볼 수 있다.

본 연구의 결과를 바탕으로 생활물류법에서 종사자들에게 시행하고 있는 정책 중요도 및 만족도가 어떤지 살펴보고, 관련 종사자들의 관점에서 정책 방향성과 서비스의 개선사항을 맞춰야 할 필요가 있다.

중소·중견 물류기업 ESG 경영 이행 가이드라인에 관한 연구

A study on the Guidelines of ESG Management for Small and Medium-sized Logistics Companies

진무위
(인천대학교 동북아물류대학원 연구원)

윤경준
(배재대학교 글로벌비즈니스학과 교수)

이향숙
(인천대학교 동북아물류대학원 교수)

ESG(Environmental, Social, Governance) 경영이 모든 산업계에서 선택이 아닌 필수 사항이 되는만큼 물류기업들도 ESG 경영의 실천에 적극적으로 참여하고 있다. ESG 경영은 많은 가치를 만들어내지만 현실적으로 많은 선제적 투자 비용이 필요하기 때문에 대형 물류기업 외의 많은 중소·중견 물류기업들은 인력자원과 재원 측면에서 ESG 경영 실천 비용을 감당하기 어려운 상황이다. 환경 규제 등 이슈로 글로벌 공급망 내에서 소외되지 않도록 물류기업의 ESG 경영 실천을 위한 지원 방안 마련은 절실하다. 한국은 2021년에 'K-ESG 가이드라인'을 마련하면서 정보공시(Public), 환경(Environmental), 사회(Social), 지배구조(Governance) 4개 영역을 기준으로 진단항목을 제시하였다. 또한, 중소벤처기업부는 2022년에 E(환경), S(사회), G(지배구조)의 3가지 측면에서 중소·중견기업을 위한 ESG 경영 이행 가이드를 발표하였다. 그러나 기존 가이드라인은 모든 기업을 대상으로 했기 때문에 물류기업들, 특히 중소·중견 물류기업들이 적용하기 부적합한 부분이 존재한다. 본 연구는 기존 국내 ESG 경영 이행 가이드라인과 물류기업에서 발간한 지속가능경영보고서, 국내외 사례를 종합하여 국내 물류기업 ESG 경영 이행 가이드라인을 마련하고자 하며, 중소·중견물류기업 특성에 부합한 진단항목을 설정하여 가이드라인의 실용도를 높이고자 한다. 본 연구는 향후 정부 관련 기관과 물류기업에서 ESG 경영 이행을 위한 참고자료로 활용될 것으로 기대된다.

중국 주요 도시의 물류경쟁력 평가 및 장애요인 진단에 관한 연구 - 중·유럽 화물열차를 중심으로 -

A Study on the Evaluation of Logistics Capabilities and Diagnosis of Obstacles in Major Chinese Cities - Focusing on Sino-European freight trains -

진가영
(인천대학교 동북아물류대학원 박사과정)

이향숙
(인천대학교 동북아물류대학원교수)

The China-Europe Express, also known as the China Railway Express or Eurasian Land Bridge, is a network of freight trains that connect various cities in China with cities in Europe. This rail service provides an alternative transportation route for goods between Asia and Europe, complementing the traditional maritime routes. The success of the China-Europe Express has led to increased investments in rail infrastructure and improvements in customs and logistics procedures along the route, further enhancing its efficiency and attractiveness to businesses. As of my last update in September 2021, the China-Europe Express continues to grow and evolve, contributing to the global trade landscape by offering a reliable and expedited transportation option between China and Europe. Therefore, in order to evaluate the logistics level of the cities through which the China-Europe Express trains pass and find out the reasons for the obstacles, this paper conducts research and analysis. On the basis of comprehensive consideration of economic, social, and environmental factors, this paper evaluates and analyzes the development of the logistics industry in ten cities that are the main routes of the China-Europe Express. The study involved ten cities(Chengdu, Chongqing, Hefei, Lianyungang, Shenyang, Suzhou, Wuhan, Xi'an, Yiwu, and Zhengzhou), which collected data for 2021 and analyzed the data. The results show that there are obvious differences in the logistics level of the cities through which the China-Europe express trains pass. Based on the results of this study, targeted optimization countermeasures are put forward and evaluation indicators and research methods are suggested, which will provide the government and practitioners decision support, as well as provide theoretical and methodological support for the development of China-Europe Express.

Acknowledgments: This work is supported by the Korea Agency for infrastructure Technology Advancement(KAIA) grant funded by the Ministry of Land, infrastructure and Transport(RS-2022-00156324)

생활물류 빅데이터 접근 및 활용성 개선을 위한 시·공간 세분화 프레임워크 연구

A Study on the Time and Zone Segmentation Framework for the Improvement of Access and Utiliaztion of Big Data in Customer Logistics

김진재	남대식	이채영	이승봉	전희진	이종우
(한국교통연구원 교통빅데이터 연구본부 연구원)	(인하대학교 아태물류학부 조교수)	(한국교통연구원 교통빅데이터 연구본부 연구원)	(한국교통연구원 교통빅데이터 연구본부 부연구위원)	(한국교통연구원 교통빅데이터 연구본부 연구원)	(한국교통연구원 교통빅데이터 연구본부 부연구위원)

현재 물류분야의 공공데이터들은 대부분 시군구 단위의 데이터이거나, 혹은 수집기간이 연단위인 경우가 다수이다. 국가단위의 데이터는 높은 활용도에 비해, 데이터 수집이 용이하지 않다는 단점으로 인해, 수집단위 및 기간의 세분화가 어렵다는 한계점을 가진다. 교통 및 물류분야에서의 대표적인 국가단위 조사로는 KTDB에서 매년 발표하는 여객 및 화물 O/D 자료가 그 예이다. 하지만, 화물 O/D는 산업 간 화물들에 대해서만 제한적으로 조사가 이뤄지고 있어, 국민들과 밀접한 연관이 있는 생활물류에 대한 연구에 필요한 자료를 구하기는 어려운 실정이다. 생활물류를 포함하며 세분화 된 데이터를 제공하는 민간기업의 경우에는 수집기준에 차이로 공공 데이터와의 정합성이 떨어진다는 한계점을 가지고 있다. 이에 본 연구는 생산적 적대 신경망(GAN)(비모수추정법기반의 기계학습모형)과 교통분야에서 사용되는 존 세분화의 개념을 적용하여, 서울시 전체 생활물류 물동량을 구단위, 동단위 나아가 블록단위로 시간/공간에 따라 세분화 하고자 한다.

택배(생활물류) 물동량 및 수요예측에 관한 연구들에서 활용된 영향요인을 분석한 결과, 수요예측을 방법론을 사용했던 연구(박인선·이상헌, 2018; 차현섭·유명식, 2019 등)들의 경우, 전년도 혹은 전월 물동량 기반의 분석을 진행하였다. 수요예측 외 방법론을 사용한 연구(이철희, 2016, 김병관 외, 2023, 등)의 경우, 인구, 공간정보, 경제지표, 비정형 데이터(날씨 등) 등 다양한 변수들을 활용해 물동량에 대한 예측을 진행하였음이 확인되었다. 본 연구에서는 선행연구의 요인들에 대해 유의성 검증을 진행하여 인구, 건축물 연면적, 상권정보, 등을 유의한 영향요인으로 선정 및 시·공간 세분화 모형의 독립변수로 활용하였다. 방법론의 경우, 수요예측 및 추정에 활용된 다양한 방법론(원단위법, 설문지법, 과거추세연장법, 비모수추정법, 등)들 중 활용가능 데이터가 충분하고 다양한 변수들을 동시에 고려할 수 있는 비모수 추정법을 활용하였다. 비모수추정법은 데이터간의 상관성만을 고려한 추정방식으로 머신러닝과 같은 데이터분석에 활용되는 방법론이다(안지희 외, 2020). 다양한 머신러닝 모형(LSTM, DNN, KNN, SVM, Transformer, GAN, CNN, 등) 중 본 연구에서는 기본적인 DNN 모형과 GAN 모형을 활용하였으며, 데이터 생성에 적합한 GAN 모형을 통한 분석 개선사항을 연구하고자 한다.

연구에 활용된 데이터는 서울시 2020년 1월부터 2022년 12월 데이터이며, 분석대상은 서울시 내 25개 행정구, 426개 행정동 그리고 약 7만개의 블록(block)단위 생활물류(택배) 물동량이다. 현재까지 분석한 결과, 한 개의 시점에 대해 심층신경망(DNN, Deep Neural Network) 분석모형 적용시 95%의 예측력을 보이며, 실제 생활물류 발생에 대한 지역적 특성을 반영하는 모습을 보였다. 이를 통해 같은 입력값을 활용한 생산적 적대신경망(GAN, Generative Adversarial Network) 모형의 향후 예측력과 세분화 모형의 성능 또한 일정수준 이상 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 산재되어있는 공공데이터를 결합하고, 공공데이터에 대한 민간데이터의 정합성을 높임으로써 생활물류 데이터 전반에 대한 활용성을 높였다는 점과 기존의 비율법과 같은 보간법이 아닌 데이터 기반의 분석을 수행했다는 점에 의의를 둔다. 또한 물류에 국한되지 않고 향후 탄소공간지도의 세분화 및 개선여부 판단, 생활물류 내 탄소 및 환경오염물질 원단위 추정 등의 여러 지표를 제시함에 있어 참고자료를 생성할 수 있는 시·공간 세분화 프레임워크를 제시하였다는 점에서 향후 연구에 유용하게 활용될 수 있을것이라고 기대한다. 하지만, 본 연구에 활용된 데이터는 서울시에 국한되어있기에, 지역적 특성이 다른 지역(중소도시 및 도서산간 지역)의 생활물류 세분화에 있어서의 보완이 필요하며, 세분화에 필요한 초기 민간 데이터의 데이터 신뢰도에 따라 모형의 정확도가 변할 수 있다는 점에서 한계를 가진다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2022-00144012)

ITS 정책 및 기타(Ⅷ)

Session

C-5

도로포장 생애주기관리를 위한 적정 유지보수 공법 선정 및 경제성 분석

이민혁, 이태영, 도명식

Covid-19가 지역 이동량과 소비에 미치는 영향 분석

박희건, 양태양, 박성희, 이종우, 천승훈

디지털트윈환경을 고려한 시뮬레이션기반 다이나믹항만 사고위험 검지 연구

김호재, 이성준, 손승오, 박준영

서울시 교통사고 처리를 위한 긴급차량 현장 이동 시간 시공간적 특성 분석

김도연, 강지혜, 이진학, 김원호

드론 영상 기반 보행자 밀집도 측정을 위한 파라미터 도출 기초 연구

윤소정, 장원석, 박철융, 박제진

가축전염병 발생구역 예측을 위한 알고리즘 개발 연구

민석원, 박동주

도로포장 생애주기관리를 위한 적정 유지보수 공법 선정 및 경제성 분석

Maintenance Method Determination and Economic Analysis
for the Life Cycle Management of Road Sections

이민혁
(한밭대학교 석사과정)

이태영
(충청북도 재난안전센터
전문연구원)

도명식
(한밭대학교 교수)

최근, 국내의 SOC 시설물들은 1980~90년대 집중 건설되어, 오늘날에 이르기까지 30년 이상 경과한 시설물들로 급증하고 있는 추세이다. 사회기반시설물의 노후화로 인한 유지관리 비용 상승 및 관리주체의 예산 부족 등이 예상되고 구조적 안전, 성능유지・향상, 감가상각 등을 고려하여 한정된 재산을 효율적으로 투자할 수 있는 예방적 유지관리 체제로의 전환이 필요하며, SOC시설물의 노후화로 인하여 발생할 수 있는 도로재난 및 안전사고에 대한 관리기술과 시설물 안전・유지관리를 위한 시스템 구축 등을 위해 AI, Big Data 등 4차 산업혁명 기술을 적극적으로 활용할 필요가 있다.

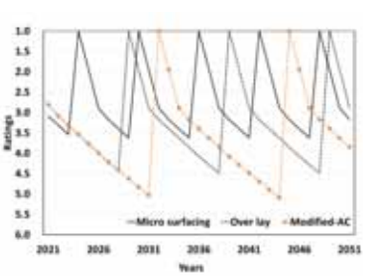
이에 따라, 본 연구에서 활용한 조사장비의 특성 상 차량 주행속도에 따라 촬영속도가 자동으로 조정되어 지체와 정체가 심한 시내부의 구간 데이터 취득에 적합할 것이라고 판단되어 모바일매핑시스템(Mobile Mapping System, 이하 MMS)을 조사차량의 보닛 위에 설치하여 도로노면 포장상태 조사를 수행하였다.

MMS로 취득된 도로포장 이미지에 대한 균열 검출을 위해 객체 탐지 알고리즘으로 YOLO 알고리즘을 활용하였다. YOLO알고리즘은 이미지 전체를 한번에 인식하는 방식으로 구성되어 인식하려는 객체가 클수록 정확도가 증가하는 장점과 다른 객체인식 알고리즘에 비해 인식속도가 빠르다는 장점을 지녀 실시간으로 변화하는 도로 상황 인식에 적합하다고 판단된다.

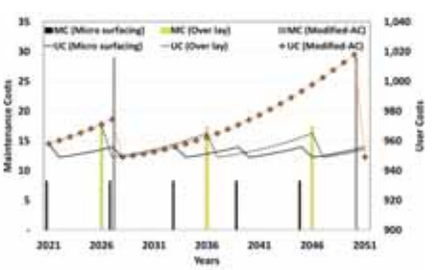
인공지능형 균열 영상검지 분석 프로그램을 활용하여 취득된 도로포장 이미지에 대한 균열은 격자망분석 방법을 활용해 격자망에 의한 점유면적을 이용・검출되는 검출 박스의 수를 세는 방식으로 균열률을 산정하고 K-Means Clustering을 통해 균열 박스의 수에 따른 도로포장 상태등급을 분류하였다.

본 연구에서는 앞서 분석했던 균열파손에 의한 도로포장의 기대수명 추정을 위해 확률론적 방법론인 베이지안 마르코프 해저드 모델(BMMH)을 활용하여 1등급에서 5등급까지의 기대수명을 추정하였다. 또한, 본 연구에서 적용한 딥러닝 시스템의 경우 소성변형, 거북등 균열에 대한 상태조사와 공용연수 등의 데이터 취득이 어려워 균열률 지표만을 기준으로 유지보수 공법은 일반국도 포장관리시스템의 유지보수 기준에 근거하여 1)마이크로 서페이싱, 2)덧씌우기, 3)개질아스콘으로 3가지 공법을 선정하였다.

도로자산의 체계적인 유지관리를 위해 유지보수비용과 이용자 비용이 모두 고려된 최적의 유지보수 공법을 선정하고자 편익 산정을 위해 생애주기비용 분석을 진행하였다. 각 대상 구간별로 3가지 유지보수공법을 생애주기비용의 분석기간을 감안한 30년을 적용하여 유지보수 횟수, 유지보수 비용, 이용자 편익, 순현재가치(NPV), B/C를 도출한 결과, 대상 구간에 관계없이 예방적 유지보수 공법으로 활용되고 있는 마이크로 서페이싱 공법의 적용이 경제성 및 최소 유지보수비용의 사용 측면에서 최적의 대안인 것으로 나타났다.



도로포장 보수주기



유지보수 비용 및 이용자 비용

Covid-19가 지역 이동량과 소비에 미치는 영향 분석

Analysis of the impact of COVID-19 on regional migration and consumption

박희건	양태양	박성희	이종우	천승훈
(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 연구원)	(한국교통연구원 부연구위원)	(한국교통연구원 연구위원)

지난 20년도부터 인구자연감수가 3.3만 명 감소를 시작으로 인구 자연증가율(인구 1000명당 자연 증감을 나타냄)은 -1.1명으로 점차 감소하고 있다. 각 지역은 인구감소를 막기 위해 다양한 정책을 내놓으며 유도하고 있으나 23년도 1월 기준, 전국적으로 감소하고 있어 효과가 미미하다는 평가가 있다. 인구감소에 대해 다양한 원인을 찾기 위한 연구가 진행되고 있으며, 대부분의 연구는 지표와 시설 등의 상관관계를 통해 인구감소의 원인과 효과에 초점을 두고 있다.

본 연구는 지역 인구의 감소를 막고자 긍정적인 이벤트를 통한 연구보다는 코로나-19라는 감염병이 우리나라의 지역 이동량과 소비에 어떤 영향을 미쳤는지 시계열적으로 분석하고자 한다. 코로나-19가 지역의 이동량에 영향을 미치고 그 이벤트로 인해 어느 시점까지 사람들의 이동량이 반응하는지에 대한 영향력을 식별하고자 한다. 따라서 본 연구의 목적은 강력한 감염병이 강타했을 경우 사람들의 이동과 소비행태에 대해 영향력이 어느 시점까지 이어지는지에 대한 반응을 식별하는 데에 목적이 있다.

본 연구는 상대적으로 인구감소가 큰 지역인 경상도, 전라도, 강원도를 대상으로 21년도 1월~22년도 12월의 월별 데이터를 사용했으며, 통신 모바일 이동량 데이터(월별)과 소비판매액지수(소비) 데이터를 사용하여 시계열 분석을 진행하였다. 시간의 흐름에 따라 충격에 대한 반응을 식별하고자 VAR(Vector Autoregression)과 충격반응함수인 IRF (Impulse-Response Function)의 방법을 이용하였다.

각 지역을 분석한 결과, 경북지역은 초기에는 이동량과 소비행태에 큰 반응을 보였으나 시간이 지날수록 안정적인 추세를 보였으며, 경남지역의 이동량 변수 반응은 경북지역과 비슷한 반응을 보였으나 소비변수에서는 불안정적인 추세를 보였다. 반면, 인구감소가 덜한 지역인 서울과 경기 지역도 함께 분석하여 비교한 결과 이동량 변수는 대체로 초기에는 큰 반응을 보였으나 시간이 지날수록 안정적인 변동을 보이는 추세를 보였으며, 소비변수도 이동량 변수와 비슷한 흐름을 보였다. 따라서 사람들은 소비에 변화를 주는 것보다 이동량에 더 큰 반응을 보이는 것으로 식별되었다.

본 연구는 Covid-19라는 부정적인 충격이 지역별 이동량과 소비에 영향을 미치고 이 변수들이 어느 시점까지 반응을 보이는지 식별하기 위한 연구이며, 자연 인구감소가 큰 지역을 대상과 그렇지 않은 지역과 비교하여 일관성이 있는지 분석하였다. 본 연구의 변수들은 시계열적으로 안정적이다는 가정을 한 상태로 분석하였으며, 추후 변수들에 대한 사전 검증을 통해 안정성을 확보한 후 다시 연구할 예정이다. 그리고 다양한 교통 관련 변수와 긍정적인 변수를 가지고 지역 인구 소멸을 막기 위해 분석하고자 하는 것이 가장 큰 목표였으나 시계열적으로 적고 코로나라는 큰 변수로 인해 긍정적인 충격의 변수를 찾지 못하였다. 향후 교통과 이동행태의 다양한 변수를 찾아 지역 인구소멸과 관련 연구를 진행하고자 한다.

사사: “본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2022-00144012)”

디지털트윈환경을 고려한 시뮬레이션기반 다이나믹항만 사고위험 검지 연구

Simulation-based exploration of dynamic port accident risk considering digital twin application

김호재 (한양대학교 석박사 통합과정)

이성준 (한양대학교 석박사 통합과정)

손승오 (한국철도기술연구원 미래교통물류연구소 선임연구원)

박준영 (한양대학교 부교수)

항구는 다양한 이동, 하역 장비와 작업자가 존재하기 때문에 심각도 높은 사고가 발생할 가능성이 크다. 항만 안전 관련 연구는 지속적으로 수행되어 왔지만, 선행 연구 고찰 결과 대부분의 연구는 항만 사고 영향 요인을 분석하거나 사고 예측 모델 개발에 대한 연구가 대부분이었으며 선제적 안전관리에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이러한 관점에서 항만 디지털 트윈 기술은 선제적 항만 안전관리를 위한 핵심적인 대안이 될 수 있다. 현재 항만 디지털트윈의 목적은 항만의 자동화 및 효율화에 초점이 맞춰져 있지만, 완전한 자동화를 이루기에 긴 시간이 소요될 것으로 예상되므로 자동화된 장비와 비자동화된 장비, 즉 작업자가 운용하는 장비 간의 안전관리 또한 고려되어야 한다. 안전성 관점에서 항만 디지털트윈 기술 적용에서 중요한 부분 중 하나는 항만 내 존재하는 객체의 데이터를 수집하고 사고 위험도를 판단하는 것이다. 따라서, 본 연구에서는 디지털 트윈 기술의 상용화를 대비하여 항만 내 작업자 및 다양한 장비의 특성을 고려한 통합된 실시간 위험도 평가 알고리즘을 개발하였다. 본 연구는 크게 4가지 단계에 의해 수행되었다. 첫째, 분석 범위를 설정하고 장비 및 근로자의 특성을 검토하여 분석 시나리오를 선정하였다. 신선대 부두를 분석 범위로 설정하고, 항만 내 존재하는 객체의 특성 및 제원을 수집 및 고려하여 발생 가능한 위험 상황에 대한 5개 시나리오를 선정하였다. 둘째, 실시간 위험도 평가를 위한 평가지표를 선정 및 개발하였다. 본 연구에서는 항만 내 다양한 객체 및 작업자에 통합적으로 적용할 수 있는 위험도 검지 알고리즘을 개발하기 위하여 Risk Area 기반의 새로운 평가지표인 Risk Area for Port Object(RAPO)를 제안한다. RAPO는 객체의 크기와 작업반경, 여유반경을 설정하고 이동경로를 예측하여 위험도를 두 객체의 반경이 겹치는 너비를 통해 산출하는 안전성 평가지표이다. 또한, 시간적 요소를 고려하기 위하여 Time to Collision(TTC) 기반의 평가지표인 Time to Collision for Port worker(TTCP) 셋째, 선정한 평가지표를 활용하여 알고리즘을 개발하였다. 본 연구에서는 RAPO를 활용하여 위험상황을 4단계로 구분하였으며, 각각의 임계값은 수학적, 공학적 판단에 의하여 계산하였다. 알고리즘은 두 개의 과정으로 구분되는데, 첫 번째 과정에서는 근거리에 존재하는 위험 객체를 판단하며, 두 번째 과정에서는 설정된 임계값에 따라 위험상황 단계를 도출한다. 마지막으로 넷째, 시뮬레이션을 통해 알고리즘을 검증하고 최적의 데이터 수집 주기 및 경로 예측 범위를 도출하였다. 분석 결과 모든 정보수집주기 및 경로예측범위에서 0.97 이상의 정확도와 0.80 이상의 재현율을 나타냈다. 정보 수집 주기는 알고리즘의 성능에 영향을 미치지 않았으며, 경로 예측 범위는 짧아질수록 알고리즘의 성능이 향상되었지만 5s와 3s 사이에서는 미비한 향상을 보였다. 본 연구는 다양한 객체의 특성 및 디지털 트윈 구축 시 예상되는 작업부하를 고려하여 작업자를 포함한 항만 내 모든 객체에 적용 가능한 위험도 판단 알고리즘을 개발하였으며, 실시간 위치를 기반으로 하는 데에 의의가 있다. 또한, 향후 항만 디지털트윈 적용 시 최적의 디지털트윈 환경 구축에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

서울시 교통사고 처리를 위한 긴급차량 현장 이동 시간 시공간적 특성 분석

Analysis of Time and Spatial Characteristics of Emergency Vehicle Travel Time for Traffic Accident Handling in Seoul

김도연 (서울연구원 연구원)
강지혜 (서울연구원 연구원)
이진학 (서울연구원 연구위원)
김원호 (서울연구원 선임연구위원)

골든타임은 재난, 사고(소방), 강력범죄(경찰), 중증 응급질환(응급의료) 등의 사고 대응에 있어서 가장 중요한 시간을 의미한다. 일반적으로 소방, 경찰이 필요한 사고의 골든타임은 5분을 목표로 하고 있으며, 응급의료가 필요한 사고는 15분을 목표로 하고 있다. 소방, 경찰, 응급의료의 3가지 조건을 모두 충족한 지역은 '골든타임 트라이앵글'이라 정의되는데, 국토연구원의 연구에 의하면 전국 시군구 3곳 중 1곳은 '골든타임 트라이앵글' 사각지대에 해당하는 것으로 나타나고 있다. 기존 연구에서는 이러한 한계를 119구급대원 법정 정원 대비 부족과 인력에 대한 '시공간적 운영 제약' 등으로 해석하고 있으며, 사고 다발 지역에 대한 인력 재배치 등 인력 효율성을 높이는 방향을 중점으로 제안하고 있다. 하지만, 이러한 대응 방안은 인력의 절대적 부족으로 발생하는 근본적인 문제를 해결하기에는 한계가 있다.

한편, 도시교통의 다양한 분야에서 자율주행 기술을 적용하는 것이 주목받고 있는데 자율주행 기술을 기반으로 무인 주행이 가능해지면 인력 부족 문제가 발생하고 있는 분야에서는 근본적인 해결방안을 제시할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 특히 자율주행 기반의 긴급차량이 도입되면 119구급대원 부족 등 현재 제기되고 있는 문제점에 대한 해결방안을 제시할 수 있을 뿐만 아니라, 무인 긴급차량의 상시 배회 등 새로운 서비스 전략을 발굴하여 교통사고 등 긴급상황에 신속한 대응도 가능할 것으로 기대된다. 이에 이 연구에서는 서울시에서 발생하는 교통사고 처리 데이터를 기반으로, 긴급상황 접수 후 현장 도착 시간에 대한 시공간적 특성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 서울시 전 지역을 일정 규모의 공간적 범위로 분할하고, 긴급차량이 출발하는 119 센터의 위치와 해당 센터에서 처리한 교통사고의 특성을 중점으로 분석하였다. 그리고 교통상황에 따라 발생하는 현장 이동 시간 등의 차이를 반영하기 위한 시간대별 분석도 수행하고 시사점을 도출하였다. 분석 결과, 지역에 따른 현장 이동 시간의 차이가 발생하고 있으며, 특히 첨두시 등 시간대별 특성에 따른 영향이 큰 것으로 나타났다. 본 연구에서 도출한 교통사고 처리를 위한 긴급차량 현장 이동 시간의 시공간적 특성은 향후 자율주행 기반의 긴급차량 도입 시 효과적인 배회운행 전략 등을 수립하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 전망된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2023-00245890)

드론 영상 기반 보행자 밀집도 측정을 위한 파라미터 도출 기초 연구

A Study on the Derivation of Parameters for Measuring Pedestrian Concentration Based on Drone Images

윤소정
(전남대학교 도시방재안전협동과정 석사과정)

장원석
(전남대학교 도시방재안전협동과정 석사과정)

박철융
(전남대학교 건축토목공학과 석사과정)

박제진
(전남대학교 토목공학과 교수)

2022년 10월 이태원에서 발생한 대형 압사 사고 이후, 압사사고와 같이 특수한 상황을 인식할 수 없는 기존의 CCTV의 한계를 극복하기 위한 지능형 CCTV의 전면 도입 방안이 재난 안전 종합대책의 핵심으로 주목받게 되었다. 또한 최근 인공지능과 딥러닝 기술이 빠른 속도로 발전함에 따라 이를 객체 탐지에 활용하여 이상 현상을 감지하는 시스템이 주를 이루고 있다. 하지만 사고 예방 시스템에 관한 연구가 진행됨에도 불구하고 실생활에 적용되어 사고를 예방하는 시스템은 부족하고 효과도 미미한 실정이다.

본 연구는 고정형 CCTV의 적용 범위를 넓히는 방안으로 공간적 제약이 없는 드론을 사용하였으며, 드론의 고도와 Payload(임무수행장치)의 각도에 변화를 주어 객체 탐지에 가장 적합한 파라미터를 선정하였다. 또한 미리 학습된 인파를 빠른 속도로 탐지하는데 적합한 단일 단계 방식 알고리즘(1-Stage detector)의 딥러닝 기반인 YOLO(You Only Look Once)를 채택하였다. 압사 사고를 예방하기 위해 단위면적 당 인원 밀집에 따른 위험 수준을 설정해야 할 필요가 있다. 따라서 G.Keith Still(2000)의 기존 연구 문헌을 참고하여 1m²에 6명 이상의 군중 밀집도가 발생하는 경우를 연구의 위험수준으로 선정하였다. 이후 드론의 고도와 드론에 탑재된 임무수행장치의 각도를 변화화여 실험을 진행하였으며, 실제 촬영을 통해 최적의 파라미터를 도출하였다. Kang(2021)의 연구에 따르면 드론의 고도가 높아지면 인식해야 하는 객체의 크기가 감소하여 객체 탐지에 한계가 존재할 수 있다. 대상지의 면적과 객체 탐지율을 고려하여 시나리오를 설정하였으며, 드론의 고도는 10m, 15m, 20m, 탑재된 Payload의 각도는 30°, 45°, 60°, 75°, 90°로 촬영하였다.

<표 1> Research Scenario Settings Using Drone

Altitude(m)	Payload Tilting(°)	단위면적 당 밀집 인원(명)
10	30, 45, 60, 75, 90	1, 3, 5, 7
15		
20		

연구결과 가장 효율적인 드론의 파라미터는 고도 20m에서 카메라 각도 45°로, 해당 시나리오에서 밀집된 모든 인원이 탐지되었음을 확인할 수 있었다. 또한 객체 인식률은 고도 10m, Payload 각도 45°일 때 가장 높았으며, 촬영한 모든 시나리오의 인식률이 0.75 이상으로 측정되었다. 추가적으로 드론의 고도가 높고 Payload의 각도가 수직에 근접할수록 객체 크기가 감소하여 객체 탐지율이 낮아지는 특성도 확인할 수 있었다.

향후 연구에는 도출된 드론의 파라미터를 바탕으로 실제 보행량이 많은 대상지를 촬영하고자 한다. 보행자를 측정하기 위해 검지 영역을 설정한 후, 영상의 픽셀값을 고려하여 설정한 검지 영역의 면적을 도출하고자 한다. 본 연구의 결과를 활용하여 공간적 제약이 없는 드론 기술을 통해 대규모 축제나 CCTV 설치가 어려운 장소에서 인력 및 장비를 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

가축전염병 발생구역 예측을 위한 알고리즘 개발 연구

A Study for Development of Algorithm of Selecting Districts for Livestock Disease Disinfection

민석원
(서울시립대학교 교통공학과 석사과정)

박동주
(서울시립대학교 교통공학과 정교수)

예로부터 가축전염병의 발생은 발생농가에서의 가축 대규모 폐사 및 생산성 저하 등을 발생시키면서 국가경제 전반에 적지 않은 손실을 끼쳐 왔다. 그럼에도 불구하고, 인수공통전염병이 아닌 가축전염병에 대한 관심은 상대적으로 부족하고 관련된 연구 또한 매우 적다. 한편 한국에서의 가축전염병에 대한 대응은 정교한 발생 예측에 기반한 것이 아니기에, 방역 시행 과정에서 지속적으로 불필요한 예산의 소모와 과도한 살처분행위에 기인하는 윤리적인 쟁점을 필연적으로 수반한다. 본 연구는 현행의 비효율적인 방역작업에 의한 상기 쟁점들을 완화시키고자, 작은 공간단위의 가축전염병 발생 예측 알고리즘 개발을 목표로 한다. 이를 위해 구제역을 대상으로 하여 전염병 발생 여부를 예측하는 서포트 벡터 머신을 고안하였으며, 우제류 사육밀도, 네트워크 접근성 및 중심성 지표, 축산차량 통행에 대한 노출도, 발생지역까지의 근접성 등 교통 관련 및 공간적 특성에만 기반하여 구제역 발생을 예측하였음에도 불구하고 높은 분류성능을 보임을 확인하였다. 질병의 역학과 관련된 더 많은 변수를 알고리즘에 투입할 수 있게 된다면 보다 좋은 알고리즘을 구축할 수 있을 것으로 기대되며, 나아가 향후에 본 연구를 모든 가축전염병의 동태적 특성에 관한 연구들에서 활용 가능할 것으로 판단된다.

사사: 본 연구는 국토교통부 교통물류연구개발사업의 연구비지원(RS-2018-KA148659)에 의해 수행되었습니다.

교통 빅데이터 및 AI(IV)

Session

C-6

어텐션 기반 멀티모달 퓨전 모델을 이용한 도심부 차로 단위 음영 교통량 추정

민진홍, 함승우, 김동규

희소 프로브 차량 기반 생성적 적대 신경망 모델을 사용한 고해상도 교통 상태 추정

김종호, 여화수, 윤진원, 장기태

동적 인접행렬 생성을 통한 교통 흐름 예측

김유진, 이정은, 전정환

심층 역 강화 학습 모델기반 다중 교통수단 트립 체인 선택 예측모형

Kapuku Christian, Dong-Kyu Kim

전국단위 일일 교통안전예보를 위한 교통사고등급 예측

변민우, 권오훈, 유봉석, 김석근, 오상균

어텐션 기반 멀티모달 퓨전 모델을 이용한 도심부 차로 단위 음영 교통량 추정

Attention-based Multimodal Fusion Model for Estimating Lane-level Missing Traffic Volume in Urban Network

민진홍
(서울대학교 박사과정)

함승우
(서울대학교 건설환경종합연구소 연수연구원)

김동규
(서울대학교 교수)

교통량, 통행속도와 같은 교통정보는 교통분야 전반에 걸친 의사결정의 기초자료로 활용되므로 결측이 없는 신뢰할 수 있는 교통정보의 지속적인 수집이 중요하다. 다양한 형태의 인프라 센서를 설치하여 도로의 효율성과 안전성을 높이려 하지만, 센서 설치 비용의 제약으로 모든 도로 구간에 센서를 설치하는 데 한계가 있고 센서 검지영역의 한계, 오류 및 고장 등의 요인으로 데이터 수집이 불가능한 음영구간이 존재한다. 따라서, 교통 시스템 내에서 효율적인 의사결정을 위해 연속적인 교통 정보를 생성할 필요성이 강조된다. 또한, 다종 센서에서 수집된 서로 다른 유형(모달리티)의 데이터는 정보의 형태(e.g., 텍스트와 이미지), 시공간적 수집 범위, 표본의 비율 등 이질적이면서도 비선형적인 상호연관성을 내포한다. 여러 개의 모달리티로 하나의 정보를 표현하는 멀티모달 데이터의 이러한 특성은 다종 데이터의 직접적인 통합 및 활용을 어렵게 하므로 멀티모달 데이터를 동시에 학습할 수 있는 멀티모달 퓨전 모델에 관한 연구가 필요하다.

전통적인 데이터 퓨전 모델은 통계 및 선형성 가정에 의존하여 멀티모달 데이터를 융합하고 교통 정보에 대한 예측 및 추정을 수행하므로 데이터의 시공간적으로 동적이고 비선형적인 관계 반영이 어렵다. 이러한 한계를 극복하기 위해, 최근 인간의 인지적 학습법을 모방하여 딥러닝 기반으로 멀티모달 데이터를 통합하여 처리할 수 있는 멀티모달 퓨전 모델을 이용한 연구들이 주목받고 있다. 멀티모달 퓨전 모델은 개별 모달리티의 내재적 특성을 추출하고, 모달리티 간의 상관관계를 자동으로 학습하여 의미 있는 잠재적인 표현을 도출한다. 이러한 과정에 모달리티 간의 상호보완이 이루어지며 더 완전한 데이터셋을 제공하여 모델의 성능향상을 가능하게 한다. 선행연구는 전통적인 검지기 데이터, 프로브 차량 데이터 및 소셜 미디어 데이터 등을 활용하여 전통적인 통계 모델보다 우수한 성능을 도출하지만, 단일 센서의 다종 속성 정보만을 활용하거나 다종 센서의 단일 속성 정보만 활용하여 다종 센서와 다종 속성 정보의 종속성을 동시에 고려하지 못한 한계가 있다.

따라서, 본 연구는 CCTV(Closed-circuit television) 데이터의 차로 단위 다종 정보(교통량, 점유율, 대기행렬 길이)와 링크 단위의 DSRC(Dedicated short-range communication) 데이터의 통행속도와 시간 정보를 융합하는 멀티모달 퓨전 모델을 대전시 도심부에 적용하여 차로 단위 교통량 추정을 목표로 한다. 대상지의 총 세 CCTV 중 가운데 CCTV-B의 1차로부터 5차로까지의 모든 차로 교통량이 본 연구의 대상이며, 타겟 정보를 제외한 상하류 CCTV-A&C의 차로 단위 교통량과 CCTV-A&B&C의 점유율, 대기행렬 길이 및 다섯 링크의 DSRC 통행속도/시간 정보가 모델의 입력 데이터로 활용되었다. 본 연구의 멀티모달 퓨전 모델은 각 모달리티의 특성(feature)을 시계열 데이터의 시간적 종속성을 반영하는 GRU(Gated recurrent unit)를 이용하여 추출하고, 특성 간의 중요도를 정량화하는 어텐션 매커니즘을 통해 모달리티에 가중치를 부여하여 concatenation 방식으로 선택적으로 융합한다. 융합을 통해 도출된 멀티모달 표현을 추정 모델 MLP(Multilayer perceptron)의 입력 데이터로 활용하여 최종 결과값을 도출한다. 제안된 어텐션 기반의 멀티모달 퓨전 모델은 단일 데이터만을 활용한 싱글모달리티 모델과의 비교를 통해 성능을 검증하였다. 그 결과, 어텐션 기반의 멀티모달 퓨전 모델의 성능이 MAPE 약 19.3로 약 80.7%의 정확도를 도출했다. 가운데 직진 차로인 3차로의 경우, 약 85.4%의 가장 우수한 성능을 보이며 좌회전 차로인 1차로와 우회전이 가능한 5차로는 다른 차로에 비해 성능은 떨어지지만, 비교 모델 대비 가장 큰 성능 차이를 보이는 것으로 나타났다.

사사: 이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었고, 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업이며 (No.2022R1A6A3A13072806), 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021C28S02000, 협력적 교통제어전략 도입을 위한 교통정보 음영구간 정보 생성 및 운영관리 기술개발)

희소 프로브 차량 기반 생성적 적대 신경망 모델을 사용한 고해상도 교통 상태 추정

High-Resolution Traffic State Estimation Using Generative Adversarial Networks Model Based on Sparse Probe Data

김종호
(한국과학기술원 조천식모빌리티대학원 석사과정)

여화수
(한국과학기술원 건설및환경공학과 교수)

윤진원
(한국과학기술원 기계기술연구소 연수연구원)

장기태
(한국과학기술원 조천식모빌리티대학원 교수)

본 연구는 희소한 프로브 차량 궤적 데이터를 사용하여 시공간 영역에서 고해상도 교통 속도 필드를 추정하는 Pix2Pix GAN(Generative Adversarial Networks) 모델을 개발하였다. 교통 상태 추정을 위한 Pix2Pix GAN 아키텍처는 적대적 학습을 통해 훈련되는 생성자와 판별자로 구성된다. 생성자는 Encoder-Decoder에 Skpi-Connection을 추가한 U-Net 구조를 기반으로, 복잡한 트래픽 역학 및 패턴을 효과적으로 학습하였다. 이에따라 희소한 트래픽 역학이 포함된 이미지를 전체 트래픽 역학이 포함된 이미지와 유사하게 재구성 하였다. 이 모델은 시뮬레이션된 교통 데이터를 사용하여 학습하였으며, 학습에 사용되지 않은 시뮬레이션 데이터와 NGSIM(Next Generation Simulation) 데이터 세트에서 얻은 실제 데이터를 사용하여 검증 하였다. 모델의 성능을 평가하기 위해 이미지 품질 평가와 추정 속도를 평가한 결과, 총 6,250개의 검증 데이터 샘플에서 일관되고 안정적인 추정이 가능하였다. 이 연구에서 개발된 모델은 기존 교통 상태 추정 연구보다 성능이 뛰어나며, 이전 연구의 모델에 비해 약 14% 개선되었다. 또한, 이 모델은 Stop-and-Go Wave가 시공간에 따라 전이되는 현상을 정확하게 추정하였다. 마지막으로 시간 순서대로 재구성된 이미지를 나열하여 실제 시공도와 비교하였으며, 그 결과 재구성된 시공도가 실제 시공도와 시각적 유사성과 정확도가 매우 높은 것을 확인하였다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2023-00244929, 레벨4 자율주행 차량의 커넥티드 기반 인지 증강화 및 협력 자율주행 기술 개발).

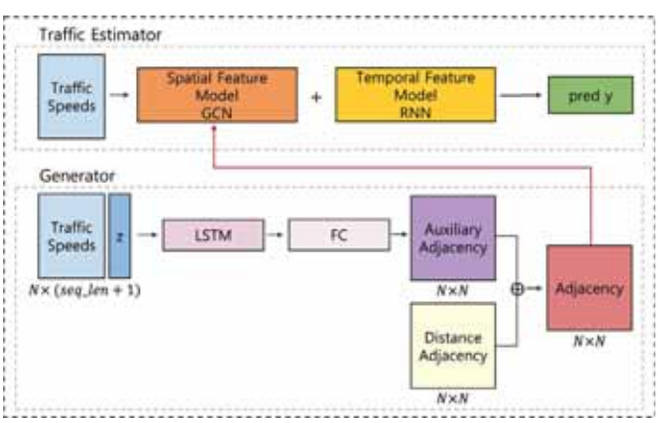
동적 인접행렬 생성을 통한 교통 흐름 예측

Dynamic adjacency matrix generation for Traffic Forecasting

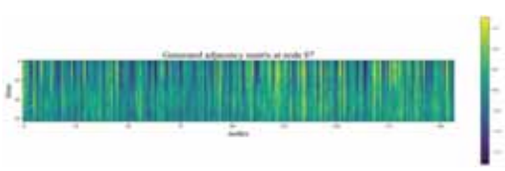
김유진 (울산과학기술원 석박통합과정)
이정은 (울산과학기술원 석박통합과정)
전정환 (울산과학기술원 교수)

서론: 지능형 교통 시스템의 발전에 따라 교통 예측은 교통 관리 및 계획에 필수이다. 하지만 교통량의 변화가 갖는 시공간적 의존성으로 인해 정확한 예측이 어렵다. 이를 해결하고자 시공간적 특성을 모두 고려하는 머신러닝 기반의 연구가 진행되고 있다. 그중 공간적 특성을 다루기 위해 도로망을 그래프로 모델링하여 합성곱 연산을 수행하는 선행 연구들이 존재한다. 이때 도로 간의 관계를 표현하기 위해 인접행렬이 사용되는데, 고정적인 인접행렬은 도로 간 영향력 연결 관계가 교통 상황에 따라 달라질 수 있다는 사실을 반영하지 못한다. 따라서 본 논문에서는 현재 교통 상황을 기반으로 동적 인접행렬을 생성하여 도로 간 영향력 관계를 효과적으로 표현할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 생성된 동적 인접 행렬을 시공간적 의존성을 고려하여 교통 예측을 수행하는 T-GCN 모델에 적용하여 그 효과를 검증하였다.

본론: 본 논문에서는 GCN(Graph Convolutional Network) 수행 시 필요한 인접행렬을 동적으로 생성할 수 있는 방법론을 제시한다. GCN 계산 방법은 $f(X, A) = \sigma(AXW)$으로 인접행렬 A, 특성 행렬 X, 가중치 행렬 W 간의 합성곱 연산이 수행된다. 이때 고정적인 인접행렬을 사용하는 것이 아니라 generator를 통해 현재 교통 상황을 입력으로 하여 동적 인접행렬을 생성하여 이를 교통 흐름 예측 모델의 GCN 계산에 활용한다. generator는 이전 1시간 동안의 교통 정보와 랜덤으로 샘플링한 노이즈를 입력으로 받아, LSTM(Long Short-Term Memory) layer과 FC(Fully connected) layer를 거쳐 노드 N개에 대해 $N \times N$ 크기의 인접행렬을 생성한다. 이후 거리 기반으로 계산된 인접행렬과 generator를 통해 생성된 인접행렬을 합하여 최종적으로 예측 모델에서 사용할 인접행렬을 구한다. 실제 교통 데이터인 SZ-taxi 데이터와 Los-loop 데이터로 실험을 진행하였고, 기존 모델인 T-GCN 대비 성능이 개선되었다. 특히 Los-loop 데이터의 경우 RMSE 기준, T-GCN + GAN-FC가 30분 예측에선 약 4.14%, 1시간 예측에선 약 7.23% 성능 향상을 보였고, T-GCN + GAN-LSTM의 경우, 30분 예측에선 약 5.06%, 1시간 예측에선 약 7.15% 성능 향상을 보였다.



<그림 1> 동적 인접행렬 생성 모델 구조



<그림 2> 특정 노드의 시간에 따라 학습된 동적 인접행렬

결론: 본 논문에서는 정적인 인접행렬을 사용하는 기존 모델 대비 동적 인접행렬을 생성함으로써 더욱 정확한 교통 예측 흐름을 수행하였다. 생성된 동적 인접행렬을 통해 그래프 합성곱 연산 수행 시, 다른 노드들의 특징을 더 효과적으로 종합하여 새로운 특징을 계산할 수 있음을 보였다. 제시한 방법론은 실험에서 사용한 T-GCN 모델에 국한되지 않고, 그래프 합성곱 연산을 수행하는 다른 모델에도 쉽게 적용 가능하다는 이점이 있다.

Acknowledgments: This work was supported by the Green Venture R&D Program (No. S3236472) funded by the Ministry of SMEs and Startups(MSS, Korea).

심층 역 강화 학습 모델기반 다중 교통수단 트립 체인 선택 예측모형

A Deep Inverse Reinforcement Learning Approach for Modeling Multimodal Trip Chain Mode Choices in Multimodal Urban Transport Network

Kapuku Christian
((The Institute of Engineering Research, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea)

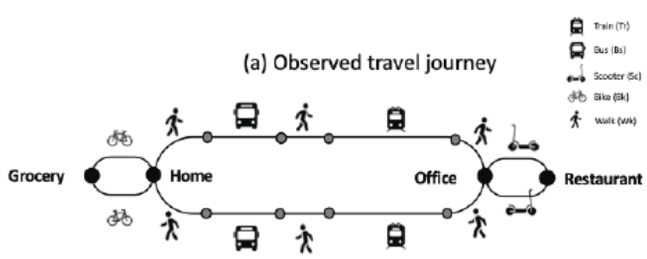
Dong-Kyu Kim
((The Institute of Engineering Research, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea)

Tout-based mode choice modeling is essential for transportation planning. However, traditional methods, using the discrete choice model often can't capture all mode combinations due to complexity. While several recent studies have started to explore the applicability of deep learning for travel choice modeling, they are mostly path-based with relatively simple model architectures and require choice set generation. Applications to multimodal travel mode choice problems are lacking. Current link-based models, such as recursive logit models, can capture all mode combinations but assume linear relationships.

This study introduces a deep inverse reinforcement learning framework for Multimodal Tour-based mode choice, which can incorporate diverse features (of the state, action, and trip context), can handle all mode combinations, and captures complex relationships without choice set generation. Specifically, we adapt an adversarial IRL model to the Tour-based mode choice problem to efficiently estimate context-dependent reward functions without value iteration.

Using data from the Korean National Transport Household Survey, the Trip chains of each household individual were arranged as sequences associated with their individual, mode, and trip-specific features. The model was efficient and interpretable, offering a new

approach for future travel choice models.



Acknowledgments: Trip chain, Multimodal Travel Choice, Deep Inverse Reinforcement Learning

전국단위 일일 교통안전예보를 위한 교통사고등급 예측

Traffic Safety Grade Prediction for National Daily Traffic Safety Forecasting

변민우	권오훈	유봉석	김석근	오상균
(계명대학교 교통공학전공 학사과정)	(계명대학교 교통공학전공 부교수)	유봉석(와이비에스 대표이사)	(한국도로공사 교통센터 차장)	(한국도로공사 교통센터 대리)

고속도로 교통사고의 주요 원인은 인적요인(졸음, 주시태만 등)이 대부분을 차지하고 있어 운전자의 자발적인 안전운전 유도와 경각심 고취를 위해서는 고속도로 교통안전에 영향을 미치는 다양한 요인을 분석하여 교통안전등급을 산출·제공할 필요가 있다. 이에 본 연구는 한국도로공사 교통사고 원시자료 및 교통량, 작업구간, 기상정보 자료를 활용하여 고속도로 교통사고와 위험요인의 상관관계를 분석하고, 의사결정나무 모형을 활용하여 교통안전등급을 일일 전국단위로 예측하고자 한다.

전국단위 일일 교통안전 지수는 교통사고건수로 활용하였고, 비슷한 교통 흐름을 기준으로 평일과 주말+공휴일+명절연휴 이렇게 두 가지로 나누어 분석을 실시하였다. 사고건수의 등급화를 3개 등급(안전, 주의. 위험)과 4개 등급(안전, 주의, 위험, 심각)으로 분류하여 각각 분석하였다. 사고건수를 등급화하기 위한 기준을 정하기 위해 등급화 기준을 변화시켜가며 반복적으로 의사결정나무 모형을 구축하고 모형의 정확도가 최대가 되는 조건을 산출하여 이를 등급화 기준으로 결정하였다. 그 결과 평일, 3개 등급화 기준은 안전(13건 이하), 주의(14~27건), 위험(28건 이상)으로 선정하였고, 4개 등급화 기준은 동일한 방법으로 안전(13건 이하), 주의(14~26건), 위험(27~43건), 심각(44건 이상)으로 선정하였다. 주말+공휴일+명절연휴, 3개 등급화 기준은 안전(17건 이하), 주의(18~28건), 위험(29건 이상)으로 선정하였고, 4개 등급화 기준은 동일한 방법으로 안전(17건 이하), 주의(18~23건), 위험(24~29건), 심각(30건 이상)으로 선정하였다.

해당 등급 기준으로 의사결정나무의 등급 예측 모형 분석 결과, 위험요인 중 평균 강수량이 교통안전등급에 가장 높은 영향을 미치는 것으로 확인되었으며, 다음으로 평균 적설량, 평균 기온, 작업건수, 평균 풍속, 교통량으로 나타났고, 정체길이는 사고등급에 영향을 미치는 요인으로 나타나지 않았다. 의사결정나무를 통해 평균 강수량이 높은 경우에 안전등급이 위험, 심각으로 분류되고, 강수량이 높지 않을 경우 평균 적설량, 평균 기온에 따라 안전등급이 결정되는 것을 확인하였다. 본 연구를 통해 전국단위 교통안전등급을 제공함에 따라 고속도로 운전자의 자발적인 안전운전 유도와 경각심을 고취하여 교통안전성 제고와 교통사고, 사망자 감소에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 한국도로공사 교통센터 “일일 교통안전등급 산출 과제”의 지원으로 수행되었음

교통 빅데이터 및 AI(V)

Session

C-7

DNN 기반 교통사고 유형별 대책추천 알고리즘 개발

박하늘, 김민석, 김지연, 소재현

Mosaic 이미지 구조 AI 학습을 통한 돌발상황 분류 연구

이상현, 이영택, 김진영, 노종민, 윤일수

대조학습 기반 운전자 행동 변화 탐지

정회준, 김승하, 김준희, 권장우

제한속도 타당성 검토 방법론 개발에 관한 연구

도승일, 강민지, 박용우, 박신형, 최새로나, 김시은

교차로 내 교통류 효율성 증진을 위한 우회전 주행보조 및 단속 시스템

성예지, 박누리, 김승환, 박근휘, 박준영

DNN 기반 교통사고 유형별 대책추천 알고리즘 개발

Traffic Crash Countermeasure Recommendations Using Deep Neural Network:
A Decision Support Tool for Traffic Safety Engineers

박하늘	김민석	김지연	소재현
(아주대학교 석사과정)	(한국교통안전공단)	(슈어소프트테크)	(아주대학교, 조교수)

우리나라 교통안전 수준은 지속적으로 개선되고 있으나, OECD 36개 회원국과 비교할 경우 여전히 하위권에 머물러 있다. 인구 10만명당 교통사고 사망자 수 1.2명, 자동차 1만대당 교통사고 사망자 수 6.5명으로 각각 31위, 27위이다. 교통사고 발생으로 인해 매년 막대한 사회적 비용이 발생하고 있으며 2020년 기준 26조 916억원으로 GDP의 약 1.3% 수준을 차지하고 있다. 이처럼 막대한 비용을 유발하는 교통사고를 감소하기 위한 적절한 조치가 필요한 실정이다. 현재까지는 교통사고가 발생한 후 사고 지역에 교통사고 재발 방지를 위한 대략적인 조치를 취하는 사후 대응 방식으로만 관리되어왔다. 이러한 교통안전관리 체계를 사전 대응 방식으로 개선하여 교통사고를 사전에 예방하고 사고의 심각성을 줄이기 위한 조치를 취해야할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 여러 유형별 교통사고에 적합한 교통사고 예방대책 목록을 분류하여 추천할 수 있는 알고리즘을 개발하였고, AI가 해당 알고리즘을 학습하여 교통사고 유형에 따른 적절한 예방대책을 사용자에게 추천할 수 있도록 하였다. 방법론은 크게 4가지를 사용하였다. 가장 먼저, TAAS 교통사고 데이터를 활용하여 데이터 필터링 기반 '교통사고 유스케이스'를 도출하였다. 두 번째로, 실제 지자체나 정부 차원에서 발간된 보고서, 논문 등을 검토 후 목록화(list-up)하여 '대처방안 유스케이스'를 도출하였다. 세 번째로, 각 유스케이스의 데이터 주석을 작성하고 키워드 간 비교를 통해 '교통사고 유스케이스 - 대처방안 유스케이스' 간 1:N 매칭 결과를 도출하였다. 마지막으로, 유스케이스 간 매칭 결과를 DNN 기반 Multi Classification Label 모델을 활용하여 AI를 학습시켰다. K-Fold 10 교차검증 방식 학습을 수행하였으며 전체 평균 정확도는 94%를 달성하였다.

사사: 이 논문은 2022년도『과학기술정보통신부 방송통신발전기금』의 재원으로 한국지능정보사회진흥원(NIA)의 지원을 받아 수행된 연구임

Mosaic 이미지 구조 AI 학습을 통한 돌발상황 분류 연구

Research on Emergency Situation Classification
Using a AI-Based Mosaic Image Structure Learning

이상현	이영택	김진영	노종민	윤일수
(아주대학교 석사과정)	(아주대학교 박사과정)	(아주대학교 석사과정)	(아주대학교 석사과정)	(아주대학교 교수)

도로 교통은 현대 사회, 그리고 우리의 일상생활에서 중요한 부분이지만 돌발상황은 안전과 효율성에 위협을 가한다. 교통사고, 차량고장, 도로정체 등 예상치 못한 사건은 빠른 대응을 필요로 하며 이를 무시할 시 커다란 사회 및 경제적 손실을 초래한다. 자율주행차가 늘어나는 상황에서 돌발상황 검지 연구는 더더욱 중요해지고 있는데, 기존에 국내에서 사용하고 있는 루프 검지기 기반 검지 기술에는 고정되어 있기 때문에 공간적 한계가 있다. AI 및 컴퓨팅 시스템의 발전은 단말기 기반 영상분석을 활용하여 이와 같은 문제점을 극복할 수 있다. 본 연구에서는 AI를 이용한 돌발상황 검지 연구를 더더욱 발전시키기 위해 이미지 전처리를 통한 AI 모델 학습 성능 향상을 목표로 연구를 진행한다. 이미지 장면 자체를 학습하여 예측하거나 b-box 객체 데이터를 학습하여 객체를 탐지한 후 그 결과를 이용하여 룰-휴리스틱 기반 상황분류를 하였던 기존 연구들과는 다르게 두 데이터를 한 번에 같이 학습하여 클래스를 예측한다는 점에서 차별성을 갖는다.

본 연구에서는 2022년 6월부터 2023년 5월까지 차량 내 영상 단말기로부터 수집한 고속도로 주행 데이터를 이미지 형태로 수집하여 연구를 진행하였다. 이 이미지들은 돌발상황이 일어났을 시의 단일 이미지 데이터와 정상 주행 이미지 데이터를 수집하였으며 해당 데이터를 장면 클래스와 객체 클래스를 기술된 분류 레이블로 라벨링을 진행하였다. 이후 mosaic 형식으로 이미지 전처리를 진행한 후 ResNet-18 모델 학습을 통해 이미지의 돌발상황 유무 및 돌발상황 클래스를 구분하였다.

본 연구에서는 이미지 내 장면 클래스만을 학습하여 돌발상황을 분류하는 것보다 객체 이미지를 같이 학습하는 것이 돌발상황을 분류하는데 있어 도움이 됨을 확인하였다. 또한 서로 다른 특징값을 가진 네 이미지를 mosaic 형식으로 이미지를 배치하여 학습하는 것이 학습 데이터의 특징 정보를 모델에 더 많이 학습 시킬 수 있다느 점에서 돌발상황 분류에 도움이 됨을 확인하였다. 그리고 실험 결과를 확인하는 과정에서 객체 이미지 정보 뿐 아니라 배경 이미지의 정보 유무가 학습 성능에 큰 영향을 미침을 밝혔다.

본 연구는 교통 AI적 관점에서 좋은 성과를 보이고 있지만 실제 활용을 하기 아직 어렵다는 점, 학습 데이터를 추가적으로 수집하는데 있어 자원이 소모가 많이 된다는 점, 그리고 사용한 ResNet-18의 모델적 한계 등의 한계점을 가진다. 때문에 향후 연구를 통해 수집 및 전처리한 학습 데이터의 형태를 고려하여 보다 구체적인 AI 학습 모델을 개선하여 학습을 수행하고자 한다. 모델의 어텐션 구조를 수정하고 발전시켜서 모델의 분류 성능을 향상시키는 방향으로 연구해 나갈 전망이다.

사사: 본 논문은 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다 (과제번호 RS-2022-00142239).

대조학습 기반 운전자 행동 변화 탐지

Deriving Behaviour Chage-point Detection via Contrastive Leanring

정회준 (인하대학교 전기컴퓨터공학과)

김승하 (인하대학교 컴퓨터공학과)

김준희 (인하대학교 통계학과)

권장우 (인하대학교 컴퓨터공학과)

교통량 증가에서 오는 여러 사건사고들의 경우, 인재로 인한 경우가 높은 비율을 차지하고 있다. 이러한 이유로 운전 행동 분석을 위한 여러 연구들이 수행되고 있다. 최근의 연구는 컴퓨팅 기술의 발달과 인공지능 기술의 발달로 딥러닝을 활용한 연구가 많이 이루어진다. 특히 주행 중 발생하는 이벤트 포착이 운전 행동 분석 영역에서 주요 요소이며, 이를 변화점 탐지라고 한다.

대부분의 연구가 지도학습 기반의 인공지능 모델을 활용하며 이는 레이블링 데이터를 필수적으로 요구하게 된다. 하지만 레이블링 된 데이터를 구하는 것은 쉽지 않고 운전 행동 데이터의 클래스가 너무 많아 딥러닝 모델에 충분한 만큼의 데이터 수집 또한 어려운 실정이다. 따라서 이러한 데이터 부재를 보완 및 레이블링 데이터를 줄이기 위해 대조학습을 이용한 운전 행동 이벤트 탐지를 수행하였다. 연속적인 시간 데이터를 특정 윈도우로 잘라서 각 시간 창 간의 공유하는 정보를 극대화하는 방법으로 표현을 학습하는 TSCP모델 구조를 적용한다. 시계열 데이터의 특성상 인접한 데이터일수록 공유하는 정보가 많을 확률이 크다는 점을 이용, 인접한 윈도우를 Positive Pair로 인접하지 않은 벡터를 Negative Pair로 학습에 사용한다. 코사인 유사도기반으로 유사도가 크면 데이터의 변화가 크지 않은 것으로 보며, 유사도가 작은 경우가 유의미한 변화가 존재하여 운전 행동이 변화한 것으로 간주합니다. 이러한 방법을 이용하면 데이터에 대한 레이블링 없이 운전 행동의 변화점을 탐지할 수 있게 된다.

이를 토대로 딥러닝 모델을 구성하여 데이터에 대한 학습을 진행한 결과 정밀도 0.82, F1-Score 0.79로 유의미한 결과를 보였다. 이는 대조학습을 통해 추출한 공통된 특성 기반의 분류가 실제 변화점을 찾을 수 있다는 것을 의미하여, 추후 실제 레이블까지 활용할 경우 보다 높은 성능을 보일 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 2023년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음 (2022-0-01127)

제한속도 타당성 검토 방법론 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Methodology for Feasibility Review of Speed Limits

도승일	강민지	박용우	박신형	최새로나	김시은
(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 연구교수)	(서울시립대학교 연구교수)	(서울시립대학교 부교수)	(한국교통안전공단 차장)	(한국교통안전공단 연구원)

도시부도로 제한속도 하향 정책인 5030정책을 통해, 도시부 내 일반도로를 시속 50km 이하(필요시 60km) 하향한 결과, 2017년 1,294명이었던 교통사고 보행사망자가 2021년 1,018명으로 감소하였다. 이처럼 도로의 운영속도 설정 정책은 교통사고를 사전에 방지하고, 차량의 주행속도에 직접적인 영향을 미치므로 안전하고 효율적인 운영을 위해 도로의 적절한 제한속도 설정은 중요한 사항이다. 국내에서는 도로 구간별 제한속도를 「도로교통법 시행규칙 제 141조의 2」에 따라 3년마다 검토하도록 규정되어 있으나, 속도 설정 주체와 도로관리청간 협조체계 미비로 효율적 의사결정에는 한계가 존재한다. 또한, 도로 유형과 도로 이용 특성에 따른 일반적인 제한속도 판단기준 외 주변 토지이용의 변화, 도로 기능의 변화, 대중교통 운영체계 변화 등을 고려한 적정한 제한속도 판단기준도 부재한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 도로의 안전하고 효율적인 운영을 위해 도로의 특성을 고려한 세부적인 제한속도 설정 기준을 바탕으로 제한속도 타당성 평가 방법론을 개발하고자 한다. 제한속도 타당성 평가 방법론을 개발하기 위한 분석 대상지는 대전시로 설정하였으며 대전시의 도로들을 도로의 기능별로 간선도로, 집산도로, 국지도로로 구분하여 분석하였다. 분석 데이터는 대전시 운행기록자료, 교통사고 데이터를 활용하였다. 또한 T-GIS와 표준노드링크, 도로 규모 자료와 같은 도로 환경자료들을 추가로 수집하여 활용하였다. 본 연구에서는 차량 속도와 교통사고 두 가지 측면의 지표들을 활용하여 제한속도의 타당성을 검토하였다. 차량 속도 측면에서는 제한속도 준수율, 제한속도 대비 85 백분위 속도, 통행 차량 속도 표준편차를 지표로 사용하였으며, 교통사고 측면에서는 km당 교통사고 건수, 사고 심각도를 지표로 사용하였다. 각 지표가 도로 안전성에 영향을 미치는 중요도가 다르므로 이를 정량적으로 산출하기 위해 엔트로피 가중치 방식을 활용하여 각 지표에 대한 가중치를 분석하였다. 각 지표들의 값을 백분위 순위 방식으로 표준화하였으며. 그 결과에 엔트로피 가중치를 부여하여 종합점수를 산출하였다. 종합점수 상위 10% 구간의 값을 제한속도 타당성 검토 방법론의 기준으로 활용하였다. 제한속도 타당성 검토 방법론은 총 3단계를 거쳐서 진행하였다. 1단계는 평가 대상 구간 선정 단계이다. 전체 분석 대상지를 Screening 방법을 활용하여 제한속도 타당성 평가가 필요한 대상 구간을 선정하였다. 2단계는 제한속도 타당성 평가 단계이다. 1 단계에서 선정된 제한속도 타당성 평가 대상 구간들의 지표들을 점수화한 이후 가중치를 부여하여 종합점수를 산정하였다. 종합점수가 높은 구간을 제한속도가 타당하지 않은 구간으로 평가하였다. 마지막으로 3단계는 2단계에서 제한속도가 타당하지 않다고 평가된 구간들을 대상으로 공학적 검토를 진행하여 제한속도 변경에 관한 방향을 제시하였다. 도로 환경자료들을 기반으로 제한속도가 타당하지 않은 원인을 분석하였고 보호구역 여부 및 제한속도 대비 85 백분위 속도 차이의 임계값을 기준으로 제한속도 재조정 혹은 유지를 판단하였다. 제한속도 재조정으로 판단된 구간은 차로 수, 보차분리 여부, 진출입 구간, 중앙분리대, 노면 주차를 기준으로 제한속도 상향, 하향을 결정하였다. 제한속도 유지로 판단된 구간은 교통 정온화 시설, 과속단속카메라 설치, 교육 및 홍보 등의 방법들을 제시하였다. 본 연구에서는 개발한 제한속도 타당성 검토 방법론은 대전시를 대상으로 분석하여 타 지자체에 적용하기 어렵다는 한계점이 있다. 따라서 타 지자체의 속도 및 교통사고, 도로 환경자료들을 구득하여, 제한속도 타당성 방법론을 적용할 필요가 있다. 또한, 타 지자체 분석 결과와 대전시 분석 결과를 비교하여 개선사항을 도출하는 피드백 과정이 필요할 것으로 판단된다. 이러한 피드백 과정을 통해 제한속도 타당성 검토 방법론의 적용 범위를 확장하고, 정확성과 신뢰성을 높일 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 한국교통안전공단(과제번호 202305162001)의 지원으로 수행하였습니다.

교차로 내 교통류 효율성 증진을 위한 우회전 주행보조 및 단속 시스템

An Intelligent information and Enforcement System for right turn Traffic efficiency

성예지
(한양대학교
교통·물류공학과
석사과정)

박누리
(한양대학교
스마트시티공학과
박사과정)

김승환
(한양대학교
교통·물류공학과
석사과정)

박근휘
(한양대학교
교통·물류공학과
학사과정)

박준영
(한양대학교
교통·물류공학과
스마트시티공학과
부교수)

최근 도로교통법 제 27조(보행자의 보호)가 개정됨(22.07)에 따라 운전자는 교차로에서 우회전할 때 사람이 보이면 무조건 멈춰야 하며, 보행자가 '통행하는 때' 뿐만 아니라 '통행하려고 할 때' 도 일시정지 해야한다. 이에 따라 우회전 가능 case는 크게 두 가지로, ① 전방 차량 신호가 적색인 경우 일시정지 후 보행자 통행이 없고, 통행하려고 하지 않을 때 서행하며 우회전, ② 전방 차량 신호가 녹색인 경우 보행자 통행이 없고, 통행하려고 하지 않을 때 서행하며 우회전 이다. 해당 법 개정은 시행된 기간이 길지 않기 때문에 현재 많은 운전자들에게 새로운 우회전 방식은 익숙하지 않아 필요 이상의 정지로 인해 우회전 상황에서 교차로 내 운영성이 떨어진 상태이다. 이에 따라 본 연구는 보행 검지 알고리즘과 우회전 가능 여부 알고리즘을 통해 우회전 가능 여부 판단 및 불법 우회전 단속 시스템을 설계하여 교차로 내 보행자의 안전성을 향상시키고자 한다. 데이터는 부산시 스마트 교차로 실시간 영상을 오전, 오후 다양한 시간대 별로 수집하였으며 신호주기는 경찰청 현시자료와 실제 수집 자료를 적용 및 비교하여 반영하였다. 앞서 정의한 우회전 가능 case를 기반으로 명확한 우회전 기준을 설정하고 다양한 객체 감지 알고리즘 중에서도 속도와 정확성의 뛰어난 균형을 통해 이미지에서 객체를 빠르고 안정적으로 식별할 수 있어 두각을 나타내고 있는 YOLO(Yook Only Look Once) 알고리즘에 적용하여 이를 위반할 시 불법 우회전 차량으로 인식하여 차량의 정보들이 수집되도록 시스템을 개발하였으며, 본 연구의 결과는 기존의 육안을 통한 불법 우회전 차량 단속과 다르게 효율적으로 단속을 진행할 수 있을 뿐만 아니라 이를 통해 도심부에서 발생하는 교통사고 중 발생빈도와 사고 심각도가 높은 차-보행자 사고를 방지하여 대물 및 인명 피해를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

교통 빅데이터 및 AI(VI)

Session

C-8

교통 사고 위험구간 식별을 위한 주행안전성 평가지표 우선순위 도출

지정훈, 오철

차량궤적데이터 기반 교통안전대체지표를 통한 고속도로 합류부 영향권 산정 및 검증

한은서, 박호철

다중영상정보의 투시변환을 통한 교차로 진입차량의 위치데이터 추정

정희진, 이경숙

회전교차로의 주행 구간을 고려한 미시 교통 시뮬레이션의 회전교차로 주행 모델링

최준희, 주양준, 김동규

잔류보행자 추정모형 개발과 보행신호시간 연장에 관한 연구

채희철, 오민석

화물자동차의 적재상태 예측을 위한 DTG 데이터 활용 가능성 연구

탁지훈, 이중권, 민석원, 이혜린, 이재웅, 박동주

교통 사고 위험구간 식별을 위한 주행안전성 평가지표 우선순위 도출

Prioritizing Driving Safety Indicators for Traffic Hazardous Area Identification

지정훈
(한양대학교 교통물류공학 석사과정)

오철
(한양대학교 교통물류공학 교수)

교통사고는 Rare하고 Random한 critical event이다. 교통사고의 선제적 예방조치를 위해 사고개연성 추정이 가능한 다양한 평가지표들이 개발되고 있다. 최근 PVD (Probe Vehicle Data)와 같은 실제 개별 차량 주행자료의 수집이 가능해짐에 따라 기존에 평가지표들은 더욱 다양화 및 고도화를 이루고 있다. 활용가능한 다수의 평가지표들 가운데 분석 구간 내 사고 위험구간을 효율적으로 식별하기 위한 평가지표의 우선순위 결정이 필요하다. 평가지표의 우선순위를 도출할 수 있는 다양한 머신러닝 기법들이 존재한다. 다양한 머신러닝들은 각자의 알고리즘에 의해 수행이 되며 동일한 분석 구간 내 데이터를 학습하여도 다른 결과를 도출한다. 앙상블 학습 (Ensemble Learners)는 다중 모델 조합 및 분류기 조합의 방법으로 여러 개의 머신러닝 모델을 조합하여 하나의 최적의 모델을 구축하는 기법이다. 앙상블 학습은 모델 간의 조합을 통해 하나의 머신러닝 모델 대비 견고성을 증진시킬 수 있다.

본 연구에서는 C-ITS 환경에서 수집된 PVD를 수집 데이터로 활용하여 종방향, 횡방향 및 차량간 상호작용 관점의 22가지 평가지표를 산출하고 3가지 머신러닝을 통해 평가지표 우선순위를 결정하고자 한다.

본 연구는 데이터 수집 단계, 분석 데이터셋 구축, 머신러닝 분류 모델 수행, 주행안전성 평가지표 우선순위 결정으로 구성되어있다. 데이터 수집 단계에서는 Real-world data인 PVD를 2020년 10월 한달 간의 자료를 수집하였다. 이후 데이터 오류코드 제거, 주행정보 추가 생성, 이정 부여 및 이정 단위 집계를 수행하였다. 동일한 분석 구간 내 사고자료 또한 수집하여 이정 단위로 집계하였다. 사고개연성 추정을 위해 종방향, 횡방향 및 차량간 상호작용 관점의 22가지 평가지표를 선정하고 PVD를 기반으로 산출하였다. 분석 데이터셋 구축 단계에서는 사고자료에서 수집된 사고 건수를 기반으로 평균 발생 건수 이상을 Risk area, 평균 발생 건수 이하를 Normal area로 정의하여 범주화하였다. 이로 인해 분석 데이터셋은 22가지 평가지표와 사고 건수 기반으로 범주화된 값의 이정 단위 집계로 구성되었다. 하지만 교통사고는 Rare하고 Random 하기 때문에 상대적으로 Risk area의 샘플수가 적은 데이터 불균형 문제가 발생되었다. 이를 극복하기 위해 Oversampling 기법을 수행하여 데이터 불균형 문제를 극복하고자 하였다. Oversampling을 통해 증강된 데이터셋은 Scale 변환을 통해 정규화를 수행하였다. 따라서 최종 분석 데이터셋은 22가지 평가지표 값과 사고발생건수 기반의 범주화된 값을 Oversampling기법을 통해 증강하고 Scale 변환을 통해 정규화된 데이터이다. 머신러닝 분류 모델 수행 단계에서는 8가지 머신러닝 분류모델을 수행하여 정확도, F1-score, 민감도, 특이도와 같은 모델 평가를 수행하였다. 모델 평가 결과를 기반으로 앙상블 학습을 위해 3가지 머신러닝 분류 모델을 선정하였다. 앙상블 학습은 Majority Voting-Simple Voting 방식을 활용하여 수행하였으며 개별 머신러닝 분류 모델 대비 성능이 향상됨을 확인하였다. 개별 머신러닝 모델 대비 향상된 앙상블 모델의 정확도는 3가지 머신러닝 모델을 종합적으로 판단할 경우 보다 정확한 결과를 낼 수 있음을 증명한다. 주행안전성 평가지표 우선순위 결정 단계에서는 모든 머신러닝 분류 모델에서 우선순위 산출이 가능한 순열 중요도 (Permutation Importance) 기법을 통해 모델 평가 결과 선정된 3가지 머신러닝 각각의 설명변수로의 우선순위를 도출하였다. 이후 3가지 머신러닝의 우선순위를 종합적으로 판단하여 최종 주행안전성 평가지표 우선순위를 도출하였다.

해당 연구의 방법론은 향후 실시간 개별 주행자료를 기반으로 선제적 도로 안전성 평가를 수행하기 위한 평가지표 선정에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

차량궤적데이터 기반 교통안전대체지표를 통한 고속도로 합류부 영향권 산정 및 검증

Estimating and Verification Influence Area of Highway Entrance-Ramp through Surrogate Safety Measure Based on Vehicle Trajectory Data

한은서
(명지대학교 교통공학과 석사과정)

박호철
(명지대학교 교통공학과 부교수)

연결로-고속도로 접속부에서는 유출·유입 차량에 의해 본선 차량의 주행이 영향을 받고, 이러한 영향을 미치는 범위를 영향권이라 하며, 도로용량편람(2013)에서는 합류가 시작되는 지점부터 하류 방향으로 400m까지의 구간을 영향권으로 칭한다. 합류부는 교통류의 상충이 가장 심한 구간으로 많은 선행연구에서는 고속도로 합류부 영향권을 분석을 위해 차량 간의 상충인 교통류의 난류현상을 분석지표로 사용한다. Theophilopoulos(1986) 및 한국도로공사(1996)의 연구는 고속도로 연결로 합류부의 난류현상의 분석방법을 합류부 영향권 내 차량 속도의 표준편차를 통하여 도출하고 있다. 가장 일반적으로 사용되는 방법이지만, 난류현상을 각 차량에 대한 해석이 아닌 공간적·시간적 기준을 세워 평균값을 통해 분석해야 한다는 한계가 발생한다. 따라서, 본 연구에서는 구득한 NGSIM 데이터를 통하여 고속도로 합류부의 교통류 난류현상을 교통상충이론을 따르는 교통안전대체지표(Surrogate Safety Measure; SSM)를 통해 산정하는 방안을 제시하고 이를 정량적으로 검증해보고자 한다.

NGISM 데이터를 수집한 고속도로의 기하구조는 본선 6차로이며 본선 130m 구간에 연결로 접속부 합류부 1차로가 직접식으로 위치하고 있다. 0.1초 단위로 산출된 데이터의 오류 여부를 확인하여 이상치를 제거하고 현실적으로 불가능한 속도 및 가·감속 상황이 나타나는 자료를 필터링하여 SSM을 산출하였다. 이때 SSM은 실제 발생한 교통사고분석이 아닌 교통사고를 유발할 수 있는 위험 상황을 계량화한 교통안전평가 대체지표이며, 교통류의 안정성이 낮아지면 상충이 발생하고 SSM을 통해 상충을 평가할 수 있기에 합류부 영향권 산정을 위한 지표로 사용하고자 한다. 본 연구에서는 선두차량과 추종차량들의 궤적을 반영할 수 있는 time-to-collision(TTC), deceleration rate to avoid collision (DRAC), stopping distance index(SDI)의 SSM을 산출하여 합류부의 영향권을 산정하였다. 도출한 SSM (TTC, DRAC, SDI) 중 임계값 이하의 값을 갖는 데이터를 카운팅하여 차로별 구간별(50m 단위)로 범위를 나눠 도식화하여 나타내었다. DRAC와 SDI는 고속도로 합류부의 영향권을 파악하기에 다소 부적합한 값으로 나타났으며, TTC의 경우 기존 합류부의 영향권 구간을 합류에 의한 영향 범위로 보였다. 구체적인 영향권 구간은 4차로 300~500m, 5차로 250m~500m, 6차로 150m~300m로 분석되었다. 또한, 본래 영향권은 연결로에 접속되는 차로로부터 두 개의 차로를 포함하는데 TTC를 통해 산출한 결과를 통해서는 세 개의 차로까지 영향을 주는 것으로 나타났다.

앞선 분석에서는 선행연구에서 제시하는 값을 인용하여 사용했기에 해당 임계값이 본 분석에 적절한 값인지에 대한 검증이 필요하였으며, 정량적 검증을 위해 TTC 임계값을 0.5초 단위로 늘려가면서 각 임계값보다 작은 TTC에서 운행한 차량의 분포인 TTCP(%)를 살펴보았다. TTCP는 임계값보다 작은 TTC에서 운행된 시간, 즉 위험한 상황에 얼마나 노출되었는가를 TTC가 관측된 전체 시간을 기준으로 산출한다. 모든 구간에서 우상향하는 분포를 보였으며, 100~250m까지의 구간에서는 6차로의 분포가 가장 크고 300m 지점부터 4차로의 분포가 커지고 350m 지점부터는 5차로의 분포가 커지며 앞서 산정한 영향권 분포와 유사한 흐름이라 해석할 수 있다.

본 연구에서는 NGSIM 데이터를 통해 차로·구간별로 SSM을 산출하고 이를 범주화하여 고속도로 합류부의 영향권을 산정한 후 정량적으로 검증하였다. 본 연구를 통해 향후 고속도로 합류부 영향권을 기존의 지표가 아닌 TTC를 이용하여 분석할 수 있는 방안으로 활용할 수 있을 것이라 기대한다. 또한 본 연구에서 사용한 NGSIM 데이터가 국내 여건 및 교통특성을 반영하지 못하기에 향후 국내 데이터를 활용하여 다양한 LOS를 고려할 수 있는 유사 분석을 진행하고자 한다.

다중영상정보의 투시변환을 통한 교차로 진입차량의 위치데이터 추정

Estimation of Location Data for Vehicles Entering The Intersection Using Perspective Transform of Multi-cameras Images in A Smart-intersection

정희진
(한국과학기술정보연구원 선임연구원)

이경숙
(한국과학기술정보연구원 선임연구원)

스마트교차로는 스마트 신호운영체계가 도입된 신호교차로를 말한다. 스마트 신호운영체계는 영상검지기(CCTV)를 통해 수집되는 실시간 교통량을 추정하고 이를 기반으로 신호최적화를 온라인으로 수행하는 시스템이다. 스마트 교차로에서 4대의 카메라가 각 진입로에서 진입하는 차량들을 촬영하므로 한 교차로에 동시에 4개의 동영상을 수집한다. 본 연구에서는 스마트 교차로의 다수의 카메라에서 동시에 수집된 영상데이터를 하나의 영상으로 정합하여 차량의 위치를 정확하게 추정하는 기법을 적용해 보았다. 실제 스마트 교차로에서 수집된 영상데이터를 사용하여 교차로 내에서 차량의 위치를 추정하게 되면 교차로 내의 차량의 궤적데이터를 생성할 수 있어서 교차로 내 사고를 자동으로 검지하는데 사용할 수 있다. 또한 정확한 (회전)교통량, 유효녹색시간 등을 실측할 수 있어서 신호최적화 등에 활용할 수 있다.

본 연구에서는 강원도 원주시에서 운영 중인 스마트 교차로 중 단계택지 사거리에서 수집하고 있는 영상데이터를 이용하였다. 단계택지 사거리에 설치된 카메라는 4대이며 동서남북 각 방향의 진입로를 통해 교차로에 진입하는 차량을 촬영한 영상에 YOLOv3를 이용하여 차량을 검지하였다. 검지된 차량은 bounding box로 표시되고 차종을 분류할 수 있다. 분류할 수 있는 차종은 승용차, 트럭, 버스로 구분된다. Python의 OpenCV package에서 제공하는 Perspective Transform 행렬들을 사용하여 각 방향에서 촬영된 영상안의 차량의 Boundig box들을 조감도에 변환하였다. 변환행렬을 구하기 위해 카메라 영상에서 Surveillance area를 정의하고 조감도 상에 Reference Space를 정의하여 투시변환 행렬을 구하였다. 각 bounding box의 밑변을 기준으로 검지된 차량의 위치를 조감도 상에서 정확하게 추정되었다.

제안된 추정알고리즘은 기본적인 투사변환 기법을 기반으로 다중 영상의 객체검지 데이터를 보정하여 정확한 개체의 위치를 추정하는 방식이다. 본 연구에서 사용된 동영상은 대기행렬 및 진입교통량 수집을 위해 교차로 보다는 진입로 위주로 촬영한 영상이여서 영상 융합을 통한 차량 위치 추정 알고리즘을 적용하는데 한계가 있었다. 향후 연구에서는 촬영 각도를 조정하여 제한한 알고리즘을 확대해서 사용해 보고자 한다. 또한 향후 본 연구를 AI 기술을 이용하여 투사변환 행렬을 대체한다면 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

회전교차로의 주행 구간을 고려한 미시 교통 시뮬레이션의 회전교차로 주행 모델링

Modeling the Maneuvers on the Roundabout for Microscopic Simulation Considering Driving Segments

최준희
(서울대학교 건설환경공학부 석박사통합과정)

주양준
(서울대학교 건설환경종합연구소 연수연구원)

김동규
(서울대학교 건설환경공학부 교수)

회전교차로는 비신호교차로 중 하나로 신호가 없이 차량의 주행을 용이하게 하는 교통시설 중 하나이다. 최근 자율주행 및 교통기술의 개발로 대기행렬이 발생하는 신호교차로가 아닌 비신호교차로로의 교체가 가능할 것으로 기대하고 있다. 이러한 관점에서 자율주행의 회전교차로 내 주행의 안전 및 용량평가가 필요한 실정이지만 실제로 자율주행의 실제 환경 도입은 어려운 실정이다. 따라서 현실을 모사한 시뮬레이션에서 관련 평가를 할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 미시 교통 시뮬레이션은 차량의 주행 매개변수를 기반으로 차량 주행을 모사하나 실제 주행 환경을 모사하기 위해서는 인프라의 환경과 실제 차량의 매개변수를 보정하는 과정이 필요하다. 본 연구는 추종이론을 활용하여 미시 교통 시뮬레이션의 회전 교차로 주행을 모델링하고자 하며, 시뮬레이션의 모사성을 평가하고자 Hellinger Distance와 Kullback-Leibler Divergence (KL-Divergence)를 통해 시뮬레이션에서 도출된 차량의 속도 분포와 TTC 분포를 평가하고자 한다.

본 연구를 수행하고자 독일 아헨 인근에서 수집된 고해상도의 데이터셋인 rounD 데이터셋을 활용하였다. rounD 데이터셋은 회전교차로 내 자유류부터 혼잡까지 수집된 25hz 해상도의 데이터셋으로 궤적 분석에 용이한 장점을 가지고 있다. 데이터셋에서 도출된 추종행태를 본 연구에서 수행하는 미시 시뮬레이션인 SUMO (Simulation of Urban Mobility)에서 제공하는 3가지 추종모형인 Krauss, IDM, Wiedemann 모형의 매개변수로 보정 작업을 거쳤다. 이러한 보정작업을 통해 구득된 매개변수를 활용하여 가동한 SUMO 시뮬레이션의 궤적 데이터를 추출해 실제 데이터와의 평균 통행속도와 TTC (Time-To-Collision) 지표를 비교하였다.

분석 결과, Krauss 모형의 회전교차로 내 주행 유사성이 상대적으로 높은 것을 알 수 있으며, 진출구간에서 오차가 높게 도출됨을 확인하였다. 이에 반하여 다른 두 모형의 경우, 진입 및 회전 구간에서 높은 오차가 도출되었다. 분석에서 도출된 주행 구간 별의 이질성을 고려하여 구간 별로 분류하고, 낮은 오차를 도출한 보정된 Krauss 모형을 보정하지 않은 Krauss 모형과 비교하였다. 분석 결과, 구간의 이질성을 고려하고 보정한 결과가 그렇지 않은 결과보다 높은 유사성을 도출하였으며, 회전구간의 경우, 속도의 Hellinger Distance가 0.08, KL-Divergence가 0.04, TTC의 Hellinger Distance가 0.15, KL-Divergence가 0.10으로 확인되었다.

본 연구는 회전교차로를 구간 별로 고려해 회전교차로의 주행이질성을 판별했고, 적절한 모델을 제안할 수 있었다. 이러한 접근은 향후 자율주행 도입을 위한 시뮬레이션 실험 시 회전교차로의 용량을 기준으로 실험 시와 회전교차로의 진입 안전 평가를 실험 시 다른 추종 모형의 매개변수를 적용해야 하는 시사점을 제안할 수 있으며, 이러한 이질성을 고려한 보정 과정을 통해 실제를 모사한 평가를 할 수 있음을 확인할 수 있다.

사사: 이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재사업 육성사업과 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 0583-20230037, 실시간 교통안전시설 운용을 위한 인프라 정보 융합 및 관리 기술 개발)

잔류보행자 추정모형 개발과 보행신호시간 연장에 관한 연구

Study on the Development of Residual Pedestrian Prediction Models and Extension of Pedestrian Signal

채희철
(도로교통공단경기지부 과장)

오민석
(도로교통공단 경지도지부 연구원)

우리나라 정부가 추진 중인 '국민생명 지키기 3대 프로젝트', '보행자 우선 교통체계로 개편' 등의 보행자 보호 정책이 효과를 나타내면서 보행자 교통사고 사망자 수가 매년 감소하고 있다. 하지만, 우리나라의 교통안전 수준은 여전히 Organization for Economic Cooperation and Development(OECD) 회원국 중 중하위권에 있다. 특히, 전체 교통사고 사망자 수 중 보행자 사망자 수의 비율은 34.1%를 차지하고 있어 교통안전 선진국에 비해 보행자 안전 수준이 낮은 편이다. 따라서, 보행자 사망자 수를 줄이기 위한 다양한 연구와 노력이 필요한 상황이다. 하지만, 보행신호시간은 횡단보도 길이와 보호구역 유무에 따라 그 길이가 결정되며 24시간 동일하게 운영된다. 이처럼 보행자의 수요와 특성이 고려되지 않은 보행신호시간 계획으로 보행자의 수요가 증가하는 시간대에 적색신호 시 잔류하는 보행자가 발생하게 된다. 이러한 잔류 보행자는 교차로 내 차량과의 사고 위험에 노출된다.

본 연구는 교차로 횡단보도를 대상으로 수집하기 쉬운 자료를 활용하여, 잔류 보행량과 잔류 보행자 위치를 추정하고 두 가지 추정모형식을 개발하였다. 그 모형을 기반으로, 잔류 보행량 80명/시와 잔류 보행자 위치 5.0m 이상 발생하는 시간대에 한해 보행신호시간을 연장하였다. 그 결과, 보행신호시간 4초 연장 시 잔류보행량 평균 41.36명/시(49.9%), 잔류보행자 위치 2.86m(56.3%) 감소하였다.

교차로 횡단보도 내 정교한 보행신호시간 운영을 위해서 앞으로 보행량, 우회전교통량 등을 추정할 필요가 있다. 이러한 데이터를 활용한다면 시간대별 보행신호시간 연장계획 결정에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 본 연구의 결과는 향후 보행수요에 따라 보행신호시간이 결정되는 pedestrian responsive control로의 전환에 기여할 수 있을 것이다.

화물자동차의 적재상태 예측을 위한 DTG 데이터 활용 가능성 연구

A Study on the Potential of Using DTG Data for Predicting the Load Condition of Freight Vehicles

탁지훈	이중권	민석원	이혜린	이재웅	박동주
(서울시립대학교 박사수료)	(서울시립대학교 석박사과정)	(서울시립대학교 석박사과정)	(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 교수)

화물자동차의 적재상태 정보는 교통분야에서 많이 활용되는 기초자료 중 하나이다. 일반적으로 화물자동차의 적재상태 정보를 수집하기 위해 활용되는 방법에는 직접조사방법(전국화물통행 실태조사)와 WIM과 같이 시스템을 통한 수집방법이 있다. 그러나, 이 두 가지 방법은 명확한 한계점이 존재한다.

직접조사방법은 현장조사 및 운전자 인터뷰와 같이 수동으로 데이터를 수집하는 방법에 의존하기 때문에 시간과 비용이 많이 소요된다. 또한 조사예산 및 모니터링 자원 부족으로 표본이 적고, 조사기간 역시 제한되기도 하며, 샘플 데이터의 편향 가능성 존재한다. WIM과 같은 시스템을 통한 수집방법은 시스템이 설치된 구간을 차량이 통과해야함 무게를 측정할 수 있으며, 이러한 시스템 설치를 위한 예산 부족으로 특정 구간에 한정하여 시스템 설치 및 유지관리에 많은 예산이 소요된다. 또한 센서를 통과하는 차량에 한정하여 데이터를 수집하기 때문에 모니터링 대상 부족 및 대표 표본을 확보하기 어려움이 있다.

이러한 데이터 수집의 한계는 DTG 궤적 데이터를 활용하면 효과적으로 극복할 수 있을 것으로 판단된다. DTG로 수집되는 화물자동차의 GPS 궤적 데이터는 현재 문제에 대한 핵심 단서를 가지고 있다. 여기서, 가장 중요한 것은 순간 속도와 rpm이 화물 적재상태와 밀접하게 연관되어 있다는 것이다.

본 연구의 목적은 DTG 데이터를 활용하여 화물자동차의 적재유무를 추정하기 위한 새로운 방법을 제안하는 것이다. 이 방법은 DTG 데이터를 통해 수집된 순간 속도와 rpm 사이의 다중 체제 관계를 기반으로 개발되었다. 본 연구는 DTG 데이터를 활용하여 실제 운행중인 화물자동차의 적재유무를 추정하고자 한다. 특정 상황 및 조건에서 공차와 영차의 차이 발견하고, 분류모형을 활용하여 화물자동차의 적재유무 추정하였다.

사사: 「화물자동차의 적재상태 예측을 위한 DTG 데이터 활용 가능성 연구」는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2020R1A2C1006919)

자율주행(Ⅳ)

Session

C-9

LED 색온도 기반 위치 측위 퍼지 로직 시스템

이준희, 조소현, 우주, 김선영, 정재훈

실도로 환경의 공사구간 인식을 위한 인스턴스 세그멘테이션

김진우, 안경환, 지명인, 김기태, 박명욱

도로 파손 이미지 기반 딥러닝 모델의 학습 데이터 최적화 연구

김민석, 류승기

기울기 기반 LiDAR 지면 제거 알고리즘 연구

차승민, 임지웅, 원종훈

차량의 Pixel 이미지 좌표계와 수학적 모델링

박준범, 배노혁, 정진우, 기석원, 원종훈

LED 색온도 기반 위치 측위 퍼지 로직 시스템

LED color temperature based positioning stand system

이준희	조소현	우주	김선영	정재훈
(군산대학교 소프트웨어학부 학부생)	(군산대학교 소프트웨어학부 박사후과정)	(군산대학교 소프트웨어학부 박사후과정)	(군산대학교 기계공학부 교수)	(군산대학교 소프트웨어학부 교수)

자율주행 시스템에 있어서 위치 정보는 매우 중요한 정보 중 하나이다. 인간의 간섭 없이 완전 자율주행을 하기 위해선 위치 정보를 얻는 것이 필수적이지만, 현재 위치 정보를 얻기 위해 가장 많이 사용하고 있는 GPS(Global Positioning System)의 신호는 터널이나 지하주차장과 같은 실내 시설에서 수신이 불가하여 정확한 위치 정보를 얻을 수 없다. 실내에서의 위치 정보를 얻기위해 비전 시스템, IMU, Wi-Fi, BlueTooth 등 다양한 방향으로 연구가 진행 중이며, 본 논문에서는 LED 색온도를 이용한 퍼지 로직 시스템을 설계하고 실내 위치 추정하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법을 증명하기 위해 터널 환경과 유사한 실험 환경을 구성하고 RGB 센서를 통해 색도를 측정하였으며, McCamy 방법을 통하여 CCT 값을 계산하였다. 간섭광과 반사광에 의한 노이즈 때문에 불균형한 CCT 값을 얻어 표준 점수 계산을 통해 데이터를 필터링 하였으며, 필터링 한 CCT 값을 기반으로 실내 위치 추정을 위한 퍼지 로직 시스템을 설계하였다. 20cm간격의 CCT 값을 입력으로 하여 퍼지 로직 시스템을 설계하였으며, 2차원 상의 X축을 0~60cm 범위 내에서 추정할 수 있다. Matlab을 통하여 X축 위치 추정을 한 결과 실재 위치와 근접한 결과를 얻을 수 있었다. 본 논문에서 제안한 시스템을 실제에 적용하기 위해선 간섭광과 반사광에 의한 노이즈를 줄이는 연구와 실제 크기의 실내 공간에서의 위치 추정에 대한 후속 연구가 필요하며, 실제로 적용할 수 있을것으로 기대된다.

사사: 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2021R1F1A1052031).

실도로 환경의 공사구간 인식을 위한 인스턴스 세그멘테이션

Instance segmentation for recognition of construction zones in real road environments

김진우	안경환	지명인	김기태	박명욱
(ETRI 선임연구원)	(ETRI 기술총괄)	(ETRI 선임연구원)	(ETRI 연구원)	(ETRI 선임연구원)

자율주행 기술이 발전함에 따라 복잡하고 혼잡한 도로 상황에서 유연하게 운전할 수 있는 수준이 요구된다. 자율주행 SAE 자동화 레벨 4 수준의 주행을 목표로 할 때 ODD(운행설계영역: Operation Design Domain) 내에서 일반도로 환경에서는 다양한 비정상 혹은 비정형 환경을 극복하는 방법이 필요하다. 정상적인 주행 환경이 아닌 경우 ODD 이탈로 정의하는 것도 중요하지만 비정상적인 환경에 대해 자율주행 차량이 인지하고 대응할 필요가 있다. 본 논문에서는 비정형 도로 환경 중에서 빈도 높게 발생하는 실제 도로 환경의 공사 구간을 인식하는 방법을 제시한다. 데이터는 일반 차량에서 활용하는 블랙박스를 활용하여 다양한 고속도로 및 일반도로에서 수집한 공사 구간 영상으로 구축되었다. 또한, 자율주행에 있어서 공사를 진행하고 있는 영역을 원거리에서 인식해야 주변 이동 및 정적 객체 위치와 함께 고려해서 주행 경로를 수정할 수 있다. 공사 구간은 정적 객체이지만 이동 가능성이 있고 도로 환경이나 공사 규모, 특성, 시기, 기간에 따라 정규화되기 어렵기 때문에 일반적이 시멘틱 세그멘테이션이 아닌 하나의 인스턴스로 정의한다. 공사 구간을 인스턴스 세크멘테이션 방식으로 학습하기 위해서 데이터 주석 작업에 대한 방법과 기준에 대해서 분석하고 공사 구간으로 검출이 가능한 도로와 구조물의 특성을 기반으로 학습 방법을 설명한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2023-00236245, 악천후/비정형 환경변화에서의 Seamless 자율주행을 위한 인지/판단 AI SW 핵심기술 개발)

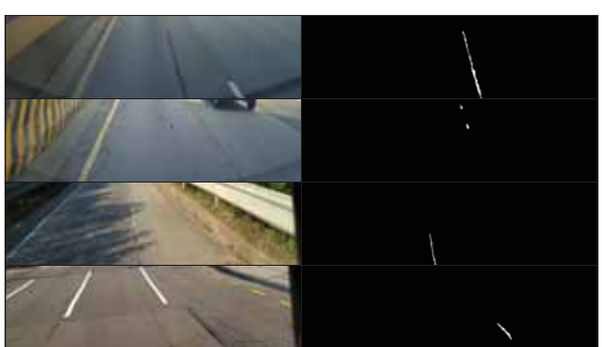
도로 파손 이미지 기반 딥러닝 모델의 학습 데이터 최적화 연구

A Study on the Optimization of Data Management Based on Road Damage Images

김민석
(과학기술연합대학원대학교
건설환경공학부, 통합과정)

류승기
(과학기술연합대학원대학교
한국건설기술연구원, 선임연구위원)

도로를 주행하는 수많은 교통수단과 앞으로 등장할 자율주행차와 같은 다양한 모빌리티는 도로상의 다양한 위험 상황을 신속히 인지하고, 회피하는 것이 무엇보다도 중요하다. 그러나 도로에서는 운전자 부주의와 같은 인적요인, 차량 결함 요인, 도로 인프라 요인 그리고 도로 기상 환경에 의해 다양한 위험 상황을 직면하게 되므로, 일반차량과 자율주행차 모두 도로 위험 상황에 대처하는 기술이 필수적으로 적용되어야 한다. 따라서 일반 차량 및 자율주행차가 직접 전방 상황을 인지하여 도로 파손 지점을 피할 수 있어야 하는데, 이러한 연구는 계속 진행되고 있다. 대표적인 방법으로 합성곱 신경망 기반의 인공지능 모델을 이용하여 도로 파손을 탐지하는 방법이 있지만, 도로 파손 이미지는 일반적인 이미지와 비교했을 경우, 특징이 매우 작으며, 데이터 수 또한 매우 한정적이다.. 따라서, 본 논문에서는 양질의 성능을 갖는 인공지능 모델을 산출하기 위하여 <그림 1>과 같이 한국건설기술연구원에서 수집한 도로 파손 이미지 9931장을 이용해 도로 파손 이미지의 크기를 높이 960, 너비 128 인 Dataset A 와 높이 256 너비 256 인 Dataset B 으로 학습 데이터 세트를 구축하였다. <표 1>과 같이 배치 사이즈, 학습률 등을 조정하였으며, SegNet 기반의 학습모델을 이용한 후 학습 결과를 Loss 값으로 평가하여 도로 파손 탐지 인공지능 모델의 최적화 방안을 제안하였다.



원본 이미지	라벨링 이미지

<그림 1> 구축한 학습 데이터 세트>

<표 1> 배치 사이즈와 Adam 학습률 값

	KICT-SegNet	Batch Size	Adam Learning Rate
1	Dataset A	32	0.0001
2	Dataset B	32	0.0001
3	Dataset A	64	0.001
4	Dataset B	64	0.001

사사: 본 논문은 한국건설기술연구원 목적형 R&R(과제번호 20230152, 미래교통 스마트 인프라 핵심기술개발)의 지원으로 수행하였음

기울기 기반 LiDAR 지면 제거 알고리즘 연구

A Study on Slope-Based Ground Removing Algorithm for LiDAR

차승민
(인하대학교 자율항법연구실 학사과정)

임지웅
(인하대학교 대학원 전기컴퓨터공학과 자율항법연구실 박사과정)

원종훈
(인하대학교 전기컴퓨터공학과 교수)

LiDAR 센서는 높은 해상도로 주변 환경을 측정할 수 있어 인지 과정에서 핵심적인 역할을 수행한다(Baras et al,. 2019). 그러나 LiDAR를 통해 취득한 주변 정보에는 지면 데이터가 포함될 수 있는데, 인지 알고리즘의 빠르고 정확한 동작을 위해서는 이러한 지면 정보를 제거할 필요가 있다(Lee et al., 2022).

Random Sample Consensus(RANSAC)은 지면 제거를 위해 널리 사용되는 알고리즘 중 하나로, 임의의 point들을 추출하여 모델을 추정하는 방식으로 동작한다(Choi et al., 2020). 하지만 이러한 랜덤성에 의해, 동일한 Point Cloud에 대해서 매번 다른 결과를 보일 수 있으며, 반복적인 계산으로 인해 연산량이 많다는 단점이 있다. 또한 point들이 밀집해 있거나 outlier를 샘플 포인트로 선별하여 모델을 추정한다면 잘못된 모델을 선택할 가능성이 있다.

본 논문에서는 RANSAC을 기반으로 한 지면 제거 알고리즘의 한계를 극복하기 위해 기울기 기반 지면 제거 알고리즘을 제안한다. 이 방법은 동일한 방위각에 존재하는 point들의 기울기를 이용하여 LiDAR 데이터로부터 지면 point를 더 정확하게 추출하고, RANSAC에 비해 outlier에 point가 밀집된 데이터로부터 영향을 적게 받아 객체 인지 성능의 정확성과 안정성을 향상시키는 것을 목표로 한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1A2C2013091).

참고문헌

1. Baras, N., Nantzios, G., Ziouzios, D., & Dasygenis, M. (2019). “Autonomous Obstacle Avoidance Vehicle Using LIDAR and an Embedded System”, 2019 8th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST), pp. 1-4
2. 이아영, & 이경수. (2022). "자율주행을 위한 라이다 기반의 실시간 그라운드 세그멘테이션 알고리즘", 자동차안전학회지, 제14권, 제2호, pp. 51-56

차량의 Pixel 이미지 좌표계와 수학적 모델링

Mathematical Modeling of Pixel Image Coordinate System of A Vehicle

박준범 (인하대학교 자율항법연구실 학부연구생)

배노혁 (인하대학교 자율항법연구실 학부연구생)

정진우 (인하대학교 자율항법연구실 학부연구생)

기석원 (인하대학교 전기컴퓨터공학과 자율항법연구실 석사과정)

원종훈 (인하대학교 전기컴퓨터공학과 교수)

카메라, 라이다, GNSS 등은 자율 주행 차량의 주요 센서로 광범위하게 사용된다. 이때 카메라를 제외한 다른 센서들을 사용하지 못하는 Fail/Safe 상황의 경우 카메라의 정보를 이용해 차선을 유지하기에는 명확한 한계가 존재한다. 이에 본 논문은 인지 제한적인 상황에서 카메라의 Pixel 좌표계와 차량 사이의 수학적 변환 매개 변수를 결정하는 모델링 방법을 제안한다. 위 방법을 수행하기 위해 Pixel 좌표계와 차량 사이의 수학적 모델링을 기반으로, 앞선 관계식을 통해 얻은 좌표값이 World 좌표계 상의 좌표값과 유사한 결과를 도출할 수 있도록 비교 분석한다. 이후 모델링을 이용한 주행 가능 영역 판단 후 경로 계획 알고리즘을 이용한 경로 계획을 진행한다. 본 모델링의 가용성을 시험하기 위해 자율주행 차량의 GNSS 센서와 비교실험을 진행하며, 모델링의 경우 카메라를 제외한 Fail/Safe 환경을 임의로 조성하여 제안된 모델링의 결과를 검증한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1A2C2013091).

자율주행(Ⅴ)

Session

C-10

자율주행 오피스를 위한 자율주행차 내부 디자인: Display, Seat, UI를 중심으로

강민희, 김승민, 남궁용, 박진원, 황기연

커넥티드 및 자율주행 환경에서 교통류최적화 평가지표 개발

박동혁, 박누리, 오동희, 박성민, 박준영

영상분석 기반 서울시 도시고속도로 자율주행 위험구간 산정 및 판단 모형 구축 연구

나호혁, 김홍균, 강지민, 홍성민, 김도경

자율주행시대 도시부 도로 Flex Zone 설치 방안 연구

김보성, 윤유정, 윤재용

자율주행자동차 유입에 따른 중장기 고속도로 용량 감소 시기 추정

이은선, 신치현

자율주행 오피스를 위한 자율주행차 내부 디자인: Display, Seat, UI를 중심으로

The Inner Design of Autonomous Vehicle for Autonomous Vehicle Office (PBV): Focus on Display, Seat, and User Interaction

강민희	김승민	남궁용	박진원	황기연
(한국과학기술원 전기전자공학부 박사후연구원)	(홍익대학교 건축도시대학 도시공학과)	(홍익대학교 건축도시대학 도시공학과)	(홍익대학교 건축도시대학 도시공학과)	(한국과학기술원 전기전자공학부 초빙교수)

지난 3년간 코로나 팬데믹으로 인해 다양한 라이프 스타일이 변화하였으며, 특히 재택 및 원격 근무 등을 위한 가상 물리 시스템(Cyber Physical System, CPS)이 정착되었다. 이는 장소에 제약받지 않고 본인이 원하는 곳에서 원격으로 일하고 플랫폼을 통해 원격으로 다양한 서비스를 즐기는 디지털 노마드(Digital Nomad)의 형태로 이어지게 되었다. 더불어 통근을 위한 대중교통 수요는 감소하고 자동차 이용횟수 및 시간은 증가하였으며, 통근, 여행, 캠핑, 배송 등 다양한 기능을 수행할 수 있는 풀사이즈 픽업트럭 차종의 인기가 급상승하였다 [1]. 이처럼 다기능 차량에 대한 선호가 증가하면서 글로벌 OEM들은 목적기반차량(Purpose Built Vehicle, PBV) 개발을 가속화하고 있으며, 자율주행기술을 탑재한 PBV 개발이 진행되고 있다.

자율주행기술을 탑재한 PBV 개발에 따라 미래 교통환경에는 다양한 유형의 모빌리티가 제시될 것으로 예상되고 있다[2]. 일반적인 PBV의 경우, 공식적으로 개발되어 상용화된 사례는 없으나 2020년 소비자 가전 전시회(Consumer Electric Show, CES)부터 컨셉트 카 개발 사례가 증가하고 있다. PBV는 개별화된 물리적 기능의 만족을 위해 제작되는 차량으로 정의되고 있으며, 고객 맞춤형 차량으로 전기동력, 다목적 모빌리티로써 자율주행 기반의 차량도 포함되고 있다. PBV는 단순히 육상이동수단뿐 아니라 도심 항공 모빌리티(UAM, Urban Air Mobility)를 포함하는 개념으로 2020년 CES에서 현대자동차가 수직 이착륙 UAM(S-A1) 및 터미널 거점 허브(Hub), S-Link Shuttle을 제안하였다. S-Link Shuttle은 안전을 위해 터미널에 대한 설비 규제를 충족하기 위해 착륙장에서 목적지까지 이동하기 위한 퍼스트 마일(First mile)과 라스트 마일(Last Mile) 개념의 이동수단이다[3]. 현대자동차의 S-Link Shuttle의 경우, 터미널 및 목적지 간의 단순 이동수단으로 대중교통과 같은 형태로 내부 디자인이 구성되어 있다.

라이프 스타일이 다양하게 변화되고 있는 만큼 단순 이동 목적의 PBV를 넘어, 엔터테인먼트, 수면, 식사, 업무 등 다양한 활동(목적)이 차량에서 발생할 것으로 예상된다. 특히 주 3일 출근 및 원격 회의 등 현대인의 삶 중 가장 많은 부분을 차지하고 있는 행위인 업무에 초점이 맞추어진 PBV가 요구될 것으로 기대된다. 미래의 차량은 업무공간 그 자체가 될 수 있음에 따라 본 연구에서는 자율주행 기술 기반 업무 목적의 PBV, 즉 자율주행 오피스를 위한 내부 디자인 연구를 수행하고자 한다. 이를 위해 개발 중인 모델들을 고찰하고, 디스플레이, 좌석, UI를 중심으로 자율주행 오피스에 보다 적합한 형태의 내부 디자인을 제안하고자 한다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 22AMDP-C161754-02)

커넥티드 및 자율주행 환경에서 교통류최적화 평가지표 개발

Developing mixed traffic evaluation index under connected and autonomous driving conditions

박동혁 (한양대학교 교통물류공학과 박사과정)

박누리 (한양대학교 교통물류공학과 박사과정)

오동희 (한양대학교 교통물류공학과 석사과정)

박성민 (한양대학교 교통물류공학과 박사과정)

박준영 (한양대학교 교통물류공학과/ 스마트시티공학과 부교수)

자율주행 기술은 기존 도로에서 차량이 스스로 운전을 하고 운전자의 개입을 최소화하는 것으로 상용화될 경우 교통 네트워크에 급격한 변화를 불러일으킬 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 자율주행차량은 사고 심각도를 개선하고 교통 약자에 이동성을 보장하며 배기가스를 감축함에 따라 교통 시스템의 근본적인 변화가 기대된다. 그러나, 주변 차량과 교통 상황을 검지하기 위해 자율주행차량에 부착된 센서는 악천우, 폭설 등 기상 조건에 따라 기능 저하가 발생할 수 있다. 또한, 센서의 원거리 검지 한계와 사각지대는 자율주행차량의 안전한 주행을 방해할 수 있다. 새로운 기술 혁신으로 발전한 자율 주행 기술의 채택부터 완전한 자율주행 환경으로의 기술 확산에 이르기까지 자율주행차와 일반차가 혼재된 교통류 상황을 관측할 것으로 예상된다. 일반차와 자율주행차는 서로 주행행태가 달라 혼재 교통류 상황에서 안전성과 운영효율성 측면에서 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 V2X(Vehicle to everything) 기술이 적용된 차량과 ITS(Intelligent Transportation System) 인프라 간 통신으로 최적 주행을 권고하는 인프라 가이던스 기반 자율주행 지원 기술을 필요로 한다. 본 연구는 인프라 가이던스 구간 및 상황에 따른 최적 통행우선 순위 생성 알고리즘을 개발하기 위해 유스케이스 별 안전성, 이동성, 환경성에 따른 가중치를 개발하는 것을 목적으로 한다.

인프라 가이던스 구간과 교통 상황에 따른 안전성, 이동성, 환경성을 복합적으로 고려한 최적 통행우선순위 생성 알고리즘을 개발하기 위해 필요한 가중치를 산출하는 Hybrid AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법론을 활용하였다. 본 연구에서 활용한 Hybrid AHP는 Meta AHP, Dynamic AHP, Fuzzy AHP, 인프라 가이던스 유스케이스 별 AHP를 통합하여 제시하였다. Meta AHP는 기존 연구에서 도출된 안전성, 이동성, 환경성 간 가중치를 활용하는 것이며 Dynamic AHP는 자율주행 혼재 교통류 상황을 고려하기 위해 자율주행차의 보급률(MPR; Market Penetration Rate)을 고려한 것을 의미한다. 또한, 의사결정자 판단의 모호함과 불확실성을 반영하기 어려운 기존 AHP를 보완하기 위해 Fuzzy AHP를 채택하였으며 인프라 가이던스 구간별 최적 교통류 도출을 위한 안전성, 이동성, 환경성 가중치를 도출하는 AHP 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 AHP 기반 가중치를 산출하기 위해 12인의 전문가를 대상으로 설문조사를 수행하였다. 분석 결과, 인프라 가이던스 유스케이스, LOS(Level of service), 자율주행차 보급률을 모두 고려한 안전성, 이동성, 환경성 비율이 도출되었다. 교통류의 안전성을 평가하기 위해 SSM(Surrogate Safety Measure)을 활용하고 이동성을 평가하기 위해 통행시간과 제어지체 등을 산출할 필요가 있다. 또한, 환경성을 평가하기 위해 배기가스 배출량을 측정할 수 있다. 교통류 최적화에 고려하는 3가지 요소는 측정 단위가 서로 달라 통합평가지표로 개발하기 위해 정규화(Normalization)가 필요하다. 본 연구에서는 교통류 평가지표에 최대-최소 정규화 방법을 적용하고 Hybrid AHP를 통해 산출된 가중치를 결합하여 교통류 최적화를 정량적으로 평가하기 위한 통합평가지표를 개발하였다.

본 연구의 결과로 도출된 Hybrid AHP 기반 통합평가지표는 인프라 가이던스 구간 내 교통류의 안전성, 이동성, 환경성을 복합적으로 평가하고 최적 교통류를 조성하기 위한 차량 별 통행 우선권을 부여하는데 활용할 수 있다. 또한, 자율주행 및 혼합 교통류 환경에서 최적 교통류 형성을 위해 도로구간의 특성과 자율주행차 보급률을 동시에 고려하는 가중치를 산출함으로써 향후 자율주행 환경에서 고려해야 하는 복합 요소를 결합하는 방법론의 기초로 활용될 수 있다.

Acknowledgments: This work is supported by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement grant funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Grant RS-2022-00142565)

영상분석 기반 서울시 도시고속도로 자율주행 위험구간 산정 및 판단 모형 구축 연구

Development of video-based risk section calculation and judgment algorithm for urban highways in Seoul

나호혁	김홍균	강지민	홍성민	김도경
(서울시립대학교 교통공학과 박사수료)	(서울시립대학교 교통공학과 석사과정)	(서울시립대학교 교통공학과 석사과정)	(서울시립대학교 도시빅데이터융합학과 석사과정)	(서울시립대학교 교통공학·도시빅데이터 융합학과 교수)

고속도로에서 자율주행이 가능한 Level3 상용 자율주행차가 2023년 출시되면서 자율주행차 운행에 대비하여 서울시 도시고속도로의 운행여건에 대한 진단이 선행되어야 할 필요성이 증가하는 실정이다.

또한 고속도로에서 자율주행차 주행 적절성에 대한 연구는 다수 있으나 도시고속도를 실증 대상으로 자율주행차의 운영 적정성을 평가한 연구는 전무한 상황이며, 교통 분야에서 자율주행차 주행 적정성을 판단하기 위한 방법론으로써 영상분석기반 판단 모형을 개발하고자 하는 시도는 없었다.

따라서 본 연구에서는 도시고속도로에서 자율주행차의 운행 적절성을 판단하기 위해서 영상분석 방법론으로써 범용적으로 활용하는 Yolo 분석 방법을 활용하여 자율주행 위험구간 산정 및 판단 모형 개발을 목적으로 한다.

본 연구에서는 Yolo 기반 영상분석 SW를 통해서 자율주행 해제DB를 구축하여 자율주행 위험구간 산정 및 판단을 위한 기반자료로 활용하였다.. 실증조사는 자율주행차 기능이 탑재된 4대의 차량을 활용하였으며, 서울시 도시고속도로 7개 노선을 총 20,172km 주행하여 자율주행 해제 데이터를 수집하였다.

자율주행 해제원인을 분석하기 위해서 선행연구 등을 검토하여 합리적인 해제원인을 정의하였으며, 크게 인적요소, 기하구조적 요소, 기후적 요소와 같이 3개로 구분하였다. 분석결과, 기하구조적 요소가 자율주행 해제 원인에 가장 큰 요인인 것으로 나타났으며, 그 중 “급커브”, “차선 훼손 및 노후화”가 자율주행 해제의 주요한 원인이었다.

서울시 도시고속도로 내 자율주행 위험구간 산정을 위해서 자율주행 해제의 주요 원인인 “급커브”, “차선 훼손 및 노후화”에 의해서 해제된 위치를 GIS를 활용하여 분석한 결과, “강변북로”와 “내부순환로”에서 자율주행 기능이 가장 많이 해제되는 것으로 분석되었다.

또한 본 연구진은 향후 자율주행차의 상용화 시대에 대비하여 자율주행 기능 해제의 주요원인인 “급커브” 및 “차선 훼손 및 노후화”를 판단할 수 있는 모형 개발을 위해서 YOLO 영상분석 방법론을 활용하였으며, 총 1,636장의 해제원인 사진을 라벨링하여 딥러닝 모형의 훈련 데이터로 활용하였다.

모형의 정확도 향상을 위하여 하이퍼 파라미터 중 에포크는 2,000회, 신뢰도는 0.4로 설정하였으며, 분석결과 자율주행 해제원인 판단 모형의 정확도는 약 87~96%로 나타났다.

향후 7개 도시고속도로 외 다양한 기하구조에서의 영상을 수집하여 개발 모형의 자율주행 해제원인 예측력을 검증할 예정이다.

자율주행시대 도시부 도로 Flex Zone 설치 방안 연구

A Study on the Flex Zone Design of Urban Road in the Age ofAutonomous Driving

김보성 (한국도로협회 선임연구원)

윤유정 (한국도로협회 연구원)

윤재용 (한국도로협회 연구위원)

최근 자율주행자동차의 기술개발과 자율주행자동차의 도입이 확실시 됨에 따라 자율주행자동차를 수용할 수 있는 자율주행도로의 설계를 위한 기준 정립이 필요하다. 현재는 자율주행자동차 기술 발전에 따라 인지 반응시간 감소, 가감속도 기능 상승, 차선 변경 이탈 감소 등에 따라 시거 감소, 종단곡선 변화, 도로폭 감소 등의 설계 측면에서의 변화와 자율주행전용차로, Flex Zone 등 신규 설계 개념 도입이 예상되고 있다. 본 연구에서는 자율주행자동차의 규격이 기존의 설계기준자동차와 크게 다르지 않을 것이라는 가정하에 자율주행전용차로, Flex Zone 도입시 도로 설계 측면에서 고려해야할 사항이 무엇인지 파악하고 시뮬레이션 툴(AutoTurn)을 사용하여 차량의 주행 궤적을 고려한 자율주행시대 횡단 설계에 대해 검토하고자 하였다.

Flex Zone 구간에서 차량의 주행 폭원을 분석하기 위해 버스정류장, 비상주차대의 설계 기준과 사람중심도로의 차로폭 설계 기준을 참고하여 Flex Zone 설계(안)을 제시하였다. 차량 길이에 따라 차량의 최소회전반지름이 상이하므로 차종별 주행폭원을 분석하기 위해 Auto Turn에서 제공하고 있는 차종의 제원을 검토하여 국내 설계기준자동차와 동일한 제원의 차종을 활용하였다.

AutoTurn을 활용하여 Flex Zone에서 주행폭원을 분석한 결과 차로 침범 현상이 발생하지 않아 버스 승하차, 노면주차의 설계 기준을 기반으로 Flex Zone을 설계할 경우 활용에 무리가 없을 것으로 판단하였다.

본 연구는 향후 자율주행자동차 도입시 도로 설계 변화에 대한 기초자료로써 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(No. 23AMDP-C160888-03, 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발)

자율주행자동차 유입에 따른 중장기 고속도로 용량 감소 시기 추정

Mid-Long Term Estimation of Highway Capacity Drop Period due to Infulx of the Autonomous Vehicle

이은선
(경기대학교 석사과정)

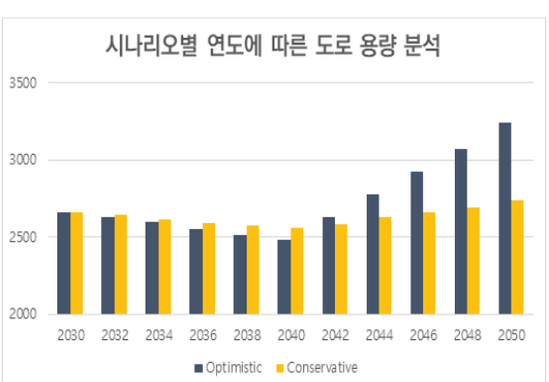
신치현
(경기대학교 교수)

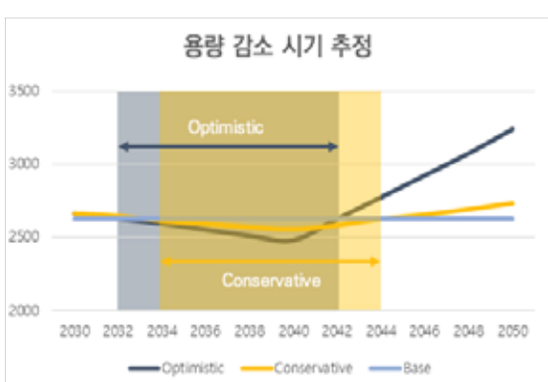
정부는 27년 Lv4 자율주행자동차의 상용화와 30년 Lv4+ 자율주행 핵심기술 확보를 목표로 다양한 기술개발 및 정책 지원을 하고 있다. 현재, 전국 15개 시·도의 24개 지구를 자율주행자동차 시범운행지구로 지정하여 자율주행자동차 개발자들은 실도로에서 자율주행 기술을 점검하며 시민들에게 자율주행 서비스를 제공하고 있다. 이러한 자율주행자동차의 유입은 도로 효율성 및 안전성 향상에 많은 기여를 할 것으로 기대되고 있다.

다만, 현재 실도로에서 운행 중인 자율주행자동차는 사고를 방지하기 위해 비자율주행자동차에 비해 상대적으로 보수적인 주행행태를 보이고 있다. 따라서, 보다 높은 수준의 자율주행자동차가 도로에 다수 유입되기까지는 오랜 시간이 필요할 것으로 예상되며, 자율주행 도입 초기 단계에는 보수적인 수준의 자율주행자동차로 인해 도로용량이 감소하여 도로 효율성이 악화되는 시기가 존재할 수 있을 것으로 예상된다. 도로 효율성에 악영향을 미치는 시기를 최소화하기 위하여 중장기적으로 자율주행자동차의 유입으로 인한 용량 감소 시기를 파악하고 이를 대비할 필요가 있다.

이에 본 연구는 2030년부터 2050년까지 중장기 시점을 대상으로 자율주행자동차가 도로에 유입됨에 따른 고속도로 용량 감소 시기를 추정하였다. 평택JC - 평택고덕IC를 고속도로 기본구간의 용량 분석 대상지로 선정하고 교통 시뮬레이션 프로그램인 VISSIM을 활용하여 네트워크를 구축하였다. 미래의 도로에는 다양한 수준의 자율주행자동차가 주행을 하기 때문에, 모든 자율주행자동차를 하나의 혼입율로 가정한다면 현실적인 미래 도로를 반영하는 데 한계가 있다. 따라서 현실적인 고속도로 용량 분석 및 용량 감소시기를 추정하기 위해 자율주행자동차의 혼입율에 다양한 수준을 함께 고려하고 보수적/낙관적으로 구분하여 시나리오를 구축하였다. 이를 토대로 VISSIM을 활용해 고속도로 기본구간의 용량을 분석하고 용량 감소 시기를 추정하였다.

분석 결과, 보수적 시나리오의 용량 감소 시기는 2034년부터 2044년으로 추정되었으며, 낙관적 시나리오의 용량 감소시기는 2032년부터 2042년으로 추정되었다. 용량 감소 시기를 추정함으로써 해당 시기에 적용 가능한 다양한 운영방안을 사전에 검토하여 도로 효율성에 미치는 악영향을 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.





사사: 본 연구는 “국토교통부/국토교통과학기술진흥원 : 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증기술 개발(21AMDP-C160881-01)”사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

자율주행(VI)

Session

C-11

자율주행자동차 도입에 따른 도로 자산가치 산정 방안

정유미, 김세헌, 도명식

교통시뮬레이션을 활용한 자율주행자동차 법제도 부합성 평가 연구

노치우, 이유진, 소재현

자율주행 통합관제 시스템의 효율적 협력모델 및 운영방안 연구: 경찰청 배곧신도시 테스트 베드를 중심으로

박범구, 김미나, 이아름

자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 유스케이스 개발에 관한 연구

김주영, 소재현

자율주행자동차 시범운행지구 비교 분석을 통한 개선 방안 연구: 수도권을 대상으로

박휘빈, 신치현

자율주행자동차 도입에 따른 도로 자산가치 산정 방안

Estimation of Road Asset Value by Introduction of Autonomous Vehicles

정유미 (한밭대학교 석사 연구원)
김세헌 (한밭대학교 교수)
도명식 (한밭대학교 교수)

정부의 자율주행자동차 도입에 대한 높은 관심과 교통수단 환경 변화에 의해 자율주행자동차의 상용화 및 시장점유율 증가는 도로상에서 자율주행자동차와 일반자동차가 혼재되는 상황을 유발될 것이다. 따라서, 본 연구는 자율주행자동차가 상용화될 것이라는 가정 하에 일반자동차와 자율주행자동차가 도로 네트워크상에 혼재될 경우 도로의 용량 변화를 분석해 회계학적 자산평가 개념을 도입해 기술의 발전에 따른 도로의 효율적 이용 및 토지 이용의 우선순위 의사결정을 위한 도로 자산가치 산정 분석을 하였다.

본 연구에서는 동일한 도로 네트워크에서의 연속류와 단속류 일 때 도로용량 변화에 대한 자산가치 평가를 위해 교통흐름의 종류를 동일한 대상지를 기존의 교차로의 신호 운영 체계가 있는 형태의 단속류와 기하구조 변경을 통해 고속도로와 같은 교통흐름인 연속류의 형태로 변형해 분석을 진행했으며, 자율주행자동차의 혼입률과 교통량을 각각 0%, 50%, 100%로 구분해 시나리오를 설정하였다. 또한, 실제 도로상에 운행되는 다양한 차종에 대한 자율주행 비율을 반영을 위해 승용차·화물차·버스에 대한 중차량비를 동시에 반영하여 분석을 진행하였으며, 미래의 교통량 증가 및 기술의 발전이 연속류 및 단속류일 때 도로용량에 미치는 변화를 분석을 통해 도로의 자산가치를 산정을 목적으로 하고 있다.

본 분석방법론으로 도로용량이란 주어진 도로 환경에서 15분 동안 최대 통과가 가능한 승용차 교통량을 1시간 단위로 환산한 값으로 도로용량의 개념을 바탕으로 도로상 일정한 서비스수준(LOS, Level of service)을 유지하기 위한 교통운행 상태 평가하는 것으로, 이때 도로상 이동성을 확보하고 있는 것은 교통 운행상태가 적절한 서비스수준을 유지하고 있다는 것을 의미하기에 용량분석에서 교통류 상태 규명을 위한 서비스수준 평가는 주어진 도로가 그 기능을 충분히 발휘하고 있는지 평가하는 것으로 도로를 이용하는 차량의 운행 상태의 질을 나타내는 기준으로 A~F까지 6단계로 구분하여, A등급은 교통류의 흐름이 가장 원활한 상태이며, F상태는 가장 악화된 상태를 의미한다. 본 분석에서 연속류와 단속류일 때 자율주행자동차의 혼입률과 교통량 증가에 따른 도로 용량 변화를 편도 2차로(저규격)와 편도 5차로(고규격)으로 구분하여 비교 분석하였다. 또한, 본 분석의 대상지는 국가회계기준에 따른 「일반유형자산과 사회기반시설 회계처리지침」에서 제시하는 사회기반시설의 토지의 대체적 평가방법을 준용하여 토지의 자산가치를 평가하였다.

본 연구는 레벨 4이상의 자율주행자동차의 혼입률과 교통량 변화에 따른 도로용량 변화를 기반으로 회계학적 개념을 도입해 도로 자산가치를 평가하였다. 이를 위해 자율주행자동차의 차량제어변수는 관련 선행연구를 검토해 이를 시뮬레이션 분석에 반영했으며, 승용차, 화물차, 버스의 자율주행 혼입률 및 교통량의 증가에 따른 연속류와 단속류의 도로 용량 변화를 분석하였으며, 도출된 도로 용량에 대해 도로 자산가치 산정은 국가회계기준에 따라 산정하였다. 먼저 연속류와 단속류를 대상으로 한 시뮬레이션에서 모두 교통량이 증가함에 따라 도로용량은 감소하지만, 자율주행자동차의 혼입률이 증가 즉, 기술의 발전에 따라 도로용량이 증가하는 것을 확인하였으며, 그 크기는 저규격 도로보다 고규격 도로일수록 변화의 폭이 더 큰 것을 확인할 수 있었다.

증가하는 도로용량에 따라 도로상에 잉여공간이 발생함에 따라 도로 공간의 재배치가 필요함을 시사하고 있다. 향후 연구에서는 검증된 차종별 제어변수를 적용 및 감응식 신호 상황의 준연속류의 가상 상황을 도입해 자율주행자동차에 보다 효율적인 신호체계를 반영한 연구 필요하며, 분석대상지를 확대할 필요가 있다.

교통시뮬레이션을 활용한 자율주행자동차 법제도 부합성 평가 연구

A Study on Evaluation of Autonomous Vehicle Legal Compliance Using Traffic Simulation

노치우
(아주대학교 DNA플러스융합학과 석사과정)

이유진
(아주대학교 DNA플러스융합학과 석사과정)

소재현
(아주대학교 교통시스템공학과 조교수)

자율주행자동차의 상용화가 가속화되면서 자율주행자동차가 도로에 나와 주변의 차량, 보행자, 자전거 등 다양한 도로이용자들과 조화롭게 주행이 가능할지에 대한 관심과 걱정이 높아지고 있다. 특히, 국내 모든 운전자들은 도로교통과 관련한 여러 규제사항들을 충실히 지켜야 하는 의무가 주어지는데, 자율주행자동차 역시 이러한 도로교통과 관련한 법과 제도에 순응하여 주행할 수 있을지에 대한 우려와 의문이 증대되고 있다. 현재 자율주행자동차의 안전 규제사항으로는 한국교통안전공단의 레벨4 자율주행자동차의 설계에 대한 제작 가이드라인 및 시스템, 주행에 대한 안전 가이드라인이 있지만 자율주행자동차가 지켜야 할 도로교통 측면의 법제사항 및 규제사항에 대한 정의가 이루어지지 않아, 이에 대한 법제도적 검토가 필요한 상황이다. 또한, 도로교통법의 내용은 차량들이 지켜야할 포괄적인 의무사항만을 정의하고 있는데 자율주행자동차에게 규제에 대한 의무사항을 적용하기 위해서는 자율주행자동차 제어 알고리즘에 적용시킬 수 있는 정도의 더욱 구체적이고 객관적인 지표 개발이 필요하다. 따라서, 자율주행자동차의 법제도적 수용성 판단을 위해서는 일차적으로 도로교통 측면의 국내 법제도 검토를 통한 도로교통 안전 준수 의무사항들에 대한 도출이 필요하고, 이를 객관적 지표화하는 등의 연구가 필요할 것으로 보인다.

지난 '자율주행자동차의 도로교통 법규제 수용성 지표 개발을 위한 기초 연구'를 통해 도로교통 주행 및 안전준수와 관련한 여러 규제사항들을 포함하고 있는 도로교통법에 대한 검토를 하며 도로교통법에서 규정하고 있는 안전준수 의무에 대한 내용을 도출하였고, 이에 대한 객관적 지표화를 위한 기초 연구를 진행하였다. 또한 지난 '교통시뮬레이션을 활용한 자율주행자동차 평가 인터페이스 개발'을 통해 딜레마존, 도로 낙하물 발생 등 자율주행자동차의 법규제 부합성 척도 및 대리안전척도간 상충 시나리오들을 정의하고 해당 시나리오들을 교통시뮬레이션에 대입하는 것부터 시나리오 상황에 대한 자율주행자동차의 행태 분석까지 할 수 있는 자율주행자동차 평가 환경에 대한 연구를 진행하였다.

본 연구에서는 자율주행자동차의 도로교통 법제도 부합성을 평가하기 위해 교통시뮬레이션을 활용하여 자율주행자동차의 주의 의무 준수율, 규제법규 준수율, 보호구역 준수율, 감속운행 준수율 등을 평가하고자 한다. 따라서 교통시뮬레이션 상에 해당 평가 환경을 구현하기 위하여 시나리오들의 정적/동적 파라미터 모델링과 Target차량 및 관계 객체들의 모델링을 할 것이며 이를 통해 다양한 시나리오 상황이 발생하였을 때 자율주행자동차의 법제도 부합성 특화 지표와 법규제 부합성-사고위험도간 상충 지표의 분석을 교통시뮬레이션을 활용하여 하고자 한다.

사사: 이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021-0-01352, 자율주행 관련 법규 및 규제 대응 서비스 시나리오 실효성 검증 기술 개발)

자율주행 통합관제 시스템의 효율적 협력모델 및 운영방안 연구: 경찰청 배곧신도시 테스트 베드를 중심으로

Research of Efficient Collaboration Models and Operational Strategies for Autonomous Driving Integrated Control Systems: Focusing on the Police Agency's Test Bed in Baegot New Town

박범구
(경찰청 교통운영과,
자율주행기술개발혁신사업 담당)

김미나
(자율주행기술개발혁신사업
도로교통안전팀장)

이아름
(과학치안진흥센터
선임연구원)

전 세계적으로 자율주행 기술이 발전하는 가운데 국내에서도 범 국가 차원의 준비가 요구되고 있다. 이에 정부는 '21년 4월 유관기관 4개 부처(산자부, 과기부, 국토부, 경찰청) 주도 하에 1조원 이상 규모의 국가 R&D 「자율주행기술개발혁신사업」을 착수하였다. 경찰청은 교통안전시설물, 신호체계, 사고조사 등 도로교통안전과 직결되는 사업을 담당하고 있으며, 각 과제의 개발 기술을 하나의 지역에서 연계·합동 실증하기 위해 시흥시 배곧신도시에 테스트베드를 구축할 예정이다.

테스트베드에는 △안전하고 효율적인 자율주행 운행 관리를 위한 통합관제 플랫폼, △ 음영구간, 야간, 악천후 등에 대응 가능한 현장 기반시설, △ 교통문제 분석 및 교통 예측을 위한 빅데이터 시스템, △네트워크 기반 신호제어 및 돌발상황 관리 시스템 등 기술·인프라가 설치되어 실증될 예정이다.

한편 이와 같은 다양한 정보 수집 및 지시·제어 기술, 현장 시설 등을 유기적으로 연계하기 위해서는 허브센터이자 플랫폼 기능인 '자율주행 통합관제 시스템' 이 구현되어야 한다. 그러나 해당 기능은 기존의 교통센터 역할과 업무 범위가 다른만큼 별도의 전략이 요구되며, 따라서 본 연구에서는 통합관제 시스템의 기능을 분석하고 이를 통해 효율적 협력모델과 운영방안을 제시하고자 한다.

사사: 이 논문은 경찰청 국가연구개발사업 「자율주행기술개발혁신사업」의 연구·실증을 위한 시흥시 배곧신도시 테스트 베드 구축 과정에서 수행된 연구임

자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 유스케이스 개발에 관한 연구

Study on the Development of Autonomous Driving-Based Urban Environment Management Service Use case

김주영
(아주대학교 학석박사통합과정)

소재현
(아주대학교 교수)

우리나라에서는 자율주행자동차의 도입과 발전의 필요성에 대한 논의가 본격적으로 2015년부터 시작되었으며, 모빌리티서 비스 혁신을 위해 자율주행자동차 기술개발 및 실증을 위해 자율주행기술개발혁신사업단(이하 KADIF)를 설립하며, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 국토교통부, 경찰청이 협력하여 자율주행 Lv.4/4+ 기술의 상용화 기반 마련을 위한 연구개발을 하고 있습니다. 현재 15개 시ž도, 24개의 자율주행자동차 시범운행지구가 지정되어 실증을 계획하거나 운영 중이며 지역 주민을 위한 다양한 서비스를 준비하고 있습니다. 이러한 자율주행 서비스들을 상용화를 위해 평가 및 검증을 위한 유스케이스를 도출하는 것은 필수입니다. 따라서, 본 연구에서는 자율주행 기반 서비스 유스케이스 도출 방안을 제안하고자 합니다.

도시환경관리서비스는 자동차, 보행자를 위해 도로의 청결과 안전을 유지하기 위한 서비스를 의미하며 도로 노면청소, 미세먼지 모니터링 및 저감, 코로나 19등 전염병 방역/소독 서비스를 통해 쾌적한 도시환경을 제공합니다. 일반적으로 차량 통행량이 적은 한밤중 또는 새벽시간에 작업을 진행하고 있어 차량 추돌에 의한 교통사고나 기타 안전사고에 항상 노출되어있으며, 디젤차량 운행으로 환경에 영향을 끼치고 있습니다. 도시환경관리서비스를 친환경 자율주행자동차를 활용하여 365일 24시간 친환경 무인 서비스로 작업을 진행하게 되면 도로사고를 줄이고 근무시간에 구애받지 않는 청소 서비스 제공으로 공공서비스 효율을 향상시킬 수 있습니다. 본 연구를 위해 서비스 임무를 기반으로하여 대기지역(차고지 등)과 서비스 구간/구역 간 운행, 서비스 주행 등 총 7건을 정의하였으며, 임무의 흐름(공간적/상황적/시간적) 및 특성을 고려한 유스케이스를 총13건 도출하였습니다. 이후, 선행연구 분석을 통해 유스케이스의 타당성 및 유효성을 확인하고 테스트 시나리오를 총 33건 도출하였습니다. 또한, 테스트 시나리오를 ASAM OpenScenario기반의 템플릿을 개발하여 도로 기하구조 및 교통시설 정보 표기, 서비스 전제조건, 시나리오 변수 등을 통해 기타 실험수행에 필요한 구체적 요소를 정의하였습니다.

따라서, 본 연구에서 제안한 유스케이스 도출방안은 자율주행기반 서비스의 활용과 검증을 위해 필요한 유스케이스를 체계적으로 도출하는데 다방면으로 활용될 것입니다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2023-00236825, 자율주행 Lv.4/4+ 기반 도시환경관리 서비스 기술 개발).

자율주행자동차 시범운행지구 비교 분석을 통한 개선 방안 연구: 수도권을 대상으로

A Comparative Analysis of Autonomous Vehicle Pilot Deployment Zones for Improvement Strategies Research: Focused on the Capital Region of South Korea

박휘빈
(경기대학교 석사과정)

신치현
(경기대학교 교수)

자율주행자동차가 상용화되기 위해서는 실질적으로 기술적·제도적 발전과 사회적 준비가 필요하므로 시간이 더 소요될 것으로 예상된다. 이에 따라 자율주행 개발자에게 실제 도로에서 기술을 점검할 기회를 제공하고, 일반 시민들이 자율주행 서비를 경험할 수 있도록 자율주행자동차 시범운행지구를 운영중에 있다. 시범운행지구는 자율주행 서비스 제공에 필요한 특례를 받을 수 있는 지역으로, 2020년 5월 처음 도입된 후 현재는 전국 15개시·도 24개 지구로 대폭 증가하였다. 서울에서는 중앙버스전용차로 자율주행자동차 시범운행지구, 경남 하동에서는 농촌형 자율주행자동차 시범운행지구가 지정되었으며, 광주광역시에는 무인 저속 청소차의 자율주행 실증 또한 수행된 바 있다. 이처럼, 시범운행지구를 통해 다양한 도로 조건에서 다양한 종류의 자율주행서비스를 경험할 수 있으며, 이는 각 자율주행자동차 시범운행지구의 특징으로 연결될 수 있다. 다만 일부 자율주행자동차 시범운행지구의 경우 매우 낮은 주행속도 혹은 교통량이 적은 도로에서 운영되고 있기 때문에 실제 도로 조건과 유사한 조건에서 자율주행자동차를 주행하기에 쉽지 않은 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 자율주행자동차 시범운행지구의 운영 방안과 주행 행태를 비교 및 분석하여 향후 시범운행지구 선정 시 고려해야할 요인들과 현재 운영 중인 시범운행지구의 개선 방안에 대해 제시하고자 한다.

자율주행자동차 시범운행지구는 2020년 5월 '자율주행차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률'에 따라 국내업체가 각종 법령의 규제에 구애받지 않고 자율주행차를 활용한 유상서비스 실증을 할 수 있는 구역이다. 2023년 10월 기준, 총 24개의 시범운행지구가 선정되었으며, 본 연구에서는 이 중 수도권에 위치한 시범운행지구를 대상으로 분석을 진행하고자 한다. 각 시범운행지구의 운영 방식 및 교통류 특성에 대한 데이터를 수집하기 위해 현장조사를 통해 동승조사를 실시하였다. 또한 드론, Probe Car, 동승조사, 카메라를 이용해 영상데이터를 수집하여 영상분석 프로그램을 통해 분석하여 자율주행자동차 및 비자율주행자동차의 교통류 특성을 추출하였다.





사사: 본 연구는 "국토교통부/국토교통과학기술진흥원 : 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발(21AMDP-C160881-01)"사업의 지원을 받아 수행되었습니다.



Poster Session

5G-V2X 게이트웨이를 통한 See-Through 기능 개발

See-Through Application Development With 5G-V2X Gateway

김기태	이신경	김진우	안경환	박명욱	송유승
(ETRI 연구원)	(ETRI 책임연구원)	(ETRI 선임연구원)	(ETRI 책임연구원)	(ETRI 선임연구원)	(ETRI 책임연구원)

5세대 이동통신 기술(5G)의 등장은 초고속 데이터 전송과 낮은 대기 지연 시간을 제공하며, 이를 통해 센서 데이터 공유, 원격 차량 주행, 차량간 영상 전송 등의 개발 및 연구가 활발하게 진행되고 있다. 5G와 차량 간 통신(V2X)의 결합은 자율주행 자동차 그리고 안전 향상을 위한 다양한 기회를 제공하고 있다. 전방인지를 위해 차량의 전방에 탑재된 카메라는 차량 전방의 상황 인지를 위한 센서와 V2X를 통한 See-Through 기능으로 공유한다면 커넥티드 차량 및 자율주행 차량에서의 교통 안전성을 향상하는 기술에 활용될 수 있다. 본 논문에서는 5G-V2X 기능의 응용 시나리오의 하나로 전방 차량에서 Sidelink 통신을 통해 영상정보를 전달받아 후방 차량의 전방 교통상황에 대한 인지를 돕는 See-Though 기능을 개발하고 통신 성능 검증을 위한 도구를 제시합니다.

See-Through 어플리케이션을 개발하기 위한 시스템은 5G-V2X 게이트웨이를 통해 간접적으로 통신하는 구조로 이루어져 있다. 5G-V2X 게이트웨이는 여러 단말이 5G모뎀을 공유하여 사용할 수 있도록 PDU와 API를 제공하고 연결된 TCP소켓을 통해 원하는 내용의 패킷을 V2X통신으로 전달할 수 있다. 전방차량에 탑재되는 See-Through 어플리케이션의 발신부분은 크게 2개 파트로 이루어져 있다. Capture Thread는 비디오 소스로부터 한개의 프레임을 버퍼에 저장하고 있으며 Packet Generator의 요청이 있을 시 최신 프레

임의 사본을 전달한다. Packet Generator는 프레임 버퍼로부터 최신 프레임을 받아와 패킷화 작업을 하면서 서비스 품질 실험을 위해 패킷 사이즈 및 Loss Rate와 같은 파라미터를 통해 게이트웨이로 나가는 Packet Stream을 변조하는 기능이 구현되어 있다. 후방 차량에 탑재되는 See-Through 어플리케이션의 수신부분에서는 Packet Parser와 Display Thread로 이루어져 있다. Packet Parser는 Packet Stream에서 수신받은 데이터를 PDU에 따라 분류하고 이미지를 생성을 위해 프레임 데이터를 추출하며, 동시에 수신된 패킷의 길이를 합산하여 수신 Throughput을 계산한다. Display Thread는 받아온 프레임 데이터를 통해 매 패킷마다 프레임 버퍼에 해당하는 부분의 픽셀 정보를 업데이트하며 주기적으로 영상을 표시하고 프레임 번호를 통해 프레임변화시 수신된 이미지 패킷의 합을 통해 해당 프레임에 대한 Loss Rate를 계산한다. See-Through를 위한 패킷 구조는 먼저 5G-V2X게이트웨이 API인 V2X Header가 있으며, Frame을 위한 해더에 3바이트의 아스키코드 'SVT'로 구분자를 두어 해당 패킷이 프레임정보를 담고 있음을 구분한다. 이어서, 1바이트의 프레임 카운터를 두어 프레임의 갱신 여부를 알 수 있게 하고 해당 프레임의 시작 위치를 4바이트로 기록해 수신된 정보에서 해당 픽셀 영역을 업데이트할 수 있게 했다. 패킷 구조에서 프레임의 크기인 높이와 폭에 대한 크기를 각 2바이트로 두어 프레임의 전체 사이즈와 이미지의 해상도가 변화를 감지할 수 있도록 설계했다.

개발된 기능의 실험은 기존에 녹화된 샘플 동영상을 이용하여 진행했다. 샘플 비디오는 640x480의 해상도를 가지고 초당 30프레임으로 녹화된 전방 화면을 이용했다. Throughput의 계산은 100ms간 수신된 패킷 크기의 합을 t로 나누어 계산했다. 소프트웨어의 기능 확인을 위해 루프백 환경에서 테스트를 진행했다. Packet Generator의 Loss Rate 변화량과 패킷사이즈에 따라 수신측의 Thoughput은 LossRate에 반비례하여 리니어한 변화를 보였다. 반면, 패킷 사이즈가 작은 경우, 패킷 사이즈가 큰 경우보다 오버헤드에 의해 Throughput 증가하는 결과를 보였다. 패킷 로스가 증가함에 따라 수신받은 이미지에는 가로줄 형태의 노이즈가 증가하는 결과를 보였다.

본 논문에서는 5G-V2X 게이트웨이를 이용하는 See-Though 기능을 개발하고 통신 성능 및 응용 시나리오를 수행하기 위한 소프트웨어를 개발하고 이를 이용해 통신 성능 검증 및 수신받은 이미지 프레임의 형상이나 통신 프로토콜 특성을 분석할 수 있는 도구를 제시한다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 정보통신·방송연구개발사업의 일환으로 수행하였음.[2022-0-00199, 커넥티드 자율주행을 위한 5G-NR-V2X 성능 검증]

실시간 교통정보를 고려한 C-ITS 기반 감응신호 제어 전략: GLOSA 중심 연구

Actuated Signal Control Policies Considering Real-Time Traffic Information Based C-ITS Services

김도현
(서울시립대학교
교통공학과 석사과정)

변지혜
(서울시립대학교
교통공학과 조교수)

이승현
(서울시립대학교
교통공학과 부교수)

연속된 신호 교차로에서 원활한 교통 흐름을 유지하기 위해서는 적절한 신호 제어 시스템이 구축되어야 한다. 현재 협력 지능형 교통 시스템(C-ITS)은 사물인터넷(IoT) 기반의 기술로써 첨단 무선 통신 기술을 사용하여 개별 차량의 위치를 파악할 수 있도록 하며 이를 기반으로 실시간 정보를 활용한 경로 안내, 속도 조언 서비스 등을 제공하고 있다. 특히, 속도 조언의 경우 GLOSA(Green Light Optimal Speed Advisory) 서비스는 각 차량 단위로 교차로에 진입 시 멈추지 않고 교차로를 통과할 수 있도록 운전자에게 속도를 조언하는 방식으로, 차량의 급제동/정지를 방지하고 불필요한 가/감속 행위를 줄여 차량 1대당 배기가스 배출량을 감소시키며 속도 초과로 인한 교차로 내 사고 발생 위험을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 이와 관련해서 GLOSA를 포함한 신호 최적화 기법, 차량 동역학을 기반으로 하는 최적 속도 조언 기법, 교차로 용량을 늘리기 위해 신호정보와 연계된 속도 최적화 기법 등 다양한 교차로 제어 연구가 진행되고 있으며 높은 효율의 교차로 운영을 위해서 적응형 또는 감응 신호 제어기법과 연계한 방법도 존재한다.

GLOSA의 기본 알고리즘은 실시간 차량의 궤적 데이터를 통해 받은 위치 정보를 기반으로 교차로 및 진입 차량 사이의 거리와 차량의 교차로 진입 당시의 남은 신호 시간을 반영하여 속도를 제공하는 방식을 취하고 있다. 하지만 실제로 많은 차량이 교차로에 존재하기 때문에 실시간 교통정보의 반영이 필수적이며, 기존 연구에선 대부분 이와 관련된 변수를 사용하지 않았다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 C-ITS 기술을 활용한 실시간 정보가 반영된 교차로 제어 모델 제시하고자 한다. 본 연구에서는 3가지 주요 기법이 사용되었으며, 첫 번째로 보존방정식을 기반으로 하는 실시간 대기행렬 추정값을 이용하는 방식을 사용하였다, 교차로에 상류부와 정지선에 존재하는 루프 검지기에서 수집된 impulse memory를 통해 초 단위로 차량의 진/출입을 확인하여 이전 시간 단계의 대기행렬과 현재 단계에서의 진입 차량을 기반으로 대기행렬을 추정한다. 두 번째, 신호 제어 기법의 종류로 하류부 루프 검지기에 의해 차량이 검지될 경우 녹색시간을 연장하도록 하는 감응 신호 제어를 대기행렬 추정값과 연계하여 적절한 신호 연장시간을 도출한다. 마지막으로 교차로 용량 증대, 안전 및 환경 친화에 장점을 가진 GLOSA 서비스를 감응 신호 및 대기행렬 추정값과 연계하여 적절한 속도를 운전자에게 조언하도록 하는 모델을 구축하였다.

본 연구에선 평가 지표로써 이용 효율 측면에서 차량의 정지 시간, 환경 친화적 측면에서 이산화 탄소 배출량에 대한 결과를 OBU 보급률에 따라 비교분석 하였다. 결론적으로 본 연구에서 제시된 모델은 OBU 보급률이 100%인 경우 차량 1대당 기존 인프라 대비 평균 약 5.5%의 이산화탄소 배출 감소와 약 1초의 정지 시간이 절약되었으며 제시된 모델은 향후 C-ITS 설치 전 효과 평가를 위한 평가 Framework로써 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구 재단의 지원을 받아 수행 되었습니다 (No.RS-2023-00240733)

지능형 원격지원 기술을 위한 주행 환경 센서 데이터 요구사항 개발에 관한 연구

A Study on the development of driving environment sensor data requirements for Intelligent Teleoperation Technology

김준영	김태형	윤윤기	김봉섭	윤경수
(지능형자동차부품 진흥원)	(지능형자동차부품 진흥원)	(지능형자동차부품 진흥원)	(지능형자동차부품 진흥원)	(지능형자동차부품 진흥원)

Level3 이상의 자율주행 자동차가 출시되면서 자율주행 기술이 고도화되고 있으나, 기술 구현의 한계와 운전자 대응 부족으로 사고 가능성이 존재한다. Level 3 이상의 자율주행 자동차는 고장, 한계 성능 등으로 발생하는 문제를 자체적으로 해결할 수 있어야 하므로 폴백(fallback) 발생 시 '위험 최소화 상태'(Minimal Risk Condition: MRC)에 도달하기 위한 위험 상황 대응이 필수적으로 요구된다. 위험 상황에 대응하기 위한 기술로 외부 지능을 활용한 원격지원 기술이 대두되고 있다. 원격지원 기술이란 차량의 자율주행이 가능한 상태를 진단하고 차량 내 이상 상황 및 한계에 도달할 때 적절한 서비스를 제안하는 것을 말한다.

본 논문에서는 자율주행 자동차의 원격지원을 판단하기 위한 센서 데이터 전송 요구사항을 정의하고자 한다. 원격지원을 판단하기 위한 데이터 전송 시 자율주행 자동차의 안정성을 위한 최소한의 지연 시간(latency)이 요구된다. 지연 시간을 최소화하기 위해서는 클라우드에 전송하는 데이터양이 대역폭보다 작아야 하며, 일반적으로 사용하는 네트워크 속도를 통해 센서별 데이터 크기와 센서를 구성하는 방법에 대한 요구사항을 정의하고자 한다. 지연 시간은 크게 두 가지로 'uplink 지연'과 'downlink 지연'으로 정의하는데 'uplink 지연'은 자율주행차량이 전송하는 센서 데이터가 원격지의 출력장치에 출력될 때까지의 지연시간을 의미하고 'downlink 지연'은 원격지의 차량 제어신호가 자율주행 자동차까지 전달될 때까지 발생하는 지연을 의미한다. 이 지연 시간을 모두 합한 지연 시간을 '전체 지연 시간(total latency)'이라고 정의한다.

전체 지연 시간이 170ms보다 작을 때는 고속(약 70km/h 이상)으로 주행이 가능하고 500ms에 다다르면 저속(30km/h 이하)의 자율주행이 가능했으며, 700ms를 초과하면 원격지원 기술이 어려운 것으로 확인이 되었다.

전체 지연 시간 중 네트워크 전송을 위한 'network latency'가 존재하며 이는 조절 가능한 요소가 아닌 개발자가 시스템에 적응해야 하고 상시 측정되고 관리가 되어야 한다. 2022년도 과학기술정보통신부의 통신서비스 점검 및 품질평가 결과에 따르면 3통신사의 평균 4G 업로드 및 다운로드 속도는 각각 39.4Mbps, 151.9Mbps로 발표가 되었고 이는 약 4.9 MB/s의 속도로 데이터를 업로드할 수 있다.

예를 들어 AVM(Around View Monitoring system)을 이용한 카메라 센서 4대(각 카메라는 FHD, 30Hz), 전방 카메라 센서 1대(FHD, 30Hz), velodyne-128ch 1대(single return mode, 10Hz), GPS 센서 및 IMU 센서와 함께 4G 네트워크를 이용하는 자율주행 자동차인 경우에는 4G의 평균 업로드 속도인 4.9MB/s보다는 총 데이터량을 작게 설계 해야 한다. 카메라 센서 5대는 H264 인코딩을 이용하면 2.85MB/s의 속도가 필요하기 때문에 lidar 센서의 데이터가 1초에 2.0MB 이하가 될 수 있게 down-sampling을 해야 한다.

본 논문에서는 자율주행차량 오류 및 한계 상황 시 원격지원을 받기 위한 센서 데이터 요구사항들에 대하여 기술하였다. 실제 자율주행 시에는 악조건들이 많기 때문에 기술한 요구사항을 적용하기 위해서는 통신 데이터 전송 기술, 데이터 압축 기술 개발 등의 연구가 복합적으로 이뤄져야 한다.

향후, 더욱 효율적인 데이터 통신을 위한 데이터 압축 기술, 센서 구성에 대해서 연구할 계획이다.

사사: 본 논문은 정보통신기획평가원 자율주행 기술개발 혁신사업(과제번호:RS-2023-00229833)의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제명: 클라우드 기반 자율주행 차량 오류 및 한계 상황 지능형 원격지원 기술 개발)

도시교통정보센터 돌발정보 현황 분석 및 개선방안연구

A study on the status and Improvement of the emergency information at the Urban Traffic Information Center

류지수
(도로교통공단 연구원)

도로교통공단에서 운영 중인 도시교통정보센터는 전국 주요 도시에 설치된 교통 인프라로부터 실시간으로 교통소통정보, 돌발정보, CCTV 영상정보, 그 외 교통안전정보를 등을 수집하여, 이를 지자체 및 민간 업체로 정보를 제공하는 국내 교통정보의 허브센터 역할을 수행하고 있다.

도시교통정보센터의 돌발정보는 현장의 교통경찰로부터 '교통알림e'라는 어플리케이션을 통해 수집하고 있으며, 교통소통 영향을 파악하기 위해 도로의 소통상황과 돌발상황의 등급을 구분하고 있다.

돌발정보서비스는 일반운전자들에게도 유용한 서비스이지만, 자율주행차의 안전한 주행을 위해서도 반드시 필요한 정보이다. 이를 위해 본 연구에서는 돌발정보의 분석을 통해 문제점을 확인, 개선하기 위한 목적으로 진행되었다.

돌발정보는 총 19개 항목으로 구성되어 있으며, 본 연구에서는 지역, 도로명, 돌발등급, 소통정보, 사고유형, 사고서브유형, 시작일시, 종료일시, 지속시간 데이터를 분석에 사용했다. 그 중 돌발정보의 유형은 사고, 공사, 행사, 기상, 통제 등 5가지로 구분 가능하다. 공사 및 행사 정보는 사전 계획 일정으로 정보가 입력된 유형이며, 기상과 통제 정보는 거의 수집되지 않아 분석에 사용하지 않았다.

또한 돌발정보의 등급은 A, B, C등급으로 구분하며, 소통정보는 차량의 속도에 따라 원할, 서행, 지체로 구분된다.

돌발정보의 문제점을 검토하기 위해 2019년부터 2021년까지 최근 3년간 수집된 돌발정보를 분석하였으며, 돌발정보의 유형은 사고, 공사, 행사의 정보로 분류하여 분석을 진행했다.

부정확한 정보 입력에 대한 문제를 개선하기 위해 돌발정보 코드에 대한 명확한 가이드라인 제시와 담당자 실적 평가지표 변경, TBN 통신원 활용 등 정보 수집원을 다양화 할 수 있는 방안을 제시하였다.

돌발정보를 검증하기 위한 방안으로 CCTV영상정보 제공을 제시했으며, 중복된 돌발정보에 대한 모니터링 시스템 운영 및 관리, 돌발정보 활용 기관 의견 조사를 통한 정보의 정확도 및 신뢰성을 향상할 수 있는 방안을 제시하였다.

본 연구는 도시교통정보센터의 돌발정보관리시스템의 문제점을 분석하고 개선하기 위한 목적으로 진행되었다.

현재 발생되고 있는 문제점을 개선하고, 미래 자율주행차 시대를 대비하기 위해서도 장기적으로 기술 고도화를 진행할 필요가 있다.

주행 안전 보장을 위한 머신러닝 기반 침입 탐지

Machine learning-Based Intrusion Detection to Ensure Driving Safety

박서희	박재한	주승현	백영미
(창신대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 학부생)	(창신대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 학부생)	(창신대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 학부생)	(창신대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수)

C-ITS(Cooperative-Intelligent Transport Systems)는 자율주행 차량과 소통하여 주행 안전을 돕는 핵심 기술이다. C-ITS에서는 자동차에 설치된 장치와 도로에 설치된 기지국, 서비스센터의 트래픽 제어 및 관리 시스템, 휴대전화 단말기와 모두 소통이 가능하고 이를 통해 안전한 교통 인프라 관리도 가능해진다. 그러나 도로 위 다양한 요소들과 자동차가 실시간으로 양방향 통신이 가능해지면서 주행 중 자동차는 광범위한 보안 문제에 직면하고 있다. 자동차는 운전자의 편의성을 위해 다량의 전자제어장치가 탑재되고 있으며 CAN(Controller Area Network) 프로토콜을 사용하여 통신한다. 하지만 CAN은 통신에 있어서 별다른 보안 메커니즘을 제공하고 있지 않으므로 차량을 대상으로한 사이버 공격으로부터 안전을 보장받을 수 없다. 본 논문은 이와 같은 CAN의 취약점을 보완하고 차량의 주행 안전을 보장하기 위해 머신러닝 기반의 침입 탐지 시스템을 제안하였다. 본 시스템은 머신러닝을 사용하여 주행 시 예상되는 CAN 데이터를 학습하고 이를 기반으로 차량 내 정상 데이터와 비정상 데이터를 구별한다. 차량 내 공유되는 일반 메시지와 다양한 유형의 공격 메시지를 높은 정확도로 분류하기 위해 결정트리 모델을 사용하였다. 주행 데이터를 기반으로 일반 메시지와 공격 메시지를 생성하였고, 일반 메시지가 도청되었다는 가정하에 메시지 변조 공격, 재전송 공격, 전사 공격, 총 세 가지의 공격 모델을 사용하였다. 데이터 패턴 분석을 통해 분류 기준이 되는 속성인 메시지 전송 주기, 현재 메시지의 과거의 수신 여부, 현재 메시지와 과거 수신한 메시지 값의 차이, MAC(Message Authentication Code) 일치 여부로 총 4가지를 정의하였다. 이를 기반으로 데이터셋을 생성하였고, 데이터셋의 75%는 학습 데이터셋으로, 25%는 테스팅 데이터셋으로 사용하였다. 결정트리 학습 후 분류 성능을 측정한 결과, 분류 정확도에서 일반 메시지, 재전송 공격 메시지, 전사 공격 메시지에 대해서 100%의 분류 성능을 보여주었다. 50%만 식별된 메시지 변조 공격 메시지에 경우에는 현재 메시지의 과거 수신 여부와 과거 수신한 메시지의 값의 차이를 판단하는 속성에 대한 기준치를 재정의한다면 탐지 정확도가 올라갈 것으로 보인다.

Acknowledgments: This work was supported by the Gyeongnam SW Convergence Cluster 2.0(Strengthening specialized industries) and by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2021R1F1A1048179).

자율주행자동차가 혼재된 도로에서 돌발상황 발생 시 대응 전략

Strategies for responding to unexpected situations on roads mixed with self-driving cars

윤윤기	김세영	한종호	윤형석	김봉섭	윤경수
(지능형자동차 부품진흥원 팀장)	(지능형자동차 부품진흥원 주임연구원)	(지능형자동차 부품진흥원 선임연구원)	(지능형자동차 부품진흥원 주임연구원)	(지능형자동차 부품진흥원 실장)	(지능형자동차 부품진흥원 본부장)

Lv. 4 이상의 자율주행자동차와 일반 차량이 혼재된 도로에서 돌발 상황 및 재난 발생 시 기존 대응 방안과는 다른 대응 전략이 필요하다. 현재 돌발 상황을 검지하고, 관련 정보를 전송하는 연구는 진행되었지만, 자율주행자동차가 대응할 수 있는 전략은 추가 연구가 필요한 실정이다. 본 논문에서는 자율주행자동차가 혼재된 상황에서 돌발상황이 발생하였을 때 돌발상황 유형에 따른 대응 전략을 제시하고자 한다.

돌발상황 검지기가 돌발상황을 검지한 후 해당 정보를 관제센터 또는 주변 자율주행자동차에 전송하고, 돌발 유형, 돌발 규모 등에 따라 자율주행자동차가 대응하게 된다. 제시된 대응 전략은 C-ITS가 설치된 지자체의 기존 돌발상황 대응 방안을 참고하였으며, 자율주행자동차의 레벨에 따라 대응 전략을 작성하였다. 대응 전략은 돌발등급에 따라 다르며, 기존 돌발등급 (A, B, C)과 자율주행자동차 혼합 등급(a, b, c) 등급으로 분류하였다. 자율주행자동차 Lv. 1-2의 대응 전략은 기존 돌발등급과 동일하고, 자율주행자동차 Lv. 3-4의 대응 전략과 Lv. 5의 대응 전략은 등급과 자율주행자동차 레벨에 따라 분류하였다.

자율주행자동차가 혼재된 도로의 돌발 상황 대응을 위한 전체 프로세스는 다음과 같다. 먼저, 돌발상황 검지기가 돌발상황을 검지하고, 교통사고 위치, 규모, 점거 차로 등의 정보를 주변 자율주행자동차와 관제센터에 전송한다. 그 후 일반 차량의 경로를 예측하여 주변 자율주행자동차에 회피 경로를 전송하고, 돌발 발생지점의 지·정체를 줄이기 위해 신호를 제어하여 해당 구간으로의 진입을 차단한다. A 등급은 반드시 현장 통제자가 출동하여 현장을 처리하고, B 등급은 사고 규모, 상황에 따라 현장 통제자가 출동하며, C 등급은 현장 통제자가 출동하지 않는다. 출동한 현장 통제자는 통합단말기를 이용하여 현장을 보며 신호를 제어하고, 디지털 수신호를 이용하여 해당 구간의 진입을 억제한다. 이때 대응할 수 없는 자율주행자동차는 통합단말기를 이용하여 원격 견인을 시행한다.

본 논문에서는 자율주행자동차와 일반 차량이 혼재된 도로에서 돌발상황 및 재난 발생 시 현장을 제어하기 위한 대응 전략을 제시하였다. 이를 통해 자율주행자동차가 돌발상황에 신속하게 대처하고, 관제센터에 해당 정보를 전송함으로써 도로의 혼잡도를 감소시키고, 2차 사고를 예방할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 시나리오를 기반으로 주행시험장 내에서 시연할 수 있는 시나리오를 도출할 예정이며, 테스트를 통해 검증하고자 한다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No.092021C29S02000, 돌발 상황 및 재난 발생 시 도로교통 네트워크 통제를 위한 현장제어 기술개발)

간선도로 신호최적화를 위한 MILP 기반 연동폭 최대화 모형 개발

Development of a MILP-Based Bandwidth Maximization Model for Optimal Signalization of Arterial Roads

이윤섭	김민지	한여희	김영찬
(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 박사과정)	(서울시립대학교 연구교수)	(서울시립대학교 교수)

간선도로 신호 최적화는 도시의 교통 흐름을 효과적으로 관리하고, 교통 체증을 완화하여 운전자와 보행자 모두에게 안전과 편의를 제공하는 중요한 과제이다. 기존 선행연구들은 전통적인 시간-공간 다이어그램에서 성립되는 복잡한 LOOP EQUATION을 기반으로 연동폭을 최대화하였다. 이에 본 연구는 오프셋을 진행 시간에 대하여 조정한 변형된 시간-공간 다이어그램 상에서 혼합 정수 선형 계획법을 사용하여 오프셋, 현시순서를 최적화 할 수 있는 직관적이고 체계적인 연동폭 최대화 모형을 제시하였다.

본 연구는 기존의 시공도와 다르게 옵셋을 진행시간에 대하여 조정한 변형된 시공도를 이용하였다. 변형된 시공도 상에서 신호주기 진행 중 t시점에서 모든 교차로의 신호정보는 기울기가 ∞인 직선 상에 위치하게 된다. 따라서, 변형된 시공도 상에서 각 교차로별로 1~C초 중 녹색시간에는 0, 적색시간에는 1의 값을 가지는 이진변수를 생성하여 신호정보를 인식하였다. 이때 t시점에서 모든 교차로의 이진변수 값의 합이 0이 된다면 t시점에 최상류부 교차로에서 출발하는 차량은 N번째 교차로까지 자유속도로 이동이 가능하다. 즉, t시점에 연동폭을 형성하게 된다. 이를 통해 본 연구는 모든 교차로의 이진변수 값의 합이 0되는 시점의 횟수를 최대화하는 MILP 모형을 구현하여 교차로 옵셋을 최적화하였다.

본 연구에서 제시한 모형의 효과를 확인하기 위해 MAXBAND LP2 모형을 대조군으로 설정하여 비교 및 분석하였다. 공간적 범위는 서울시 강남구 남부순환로 '도곡역-대치역' 구간의 5개 교차로를 대상으로 하였다. 신호 자료는 서울시 교통안전시설물관리시스템(T-GIS)에서 제공하는 자료를 이용하였다. 분석을 위해 현황 신호주기인 160초를 두 모형에 동일하게 적용하였으며, 두 모형 모두 혼합 정수 선형 계획 프로그램인 GUROBI를 이용하여 최적 해를 산출하였다. 분석 결과 MAXBAND LP2는 49.4초, Research model은 49초로 이진변수들의 합으로 이루어지는 연구모델 특성상 소숫점을 반영하는 점을 제외하면 연동폭 최대화 결과를 얻었다.

본 연구는 전통적인 연동폭 최대화 모형들과는 다르게 직관적이고 단계적인 접근방식으로 연동폭을 최대화하였으나, 결론적으로 기존 모델과 유사한 연동폭 최대화 효과를 얻었다. 따라서 연동폭의 크기만을 고려하는 기존 모형들과는 다르게 주기 전체에 대한 고려가 가능한 연구모델의 특성을 살릴 수 있는 향후 연구가 필요하다.

Acknowledgments: This work was supported by a Korea Institute of Police Technology (KIPoT) grant funded by the Korean government (KNPA) (092021C29S01000).

자율협력주행을 위한 PVD 메시지의 표준 개발 현황

Standardization of PVD Message for Automated Cooperative Driving

장은혜	박수진	최종찬	유재준
(한국전자통신연구원 책임연구원)	(한국표준협회 위원)	(한국산업지능화협회 국가표준코디네이터)	(한국전자통신연구원 책임연구원)

차세대 지능형 교통체계 (Cooperative-Intelligent Transport Systems: C-ITS)는 양방향 정보 통신을 기반으로 차량과 도로시설물 간의 정보 전달을 통해 차량에서 다양한 안전 서비스를 제공할 수 있고, 차량-차량, 혹은 차량-인프라 간에 양방향 데이터를 교환함으로써 신속한 상황 대처뿐 아니라, 교통사고 등의 사전 예방을 가능하게 한다. 신속하고 정확한 정보 교환을 위해서는 많은 데이터 중에서 필요한 정보를 규격화된 형태로 전달하는 것이 필수적이다[1]. 이를 위해 최근 V2X를 기반으로 차량과 외부 인프라 간에 교환되는 정보들을 표준화된 형식으로 정의하려는 연구들이 진행되고 있다. 국제표준기구인 ISO, SAE 등에서 이와 관련된 여러 표준들이 논의되고 있는데, 미국자동차공학회(SAE, Society of Automotive Engineers)에서 논의를 통해 제정해 오고 있는 J2735는 다양한 V2X 응용 서비스를 위해 참고될 수 있는 메시지 셋을 정의한다[2]. 국내에서도 정보 교환을 위한 인프라 구축을 위해 표준화 작업이 수행되고 있는데, C-ITS 메시지가 대표적이다[3]. C-ITS 메시지는 차량단말기 간, 노변 기지국-차량단말기 간 데이터 교환을 위한 메시지 셋을 의미하며, 각 용도에 따라 BSM(Basic Safety Message), MAP (Map Data), PVD(Probe Data Management), TIM(Traveler Information Message), RSA(Road Side Alert) 등을 포함한다.

본 논문에서는 자율주행차 분야의 데이터 표준 개발을 위해 현재 수행 중인 PVD 메시지 구성안에 대해 소개한다. PVD 메시지는 차량으로부터 주행 환경, 상태 정보 및 차량 운행 행태에 대한 위치 기반 차량 정보를 수집하여 차량의 상태를 외부로 전달하기 위한 목적으로, 일반적으로 특수 목적을 가진 차량에 대해 활용되는 메시지이다. 본 연구에서는 SAE J2735에 정의된 PVD 메시지와 국내 C-ITS 메시지의 하나인 PVD 메시지를 구성하는 데이터 프레임과 데이터 요소를 활용하여 PVD 메시지를 구성하였다. PVD 메시지는 총 25개의 데이터 프레임과 61개의 데이터 요소로 정의되었다.

구체적으로는 PVD 메시지를 통해 전달되는 주요 정보는 메시지 전송 정보(timeStamp), 메시지를 전송하는 차량의 식별 정보(segNum,probeID), 차량의 위치, 속도, 방향 등을 포함한 이동 경로에 대한 차량 주행 정보(startVector), 차량 유형 정보(vehicleType), 차량의 안전과 관련된 차량 상태 정보(snapshots), 기타 확장 정보(regional)이다. 또한 국내 지역 확장(regional)을 정의하는 데이터 프레임(ProbeVehicleData-KOR)은 메시지의 식별자 정보(msgID), 차로 정보(curlane), ADAS 정보(adas), 운전자의 상태 정보(driverStatus), 차량에 장착된 장비의 상태 정보(deviceStatus), 차량의 탑승 동작(transitStatus) 및 탑승객 정보(transitOccupancy), 도로 위의 작업 정보(roadWorkInfo), PVD 메시지를 전송하는 차량과 관련된 이벤트 또는 서비스에 대한 정보(eventOrSvcInfo), PVD 전송 후 수신 또는 송신한 메시지들에 대한 로그(msgLogs), 차량 제어 상황 정보(vehicleControlInfo), 차량 주행 상황 정보(drivingStatus), 연료 정보(fuelStatus) 및 차량의 주행과 관련하여 일부 센서에 대해 획득된 센싱값(sensorValues)의 14개 항목을 포함하도록 하였다.

본 논문에서는 C-ITS 또는 협력형 자율주행에서 위치 기반 차량의 상태 정보 및 주행 환경 정보를 외부로 전달하기 위한 PVD 메시지의 구성안을 제안하였다. 이러한 메시지가 현장에서 정확하고 효율적으로 적용되기 위해서는 향후 관련된 국내 표준화 등을 고려해야 하며, PVD 메시지 외에도 SAE J2735에서 정의되는 TIM, RSA와 같은 다른 메시지들을 포괄하여 구성할 필요가 있다.

사사: 본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원에서 지원하는 “자율주행차 분야 데이터 표준개발 및 실증체계 구축·운영” 과제(20014881)와 관련하여 수행되었습니다.

참고문헌

1. 나채민, 가동호, 여화수, “차세대 지능형 교통 체계(C-ITS) 기술 동향”, 2022.

2. SAE J2735 V2X Message Set Dictionary, Available: https://www.sae.org/standards/content/j2735_202007/, SAE, 2020.

3. 한국 지능형 교통 체계 협회, “C-ITS 서비스를 위한 메시지 규격서 - BSM, PVD”, 2016.

신호교차로 운영을 위한 다중 교통정보 융합 모형 개발

Development of multi-traffic information convergence model for signal intersections

이민형
(도로교통공단 책임연구원)

안휘근
(도로교통공단 연구원)

전지환
(도로교통공단 연구원)

최근 센서 및 인공지능의 발달로 다양한 형태의 검지기가 개발되고 있다. 신호교차로의 제어를 위해 사용되는 검지체계는 크게 지점, 구간, 위치기반 검지체계로 구분될 수 있다. 1990년대에는 도시부 교통정체 해소를 위해 개발된 신신호시스템(COSMOS; Cycle, Offset, Split, Model for Seoul)은 특정 지점에 루프코일을 매설하는 지점검지체계를 활용하였고 지점에 매설된 검지기의 유지와 보수에 대한 이슈가 발생하였다. 이후 무선통신의 발달로 구간에서 교통정보를 수집할 수 있게 되었으며, 최근 스마트폰의 보급과 자율주행차의 등장은 위치기반의 검지정보를 수집할 수 있는 여건을 마련하였다. 하지만 구간 및 위치기반의 검지체계는 샘플차량이 확보되어야 하는 문제점을 내포하고 있다.따라서, 본 연구에서는 지점검지체계와 구간검지체계가 가지는 장점을 활용하고 각 검지체계가 가지고 있는 단점을 보완하기 위해 다중 교통정보를 활용한 교차로의 포화도 추정 모형을 개발하였다.

모형은 지점검지기와 구간검지기가 복수로 설치된 환경을 가정하고 있다. 먼저 지점검지기를 통해 수집된 교통량과 구간검지기를 통해 수집된 통행시간을 활용하여 각 정보에서 포화도와 지체를 수집하여 같은 신호시간동안 다수의 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 기존은 지체-포화도의 관계로 표현될 수 있다. 하지만 지점검지체계의 특성상 과포화시의 교통량을 수집할 수 없으므로 포화도가 증가할수록 지체시간이 특정 지점에서 증가하는 형태를 보인다. 따라서 본 모형에서는 좌표변환을 통해 비포화상황에 있는 과포화시 지체들을 이동시키고 기존 Highway Capacity Manual의 가정과 구간검지체계에서 수집되는 정보의 차이를 보완하기 위한 절차들을 수립하였다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No.092021C29S01000, 네트워크 제어를 위한 교통정체 및 혼잡 운영관리 기술 개발)

This work was supported by Korea Institute of Police Technology (KIPoT) grant funded by the Korea government(KNPA) (No.092021C29S01000,Development of Traffic Congestion Management System for Urban Network)

E-scooter 도로유형별 속도에 따른 주행위험요인 분석

Analysis of E-scooter Risk Factors by Road Types on Different Speed Levels

노찬우	이재덕	안세영	이상범	장일준
(가천대학교 교통연구실)	(가천대학교 교통연구실)	(가천대학교 교통연구실)	(가천대학교 교통연구실)	(가천대학교 교통연구실)

E-scooter는 새로운 개념의 1인 교통수단으로, 이용량이 증가함과 동시에 관련 교통사고가 급증하여 E-scooter 안전 문제가 지속적으로 언급되고 있다. E-scooter는 구조 상 작은 바퀴로 인해 주변 환경에 영향을 많이 받아 전도 단독사고가 대부분이다. 이에 국내에서는 personal mobility 최고속도 하향의 필요성을 제기하였으며, 현재 국외는 최고속도 기준을 하향 규제하여 실시하고 있다. 따라서 본 연구는 E-scooter의 안전한 주행을 위해 주행특성에 영향을 주는 요소를 도로유형별로 파악하고자 하며 최고속도를 하향하는 사회적 추세에 따라 속도별 위험요인 분석을 진행하였다. 본 연구는 실차주행을 통해 일반도로, 자전거보행자겸용도로를 대상으로 도로환경에 따른 주행특성을 도출하고, 주행위험요인을 속도별로 비교 분석하였다. 주행위험요인은 실험자가 주행 중 위험하다고 판단한 도로환경요소로 설정하였으며, 다중회귀분석을 통해 주행특성과 주행위험요인의 상관관계를 실시하였다. 그 결과 모든 도로에서 속도가 높을수록 주행불안정이 발생하며, 도로유형별로 도출된 주행위험요인은 다르게 도출되었다. 본 연구는 E-scooter의 주행안전성 확보를 위해 모든 도로에 대한 최고속도 하향의 필요성을 검증하였으며 속도 규제뿐만 아니라 주행경로 상 장애물 방지 필요성을 시사점으로 도출하였다. 또한 본 연구에서 도출한 주행위험요인은 다양한 도로유형에 대한 속도별로 제시한 점과, 모빌리티의 주행특성과 더불어 이용자의 인적요인이 반영된 점에서 의의가 있다.

사사: 본 논문은 2022년 대한민국 행정안전부 국민수요 맞춤형 생활안전 연구개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (2022-MOIS41-001)

초소형 전기차 이동서비스 발전을 위한 사용자 만족도 및 선호 요금제 조사에 관한 연구

A Study on the User Satisfaction and Preference Surveys for Micro Electric Vehicles Services

김민준
(서울시립대학교
교통공학과 학사과정)

김성회
(한국과학기술원
친환경스마트자동차연구센터
연구조교수)

변지혜
(서울시립대학교
교통공학과 조교수)

최근 다양한 이동 서비스에 대한 수요 급증과 전기차 산업 및 이동의 패러다임 변화로 인해 초소형 전기차 산업이 확대되고 있는 추세이다. 본 연구는 현재 다양한 형태의 사전서비스로 운영되고 있는 초소형 전기차 이동서비스의 사용자 만족도 및 요금제 선호도를 파악하고, 실증 서비스의 품질 수준 평가와 서비스 개선에 기여하고자 한다. 본 연구에서는 서비스 이용자를 대상으로 만족도 조사 및 CVM(Contingent Valuation Method) 기반의 설문조사지를 통한 요금제 선호도 조사를 진행 후 이에 대하여 분석하였다. 조사 결과 '차량 안전'이나 '서비스 악용'과 같은 보안성 자체에 부정적인 응답률이 높게 나타났으며 이는 향후 주요 개선점으로 보여진다. 또한 승차감, 주행 안전성, 주행가능 거리 등 기능적 측면이 불만족스럽다는 응답률도 높게 나타났다. 이는 앞으로 초소형 전기차 공유 서비스의 발전을 위해서는 초소형 전기차 기술 자체의 향상 또한 필요함을 시사한다. 추후 본 연구 결과는 단순 이동서비스 제공과 더불어 공공분야 이동 지원 등 기존보다 확대된 서비스 구축의 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

사사: 본 연구는 산업통상자원부의 '초소형 전기차 기반 모빌리티 연계형 이동서비스 실증사업[과제번호: P0022025]'으로 지원되었습니다.

구조방정식모형(SEM)을 활용한 제주지역 트램 수용성 분석

Analysis of Tram Acceptability in Jeju Using a Structural Equation Modeling(SEM)

임영호 (영남대학교 도시공학과 박사과정)

정연식 (영남대학교 도시공학과 부교수)

장민철 (영남대학교 도시공학과 박사과정)

김종진 (영남대학교 도시공학과 박사수료)

제주특별자치도의 자동차 등록대수는 668,568대로 세종시 다음으로 높은 등록대수를 나타내고 있으며, 자동차 증가율은 1.5%를 나타내고 있다. 높은 자동차 등록대수로 인해 승용차 수단분담률은 55% 수준으로 높은 비중을 차지하고 있으며, 2017년 승용차 분담률을 낮추고 대중교통 활성화를 위해 대중교통우선차로제(중앙, 가변)운영 및 버스준공영제 등 대중교통체계를 대폭 개편하여 많은 재정지원을 하고 있다. 그러나, 여전히 출·퇴근 시간의 교통 정체 및 구도심 지역 등의 도로 인프라는 개선되지 않고 있어 승용차 분담률을 낮추고 대중교통운영 활성화를 위해 트램 수용성을 분석하고자 한다. 트램 수용성 분석을 위해 약 1개월 간 제주도민 326명, 관광객 104명 총 430명에 대한 설문조사를 실시하였으며, 인적특성과 5점 리커트 척도로 구성하여 조사하였다. 조사된 자료 기반 구조방정식모형(SEM, Structural Equation Modeling)을 적용하여 제주지역 트램 수용성에 미치는 주요 인자를 분석하였다. 분석결과 제주도민은 트램을 통해 대중교통효과 개선을 기대하고 있으며, 청정제주 이미지를 유지 및 개선할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 그러나, 트램 운영 특성 상 도로점용으로 인한 도로혼잡도 증가 및 교통사고 발생 가능성 및 증가 우려가 있는 것으로 나타났다. 따라서, 트램 도입을 위해서 교통안전 홍보 및 정책 강화, 트램 운영 매뉴얼 수립을 통한 인식 개선이 필요하다고 볼 수 있다. 본 연구결과는 향후 제주에 성공적인 트램 도입을 위한 계획수립의 기반정보로 활용될 것으로 기대된다.

어린이보호구역 내 인접 교차로의 운영 방법에 따른 효율성 및 안전성 평가

Evaluating efficiency and safety of diverse control strategies along with consecutive intersections in a school zone

권진문
(서울시립대학교 교통공학과 석사과정)

변지혜
(서울시립대학교 교통공학과 조교수)

이승현
(서울시립대학교 교통공학과 부교수)

어린이보호구역은 초등학교나 유치원 등의 시설 주변에서 어린이의 교통안전을 확보하기 위한 목적으로 설치되어 차량 등의 통행을 제한한다. 특히 한국을 비롯한 미국, 일본 등의 국가에서는 어린이보호구역에서의 횡단보도 및 교차로의 안전 강화 방안으로 신호기 설치와 일시정지와 같은 규제를 강화하고 있는 추세이다.

기존 문헌들에서는 어린이보호구역 등에 관한 다양한 규제방안들에 대하여 주로 안전적인 측면만을 다루어 왔지만, 두 교차로가 매우 가까워 서로의 영향권 내에 있는 상황에서는 운영의 비효율성에 의해 파생할 수 있는 안전 문제를 추가적으로 고려할 필요가 있다. 인접 교차로 사이 통행 정체가 발생하면 교차로에 접근하기까지 가감속 빈도가 증가하여 안전성에 부정적 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구는 안전성뿐 아니라 교차로의 운영방식별 효율성도 분석하고 그 결과를 바탕으로 교통 운영 정책결정자가 교차로 운영 방법을 결정할 때의 기준을 제안하고자 했다.

이를 위해 미시 교통 시뮬레이터인 SUMO를 활용하여 전방향정지, 양방향정지, 양방향양보, 무통제, 회전교차로, 또는 신호제어로 운영되는 교차로Ⅰ 및 신호제어로만 운영되는 교차로Ⅱ를 생성하였다. 교차로Ⅱ는 학교 정문과 가까운 위치에 있어 국내외 법령상 신호로 운영되어야 하는 조건을 반영하였다. 두 교차로 간 이격거리는 30m에서 120m까지 4가지 조건을 부여하고 이 가상 교통망에 어린이보호구역 내의 차량 통행 특성을 반영한 저밀도·저속 교통류를 구현하여 실험을 수행하였다. 그리고 대리안전척도(Surrogate Safety Measure, SSM)인 충돌소요시간(Time to Collision, TTC)과 효과척도인 총지체시간, 대기행렬 길이, 총정지시간을 추출하는 방법으로 안전성과 효율성을 비교 분석하였다.

그 결과 교통량이 300대/시 이상인 상황에서 운영 방법에 따라 안전성과 효율성 측면에서 차이가 발생함을 관찰하였다. 특히, 통행권 양보와 일시정지 조건에 의해 부도로 상에 긴 대기행렬이 발생한 양방향정지는 안전성과 효율성 면에서 가장 부정적인 결과를 나타낸 반면, 양방향양보와 회전교차로는 두 지표에서 모두 양호한 성적을 보였다. 다만, 회전교차로와 신호교차로의 이격거리가 30m일 때에는 교통용량 부족으로 인한 앞막힘 현상이 발생해 총지체시간과 대기행렬길이가 증가하였다.

이러한 연구 결과를 활용한다면 교통 운영 정책결정자에게 어린이보호구역 내 도로의 교통량이 300대/시를 초과하고 두 교차로 간 거리가 60m 이상인 경우에 하류부의 교차로I을 회전교차로로 운영할 것을 권장할 수 있다. 이에 더하여 기하 구조상 회전교차로 설치가 어렵거나 교차로 간 거리가 이보다 짧을 때는 양방향양보 제어 방식을 선택하는 것이 나을 수 있다는 의견도 제안할 수 있다. 향후 연구에서는 보행자의 통행을 고려하여 보행 교통류의 안전과 효율에 미치는 영향까지 종합적으로 다루고자 한다.

신호 최적화 범위에 따른 네트워크 신호제어 효과 평가

Evaluation of Urban Traffic Control by the Signal Timing Parameters

김세현 (서울시립대학교 석사과정)

전준수 (서울시립대학교 석사과정)

한여희 (서울시립대학교 연구교수)

김영찬 (서울시립대학교 교수)

도시부 도로에서 주행하는 차량의 원활한 소통을 지원하기 위해서 효율적인 신호 운영이 필요하다. 현재 영상 기술의 발달과 여러 지자체에 설치된 스마트 교차로에서 영상 검지기 기반의 정보들이 수집되고 있으며 해당 정보들은 신호 제어에 활용이 가능하다. 영상 검지기를 통해 수집되는 교통 이력자료 기반의 신호 최적화를 수행한다면 실제 교통류 상황을 반영한 최적화된 신호 설계가 가능하다. 본 연구는 현재 TOD 제어로 운영 중인 교차로의 영상 검지기에서 수집한 이력자료를 바탕으로 신호 최적화를 수행하고 그 결과를 현황 TOD와 비교 분석하였다.

본 연구는 서울시 강남구 개포동 일대의 단속류 네트워크를 공간적 범위로 설정하여 분석을 수행하였다. 영상 검지기 기반 교통 이력자료를 바탕으로 v/c 0.7 수준의 교통류 상황에서 신호 계획을 최적화하였다. 교통 미시 시뮬레이션인 VISSIM을 기반으로 현황 TOD, PRECON 기반 최적 TOD, 제안 모형 기반 최적 TOD를 비교 분석하였다. PRECON 모형은 개별 교차로 단위의 서비스 수준을 분석하고 교차로 내 이동류간 서비스수준 차이를 판단하여 이동류별 서비스수준의 편차를 줄이는 신호를 설계한다. 본 분석에 사용한 PRECON 모형은 녹색시간 배분과 신호 주기에 대한 최적화를 수행한다. 본 연구의 제안 모형은 기존 PRECON 신호 최적화 모형에 옵셋 최적화 모형을 추가하여 녹색시간, 신호 주기, 옵셋에 대한 최적화를 동시에 수행한다. 옵셋 최적화 모형은 유전자 알고리즘을 이용하여 연동폭 최대화 방법론 기반의 신호 최적화를 수행한다. 연동폭 최대화 방법론이나 축 단위 교차로 그룹을 설정하여 양방향 직진 이동류의 적색신호에 의해 대기하는 시간을 최소화하도록 목적함수를 설정하였다. 최상류부 교차로의 녹색시간을 기준으로 차량을 1초 단위로 균일하게 발생시켰을 때 각 차량이 경험하는 누적 적색시간의 평균값을 최소화하는 옵셋을 산출한다.

시뮬레이션 분석 결과 PRECON 기반 최적 TOD 운영 시, 현황 TOD 대비 평균 제어지체가 감소하였다. 또한 옵셋 최적화 모형 적용 시, PRECON 모형 단일 운영 대비 평균 제어지체 및 주방향 직진 통행시간 지체의 개선을 확인하였다. 네트워크 평균 제어지체는 PRECON 기반 최적 TOD 운영 시 현황 TOD 대비 6.9% 감소하였으며 제안 모형 기반 최적 TOD 운영 시, PRECON 단일 운영 대비 8.5% 감소하였다. 개별 교차로의 경우 V/C 수준이 높은 도곡역, 대치역 교차로에서 PRECON 단일 운영 시 현황 TOD 대비 평균 제어지체가 각각 11.2%, 16.2% 감소하였고, 제안 모델 운영 시 PRECON 단일 운영 대비 각각 6.1%, 11.7% 감소하였다. 축 단위 직진 이동류의 통행시간 지체는 옵셋 최적화 적용 시 PRECON 단일 운영 대비 24.3% 개선을 확인하였다.

본 연구에서 제안한 신호 최적화 모형은 영상 검지기를 통해 수집한 이력자료를 바탕으로 신호 최적화를 수행하였으나 정보수집 시간 단위 및 최적화 시간 단위의 조정을 통해 실시간 신호제어로 발전시킬 수 있다. 또한 향후 대기행렬길이 정보와 같이 영상 검지기로부터 수집되고 있는 신호제어에 활용할 수 있는 다양한 정보를 통한 실제 교통류 상황을 정밀하게 반영하는 신호 최적화 모형의 개발이 가능할 것이다.

사사: 본 연구는 2023년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학기술일자리진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (1711174176, 영상분석 기술기반 교통단속 장비 및 운영플랫폼 개발)

자유속도 기반의 고속도로 기본구간 도로용량 산정 모형 개발 연구

Development of a Highway Basic Segment Road Capacity Estimation Model Based on Free Flow Speed

박현수 (서울시립대학교 박사과정)

박용우 (서울시립대학교 연구교수)

박신형 (서울시립대학교 부교수)

도로용량은 주어진 도로 조건에서 15분 동안 무리 없이 최대로 통과할 수 있는 승용차 교통량을 1시간 단위로 환산한 값으로 기존 도로의 운영 상태를 평가하거나, 도로를 계획할 때 도로 시설의 적정 규모를 결정하는 데 중요한 요소로써 활용되고 있다. 국내 고속도로 기본구간의 도로용량은 설계속도별 기본 용량에서 차로수, 차로폭 및 측방여유폭 보정계수, 중차량 보정계수 등의 곱으로 산정할 수 있으며, 산출된 도로용량 값은 기본 용량보다 적거나 같은 값을 가진다. 하지만, 기본 용량의 기준이 되는 설계속도는 도로의 설계 요소에 따라 결정되는 값이므로 설계 요소가 유사한 도로에서는 실제 운전자의 통행행태와 상관없이 모두 동일한 용량값이 도출될 뿐만 아니라 도로용량편람이 발간된 1992년 이후 차량의 성능이 향상됨에 따라 기존 방법을 통해 산출한 도로 용량값과 실제 용량값이 차이가 발생한다는 문제가 제기되고 있다. 따라서 본 연구에서는 도로용량에 직접적인 영향을 미치는 운전자의 실제 주행속도를 기반으로 자유속도를 추출하여, 고속도로 기본구간의 도로용량 산정 모형을 제안하고자 한다. 연구 수행을 위해 2022년 10월 한 달 동안 수집된 고속도로 콘존(IC/JC)별 통행량과 30초 단위의 VDS(Vehicle Detection System) 데이터를 활용하였으며, 전처리 과정을 통해 총 345개의 분석 대상지(고속도로 기본구간)를 선정하였다. 다음으로 고속도로 기본구간의 자유속도는 미국 HCM(Highway Capacity Manual)의 기준을 차용하여, 교통류율이 60대/시/차로 이하인 이하의 교통류에서 수집된 속도를 자유속도로 정의하였으며, 345개 분석 대상지의 자유속도를 산출하였다. 이후 자유속도에 영향을 미치는 도로 환경 변수들을 조사하고 수집하여, 자유속도와의 상관성을 살펴보았으며, 이 중 일부 변수만을 활용하여 고속도로 기본구간의 자유속도 추정 모형을 개발하였다. 다음으로 도로용량을 추정하는 데 활용되는 비모수 기법 중 하나인 PLM(Product Limit Method)을 통해 분석 대상 지점의 도로용량을 산정하였으며, 상관분석을 통해 실제 자유속도와 PLM을 통해 산정한 도로용량 간의 선형관계를 확인하였다. 마지막으로 다중선형회귀모형을 통해 고속도로 기본구간의 도로용량 산정 모형을 개발하였다. 연구를 통해 개발한 모형은 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었다. 본 연구를 통해 개발된 모형은 보다 정확한 도로용량을 산정이 가능하여, 운행 상태를 보다 정확하게 평가하고, 도로 계획 시 불필요한 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대한다.

사사: 본 연구는 국토교통부의 지원으로 수행되었음(과제명 : 도로용량편람 개정 연구 용역).

ITS 영상분석센터 운영 현황 및 개선 방안

Operation Status and Improvement Plan of ITS Video Analysis Center

양륜호 (ITS Korea 팀장)　**윤석천** (ITS Korea 차장)　**박현우** (ITS Korea 연구원)

1. ITS 영상분석센터 운영 현황 및 개선 필요성

국내 스마트카메라와 머신비전 기술은 도로 안전 및 효율 향상을 위해 중요한 역할을 하고 있으나, 기업들은 영상 데이터 확보에 어려움을 겪고 있고, 도로관리기관은 방대한 데이터를 보유하지만 보안 및 개인정보 문제로 데이터 활용이 제한되고 있다. 이를 해결하고 지원하기 위해 국토교통부는 'ITS 영상분석센터'를 조성하여 민간 기업에 영상데이터를 제공하고 기술 개발을 지원하고 있다.

현재까지 ITS 영상분석센터는 약 2,600 시간의 도로영상(이벤트 영상 포함)을 보유하고 있으며, 총 10개 기업 대상 14회 시험환경을 제공하였다. 이중 영상분석센터를 이용한 5개 기업은 국토교통부에서 고시한 '자동차·도로교통분야 ITS 성능평가기준'에서 기본성능평가시험을 진행하여 준수한 검지율로 4개 기업은 상급 이상 성적을 획득하였다. 뿐만 아니라 기업의 영상솔루션 개발효율 및 납품실적 확대뿐만 아니라 기업의 영상 확보 및 성능평가 재시험관련 비용과 시간을 절감해 이용기업의 80%는 솔루션 개발을 위한 지속 사용 의사를 표명하였다.

그러나 영상분석센터를 운영하면서 수집한 이용기업 피드백을 살펴보면 영상제공 스트리밍 체계 개선 및 제공 영상의 다양화, 학습용 영상제공 등이 반복적으로 제시되고 있어 더욱 더 효율적인 지원을 위한 기능개선이 요구되고 있어 본 연구를 통해 영상분석센터 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 주요 개선방안

앞서 언급한 바와 같이 영상 제공 방식에 대한 기업의 반복적 요구사항 해결과 영상 수집 대상기관과 수집□구간이 지속 확대됨에 따라 점차 방대해지는 영상목록 및 영상 세부정보를 단일 디지털 포맷으로 관리할 필요성이 대두됨에 따라 '영상등록관리 S/W'를 별도 개발 중에 있다. 개발 중인 영상등록관리 S/W는 신청기업이 영상분석센터에서 관리 중인 영상과 도로 구조, 이벤트 유형 등을 별도 제공되는 홈페이지를 통해 파악하고, 필요한 영상을 일괄 제공받는 것이 아닌 선택적으로 사용할 수 있도록 하여 사용자 입장의 효율성을 높일 수 있도록 개선하였다. 또한, 기업이 안정적인 영상분석이 가능하도록 스트리밍 체계를 개선하였으며, 관리자 측면에서 영상에서 발생되는 이벤트를 분석하여 검지할 수 있는 학습 기능도 일부 추가하였다.

이와 함께 제공 영상의 다양화 요구를 수용하고 더 나은 영상분석 환경을 제공하기 위해 기존의 고속국도 및 일반국도 중심의 영상에서 지자체 교차로 영상으로 그 종류와 대상을 확대하였다. 특히, 지자체 교차로 영상은 스마트교차로 시스템이 구축된 지점을 중심으로 수집하여 스마트교차로 시스템 성능평가 기준에 부합하는 교통량, 대기행렬, 차종 구분이 가능하도록 하였다. 또한, 기존의 고속국도 및 일반국도에서 수집하는 영상을 이벤트 중심의 영상으로 변경 수집함으로써 신청 기업이 돌발상황관리는 물론 스마트교차로 서비스 제공을 위한 장비의 기능을 다양하게 시험할 수 있도록 보완하였다.

마지막으로 기업의 자체 시험환경에서 지속적인 학습이 가능하도록 배포 가능한 영상을 자체 제작하여 배포하고 한다. 현재 수집된 도로영상에 대한 기업의 반출 요구가 지속적으로 발생하고 있으나 비식별화 처리가 되어 있음에도 개인정보보호 등을 위해 영상분석센터 내에서만 활용이 가능한 상황이다. 제작된 영상은 누구나 자유롭게 활용할 수 있는 영상이며, 우선적으로 스마트교차로 시스템 구축을 지원할 목적으로 교차로 영상을 제작할 계획이다. 기업에 배포 가능한 영상은 영상분석에 많은 영향을 미치는 조도(일출/일몰/야간 등)를 고려한 다양한 시나리오로 제작될 예정이다.

3. 결론

영상분석센터는 국내 중소기업, 새싹(벤처)기업 등의 기술개발 지원을 돕고 향후 개발된 기술을 바탕으로 다양한 서비스 제공의 기반이 될 것으로 예상된다. 또한, 영상분석센터는 다양한 환경 조건의 영상을 제작·배포할 계획에 있어 이를 통해 공공부문에 납품되는 장비의 신뢰성을 확보하는데 기여할 수 있을 것을 기대된다.

사사: 이 연구는 국토교통부 '도로교통분야 ITS 표준화 위탁사업'을 통해 수행되었습니다.

도로 인프라-차량 간 기본교통정보교환 기술기준 개선 방안 연구

A study on the Improvement of Technical Standards for Fundamental Traffic Information Exchange between Road Infrastructure and Vehicles

김재홍	김민영	윤석천	주정은
(ITS Korea 연구원)	(ITS Korea 센터장)	(ITS Korea 차장)	(IT SKorea 연구원)

1. 연구배경 및 목적

최근 자동차·도로교통 분야 ITS 기본계획 2030을 근거로 자동차의 자율주행, 스마트도시, 탈탄소 정책 등 ITS와 밀접한 도로교통정책이 시행됨에 따라 자율주행 및 자율협력주행, C-ITS 등 국내 시범/실증 사업이 확대되어 ITS 기반으로 다양한 교통수단 및 교통정보를 통합·관리하는 이용자 중심의 시스템으로 교통체계의 전환이 가속화되고 있다. 이러한 기술과 ITS 서비스의 안정적인 전국적 확산을 위해서는 상호운용성 및 호환성 확보를 위한 기본교통정보 교환 등 주요 정보 연계 항목에 대한 표준이 필수적이다. 현재 국토교통부는 인프라와 차량 간 교통정보 연계 기준을 정의하고 있지만 서비스 확장에 어려움이 있어 변화된 교통환경 및 기술을 반영할 수 있는 구조로의 개편이 요구된다. 이에 본 연구에서는 다양한 객체 간 협력형 환경에서 신규 서비스 도입이 가능하고, 국가 차원의 상호운용성과 호환성이 확보된 시스템을 통한 도로 안전을 증진할 수 있는 정보체계 마련 방안을 제시하고자 한다.

2. 주요 연구내용

본 연구는 현재 무선통신 기술(DSRC) 기반 교통정보 수집 및 제공을 목적으로 정보형식만 정의하고 있는 기술기준을 새로운 서비스 도입이 가능하도록 확장교통정보 2가지를 신규 정의하였다. 이를 통해 국토교통부 「제2차 자동차·도로교통분야 ITS 기본계획 2030」의 주요 목표인 안전을 고려하여 도로 인프라 기반의 도로안전 정보의 신속한 보급·전파와 효율적인 도로안전서비스 제공 등을 지원하고자 하였으며, 신규 ITS 서비스 제공을 위해 노변장비(RSE)와 차내장비(OBE) 간의 정보연계의 확장성을 함께 지원할 수 있도록 고려하였다.

먼저, 노변장비-차내장비 간 정보연계는 교통소통정보, 교통통제정보 등 기존의 고정된 6개의 교통정보 교환에서 우선적으로 ITS 서비스 메시지의 사고·돌발 관련 정보를 통합한 '확장교통정보'를 정의하였다. 이는 인프라 기반의 통합된 도로안전정보 제공을 위해 기 운영 중인 돌발상황검지시스템 수집 정보 기반의 사고 및 돌발정보를 실시간 전파할 수 있는 '협력형 도로안전정보'와 국내 C-ITS 서비스의 정보교환 확장성을 확보를 위해 그 외 다양한 서비스 제공이 가능하도록 '확장형 데이터 프레임'을 정의하였다. 여기서 정의한 '확장형 데이터 프레임'은 페이로드를 통해 다양한 애플리케이션 메시지를 포함할 수 있으며, 센터-센터 간, 센터-현장장비 간 확장정보교환을 위한 정보 연계 구조와 일관성을 갖도록 함으로써 협력형 환경에서 신속한 정보연계가 가능하도록 고려하였다.

또한, 다양한 기술이 융복합된 ITS 산업의 성격을 고려하여 구축 및 운영 이해관계자의 혼선을 사전에 방지하고자, 앞서 정의한 협력형 도로 안전 정보 및 확장형 데이터 프레임의 노변장비와 차내장비 간 정보연계체계를 정보 수집·제공 주체별 시나리오를 도식화하고 이와 연계하여 활용할 수 있는 C-ITS 서비스를 함께 제시하였다.

3. 결론 및 기대효과

ITS 서비스 제공을 위한 정보교환을 목적으로 노변장비-차내장비 간 안전을 우선 고려한 협력형 도로안전정보를 신설하고, 신규 ITS 서비스의 확장성 및 상호운용성을 확보하기 위한 확장형 데이터 프레임을 정의하여 기술 발전에 유연하게 적용할 수 있는 공통의 표준화된 규격과 지침을 제시하였다. 또한, 신규 메시지 추가 시 향후 개발될 수 있는 다양한 정보교환 프로토콜 환경에서 서비스 제공이 가능할 수 있도록 데이터 중심으로 정의하여 활용성을 높여, ITS 관련 이해관계자 간 명확한 의사소통을 지원함은 물론 C-ITS 등 국내 사업 확장에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 이 연구는 국토교통부 '도로교통분야 ITS 표준화 위탁사업'을 통해 수행되었습니다.

스마트교차로 시스템 정보교환 기술기준 제정 방안 연구

A Study on the Establishment of Technology Standards for Information Exchange in Smart Intersection System

박현우 (ITS Korea 연구원) **황보준** (ITS Korea 대리) **양륜호** (ITS Korea 팀장) **김재홍** (ITS Korea 연구원)

1. 연구배경 및 목적

최근 국토교통부에서 인프라 기반으로 교통량에 따라 실시간으로 신호를 제어해 수요기반 교통흐름 개선을 목표로 추진 중인 '스마트 신호운영시스템' 중 스마트교차로 시스템은 2018년도 도입 이후 확대·구축 수요가 계속 증가하여 3년 만에 33개 지자체에서 1,400여개소에서 구축·운영 중인 것으로 나타났다. 스마트교차로 시스템은 영상검지, AI 영상분석, 신호제어 등 다양한 기술이 융복합되어 있으나, 현재 국토교통부 ITS 성능평가 지침 외에는 수집 데이터의 형식이나 메시지 정의 등을 정의한 국내외 표준의 부재로 인해 운영기관별 시스템 요구사항·데이터 항목 등 정보교환 방식이 상이하여 중복개발 및 유지관리의 어려움을 겪고 있다. 또한 스마트교차로 시스템은 기본적으로 신호제어 최적화를 위해 활용되어야 하나 신호시간 최적화를 위한 수집 데이터를 구축 기관별로 상이한 기준으로 적용하거나 신호제어를 위한 관리 권한이 다른 문제 등으로 인해 정보가 제대로 연계되지 못하는 문제도 발생하고 있는 것으로 파악되었다. 이에 국토교통부는 이와 같은 문제를 해결하고 전국 호환성이 확보된 스마트교차로 시스템 구축을 지원하기 위해 ITS 산업계 및 공공기관 등 ITS 분야의 전문가가 참여한 '민간참여형 ITS 표준화 워킹그룹'을 구성하여 민간 수요 기반의 스마트교차로 시스템 표준화 방안을 논의하였으며, 본 연구를 이를 기반으로 스마트교차로 시스템 정보교환 기준을 마련하였다.

2. 주요 연구내용

현안 검토 결과 AI 기반 영상분석 기술이 도입됨에 따라 수집 정보의 수준이 고도화되어 많은 데이터가 누적되고 있지만, 단순히 소통정보 산출을 위한 교통량 데이터마저도 데이터 형태 차이가 발생하였으며, 이에 표준화 범위를 상호운용성 확보를 위한 스마트교차로 시스템-교통정보센터 간 정보교환으로 정의하였다.

먼저, 스마트교차로 시스템의 교통정보제공 및 실시간 신호제어에 공통적으로 활용될 수 있는 데이터를 필수 항목으로 고려하여 식별정보, 교통량 정보, 대기행렬 정보를 필수데이터로 정의하고, 데이터 목록을 도출하였으며 스마트교차로 시스템을 통해 수집되는 정보를 향후 교통정보 제공 및 돌발상황관리에 활용하고, 중소 지자체에서 보행자 검지 시스템과 연계하여 서비스를 제공할 수 있는 확장성을 함께 고려하여 그 외 다양한 데이터를 선택할 수 있도록 '추가정보'로 정의하였다.

도출된 데이터 목록은 원활한 정보교환을 위해 ASN.1 구문을 채택하여 데이터 명세를 구성하고, 성능평가 기준 및 ID 체계 부여 방식 등 기존 관련문헌 및 유스케이스 검토를 통해 데이터 정의 및 표현 방식을 일원화하였다. 도출된 표준(안)의 신뢰도 및 정확성을 확보하고자 구문적합성 평가를 진행하고, 산업계 검토를 통해 이해관계자들의 합의를 도출하였다. 현재 구성된 메시지에 대한 현장 적용성 검토를 위해 스마트교차로 시스템 구축·운영 기업의 실내 테스트베드 내 정보연계시험을 통한 추가 검증작업이 진행할 계획이다.

3. 결론 및 기대효과

교통흐름 개선을 목표로 교차로 최적 신호제어를 위한 스마트교차로 시스템-센터 간 정보교환을 위한 필수데이터 목록 및 선택 가능한 데이터 구조를 ITS 분야의 전문가들로 구성된 포럼을 통해 도출하였다. 이에 따라 수집 데이터의 일관성 확보로 도입 지자체별 중복 개발 및 유지관리 부담을 경감하고, 구축·운영 수요를 만족시킬 수 있는 국가 차원의 안정적인 스마트교차로 시스템 확산에 기여할 것으로 기대된다.

사사: 이 연구는 국토교통부 '도로교통분야 ITS 표준화 위탁사업'을 통해 수행되었습니다.

‘스마트 철도물류’의 기본개념 도출에 관한 연구

A Study on the Derivation of the Basic Concept of ‘Smart Railway Logistics’

손형근
(서울시립대학교 교통공학과·
도시빅데이터융합학과 석사과정)

장진원
(서울시립대학교 교통공학과·
스마트시티학과 석·박사통합과정
수료)

박동주
(서울시립대학교 교통공학과·
도시빅데이터융합학과
교수)

지속적인 감소세를 나타내고 있는 국내 철도물류시장은 특히 지난해(2022년) 기록된 철도화물 물동량이 이전연도(2021년)에 비해 300만톤 이상이 다시 줄어든 것으로 나타났다. 철도화물 수송분담률(톤기준) 또한 1%대의 낮은 비중을 기록하면서, 국내 철도물류시장은 코로나바이러스-19 확산 이전의 실적 수준을 회복하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 상황 속에서 정부는 철도물류의 경쟁력 강화 및 철도물류산업의 육성·발전을 도모하기 위한 『제2차 지속가능 국가교통 물류발전 기본계획』 및 『제2차 철도물류산업 육성계획』 등과 같은 국가계획을 발표해왔다. 관련 국가계획을 통하여 정부는 철도물류시장의 경쟁력 제고·강화를 위한 추진전략으로 철도 인프라 확충, 미래기술 개발, 전환교통 활성화 등을 제시하였다. 본 연구는 이와 같은 국가계획의 방향성에 발맞춰 철도물류산업에 관한 정책적 대안 제시를 목표로 ‘스마트철도물류’의 기본개념 도출을 위한 연구를 수행하였다. 이를 위해 먼저 『물류정책기본법』 및 철도물류산업의 육성 및 지원에 관한 법률』 등을 비롯한 관련 상위 법령 및 국가계획을 통하여 ‘물류’와 ‘철도물류’의 정의를 확인하였다. 또한, 『제5차 국가물류기본계획』과 같은 국가계획 및 국내에서 수행된 연구자료를 통하여 제시된 ‘스마트 물류’의 정의와 특성을 분석하였다. 최종적으로 이를 토대로 ‘스마트 철도물류’의 기본적 개념을 도출하였으며, “기존 철도물류체계에 의 첨단·IT기술 적용을 통한 자동화·무인화 등의 달성을 통해, 궁극적으로 철도물류시장의 재성장 및 효율화를 도모할 수 있는 새로운 철도물류체계”로 그 개념을 설정하였다. 특히 본 연구는 ‘스마트 철도물류’의 기본적 개념이 철도물류와 스마트 물류의 합성에서 그치는 것이 아닌, 철도물류산업의 재성장 도모를 위한 발판으로써 기능해야 함을 강조하였다.

다음으로 ‘스마트 철도물류센터’의 개념 도출을 위해 ‘스마트 물류센터’와 관련된 상위 법령과 국가계획 및 국내 선행연구 등을 분석하였고, 더불어 프랑스와 독일 등 해외 국가의 사례를 통하여 ‘스마트 철도물류센터’의 시설배치 및 관련 기술 현황을 탐색하였다. ‘스마트 철도물류’의 중심 운송품목으로는 국내 화물운송시장의 주력 품목이자 다양한 화물의 수송 및 운송방식의 표준화가 가능한 컨테이너를 선정하여 도로 및 철도의 컨테이너 운송실적을 바탕으로 국내 컨테이너 화물중심축을 도출하였다. 그 결과 경부축 중심의 컨테이너 화물중심축을 도출하였고, 특히 구미와 동남권(부산·울산) 그리고 수도권(의왕)이 거점으로 기능하고 있음을 확인하였다. 그러나 컨테이너의 운송 또한 도로교통에 절대적으로 의존하고 있어, 철도로의 수단 전환 필요성이 상당히 높은 것으로 나타났다. 이에 대한 정책적 제언으로 본 연구에서는 우선적으로 의왕역 및 오봉역 일대를 대상으로 ‘수도권 철도 중심 풀필먼트센터’의 구축을 위한 4개 입지 대안을 제안하였다. 본 연구에서 제시된 ‘스마트 철도물류’의 기본적 개념은 이후 수행될 철도물류 및 스마트 물류 등 관련 분야의 연구에서 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 특히 연구에서 제시한 해외 ‘스마트 철도물류’ 시스템의 선행 도입 및 구축 사례와 ‘철도 중심 풀필먼트센터’ 컨셉의 구체화에 대한 검토가 본격적으로 수행된다면, 관련 국가계획에서 지향점으로 삼은 철도물류산업의 성장에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Rolling Horizon Approach - 실시간 교통카드자료 정보 활용 및 최적화 서울교통공사를 사례로 -

Rolling Horizon Approach : Application and Optimization of Real Time Transport Card Data Information
- Focused on Seoul Metro -

신성일
(서울연구원)

김석호
(서울교통공사)

Rolling Horizon Approach (RHA)는 실시간 갱신되는 OD자료를 기반으로 통행을 배정하여 최적의 상황을 도출하는 시스템이다. 일반적으로 RHA는 도시도로망을 대상으로 연구가 지행되어 왔으나 대중교통에 대해서는 연구되지 않았다. RHA를 수행하기 위해서는 매우 짧은 단위의 시간으로 통행OD가 추출되는 검지체계와 이를 기종점으로 전환하여 통행을 배정하는 모형구조의 결합이 요구된다. 본 연구는 RHA를 수도권 대중교통카드자료를 대상으로 실시간 갱신되는 상황을 가정하여 승객에게 최적의 정보를 제공하고 운영에 요구되는 방안을 마련하는 것을 목적으로 한다. 현재 수도권 교통카드자료는 일일 단위로 배포되고 정보가 취합되는데, 이는 교통카드에서 승객에게 요금이 부과되어 최종적으로 운송기관에 수입금이 배분되는 목적으로 적용되는 최소 단위가 24시간으로 규정하고 있기 때문이다. 이러한 자료는 이미 지나간 과거의 승객이동에 대한 패턴을 포함하고 있으나 현재의 실시간 이동의 특성을 반영하는 방안으로 취급하기에는 한계가 있다. 교통에서 실시간과 동적을 구분하고 있으며 일일 단위의 자료를 동적으로 활용하는 것은 가능하나, 실시간이란 현재 발생하는 상황이 반영되는 것을 의미하며 이는 승객의 이동을 실시간으로 최적화하여 정보를 제공하기 위한 필요조건에 해당한다. 대중교통카드자료에서 RHA는 10~15분정도의 Tag-In 및 Tag-Out 자료를 OD로 가정하여 실시간 Tag되는 OD는 Roll Period로 과거의 표준적인 교통상황을 나타내는 동적OD는 Rest Period로 정의한다. 따라서 지속적으로 Roll Period를 반복하면서 실시간 OD를 승객의 이동상황에 반영하고 이를 최적화하여 실시간 승객의 이동정보를 제공하는 방안으로 강구한다. 경로선택모형의 최적화된 추정을 위해서는 승객에게 정보를 제공하는 방안을 마련하기 위하여 도착하지 않은 승객의 OD를 대상으로, 이를 Unfinised Trip으로 간주하고 Reassignment (재배정)과정을 수행하여 최적의 정보로 환산하는 방안을 마련한다. 수도권 교통카드자료를 대상으로 시연하며, 특히 서울교통공사의 지하철 OD자료를 실시간으로 가정하여 긴급상황의 발생에 따른 우회정보제공효과를 도출한다. 또한 수도권은 버스 및 지하철이 통합대중교통으로 운영되고 있으므로 이들 Trip Chain을 효과적으로 OD화하고 정보를 제공하는 방안을 마련하며 정책적인 시사점을 도출한다.

도로 돌발상황 디지털화를 위한 공사정보 취득 체계 구축 방안 연구

Research on ways to establish a construction information acquisition system for digitalizing road emergency situations

신성필

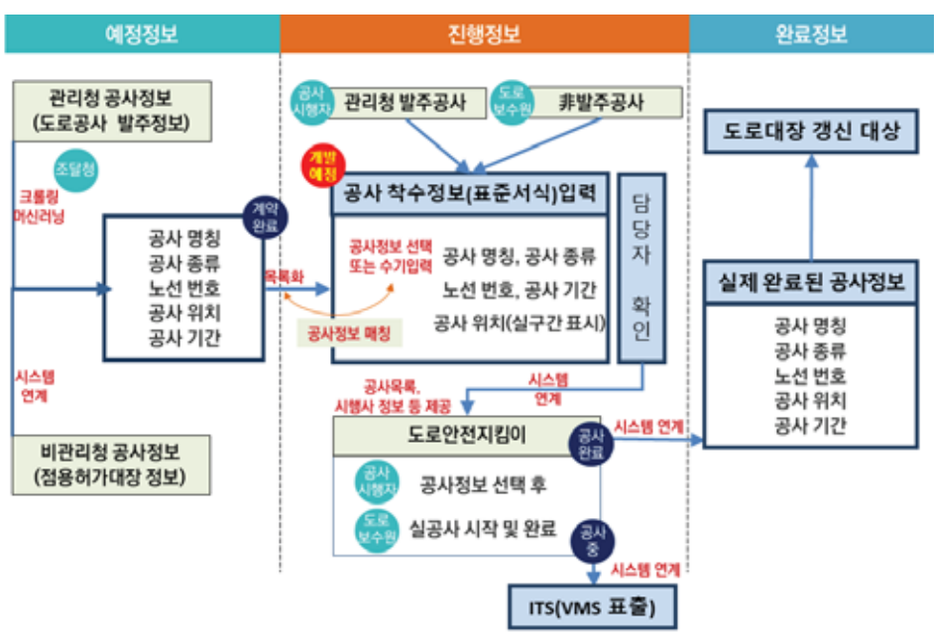
(한국건설기술연구원 수석연구원)

본 연구의 목적은 도로 상의 모든 도로공사(작업) 정보들을 사전에 취득하고, 실시간으로 도로교통상황을 공유하여 국민의 편익을 도모하고, 디지털 도로대장 갱신 대상 자료를 제공할 수 있는 도로 공사정보 취득 체계 구축 방안을 마련하는데 있다.

본 연구 목적을 달성하기 위한 도로 공사정보 취득 체계 구축 방안은 공사특성을 고려한 신규 표준서식을 사용하여 착공시 공사예정정보를 입력하고, 앱을 통해 실시간 공사정보를 ITS와 연계하며, 변경정보를 반영한 최종 준공정보(세부공사위치 포함)는 디지털 도로대장과 연계하는 것이다.

본 연구에서는 국토교통부 도로교통정보통합센터(ITS 센터)와 연계를 위해서는 공사 종류(내용), 공사기간, 공사위치 등의 정보가 필요하며, 특히 공사위치는 그 시점과 종점의 위치를 명확하게 입력하는 제도 개선을 제안하였다.

본 연구 결과를 토대로 도로공사 착수신고서 표준서식을 적용한 공사정보 취득 방안에 대한 절차는 아래 그림과 같다.



21년 도로교통 사고비용 추계

Estimation of road traffic accident costs in 2021

심태일
(도로교통공단 책임연구원)

최미선
(도로교통공단 연구원)

도로교통사고로 인한 각종 피해와 손실을 화폐적 가치로 환산하는 것은 도로교통안전 분야의 의사결정에 보다 나은 객관성과 정확성을 기하기 위하여 중요하다. 이에 2021년 도로교통사고로 인한 인적·물적 피해비용, 사회기관비용을 화폐가치로 환산하여 도로교통 사고비용을 추계하였다.

2021년 한 해 동안 발생한 우리나라의 도로교통사고는 1,258,704건으로 2,916명이 사망하고, 2,055,003명이 부상한 것으로 집계되었다(교통사고분석시스템 통합DB 기준). 분석결과 2021년 도로교통사고로 인한 사고비용은 약 27조원으로 전년(2020년) 대비 3.5% 증가하였고 우리나라 연간 GDP의 1.3% 수준, 국가예산의 4.8%에 해당하였다. 사고비용 중 사망자와 부상자의 발생 등 인적 피해비용이 약 52.2%(14조 955억원)로 가장 많은 부분을 차지하였고, 차량손상 등 물적 피해비용이 약 41.3%(11조 1,593억원), 교통경찰, 보험회사, 구조·구급 등 사회기관비용은 약 6.5%(1조 7,439억원)로 나타났다. 본 연구에서 분석·제시된 도로교통 사고비용은 도로교통안전 분야의 의사결정 지표 또는 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

첨두 시간 대중교통에 대한 개인의 선호도를 파악하기 위한 설문 설계 - 대중교통 혼잡 완화를 중심으로 -

A survey design to identify individual preferences for public transit during peak hours
- Focusing on public transport congestion mitigation -

원동진	이한빈	황재연	도승일	박신형
(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 석사과정)	(서울시립대학교 부교수)

도시화의 지속적인 심화로 인하여 수도권의 인구밀집도가 증가하고 수도권 인구는 전체인구의 약 50%를 차지하고 있다. 포화된 인구 밀집을 적절하게 분산하기 위해 정부에서는 수도권과 서울의 환승연계시스템, 중앙버스차로, 광역버스 등의 도입을 통하여 대중교통의 활성화를 증진시키고 있다. 특히, 서울의 대중교통 수단분담률은 65%로, 전국 평균인 40%보다 높고, 해외의 대도시 평균 수단분담률(38%)보다 매우 높은 수치이다. 이로 인하여 전 세계적으로 서울은 대중교통 시스템이 잘 갖춰진 도시 중 하나로 평가받고 있다. 하지만, 이로 인한 첨두 시간의 대중교통 혼잡도가 매우 심각한 실정이다. 국민통행실태조사에 따르면 수도권의 경우 하루 1천만 건 이상의 지역 간 이동 중 80.5%가 출퇴근 이동인 것으로 나타났다. 그리고 서울시 지하철 혼잡비용 산정과 정책 활용 연구에 따르면 도시철도 통행의 질과 양을 고려한 혼잡비용은 연간 약 7,247억원으로, 상당히 큰 규모의 혼잡비용이 도시철도에서 발생한다. 추가적으로, 최근 이태원에서 혼잡한 인파로 인한 참사가 발생했으며, 도시철도를 이용하던 승객이 대중교통 혼잡에 의한 질식사고가 발생하는 등 혼잡과 관련한 사고들이 증가하고 있다. 이로 인하여 시민들의 혼잡에 대한 우려와 경각심 또한 커지고 있다. 따라서, 첨두시간대 대중교통 혼잡도 개선은 시민들의 우려를 완화하고, 쾌적하고 안전한 목적지까지의 이동을 위하여 필요하며, 이를 위해서는 정부의 정책적인 노력이 적극적으로 고려되어야 한다. 정부는 대중교통 혼잡도를 완화하기 위하여 2015년부터 첫차부터 오전 6시 30분까지 대중교통 이동 요금의 20%를 할인하는 조조할인을 시행하였다. 조조할인의 결과로 약 22만명이 혜택을 받아 하루 평균 약 5억의 교통비가 할인되는 효과가 발생하였으나, 전년과 비교했을 때 기존 오전 첨두 시간에 대중교통을 이용하던 사람 중 조조할인 시행으로 인한 전환 인원은 1,590명에 그쳤다. 이는 정책을 시행하며 기대했던 전환율에 미치지 못하는 실정이며, 대중교통 혼잡도를 완화하기 위한 새로운 방안이 필요하다. 2019년 기준, 대중교통의 수단분담률은 65%이나, 수도권 대중교통 무제한 정기 이용권인 '기후동행카드'와 지속 가능성을 고려하여 교통수단을 하나로 연결하는 Mobility-as-a Service(MaaS)이 실체화가 된다면 수도권 장래 대중교통의 수단분담률은 더욱 증가할 전망이다. 그러므로 본 연구에서는 수도권 대중교통 혼잡도를 완화하고 혼잡도가 낮은 경로의 효용성을 높이기 위해서 대중교통 혼잡에 대한 개인의 선호도를 파악하는 설문 조사를 설계하여 경로 선택 모형을 추정하고자 한다. 본 연구에서는 첨두 시간의 통행을 위한 경로 선택 행태를 조사하기 위해서 이산선택분석(Discrete Choice Analysis, DCA) 기법을 적용하고자 한다. 추가적으로 경로 선택의 선호를 알아내기 위해 적절한 SP(Stated Preference) 설문조사 기법을 활용하여 설문을 설계할 예정이다.

노선버스 운행환경 변화에 따른 교통사고 분석 및 예방에 관한 연구

Research on analysis and prevention of traffic accidents due to changes in the bus driving environment

유연승
(서울시립대학교 교통공학과/
스마트시티학과 박사과정)

최승현
(한국운수산업연구원
책임연구원)

조규석
(한국운수산업연구원
부원장)

최근에 다양한 형태의 노선버스 운행환경 변화가 이뤄지고 있다. 우선 2014년부터 대도시권 출퇴근 시간대 혼잡과 도심 정체를 해결하기 위해 광역버스에 2층버스가 지속적으로 도입되고 있다. 이어 지난 코로나19 팬데믹으로 인해 대중교통 기피현상과 더불어 개인형이동장치 등의 이용이 증가하였다. 마지막으로 정부 및 지자체는 노선버스의 경쟁력 확보 및 이용편의 증진을 위해 버스전용차로의 연장을 지속적으로 늘려가고 있다. 여기서 사업용자동차인 노선버스는 비사업용자동차에 비해 주행거리와 운행시간이 길다는 특성상 교통사고 위험에 취약한 상황이다. 이와 같이 노선버스 운행여건 변화에 따른 교통사고 예방대책이 필요한 시점이다. 본 연구에서는 노선버스 운행환경 변화 중에서 2층버스, 뉴모빌리티(본 연구에서는 개인형이동장치·이륜차·자전거를 칭함), 버스전용차로를 중심으로 노선버스 교통사고 특성을 파악하고 교통사고 예방방안에 대해서 구상하였다. 연구에 활용된 데이터는 전국버스공제조합 교통사고DB와 도로교통공단 교통사고DB 등을 활용하였고, 분석기간은 2017~2021년으로 설정하였다.

2층버스는 2014년 12월부터 수도권을 중심으로 투입되어 현재 전국에 279대가 운행 중에 있다. 뉴모빌리티 중 오토바이 등록대수는 10년(2013년~2021년) 새 4.5% 증가, 공영자전거는 5년(2017~2021) 새 약 170% 증가, 공유전동킥보드 운영대수는 3년(2019~2021) 새 430% 증가하였다. 버스전용차로는 전국의 826.7km가 설치되어 있으며, 특히 서울시와 경기도의 경우 10년(2013~2022) 새 중앙버스전용차로가 약 70km 연장이 증가하였다. 이에 따른 교통사고도 5년 새 크게 증가하였다. 2층버스는 2017년 6건에서 2021년 95건으로 경기도 2층버스 1대당 연 0.34건 수준으로 증가하였다. 특히 '차내전도사고'와 같은 '차대인' 사고가 전체 2층버스 사고건수의 49.6%를 차지하였다. 뉴모빌리티 교통사고 중 개인형이동장치는 5년 새 약 15배 정도 가파르게 증가하였고, 이륜차의 경우 연평균 3.1% 증가율을 보였다. 하지만 자전거 교통사고는 감소추이를 보이고 있다. 뉴모빌리티와 노선버스 간에 교통사고 중 '추돌사고'의 점유율이 약 31%로 가장 높게 나타났다. 또한 뉴모빌리티는 '사망'(2.2~3.8%)과 '중상'(23.5~36.3%) 사상자의 비율이 일반차량과 노선버스 교통사고 발생비율('사망' 0.1%, '중상'6.3%) 대비 매우 높게 나타났다. 오토바이의 경우 '신호위반'이 21.6%로 사고발생 비율이 가장 높고, 개인형이동장치와 자전거의 '횡단보도사고'가 가장 높게 나타났다. 마지막으로 버스전용차로의 경우 교통사고는 증가추이를 보이고 있으며, 중앙버스전용차로에서 가로변버스전용차로 대비 매년 3배 이상 더 발생한 것으로 나타났다. 중앙버스전용차로는 '차대차', 가로변은 '차대인' 사고 비율이 높게 나타났다. 특히 중앙버스전용차로에서는 '오토바이 사고'(13.4%), '무단횡단' 10.8%로 높게 나타났다. 가로변 버스전용차로의 경우 '승하차' 사고비율이 20.1%로 가장 높게 나타났다.

통계자료 분석을 기반으로 위험요소를 선정한 결과, 2층버스의 위험요소로는 '차고가 높아 가로수, 표지판 등 기타 도로시설물과 충돌 위험', '무게 중심이 높은 차량 특성상 차량전복 및 차내전도 등의 위험', '계단이 높고 좁아 승객전도 위험' 등으로 나타났다. 뉴모빌리티의 위험요소로는 '일반도로를 같이 이용하는 뉴모빌리티와의 충돌 위험', '가감속이 빨라 돌발상황 대처의 어려움', '교통법규를 무시하는 운행 위험' 등으로 나타났다. 마지막으로 버스전용차로의 위험요소로는 '일반차로 대비 고속주행이 가능하여 보행자 무단횡단 시 대형사고 위험', '불법주정차 및 끼어들기 사고 위험'으로 나타났다.

앞선 통계자료분석과 위험요소 선정을 통해 교통사고 예방을 위한 안전운전방안들을 제시하였다. 우선 2층버스의 경우 차량 특성을 고려한 안전운전 및 체험교육 강화가 필요하다. 정부 및 관계부처가 2층버스의 특성과 안전운전 기술 습득을 고려한 교통안전체험 교육 프로그램의 다양화를 위한 노력이 요구된다. 또한 2층계단 이용 시 승객 차내전도 사고가 많으므로 급정거·급출발을 지양하고 승객 착석 확인 후 출발하는 승무원의 운전습관이 요구된다. 뉴모빌리티의 경우 운행특성상 불규칙한 움직임이 많아 이를 고려한 노선버스와 뉴모빌리티 간의 안전거리 확보, 소로·우(좌)회전 시 갑작스런 뉴모빌리티 진입을 인지한 승무원의 방어운전, 정류장 주변 뉴모빌리티 진입여부 확인 및 승객에게 전달하는 승무원의 운전습관이 요구된다. 마지막으로 버스전용차로의 경우 대열운행이 이뤄질 수 있어 추돌방지를 위한 안전거리 확보와 정체 시 도로혼잡으로 시야 확보가 어려우므로 무단횡단, 끼어들기 등을 고려한 승무원의 방어운전이 요구된다.

사사: 이 논문은 한국운수산업연구원에서 수행한 연구(과제명 : 운행여건 변화에 따른 교통사고 특성 및 예방대책)의 내용을 바탕으로 작성되었습니다.

VMS 통행시간 비교정보 제공에 따른 경로전환 효과 분석

Analysis of Route Conversion Effects of VMS-based Travel Time Comparison Information Provision

윤영민

(한국건설기술연구원 수석연구원)

도로전광표지(Variable Message Sign)는 ITS 시설 중 하나로 도로이용자에게 도로 및 교통상황 및 기상, 안전, 홍보 등 도로이용에 필요한 정보를 제공하여 교통흐름을 원활하게 하고 안전한 통행을 유도하는데 그 목적이 있다.

VMS를 통해 제공되는 교통정보 서비스로 인해 도로이용자가 얼마나 만족하는지의 여부는 다양한 설문조사 등을 통해 파악할 수는 있으나 실질적인 효과를 파악하기 위해서는 정량적 효과 분석이 필요한데 이에 대한 연구사례는 미흡한 실정이다. 왜냐하면 정보를 제공하고자 하는 전방 도로구간의 교통흐름에 이상이 없거나 지속적으로 소통상태가 원활한 경우 단순히 구간 통행시간과 같은 소통정보의 제공은 도로이용자에게 별 효용이 있다고 볼 수 없고 정체 시 경로를 변경할 수 있는 대체노선이 없는 경우에도 제공되는 교통정체 정보 역시 서비스 측면, 교통관리 측면에서 모두 효과가 있다고 볼 수 없기 때문이다. 또한 운전자는 일반적으로 평소에 운행하는 노선을 선호하기 때문에 대체 노선이 조금 빠르다고 해서 쉽게 경로를 변경하지 않을뿐더러 다양한 도로환경 및 소통상황에 반응하는 행태 역시 운전자 성향에 따라 다르게 나타나므로 일반적인 상황에서는 정보 제공에 따른 우회 또는 교통 분산 효과를 기대하기 어려울 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 병행노선인 일반국도와 고속도로에 대한 통행시간 정보를 도로분기점 이전 일반국도에 설치되어 있는 VMS에서 동시에 제공한 사례를 통해 경로전환 효과를 분석하였다.



[국도 42호선, 영동고속도로 통행시간 비교정보 제공 사례]



[국도 39호선, 서해안고속도로 통행시간 비교정보 제공 사례]

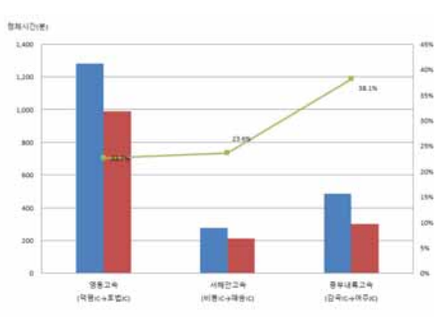


[국도 3호선, 중부내륙고속도로 통행시간 비교정보 제공 사례]

각 사례에 대한 경로전환 효과를 알아보기 위해 특정시점에 교통량이 집중되어 정체가 발생하는 특별교통대책기간(설, 추석)을 대상으로 비교정보 제공 전·후 소통상황을 비교 분석하였는데 일반적으로 설·추석 명절은 귀성, 귀경 차량 집중으로 인해 교통패턴이 연휴기간 일수에 따라 다르게 나타나므로 합리적인 효과분석이 될 수 있도록 비교정보 제공 시점을 고려하여 연휴기간 일수가 동일하여 교통패턴도 동일한 2015년 설과 2016년 추석을 각각 비교정보 제공 전·후로 선정하여 분석하였다. 다만 전·후 기간 중 우회정보 제공 외 교통변화에 영향을 끼치는 다른 외부요인은 없는 것으로 간주하였다.

분석결과 영동고속도로 덕평IC→호법JC는 22.7%(1,280분→990분), 서해안고속도로 비봉IC→매송IC는 23.6%(275분→210분), 중부내륙고속도로 감곡IC→여주JC는 38.1%(485분→300분) 정체시간이 감소한 것으로 나타나 통행시간 비교정보 제공 전 특별교통대책기간 대비 평균 일 교통량은 증가하였음에도 불구하고 정체현상이 많이 해소된 것으로 나타났다.

이는 VMS를 통한 통행시간 비교정보 제공이 운전자로 하여금 고속도로 또는 국도로 경로를 선택하는데 영향을 끼침으로써 교통량이 적절히 분산되어 고속도로 소통상황 개선에 많이 기여한 것으로 볼 수 있다.



[통행시간 비교정보 제공 전·후 정체시간 현황]

노인보호구역 효과 분석 및 지정기준 개선방안 연구

A Study on the Effects of Silver-Zone and Improving the Designation Standards

이세원
(도로교통공단 책임연구원)

전재현
(도로교통공단 책임연구원)

우리나라 고령보행자 교통사고는 전체 보행사망자의 약 60%를 차지할 정도로 매우 심각한 수준으로 OECD 회원국 최하위 수준이며, 국내 저출산 및 고령화 속도를 고려하면 고령보행자 교통안전 대책 마련이 매우 시급하고 중요한 상황이다. 고령보행자 안전을 위해 2007년부터 노인 관련 시설 주변을 노인보호구역으로 지정하여 안전시설을 설치하는 등 노인을 보호하도록 하고 있으나, 최근 언론보도나 관련 연구들에서 노인보호구역과 고령보행자 교통사고 위험지역과의 불일치를 문제 삼으며, 노인보호구역 지정대상 시설의 확대와 같은 지정기준 개선이 필요하다고 주장하고 있다. 본 연구에서는 노인보호구역 지정으로 인한 고령보행자 교통사고 감소 효과 분석을 통해 노인보호구역 사업 확대 타당성을 검토하고, 현행 노인보호구역 지정기준 개선 필요성을 확인한 다음 노인보호구역 지정 및 운영에 대한 개선방안을 제시하였다.

먼저 노인보호구역 지정 효과 분석을 위해 2010년에서 2016년 신규 지정된 노인보호구역 963개소에 대하여 보호구역 지정 전·후 각 3년 간 보행사고 건수 및 EPDO를 비교하였다. 분석 결과, 보호구역 지정 후 보호구역 지정도로에서 고령보행자 사망사고 및 EPDO가 각각 41.7%, 16.4% 감소하는 등 보행사고 심각도가 개선된 것으로 나타났다. 또한 고령보행자 교통사고 다발지점 98개소를 대상으로 노인보호구역 지정 가능 여부를 확인한 결과, 약 98%가 기존 지정기준으로도 노인보호구역 지정이 가능한 것으로 나타났다.

이상의 연구 결과를 토대로 교통약자 보호구역 참고조례안을 제시하였으며, 보호구역의 효율적 관리·운영을 위해 지정대상 시설·장소를 추가하였다. 지자체에서 노인보호구역 지정·운영을 위한 조례 제·개정 시 참고조례안을 참고하여, 효율적이고 안전한 노인보호구역 운영 및 노인보행자 교통안전 개선에 도움이 되기를 기대한다.

지역간 철도 이용객의 접근통행 특성 분석

Access Travel Characteristics of Regional Railway station users

이재영
(한국교통연구원 연구원)

원민수
(한국교통연구원 부연구위원)

철도는 거점성, 고속 정시성, 환경성 등 타수단에 비해 경쟁력 있는 수단이다. 하지만 철도를 타기위한 역사는 보통 도심 외곽지역에 위치하고 있으며, 해당 위치까지 도달하기 위한 교통수단은 지역마다 편차가 존재한다. 철도까지의 통행길이 또는 시간은 사람들의 철도수단 이용여부를 결정한다. 정확한 철도수요를 예측하기 위해서는 접근통행 특성 분석이 필요하며, 더 나아가 지역 간 통행속도를 극대화하기 위해서는 특성 분석 결과를 통한 개선된 대중교통 서비스 구현이 필요하다. 본 연구는 모바일 통신데이터를 활용하여 오송역으로의 접근통행 특성을 분석하였다. 전국에서 오송역까지의 통행거리별 통행량을 분석한 결과, 통행거리가 40km 이상이 되면 통행량이 급격하게 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 0~40km까지의 통행을 접근통행이라고 볼 수 있었다. 또한 접근통행이 거리별로 군집되며, 군집 별로 다른 지역특성을 가지는 것을 알 수 있었다. 본 연구의 결과는 철도수요 예측 시 추가설명자료로 활용될 것으로 판단된다.

서울시 간선버스 노선 평가 지표 선정 연구

A Study on the Selection of the Evaluation Index for Express Bus Routes in Seoul

이채림
(서울연구원 연구원·서울시립대학교 박사과정)

양재환
(서울연구원 부연구위원)

서울시 버스는 약 437개 노선과 총 7,393대 버스로 운영 중이며, 코로나 이전인 2019년 기준 약 24%의 통행분담률(770만명/일)으로 서울시 교통에서 중요한 역할을 담당하고 있다. 현재 서울시 버스는 준공영제로 운영되고 있으며, 이에 따른 버스 회사의 비용 보전을 위해 운송적자가 발생하고 있는 실정으로 이에 대한 운영 효율화가 필요한 실정이다. 특히 서울시 간선버스의 경우 짧은 정류장간 거리를 장거리로 운영하여 역할이 명확하지 않으며, 장대노선으로 다수의 차량을 운행, 운전자 피로 유발 등 비효율성이 나타나고 있다. 이에 본 연구에서는 서울시 버스 노선 중 역할이 명확하지 않은 간선버스를 대상으로 버스노선의 효율화를 위한 간선버스 평가지표를 발굴하는 것이 목적이다.

본 연구는 전문가 설문조사 기법인 델파이 기법을 통해 대중교통 분야 전문가들에게 설문조사를 수행하여 평가지표 간의 가중치를 선정하였다. 델파이 조사는 관련 전문가들을 선정하여 평가 조사를 한 뒤 이에 대한 분석결과를 공개하고 다시 재평가를 하도록 하여 의견을 수렴하는 방법이다.

델파이 1차 설문의 목적은 개방형 형식의 제한 없이 응답자의 자유로운 의견을 수집한다. 2차 설문은 1차 설문에서 수렴된 의견을 확인하는 것을 목적으로 하며, 선택형 질문으로 작성되었다. 1차 설문결과 총 34개의 요소가 취합되었으며, (1) 1차 설문조사 결과에서 높은 순위의 응답, (2) Macro Simulation(EMME, Transcad 등)계산 용이성 등을 종합하여 9가지 지표를 우선으로 선정하였다. 3차 설문은 지표에 대한 합의를 목적으로 하며, 2차 설문 결과를 바탕으로 지표의 중요도를 리커트 5점 척도를 이용하여 평가하였다. 각 질문의 집중경향 및 변산도 측정값과 본인의 2회 반응을 제공하여 응답을 수정할 수 있도록 하고, 응답이 사분범위에서 벗어날 경우 그 이유를 적을 수 있는 응답란을 포함하였다.



설문 결과 노선 굴곡도, 운행 생산성, 혼잡도, 평균 환승시간에 대해 합의가 이루어져서 최종 평가지표로 선정되었다. 향후 연구에서는 본 연구에서 발굴된 평가지표를 바탕으로 서울시의 간선버스 노선에 대한 최적화를 수행하고 이상적 최적 노선망과 간선버스 노선의 개선방안을 제시하는 기초가되는 연구가 될 것으로 기대된다.

도로교통량 조사지점 개선을 위한 방법론 개발 연구

A Study on the Development of Methodology for the Improvement of Road Traffic Survey Point

정도영
(한국건설기술연구원
도로교통연구본부
전임연구원/공학박사)

박현
(한국건설기술연구원
도로교통연구본부
전임연구원)

김종훈
(한국건설기술연구원
도로교통연구본부
선임지원직)

한대철
(한국건설기술연구원
도로교통연구본부
수석연구원/공학박사)

국내 도로교통량 조사는 도로의 계획, 건설, 관리에 필요한 기본 자료, 각종 도로·교통연구의 기초자료로 활용되는 매우 중요도가 높은 조사이다. 이 중 일반국도 조사지점은 최초 조사지점 선정 이후 지속적으로 보완이 이루어졌으나, 최근 변경된 도로·교통 상황의 반영이 일부 미비하여 보완이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 조사지점 개선이 필요한 지점을 선정하는 방법론을 제시하고, 개선이 필요한 지점의 우선순위를 제시하여 향후 도로교통량 조사의 정확도를 제고하고자 하였다. 방법론 개발을 위하여 기존 조사지점 선정 기준 및 현황, 도로 및 통행유발시설 사업을 검토하였으며, 그 결과 총 6개 유형을 선정하여 조사지점 신설 및 기존 조사지점 변경/제거 지점을 제시하였다.

<표 1>. 조사지점 개선장안 유형 및 기준 및 검토 대상

대분류	소분류		검토 대상
조사지점 신설	1	도로 신설	- 2013년 이후 지방도급 이상 신설도로와 교차하는 구간
	2	대규모 교통 유발시설 진출입로	- 2013년 이후 대규모 교통유발시설 진출입로와 교차하는 구간
	3	기존 누락지점	- 지방도 이상 도로의 교차점 구간이면서 기존 조사지점이 없는 경우
기존 조사지점 변경/제거	4	도시화지역 여부	- 행정구역상 “동” 지역에 위치하는 지점 - “동” 지역은 아니나 토지이용이 도시화지역으로 판단되는 지점
	5	부적절한 조사지점	- 내부 및 엇갈림 구간 내에 위치한 지점
	6	기타 항목	- 상시조사지점 일부 차로 검지기 미설치 - 그 외

검토 결과, 조사지점 신설이 필요한 지점은 총 476개소, 기존 지점 변경/제거가 필요한 지점은 총29개소로 총 505개의 개선 필요 지점을 도출하였다. 본 연구 결과를 활용하여 순차적으로 교통량 조사지점을 개선한다면 보다 정확하고 활용도가 높은 도로교통량 통계자료가 구축될 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 국토교통부의 재원으로 수행된 "2023년 도로교통량 조사" 연구를 통해 수행되었음

머신러닝 기반 12종 차종 분류를 위한 임베디드 디바이스 개발과 평가

Development and Evaluation of an Embedded Device for Machine Learning-Based AVC

정도영
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부
전임연구원/공학박사)

정종우
(시티아이랩 주식회사
대표이사)

본 연구의 주요 목표는 도로 교통 모니터링 시스템에서 차량의 정확한 차종을 식별하기 위한 머신러닝 기반의 임베디드 디바이스를 개발하고 이를 평가하는 것입니다. 현재까지 가장 일반적으로 사용되는 AVC(Automatic Vehicle Classification) 시스템은 도로 면에 루프 코일을 설치하고 이를 통해 차량의 통과로 발생하는 전류의 변화를 검지하여 교통계수를 계산하는 방식을 채택하고 있습니다.

AVC 시스템은 검지 정보의 신뢰성이 뛰어나며 설치비용이 비교적 저렴하므로 교통계수 측정에 있어서 많은 장점을 지니고 있습니다. 그러나 AVC는 주로 차량의 축수 정보만을 갖고 차종을 구분하기 때문에, 1종(2축 승용차)과 3종(2축 트럭) 차량의 길이가 동일한 경우에는 차종을 정확하게 식별하지 못합니다. 이로 인해 정확한 차량의 종류를 파악하는 데 어려움이 있으며, 도로 파손 및 차선 확장과 같은 유지보수 작업 시 추가적인 설치비용이 발생하므로 유지보수 비용이 증가하는 문제가 있습니다. 본 연구에서는 기존의 AVC 시스템의 한계를 극복하고 차종 분류의 정확성을 향상시키기 위해 다음과 같은 딥러닝 알고리즘을 활용한 임베디드 디바이스를 개발하였습니다.

첫째로, 컨볼루션 신경망(CNN)과 같은 딥러닝 알고리즘을 적용하여 차량의 이미지와 비디오 데이터를 실시간으로 수집하고 분석합니다. 이러한 딥러닝 알고리즘은 차량의 특징과 패턴을 자동으로 학습하고, 차종을 정확하게 식별하는데 뛰어난 성능을 발휘합니다. 또한 차량 축수 정보와 함께 차량의 길이, 높이 등 다양한 정보를 식별하는데 사용하였습니다.

둘째로, 전이 학습 기법을 활용하여 사전 학습된 모델을 차종 분류 작업에 맞게 조정하고 fine-tuning을 수행합니다. 이를 통해 제한된 데이터셋에서도 모델의 성능을 최적화하였습니다. 데이터 증강 기술을 활용하여 한정된 학습 데이터를 다양하게 확장하였으며, 이미지 처리를 위해 컨볼루션 신경망을 사용하여 공간적인 정보를 효과적으로 추출하였습니다.

마지막으로, 실시간 데이터 처리 및 하드웨어 가속기를 활용하여 차량의 이미지와 비디오 데이터를 실시간으로 처리하고 차종을 정확하게 식별합니다. 이를 통해 교통 흐름 모니터링 시스템에 실시간 정보를 제공하고 도로 유지보수 비용을 최적화할 수 있습니다.

다양한 기술과 딥러닝 알고리즘의 결합을 통해 본 연구에서 제안한 임베디드 디바이스는 기존 AVC 시스템의 한계를 극복하고 교통 흐름 모니터링 및 도로 유지보수 비용을 최적화하는데 기여합니다.

사사: 본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업인 “AI 영상인식 도로교통 데이터 수집시스템 개발” 연구를 통해 수행되었음

2023년 ITS 분야 KS 표준화 동향 분석

Analysis of Korean Standards(KS) Standardization Trends in ITS Sector in 2023

주정은
(ITS Korea 연구원)

양륜호
(ITS Korea 팀장)

1. 개요

ITS 관련 기술 발전에 따라 C-ITS, 자율협력주행 등 ITS 분야에 신규 서비스 도입이 확대되고, 서비스 간 융·복합이 지속적으로 추진됨에 따라 국내·외적으로 서비스 제공의 호환성 확보를 위한 표준의 중요성이 증대되고 있다. 국내에서도 이와 관련된 다양한 표준화가 추진되고 있는데, 특히 국가기술표준원에서 고시하는 ITS 분야 KS는 주로 국제표준화기구(ISO)의 ITS 분야 담당 기술위원회인 TC 204에서 제정된 주요 국제표준을 수용하여 제정(부합화 제정)하고 있다. 이에, 본 논문은 국제 규격과 국내 규격과의 조화를 위해 추진되고 있는 ITS 분야 KS 표준화 동향을 분석하고, 최근 제정된 주요 표준을 소개함으로써 ITS 산업계가 이를 적절히 활용할 수 있도록 지원하는데 그 목적이 있다.

2. KS 표준 운영 현황 (2023년 10월 기준)

ITS 분야 KS는 2023년 10월까지 국제표준을 부합화한 표준 131종과 고유표준 4종을 포함하여 총 135종이 운영 중이며 지능형차량도로, 전자지불, 통신, 여행자정보제공 등 ITS 관련 다양한 분야에서 표준이 제정되었다. 이 중 지능형차량도로 분야 표준은 전체 ITS 분야 KS의 약 41%로 가장 활발한 표준화가 추진되었으며 차로 유지 보조 시스템, 차로이탈 경고 시스템, 곡선부 속도 경고시스템, 이벤트 기반 프로브 차량 데이터 등 ITS 운영을 위한 성능 요구사항, 시험절차, 기본개념 등을 정의하고 있다.

3. 2023년 KS 제·개정 완료 표준 현황

'23년 10월까지 국내 ITS 표준 중 KS에서 5종의 표준이 부합화 제정되고, 3종의 표준이 개정 완료되었다. 신규 제정 완료된 표준은 화물운송 분야 1종, 교통정보 및 관리·제어 분야 1종, 노매딕 장치 분야 2종, 모빌리티 통합 분야 1종으로 모두 ISO/TC 204에서 제정된 국제표준을 부합화한 표준이다. 화물운송 분야에서 부합화 제정된 화물 상태 정보 모니터링 표준(KS X ISO 26683-3)은 백신 등 의료용품, 신선식품 등 부패 가능한 물품의 운송 상태 모니터링을 위한 요구사항, 운송 정보 모델을 규정하고 상품 운송 관리, 검사 서비스 등에 대한 활동 다이어그램을 제공한다.

교통정보 및 관리·제어 분야에서는 노면 모듈 데이터 인터페이스 시리즈 표준으로 SNMP 기반의 도로전광표지판(VMS)과 센터 간 교환되는 데이터 항목, 형식, 프로토콜 등을 정의하는 표준(KS X ISO/TS 20684-10)이 제정 완료되었다. 또한, 스마트시티 내 ITS 서비스 애플리케이션 역할 모델 표준(KS X ISO/TR 4445)은 ISO/TC 204 WG 19의 국제표준을 처음 KS로 수용한 표준으로서 모빌리티 서비스 제공을 위한 동향을 파악하기 위해 참조 가능할 것으로 기대된다.

개정 완료된 KS는 교통정보 및 관리·제어 분야 표준 1종, 통신 분야 표준 2종으로 대응 국제표준의 변경사항을 KS에 반영하여 국내표준을 최신화하기 위한 개정작업의 일환으로서 추진되었다. 이 중 통신 분야 표준 2종은 C-ITS 서비스 제공을 위한 통신 아키텍처 표준(KS X ISO 21217)과 ITS 스테이션 관리 표준(KS X ISO 24102-2)으로 대응 국제표준이 하이브리드 통신 등을 추가하여 보완됨에 따라 이를 반영하여 KS를 개정하였으며, C-ITS 서비스 구현 시 참조가 필요한 표준이다.

4. 맺음말

'23년 10월 기준 ISO/TC 204 국제표준은 총 332종이 제정되어 있으며 이 중 131종이 KS로 수용되어 운영 중인 것으로 조사되어 약 39%의 부합화율을 보이고 있다. 이 중 자율협력주행, C-ITS 등 부합화 필요성이 높은 차량/도로용 경고 및 제어시스템 분야(WG 14), C-ITS 분야(WG 18) 표준 대부분은 KS로 부합화 되어 있어 국제환경에서 이슈가 되는 국제표준을 중심으로 KS 개발을 진행 중인 것으로 분석된다.

최근 ITS의 범위가 스마트시티, 모빌리티, 빅데이터 등 다양한 융·복합 서비스 및 신기술로 확장되고 있으며 관련 국제표준 개발이 활발히 추진되고 있다. 따라서 국내 도입 필요성이 높은 주요 ITS 분야 국제표준의 시의적절한 국내 수용을 통해 국내 산업계가 세계적인 기술 변화를 이해하고 참조함은 물론 국내 ITS 시스템의 국제조화 달성을 지원할 수 있도록 지속적인 모니터링과 표준의 보급이 필요할 것으로 판단된다.

사사: 본 논문은 국가기술표준원 '2023년도 표준개발협력기관 지원사업' 수행의 일환으로 작성되었음

심야시간 공유 전기자전거 이용에 대한 기상 조건과 휴일의 영향 분석

Analysis of the impact of weather conditions and holidays on late-night shared e-bike use

구자형 (서울대학교 학사과정)
홍두선 (서울대학교 석박사통합과정)
이청원 (서울대학교 교수)

2023년 2월 서울을 시작으로 전국적으로 택시비가 약 19.3% 인상되면서 대중교통이 끊기는 심야시간의 교통비 부담이 심화되었다. 최근 공유 모빌리티 업계에서 공유 전기자전거 서비스를 확대하고 있어 이러한 상황에서 공유 전기자전거가 심야시간의 중요한 교통수단이 될 것이라 예상된다. 본 연구는 어떤 기상 조건과 휴일이 심야시간 공유 전기자전거 이용에 영향을 주는지 Negative Binomial Regression(NBR)과 탄력성 분석을 통해 알아보고자 한다. 또한, 심야외시간에 대해서도 동일한 분석을 통해 심야시간과의 차이를 보이고 심야시간에 다른 운영 전략이 필요함을 뒷받침하고자 한다. 본 연구에서는 부천시 공유 전기자전거 이용 데이터와 기상청의 기상관측 데이터를 활용하였으며, 기상청의 체감온도 계산 기준에 따라 여름철(5월~9월)과 겨울철(10월~4월)로 분석기간을 나누고 각 기간에 대해 택시 할증 시간인 심야시간(0시~4시)과 심야외시간(4~24시)으로 구분하여 각각 NBR을 진행하였다. 분석결과, 공유 전기자전거 이용에 영향을 주는 기상 조건이 시간대에 따라 차이를 보였고 탄력성은 대부분 심야시간에 상대적으로 작은 것으로 확인하였다. 특히, 심야시간과 심야외시간에 대해 주말과 공휴일의 탄력성이 큰 차이를 보였고, 심야시간 주말과 공휴일에 대한 차별적인 운영 전략의 필요성을 확인하였다.

운행제한 위반 시 후속조치에 관한 해외 현황 검토 및 국내 적용 방향

Review of overseas status and direction for domestic application of follow-up measures in case of violation of operating restrictions

김성현
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 연구위원)

김진우
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 연구위원)

1. 연구의 필요성

- (관련법규) 도로법제80조(차량의 회차등), 차량의 운행제한규정 제22조의2~제22조의5(회차, 운행중지, 분리운송, 통과조치)
- (문제점) 운행중지/분리운송등의 후속조치 미이행, 통과조치 혹은 후속조치 명령 미이행 및 도주차량에 대한 조치가 미흡하고, 운행제한 위반 시 차량의 운행을 중지하고 적재물의 분리운송 혹은 허가취득 이행을 위한 공간부족
- (연구의 필요성) 운행제한 위반 시 차량의 운행을 중지하고 적재물의 분리운송 혹은 허가취득 이행을 위한 공간부족

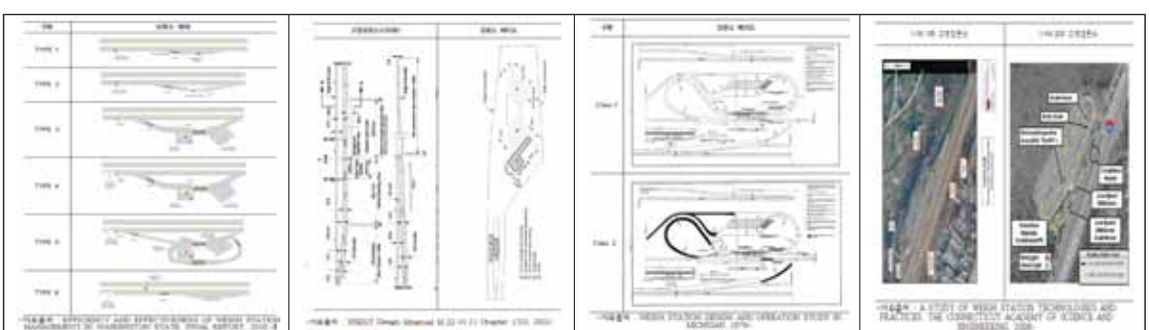
2. 해외 후속조치 제도 현황

1) 미국

- 대부분의 경우(무게 조정 불가능) 벌금이 부과되며, 중량이 제한치 이하로 조치가 취해질 때까지 트럭 이동 불가함. 중량 초과 시 운송회사가 초과중량 화물을 분리운송하기 위한 트럭을 보내야 하며, 차량 안전검사 시 추가 벌금 가능

  * 일부 주(예:버지니아)의 경우 축하중이 과적인 경우 운전자가 무게 균형조치를 할 수 있도록 한 시간 부여, 또는 총중량 약 2,7톤 초과까지는 벌금 후 통과 가능하며, 과적검문소에서 차량 안전에 대한 검사도 수행

- (후속조치를 위한 시설)



워싱턴주	위스콘신주	미시간주	코네티컷주

2) 영국

- 초과중량이 1톤 이하인 경우 5%의 초과여유(오차)를 허용함. 운행제한 위반 시 경찰관이 통행금지 통지서를 발행하여 초과중량이 조정될 때까지 운행을 금지함. 현장에서 적재경감조치를 수행하고 적발현장에서 적재경감조치가 불가능할 경우 하역을 위한 지정된 위치로 이동 가능하며, 초과중량 처리를 위해 별도의 트럭을 요청함.

3) 독일

- 가장 경미한 범위(2%~5%)의 과적은 벌금 부과 후 운행이 가능하며, 일반적으로 과적단속기관은 과적차량의 도로진입을 허용하지 않으며 초과중량을 별도의 차량에 싣도록 적개경감 조치를 명함. * 특히 CMR(국제화물운송계약) 문서에 입력된 물품이 있는 경우

4) 캐나다

- 과적 적발 즉시 운행이 중지되고 벌금이 부과되며 별도의 트럭에 의해 초과중량의 적재경감조치를 명함.

3. 국내 후속조치 개선 방향

- (제도개선) 후속조치 세부기준 및 절차, 양식 등 관련규정 상세화하고, 차량의 회차는 적발지점으로부터 상차지 등까지의 거리, 경로 상에 구조물이 존재하는 경우의 회차판단기준, 회차통지 상세화 필요, 운행중지/분리운송은 통지 및 고지절차를 상세화하고, 통과조치는 일상허가 대상 통과기준 및 이행확인 상세화 필요.
- (검무소 개선) 과적검문소별 일교통량, 트럭 AADT, 단속건수, 위반차량(제원) 등을 토대로 적정면적 및 규격을 산정하고, 운행제한 위반 발생 위험도 분석을 통해 위험도 목표 달성을 위한 검문소 배치 수준 결정 필요

과적단속시스템 장비 정확도 향상을 위한 정기검사 관리방안

Regular inspection management plan to improve the accuracy of overload control system equipment

김진우 (한국건설기술연구원 연구위원)　**이치열** (한국건설기술연구원 전임연구원)　**김종식** (한국건설기술연구원 수석연구원)

도로관리청은 **현행 과적단속업무는** 고속축중기는 정확도 **일상관리 기준**이 **부재**하며, 이동식 및 저속축중기는 **점검기준과 절차, 방법**이 **국토사무소 별로 상이하고** 단속장비 계측결과는 **고액의 과태료 부과, 사법처리 등의 기준**이 되므로 **측정 신뢰성과 정확성 확보가 매우 중요하다.** 과적단속시스템의 축중기 정확도 정기점사의 기준, 절차, 방법을 상세하게 규정함으로써 점검의 일관성과 효율성, 신뢰성을 확보가 필요하며 축중기의 중량 정확도, 정기점검 관리기준, 성능인증 기준 마련이 필요하다.



<그림 1> 과적단속시스템 정기검사 대상장비

축중기	점검기준	내용	비고
이동식	월 점검횟수	1회 이상	「차량의 운행제한 규정」 제14조제9항제1호
	기준값	검·교정 기관에 의뢰 원칙 법정 계중기(총중량,축중량)	축중기용 원교정기　법정계중기
	분동 (형태/중량)	표준분동 또는 콘크리트 등 고정형 적재물	
	기준 차량 (차종,축수,톤수)	3축카고 (총중량 20톤 이상) 또는 5축카고 (총중량 35톤 이상)	
	측정횟수	3회	1개축 3회 실시
	합격기준	1% 이내	사용오차

<그림 2> 이동식 축중기 정기검사 기준

○축중기 정기검사(점검)**세부규정**을 마련하여 중량측정의 신뢰성 및 일관성을 확보하고, 사용오차 초과 장비는 **운영중지, 편차보정 및 검교정** 시행

- **(세부규정)**정김점검의 **일관성 및 신뢰성**확보를 위해 '**축중기 정기검사(점검) 매뉴얼**제정
- **(축중기 운영) 고장** 혹은 정확도 점검 결과 **사용오차 초과 시 운영 중지**, **수리·편차보정**후 **이동식 축중기**는 **재검정**, **저속축중기**는 **교정**의뢰

사사: 본 연구는 한국건설기술연구원「비정상 주행속도 프로파일 추정기술을 이용한 중량계측 불응 단속시스템 개발 (과제번호 20230319)」의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

중차량 스마트 자가계중 기술 개발

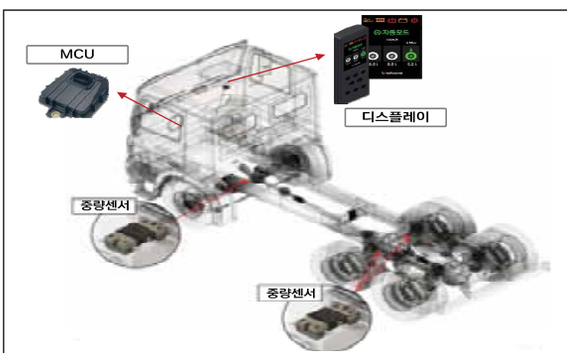
Development of Smart On-Board Weighing Technology for Heavy Vehicles

김현석
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 연구위원)

김진우
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 연구위원)

1. **정의 :** 자중계(On-Board Weighing System)는 화물차량의 적재함, 프레임 및 현가장치 등에 설치하여 차량의 축 및 축군 하중을 측정하고 차량의 총중량을 검출하는 저울이며, 차량 부착형 자가계중 시스템이라고도 함

2. **필요성 :** 자중계는 단속 목적보다는 주로 과적 사전 예방 및 운송 효율성 제고 등을 목적으로 사용함. 즉, 화물 적재시 화주의 강요에 의한 과적 여부를 사전에 인지할 수 있고 운행허가후 허가 차량의 적재중량, 운행속도, 경로 및 위치 등 허가조건 준수 여부를 관리자가 모니터링할 수 있어 중차량 관리에 도입 효과가 높음



전자제어장치와 중량센서 등 자중계 기본 구성



자중계를 활용한 스마트 자동운행허가

3. **기술개발 이슈 :** 중차량 스마트 자가계중 기술을 개발하기 위해서는 다음의 이슈들을 검토 및 극복해야 함

- **(차량구조)** 자중계는 차량의 자가계중을 위해 차량의 구조에 따라 적용되는 기술이 다양함
  - 로드셀 자중계는 저울과 같은 원리로 차량의 적재함 밑에 로드셀을 설치하여 저울에 물건을 올리는 것처럼 무게를 측정하는 방식을 사용
  - 공기압 자중계는 에어 서스펜션의 에어 스프링에 에어 압력센서를 연결하여 공기압을 측정하여 이를 무게로 변환하는 방식을 사용
  - 스프링 센서 자중계는 차량 현가장치로 주요 사용되는 판스프링에 센서를 부착하여 데이터를 획득한 후, 중량 환산 알고리즘을 통해 축하중으로 환산하는 방식을 사용
  - 유압식 자중계는 트럭의 적재함을 들어 올리는 유압 실린더에 유압계를 설치하는 방식을 적용하는데 덤프 실린더가 있는 차량에만 사용이 가능하며 카고 트럭 및 트레일러 차량 등에는 적용이 어려움
  - 이처럼 차량구조에 따라 다양한 자중계 기술이 요구되는 점이 기술개발의 주요 이슈로 작용함
- **(차량속도)** 차량 주행시에는 차량 진동에 따라 정적 하중과 달리 동적 하중의 변화가 발생하며, 이를 최소화 및 최적화하는 기술 개발이 필요함
- **(구성)** 자중계는 차량의 적재함, 프레임 및 현가장치 등에 설치하므로 다양한 차량구조에 적용 가능한 센서시스템, 관리자에게 정보를 제공하기 위한 텔레매틱스 장치와 연결하는 시스템, 데이터 보안 및 전송시스템으로 구성

4. **기술개발 전략 :** 위와 같은 기술개발 이슈 극복과 동시에 다음과 같은 전략을 모색할 필요가 있음

- 자중계를 부착하는 차량구조에 따라 로드셀, 공기압, 스프링, 유압식 등 다양한 센서 기술이 요구되기 때문에 센서 관련 전문성과 차량 설치에 대한 특화된 기술력 확보 필요
- 기술 선도를 위한 관련 우수 인력 및 아이디어 필요
- 특수 분야인 만큼 글로벌 시장 진출사업 지원을 활용하거나 공공사업 시장에 진입할 기회 확보 및 기술 개발

과적차량 단속용 중량계측 센서 성능 고도화 기술 개발

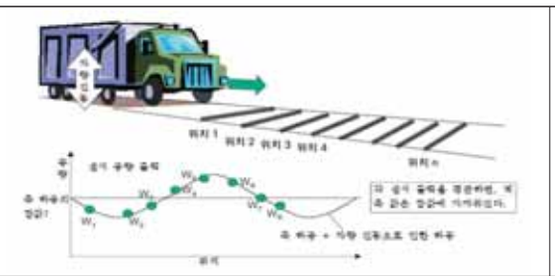
Development of Technology to Enhance the Performance of Weight Measurement Sensors for Enforcement of Overweight Vehicles

김현석
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 연구위원)

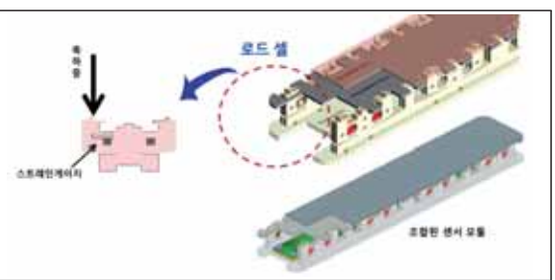
이치열
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 전임연구원)

1. **정의 :** 정지, 저속, 고속 등 차량이 중량계측 센서 위를 통과하는 속도와 상관없이 계측 정확도 95% 이상의 축하중 및 총중량을 검출하고, 소형, 중형, 대형 등 차량 유형과 무관하게 저중량(1톤)부터 고(高)중량까지 계측하는 센싱 기술

2. **필요성 :** 과적차량 단속에 사용하는 저·고속 축중기의 계측 결과는 과태료 및 벌금 등 법적 제재의 근거 자료로 사용되므로 사용 환경과 무관하게 신뢰성이 확보되어야 함. 또한, 단속 현장에서는 중량계측 결과에 대해 단속원과 운전자 간 시비가 빈번하게 발생하므로 단속업무 효율성 제고 등 계측 장비의 성능 고도화가 반드시 필요



차량 진동에 의한 동적하중 변화 최소화 기술



여러 개의 로드셀을 장착한 센서 시제품

3. **기술개발 이슈 :** 과적차량 단속용 중량계측 센서 성능을 고도화하기 위해서는 다음의 이슈들을 극복해야 함

- **(정확도)** 축중기의 정확도는 센서 종류, 장착하는 센서 개수, 차량 특성 및 설치 환경 등 여러 가지 영향 요인이 작용하나 센서 자체만을 고려하면 정확도 향상을 위해 스트립 형태의 센서에 여러 개의 로드셀을 장착할 경우에 정확도 개선은 가능하나 ADC 개수도 대폭 증가하므로 고수준의 하드웨어 설계 기술 및 알고리즘 처리 기술 또한 개발이 필요함
- **(차량속도)** 차량속도에 따라 발생하는 신호 형상이 다양하므로 이런 경우 AD 변환기 및 MCU는 높은 분해능과 샘플링 속도가 요구되며 고수준의 하드웨어 설계 및 처리 기술이 필요함
- **(센서재질)** 현재 고속 축중기의 센서로 Kistler사의 석영 압전센서를 많이 사용하는데 압전효과는 동적이기 때문에 힘이 변화할 때만 전하가 생성되고 힘이 일정하게 유지되면 초기 전하는 감쇠하게 되며, 압전재료는 높은 주파수에 쉽게 응답하므로 동적인 하중 변화에는 비교적 측정이 잘 되지만 Hysteresis의 물성적 특성으로 인해 정적인 하중 측정에는 어려움이 있음
- **(종속성)** 차량 속도 및 유형(중량 크기) 문제를 극복할 수 있는 고정밀 중량계측 기술은 로드셀, 스트레인 게이지, 압전센서 등을 이용한 센싱 기술과 센서로부터 수집한 신호를 중량값으로 변환하는 ADC 회로 설계 및 H/W 기술, 중량 산출 알고리즘 등의 S/W 기술 등으로 구성되며 이들은 기술들은 상호 종속적이기 때문에 어느 한 부문만 고도화되어서는 안되고 모든 부문이 같이 고도화되어야 함

4. **기술개발 전략 :** 위와 같은 기술개발 이슈 극복과 동시에 다음과 같은 전략을 모색할 필요가 있음

- 센서의 특성, AD 변환기 및 신호 증폭기 등의 제어 관련 하드웨어, 중량 산출 알고리즘 및 소프트웨어 등 다양한 산업 분야가 접목된 기술이기 때문에 전문성 및 특화된 기술력 확보 필요
- 기술 선도를 위한 관련 우수 인력 및 아이디어 필요
- 특수 분야인 만큼 글로벌 시장 진출사업 지원을 활용하거나 공공사업 시장에 진입할 기회를 확보

Insertion Heuristic 기법을 활용한 Demand Responsive Transit 시스템 설계

Design for Demand Responsive Transit System Using Insertion Heuristic

박현수 (서울시립대학교 박사과정)

조신형 (서울시립대학교 연구교수)

박신형 (서울시립대학교 부교수)

최근 도로 교통부문에서는 도시의 교통혼잡을 줄이는 방안 중 하나로 Demand Responsive Transit(DRT) 서비스가 제안되고 있다. 일반적으로 DRT 시스템의 최적 일정을 수립하는 문제는 NP-hard이기 때문에 정확한 솔루션을 도출하는데 합리적이지 못한 계산 시간이 소요되어 효율적인 서비스를 제공하기 어려울 수 있다. 따라서 본 연구에서는 DRT 서비스 제공 시 계산 시간을 줄이고, 정확도를 향상시킬 수 있는 Insertion Heuristic 기법을 활용하여, DRT 시스템을 설계하는 방안을 제시하고자 한다. 먼저, DRT와 승객 요청을 매칭하기 위해 Insertion Heuristic 기법을 사용하여, 제약조건(DRT 용량 제약, 이용자 시간 제약 등)을 만족하는 모든 DRT의 일정을 추출하였다. 다음으로 목적함수를 통해 제약조건을 만족하는 일정을 운행했을 때 예상되는 비용을 산출하였으며, 비용이 가장 저렴한 일정을 각 DRT에 배정되도록 설계하였다. 이후 본 연구에서 제안한 방법론의 적절성을 살펴보기 위해 Sioux Falls Network에서 무작위로 발생하는 80건/시의 승객 요청(수요)을 4대의 DRT로 운영하는 사례 연구를 수행하였다. 분석 결과, 80건의 승객 요청을 계산하기 위한 시간은 약 1.5s가 소요되었고, DRT와 승객 요청 간의 매칭 성공률은 47.5%(38건)로 분석되었다. DRT가 승객 요청을 해결하기 위해 평균적으로 주행한 시간은 약 70분 정도이며, 출·도착지가 유사한 통행끼리 승차 공유가 이뤄진 것을 확인할 수 있었다. 다만, 본 연구에서는 80건의 승객 요청을 4대의 DRT로 처리하는 것은 현실적으로 적절하지 않은 것으로 판단하였으며, DRT의 적정 투입 대수(Fleet size)를 결정하기 위해 민감도 분석(Sensitivity Analysis)을 추가로 수행하였다. 민감도 분석에 활용한 승객 요청은 기존과 동일한 80건/시을 사용하였으며, DRT 투입 대수는 최소 1대에서 최대 15대로 설정하였다. 또한 분석 결과의 신뢰성을 확보하기 위해 승객 요청과 DRT의 위치를 무작위로 변형시켜 분석을 수행하였다. 그 결과, DRT가 14대 이상 투입되었을 때 100%에 가까운 수준으로 승객 요청을 처리하였으며, 계산 시간도 0.2s 이하로 나타났다. DRT 서비스의 질을 고려했을 때에는 14대의 차량을 투입하는 것이 타당하지만 DRT 투입 대수가 증가할수록 운영자의 비용 부담이 증가하게 된다. 따라서 본 연구에서는 운영자의 비용을 고려하여, 계산 시간의 변동 폭이 급격히 줄어들고, 승객 요청 처리 비율이 90%이상을 유지하는 10대를 투입하는 것이 적절한 것으로 판단하였다. 향후 실제 데이터를 기반으로 제안한 방법론을 검증할 경우, DRT 서비스의 효율성이 더 크게 개선될 것으로 기대한다.

사사: 이 논문은 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2022R1I1A1A01064168) 또한 이 논문은 2022년도 서울시립대학교 기초·보호학문 및 융복합 분야 R&D 기반조성사업에 의하여 지원되었음.

날씨를 고려한 서울시 공유자전거의 수요예측 비교 연구

Comparative study on demand forecast for shared bicycles in Seoul considering weather

서문정
(서울시립대학교 교통공학과 석사과정)

변지혜
(서울시립대학교 교통공학과 조교수)

최근 환경 및 교통 문제의 대안으로서 공공형 공유자전거 이용 활성화 정책이 확산되고, 이에 따라 사용량도 증가하고 있다. 도입 초기에는 이용자를 늘리기 위해 자전거 확대 보급 및 대여소 설치에 관심을 기울여 왔으나, 이제는 대여소별 사용자의 수요를 만족시킬 수 있는 효율적인 관리가 필요한 상황이다. 이를 위해서는 신뢰할 수 있는 데이터 분석을 통해 정확한 수요 예측이 선행되어야 한다.

이에 본 연구에서는 서울시에서 제공하는 공공자전거의 일별 대여량을 바탕으로 수요 예측을 위한 모델들을 비교 분석하였다. 분석에는 2018년부터 2020년까지 3년간의 공공자전거 대여 이력 데이터를 사용하였다. 데이터는 일별 날짜, 풍향, 하늘 상태, 강수 형태, 풍속, 습도, 최고 기온, 최저 기온, 강수 확률, 따릉이 대여량 등으로 구성되어 있다. 수집한 데이터를 바탕으로 결측값의 여부를 확인하고 각 변수들 간의 상관관계를 확인 한 후, 날씨와 관련하여 관계성을 확인하고 불쾌지수, 일교차, 바람, 기온의 영향에 관해 파생 변수를 생성했다.

도출된 변수들에 대하여 LightGBM, CatBoost, XGboost를 사용하여 수요 예측 결과를 비교하였다. 각 모델들은 Gridsearch를 통해 얻은 최적의 parameter값을 찾아 모델에 적용하였으며, 2018년에서 2020년까지 3개년의 일별 학습 데이터를 토대로 2021년의 실제 수요와 예측된 수요량을 비교하였다. 최종 예측 수요는 실제 수요와의 NMAE(Normalized Mean Absolute Error)를 줄이는 방향으로 학습을 수행하였다.

그 결과 LightGBM의 NMAE는 6.1%로 정확성이 다소 낮았으나, CatBoost를 수행한 결과 2.6%의 오차율을 보였으며, 마지막으로 XGboost의 모델링 결과 오차율 1.1%로 가장 예측력이 좋은 것을 확인할 수 있었다. 특히 날씨를 고려했을 때, 그렇지 않은 경우에 비하여 오차율이 3%p 정도 감소하여 보다 높은 설명력을 가짐을 알 수 있었다.

본 연구는 3개년의 서울시 공공자전거 데이터를 바탕으로 머신 러닝 기법의 다양한 모델을 적용하여 결과를 비교함으로써 실제 수요를 예측하는 부분에서 활용 가능성을 보여주었다. 이 결과를 바탕으로 향후 시간대, 대여소 등을 고려하는 보다 세밀한 예측모델 수립을 통해 이용자 만족도 향상을 위한 자전거의 적절한 분배전략등을 연구하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

화물차량 중량 및 단속정보 기반 빅데이터 활용 방안

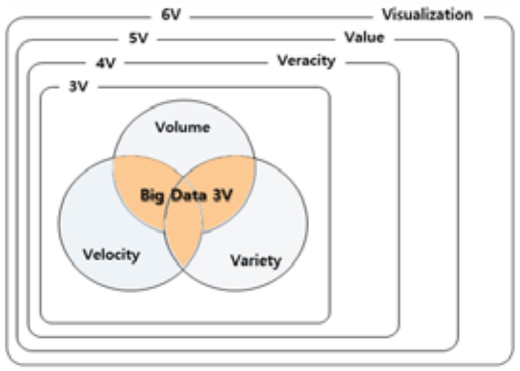
Scheme of Utilizing Big Data based on Truck Weight and Enforcement Information

이치열
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 전임연구원)

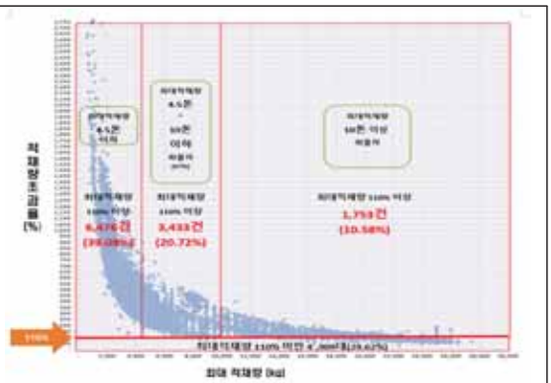
김현석
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 연구위원)

1. **정의 :** 전국 고속도로 및 일반국도상 화물차량 검차 및 단속을 위한 축중기를 통해 수집되는 축하중 및 총중량 등 중량 정보와 이들 차량중 도로법 및 도로교통법상 제한기준을 초과하여 단속된 정보

2. **필요성 :** 일반적인 교통 빅데이터보다는 제한적이겠으나 화물차량 중량 및 단속정보 또한 다양하고 부가적인 활용 방안 도출이 가능하므로 정부의 효과적인 화물차량 교통사고 줄이기 및 과적차량 단속강화 정책 입안시에 전략적 의사결정 지원 가능



빅데이터의 6가지 특성



화물차량 적재제한위반 단속 현황

3. **빅데이터 활용 :** 활용 분야별 화물차량 중량 및 단속정보 기반의 빅데이터 목록 구성

- **(과적단속)** 실시간 과적의심차량 추적 지원(화물차량 운행빈도 및 이동식 단속 연계·지원 등), 기관 공조 합동단속 구간 예측(차적조회 및 이동경로 분석, 합동단속 지원 등), 단속지점 및 장비 운영기간 예측(과적의심차량 이동구간 분석 및 단속효과 분석 등)
- **(도로운영)** 도로 및 교량 수명 추정(노선별/구간별/기상별 화물차량 중량데이터, 도로 및 교량 상태데이터, 유지보수 시기 추정 등), 운행허가 노선 자동 결정(노선별/구간별/기상별 화물차량 중량데이터, 도로 및 교량 상태데이터, 노선 결정 및 비용 추정 등), 화물차량 사고 위험구간 예측(노선별/구간별/기상별 화물차량 사고구간 누적빈도, 실시간 사고위험 구간 추정 및 제공 등)
- **(도로정책)** 시설물 유지관리 주기 결정(시설물 고장과 교체 원인 및 소요비용 분석, 예비품 최적수량 추정, 유지관리 시점 결정 등), 도로 및 교량 구조 유지관리 개선 전략 수립(도로 및 교량 유지관리 요인 조사·분석, 도로 및 교량 스트레스 추정, 개선 방향 도출 등)

4. **발전 전략 :** 위와 같은 활용 분야별 빅데이터 목록 구성과 함께 다음과 같은 발전 전략 모색이 중요

- 빅데이터는 기본적으로 시계열적, 공간적 특성을 갖는 데이터 속성을 구비해야 하며 환경 구축에 있어서 반드시 고비용 체계 도입만이 양질의 빅데이터 환경을 보장해주는 것이 아니므로 최소의 비용으로 최대의 효과를 얻을 수 있도록 지속적인 관리 체계를 유지하는 것이 더욱 중요하고 바람직
- 빅데이터 수행 조직은 분석 역량보다 데이터 관리 능력과 빅데이터 활용을 위한 오정보 데이터 정제 능력이 기본적으로 더 중요
- 빅데이터는 여러 기관에서 저장 및 관리되므로 데이터 연계 및 공유가 필요하며, 이를 위해서는 각 기관별로 연계 및 공유될 수 있는 데이터에 대한 표준화가 필수적

일본 특수차량 통행확인제도 고찰을 통한 초대형/고중량차량 운행허가 개선방향

Study for Improve the Domestic Operation Permit for Oversize/Overweight Vehicles through Case Analysis of Japan's Special Vehicle Traffic Verification System

이치열
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 전임연구원)

김성현
(한국건설기술연구원 도로교통연구본부 연구위원)

1. 연구의 필요성

- (관련법규) 도로법제77조제1항 단서 및 제5항
- (문제점) 초대형/고중량차량의 운행허가를 위한 특별허가신청 서류 특히 구조물통과하중계산서 작성기간 1~2개월 소요, 비용 과다 등 불합리성으로 인해 불법운행 만연
- (연구의 필요성) 해외 특히 일본의 특수차량 통행확인제도 고찰을 통해 국내 초대형/고중량차량의 운행허가 개선방향 도출 필요

2. 일본의 특수차량 통행확인제도

1) 특수차량 통행제도의 취지와 목적

- 최근 도로의 노후화 대책 시급한 과제로 부상 => 도로 이용자의 안전한 통행 확보를 위해 적절한 도로의 유지관리 필요

  * 화물차의 대형화 및 고중량화로인해 중량 위반 차량의 노후화된 도로에 심한 손상 초래

  * 간토 지방정비국관내 교량 중 50년이 초과한 교량은 20년 후 74% 급증

2) 특수차량의 운행허가

- 도로는 일정한 규격의 차량이 안전하고 원활하게 통행할 수 있도록 만들어져 있으며 이 규격을 초과하는 차량은 통행 불가-단, 차량의 구조나 적재화물이특수한 경우에 한해 도로구조의보전 또는 교통위험방지에 필요한 조건을 준수하여 통행 가능

3) 특수차량 통행확인제도

- 기존의 '특수차량 통행허가제도'와 22년 4월 1일부터 시행되기 시작한 '특수차량 통행확인제도'로 구분됨

4) 특수차량 통행조건

- 특수차량의 운행헤대한 심사결과 통행에 필요한 중량 및 치수에 관하여 통행속도, 유도차배치 등을 조건으로 통행허가







3. 국내 후속조치 개선 방향

- (자동운행허가시스템) 교량 안전성 평가기법개발 및 평가 프로그램의 개발, 교량의 제원 및 내하성능DB 구축, 차량제원DB 구축 및 도로관리청간 교량정보연계체계 구축, 초대형/고중량차량의 자동운행허가 시스템 개발, 통행차량의 하중분포, 교량거동계측정보, 내하력 장기 변동 모니터링 등 교량 안전성 평가 지속적 분석, 스마트자중계 도입을 통한 초대형/고중량차량 운행관리체계 구축, 스마트 자중계수집정보 기반 고중량차량 빅데이터 분석체계 구축 필요
- (법제도 개선) 초대형/고중량차량의 운행허가 관련 도로법 및 차량의 운행제한규정 등 관련 법령 개정, 운행허가 절차, 수수료, 통행조건 및 유도차 도입 등 상세규정마련, 중차량 지정노선의 전국 확대 추진 등 필요

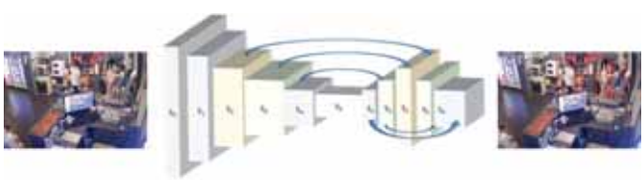
저가형 임베디드 시스템 기반 웹 통신이 가능한 실시간 객체 검출 모니터링 시스템

Real-time object detection monitoring system with web communication based on low-cost embedded system

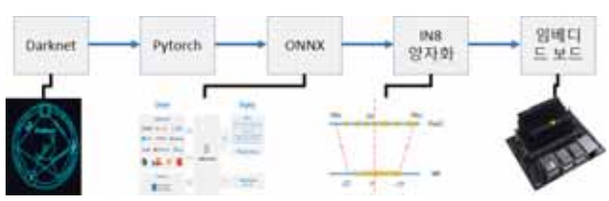
강민성
(DGIST 전임)

임영철
(DGSIT 책임)

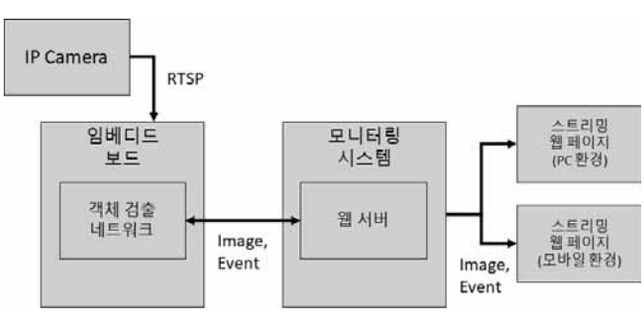
최근 무인 상점이 증가함에 따라 저렴한 비용과 카메라 한 대로 상점을 모니터링 하는 기술들의 니즈가 증가하고 있다. 비용 문제로 인하여 기존 고사양 PC, 고사양 GPU는 사용할 수 없는 환경이기 때문에 저가형 임베디드 보드와 저가형 GPU를 기반으로 모니터링 시스템을 개발하여야 한다. 본 논문에서는 모바일 GPU가 장착된 저가형 임베디드 시스템을 기반으로 웹 통신이 가능한 딥러닝 기반 실시간 모니터링 시스템을 제안한다. 딥러닝 기반 실시간 객체 검출을 위하여 경량화 네트워크를 사용하고, 저가형 임베디드 보드에 적용하기 위하여 TensorRT 기반 INT8 양자화 과정을 진행한다. 그리고 웹서버와 임베디드 보드 간 통신을 통하여 사용하자 실시간 모니터랑과 함께 특정 이벤트에 대한 모니터링 결과를 저장할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안하는 저가형 임베디드 기반 실시간 모니터링 시스템을 기존 시스템과 스펙, 가격, 성능, 테스트 속도 등을 비교하였다. 제안하는 시스템은 10~30만원 저가형 임베디드 시스템에서 36ms 테스트 속도로 실시간 모니터링이 가능한 개인에게 최적화 된 시스템이다.



<그림 1> 실시간 객체 검출을 위한 경량화 네트워크



<그림 2> TensorRT INT8 양자화 과정



<그림 3> 제안한 시스템 구성도

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부에서 지원하는 DGIST “작업자 근접 감지 기능이 있는 딥러닝 기반 협동 로봇 환봉 자동 부착 시스템 개발”에 의해 수행되었습니다(23-DPIC-18). 또한, 과학기술정보통신부 “산업 현장 맞춤형 안전 관리를 위한 스케일러블 영상 분석 솔루션 개발”의 지원으로 수행되었습니다(2023-DG-RD-0054).

데이터 결합 연계를 통한 화물 모빌리티 분석 방법론 개발

Development of Freight Mobility Analysis Methodology by Combining and Linking Data

조범철 (한국교통연구원 선임연구위원)
조은아 (한국교통연구원 연구원)
강아라 (한국교통연구원 연구원)

코로나 19 대유행은 우리의 삶을 근본적으로 변화시켰다. 비대면 거래는 우리의 일상에서 보편화되었고, 이로 인해 물류 부문은 급격한 성장을 이루었다. 물류는 운송, 보관, 하역, 포장, 배송까지 이르는 한 사이클이 진행될 동안 다양한 데이터가 유기적으로 연결되고 축적된다. 그러나, 이러한 방대한 데이터의 축적에도 불구하고 물류 데이터는 개인정보 문제 및 영업상 보안 등의 문제로 민간뿐만 아니라 공공 데이터 또한 데이터 공개 및 연계가 이루어지지 않고 있어, 이를 활용하기에는 어려운 실정이다. 물류 분야에서 데이터의 활용도를 높이기 위해서는 법적, 기술적, 정책적 측면에서 새로운 해결 방안을 모색해야 한다.

공공분야에서 데이터가 공개되지 않는 가장 큰 이유는, 데이터를 관리하는 부처별로 다른 법령 및 제도에 의해 관리되고 있기 때문이다. 이로 인해 데이터의 유기적인 통합 및 공유가 어려워지며, 이것은 데이터 연계를 수행하지 못하고 있는 요소 중 하나로 작용한다. 본 연구에서는 데이터 연계를 강화하고, 국가 차원에서 물류 흐름을 분석할 수 있는 서비스를 개발하기 위해 데이터의 통합 방법을 제안하고자 한다.

<DTG 기반의 화물차 모빌리티 분석>

화물차량의 위치정보와 건축물 시설 정보를 연계 분석함으로 차량 운행의 발생 및 종료가 빈번히 일어나는 주요 지점을 결정하는 방법론을 개발하였다. 화물차 이동기록계 자료는 위치정보를 xy좌표로 수집하여 GPS 오류가 발생할 경우, 출도착 정보가 같지 않은 오류가 발생한다. 이에, H3 인덱스 방법을 통해 교차하는 OD 폴리곤을 군집화하여 트립체인 폴리곤을 생성하였다. 본 연구에서는 트립체인 폴리곤을 차량의 목적지 또는 교통 상에서 유의미한 위치로 정의하였다. 화물의 주요 이동 거점인 트립체인 폴리곤 분석을 통해 주요 거점의 토지 용도를 파악하고, 화물차의 이동 패턴을 이용하여 통행 특성을 분석하였다. 해당 분석은 화물차의 이동패턴과 물류시설정보를 결합하여 결정된 복수의 이동 패턴이 중복되는 위치인 최적입지에 새로운 물류시설 건축에 투자할 수 있는 기초자료로 활용할 수 있다. 이를 통해, 물류시설 간 물류 이동에 소요되는 시간 감소 및 효율성 증대와 같은 현저한 효과를 가질 수 있을 것으로 보인다.

<가명정보 결합 기반의 화물차 모빌리티 분석 서비스>

화물자동차 운행기록계 자료는 1톤 이상의 영업용 차량에만 장착 의무가 있어 대형 화물자동차에 대한 물류 흐름은 추정을 통해 파악할 수 있으나, 생활 물류를 포함하는 국가차원의 화물흐름을 분석하는 데 한계가 있다. 이에, 차량에 대한 모수를 가지고 있는 자동차등록정보를 바탕으로 2개의 이기종 데이터를 가명화 자료 매칭을 통해 화물의 흐름을 파악하는 것을 추후 연구 주제로 설정하여, DTG 자료의 한계점을 극복하고자 한다. 가명정보는 개인정보 일부 혹은 전부를 가명화하여, 원래 상태로 복원하기 위한 추가 정보 없이는 특정 개인을 알아볼 수 없는 정보이다. 먼저, 많은 물량이 운반되는 화물자동차의 특성상 고속도로를 이용하는 차량의 수가 많다. 이에 고속도로를 통행하는 정보와 자동차등록정보 가명정보 결합을 통해 간선 단위의 화물차 이동 경로를 추정하고자 한다. 또한, 고속도로를 통행하지 않는 차량과 차량의 세부 이동 경로 추정을 위해 기지국 기반의 좌표가 표출되는 통신사의 통신궤적과 자동차등록정보를 가명결합하여 화물차의 세분화된 이동 경로를 분석하고, 분석데이터를 제공할 수 있는 서비스를 제공할 수 있는 서비스를 제안한다. 해당 가명정보 결합 방법론을 이용해 데이터가 기반이 된 국가 차원 물동량 분석과 운영주체별 별도로 관리되고 있는 공공물류데이터의 연계통합의 시초가 되기를 기대한다.

사사: 본 연구는 2023년 정부(국토교통부)의 재원으로 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 국가연구개발사업임(RS-2023-00142845)

통신데이터를 활용한 여객 기종점통행량 구축 방안 연구

A Study on the Methodology of Passengers O/D using Mobile Telecommunications Data

권민영
(서울연구원 연구원
서울시립대학교 박사과정)

양재환
(서울연구원 부연구위원)

오하람
(서울연구원 연구원)

여객 기종점통행량(O/D)자료는 5년마다 이루어지는 국가교통조사를 통해 수집된 자료를 광역별로 전수화 및 현행화 과정을 통해 구축된다. 전수화 통행량은 조사를 통해 수집된 개인통행실태조사 결과에 각종 사회경제지표와 수송실적 이력자료 등을 반영하여 추정된다. 가장 최근의 조사는 2021년에 이루어졌는데, 조사 비용의 한계 등으로 인해 표본율은 0.25%에 그쳤으며 이는 직전 조사인 2016년 대비 1/5 수준이다. 이처럼 표본 확보의 부족이 기존 O/D 추정 방식의 한계점으로 제시되어왔다.

한편 최근 기술의 발전에 따라 교통 관련 빅데이터가 다양하게 수집되고 있다. 그 중 통신 데이터는 기지국 기반으로 수집되는 데이터를 토대로 휴대 전화 이용자의 이동 패턴이 기록된 자료인데 이는 O/D 자료와 유사한 자료로 기존 조사에 기반한 O/D 추정의 문제점인 낮은 표본율을 보완할 수 있는 데이터로 기대된다. 이러한 통신 데이터를 O/D 추정에 활용하는 방안에 대한 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 개인통행실태조사 자료 전수화 시 통신데이터를 활용하는 방법론을 개발하고 이를 통해 전수화 작업을 수행 하였다. 통신데이터는 많은 양의 통행량이 확보 가능해 활용 가능성이 높으나 통행 목적과 통행 수단 정보가 없어 통행 전수화 및 현행화 작업에 사용하기에는 부족한 점이 있어 추가적인 방법론의 개선이 필요할 것으로 판단된다. 추후 활용 방법을 보완한다면 개인통행실태조사의 표본수의 부족과 같은 상황에서 활용성을 기대할 수 있다.

사사: 이 연구는 국토교통부(한국교통연구원)의 "2023년 수도권 여객O/D 현행화 공동사업"의 일부로 수행되었습니다.

세종시 대중교통 환승 분석 시스템 구축

Establishment of Transit transfer Analysis System in Sejong City

류승규 (대전세종연구원 연구위원)

김민기 (한국과학기술정보연구원 선임연구원)

장준용 (세종시청 주무관)

안용준 (대전세종연구원 책임연구위원)

세종시는 지속해서 성장하는 도시로서, 2024년 6생활권 대규모 아파트 입주와 5생활권 개발이 예정되어 있으며 신규 산업단지, 국회 세종의사당 건설 및 공동캠퍼스 개발 등 기타 공공분야의 토지이용 개발도 진행될 예정이다. 세종시는 대중교통 중심의 생태환경적인 건설을 모티브로 하며 건설되었으나, 현재 세종시의 대중교통 버스 분담율은 10%로 이하로서 기존 목표치인 70%보다 현저하게 낮은 수준이고 또한 세종시 승용차 분담률은 44%로 전국 평균 30%보다 높은 수준이다. 따라서 향후 수단분담률 제고를 위해서 대중교통 노선 개편, 배차간격 조정, 대중교통 환승센터 건설 등을 포함한 대중교통 개선이 필요한 실정이다.

본 연구의 목적은 세종시 대중교통 활성화 방안을 목적으로 하고 있으며 환승센터 입지 분석을 위한 환승 분석 시스템 구축에 연구 중점을 두고 있다. 교통카드 데이터를 활용하여 환승 패턴 분석과 환승 시간을 분석할 수 있는 시스템을 구축한다.

세종시 환승 통행량 분석을 위해서 2022년 5월 22일부터 28일까지의 교통카드 데이터를 수집하여 시스템을 구축하였다. 시스템 구축은 환승 전 정류장-환승 정류장-환승 후 정류장으로 구성하였으며, 환승 정류장 탭의 1개 이상의 정류장을 선택할시, 환승 전 정류장 정보와 환승 정류장 정보를 표출하였다. 환승 전 정류장에서는 환승 정류장에 도착하기 전 정류장별 탑승 이용객수, 환승정류장까지 도착할 때의 이용노선, 통행시간이 표출되며, 환승 후 정류장 탭에서는 환승 정류장에서 환승 후 정류장으로 이동할시, 환승 후 정류장별 이용객수, 이용노선, 통행시간을 표출하였다. 또한 환승정류에서의 환승시간을 분석할 수 있는 탭을 추가하였으며, 총 통행시간 대비 환승 시간의 비율을 계산할 수 있는 탭을 추가하였다.

세종시 5일간 전체 대중교통 이용 통행은 274,999 통행으로서 (미 태그 제외) 이중 환승 통행은 전체 통행의 약 20%를 차지하고 있으며 2번 이상 환승 비율은 약 전체 통행의 약 4.0%를 차지하는 것으로 분석되었다. 오전 첨두시간의 경우, 환승 통행은 약 16%를 차지고 하고 있으며 전체 통행과 비교 시 환승 비율이 낮은 이유는 출근 시 대중교통 환승보다는 다른 수단 또는 직결 노선을 이용하기 때문이라고 분석되었다. 오후 첨두시간의 경우, 오전 첨두시간보다 통행량은 적으나, 환승 통행량은 높은 것으로 분석되었으나 이는 퇴근 시 시간적 여유 및 퇴근 외의 통행으로 인하여 환승 통행이 높은 것으로 분석되었다.

환승 통행시간 분석 결과, 환승 이용자의 통행자는 26분에서 40분 사이의 통행자가 가장 많았으며, 50분 이상 통행자도 많이 분포하는 것으로 분석되었다. 환승 시 통행에서 환승 시간이 차지하고 있는 비율을 분석한 결과, 약 20%의 시간을 환승 시간에 소비하고 있는 것으로 분석되었으며, 이는 1시간 통행 시, 48분은 차내 시간을 의미하며 12분은 환승 대기시간을 의미한다. 환승 시간 분석 결과, 전체 환승 통행의 50%가 7분 이내의 환승 시간 (환승 정류장에서의 대기시간)이 소요되었으며 평균적으로 11분의 환승 시간이 소요되는 것으로 분석되었다. 하지만 약 10%의 통행자는 44분의 환승 시간이 소요되는 것으로 분석되었다. 환승 통행 전 차내 시간보다 환승 후 차내 시간이 높았으며, 이는 환승 후 통행이 전체 통행의 주를 이루고 있음을 알 수 있다.

환승 통행 이용자를 분석한 결과, 일반인의 환승 비율이 청소년과 어린이보다 높은 것으로 분석되었으며 이는 청소년과 어린이의 경우, 통행 거리가 상대적으로 짧으며 환승에 대한 불편도 존재하기에 일반인의 환승 비율이 높은 것으로 분석되었다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부 한국과학기술정보연구원(K-23-L04-C06-S01)의 지원을 받아 수행되었습니다.

차량 내 영상 센서 기반 고속도로 돌발상황 검지 정확도 평가

Evaluation of Freeway Incident Detection Accuracy based Dashcam

남상기
(영남대학교 도시공학과 박사과정)

정연식
(영남대학교 도시공학과 부교수)

도로에서 발생하는 혼잡은 반복적으로 발생하는 혼잡과 비 반복적으로 발생하는 혼잡으로 구분되며, 이 중 비 반복적으로 발생하는 혼잡은 교통사고, 차량의 고장, 도로 작업 등과 같은 돌발상황에 의해 발생된다. 돌발상황 검지 시간이 증가하면 골든 타임 확보가 어려워지며, 교통혼잡 및 2차사고 발생 가능성 증가 등에 영향을 미치기 때문에 돌발상황의 신속한 검지를 위해 다양한 방법을 시도해왔다. 최근 인공지능 (Artificial Intelligence: AI) 기술 발전과 함께 영상에서 객체를 검지하는 기술인 컴퓨터 비전 (Computer Vision: CV)의 발전으로 폐쇄회로 TV (Closed-Circuit Television: CCTV)와 같은 영상 장비 기반 돌발상황 검지가 상용화되고 있다. 그러나 현재 돌발상황은 대부분 기존에 설치되어있던 고정식 장비에 알고리즘 설치를 통해 검지해왔으나 고정식 장비의 경우 영상 범위가 닿지 않는 음영지역에서 돌발상황이 발생할 경우 검지 되지 않는 한계가 존재했다. 최근 차량 내 장착된 이동식 영상 장비에서 정보 수집 및 분석이 가능한 엣지 컴퓨팅 기술이 발전 및 확산되고 있으며, 이는 고정식 장비의 한계를 극복하면서 실시간 검지가 또한 가능할 것으로 예상된다. 이에 따라 본 연구는 돌발상황 학습데이터를 구축한 후, 차량 내에 설치된 이동식 영상 센서 기반 고속도로 돌발상황 검지율을 평가하는 것이 목적이다. 이를 위해 경부고속도로 수원지사와 동서울지사에서 수집된 2021년 3개월 및 2022년 3개월 간 고속도로 순찰 차량에 부착된 영상 수집 장치에서 수집한 스틸컷 데이터로 학습데이터를 구축하였으며, YOLO 알고리즘을 활용하여 분석하였다. 분석 결과 돌발상황으로 구분된 객체 모두 예측 정밀도가 70% 이상으로 나타났고, mAP는 0.769로 분석되었다. 알고리즘 정밀도 개선을 위해 더 많은 데이터의 확보 및 학습이 진행될 경우, 구축 알고리즘의 성능은 현재보다 더 개선될 것으로 기대한다.

철도면허 교육방안 개선을 통한 철도종사자 인적 오류 예방 연구

A Study on the Improvement of Railway license Education Tactics
to Prevent Human Error of Railway worker

노휘원
(한국철도공사 주임연구원)

김장욱
(한국철도공사 책임연구원)

서론

시행된 아래 철도차량 운전면허, 관제자격증명이 시행되어 업무와 일치하는 자격면허를 보유한 채 등용 중. 교통 부문 내 철도의 역할이 증가함에도 실무 과정 내 이례사항 조치는 철도교통만으로 한정을 정하더라도 미흡하거나 부재한 분야가 존재함. 본 연구를 통해 철도 면허의 현황, 철도사고 및 운행장애 발생 빈도 현황을 통계하여 면허 교육 과정의 문제점과 발전 방향을 논의함으로 21세기 철도산업의 인재 양성과 안전에 기여하는 방향을 모색함.

본론

철도운전면허는 철도운영 기관별로 상이한 기관사 선발 및 운영을 통일하고 고속철도 개통, 지하철 운행도시 확대 등에 따라 철도차량 운전업무 종사자를 체계적으로 양성하고 수급 및 관리가 필요하여 도입됨. 철도안전법에 따라 운전하고자 하는 차량의 종류에 따라 구분되며 현재 6종의 철도운전면허가 있음.

관제자격증명 도입 이전까지 교육 이수제로 선발하였으나 체계적 교육훈련 시스템 및 관리가 필요하다 인정되어 도입됨.

일부 분야 철도업무 경력자는 자격에 필요한 교육 이수 시간을 일부 감면 받을 수 있음.

철도사고는 외부적 요인들로 발생하나 철도종사자 등의 인적오류가 조치 과정에 추가되면서 대규모 철도사고로 악화됨.

단순한 안전대책으로 철도사고는 해마다 꾸준히 감소하는 추세였으나, 2021년에 비해 2022년은 전년대비 약 30% 증가로 안전대책 외에 다른 방면에서의 대책이 요구됨.

운행장애는 철도사고의 경향과 유사하게 매년 꾸준히 감소하는 추세이나, 차량고장은 매년 운행장애 원인의 절반 이상을 차지하며 내부적 요인 또한 매년 적지 않게 발생하고 있음. 인명피해가 없고 재산피해가 적은편이나 수분 내의 지연으로 고객의 민원을 다수 발생시키는 점에서 적절한 기기 취급, 안전을 우선하는 환경 조성이 필요함.

결론

내용이 빈약한 사고상황들에 대해 상세한 이례사항을 추가하여 철도면허 교육과정에서도 철도사고 및 운행장애 대응능력 향상을 기대할 수 있으며, 제4차산업의 핵심인 AI를 접목하여 업무 부담 및 근무환경 개선할 수 있다.

사사: 국토교통부_“철도안전법”, “KOSIS 국가통계 포럼”, 육심관, 장성용_“효과적인 철도운전면허 교육훈련에 관한 연구” 황보작_“도시철도 기관사의 근무태도와 휴먼에러가 철도 준사고 경험에 미치는 영향에 관한 연구”

최기찬_“철도운전면허 및 관제사 제도의 바람직한 개편 방안”

코로나19와 사회적 거리두기가 지하철역 승하차 인원에 미친 영향

Impact of COVID-19 and Social Distancing on Subway Station-level Ridership

박승위
(서울대학교 건설환경공학부 석사과정)

가동주
(서울대학교 건설환경공학부 석박사통합과정)

이청원
(서울대학교 건설환경공학부 교수)

대중교통은 감염 위험이 큰 밀집, 밀폐된 환경을 가지고 있으며, 대중교통 이용객 수는 감염병 유행에 따라 민감하게 변화한다. 실제로 코로나19의 장기화와 사회적 거리두기의 영향으로 대중교통 이용수요가 크게 감소했으며 그 영향은 코로나19 유행 초기뿐만 아니라 장기간 지속되었다. 코로나19가 교통수요에 미치는 영향을 분석한 대부분의 선행연구는 코로나19 초기 영향 분석에 초점을 맞추고 있다. 이에 본 연구는 이상점 탐지와 ARIMA 개입 모형을 이용해 코로나19와 사회적 거리두기가 지하철역 1일 승하차 인원에 미친 영향을 분석한다. 이상점은 시계열의 전반적인 추세에서 벗어나는 특이한 관측값으로 개입 시점과 원인을 알고 있으면 ARIMA 개입 모형에 반영되어 그 영향의 크기와 지속 기간 등을 추정할 수 있다. 본 연구는 사례 분석으로 2018년 1월 1일~2023년 5월 31일의 서울역 1일 승하차 인원 자료를 이용하여 Additive Outlier, Level Shift와 Temporary Change에 해당하는 이상점을 탐지했다. 분석 결과, 두 차례의 감염병 위기 경보 단계 상향과 2020년 8월의 2차 유행 이후 계단 형태로 승하차 인원이 감소했고 본격적인 국내 코로나19 확산과 관련된 두 번째 감염병 위기 경보 단계 상향 시 승하차 인원 감소 폭이 가장 컸다. 오미크론 변이 바이러스 확산으로 이상점 중 Temporary Change의 형태로 승하차 인원이 감소했으며 2023년 2월에 그 영향이 사라진 것으로 추정된다. 한편, 사회적 거리두기 종료 후에도 양(+)의 값을 갖는 Level Shift나 Temporary Change 형태의 이상점이 탐지되지 않아 수요가 즉시 회복되지 않은 것으로 분석되었는데, 이는 대중교통 통근 시 감염 위험에 대한 우려로 인해 지하철 승하차 인원 일부가 개인 교통수단으로 전환된 결과라고 판단된다. 향후 연구로는 다른 지하철역에 본 연구의 방법을 적용 후 비교하는 것과 ARIMA 모형 이외의 시계열 모형을 활용해 이상점을 탐지하는 연구가 수행되어야 할 것이다.

주행 시뮬레이션을 이용한 고속도로 공사구간 이동식 차로 안내 차량의 위치 선정에 관한 연구

A Study on Determining Optimum Location of Vehicles with Lane Control System in Work Zone Using Driving Simulation

박용우
(서울시립대학교 연구교수)

박신형
(서울시립대학교 부교수)

고속도로 공사구간은 도로용량을 감소시켜 혼잡을 야기하고 불규칙한 교통흐름을 발생시키므로 교통 안전상 많은 위험 상황이 발생한다. 특히, 차로를 차단하는 공사구간 진입 시 적절하지 않은 차로변경은 사고 발생 위험을 증가시킬 가능성이 있다. 한국도로공사에서는 공사구간 진입 차량의 사전 차로변경을 유도함으로써 공사장 인부 또는 이용객의 안전 향상을 위하여 공사구간 진입 전 주의 구간에 이동식 차로 안내 차량 배치를 추진하고 있다. 하지만, 이동식 차로 안내 차량을 어디에 배치하는 것이 가장 효율적인지에 관한 문제가 있다. 본 연구는 주행 시뮬레이션을 활용하여 이동식 차로 안내 차량의 효과를 분석하고 차로변경 안전성(Safety Stopping Distance) 결과를 통해 최적의 설치 위치를 확인하고자 한다. 본 연구를 통해 최적의 이동식 차로 안내 차량 설치 위치를 제안하였고 분석 결과를 기반으로 공사구간 진입 이전 주행 차량의 안전한 차로변경 가능성을 확인하였다. 본 연구의 결과는 향후 공사구간 교통통제 시 공사구간 진입 차량의 차로변경을 사전에 유도함으로써 교통사고 발생 가능성을 감소시켜 공사장 인부 또는 이용객의 안전이 향상될 것으로 기대한다.

사사: 본 연구는 한국도로공사의 지원으로 수행되었습니다.

딥러닝을 이용한 자율주행 데이터셋 날씨 다양화에 관한 연구

A Study on the Weather Diversification of Self-Driving Datasets Using Deep Learning

서주영
(한국교통대학교 전자공학과)

박만복
(한국교통대학교 전자공학과)

자율주행 인식 시스템의 카메라를 통한 이미지 처리에서 안개와 같은 자연 환경 변인의 중요성이 대두되어 왔다. 안개는 실제 세계에서 우리의 눈에 영향을 미치며, 컴퓨터 비전 모델의 성능을 낮출 수 있는 중요한 문제 중 하나이다. 안개는 지속 시간이 길지 않거나, 발생 조건이 일반적이지 않아 다른 날씨 환경에 비해 데이터를 확보하기 어려운 특성을 가지고 있다. 이로 인해, GAN(Generative Adversarial Network) 알고리즘을 활용하여 안개 데이터를 생성하고 데이터 취득 비용을 절감하려는 시도가 꾸준히 있었다. 본 논문은 직접 취득한 데이터셋으로부터 안개 데이터 생성과 이로 인한 객체 검출 모델의 성능 변화에 대한 통찰을 제공하는 것을 목적으로 한다.

직접 취득한 데이터셋은 '맑음', '안개', '비', '흐림' 등 다양한 날씨에서 수집된 충주 시내 주행 장면으로 이루어져 있다. 이중 '맑음'과 '안개' 데이터의 일부를 이용해 CycleGAN 모델을 학습하였다. 그리고 학습된 모델을 이용하여 '맑음' 데이터로부터 '가상의 안개' 데이터를 생성했다.

생성된 '가상의 안개' 데이터가 실제 '안개' 데이터와 같은 효과가 있는지 평가하기 위해 생성된 데이터와 실제 데이터를 조합한 세 가지의 데이터셋을 이용하여 객체 검출 모델인 YOLOv5 모델을 각각 학습하고 평가하였다. 세 가지 데이터셋은 '맑음', '맑음+안개', '맑음+가상의 안개' 의 조합으로 이루어져 있다.

실험 결과 '맑음+가상의 안개' 데이터로 학습한 모델이 mAP(mean Average Precision) 결과에서 실제 '맑음' 및 '안개' 데이터로 학습한 모델의 성능과 유사한 성능을 나타냄을 확인하였다. 이를 통해 생성된 안개 데이터가 객체 검출 모델의 성능에 미치는 영향을 비교하고 분석하였다.

사사: 본 논문은 산업통상자원부가 지원한 '자율주행기술개발혁신사업'의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다[과제명: Lv.4 자율주행시스템의 FailOperational 기술개발 / 과제번호: 20018055]. 또한 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2021-KA160501).

복수의 진입-진출 비가산성 요금체계를 반영한 경로선택모형 - 수도권 지하철 요금구조를 중심으로 -

Route Choice Model Considering Multiple Entry-Exit Non Additive Fare Systems
- Focused on Seoul Metropolitan Subway Fare Structure -

이미영
(국민경제위원회 서울연구원)

신성일
(국민경제위원회 서울연구원)

수도권 지하철은 13개의 운송기관이 환승할인과 거리비례의 요금체계 하에서 운영되고 있으나 민자운송 기관은 개별적인 요금구조를 유지하고 있다. 따라서 복수의 요금구조가 단일의 운영체계에 소속되오 관리되고 있는 상황이다. 이들 요금구조의 특징은 승객이 교통카드자료를 이용하여 이동하는 상황을 전제로 진입-진출 기록을 대상으로 요금이 부과된다. 한편 이러한 진입-진출 요금체계는 교통모형에서 비가산성으로 알려져 있다. 승객의 통행에서 비가산성이 발생한다는 개념은 승객의 이동에 정확하게 비례해서 비용이 증가되는 구조로 나타나지 않는다는 것이다. 일반적인 요금구조인 현재의 진입-진출로 포함되는 대중교통 요금은 거의 대부분 비가산성으로 나타난다. 따라서 이론적으로 승객의 이동을 정확하게 추정하기 위해서는 이러한 특성에 대한 반영이 요구된다. 일반적으로 승객이 경로를 선택하는 측면에서 요금과 시간을 고려한다면 요금을 시간으로 반영하는 과정엣서 비가산성을 우회하는 방안이 필요하다. 단일의 비가산성 요금체계에 대한 검토는 Lee(2022)에 의해서 수리적인 타당성이 검토되었으나 복수의 비가산성 요금구조가 혼재된 수도권 지하철과 같은 복잡한 상황에 대해서는 수리적인 접근에 대한 타당성을 확보하는 방안이 요구된다. 본 연구는 이러한 측면에서 동기를 얻고 복수의 비가산성 진입-진출 요금체계가 혼재된 상황에서 승객의 최적경로선택 원리를 구축하고 이를 반영하는 방안을 마련하였다.

노인보호구역 적정지역 선정 연구

A Study on the Selection of Appropriate Areas for the Silver Zone

이유라
(한국교통안전공단 디지털혁신처 선임연구원)

임동욱
(한국교통안전공단 디지털혁신처 디지털혁신처장)

2020년도 노인 교통사고 사망자 수는 1,342명으로 전체 교통사고 사망자 3,081명 중 무려 43.6%를 차지하고 있다. 노인 사망자의 전체사고 사망자 대비 점유율의 추세를 보아도, '16년도 40.4%에서 '17년도 42.2%, '18년도 44.5%로 꾸준히 40%대를 유지하고 있다. '19년도 기준으로 65세 이상 노인인구 10만명당 교통사고 사망자 수도 19.8명으로 OECD회원국 중 1위를 달성하는 물명예를 달성하였다. 그럼에도 불구하고, 국내에서는 어린이 보호구역에 관한 연구는 다수 시행되어 민식이 법 등이 제정되었으나 노인보호구역에 대한 개선방안은 미흡한 실정이다(김다란/2021). 기존에 노인보호구역의 지정에 관한 연구도 몇몇 시행되었으나 사고데이터와 유동 인구데이터 한정으로 분석한 연구가 대다수였으며, 한국교통안전공단의 교통카드데이터 및 디지털운행기록계(DTG) 데이터를 융합하여 분석한 사례는 없었다.

또한 법령상 노인보호구역에 대한 명확한 기준값이 제시되어 있지 않고, 노인보호구역의 지정은 데이터 분석기반으로 지정되는 것이 아닌, 노인복지시설의 장의 신청으로부터 선정이 되고 있다. 따라서 과학적인 근거를 통해 노인보호구역의 적정지역을 연구하여 선정할 필요성이 있다.

이를 위해 2019년부터 2021년도 교통카드 데이터와, 교통사고 데이터(211만건), 초단위 위험운전통계데이터, 대구광역시의 노인유동인구에 영향을 미칠 수 있는 데이터(노인요양시설, 버스정류장, 생활체육시설, 약국 등)를 수집하여 지도베이스에 매칭시키고 전처리하여 총 29종의 변수를 구성하였다. 독립변수에는 시설 10종, 용도지역 4종, 유동인구, 교통카드, 위험운전통계 등 27종이, EPDO(물피환산계수)를 종속계수로 하였다. 변수는 t-Test를 통해 보완하였으며 이후 Boruta 알고리즘을 사용하여 최종 변수를 채택하였다. 언더샘플링 수행을 통한 모델을 선정하였으며, 앙상블기법을 통해 생성된 다수의 모델 결과를 결합하고 학습시켜 정확한 예측값을 도출하였다.

분석결과 HTML, shp 파일로 시각화 정보를 산출하였고, 도로를 3가지 위험도로 분류하여 상위 0.1%를 적정지역으로 추천하였다. 교통 빅데이터 기반 노인보호구역 최적입지 선정을 통해 도로별 교통사고 위험도를 제시하고 이를 통해 교통사고 줄이기 캠페인, 노인보호구역 지정등에 활용한다면 데이터기반 과학적 정책수립이 가능해지며, 노인 교통사고를 예방 할 것으로 기대된다.

고속도로 연속터널과 단독터널의 속도 표준편차 비교를 통한 구간단속 효과 분석

Section Control in Continuous and Single Tunnels: A Comparison of Speed Variation

이은향
(서울대학교
건설환경공학부
석사과정)

가동주
(서울대학교
건설환경공학부
석박사통합과정)

민건규
(서울대학교
건설환경공학부
석박사통합과정)

이청원
(서울대학교
건설환경공학부 교수)

국내 고속도로 터널의 개수 및 총 연장은 빠르게 증가하고 있으며, 그 증가율은 고속도로 전체연장 증가율에 비해 높다. 터널 내 교통사고 사망률이 일반도로 대비 90% 높다는 점을 고려할 때, 지속적으로 증가하는 터널구간의 교통류에 대한 정량적인 분석이 필요하다. 특히, 전체 고속도로 터널의 약 40%를 차지하는 연속터널은 여러 터널의 진입과 진출이 반복되어 용량감소, 속도저하 등의 문제가 비교적 두드러지게 나타나는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 고속도로 지점검지자료를 이용하여 단독터널과 연속터널의 교통류 안정성을 비교분석하고자 하며, 안정성 지표로 속도 표준편차를 활용한다. 또한, 단독터널과 연속터널에서의 구간단속 운영을 통한 교통류 안정화 효과를 분석한다. 유사한 연장 및 교통류 특성을 보이는 단독터널과 연속터널을 분석대상으로 하여 속도 표준편차를 비교한 결과, 터널 상류부, 내부, 하류부를 포함한 전체 터널 영향권에서 연속터널의 속도 표준편차가 단독터널보다 큰 것으로 나타났으며 그 차이가 통계적으로 유의함을 T-test를 통해 확인하였다. 또한, 구간단속 운영여부에 따른 속도 표준편차를 비교한 결과, 단독터널에 비해 높았던 연속터널의 속도표준편차가 구간단속 운영을 통해 상당히 감소하여 단독터널과 연속터널의 속도표준편차의 차이가 거의 없어지는 것으로 분석되었다. 결론적으로, 본 연구는 연속터널의 교통류 안정성 특성을 정량적으로 분석하고 구간단속이 교통류 안정성 개선에 효과가 있음을 보였다. 연속터널을 구성하는 개별 단독터널의 개수와 간격이 교통류 불안정성에 미치는 영향을 분석하는 연구는 향후 연구의 주제일 것이다.

모바일 통신데이터를 활용한 출퇴근 효율성 분석

Analysis of Jobs-Housing Balance for Commuters in South Korea using Mobile Phone Data.

이해선
(한국교통연구원 연구원)

원민수
(한국교통연구원 부연구위원)

통근 통행은 특정시간대에 집중적으로 발생하는 통행 특성상 교통혼잡이 발생하기 쉽다. 교통 분야에서는 이를 해결하기 위해 대중교통 서비스를 개선하거나, 교통유발부담금을 부과하는 등 통근 통행의 수요를 관리하는 여러 정책을 제시하고 있다. 그러나 통근 통행의 기종점이 되는 거주지와 근무지가 공간적으로 일치하지 않는다면 수요 관리 측면의 개선책만으로는 교통혼잡 완화에 대한 큰 효과를 기대하기 어려울 것이다. 따라서 도시공간 구조 측면에서 교통혼잡을 유발할 수 있는 직주 불일치가 어느 정도인지 함께 파악하는 것이 중요하다.

기존 연구에서는 직주 불일치를 측정할 수 있는 지표로 주로 초과통근량과 통근잠재력의 활용도를 제시하고 있다. 초과통근량은 선형계획법으로 총 통근비용을 최소화하는 이상적인 통행패턴과 실제 통행패턴의 차이를 나타내는 지표를 말하며, 통근잠재력의 활용도는 선형계획법으로 총 통근비용을 최대화하는 통행패턴에 비해 실제 통행패턴은 어느 정도 차지하는 지를 나타내는 지표를 말한다. 초과통근량과 통근잠재력의 활용도 모두 작은 값을 가질수록 통근효율성이 좋은 것으로 해석된다. 기존에는 이 지표를 산출하기 위해 인구주택총조사에 제시된 종사자수, 취업자수 자료를 활용하거나 가구통행실태조사의 통근 통행 결과를 활용해왔다. 그러나 이는 전체 인구의 약 1%의 표본을 대상으로 한 조사 자료이며, 추정치라는 점에서 전체 통근 통행을 설명하는 것에는 한계를 갖는다. 본 연구에서는 이러한 측면을 개선하고자 조사 자료에 비해 시공간적 해상도가 우수하고 표본율이 높은 모바일 통신데이터를 분석자료로 활용하였다. 본 연구에 활용한 모바일 통신데이터는 KT 통신사 이용 고객의 시간별 위치 기록 자료를 기반으로 통행자별 위치별 체류 빈도, 주기, 시간 등에 따라 근무지와 거주지를 구분하여 전수화한 것으로, 통근효율성 개선 정도를 파악하기 위해 2022년 4월에 수집된 일주일치 자료와 2022년 10월에 수집된 일주일치 자료를 활용하였다.

분석 결과 2022년 4월 초과통근량이 가장 높았던 시군구 1위부터 5위는 인천광역시 미추홀구(90.93%), 서울특별시 중구(86.55%), 광주광역시 남구(86.39%), 광주광역시 북구(85.85%), 인천광역시 동구(85.68%)였으며, 2022년 10월 초과통근량이 가장 높았던 시군구 1위부터 5위는 인천광역시 미추홀구(92.49%), 대구광역시 중구(89.85%), 서울특별시 중구(87.08%), 인천광역시 동구(86.54%), 경기도 수원시 팔달구(85.79%)로 나타났다. 통근잠재력의 활용도 순으로는 2022년 4월 기준 인천광역시 미추홀구(35.80%), 인천광역시 옹진군(30.33%), 인천광역시 동구(21.40%), 경기도 양평군(18.20%), 경기도 오산시(18.00%)이었으며, 2022년 10월 기준 인천광역시 미추홀구(31.24%), 인천광역시 옹진군(25.21%), 인천광역시 동구(18.57%), 충청북도 진천군(16.85%), 경기도 연천군(15.99%)로 나타났다. 또한 4월에 비해 10월의 직주 불일치 정도가 크게 개선된 지역을 살펴보면 초과통근량 기준으로는 경기도 성남시 수정구(-16.04%), 경기도 남양주시(-12.92%), 부산광역시 북구(-10.06%), 경기도 성남시 중원구(-9.98%), 서울특별시 중랑구(-8.88%)이었으며, 통근잠재력 활용도 기준으로는 인천광역시 옹진군(-5.12%), 인천광역시 미추홀구(-4.56%), 경기도 양평군(-3.88%), 경기도 구리시(-3.65%), 전라남도 보성군(-3.64%)으로 나타났다. 이는 거주지와 근무지의 물리적 이동이 없다는 가정하에 산출된 자료이므로 이를 통해 정부의 다양한 수요 관리 정책의 효과를 가늠해볼 수 있다. 향후 본 연구의 결과를 토대로 시의성 있는 통근효율성 지표를 구축하고 관리할 수 있기를 기대해본다.

사사: 본 연구는 국토교통부의 2023년 국가교통조사 및 분석 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

개인의 대중교통 인식 및 이용 행태가 도심항공교통(UAM)의 사회적 수용성에 미치는 영향에 대한 연구

A Study on the Impact of Individuals' Perceptions and Usage Behavior of Public Transportation on the Social Acceptance of Urban Air Mobility(UAM)

양병수
(연세대학교 석사과정)

정진혁
(연세대학교 교수)

우리나라의 교통 혼잡 비용은 2019년 기준 총 70조 6200억 원이며, 이는 동년 국내총생산 대비 약 3.8% 수준이다. COVID-19로 인한 영향을 제외하면, 우리나라의 교통혼잡비용은 지난 10년(2010~2019) 동안 지속적으로 증가해 왔으며 GDP 대비 교통혼잡비용도 계속해서 증가하는 추세에 있다. 교통 혼잡 문제는 시간적/금전적 손실 및 환경 오염 등 막대한 사회적 비용을 초래하며, 해외 사례와 비교해도 교통혼잡으로 인한 사회적 손실이 크다고 할 수 있다. 그러나 도시의 공간적 한계로 인해 기존 교통시설의 확충 또한 분명한 한계점을 가지고 있다. 이러한 공간적 한계를 극복하고 도시의 교통혼잡을 완화하기 위해 새롭게 대두된 교통수단이 도심항공교통(UAM)이다. UAM은 이착륙 및 이동에 있어 공간적 제약이 적기 때문에 신속한 이동이 가능하다. UAM 시장 규모는 지속적으로 성장 중이며, 국토교통부가 2025년 UAM 상용화를 목표로 K-UAM 로드맵을 발표하면서 국내 UAM 도입도 활발해질 것으로 전망된다. 그러나 UAM 상용화를 위해서는 기술, 제도뿐만 아니라 잠재적 이용자들의 사회적 수용성 또한 중요한 요소로 작용한다. 또한 도시의 교통체계에 따라 이용자들이 인식하는 UAM 서비스 요소별 중요도가 서로 상이할 수 있어 UAM 도입 시 이를 고려한 맞춤형 전략을 수립해야 한다. 따라서 본 논문에서는 개인의 대중교통 인식 및 이용 특성이 UAM 서비스 요소별 사회적 수용성에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 온라인 설문조사를 통해 자료를 구축하였으며 서울특별시에 거주하는 108명의 표본을 대상으로 분석을 진행하였다. UAM 서비스 요소 간 상대적 중요도를 대상으로 AHP 분석을 시행한 결과, UAM의 기술적 안전성의 중요도가 가장 높은 것으로 나타났으며 그 다음으로는 UAM의 가격, UAM의 신뢰성 순으로 중요도가 높은 것으로 나타났다. UAM의 이용 의사에 따른 UAM 서비스 요소별 중요도의 경우, 이용 의사가 높을수록 UAM 이용 가격 및 UAM 신뢰성의 중요도가 높은 것으로 나타났으며 이용 의사가 높을수록 UAM의 기술적 안전성의 중요도는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 통근/통학 목적 UAM 이용의 경우, 대중교통 인식 및 이용 현황과 UAM 서비스 요소별 중요도는 서로 무관한 것으로 나타났다. 여가 목적 UAM 이용의 경우, 대중교통을 많이 이용할수록, 대중교통 이용에 만족할수록 UAM의 신뢰성을 중요하게 여기는 것으로 나타났다. 쇼핑 목적 UAM 이용의 경우, 대중교통 이용에 만족할수록 UAM의 신뢰성을 중요하게 여기는 것으로 나타났다.

사사: 이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업 지원으로 수행되었습니다.
This work is financially supported by Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport(MOLIT) as 「Innovative Talent Education Program for Smart City」".

이면도로 통행속도에 영향을 미치는 요인 탐구: 불법주차 행태를 중심으로

Exploring Factors Affecting Traffic Speed of Urban Side Streets: Focusing on Illegal Parking Behavior

이재웅
(서울시립대학교 석사과정)

장진원
(서울시립대학교 박사과정)

박동주
(서울시립대학교 교수)

우리나라는 폭발적인 경제성장을 이룬 전세계에서 유례를 찾아보기 힘든 국가이지만, 동시에 여러 부작용이 공존한다. 이러한 부작용의 대표적인 예시 중 하나는 자동차 보유대수의 폭발적 증가와 주차공간의 부족이 결합된 심각한 불법주차문제이다. 불법주차 문제는 차량 통행의 곤란과 안전 문제, 주민 갈등 등 사회적 문제을 야기하고 있다.

이에 본 연구에서는 불법주정차 대수 및 기타 이면도로 특성(도로의 면적, 지장물 등)에 따른 도로점유율과 이면도로 내 차량 통행속도 간 상관관계를 분석하였다. 선행연구의 경우, 차량대수 및 폭원 등의 영향 요인들을 병렬적으로 나열하고 각 요인이 통행속도에 미치는 영향을 분석하는 논문이 다수였으나, 본 연구는 도로 면적 대비 불법주차 차량이 차지하는 면적 비중을 '도로점유율'로 정의하고 도로점유율이 영향을 미치는 요인 등을 복합적으로 검토함으로써 도로점유율의 합리적인 산정 방법을 분석하였다.

차량 통행속도와 도로점유율 간 상관관계를 분석하기 위한 방법론으로써 단순선형회귀분석을 사용하였다. 본 연구에서는 도로점유율을 구성하는 요인들을 각 모형마다 상이하게 설정함으로써, 가장 합리적인 도로점유율 구성 요인을 분석하였다.

본 연구에서 활용한 데이터는 서울특별시 관악구 서림동 및 대학동 일대에서 평일 하루의 불법주차대수와 차량 통행속도등을 직접 수집하여 확보하였다. 확보한 데이터를 기반으로, 본 연구에서는 총 7개의 모형을 구축하였다. 그 결과 도로점유율을 산정하기 위해, 불법주차 중인 차량의 불법주차 형태에 따라 불법주차 차량의 면적을 전체 혹은 절반으로 나누어 고려할 것, 이륜차의 불법주차 여부 또한 고려할 것, 적법한 노면주차장에 주차된 차량일지라도 폭원이 6m 이내의 이면도로에서는 차량 통행속도에 직접적 영향을 미쳤으므로 회귀분석 상 불법주차차량으로 포함시킬 것, 차량 통행이 가능한 폭원 2m를 제외한 나머지 도로를 불법주차가 가능한 구역으로 설정할 것 등의 분석 결과가 도출되었다.

본 연구를 통해 이면도로에서의 차량 통행시간과 관련하여 불법주차된 사륜차 뿐만 아니라 이륜차 또한 영향을 미친단 점 등이 시사점으로 도출되었다. 단, 연구진이 직접 현장조사를 통해 차량 통행속도 및 시간을 조사하였기에 자의적인 데이터 수집 가능성이 존재하며, 각 영향 요인의 정량적인 영향 수준을 개별적으로 분석하지 못한 한계가 있다.

MaaS 도입 방안을 위한 대구광역시 대중교통 취약지역 분석

Analysis of vulnerable Areas for Public Transportation
in Daegu Metropolitan City for the Introduction fo MaaS

장윤지 (계명대학교 학사과정)
강승원 (계명대학교 학사과정)
권오훈 (계명대학교 부교수)

대구광역시는 2023년 7월 이후로 경상북도 군위군이 대구광역시로 편입되었고 다양한 교통환경의 변화가 진행되고 있다. 대구광역시의 수단분담률은 2020년도 대비 승용차 분담률이 높아지고 있고 대중교통 분담률은 낮아지고 있다. 이러한 변화로 인해 대구광역시의 대중교통 시스템의 획기적인 개선이 요구되고 있지만 여전히 대중교통 시스템의 접근성과 환승 시스템은 미흡한 수준이다. 특히, 대구광역시 외곽 지역의 버스노선은 긴 운행 거리와 배차 간격으로 인해 이용객들이 불편을 겪고 있다. 본 연구는 지리정보시스템(GIS)을 이용하여 대구광역시 도심지역과 비도심지역의 대중교통 취약지역을 도출하고, 기존 연구[1]의 2020년도 대중교통 취약지점과 비교하여 현재 개선되지 않은 취약지역과 추가적인 취약지역을 선정함으로써 다양한 교통 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 MaaS 도입을 위한 연계 방안을 제시하고자 한다.

분석 대상지를 선정하기 위해 대구광역시(군위군 포함)를 1km*1km 격자로 구분하고, 격자 내 표준노드 링크가 속해있지 않거나 인구가 없는 산지, 하천 지역은 제외하였습니다. 또한 격자를 도심지와 비도심지를 구분하여 접근성 지표를 산정하였으며, 접근성 지표는 대중교통 총 공급량과 1인당 공급량으로 구분하여 정의하였다. 분석결과, 인구대비 대중교통 취약지점으로 도심지는 달서구 월성동, 북구 침산동, 달서구 용산동 지역, 비도심지는 북구 금호동, 군위읍 정리, 하빈면 묘리 지역이 선정되었으며, 인구대비 대중교통 공급이 잘 이루어지는 지역으로 도심지는 가창면 주리, 남구 봉덕동, 동구 중대동 지역, 비도심지는 소보면 사리리, 동구 용수동, 부계면 춘산리 지역으로 선정되었다. 2020년 대비 취약지점으로 추가된 곳은 군위군 군위읍과 소보면 지역이며, 개선지점은 달성군 현풍읍 지점과 동구 도동, 북구 연경동 지점 등이 있다. 이러한 대중교통 취약지점을 개선하기 위한 방안으로 MaaS를 통한 개인형 이동수단(PM)과 수요응답형 교통수단을 기존 시내버스 및 도시철도와 연계하는 방안을 들 수 있다. 본 연구는 대구형 MaaS 구축 전략 수립을 위한 기본 자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

사사: 대구교통공사 대구형MaaS플랫폼 과제 지원으로 수행되었음

[1] 고민지, 양지민, 박소은, 권오훈, 박신형(2020), 스마트모빌리티 도입 방안 마련을 위한 대구광역시 대중교통서비스 취약지역분석, 대한교통학회지, 제83회, p. 303

로봇을 활용한 물류 시스템 테스트베드 구축

Establishing a Testbed for Logistics Systems Utilizing Robots

류한별
(인하대학교 물류전문대학원 박사과정)

이혜인
(인하대학교 물류전문대학원 석사과정)

남대식
(인하대학교 아태물류학부 조교수)

도시 생활물류의 패러다임 전환, 물류 산업의 경쟁력 확보, 화물·택배 차량의 급증으로 인한 문제를 해결하고 디지털 기반의 도시 물류 체계 수립을 위해 물류시스템 내 다양한 로봇의 도입이 제안되고 있다. 국내외에서는 로봇을 활용한 배송 실증사업, 물류 현장 내 로봇기술을 활용한 새로운 물류 시스템을 도입하고 있다. 하지만 로봇기술의 현장 적용을 정부의 규제 및 비용문제로 인해 실증을 진행하기에는 정책적, 기술적 한계가 존재한다. 물류분야에서는 이러한 문제이외에도 물류시스템 설계자의 로봇 동작에 대한 교육 및 지식 부족으로 현존하는 로봇기술에 비해 물류센터의 로봇 도입이나 자동화 정도는 낮은 실정이다. 본 연구에서는 스마트도시 물류 기반을 구축하기 위해 물류 분야에서 로봇기술의 스마트모빌리티 적용가능성을 논의하고 테스트 환경을 구축하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 실제 도시 환경에서 로봇 기반의 스마트모빌리티 시스템을 평가하고 개발하는데 기반이 되는 연구를 수행한다. 로봇을 활용한 테스트베드를 통해 실제 물류 현장과 도시환경을 모방하여 제안할 수 있다. 본 연구에서는 가상의 환경에서 물류 시스템을 평가하는 것이 아닌 현실을 축소한 실험공간(테스트베드)를 구축하고 실제 로봇을 활용하여 물류 시스템 현장을 구현한다. 이렇게 구축된 물류 환경 속에서 로봇 도입을 통한 자동화 정도 등 다양한 시나리오를 세우고 개별 시나리오에 따른 물류 시스템 성능을 평가할 수 있는 환경을 구축한다. 구축된 환경을 통해서 실내로봇 배송 시뮬레이션, 물류센터 내 AGV를 활용한 물류 시스템 알고리즘을 구현하고 시뮬레이션을 수행하여 시스템의 성과를 평가할 수 있도록 한다. 해당 연구를 통해서 물류 분야에서 로봇기술과 융합한 스마트모빌리티 테스트 환경을 구축하고 차세대 도시물류 시스템의 개발과 평가를 위한 기반을 마련하고자 한다.

전자종이(E-paper)를 활용한 버스정보안내장치(BIT) 개발 방안

Development of Bus Information Terminal (BIT) using E-paper

임성한
(한국건설기술연구원 센터장)

김솔람
(한국건설기술연구원 전임연구원)

버스 정류장은 건물 내가 아닌 노상에 존재하기 때문에 버스정보안내장치(Bus Information Terminal, BIT) 설치를 위해서는 별도의 전기공사를 통해 전력을 끌어와야 하는 단점이 존재한다. BIT 전기공사를 위해서는 굴착공사(보통 수 m~100m 이상)가 반드시 수반되는데, 현장 여건에 따라 굴착이 불가능해 BIT를 설치하지 못하는 경우가 빈번하게 발생한다. 예산 문제를 제외하면, BIT 보급률이 낮은 가장 큰 원인이 전기공사(굴착) 문제로 파악되고 있다. 이로 인해, 교통정보서비스 소외지역이 발생하고, 스마트폰 사용이 어려운 교통약자가 특히 불편을 겪는 상황이 발생하고 있다. 따라서 전기공사(외부 전력 공급) 없이 자립적으로 운영될 수 있는 BIT 개발이 필요하다. 전기공사(외부 전력 공급) 없이 자립적으로 운영될 수 있는 BIT를 개발하기 위해서는 신재생에너지(태양광 등) 활용이 필수적이다. 그런데 BIT에 적용 가능한 태양광 패널 크기와 충전 용량을 고려하면 적은 소비전력으로 운영되는 BIT만 적용 가능하다. 그러나 LCD 또는 LED를 활용하는 기존 BIT는 소비전력이 약 100Wh 이상이기 때문에 적용이 불가능하다. 전자종이(E-paper)는 LCD/LED에 비해 약 90%의 소비전력을 줄일 수 있는 초절전형 디스플레이 소재이기 때문에 전자종이를 활용한 BIT를 개발할 경우, 매우 적은 소비전력으로 운영되는 BIT 개발이 가능하다. 본 연구는 전자종이와 신재생에너지를 활용하여 기존 LCD 및 LED BIT 대비 소비전력 90%, CO2 배출량 95% 이상 줄이는 에너지 자립형 BIT 개발을 목표로 한다.

국내 버스 정류장에 설치되어 운영 중인 BIT는 대부분 LCD 또는 LED 기반 디스플레이 장치이다. LCD BIT는 이미지, 동영상 등 다양한 정보 표출이 가능하다는 장점이 있는 반면, 햇빛에 노출될 경우 시인성이 현저하게 저하된다는 단점이 있어 최근에는 수요가 크게 감소하는 추세이다. LED BIT는 햇빛에 노출되는 주간상황 및 햇빛이 없는 야간상황 모두 시인성이 우수하다는 장점이 있는 반면 이미지, 동영상 등 다양한 정보 제공이 어렵고, LCD BIT에 비해 전력 소모량이 크다는 단점이 존재한다. 최근에는 LED BIT가 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

전자종이 디스플레이 소재는 대만의 E Ink 회사가 개발 보유하고 있는 초저전력형 디스플레이 기술이다. 전자종이 구동 방식에는 전기영동(Electrophoresis), 전기습윤(Electrowetting), MEMS(Micro Electro Mechanical System) 등이 있으나, 전기영동법과 마이크로캡슐을 응용한 E Ink의 전기영동 디스플레이(Electrophoretic Display : EPD)가 시장에서 가장 널리 사용되고 있다. 마이크로 캡슐 속에 음전하를 띤 입자와 양전하를 띤 검은색 입자가 투명한 유체에 포함되며, 양극 또는 음극의 전기장이 가해지면 반대 전하를 가진 입자가 표면으로 이동하여 흰색 또는 검은색의 글자 또는 그림을 표출하는 방식이다(출처 : E Ink). 전자종이의 주요 활용처로는 저전력을 요구하는 전자식 가격 표시장치(Electronic Shelf Label : ESL), 전자책(E-Reader), 전자노트(E-Note), 광고판 등이 있다.

본 연구에서 다루고자 하는 연구개발 내용은 크게 3가지로서, “전자종이 디스플레이 구동 S/W 개발”, “절전형 통합 보드 개발”, “시작품 제작, 테스트베드 구축, 현장 적용”이다. 전자종이 디스플레이 구동 S/W 개발 관련해서는 전자종이 BIT용 드라이버 개발, 전자종이 디스플레이 화면 전환 시 잔상 최소화 알고리즘 개발, 정적(Static) 정보 및 동적(Dynamic) 정보 처리 알고리즘 개발을 다루고 있다. 절전형 통합 보드 개발 관련해서는 소비전력 최소화를 위한 통합 보드 개발, 정보처리 프로세스 최적화를 다루고 있다. 마지막으로 시작품 제작, 테스트베드 구축, 현장 적용 관련해서는 시작품 제작 후, 버스정류장에 테스트베드를 구축하고 시범 적용할 예정이다. 전기에너지 소비 90% 이상, CO2 배출량 95% 이상 저감 시키는 BIT 기술을 개발함으로써 전 세계적 이슈인 탄소중립 사회 실현에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

V2X 기반 자율주행차량의 안전성 평가 시나리오 도출 방안

Methods for deriving safety assessment scenarios of autonomous vehicles based on V2X

강민지 (서울시립대학교 연구교수)
이한빈 (서울시립대학교 석사과정)
박신형 (서울시립대학교 부교수)

자율협력주행은 도로 인프라와의 정보 교환을 통해 카메라, 라이더, 레이다 등 센서 기반 주행의 취약점을 보완하여 센서의 인지범위 한계, 센서 고장, 사각지대 등에서도 자율협력 주행을 통해 안전하게 주행할 수 있는 기술로, 본 연구에서는 V2X 통신 기반의 자율협력주행 시나리오를 개발하였다.

시나리오 설계를 위해 레벨 4 자율협력 주행에서 요구되는 기술 수준과 V2X 기반의 자율주행 시스템의 아키텍처를 검토하였으며, 다양한 측면에서의 안전성 평가 중 차량의 동적 운전 임무(DDT)에 초점을 두었다. 동적 운전 임무는 도로 주행 시 차량을 운행하는 데 필요한 전술 기능(Tactical function)과 운영 기능(Operational function)을 포함한 것으로 안전성 평가 분류 중 OEDR의 성격에 가깝다.

시나리오는 ODD 구성요소를 기반으로 OEDR과 차량 제어항목이 시나리오 파라미터로 도출될 수 있도록 설계하였다. 완전 자율주행환경인 레벨 5를 제외한 나머지 자율주행차량에서 정의되어야 하는 ODD 구성요소를 기반으로 시나리오를 구축하여 정의된 환경에서 체계적인 안전성 평가가 가능하다. 또한 관련 기술문서 검토를 통해 자율주행차량의 주행 로직과 V2X 통신 로직을 고려하여 시나리오를 개발하고자 하였다.

자율협력주행에 대한 안전성 평가 시나리오는 자율협력주행의 필수 요소인 V2X를 고려하였고, 실제 국내에서 제공 가능한 정보 항목들을 활용하여 SAE J2735 메시지 셋의 형태로 제시하였다.

시나리오 개발 과정은 1) 시나리오 설계, 2) 자율협력주행이 필요한 상황 도출, 3) 자율협력 주행의 상황 정의, 위험 요소를 활용한 파라미터 정의, 4) 관련 법령, 매뉴얼, 문헌 등의 검토를 통한 파라미터별 유효범위 값 제시 5) 시나리오별 평가 요소와 매칭되는 지표 선정, 6) 지표의 위험 임계값 기준 시나리오 객체 값 도출의 순으로 이루어진다. 시나리오는 파라미터의 변화마다 다른 시나리오로 생성되므로 파라미터 조합에 따라 무수히 많은 시나리오가 생성될 수 있는데, 이때 대표 시나리오를 생성하기 위해서는 유의미한 파라미터의 변화 값으로 도출하는 것이 필요하다. 효율적인 시나리오 도출을 위해 시나리오 생성기준을 제

시하여 시나리오 조합에 따른 많은 경우의 수를 최소화할 수 있도록 하였다. 또한 시나리오별로 THW(Time Headway), TTC(Time to Collision), DST(Deceleration to Safety Time), DRAC(Deceleration Rate to Avoid Collision) 등의 주요 평가지표를 선정하고, 각 상황에서 지표의 임계값에 해당하는 동적 객체의 값들을 산출함으로써 테스트 시나리오를 도출하였다.

본 연구의 결과는 자율협력주행 상황의 전반적인 시나리오를 개발할 수 있는 방법론과 평가 시나리오 도출 방안을 제시함으로써 효과적이고 체계적인 안전성 평가 시나리오를 통해 자율협력 주행 기술의 안전성 확보에 기여할 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원(과제번호 RS-2021-KA162182)의 지원으로 수행하였습니다.
This work is supported by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA) grant funded by the Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (Grant RS-2021-KA162182).

FIR 필터를 이용한 센서 고장 진단

Diagnosing sensor fault using FIR filter

강효은
(한국교통대학교 AI로봇공학과 학부생)

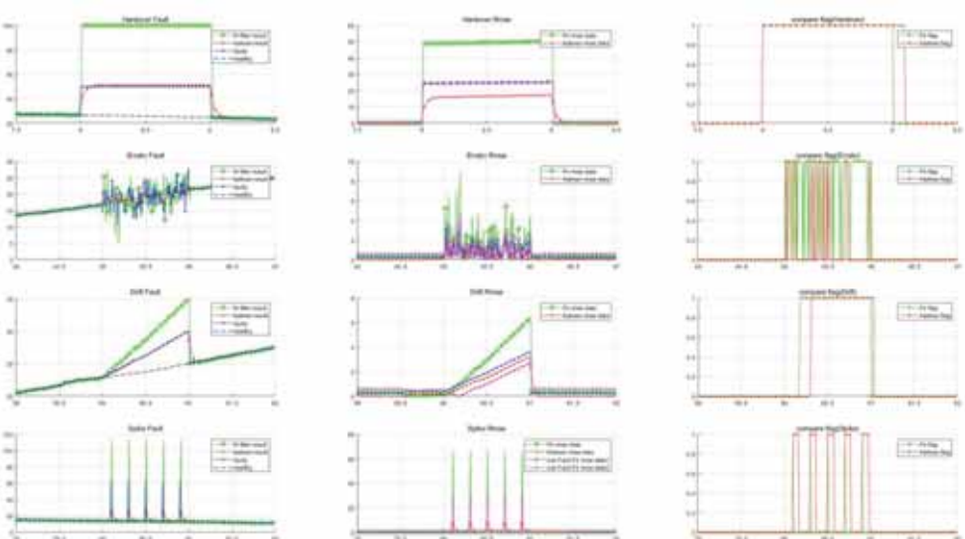
박만복
(한국교통대학교 전자공학과 교수)

자율 주행 차량에는 안전과 자율성을 위해 다양한 센서를 부착한다. 부착된 센서의 상태는 차량 안전성과 신뢰성에 매우 큰 영향을 미치므로 자율 주행에서 센서의 고장 진단은 매우 중요한 기술이다. 기존의 칼만 필터를 이용한 고장 진단 알고리즘은 시간이 지남에 따른 오차 누적이나 일시적인 발산 오류 등의 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 FIR 필터를 활용하여 자율 주행 시스템에서 발생하는 다중 인지 센서의 결함을 실시간으로 감지하는 알고리즘을 제안한다. FIR 필터를 활용하면 일부 관측치를 이용해 고장 진단을 하여 시간이 지남에 따른 오차 누적을 줄일 수 있다. 고장 감지의 정확도와 신뢰성을 높이기 위해서 고장 감지 변수를 사용한다. 고장 감지 변수는 FIR 필터로 만든 레지듀얼 생성 필터와 기준 필터의 추정치의 차인 레지듀얼을 이용해 만든다. 이 감지 변수가 임계값보다 크면 고장으로 판단한다. 임계값은 실험적으로 정하고 이를 바탕으로 임계값을 계산하여 설정하였다.

알고리즘 검증을 위해 carmaker 기반 시뮬레이션에서 선행 차량을 추종하는 시나리오를 구성하였다. 차량에 적용된 센서는 Lidar, radar, camera이다. radar 센서의 정상 상태 데이터에 고장 신호를 임의로 생성하여 실험 환경을 구축하였다. 실험 결과 제안된 알고리즘이 기존의 알고리즘보다 고장 신호를 더 크게 감지했고, 고장 상태와 정장 상태에 따른 변화에도 신속하게 감지했다.

향후에는 고장이 감지된 센서를 격리하고 정상 상태로 돌아왔을 때 다시 복귀시킬 수 있는 Fail-Recovery 알고리즘으로 발전시켜 실제 적용 관련 연구를 진행하고자 한다.



사사: 본 논문은 산업통상자원부가 지원한 '자율주행기술개발혁신사업'의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다. [과제명: Lv.4 자율주행시스템의 FailOperational 기술개발 / 과제번호: 20018055]. 또한 이 연구는 2023년도 산업통상자원부가 지원한 '자동차산업기술개발'의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다. [과제명 : 수요응답형 자동발렛주차 및 서비스 기술 개발 / 과제번호 : 20018448]

자율주행차량의 속도와 차간거리에 따른 탑승자의 불안감에 대한 연구

A study on occupant anxiety according to the speed and distance between autonomous vehicles

김도현
(원광대학교
창의공과대학
토목환경공학과
대학원)

남궁문
(원광대학교
창의공과대학
토목환경공학과
교수)

이상곤
(원광대학교
창의공과대학
토목환경공학과
대학원)

이길주
(원광대학교
창의공과대학
토목환경공학과
대학원)

최근 자율주행기술의 발전이 빠르게 이루어지고 있다. 이에 완전 자율주행차량인 자율주행 5단계(Full automation)의 차량에서는 운전자는 운전에서 해방되어 탑승자로 변화가 되며, 차량 내에서 대화 및 업무, 휴식, 다양한 컨텐츠를 소비하는 등 다양한 활동이 될 것으로 예상된다. 하지만, 미국자동차협회(AAA)에서 실시한 조사에서 자율주행차량에 대해서 73%의 응답자들이 자율주행차량에 대해 두려움이 있다고 응답하였다. 또한 자율주행 5단계가 되면 차량에 대한 안전의 주체가 탑승자가 아닌 차량으로 변경이 될 것으로 예상한다. 이에 따라 탑승자의 관점에서의 연구가 필요하다. 최근 자율주행차량의 주행 안전성을 확보하고자 하는 연구는 다양하게 이루어지고 있지만, 실제 탑승자의 심리적인 안전성 확보 관점에서는 연구가 미비한 실정이다.

이에 본 연구는 차량의 주행속도와 앞차와의 거리에 대한 요소에 대해 탑승자가 어떻게 인지하는지 설문조사를 실시하여 응답자에 따른 자율주행차량의 주행에 대한 인식을 알아보고자 한다.

본 연구에서는 자율주행차량의 주행에 따른 인식의 분석을 목적으로 하여 이를 위해 설문조사를 실시하였다. 설문응답 대상은 20대 이상의 차량을 주행해본 시민을 대상으로 하였으며, 응답자의 개인속성에 대한 문항은 운전경력, 자율주행차량에 대한 인지정도, 자율주행기능(오토파일럿, 차로유지장치, 크루즈 컨트롤 등)의 사용유무에 대해 조사를 하였으며, 주요 설문 항목으로는 시내도로와 고속도로에서의 차량의 속도에 따른 응답자들의 인식과 앞차와의 거리에 따른 응답자들의 인식 그리고 차량의 속도와 앞차와의 거리에 대한 응답자의 인식을 조사하였다.

시내도로의 속도의 경우 30Km/h를 시작으로 50Km/h, 70Km/h, 90Km/h의 속도로 설정 차간거리는 30m, 50m, 70m, 90m로 설정하였다. 고속도로의 속도의 경우엔 60Km/h를 시작으로 80Km/h, 100Km/h, 120Km/h의 속도로 설정 차간거리는 40m, 60m, 80m, 100m로 설정하였다.

시내도로와 고속도로에서 전체 응답자의 차량의 속도와 차간거리에 대한 불안감을 분석한 결과 시내도로와 고속도로 모두 차량의 속도가 높을수록 불안감을 느낀다고 응답하였으며, 차간거리의 경우 짧을수록 불안감을 느낀다고 응답하였다.

하지만, 운전경력에 따른 차량의 속도와 차간거리에 대해 응답자의 불안감에 대한 응답은 운전경력이 아예 없거나 짧은 응답자들과 운전경력이 긴 응답자들이 높은 속도와 좁은 차간거리에 대해 불안감을 느끼고 있으며, 이는 운전경력이 짧아 자율주행차량에 대한 불안감을 느끼며, 운전경력이 긴 응답자들은 수동운전에 대한 익숙함과 자율주행차량에 대한 신뢰가 낮아 발생한 분석결과로 판단된다.

자율주행차량에 대한 인지 정도에 따른 분석결과는 차량의 속도와 차간거리에 대한 불안감을 분석한 결과 시내도로와 고속도로 모두 차량의 속도가 높을수록 불안감을 느낀다고 응답하였으며, 자율주행차량에 대한 인지정도에 따라 불안감에서의 유의한 차이를 보였으며 인지정도에 따라 불안감이 대폭 감소하였다.

자율주행기능의 사용유무에 대한 분석결과 또한 자율주행기능을 이용해본 응답자들이 자율주행차량에 대한 불안감이 이용해보지 않은 응답자와 유의한 차이로 불안감이 감소하였으며, 또한 보유차량의 자율주행수준에 따른 분석결과는 보유중인 차량의 자율주행수준이 낮을수록 불안감을 보였으며, 유의한 차이를 보였다.

자율주행차량에 대한 관련 기술은 나날이 연구 및 개발이 진행되고 있지만, 탑승자에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 분석결과를 종합해보면 자율주행차량에 대한 불안감을 낮추기 위해서는 자율주행기능을 지속적으로 이용을 하여 신뢰도를 쌓거나, 자율주행차량의 속도 및 차간거리에 대해서도 지속적으로 연구를 해야한다. 하지만, 탑승자의 불안감 감소를 위해 차량의 속도와 차간거리를 산정하였을때는 차량의 원활한 통행이 원활하지 않을 것으로 판단된다. 이에 따라 시뮬레이션을 통해 탑승자의 불안감과 교통량을 최적화하는 연구를 수행할 예정이다.

사사: “이 논문은 2020년 지역대학우수과학자지원사업의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2020R1I1A3067267).”

저조도 환경에서 대비제한 적응 히스토그램 평활화 기법을 이용한 YOLOv8 기반 객체 인식 성능 향상

Performance Enhancement of YOLOv8-Based Object Detection in Low-Light Conditions Using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization Method

홍성민 (군산대학교 학사과정) **김영진** (군산대학교 학사과정) **딩프엉남** (군산대학교 학사과정) **김선영** (군산대학교 교수)

운전자가 어두운 환경에서 차량이나 사람을 인식하지 못함으로 인해 사고가 빈번하게 발생한다. 특히 자율주행 자동차 연구 분야에서는 이러한 위험을 감소시키기 위해 지속적인 연구가 필요하다. 자율주행 기술 중 한 부분인 객체 인식 기술은 다양한 센서(sensor)와 인공지능 기술 등을 활용하여 사고를 예방하는 데 많은 도움을 줄 수 있다. 하지만 이런 기술에서도 영상(image)에 대한 잡음(noise)이 발생했을 때 객체를 제대로 인식하지 못하여 사고가 발생할 수 있다는 한계점이 존재한다. 대표적으로 어두운 조도 환경에서 시야를 밝게 하기 위해 자동차의 상향등을 작동하는데, 이때 발생하는 빛에 카메라(camera) 센서가 과도하게 노출되면 인식 능력이 낮아지고, 이로 인해 객체를 인식하지 못하여 안전성이 크게 저하될 수 있다. 이런 한계점을 극복하기 위해 본 논문에서는 영상처리 알고리즘(algorithm)을 객체 인식 알고리즘에 적용하여 객체 인식 성능을 향상시키고자 하였다.

객체 인식 알고리즘은 컴퓨터 비전(computer vision) 분야에서 대표적인 객체 인식 알고리즘 중 하나인 YOLO(You Only Look Once)의 다양한 버전(version) 중 가장 최신 버전인 YOLOv8을 선정하였다. YOLO는 빠른 연산속도와 높은 정확도를 유지할 수 있으며 구현이 쉬운 장점이 있어 실시간 객체 인식을 위해 많이 사용되고 있다. 상향등의 빛에 카메라가 과도하게 노출된 상황에서의 인식 능력을 향상시키기 위한 영상처리 알고리즘으로는 대비제한 적응 히스토그램 평활화(CLAHE, Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) 기법을 고려하였다. 이 기법은 상향등으로 인하여 세부적인 정보가 손상된 부분의 대비를 향상시켜 전체적인 영상 품질을 개선할 수 있다. 먼저, 전체 영상을 균일한 크기로 분할하여 분할된 영역 내에서 각각 독립적으로 처리하도록 하였다. 원본 영상의 각 픽셀(pixel)은 RGB(Red-Green-Blue) 3채널(channel)의 값을 가지고 있어 처리해야 할 데이터(data) 양이 비교적 많기 때문에 2채널의 값을 가진 회색조(grayscale)로 변환하여 연산속도를 향상시키고 알고리즘을 단순화하였다. 또한 CLAHE 기법의 단점인 밝은 영역의 잡음이 증폭되는 것을 방지하기 위해 대비의 제한을 두었으며, 상향등에 의해 가려진 객체 주변의 밝기 레벨(level)을 조정하여 객체의 세부 정보가 잘 드러날 수 있게 하였다. 상향등으로 인해 객체의 일부분이 가려진 영상을 수집한 후 YOLOv8을 이용하여 객체 인식을 시도했을 때 인식하지 못한 영상을 대상으로 실험을 진행하였다. 객체 인식이 어려운 조건에서도 인식할 수 있도록 신뢰도 기준값(confidence threshold)을 0.3으로 설정하였으며, 유튜브(YouTube)를 이용하여 실제 환경에서 상향등으로 인해 객체가 잘 보이지 않는 동영상을 수집하였다.

수집한 동영상에 대해 실험을 진행한 결과, 원본 영상에 대해 객체 검출을 실행한 경우에는 675 프레임(frame)을 인식하였고 CLAHE 기법을 적용한 영상은 711 프레임을 인식하였다. 이를 통해 CLAHE 기법을 적용하여 객체 인식을 했을 때가 일반적으로 객체 인식을 했을 때보다 성능이 향상됨을 확인할 수 있었다. 추후에는 이 결과를 토대로 알고리즘을 최적화한 후 실제 차량 카메라에 CLAHE 기법을 적용시켜 실시간으로 실험을 진행해 볼 예정이다.

사사: 본 연구는 2023년도 과학기술정보통신부의 신진연구지원사업의 결과로 수행되었음. (No.2021R1C1009219)

수색구조 환경에서 자율주행을 위한 SLAM 알고리즘 분석

Analysis of SLAM Algorithms for Autonomous Navigation in Search and Rescue Environments

김지웅
(한국생산기술연구원, 선임연구원)

최근 자율주행 모빌리티는 다양한 환경에서 폭넓게 활용되고 있다. 주로 잘 정비된 실내외 환경에서 물품 이송, 교통 수단, 순찰 등의 목적으로 활용되고 있으며, 그러한 환경에서는 많은 경우에 신뢰성있는 자율주행 성능을 보여준다. 하지만, 재난 또는 재해 발생으로 인해 수색 및 구조작업을 위해 자율주행 모빌리티를 활용하는 경우에는 주행환경의 특성이 일반적인 경우와는 다르다.

수색구조 환경에서는 재난 발생으로 인해 많은 환경 변화가 발생할 수 있다. 즉, 기존에 작성된 지도는 환경변화로 인해 신뢰하기 어렵기 때문에 동시적 위치추정 및 지도작성기술(SLAM : Simultaneous Localization and Mapping)을 이용한 지도의 재작성이 필요하다. 또한, 지면이 평탄하지 않아서 흔들림이 심하고, 각종 잔해 때문에 환경의 비정형성이 크게 나타나기 때문에 라이다, 카메라 등을 이용한 위치추정에 어려움이 있는 고난이도의 환경이다.

다양한 연구집단에서 자율주행 연구목적으로 수색구조 환경에 대한 실제 또는 가상의 데이터 셋을 공개해왔다. 그 중에서도 스페인 말라가 대학에서는 실제 응급 구조대를 위한 두차례의 수색 및 구조 훈련 과정에서 차량 플랫폼을 이용해 UMA-SAR 데이터셋(LiDAR, Camera, IMU, GPS 등 데이터 포함)을 수집하여 공개하였다. 해당 데이터셋에서는 차량이 평탄하지 않은 지면을 따라 주행하고, 경로 중에 돌무더기 잔해와 박살난 차량 등이 존재한다.

수색구조 환경에서 지도작성을 위해 ROS(Robot Operating System) 환경에서 구현한 SLAM 오픈소스 알고리즘을 활용할 수 있다. 각 알고리즘마다 제약조건과 센서 관측모델의 특성이 다르기 때문에, 환경특성에 적합한 알고리즘을 분석하고 상황에 맞게 적용하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 세가지 라이다 센서기반 SLAM 알고리즘의 성능분석을 통해 수색구조 환경에 적합한 SLAM 방식을 고찰한다.

시뮬레이션 결과 LIO-SAM 알고리즘이 가장 우수한 성능을 보여주었다. LIO-SAM 방식은 IMU 데이터의 적극적 활용으로 인해 비평탄 지형에서 주행 중 흔들림과 환경의 비정형성을 극복하고, 루프 제약조건이 적절히 형성되었다. FAST-LIO2 방식은 포인트 클라우드 점군데이터를 직접적으로 매칭하는 방식이기 때문에, 비평탄 지형에서 흔들림이 발생하는 동안 각종 잔해의 부정확한 매칭이 다수 발생하여 지도작성 실패를 초래했다. 또한, hdl graph SLAM 방식은 NDT(Normal Distribution Transform)기반의 스캔매칭 방식으로 주행거리에 따른 누적오차가 발생했지만 경로를 크게 이탈하지는 않았다.

본 논문에서는 수색구조 환경에서 수집된 데이터를 이용한 SLAM 알고리즘 시뮬레이션을 통해 해당 환경이 지닌 특성에 적합한 알고리즘 방식에 대해 고찰하였다. 수색구조 환경은 각종 재해 등으로 사람이 진입할 수 없는 상황이 발생할 수 있기 때문에 무인 이동체의 활용이 매우 중요하다. 이를 위해, 보다 다양한 수색구조 상황에 대한 데이터를 폭넓게 수집하고, 시뮬레이션을 통해 자율주행 성능을 검증함으로써 지속적으로 보완하는 것이 필요할 것이다.

사사: 본 논문은 한국생산기술연구원 기본사업 "스마트 모빌리티 핵심 요소기술 개발 (KITECH JA-23-0011)" 의 지원으로 수행한 연구입니다.

K-City 테스트베드 서비스 및 시뮬레이터 연계를 위한 차량 시스템 개발

Development of Testbed Service Vehicle Device for K-City including simulation system

박경국
(오스코 전무)

고한검
(자동차안전연구원 K-City연구처 차장)

조성우
(자동차안전연구원 결함조사본부 본부장)

자율주행차량의 개발이 본격화되면서 자율주행차의 상용화 및 산업육성을 위하여 다양한 환경에서 반복・재현 실험할 수 있는 테스트베드가 반드시 필요하다. 실제 도로 주행 전에 실도로와 유사한 환경에서 자율주행 차량의 기능을 평가하여 안전성을 확보할 필요가 있으며 다양하고 복잡한 자율주행시스템(automated driving system, ADS)의 대응 능력을 평가하기 위해서는 반복·재현이 가능한 상황에서의 사전검증은 필수적인 사항이라 할 수 있다.

실차 테스트는 시나리오를 재현하기 위해 복잡성, 위험성, 경제성 등의 많은 한계가 존재한다. 따라서 가상 테스트베드 및 관제연계형 VILS를 이용하여 실차 테스트 한계를 보완하는 것 또한 중요한 요소이다.

이에 'Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축' R&D를 통해 관제/연동형 차량기반 가상시험환경 재현시스템(이하, VILS)을 개발하여 한국교통안전공단 자동차안전연구원 주행시험장 내 자율주행 테스트베드(이하, K-City) 통합관제센터와 V2X를 연동하여 VILS 차량의 위치정보 및 상태정보를 모니터링하고 V2X 및 광대역 통신망을 통해 관제센터와 VILS 차량 간에 실제 V2X 메시지를 송수신함으로써 Lv.4/4+ 자율주행 자동차 수준에 맞는 시나리오 수행이 가능하도록 환경을 제공하는 테스트베드 구축을 진행중이다.

이러한 테스트베드 서비스 환경 구축을 위해 K-City 인프라와 자율주행 차량을 연결할 수 있도록 V2X, 광대역통신망 등 유무선 통신망을 연결하여 인프라가 제공하는 메시지를 자율주행차량에 전달하고 차량으로부터 수집한 주행 정보를 센터 시스템으로 연계하는 등 테스트베드 서비스를 제공하는 테스트베드 서비스 차량 단말 시스템(Testbed Service Vehicle Device, 이하 TSVD)의 개발이 필요하다. TSVD는 관제시스템에 연계하여 자율주행차량이 K-City 서비스를 이용할 수 있도록 하는 통신 서비스를 기반으로, K-City가 제공하는 가상환경 테스트를 위한 시뮬레이터와 연계하여 자율주행차량에 시뮬레이터가 생성한 가상 데이터를 제공하고, K-City 관제센터와 연계하여 테스트 시나리오에 따른 테스트 운영관리 서비스를 제공한다.

테스트베드 서비스 단말기의 요구사항 분석을 위해 서비스 시나리오를 구성하고, 이를 통해 단말기가 제공해야 할 서비스 종류와 방법을 모델링하였다. 모델링된 서비스 시나리오 운영을 위한 시스템 아키텍처를 설계하고, 단말기시스템 구성에 필요한 물리적 인터페이스 항목과 시스템 용량을 산정하여 물리적 아키텍처 구성하였다. 이러한 물리적 아키텍처 기반 위에 서비스 운영을 위한 소프트웨어 아키텍처를 구성하였다.

자율주행 테스트베드의 특성상 특정할 수 없는 다양한 유형의 차량이 사용하므로 물리적 인터페이스 규격을 다양하게 제공하여 높은 테스트베드 운영성을 제공하고 향후 테스트베드 서비스의 확장 및 개선 사항을 효과적으로 반영할 수 있도록 서비스 플랫폼과 응용 소프트웨어를 분리하고 멀티프로세스 구조로 소프트웨어를 설계하였다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2021-KA162184: Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축)

교통소외지역 자율주행 비정상 주행상황 대응 제어기 개발

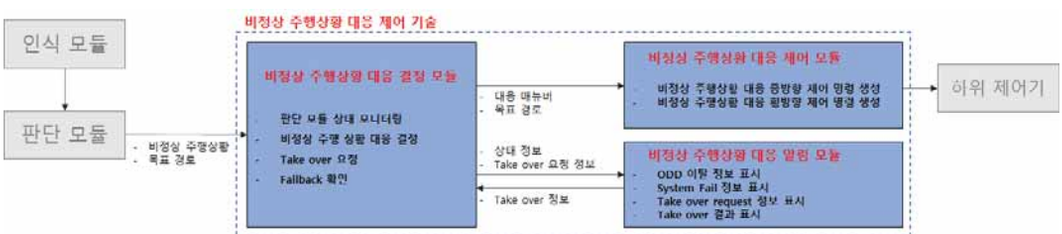
Development of Abnormal Situation Response Controller for Autonomous Driving in Traffic Underprevileged Areas

박명욱	안경환	김진우	김기태	민경욱	최정단
(ETRI 선임연구원)	(ETRI 책임연구원)	(ETRI 선임연구원)	(ETRI 연구원)	(ETRI 책임연구원)	(ETRI 책임연구원)

교통체증 해소, 운전자로 인한 사고 위험 요로를 제어하기 위해 자율주행 응용 서비스 기술이 점차 확대 되고 있는 가운데, 최근 인구감소 및 고령화로 인해 교통수요의 감소로 공공교통 산업의 채산성이 악화되어 공공교통서비스 공급 축소로 거주민의 이동권이 제한되는 교통소외지역에 대해 이동권 확보를 위한 자율주행기술 도입의 필요성이 강조되고 있다. 또한 교통소외지역은 주로 도심지 외각 또는 농어촌 지역에 해당하며, 공공형 운송수단 서비스 운영비용 증가와 인력 부족으로 지속 가능한 서비스 제공이 불투명하므로 자율주행 수요응답형 모빌리티 서비스 기술 도입이 요구된다. 자율주행 서비스를 제공하기 위해서는 ODD(Oerartional Design Domain)에 대한 정의가 필요하며, 교통소외지역과 같은 영역에서는 비정형 도로 환경, 객체 및 상황에 따라 정의된 ODD 이탈 상황이 발생할 가능성이 크다. 따라서 본 논문에서는 ODD를 이탈하는 상황을 비정상 주행상황으로 정의하고, 이에 대응하기 위한 매뉴버를 결정하고 매뉴버를 수행하기 위한 제어기를 개발하였다.

비정상 주행상황은 교통소외지역의 도로 환경, 동적, 정적 객체 및 상황에 대한 조건들의 조합으로 발생 가능한 자율주행차량의 기능 및 한계를 기준으로 비정상 주행 상황 범위를 정의하였다. 또한, 자율주행 차량의 정상 주행 상황 범위에서 벗어난 조건을 비정상 주행상황으로 범위를 정의하고 정형/비정형 도로 환경에서 발생 가능한 조합을 통해 구성한다. 그리고 제어 모듈과 직접적으로 연결되어 있는 판단 모듈의 오류 발생 상황에 대해서도 비정상 주행상황 범주에 추가하였다. 비정상 주행상황은 1) 불법주정차로 인한 주행 불가 상황, 2) 통행 및 차선 위반 차량으로 인한 주행 불가 상황, 3) 위협 및 끼어들기 규정 위반으로 인한 상황, 4) 차선변경이 불가능한 상황, 5) 도로상에 불특정 객체 및 행동으로 인한 위험 상황, 6) 구조물 및 도로 구조에 가려진 인식 불가한 환경, 7) 도로 환경 및 공사로 인해 정밀맵과 상이한 상황, 8) 도로 노면 상태와 인근 조경으로 인한 위치 인식 한계 상황으로 총 8개의 카테고리로 정의하였으며, 판단 모듈 오류를 포함한 총 22 타입으로 분류하였다.

비정상 주행상황 대응 제어기는 비정상 주행상황 대응 결정 모듈, 비정상 주행상황 대응 제어 모듈 그리고 비정상 주행 상황 대응 알림 모듈로 구성되어 있다. 비정상 주행상황 대응 결정 모듈은 판단 모듈의 상태를 모니터링하여 오류를 판단, 비정상 주행상황에 따라 시스템이 수행해야 할 매뉴버를 결정, 운영자에게 제어권 전환 요청을 한다. 비정상 주행상황 알림 모듈은 비정상 주행상황 및 제어권 전환 요청 정보를 제공, 운영자의 제어권 전환 상태를 결정 모듈로 전송한다. 그리고 대응 제어 모듈에서는 결정된 매뉴버를 수행하기 위한 제어 명령값을 생성하여 하위 제어기로 전달한다. 비정상 주행상황에 대한 대응 제어 매뉴버는 “In-Lane stop”, “Take-over”, “E-stop”, 세 가지가 있으며, 비정상 주행상황에 따라 매뉴버를 결정한다.



<비정상 주행상황 대응 제어기 구조>

비정상 주행상황 대응 제어기의 성능을 검증하기 위해서 IONIQ 5에 시스템을 구축하여 연구원 내에서 실험을 진행하였다. 시험은 교통소외지역에서 발생 가능성이 높고, 상황은 다르나 유사성이 있는 항목을 선정하여 5가지 비정상 주행상황과 판단 모듈 오류 상황 시나리오를 기반으로 진행하였다. 그 결과 비정상 주행상황에 따라 대응 매뉴버를 결정하고, 이를 잘 수행함을 확인하였다. 본 논문에서는 정의된 ODD 이외의 영역을 비정상 주행상황으로 정의하고 다양한 조건에 따라 분류하였으며, 그 상황에 대응하기 위한 제어기를 개발하였다. 그 결과 ODD 이탈 상황에도 위험을 최소화하기위한 시스템을 구축하였다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 21AMDP-C160548-01).

도시부 도로에서의 자율주행자동차 실증 실험에 관한 연구

Study of Field Operational Test for Automated Vehicle on the Urban Road

이수연 (한국교통연구원 도로교통연구본부 연구원)

이민영 (한국교통연구원 도로교통연구본부 연구원)

신석산 (한국자동차연구원 대경본부 선임연구원)

박상민 (한국교통연구원 도로교통연구본부 연구원)

국내외 민간 및 공공에서 자율주행 기술 개발 및 안전성 확보에 노력하고 있으며, 국내에서는 이미 레벨 3에 해당하는 부분 자율주행자동차의 안전기준이 연속류 도로를 대상으로 제정되어 있다. 따라서, 연속류 도로를 운행 가능 영역(operational domain design, ODD)으로 한 자율주행자동차가 조만간 상용화되어 운행할 것으로 전망된다. 하지만, 자율주행 기술의 비약적인 진보에도 불구하고, 도시부 도로에서는 자율주행자동차의 도입시 고려해야 할 요소들이 많아 다양한 실험 수행이 필요하다. 특히, 도시부 도로의 신호교차로와 같이 차량간 상충뿐만 아니라 보행자, 자전거와 같은 Vulnerable Road User(이하 VRU)와의 상충을 고려해야 하며, 차량신호 및 보행자 신호, 교통 법규 등 다양한 요인들을 고려하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 도시부 도로에서 자율주행자동차의 실증 실험을 통해, 자율주행자동차가 다양한 요소들을 고려하는지 분석하기 위한 데이터를 추출하고자 하였다. 우선 국내외 자율주행자동차 실증분석 실험 사례 검토를 통해 추출하고자 하는 데이터를 정의하고, 실증 자율주행자동차 선정, 실증 실험 구간 선정, 자율주행 실험, 데이터 추출 순으로 연구를 진행하였다. 또한, 자율주행자동차 실증 실험 수행을 통해 데이터를 추출하고 이를 통해 시사점을 제시하고자 하였다.

본 연구 수행을 위해 다음과 같이 연구 방법론을 수립하였다. 우선 도시부 도로 자율주행자동차 실험을 위한 차량을 선정하고 자율주행자동차에 설치된 센서들을 확인하였다. 또한, 자율주행자동차의 관제가 가능한 자율주행 실험구간을 대구광역시 달성군의 테크노폴리스 공원 일대로 선정하였다. 실험 구간 선정시 자율주행 관제 및 차량 추종 뿐만 아니라 차로변경, 우회전 등이 가능하도록 고려하여 선정하였다. 자율주행 실증 실험은 2023년 8월 23일 오후 1시~1시 30분까지 약 30분간 선정된 실험구간에서 수행하였다.

본 연구에서는 도시부 도로에서 자율주행 실증 실험을 통해 자율주행자동차 데이터, 주변차 데이터, 인프라 센서 등 다양한 데이터를 도출하고자 하였으나, 데이터 수집 환경 준비의 부족으로, 자율주행자동차의 센서데이터, 교통신호 데이터, 주행데이터, PVD 데이터를 수집 및 추출하였다.

본 연구는 도시부 도로에서 자율주행자동차의 실증 실험을 수행하였으며, 자율주행자동차 센서 데이터, 주행데이터 데이터, 인프라 데이터인 교통신호 데이터 등을 추출하였다. 하지만, 추출된 데이터를 활용하여 주변 환경을 고려한 분석에는 한계가 존재하는 것으로 확인되었다. 따라서 향후 추가적인 데이터 수집을 통해 자율주행자동차의 도시부 도로 주행시 고려 사항 등을 추가로 도출하고자 한다.

사사: 본 연구는 산업통상자원부 한국산업기술진흥원의 “미래차 디지털 융합산업 실증플랫폼 구축”의 지원으로 수행되었음(과제번호 P0018599)

Carmaker 기반 가상환경 시뮬레이션을 활용한 운전자 보조시스템

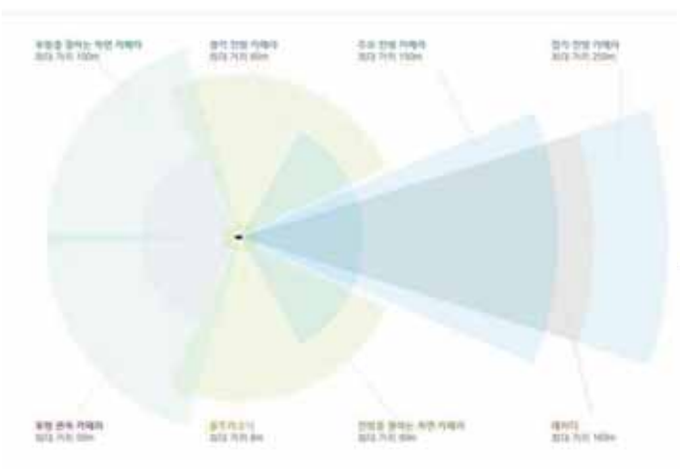
ADAS Virtual Environment Using Carmaker-Based Virtual Environment Simulation

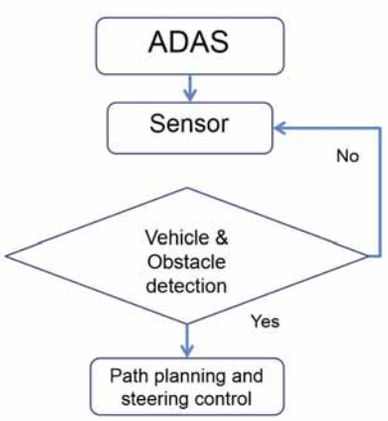
박상빈
(한국교통대학교 전자공학과 학사과정)

박만복
(한국교통대학교 전자공학과 학사과정)

최근 자율주행 자동차 기술의 급격한 발전으로 인해 각국의 정부와 기업의 적극적인 투자가 이루어지고 있다. 현재 상용화된 기술은 고속도로라는 한정된 영역에서만 작동이 가능하며, 도심지에서의 자율주행은 아직 상용화 단계에 이르지 못하고 있다. 개발을 위해서 다양한 시나리오를 통한 주행 테스트가 필요하다. 실제 주행 테스트의 경우 많은 시간과 비용, 인력이 소요되며 공간과 사고의 위험 등의 물리적 한계가 있다. 이 점을 보완하고자 실제 주행 테스트를 대신하여 다양한 운전 시나리오를 시뮬레이션할 수 있는 Carmaker와 같은 고급 시뮬레이션 도구를 기반으로 한 ADAS(Advanced Driver-Assistance Systems) 가상환경을 제안한다. 시뮬레이션을 통해 사고의 위험이 큰 시나리오를 반복적으로 부담 없이 진행하고 실제 테스트에 비해서 시간과 비용의 소요가 적고 공간의 제약을 받지 않는 점이 장점이다. 운전자 보조시스템 개발에 있어 필수 요소인 Radar, Ultrasonic 센서와 같은 Surrounding Sensor를 통해 센서 장착 위치와 작용 범위 및 방위각 등을 설정하여 실제상황과 유사하게 구현이 가능하다.

본 연구에서는 ADAS의 성능을 분석하고 최적화하기 위해 Carmaker 내부의 Traffic Module과 시뮬레이션 환경을 이용하여 다양한 상대 차량의 상태, 도로 유형, 차선, 교차로, 교통 표지판 및 주변 차량과 같은 다양한 도로 구성 요소를 정확하게 모델링하였다. 이를 기반으로 자율주행차량의 상태와 주변의 상태를 확인하여 차선 변경, 긴급 정지 등의 거동을 판단하며 최종적으로 긴급 상황에서 운전자가 반응하지 않으면 충돌 방지 시스템이 자동으로 보조 제동 압력 또는 조향 토크를 생성하여 충돌을 방지하였다. 구축된 가상환경에서는 ADAS 시스템의 성능을 다양한 시나리오에서 테스트할 수 있음을 검증하였다.





[ADAS Algorithms in the carmaker]

사사: 본 논문은 산업통상자원부가 지원한 '자율주행기술개발혁신사업'의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다

[과제명: Lv.4 자율주행시스템의 FailOperational 기술개발 / 과제번호: 20018055]. 또한 이 연구는 2023년도 산업통상자원부가 지원한 '자동차산업기술개발'의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다. [과제명 : 수요응답형자동발렛주차 및 서비스 기술 개발 / 과제번호 : 20018448]

자율주행시대의 차로 운영 전략에 관한 연구

A Study on Lane Operation Strategies in the Era of Autonomous Vehicle

박재홍 (한국건설기술연구원 도로교통연구본부 수석연구원)

Moataz B.B.Khedher (한국건설기술연구원 도로교통연구본부 학생연구원)

임기원 (한국건설기술연구원 도로교통연구본부 박사후연구원)

윤덕근 (한국건설기술연구원 연구전략기획본부 연구위원)

급속적인 자율 주행 기술의 발전은 완전자율주행 시대를 앞당기고 있으며, 현 시점에서는 완전자율주행 시대를 맞이하기 위한 자율주행차의 운영 전략의 수립이 요구된다. 특히,자율 주행의 기술 수준이 고도화될수록 차량의 주행에 운전자가 개입하는 빈도가 낮아지며,이러한 변화는 차량의 주행 행태 및 교통 운영에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 자율주행차의 주행 성능을 비교한 기존 연구에서도 자율주행차와 운전자가 주행하는 차의 주행 행태에 차이가 나타난다는 결과를 제시하고 있으며, 차로를 분리하여 운영하는 것이 교통 운영 측면에서 효율적이다는 결론을 도출하고 있다.이 러한 관점에서 본 연구에서는 자율주행차의 통행을 위한 차로를 할당하고, 차로를 할당하지 않은 기존의 운영 방식과 비교하여 교통 소통 상태의 변화를 분석하였다.

분석 구간의 차로수는 3차로~4차로이며, 도시부 일부 구간에는 회전 차로 및 부가 차로가 설치되어 있다. 운영 효과의 평가는 교통류 시뮬레이션을 이용하였으며, 교차로에서의 지체 시간을 효과 척도로 사용하였다. 대상 구간을 통행한 실제 교통량 및 신호 현시와 주기를 반영하였으며, 자율차의 교통량은 가정하여 비율에 따라 입력하였다. 자율주행차를 위한 차로는 1차로(연속류)에 배치하였으며, 교차로를 통과 후, 3차로(단속류)를 이용하는 상황으로 시나리오를 구성하였다. 기본(현황) 시나리오를 포함하여 3개의 시나리오를 구축하여 운영 전략에 대한 효과를 비교하였다. 시나리오 1은 교차로 진입 구간에서 전용 차로 해제 구간을 배치하여 분석하였으며, 시나리오 2는 전용차로 해제 구간을 설정하지 않고, 교차로에서 회전 차로를 부여하여 운영 분석을 수행하였다. 시뮬레이션 분석 결과, 기본(현황) 시나리오의 지체 시간은 555초, 시나리오 1의 지체 시간은 602초, 시나리오 2의 지체 시간은 538초로 분석되었다. 연구의 분석 결과만으로는 시나리오 2에 대한 운영 효과가 높은 것으로 결론되지만, 추가적인 연구를 수행하여 도로교통 조건에 대한 전반적인 상황을 고려한 차로 운영 전략의 수립 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 완전자율주행 시대를 대비한 자율주행차의 운영 전략을 수립하는데 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 연구비 지원('[국-3] 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발(3차)'으로 수행되었음을 알려드립니다.

차세대 방송망을 통한 GNSS 보정정보 전송시스템의 구현

Implementation of GNSS correction information transmission system through next-generation broadcasting network

서영우
(KBS, 미디어기술연구소)

고우종
(KBS, 미디어기술연구소)

RTK(Real-Time Kinematic)로 대표되는 GNSS 보정정보 서비스 기술은 GPS와 같은 위치 정보를 제공하는 위성의 오차성분을 보정하여 cm 급 정확도를 구현하도록 위치정보를 제공하는 기술이다. 위성 신호는 지구대기의 전리층, 대기권 등 다양한 요인으로 인해 직진성에 영향을 받으며 건물이나 지형의 다중경로 왜곡 등으로 그 오차를 확대하게 된다. 따라서 측위 오차를 줄이기 위해 위성의 위치로부터 정확한 신호를 예측하거나 측정할 수 있는 기준국을 통해 보정정보를 통신 네트워크를 통해 제공하는 다양한 정밀측위 보정정보서비스들이 다양하게 제공되고 있다.

방송 네트워크는 상대적으로 저렴한 비용과 편리한 수신방법을 제공하는 장점도 있지만, 통신망보다 전파 도달 거리가 길어서 전국을 동시에 커버하는 실시간 데이터 네트워크이며, 프로세싱 시간이 거의 없어 기준국에 데이터를 거의 지연시간 없이 동시에 제공 가능한 장점이 있다. 국내의 방송망을 통한 측위 보정정보 서비스는 지상파 DMB를 통해 2017년부터 본격적으로 서비스 되고 있으며 UHD 방송 등 다양한 방송 네트워크를 통해 점차로 그 이용범위도 확대되어 가고 있다.

2018년 우리나라에서 세계 최초로 개시한 차세대 방송 서비스인 ATSC 3.0 시스템은 기존 DMB 서비스 보다 대역폭이 확대되고 고용량의 데이터 서비스가 가능하며 특히 IP 기반의 데이터 패킷 구조로 구성되어 통신망과 결합하는 서비스의 구현이 용이하다. 특히 서비스의 중심이 초기 UHD 고화질 영상에서 모바일 방송을 통한 양방향 부가 서비스에 대한 수요가 많아지면서 다양한 형태의 융합 데이터 서비스가 차세대 방송 네트워크를 통해 제안되고 있다. 방송망을 주 네트워크로 또는 그 반대로 클라우드와 통신망 중심의 통합 서비스를 통해 네트워크 2중화를 통한 서비스의 안정성, 효율성 및 확장성의 확보가 용이하여 특히 측위정보 서비스와 같이 보안성, 안정성이 중요한 서비스에도 용이하게 적용할 수 있다.

특히 드론이나 근교 바다를 항해하는 배들에 대해서는 통신망을 제공하기 어려운 경우가 있는데 지상파 방송은 수십 km 원거리 또는 수백미터의 상공에 대해서도 서비스가 가능하므로 다양한 차세대 교통수단에도 보정정보 서비스를 제공할 수 있다.

본 논문에서는 차세대 TPEG 서비스를 위해서 기존의 혼잡교통정보 뿐 아니라 GNSS 보정정보 기준국 네트워크로부터 정보를 취득하고 이를 차량 운행에 반영하는 RTK 등 정밀측위를 위한 위성측위 보정정보를 ATSC 3.0 차세대 방송망을 통해 제공하기 위한 방법을 제안한다. 이를 위해 차세대 방송 시스템의 구조와 그 특징을 설명하고 전송 패킷 구성방법을 제안한다. 측위보정정보의 인코딩 요소 그리고 이를 RF 방송망을 통해 전송하기 위한 변조와 복조 등의 기술을 구현하며 이 과정에서 얼마나 지연이 발생하는지 전송 성능에 분석도 제공한다. 또한 제안된 방식의 검증을 위해 테스트 송출 및 수신 모니터링 시스템을 개발하여 실험실 테스트를 실시하고 실제 송신탑을 통한 전파 송출과 이동 차량을 통한 모바일 수신을 통해 수신 안정성을 검증한다. 이를 통해 차세대 방송망을 통한 효율적인 교통정보 서비스 시스템의 구축방안을 모색한다.

방송망을 통한 정밀측위 데이터 서비스는 차세대 교통정보 서비스와 함께 향후 차량의 안전 확보를 위해 중요한 역할을 하게 될 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2022-00141819)

자율주행 시대의 도로 용량 증가를 활용한 도로 운영전략 연구: Micro-Simualtion상 시나리오 도입을 기반으로

A Study on the Timing of Introducing Utilization Strategies (Flex Zone) for Road Capacity Increase with Av: Based on Micro-Simulation

온서준
(경기대학교 석사과정)

김정화
(경기대학교 조교수)

현재 전 세계적으로 인구당 차량 등록 수 및 운행이 증가하고 있다. 이에 따라 도로 용량이 포화하고 있는 상태로, 기존 도로 내에 효율적인 교통서비스를 제공하기 위한 문제해결이 주요 쟁점 중 하나로 언급되고 있다. 한편, 자율주행 기술의 개발이 지속되고 있으며, 자율주행 차량의 도입은 기존 교통 시스템을 재구성하고, 차량 인지 반응 시간 및 차두간격과 같은 인적요소가 최소화되고 차량간 통신을 통한 군집 주행이 가능해져 차량 운행이 시스템화될 것으로 예상된다. 이러한 시스템화는 차량당 필요한 도로 점유 면적이 동일한 수의 일반차량이 통행하는 것보다 감소할 것으로 예상되며 이는 곧 도로 공간의 용량 증대와 함께 여유 부지의 발생이 가능토록 할 수 있다. 즉, 미래 도로 환경에서는 기존 도로 대비 효율성이 증대되고 도로 내 유휴공간이 발생할 것으로 기대되어, 기술의 변화에 맞춰 도로 환경 역시 차량의 기술과 함께 효율성에 따른 계획 및 운영관리에 대한 변화의 필요성이 제기되고 있다.

User case	소분류	내용
교통 이동성	자율차 이동성	• AV, SAV등을 포함한 이동(예, 자율주행차량 전용도로)
	보행 이동성	• 인도, 보행자 전용 도로를 이용한 사람과 물품의 이동
	자전거 및 PM 이동성	• 자전거 및 PM의 이동
	대중교통 이동성	• 버스전용차로, 경전철/전차 도로를 활용한 대중교통의 이동
	항공교통 이동성	• UAM과 같은 항공 모빌리티의 이동
교통 접근성	SAV 승하차구역	• SAV의 승객 승하차구역
	환승 가능 구역	• 대중교통, 경전철/전차, UAM 및 SAV의 상호 환승 가능 구역
	노면 주정차 구역	• 개인용 자율자동차의 단기 주차를 위한 구역
물류 접근성	정기물류	• 물류회사의 식품 및 정기적 물품 배송의 적재 구역
	택배물류	• 비정기적 물류를 포함한 택배물류 배송을 위한 적재 구역
	도심항공물류	• 드론 및 UAM을 이용한 물류 적재 구역
여가 시설		• 푸드트럭, 거리축제 등 활기찬 사회 공간
녹지		• 가로수, Plant box, Rain garden 등 미학 및 환경 개선
특정 용도 지정 공간		• 자율차 Fallback 대응공간, 충전시설과 같은 특정 용도 지정

이에, 2017년 시애틀 도시종합계획에서 처음 등장한 개념인 Flex Zone을 자율주행 차량 시대에 맞춰 수정 후 도입하여 도로 운영 전략을 새롭게 구상하고자 한다. Flex Zone이란, 토지이용에 따른 도로 이용 우선순위를 활용한 다목적 연석 공간(Curb Space) 활용 도로를 의미한다. 본 연구에서는 기존 교통 이동성, 교통접근성, 물류 접근성과 같은 Flex Zone의 Use Case를 자율주행 시대에 맞춰 세분화한 미래형 Flex Zone Use Case를 제시하고, 기존 차량 운행 행태를 조사한 차량 운행 및 노상 주차 Data를 기반으로 Flex Zone Use Case를 도로 위계별, 시간대별, 도로 인접부지 토지 활용 용도별로 분류하여 기존 차량 운행 행태를 기반으로 한 Use Case 시나리오를 대분류(교통 이동성, 교통접근성, 물류접근성, 기타)별로 파악하고, 전문가 설문조사를 기반으로 자율주행 시대의 Use Case 간 우선순위를 반영한 시나리오를 구성하였다. 구성된 시나리오를 Micro-Simulation인 VISSIM 프로그램상의 분석을 위해 조사 Data 기반의 대상지를 구축하고, 자율주행 차량 혼입률(0%~100%)별로 분석을 진행하였다.

Vehicle Travel Time, Queue Length, Vehicle Delay의 분석 결과, 자율주행 차량 혼입률 70% 이상일 때 시나리오 기반의 플렉스 존의 도입으로 도로 환경이 개선되는 것을 확인하였다. 또한 Flex Zone 도입 효과는 대상 지역의 교통량에 따라 달라질 수 있고, 일정 수준 이하의 교통량을 가진 지역에서는 플렉스 존을 도입해도 도로 환경에 큰 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다. 반대로 교통량이 많은 지역에서는 Flex Zone 도입을 위해서는 자율주행 차량의 혼입률이 높지 않으면 교통류가 저해되는 것을 확인할 수 있었고, 향후 리빙랩 실증에서 도로 환경에 대한 수요대응형 전략 기반의 시나리오 운영에 관한 연구가 진행되어야 한다.

Acknowledgments: This work is supported by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA) grant funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Grant 22AMDP-C160881-02, Future Road Design and Testing for Connected and Autonomous Vehicles)

날씨에 따른 객체 인식을 위한 데이터 증식 성능 비교

Comparison of data multiplication performance for object recognition according to weather

유상진
(한국교통대학교 학사과정)

박만복
(한국교통대학교 공학박사)

최근 딥러닝 기술의 발달로 모델을 학습시키기 위한 데이터셋의 중요도가 커지고 있다. 자율주행의 경우 딥러닝을 사용하여 카메라를 통한 객체 인식이 많이 사용되고 있다. 카메라를 사용한 객체 인식은 자율주행에서 매우 중요한 요소라고 볼 수 있다. 카메라를 통한 객체 인식은 사람, 표지판, 다른 차량 등 많은 객체를 탐지해야 하는데 정상적인 객체 탐지에 장애 요소가 되는 것이 너무 많다. 빛, 날씨, 가려짐 등 많은 장애 요소가 존재한다. 이 중 날씨 환경에 대해 객체 인식의 성능을 향상시키고자 데이터셋을 생성해내는 방식을 제안한다. 기존의 많은 데이터셋은 맑은 날에 초점을 맞춰 존재한다. 날씨가 흐릴 경우, 비가 올 경우, 안개가 꼈을 경우, 눈이 온 경우 등 날씨에 의한 변수들은 객체 인식의 성능에 영향을 미친다.

본 연구에서는 cycle_gan을 사용하여 날씨를 바꿔 학습을 시키는 데이터셋의 종류를 늘리는 방식을 제안한다. cycle_gan을 사용하여 맑음에서 안개, 맑음에서 비가 오는 날씨 등 다양한 날씨 데이터를 생성하여 학습을 시키는 방식을 제안한다. 이에 cycle_gan을 사용하여 생성한 안개가 낀 날씨에 대한 학습을 진행하였고, 학습을 시킬 때 데이터의 개수, epoch의 수를 바꿔가며 실험을 진행했다. 학습 환경의 경우, NVIDIA GeForce RTX 3090 Ti 두 개의 환경에서 학습을 진행하였고 기존에 존재하던 안개 데이터셋을 사용하여 학습을 진행하였다. 10000장의 경우 한 epoch 당 약 260초 정도가 걸린다. epoch, 데이터의 수와 상관없이 생성된 이미지의 결과를 봤을 때, 유의미한 차이가 없음을 확인하였다.



<Fig. 1> Result of cycle-gan

사사: 본 논문은 산업통상자원부가 지원한 '자율주행기술개발혁신사업'의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다. [과제명: Lv.4 자율주행시스템의 FailOperational 기술개발 / 과제번호: 20018055]. 또한 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2021-KA160501).

엣지 기반 자율주행을 위한 신호등 연계 시뮬레이션 환경 구축

Implementation of a Traffic Light Linkage Simulation Environment for Edge-based Autonomous Driving

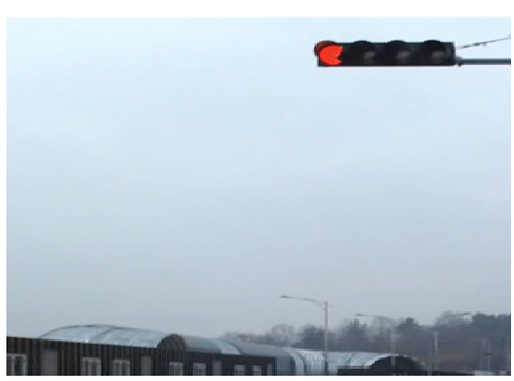
하성민	윤형석	이명수	한종호	김봉섭
(지능형자동차부품 진흥원 연구원)	(지능형자동차부품 진흥원 주임연구원)	(지능형자동차부품 진흥원 주임연구원)	(지능형자동차부품 진흥원 선임연구원)	(지능형자동차부품 진흥원 실장)

최근 정보통신기술의 발전에 따라 V2X(Vehicle to Everything) 통신을 이용한 차량 연구가 활발하게 진행되고 있다. V2X 통신은 In-vehicle 정보만을 사용하던 기존의 기술들의 성능, 안전성 등을 개선할 수 있는 중요한 요소로 주목받고 있다. 예를 들어 V2I(Vehicle to Infrastructure) 통신을 이용하여 신호등 정보를 미리 인지하고 이를 활용한 연비 최적 속도 프로파일을 도출하여 차량의 연비를 개선할 수 있다. 또한 자율자동차의 인지 사각지대 정보를 받아 차량의 안전성을 증가시킬 수 있다. 따라서 V2X 통신과 엣지 컴퓨팅 기술을 이용하는 엣지 기반 자율주행은 기존 독립 자율주행 기술을 극복할 수 있는 솔루션이 될 수 있다.

본 연구에서는 엣지 기반 자율주행을 위한 신호등 연계 시뮬레이션 환경을 구축하였다. 이 시뮬레이션 환경은 RSU(Road Side Unit), OBU(On-board Unit), RCP(Rapid Control Prototyping), GNSS/INS(Global Navigation Satellite System/Inertial Navigation System), PC로 구성된다. 지능형자동차부품진흥원 주행시험장에 구축된 RSU와 차량에 장착된 OBU를 통해 차량-엣지간의 통신이 이루어진다. RCP 장비는 dSPACE의 SCALEXIO Autobox를 사용하며, 여기서 가상 환경, 알고리즘 등이 구동된다. GNSS/INS 장비는 OxTS의 SRT3002를 사용하며, 차량의 위치와 모션(roll, pitch, yaw, heading 등)을 측정한다. PC는 모니터와 연결되어 가상환경을 시각화한다. V2X 통신은 SAE J2735 국제 규격을 기반으로 통신 프로토콜이 구성되었다. OBU와 RCP는 TCP/IP 통신으로 연결되어 있으며 이러한 메시지 구조를 시뮬레이션 환경에 사용하기 위해 parsing 과정이 필요하다. 본 연구에서는 신호등 연계를 위한 SPaT message parser를 개발하여 적용하였다. SPaT message parser는 MATLAB/Simulink 환경에서 구현되었다. 시험을 통하여 현실 신호등과 가상 환경 신호등의 신호 정보가 동기화된 것을 확인하였다.



<그림 1> 신호등 연계 시뮬레이션 환경 구조도



<그림 2> 현실-가상 신호등 연계 시험

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021-0-01414, 현실-가상정보 융합형 엣지기반 자율주행 시뮬레이션SW 기술개발)

자율주행차량 궤적 데이터 기반 안전성 평가 시나리오 객체 행동 범위 도출 연구

A study on the decision of concrete scenario values based on autonomous vehicle trajectory data

이한빈
(서울시립대학교 석사과정)

박신형
(서울시립대학교 부교수)

최근 국내외에서는 자율주행차량의 급속한 시장 규모 성장과 기술 고도화에 따라 자율주행차량 상용화를 위한 정책 및 도입 실증 연구가 활발히 진행되고 있다. 완전 자율주행차량의 상용화는 2035년에 이루어질 것으로 예상하고 있으며, 자율주행차량의 상용화 이후에도 자율주행차량과 자율주행 기능이 없거나 일부 제한적인 자율주행 기능이 있는 일반 차량의 혼재가 상당 기간 지속될 것으로 예측하고 있다(한국교통연구원, 2020). Waymo, Cruise, Motional AI의 완전 자율주행차량이 도시부 도로에서 주행하기 때문에 자율주행차량의 상용화가 점차 진행되고 있다. 하지만 주행 중인 자율주행차량이 정차를 하거나, 교통사고를 일으킨 소식으로 인해 자율주행 시스템의 안전성에 대한 우려가 제기되고 있다. 자율주행차량의 안전성을 평가하기 위한 시나리오를 개발 중이지만, 현재의 시나리오는 자율주행차량의 실제 주행 패턴을 정확히 반영하지 않아, 안전한 주행 상황까지 고려한 너무 많은 경우의 수를 고려하기 때문에 자율주행차량의 궤적 데이터를 활용하여 실제 주행 패턴과 가장 근접한 시나리오를 구축해야 할 필요성이 있다.

독일 및 다수의 유럽국가가 참여한 PEGASUS 프로젝트는 자율주행차량 상용화를 대비한 품질기준 및 안전성 평가 기준을 연구한 프로젝트이며, 자율주행차량 안전성 평가를 위한 시나리오 제작 방법론을 제시하였다. 시나리오 구성요소의 추상 수준을 Functional, Logical, Concrete라는 용어로 정의하여 추상적인 시나리오의 상황을 단계를 거치면서 구체화하는 방법론이다. 그러나 현재 PEGASUS 방법론을 사용하여 Logical 시나리오에서 Concrete 시나리오로 전환 시, 너무 많은 경우의 수를 고려하는 문제가 있다. 이러한 문제를 개선하기 위해 본 연구는 자율주행차량의 궤적 데이터를 활용하여 PEGASUS 프로젝트의 자율주행차량 평가 시나리오 방법론에서 Logical 시나리오 도출 방법론을 제안한다. 실제 주행 패턴을 바탕으로 더 정확한 시나리오를 구성할 수 있으며, 교차로에서의 자율주행차량의 주행 유형을 분류하여 그 안전성을 분석한 값으로 시나리오 내의 객체의 행동 범위를 제안하고자 한다.

자율주행차량의 주행 궤적 데이터를 활용하여 안전성 분석 결과를 바탕으로 시나리오 수행 객체의 행동 및 위치를 범위로 제안하는 데 의의가 있으며, 향후 교차로 상충 상황 외의 주행 상황의 데이터를 확보하여 다양한 시나리오에 적용할 필요성이 있다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 22AMDP-C162353-02)

지도학습 기반 차량 주행궤적 생성 성능 분석

(Performance Analysis of Vehicle Trajectory Generation based on Supervised Learning)

지명인
(한국전자통신연구원
자율주행지능연구실
선임연구원)

김진우
(한국전자통신연구원
자율주행지능연구실
선임연구원)

안경환
(한국전자통신연구원
자율주행지능연구실
책임연구원)

심층학습 기술의 빠른 발전과 다양한 적용 사례에 더불어 자율주행 자동차의 판단기술에서도 이를 활용하는 예가 늘고 있다. 특히, 자율주행차에서의 판단 기술은 인지된 상황정보에 근거하여 차량제어를 위한 경로를 설정하는 것으로, 미리 정해진 규칙에 기반하여 최적 선택을 도출하는 방법이 널리 사용되었다. 최근에는 주변차량의 상황과 정밀맵 및 전문운전자의 최적경로 등을 이용하여 학습을 진행하고, 주행 시 입력받는 정보를 바탕으로 자차의 주행궤적을 생성하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 실환경 수집데이터인 nuPlan 데이터셋에 대해 컨볼루션 신경망을 이용하여 학습한 후, 신경망 모델별 주행궤적에 대한 생성 성능을 살펴보고자 한다.

nuPlan 데이터셋은 차량 인식데이터셋으로 널리 쓰이는 nuScenes 데이터셋을 개발한 Motional 사에서 차량의 판단 알고리즘 고도화를 위해 배포한 데이터셋이다. nuPlan 데이터셋에는 보스턴, 싱가포르를 비롯한 라스베가스, 피츠버그의 4개 도시에서 1,500시간 동안 수집한 실제 데이터를 제공하며, 차량에 설치된 8대의 카메라와 5대의 라이다로부터 수신된 데이터를 GPS/IMU 기반 자차 위치에 매핑하여 구성하였다. 각 장면(scene)은 High lateral acceleration, Waiting for pedestrians to cross, Unprotected cross turn, Stopping at a traffic light 등 75개의 시나리오로 분류되어 있다.

특히 nuPlan 프레임워크는 폐쇄루프(Closed-loop) 시뮬레이션이 가능하여 자차의 판단 알고리즘에 따라 달라지는 주변 차량의 대응을 살펴볼 수 있는 장점을 갖는다. 데이터셋에 시간에 따른 자차 및 주변 차량 운행정보가 저장되어 있으므로, 이를 학습하여 자차의 최적 궤적을 생성하는 기계학습 기반 판단 알고리즘 생성 가능하다.

본 분석에서는 nuPlan에서 제공하는 여러 시나리오 중 학습에 활용 가능한 데이터가 충분한 3가지 시나리오(Stationary, Stationary in traffic, Traversing traffic light intersection)에 대해, 각각 ResNet50, MobileNet, EfficientNet 모델을 이용하여 학습을 진행하였다. 학습을 위해 자차 및 주변 차량 운행정보와 맵 정보를 입력층에, 그리고 전문운전자가 이동한 8초(16-epoch) 간의 궤적이 출력층에 전달하였다. 모델 간 성능은 전문운전자의 궤적대비 생성된 주행궤적 간 ADE(Average Displacement Error)를 계산하여 비교하였다.

학습이 거듭될수록 모든 모델에서 자차 주행궤적 생성 성능은 높아졌으나, MobileNet이 비교적 빠른 수렴과 높은 정확도를 나타냈고, ‘Stationary in traffic’ 시나리오에서 다른 시나리오 대비 생성 정확도가 높게 나타났다. 다른 시나리오 대비 다소 복잡한 데이터를 갖는 ‘Traversing traffic light intersection’ 시나리오 성능이 비교적 낮게 나타났다.

본 실험을 통해 동일 시나리오에 대한 모델별 성능차이를 확인하였고, 시나리오 복잡도가 주행궤적 생성 성능에 미치는 영향을 확인하였다.

사사: 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2023-00236245, 악천후/비정형 환경변화에서의 Seamless 자율주행을 위한 인지/판단 AI SW 핵심기술 개발)

기상악화의 상황에서 객체인식의 정확도를 위해 역산란된 PCD를 검출하기 위한 인프라 라이다 알고리즘 개발

Development of an Infrastructure LiDAR algorithm to detect reverse scattered PCDs for the accuracy of object recognition in the situation of bad weather

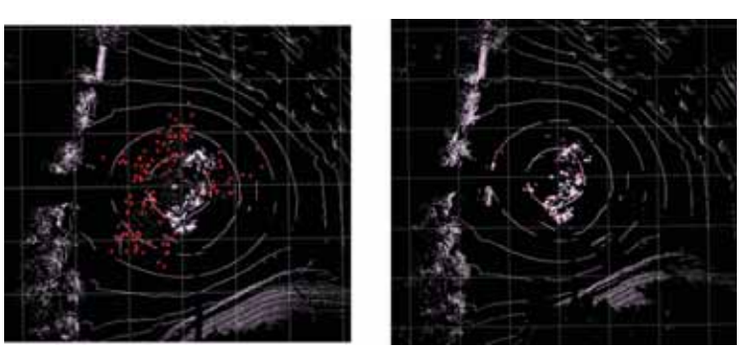
홍인준
(한국교통대학교 석사과정)

박만복
(한국교통대학교 공학박사)

자율주행 차량의 안전한 운행을 위한 방법에 도로변에 라이다 등의 센서를 설치하여 정보를 송신하는 방법이 연구되고 있다. 라이다 센서는 빛을 이용하여 객체를 포인트 클라우드의 형태로 인식하는 특징이 있는데 빛의 반사로 객체를 인식하는 라이다의 특성상 악천후의 상황에서 눈 등에 역산란되어 잘못된 부분을 감지하게 된다. 이러한 특성은 기상악화시 잘못된 정보를 전송해주어 사고를 유발할 수 있기 때문에 매우 중요한 문제이다. 이를 보완하기 위해서는 기상악화를 감지하여 악화 시 감지 범위를 줄이더라도 정확도를 향상시키는 등의 방법이 필요하다. 본 논문에서는 기상악화를 감지하기 위해 역산란된 PCD를 알고리즘 중에 큰 처리시간 소요 없이 검출하는 방법에 대하여 연구하였다.

대부분의 인프라 라이다를 이용한 객체인식 방법은 첫째로 배경제거를 수행한다. 배경제거에는 여러 가지 방법이 있는데 라이다가 고정되어 있다는 점을 이용한 밀도기반 배경제거 방법이 있다. 이 방법은 여러 프레임을 합쳐 배경 데이터를 만들어 배경인지 아닌지 판단하는 방법이다. 배경 데이터를 제작하는데 처리시간이 많이 필요해 실시간으로 배경 데이터를 업데이트하지 못하는 문제가 있다. 하지만 밀도를 기준으로 배경과 객체를 분리한다는 점이 역산란된 PCD를 검출하는 방법에 사용될 수 있다고 판단하여 해당 알고리즘을 선택하였다. 배경 데이터 생성을 병렬로 배치하는 방법을 이용하여 실시간으로 배경의 업데이트가 가능하도록 하였다. 또한 데이터가 누적되면 센서 인근의 역산란된 PCD를 제거해 버리는 경우가 생겨 감지에 영향을 준다. 그렇기에 데이터가 누적되지 않도록 현재 시간 이전 몇 개의 프레임만을 이용하여 배경 데이터를 일정 주기마다 생성한다. 배경제거 이후에는 객체와 역산란된 데이터가 함께 검출이 된다. 이는 군집화 단계에서 객체를 군집화를 하고 군집화가 되지 않은 PCD들을 추출한다. 이러한 방법을 사용하면 연산량은 줄인 상태로 역산란된 PCD를 검출할 수 있게 된다.

본 논문에서는 기상악화를 감지하기 위해 역산란된 PCD를 검출하는 방법에 대하여 연구하였다. 밀도 기반 배경제거를 선택정하여 실시간성을 확보하면서 일정 주기로 배경이 업데이트 되도록 설계하였고, 군집화 단계에서 약간의 연산량을 추가하여 역산란된 PCD를 검출하였다. 해당 알고리즘을 역산란이 크게 발생하는 눈과 폭우의 환경에서 테스트를 해 보았고, 기상악화에 따른 성능저하와 비례하게 역산란된 PCD가 검출됨을 확인하였다.



<Fig. 1> Result of the snow(Left) and rain(Right)

사사: 논문은 산업통상자원부가 지원한 '자율주행기술개발혁신사업'의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다

[과제명: Lv.4 자율주행시스템의 FailOperational 기술개발 / 과제번호: 20018055]. 또한 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2021-KA160501).

악천후 환경에 따른 이용자 측면 회전교차로 자율협력주행 평가

Evaluation of autonomous cooperative driving at roundabouts according to adverse weather conditions from the user's perspective

황순천
(서울시립대학교 스마트시티학과 연구교수)

이동민
(서울시립대학교 교통공학과 & 스마트시티학과 교수)

자율주행 기술 만으로 안전하게 주행하기 어려운 통행환경에서 안전성 담보를 위하여 C-ITS 기술을 기반으로 필요 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 자율협력주행 기술의 개발 및 고도화가 진행되고 있다. 특히, 강우나 짙은 안개 등의 악천후 날씨는 자율주행차의 센서 기술 성능을 저하시켜 자율주행차가 안전하게 주행할 수 있는 상황이 구현되지 않을 수 있어 주변 도로교통 환경을 실시간으로 제공할 수 있는 자율협력주행 기술이 필요하다. 이와 같이 자율주행 기술 만으로 통행하기 어려운 도로 환경과 궂은 날씨 환경에서 안전한 자율주행이 이루어질 수 있도록 관련 정보를 실시간으로 수집하여 제공할 수 있는 자율협력주행을 위한 교통안전시설물이 개발 중에 있다.

본 연구에서는 VR 기반의 가상의 회전교차로 도로 환경에서 자율주행 상황과 자율협력주행 상황을 각각 구현했을 때 이용자 측면에서 어떤 평가가 이루어지는지 비교분석하는 시뮬레이션 실험 연구를 수행하였다. 시뮬레이션 프로그램으로 임의의 회전교차로 도로 환경을 구현했으며, 맑음, 강우, 안개 등 다양한 날씨 환경을 모사하였다. 차량에 탑재된 센서 기술만으로 주변 상황을 탐지하는 자율주행 상황과 도로 주변에 설치된 시설물을 통하여 실시간 정보를 수집하는 자율협력주행 상황을 각각 모사하여 피실험자들이 각각에 상황에 대하여 느끼는 수준을 평가하였다. 실험 결과, 자율협력주행 상황에 대하여 더 만족하며, 안전함을 느끼는 것으로 나타났다.

사사: 본 연구는 2021년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021C26S02000, Lv.4 자율협력주행 대응 교통객체 인지고도화 및 악조건 해소기술 개발)

선내 근로자 환경 & 생체 측정 웨어러블 제품에 대한 시제품 사용성 평가 및 소형화 기술 적용

A Study on the Onboard worker environment in ship & biometric wearable products Prototype usability evaluation and miniaturization technology development

권오찬 (씨브이아이 책임연구원)

최기도 (씨브이아이 대표)

조형래 (한국해양대 교수)

최근 선박 운항 시 기관실에는 주 추진기관을 비롯한 각종 주행 보조 기계장치의 상시가동으로 인한 선체의 진동 및 선실 내부의 소음(110dB이상)이 지속적으로 발생하고 있다. 또한, 선박의 주행 시 기관실 내부의 엔진룸(Main Engine)의 실내온도는 40℃~50℃, 청정기실 (Purifier Room) 및 소각기(Incinerateor)의 경우 실내온도가 50℃ ~ 60℃로 열악한 환경에 노출되어 있다. 매년 정부에서는 산업안전보건법에 의거해 작업환경 측정을 통해 1년에 2회 산업 현장의 환경 노출 상태를 점검하고 있으나 실시간 유해환경 노출과 선원들의 근로로 인한 스트레스(생체 변화) 파악에 한계가 존재하고 있다. 선박의 주행 특수성, 구조적 특수성으로 인해 선내 근로자(항해사, 기관사)의 유해환경과 근로자의 생체 지표에 대한 연구, 모니터링 시스템 구축 및 관리 시스템의 구축이 필요로 되고 있으나, 육상의 유사환경에 비해 선박에 적용을 위한 연구 및 시스템 구축은 부족한 실정이다.

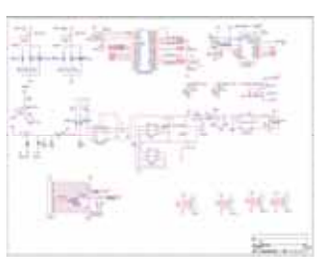
이에 따라 1차 연구 시 시제품에 대한 기술개발과 기술개발 적용 완료 후 항해사 및 기관사 50인을 대상으로 시제품의 사용성 평가를 아래 그림 1과 같이 수행하였다. 사용성 평가의 항목으로는 제품에 대한 호감도, 시제품에 대한 사용성, 외형에 관한 내용을 바탕으로 분석하였으며 분석된 결과를 통해 시스템 호감도 71%, 시제품의 사용성으로는 긍정평가 79%, 마지막으로 외형만족도 평가 67%를 도출하였다. 도출된 결과를 바탕으로 시제품의 경량화의 필요, 세탁이 가능한 구조, 문제 발생 시 하드웨어 자체의 알림(소리 및 LED)등의 요구사항을 확인하였다.

도출된 결과에 따라 하드웨어의 소형화 및 경량화를 위해서는 상기 1차 설계한 두 개의 MCU 모듈의 OS(안드로이드 기반) 모듈과 IoT 통신 모듈의 분리를 하고 OS 모듈의 생체정보데이터 획득 시나리오를 IoT 모듈로 통합하여 1개의 MCU를 통해 생체정보데이터의 획득과 환경정보의 데이터 획득을 수행하였다. 이에 따라 MCU 모듈(안드로이드)에서 입력되는 입력전압 12VDC와 이를 충전하기 위한 전원관리 인터페이스 회로 부분을 제거할 수 있었으며 기존 시작품 대비 30%의 회로 소형화 개발에 성공하였다.

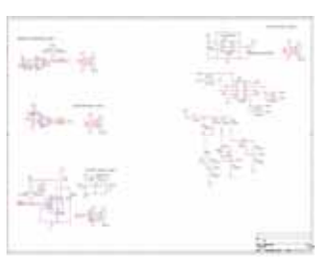
향후 본 연구를 바탕으로 안전조끼의 버클에 접목이 가능한 기구적 구조를 고안 후 IoT 기반 환경 & 생체 정보 획득용 웨어러블 디바이스를 개발할 예정이며 환경데이터 및 생체정보를 활용한 근로환경 안전관리 지수 개발의 데이터셋 구축을 위한 기반 자료를 구축해 나갈 예정이다.



<그림 1< 인구통계학적 관점에 따른 시작품 사용성 평가]



<그림 2> 전원 및 IoT 통신 회로]



<그림 3> 환경센서 데이터 취득 회로]

사사: 본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임(RS-2023-00224563)

노면온도 수집 분석을 통한 도로살얼음 위험도 측정기술 개발

Development of road ice risk measurement technology
through road surface temperature collection and analysis

박근형
(한국건설기술연구원 수석연구원)

최근 도로살얼음(블랙아이스) 교통사고 등으로 인해 대형사고가 발생하고 있으며, 도로살얼음 방재 대책 마련이 시급한 현안으로 떠오르고 있다. 도로살얼음은 도로 표면에 얇게 형성된 얼음층으로 육안으로 파악하기가 쉽지 않아 교통사고 위험성이 크다. 노면이 결빙되었을 경우 교통사고 위험성은 마른 노면에 비해 20배까지 높아진다고 알려져 있다.

도로살얼음이 위험한 이유는 도로를 통과하는 운전자에게 육안으로 발견되기 쉽지 않기 때문에 차량 속도를 전혀 감속하지 않은 상황에서 구간을 통행할 가능성이 높아지기 때문이다. 통행하는 모든 차량이 반드시 사고로 이어지진 않지만 일부 차량이라도 위험 상황에 돌입할 경우 대형사고화 할 수 있기 때문이다. 도로살얼음은 아스팔트 위의 표면에 달라붙어 마치 도로를 코팅을 한 것처럼 덮여있는 것으로, 운전자엑 발견되지 않아 도로 노면이 결빙되지 않은 일반적인 건조한 정상 상태로 보이므로 사전에 대처하기가 쉽지 않은 때문이다. 도로살얼음을 예방하는 방법으로는 포장 관련 기술을 적용할 수 있으나 특정 구간이 아닌 모든 구간에 이러한 포장 관련 기술을 적용하는 것은 막대한 예산이 소요되어 현실적으로 불가한 상황이다.

본 연구에서는 노면온도 수집/분석을 통하여 도로 구조물별 일자별 대기온도와 노면도로와의 변화 특성 분석을 통하여 도로살얼음의 위험도를 측정하고자 한다.

한국도로공사에서는 2~3시간 주기로 담당 구간을 순찰하는 업무를 수행하고 있다. 겨울철에는 도로안전을 위하여 도로살얼음 발생 여부를 중점적으로 육안으로 확인하며 도로순찰 업무를 수행하고 있다. 그러나, 도로살얼음이 대기온도와 노면온도의 차이에서 발생하고 있으며, 노면온도의 변화는 도로구간의 고도, 일조량, 교통량 등에 매우 영향을 받는 특성을 가지고 있다. 노면온도의 변화와 도로의 공간 특성 및 구조적 특성에 따라서 도로살얼음의 발생을 예측할 수 있다.

국토교통부는 전국 18개 국토관리사무소에 매년 11월 15일부터 익년 3월 15일가지 도로제설기간으로 지정하고 도로제설작업 및 도로순찰업무를 수행하고 있으며, 도로순찰시에 차량부착시 노면온도 측정장치를 부착하여 도로순찰 구간에 대한 노면온도를 수집하고 있다. 이러한 일반국도의 구간별 노면온도와 기상청 기상데이터를 연계하여 데이터를 분석한 결과 도로시설물(교량, 터널) 유형에 따라서 노면온도 데이터 특성이 매우 다름을 확인할 수 있었으며, 특히, 교량 구간은 일반구간에 비해 온도가 3~4℃ 낮고, 터널 입·출구는 1~2℃의 차이가 발생함을 확인할 수 있었다.

선내 근로자 환경 & 생체측정 웨어러블 제품을 통한 근로 관리 플랫폼의 페르소나 기반 UX/UI 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Persona-Based UX/UI of Labor Management Platform through Inboard Worker Environment & Biometric Wearable Products

양성열 (씨브이아이 연구원)　**허경욱** (씨브이아이 주임연구원)　**최기도** (씨브이아이 대표)

UX/UI(User Experience/User Interface) 디자인 개발 과정에서 사용자 페르소나(Persona) 설정은 개발의 방향과 세부사항을 결정짓는 핵심적인 요소이다. 사용자 페르소나는 제품/서비스를 이용하는 가상의 사용자를 설정하여 활용하는 방법론으로, 이를 통해 사용자의 요구(Needs)를 파악하고 이를 실제 개발 과정에 적용하여 개발 방향 설정 및 핵심적인 요소들을 결정할 수 있으며, 동시에 개발 결과물에 대한 사용자의 만족도 또한 높일 수 있다.

이번 연구에서는 일반 대중이 아닌 선내 근로자를 대상으로 하는 특수성을 고려하여 더욱 차별화되고 면밀한 사전 조사를 바탕으로 페르소나를 제작하여 사용자에게 최적화된 UX/UI 개발을 진행하고자 한다.

<그림 1>은 선내 근로 환경관리 플랫폼을 이용하게 될 선내 근로자와 관리자를 대상으로 진행한 설문조사이다. 설문은 인구통계학적인 질문, 개인의 성향과 가치관, 업무에 대한 질문, 디지털기기 사용패턴과 숙련도, 선호도에 대한 질문으로 구성하였다.

<그림 2>는 설문 결과를 문항별로 정리하고 분석하여 이를 기반으로 UX/UI 디자인 개발 시 중점적으로 다루어야 할 요소들을 도출해내는 데에 주력하였다.

<그림 3>은 설문 결과 분석 내용을 바탕으로 제작한 사용자 페르소나로, 가상 인물의 성격, 원하는 점, 불편한 점, 목표, 전반적 능력치를 설정하여 플랫폼에 필요한 핵심 기능들의 정리와 유의해야 할 사항들을 도출할 수 있다.

<그림 4>는 그림 1, 2, 3의 과정을 통해 실제로 제작한 플랫폼 UI 대시보드 화면이며, 플랫폼 구동 시 첫 화면에서 근로자와 근로 환경의 상태를 한눈에 확인하고 안전/주의/위험 상태를 직관적으로 표현하여 사고 발생 예방 및 이상 발생 시 즉각적으로 알림을 받아 대응할 수 있도록 하였다. 또한, 우측의 메뉴 혹은 대시보드에서 세부사항으로 이어지도록 하여 조작의 어려움을 줄였으며, 각 환경에 맞는 적절한 임계치 설정을 통해 범용성과 사용성을 확보하였다.

향후 개발된 플랫폼을 실제 현장에 적용하여 자료를 수집하고 피드백을 받아 지속적인 개선을 통해 보완하도록 한다.



<그림 1> 예상 사용자 대상 설문조사



<그림 2> 설문 결과 분석



<그림 3> 설문 결과 기반 페르소나



<그림 4> 플랫폼 UX/UI 디자인]

사사: 본 연구는 2023년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임(RS-2023-00224563)

조작자 팔동작 인식에 의한 로봇팔 제어시스템 개발

Development of a Robot Arm Control System Based on Operator Arm Gesture Recognition

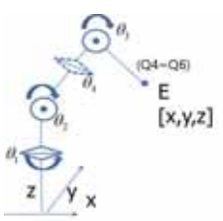
안종선
(호남대학교 전자공학과 학생)

현웅근
(호남대학교 전자공학과 교수)

화재, 독가스 누출 등으로 인한 재난 상황에서 로봇 팔은 가스 센서를 부착하여 유독 가스의 존재를 식별하고 화재 진압 및 구조 작업자에게 중요한 정보를 제공한다. 또한 화재 현장에서 로봇 팔은 소화 작업을 지원하거나 물을 분사하여 화재 진압을 돕는다. 이로써 소방대원의 안전을 유지하면서 화재 진압 능력을 향상시킨다.

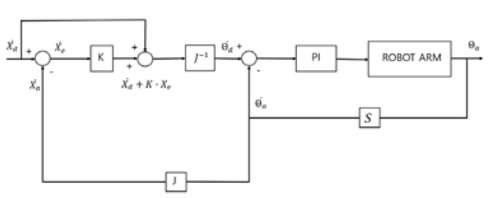
본 논문에서는 직감적이고 원활한 제어를 위하여 조작자 팔동작 인식에 의한 로봇팔 원격제어 시스템을 개발하였다. 구체적으로 2차원 영상 공간에서 조종자의 손바닥을 식별하고, 그 영역 및 크기로 3차원 공간으로의 위치 전환하여 3차원 공간상에서의 로봇팔 선단의 속도를 제어한다. 이로써 로봇팔 원격조종의 미숙련자라 하더라도 감각적으로 로봇팔의 조종을 용이하게 할 수 있는 장점이 있다. 영상 센서는 조작자의 손에 씌워진 장갑의 특정 칼라를 인지하고 장갑의 칼라 영역을 사각형에 포함(rectangle including)하여 인식 범위 및 위치를 출력한다. 영상 센서로 인지된 위치는 로봇팔 선단 제어에 대한 3차원 속도 명령으로 변환되고, 로봇 관절의 각속도로 환산되어 로봇 팔을 제어하게 된다.





개발된 로봇팔과 적용된 관절도는 그림 1과 같다. 로봇팔 동작에 대한 조작자 손동작 영상 명령은 직교 좌표계에서 로봇팔 선단의 속도 명령인 바, 영상으로 부터 산출된 직각 좌표계의 속도 명령을 로봇 관절 θ_1~θ_3의 각속도 명령으로 전환 시켜야 로봇을 동작 시킬 수 있다. 이를 비선형의 로봇의 기구학적 수식 $P(x,y,z,\delta,\rho,\gamma) = f(\theta_1,\theta 2_1,\theta_3,\theta_4,\theta_5,\theta_6)$ (1)을 편미분하여 각속도를 구하는 선형 수식으로 유도한다.

$\dot{X} = J\dot{\theta}$. 여기서 자코비언 J 는 각도에 대한 식(1)의 편미분한 3×3 행열이다. 이에 대해 역행렬로 표현하면, $\dot{\theta} = J^{-1}\dot{X}$이 되며 이로써 각속도를 유도한다. 원격제어를 위한 로봇 선단 속도 제어 알고리즘 구조는 그림 2와 같다. $\dot{X_d}$ 은 영상 센서에서 오는 3축 직교 좌표계에서의 3×1 속도 명령이다.



이는 로봇이 실제로 구동되어 움직인 실제 속도 $\dot{X_a}$와 결합하여 이전 속도오차를 고려한 제어 명령식 $\dot{X_d} + K \cdot X_e$으로 보정되며, 여기에 역 자코비언 행렬J^{-1}를 곱해 3×1의 원하는 각속도 벡터가 계산된다. 모터에 입력되는 각속도 명령으로 모터는 이를 기준으로 PI제어기를 통해 로봇팔의 각 모터 속도를 제어한다.

. 로봇 팔 제어 실험 및 결론











로봇 팔을 제어하기 위하여 조종자의 장갑을 분할 영역에 놓는 모습을 보이며 조종자의 손이 중앙 좌단 영역에 놓여있을 때 로봇 팔이 오른쪽으로 이동하는 모습을 보인다. 그리고 그래프는 중앙 좌,우단의 영역을 순차적으로 왕복할 때 만들어지는 속도제어 입력 곡선을 나타낸다. 본 논문에서는 영상 센서를 이용하여 조종자의 손동작 영역을 인식하고 이를 기반으로 원격으로 로봇 팔의 제어 시스템을 구현하였다. 추적 대상 물체의 칼라코드를 검출하여 그 물체를 둘러싼 크기 및 위치를 출력하는 영상 센서를 이용하여 원격 로봇팔 제어를 수행하는 시스템을 개발하였다. 원활한 로봇팔 속도 제어를 위하여 로봇팔에 대한 속도 및 위치 피드백 제어기를 제안하였으며 손동작 조종 실험을 통해 손동작 인식의 로봇팔 원격 제어가 성공적으로 수행됨을 확인하였다.

사사: 본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다. (과제관리번호: 2021RIS-002)

특허동향 분석을 통한 한국형 Green NCAP 기술방향 제안

Proposed Korean Green NCAP Technology Direction through Patent Trend Analysis

강수희
(목원대학교 산학협력단
책임연구원)

강정현
(목원대학교 산학협력단
책임연구원)

이상화
(목원대학교 산학협력단
연구교수)

기후위기 대응을 위한 온실가스 감축 및 체계적인 관리체계 필요성이 대두됨에 따라 국내 안전한 자동차 제작 유도를 위한 자동차 안전도 평가제도(Safety NCAP)를 운영 중이나, 환경친화도에 대한 평가제도(Green NCAP)는 부재한 상황이다. 정부는 자동차부문 탄소중립 대응과 친환경차 전환 가속화를 유도할 수 있는 자동차 친환경성능 평가·등급화 기술 개발 및 정부의 온실가스 저감목표 달성을 지원할 수 있는 제도 개선 및 기준 마련을 위해 한국형 Green NCAP제도 연구를 2023년부터 시작하였다. 한국형 Green NCAP은 소비자 보호와 자동차 부문 탄소중립 대응을 위한 효과적인 정부 정책 추진에 활용될 실효성 있는 기술·제도 지원 시스템을 마련하는 것이 목적으로 총 4가지 기술(연비·온실가스 평가기술, LCA 평가기술, 차량 실내공기질 평가기술, 제도화 및 실용화기술)로 진행된다.

본 연구에서는 국내외 특허 동향 조사를 통해 한국형 Green NCAP 기술 방향을 제안하고자 한다. 이를 위해 우리나라, 중국, 일본, 미국, 유럽 등 국내외 특허 동향을 검색하였으며, 이를 위해 각 기술별 키워드를 분리 및 조합하였다.

그 결과 국외의 특허 출원 활동이 국내 대비 활발한 것을 알 수 있었으며, 국가별로는 중국이 가장 많은 특허를 출원하고 있었다. 우리나라의 경우 대부분 측정 장치 및 분석 방법 위주로의 특허가 많았으며, 중국의 경우 평가지표, 최적화, 모니터링 등 해당 결과를 분석한 후 활용하는 측면의 특허가 활발하였다. 일본은 온실가스 평가 특허가 가장 많았으나, 우리나라와 유사하게 분석 및 평가장치에 국한되어 있었다.

연비 및 온실가스의 경우 가장 많은 특허를 출원하고 있으나, 대부분 분석 방법, 장치이며, 자동차 LCA의 경우 관련 연구가 거의 전무한 것으로 조사되었다. 차량 실내 공기질의 경우 최근 들어 많은 관심을 보이고 있는 분야로 대부분 차량 내 공기청정기, 공기질감지(모니터링), 공가정화(순환) 시스템과 관련된 특허로중국에서 본 과제와 유사한 특허가 존재하기 때문에 이와 차별화된 내용으로 특허 출원 및 등록 필요한 것으로 분석되었다.

따라서 차별성을 확보하기 위해서는 연비 및 온실가스의 경우 연비평가지표, 테스트(실험) 방법, 분석 시스템과 관련된 특허 출원 및 등록이 필요하며, 자동차 LCA의 경우 배출량 산정 방식, 평가지표, 평가 프로그램 등, 차량 실내 공기질의 경우 중국에 유사한 시스템이 있으므로 평가 물질 확대, 공기질종합평가 후 소비자에게 정보제공하는방향 등을 포함하여 진행해야 할 것으로 보인다.

본 연구는 한국형 Green NCAP의 연구 및 특허 출원 및 등록 관련 방향 도출로 기초 연구로써 가치가 있으며, 향후 특허 출원 및 등록시 활용 가능할 것이다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2023-00243220)

이용자 설문조사를 활용한 한국형 Green NCAP 필요성 도출

Deriving the need for Korean Green NCAP using a user survey

강정현
(목원대학교 산학협력단 책임연구원)

이상화
(목원대학교 산학협력단 연구교수)

임지희
(목원대학교 산학협력단 책임연구원)

유럽에서는 2019년부터 FIA, ADAC, TNO 등 18개 기관이 컨소시엄을 형성하여 Euro-NCAP의 지원을 받아 자동차의 연료소비율, 온실가스, 배출가스 수준을 평가 및 등급화하여 환경친화도 정보 제공을 목적으로 Green NCAP 제도를 운영하고 있다. 뿐만 아니라 UNECE/WP.29 GRPE(오염 및 에너지) 분과에서 시험결과를 공유하는 등 국제사회에서도 적극적으로 활동 중이다. Green NCAP 제도 운영으로 유럽은 제작사의 지속적인 친환경차 기술 개발과 소비자 보호 및 친환경차 구매 유도 등에 성과를 보이고 있다. 우리나라는 현재 취득세 감면, 보조금 지급 등 소극적인 형태의 온실가스배출량 감소 관련 정책을 추진하고 있어 친환경자동차 보급률 확대가 진전이 없는 상태이다.

따라서 본 연구에서는 이용자 설문조사를 통해 해당 제도의 필요성,설문조사 대상자의 인식 변화 등을 확인하여 한국형 Green NCAP의 필요성을 도출하고자 한다. 이를 위해 차량 구매 요소, 차종 및 유종, 인식 변화 등을 한국형 Green NCAP 제도 설명에 따라 차이가 있는 설문조사를 실시하였으며, 한국형 Green NCAp 제도 활성화를 위해 개발하는 3개의 기술 요소(연비 및 온실가스, 자동차 LCA, 차량 실내 공기질 등) 개발 시 차량 구매에 얼만큼 영향을 주는지 등을 조사하였다.

그 결과 한국형 Green NCAP 제도 설명 후 소비자의 인식변화 결과를 살펴본 결과 46.5%가 차량 구입 시 고려하는 점이 바뀌었다고 응답하였으며, 향후 차량 구입 시 중요 고려사항으로 '차량 친환경성'을 꼽은 비율이 1순위 기준 38.6%로 가장 높았다. 이는 소비자에게 해당 제도에 대한 설명, 그리고 활용방안 등을 충분히 납득시킨다면 현재 정부가 추진하는 친환경차 보급 달성 목표 등 자동차 부문의 온실가스 배출량 저감에 기여할 수 있음을 의미한다. 한국형 Green NCAP 제도는 소비자의 환경친화적 자동차 소비촉진을 위한 인식제고 및 합리적 의사결정 등의 준거(Reference)가 되며 자동차 제작사에게는 환경친화적 자동차 기술개발을 유도하는 기반자료로 활용될 수 있음을 확인하였으며, 해당 제도의 성공을 위해서는 소비자와 자동차 제작사, 판매사등에게 지속적인 홍보, 교류 등을 통해 인식 개선 등이 필요할 것으로 보인다.

본 연구는 한국형 Green NCAP 제도 도입을 위한 소비자 및 차량 제작사, 판매사 등의 인식 변화를 위한 방향성 도출, 한국형 Green NCAP 정보제공 방향 수립시 기초 자료로 활용될 것이다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2023-00243220)

하수처리장 내 에너지 효율화를 위한 송풍량 제어 시스템 개발 및 적용

Development and application of airflow control system for energy efficiency in sewage treatment plants

여우석
(신한대학교
스마트토목환경도시공학전공
박사과정)

김신걸
(신한대학교
에너지융합기술연구원
연구교수)

김종규
(신한대학교
에너지공학과
교수)

하수처리장에서는 유기물질을 질산화(Nitrification) 반응으로 제거하기 위하여 산소 공급이 필요하며, 송풍기 운영을 통해 생물반응조에 공급하고 있는 공정으로 운영하고 있다. 실제 하수처리장에서는 운전자 경험에 의존하여 송풍량을 결정하고 있어 처리공정에서 요구되는 산소보다 평균적으로 더 많은 양의 산소가 공급되고 있어 효율적인 하수처리장 운영이 필요한 상황이다. 과도하게 산소가 공급되어도 수처리의 효율은 크게 개선되지 않으며 반응에 사용되지 않은 잉여 산소들은 대기중으로 방출됨에 따라 에너지를 비효율적으로 사용하고 있는 상황이다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 유입수질 및 유량 등 하수처리장으로 유입되는 하수의 특징을 분석하여 실시간으로 반응조 내 필요한 산소 요구량 만큼 산소를 공급할 수 있는 효율적인 시스템 개발이 필요한 상황이다. 이러한 한계점을 극복하기 위하여 많은 연구자들이 연구를 활발하게 진행하였으나 하수처리장의 공법 및 성상과 같은 환경적인 차이를 보이고 있어 범용적으로 사용하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 적용 한계점을 극복하기 위하여 하수도 설계 시 사용되어지고 있는 하수도 시설기준의 산정식을 기반으로 유입수질에 따라 효율적으로 산소를 공급할 수 있는 시스템을 개발하고자 하였다. 하수도 시설기준에서 제공하고 있는 수식을 하수처리장 내 필요한 요소로 변환시켜 범용적으로 사용가능한 시스템을 구축하였다. 본 연구에서 개발한 송풍량 제어 시스템을 통해 에너지 효율 분석 및 검증 하기 위하여 2021년 A하수처리장의 4월 월간 데이터를 활용하여 유입수질에 따라 하수처리장에서 요구되는 송풍량을 산정하여 기존 공정과의 비교분석을 실시하였다. 분석 결과 기존 하수처리장의 수질을 만족함과 동시에 약 12%의 송풍량을 절감할 수 있어 불필요한 에너지 사용을 절감할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구의 결과를 활용하여 실제 하수처리장 내 송풍량 산정 시스템을 도입하게 된다면 운전자 경험에 의존하고 있는 제한적인 하수처리장 운영에서 벗어나 자율 제어를 통한 효율적인 하수처리장을 운영할 수 있는 기반이 마련될 것으로 판단된다. 이를 통해 에너지 효율화 및 탄소중립 실현에도 이바지 할 수 있는 전도유망한 기술이라고 판단된다.

사사: 본 논문은 2023년도 환경부의 제원으로 환경산업기술원의 지원을 받아 수행된 상하수도 혁신 기술개발사업입니다. 이에 감사드립니다.(과제번호 : 2020002700010)

지속 가능한 도시 구축을 위한 공유 자전거 시공간적 수요 영향 요인 연구

A study on the influencing factors of Spatio-temporal demand for bike sharing to develop Sustainable City

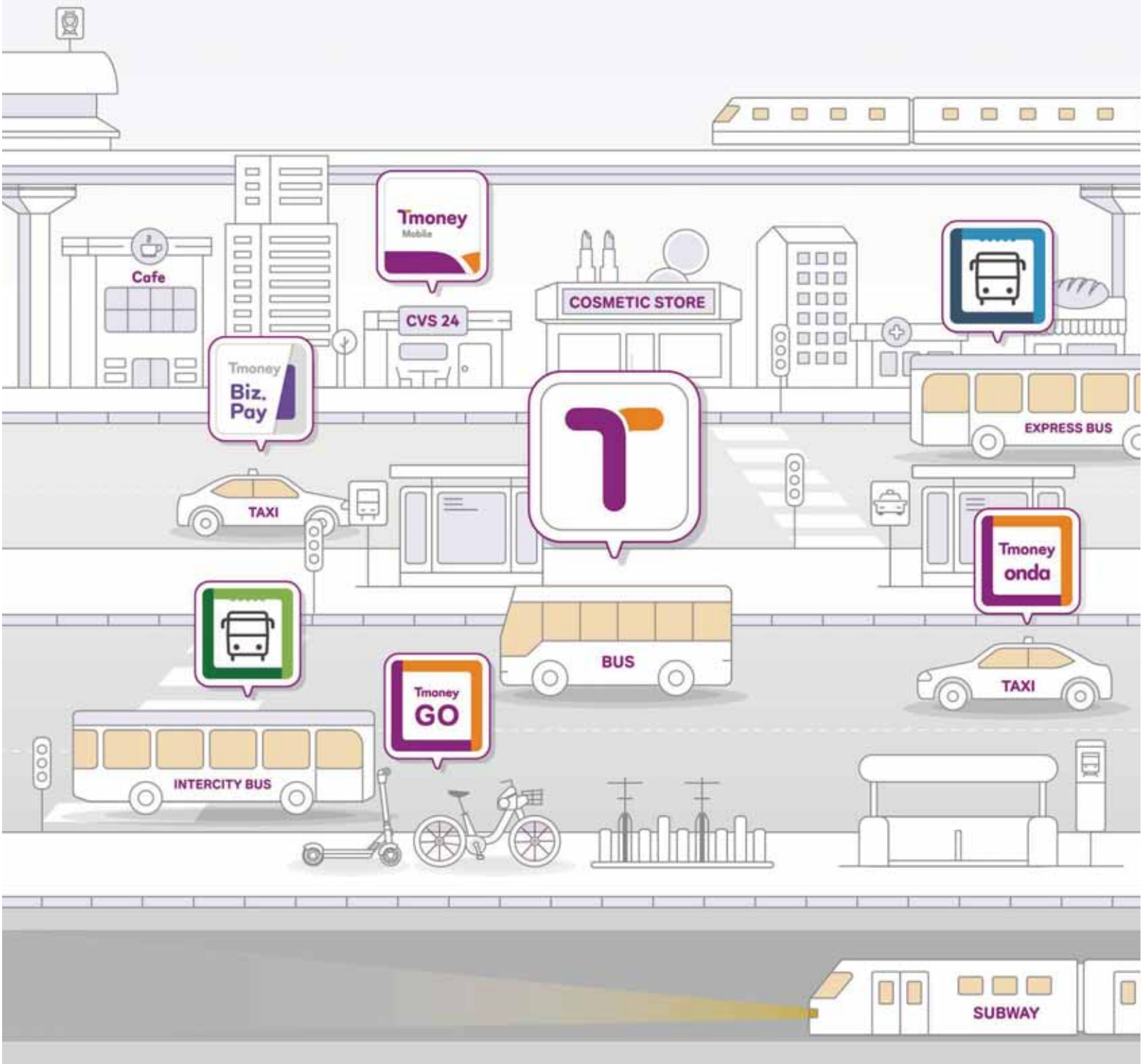
황재연 (서울시립대학교 석사과정)
박신형 (서울시립대학교 부교수)
조신형 (서울시립대학교 연구교수)

공유 자전거는 심화된 도시화 현상으로 발생하는 교통수단의 온실가스, 폐기물과 같은 외부효과를 줄일 수 있는 지속 가능한 교통수단이다. 그리고 시민의 이동성을 보완하고 승용차를 대체할 수 있으며, 대중교통을 대체 및 보완할 수 있다. 공유 자전거는 환경과 건강 측면에서의 활용성이 높아 전 세계적으로 긍정적인 영향을 미치고 있다. 아시아, 미국, 유럽의 대도시 9개에 대한 국제 통계에서 자전거의 평균 수단 분담율은 약 3.2%이며, 해당 도시 중 공유 자전거의 인프라가 잘 구축된 도시의 자전거 수단 분담율은 약 8~9%이다. 하지만 서울은 2022년 기준으로 공공 자전거 운영대수 43,500대, 대여소 2,719개를 운영하고 있으나, 자전거 수단 분담율은 약 1.9%로 국제 대도시 9개의 평균에 미치지 못하는 실정이다. 최근 COVID-19이 전 세계적으로 유행하며 많은 국가에서 대중교통보다 자전거를 선호하는 사람들이 증가하기 시작했고, COVID-19이 종식되었지만 유행 당시의 자전거를 선호하는 사람들의 통행 행태가 이어질 전망이다. 변화된 사람들의 통행 행태와 지속 가능한 도시 구축을 위해서는 공유 자전거의 활용성을 더욱 증진시킬 필요가 있다. 또한 자전거 통행을 증진하기 위해 공유 자전거 수요에 영향을 미치는 요인을 다양한 관점에서 분석할 필요가 있다. 본 연구에서는 500m Grid를 중심으로 공유 자전거 통행에 영향을 주는 요인을 시공간적 관점과 사회경제학 관점에서 분석하고자 한다. 세부적인 목표로는 첫째, 시공간적 관점에서 공유 자전거 수요에 영향을 미치는 요인들을 분석한다. 둘째, 실제 데이터 기반으로 공유 자전거와 대중교통의 관계를 연구하고자 한다. 공유 자전거 수요에 영향을 주는 요인들을 시공간적인 관점에서 복합적으로 해석하기 위해 Spatialtemporal Weighted Regression(STWR) 분석 모형을 사용하였다. 분석의 공간적 단위는 서울로 설정하였고, 세밀한 공간 단위에서 분석을 진행하기 위해 500 x 500m Grid로 단위를 구분하였다. 분석의 시간적 범위는 2019년부터 2022년 10월 셋째주로 설정하였습니다. 분석에 활용된 데이터는 따릉이, 스마트카드 데이터, 대중교통 편의시설, 경사도, 토지이용, 날씨를 활용하였다. 분석 결과 활용된 통계 모형 중 STWR의 설명력과 Akaike Information Criterion (AIC) 값이 가장 데이터 셋에 적합한 것으로 나타났다. 공유 자전거의 수요에 양의 영향을 미치는 변수는 대중교통 편의시설과 통행량, 유동인구, 미세먼지이고, 음의 영향은 거주 인구, 초미세먼지, 기온, 경사도로 나타났다. 세부적인 분석을 위해 대중교통 통행량이 공유 자전거 통행에 영향을 주는 정도를 연도별로 추정한 결과 COVID-19 시기를 제외하고 외곽 지역에서는 공유 자전거와 대중교통 통행량이 밀접한 관계가 있음을 확인하였다. 연구 결과는 외곽 지역의 대중교통을 이용하는 승객들이 공유 자전거를 이용해 First/Last Mile을 이동한다고 유추할 수 있으며, 이는 Mobility-as-a-Service(MaaS)의 활성화하여 대중교통과 공유 자전거의 연결성을 확장할 필요가 있음을 시사한다.

이동을 편하게
세상을 이롭게

티머니

스마트한 이동과 결제 서비스를 제공하여 더 편리한 세상을 만들겠습니다.



길, 그리고 도로교통공단 이야기

The Story of KoROAD

전국으로 연결된 도로 위, 오늘도 대한민국 국민 모두의 안전하고 행복한 이야기가 펼쳐집니다.

도로교통공단은 국민의 생명존중과 도로교통 안전 확립을 최우선 가치로 삼는 경찰청 산하의 준정부기관입니다. 이를 위해 교통안전 교육 및 홍보, 교통안전 시설 점검, 교통기술 연구 개발, 교통방송[TBN]을 통한 교통정보 제공, 운전면허시험 관리, 도로교통 환경 개선 등 도로교통안전 전반을 아우르는 사업을 전개하고 있습니다.

