

국외출장 결과보고서

기 간: 2023.12.10. ~ 2023.12.13.

출장지: 중국 홍콩

출장자: 윤서연 연구위원

공재형 연구원

국토연구원



국토인프라·공간정보연구본부

I. 출장개요

1. 출장지: 중국 홍콩

2. 출장기간: 2023년 12월 10일(일) ~ 2023년 12월 13일(수), 3박 4일

3. 출장자

소속	직급	성명	비고
국토인프라·공간정보연구본부	연구위원	윤서연	
국토인프라·공간정보연구본부	연구원	공재형	

4. 출장목적: 연구개발과제 성과 달성 목적으로 논문 발표를 위한 The 27th HKSTS(Hong Kong Society for Transportation Studies) International Conference 참석 및 과제수행에 필요한 연구 동향 파악, 정책·기술 개발 현황 조사

5. 주요 수행내용

- The 27th HKSTS International Conference 참석 (12.11.~12.12.)
 - “활동의 시공간적 패턴을 고려한 질병 확산 영향 지리정보 모델(3차)” 연구개발 사업 성과관련 논문 포스터 발표
 - 학회 논문발표세션 참석 (스마트시티 혁신 및 기술의 발전에 따른 새로운 교통 데이터 수집 및 분석 방법관련 동향 파악 및 정책적 활용 방안 조사)

II. 출장일정

일정 (요일)	출발지	도착지	업무수행내용	주요 참석자 /접촉인물
12.10. (일)	인천	홍콩	(10:40) 인천 출발 (대한항공, 4시간 15분 소요) (14:05) 홍콩 도착 (15:30) 숙소 체크인	
12.11. (월)			The 27th HKSTS International Conference 참석 - (09:00) Opening Session 참석 - (10:35) Keynote Session 참석 - (13:50) Smart Mobility-1(Session A2) 참석 - (15:40) Emergin and Future Mobility-2 (Session B4) 참석	Prof. S.C. WONG Prof. Karen LUCAS Prof. Tim SCHWANEN Prof. Yafeng YIN Prof. Andy Chow Prof. Fangni Zhang
12.12. (화)			The 27th HKSTS International Conference 참석 - (09:00) Transport and Geography-1 (Session C3) 참석 - (10:40) 포스터 발표(Poster Session 3) • Exploratory analysis of activities and travel patterns based on crowdsourced GPS tracking data and micro land cover data: observation across the COVID-19 period in Daegu City, South Korea - (13:30) Transport and Smart Cities-2 (Session E1) 참석 - (15:10) Transportation Modeling and Surveys-3 (Session F2) 참석 - (16:30) Closing Session 참석	Prof. Amparo Moyano Prof. Sisi Jian Prof. Quan Yuan Prof. Anthony Chen Dr. Sylvia HE Dr. Yong-Hong KUO
12.13. (수)	홍콩	인천	(15:25) 홍콩 출발 (대한항공, 3시간 35분 소요) (20:00) 인천 도착	

III. 수행사항

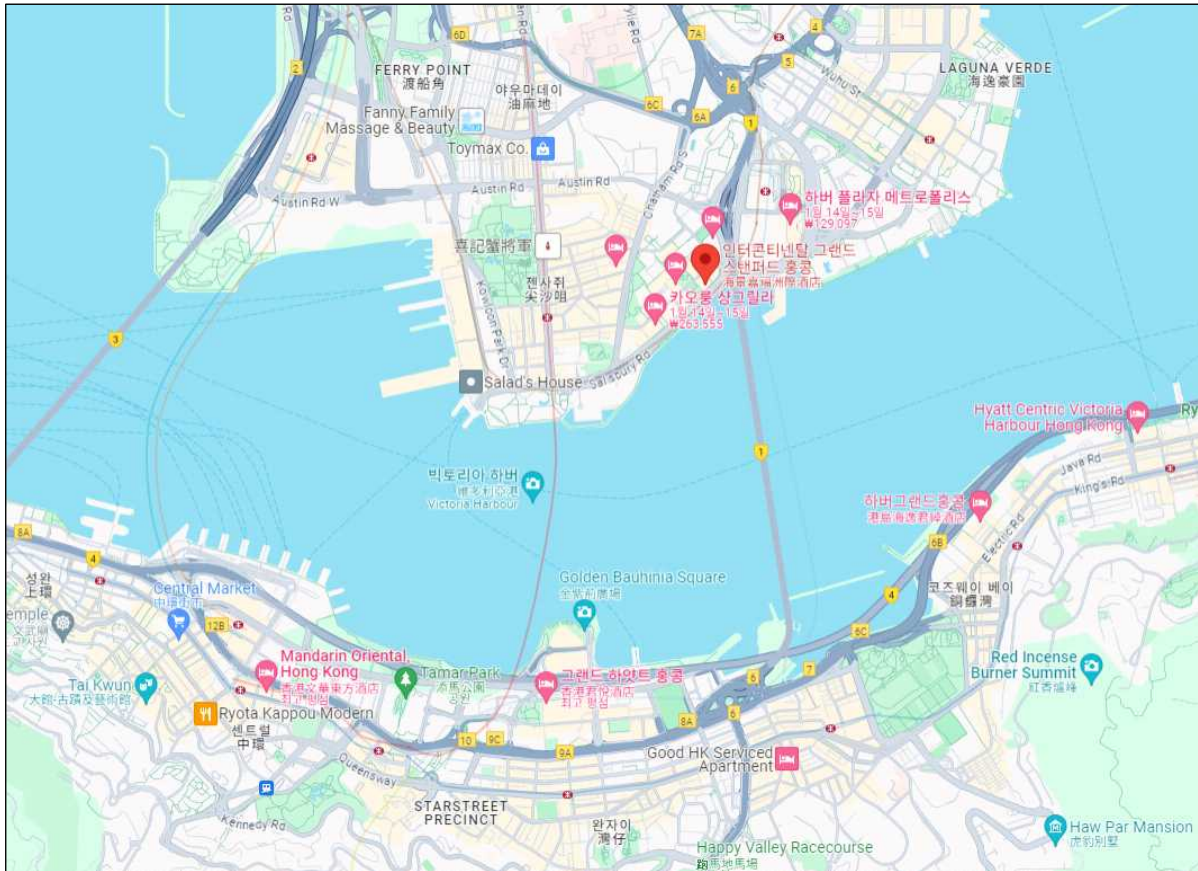
1. 학회 논문 발표세션 참석

1) 개요

- HKSTS(Hong Kong Society for Transportation Studies, 홍콩 교통연구회)는 1996년에 설립되어 동아시아 권역에서 교통 분야의 연구, 응용, 전문가 간 교류를 촉진하며 교통 개발에 대한 아이디어 교환을 위한 포럼을 제공하는 것을 목표로 함
- HKSTS International Conference는 올해 27회를 맞이한 국제학술대회로 ‘교통과 형평성(TRANSPORT AND EQUITY)’을 주제로 지속가능한 도시개발에서 교통 관련 과제 및 문제를 해결하기 위한 솔루션에 대한 지식, 경험 및 통찰을 공유하는 컨퍼런스임
- 표용적인 사회를 지향하는 스마트시티 혁신 및 기술의 발전에 따른 새로운 교통 데이터 수집 및 분석 방법에 대한 동향을 파악하고 정책적 활용 방안에 대한 조사를 통해 원활한 과제수행을 뒷받침하고자 학회 논문 발표 세션에 참석함

2) 일정 및 장소

- 일정: 2023년 12월 11일 09:00~17:00
2023년 12월 12일 09:00~17:00
- 장소: InterContinental Grand Stanford Hong Kong, Lower Ground B1



[The 27th HKSTS International Conference 학회장 위치]

3) 주요 내용

□ 학회 등록 및 Opening/Keynote Session 참석 (2023. 12. 11. 9:00~12:05)

- 학회등록장소(Foyer)에서 학회 명찰 및 자료 수령 후 리셉션에서 학회 일정 안내 청취 및 네트워킹 수행
- Opening Session 참석(Picasso Room), 학회임원진 개회선언 및 주제발표 청강
 - 금회 주제로, 교통분야에서의 형평성(Equity)의 중요성 및 필요성, 추진전략의 방향성에 대한 논의
 - 홍콩 MTR의 교통형평성을 높이기 위한 시도의 주요 사례와 향후 형평성 있는 서비스 제공을 위한 주요 전략계획 소개



학회장 건물



학회 리셉션(Foyer) 및 학회장



학술부학회장(Prof. Sham Mai-har) 개회선언

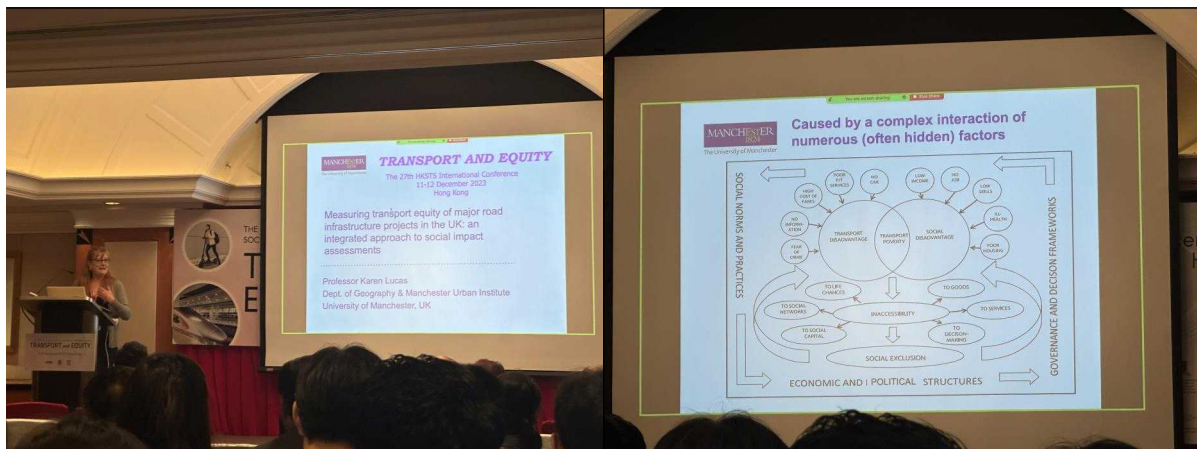


Mr. Sai Hung LAM 개회축사 및 주제발표

[학회장 리셉션 및 Opening Session]

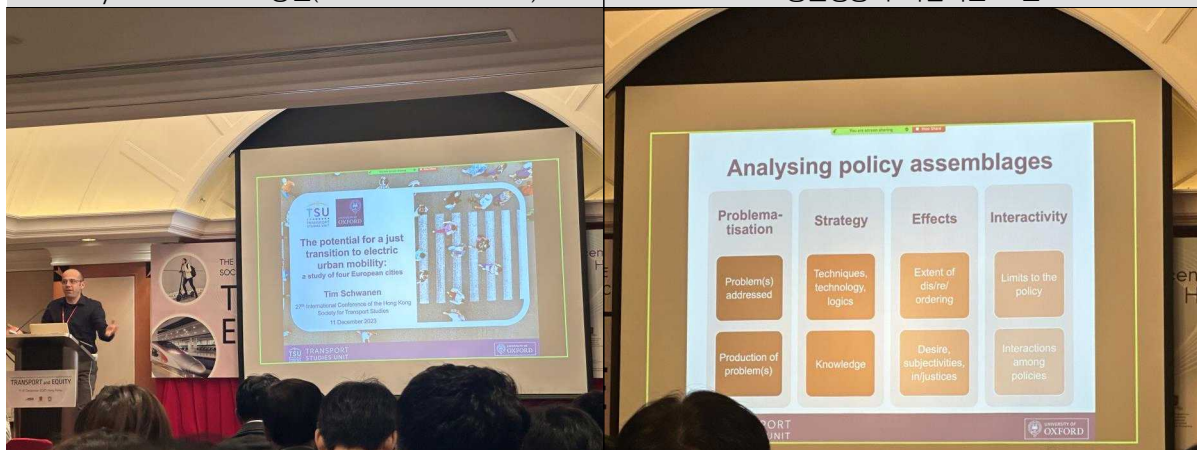
- 영국 사례를 기반으로 한 사회적 영향을 통합적으로 평가한 주요도로의 교통형평성 측정(Measuring transport equity of major road infrastructure projects in the UK: an integrated approach to social impact assessments, 강연자: Prof. Karen LUCAS) 발표 청취
 - 공동체 측면의 실질적인 영향과 연구자가 도출한 영향 분석의 괴리가 발생하고 있는 문제와 개별 요소의 특성 분석
 - 교통 불평등의 발생에 기인하는 사회적 환경 및 교통 환경 측면의 복합적인 원인요소들의 관계에 대한 분석

- 교통형평성 달성을 위하여 토지이용의 질이나, 신교통수단 도입, 교통수단의 서비스 수준 향상을 통한 보완적 방법론에 대한 제시
- o 전동 모빌리티 전환에 대한 잠재적 가능성 연구(The potential for a just transition to electric urban mobility: a study of four European cities, 강연자: Tim SCHWANEN) 발표 청취
- 전동 모빌리티 전환을 위한 정치과학, 계획이론, 전이이론, 사회이론 측면의 교통정책 방향 제시
- 교통형평성 측면에서 이동성 정의(Mobility Justice)에 대한 분배적, 인지적, 과정적, 지식적 요소 제시
- 전략, 효과, 상호작용을 고려한 교통정책 집합 구성의 필요성 제시



Keynote Session 강연(Prof. Karen LUCAS)

교통불평등의 복합적인 요인



Keynote Session 강연(Prof. Tim SCHWANEN)

교통정책 집합 분석 방법

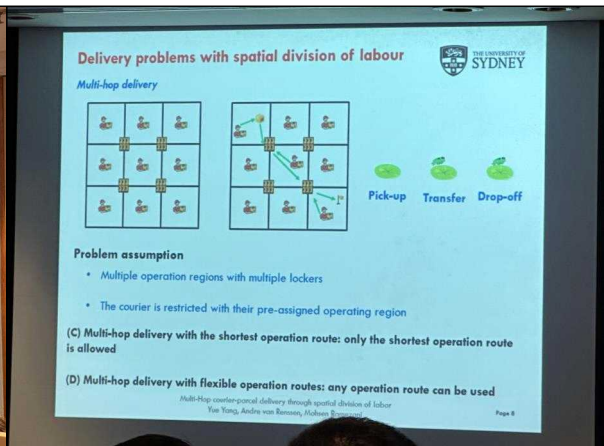
[학회 Keynote Session]

□ Session A2/B2: Smart Mobility 참석 (2023. 12. 11. 13:50~17:00)

- 효율적인 수요대응형 배송 서비스를 위한 네트워크 분할 및 Multi-hop 매칭 (Multi-hop driver-parcel matching with dynamic network partitioning: when is it more beneficial to split trips in on-demand logistics services?) 연구내용 발표 청취
 - 기존의 single-hop 배송방식은 중간 환적이 없어 효율성이 떨어지고 배송용량을 모두 활용하지 못함
 - 배송범위를 분할하고 실시간 multi-hop 배송문제 해결을 위해 동적 프로그래밍과 ECT(Earliest-Completion-Time) 알고리즘을 활용하는 방안 제시
- 도로 네트워크에서 서로 다른 동적 라이드풀링 요청의 페어링 잠재성에 영향을 미치는 요인(Factors influencing the disparate pairing potentials of different dynamics ridepooling orders in general road networks) 연구내용 발표 청취
 - 경로기반 동적 라이드풀링 데이터를 바탕으로 공유한 경로와 개별 OD를 분석한 결과 경로의 높은 수요곡선과 경로길이, 시스템 변수들이 큰 영향을 주는 것으로 나타남
 - 머신러닝 기법을 활용하여 분석한 결과, 기점 주변의 라이드풀링 수요가 페어링 되는데 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타남
- 자율주행시대 연석공간의 다목적 활용이 교통혼잡에 미치는 영향 (The impact of multipurpose use of curb space on traffic congestion in the era of autonomous vehicles) 연구내용 발표 청취
 - 실증 운행 데이터를 활용하여 자율주행차량 운행 시 다용도 차로의 설치로 인한 교통체증에 대한 영향을 분석함
 - 교통류 분석을 위하여 실증 데이터 기반 파라미터 입력, 다목적 차로 설치 시 나타나는 영향을 분석함



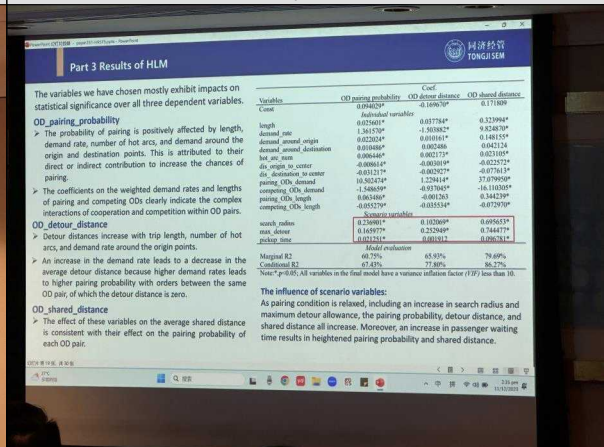
배송경로 최적화 방안 도출



Multi-Hop 배송 방식



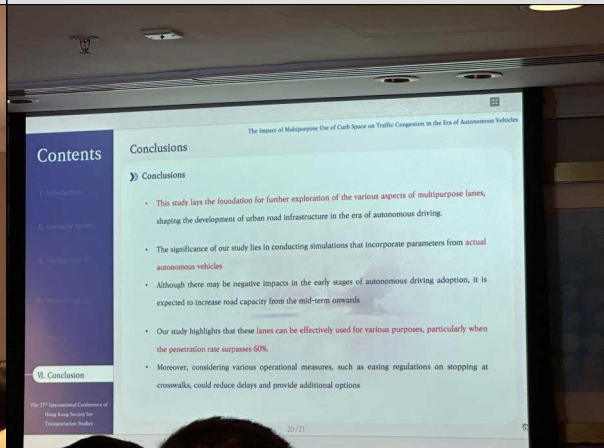
승차공유 배차 페어링 방안 제안



HLM 적용 파라미터 추정 결과



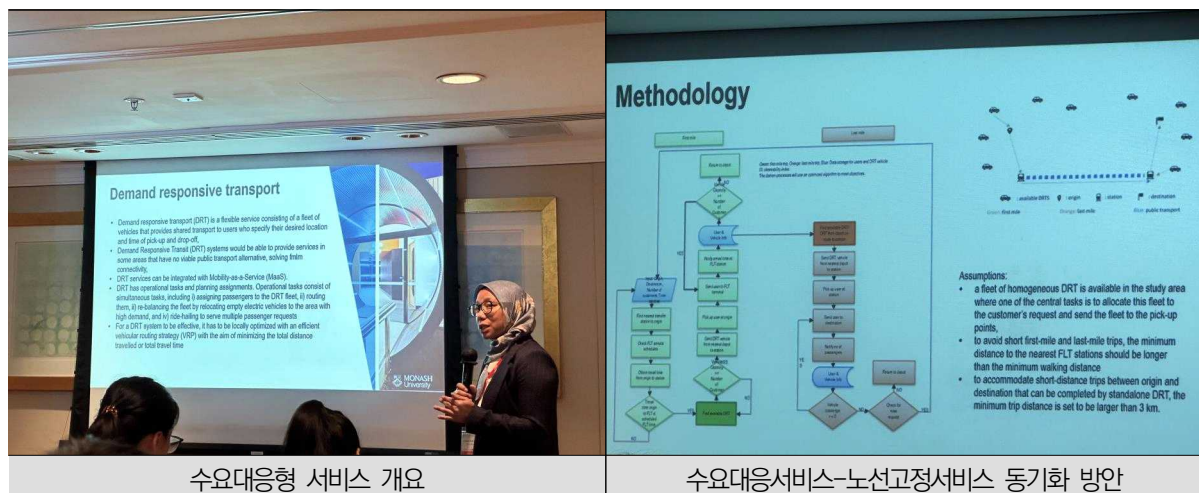
자율주행차량 운행 시 연석공간으로 인한 혼잡통행발생연구



다용도 차로 활용 방안 및 설치효과

[Smart Mobility Lectern Session(A2) 발표 내용]

- 수요대응형 운송체계 및 기존 노선 고정서비스 동기화 방안(Integration of demand responsive transport systems and fixed-line transport systems with full synchronisation) 연구내용 발표 청취
 - 수요대응형(DRT) 교통체계 및 노선기반(FLT) 교통체계를 통합하여 운영할 수 있는 체계 필요
 - Kuala Lumpur의 실제 통행 데이터를 기반으로 하여 수단 경로설정 문제에 대해 연구를 수행함
 - 통합된 체계하에서 총 통행시간은 DRT만 운영하는 경우보다는 길었으나 FMLM DRT보다는 짧은 것으로 나타났으며 교통정체가 발생하는 경우 통합된 교통체계의 총 통행시간이 더 짧을 것으로 분석되었다.



수요대응형 서비스 개요

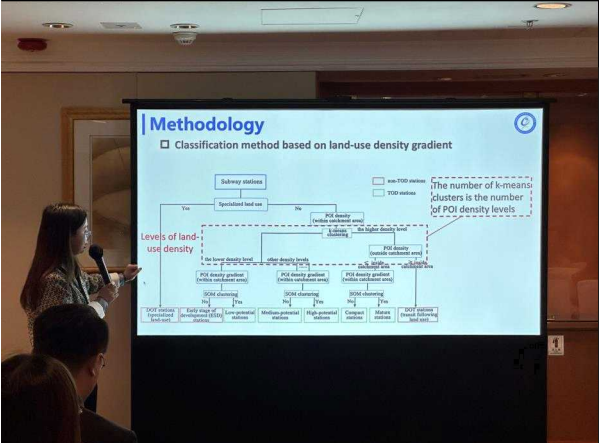
수요대응서비스-노선고정서비스 동기화 방안

[Smart Mobility Lectern Session(B2) 발표 내용]

□ Session D3: Transport and Geography 참석 (2023. 12. 12. 10:40~12:00)

- 도시철도역사 주변 토지이용분석을 통한 TOD 및 DOT에 대한 통찰(TOD or DOT? Insights from land use density analysis around metro station in Beijing) 연구내용 발표 청취
 - 도시화의 부정적효과를 방지하고 효율적인 교통체계 수립을 위한 대중교통 중심 개발(TOD) 및 중국 특성을 반영하여 기존의 발전된 지역에 대한 교통서비스 제공을 위한 개발지향형 대중교통체계(DOT)에 대한 이해가 필요함

- 주변 POI와 토지이용정보를 활용해 자기조직화지도(Self-Organizing map)기법으로 역의 성격이 TOD와 DOT 중 어느 측면에 가까운지 분석하여 정책적 제언을 제공함
- 불확실한 미래 상황에서 주요 도시 시설의 유지 관리 및 이전을 위한 Malkov 프로세스 기반 동적 최적화 문제(Malkov process-based dynamic optimization problem for the maintenance and relocation of critical urban facilities under uncertain future conditions) 연구내용 발표 청취
- 부분게임완전균형 개념을 적용하여 두 도시가 각각의 도시운영전략 아래 나타나는 결과를 예측하여 도시시설의 수혜인구와 관리비용측면에서의 도시 기반시설의 위치선정 최적화 방안을 연구함
- 다인 강화학습알고리즘을 활용하여 최적의 공간적 배치에 대한 전략을 수립한 결과 forward-looking 의사결정 방법이 가장 나은 결과를 도출함



Methodology
□ Classification method based on land-use density gradient

The flowchart starts with 'Subway stations' and branches into 'Specified land use' and 'Other land use'. It then further branches into 'POI density gradient' and 'Land-use density gradient'. The final output is 'Levels of land-use density'.

Extension to Multi-Agent Reinforcement Learning

AlphaZero (Silver et al., 2018) for Game AI for chess, Go, Shogi...

※ Board state = Urban development pattern of both cities.

① **Self-play**: Repeatedly playing the game to collect win/lose data and actions taken. **Monte-Carlo Tree Search (MCTS)** for efficient search.

② **Training DNN**: DNN learns winning rate and policy for each board state

① **Self-play**

City A | City B $a_1 \sim \pi_1$ City A | City B $a_2 \sim \pi_2$... City A | City B End

① **MCTS**

② **Training DNN**

payoff (reward) v

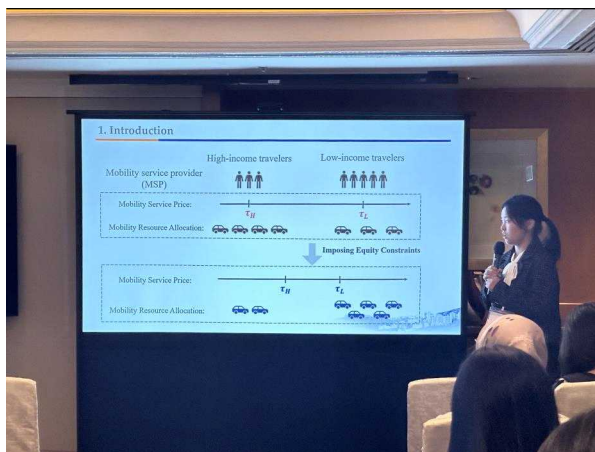
역 주변 토지이용 기반 TOD/DOT 유형 분류방법

부분게임완전균형 기반 교통투자 동적 최적화 기법 개념도

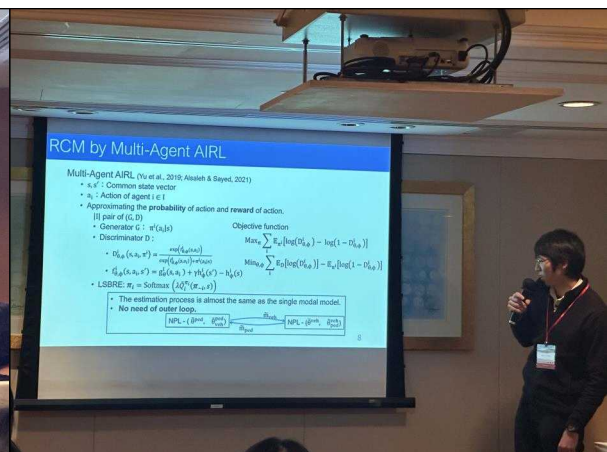
□ Session E1: Transport and Smart cities 참석 (2023. 12. 12. 13:30~14:50)

- 용량 및 형평 제약 하에서 최적의 공동 가격 및 자원 배분 전략(The optimal joint price and resource allocation strategy under capacity and equity constraints) 연구내용 발표 청취

- 교통서비스 제공자(MSP)의 이익 최대화 전략의 적용에 따라 승객들의 불평등한 가격정책과 자원분배가 문제점으로 인식되고 있으며 이에 따라 정책입안자 측면에서 가격, 수요, 접근성 요소의 형평성을 고려할 필요가 있음
- 고소득층에게 높은 요금을 부과하고 저소득층에게 낮은 요금을 부과하는 것은 표면적으로는 사회의 형평성을 제공할 수 있을 것으로 보이지만, 운영자의 수익을 낮추어 원활한 서비스 확대가 불가능하며 이는 또다른 형평성 문제를 야기한다는 점에서 신중할 필요가 있음
- 생성적 적대 네트워크 기반 보행자와 차량 경로 선택 문제의 상호작용(Interaction between pedestrian and vehicle route choice problem based on generative adversarial network) 연구내용 발표 청취
 - 하나의 수단에 대해 적용되는 기존의 경로선택문제와 달리 수단간 내재적인 상호작용이 오류를 발생시켜 설명변수들의 개별적 영향을 명확히 해석하기 어려움
 - 게임이론 측면에서 다수단 경로선택 문제에 대해 AIRL(Adversarial Inverse Reinforcement Learning)을 적용하여 접근하므로서 개별 설명변수들의 영향을 규명할 수 있음



라이드쉐어링 서비스 할당 형평성 개념도



Multi-Agent AIRL기법을 적용한 RCM

2. 연구개발사업 성과관련 논문 포스터 발표

1) 개요

- ‘활동의 시공간적 패턴을 고려한 질병 확산 영향 지리정보 모델(3차)’ 연구개발 사업 과제에서 본 연구진은 COVID-19로 인한 인명 손실과 경제축소, 실업 등 다양한 피해가 발생하는 것을 방지하는 지속가능한 방역모델을 구축하기 위한 지능형 위험도 예측 및 대응 시스템에서 활동 행태에 대한 분석을 수행하여 시사점을 도출하는 역할을 맡고 있음
- 연구개발사업 성과 달성을 목표로 COVID-19 확산시기동안 수집된 사람들의 GPS 데이터를 바탕으로 활동 및 통행행태의 변화를 분석하였고 이를 바탕으로 정리한 논문을 본 컨퍼런스에 투고하였으며, 학회 학술위원회의 논문 승인에 따라 논문 포스터 발표를 수행함

2) 일정 및 장소

- 일정: 2023년 12월 12일 10:40~11:40 (Poster Session 3)
- 장소: InterContinental Grand Stanford Hong Kong, Lower Ground B1, Picasso Room

3) 주요 내용

- 논문 포스터로 Maria Attard가 좌장을 맡은 Poster Session 3에 참석하여 GPS 데이터를 기반으로 한 활동 및 통행행태 분석 방법과 COVID-19 확산 동향에 따른 특성변화 분석결과를 설명함
 - (논문 제목) Exploratory analysis of activities and travel patterns based on crowdsourced GPS tracking data and micro land cover data: observation across the COVID-19 period in Daegu City, South Korea
 - (논문 저자) 공재형(국토연구원, 1저자), 윤서연(국토연구원, 교신저자), 이재현(경북대학교, 2저자), 연치형(국토연구원, 3저자), 배윤경(국토연구원, 4저자)

- (주요 내용) GPS 및 통신 데이터를 기반으로 한 통행 및 활동 행태 분석, 활동 지역의 토지이용 패턴 분류 및 시간대별 활동지역 토지이용 유형 순차 분석, COVID-19 확산 경향 및 정부 정책의 적용에 따른 활동 순차 패턴 변화 분석
- 토지피복지도를 활용한 토지이용 유형분류 및 활동지역의 토지이용 특성에 근거한 활동지역 순차분석을 통하여 개개인의 활동 패턴 및 통행행태를 규명함
 - Ward 클러스터링 기법에 따른 활동 패턴 및 통행행태 유형화로 COVID-19 확산 경향 및 백신 도입, 정부 규제 현황 등에 따른 통행행태 유형 비율을 분석
 - 순차패턴 빈도의 시기별 상관성을 분석하여 개개인이 상황에 따라 활동행태의 다양성 변화를 분석함



포스터 발표

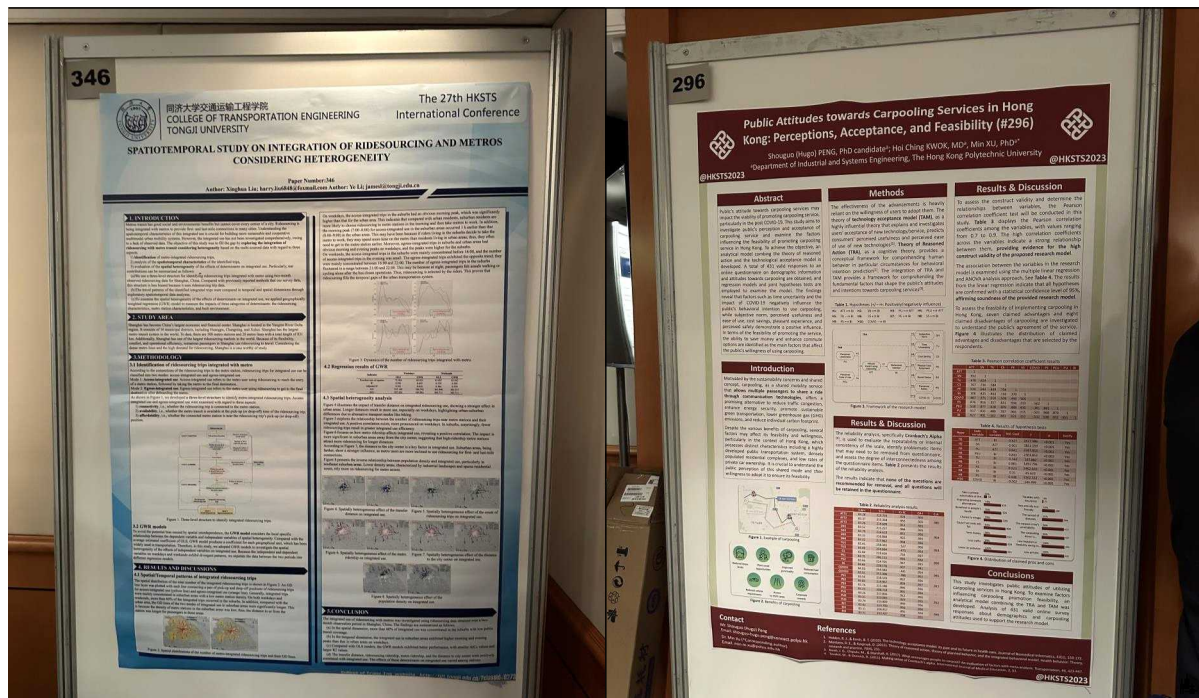


포스터 세션 진행 장소 및 연구진 포스터 위치

- 포스터 발표 후, 동일 포스터 발표세션에서 다른 포스터 발표 내용 파악 및 저자와 질의문답 수행
 - 홍콩의 카풀 서비스에 대한 대중의 태도: 인식, 수용 및 타당성(Public attitudes towards carpooling services in Hong Kong: Perceptions, acceptance, and feasibility) 포스터 발표 내용에서 카풀 이용자들의 태도는 COVID-19팬데믹

이후 운영주체의 비즈니스 모델에 큰 영향을 받는 것으로 나타났으며 TAM(Technological Acceptance Model)을 이용하여 분석한 결과 불확실성이 나 전염병 등의 요소는 사람들의 카풀 서비스에 대한 인식에 부정적인 영향을 주었으며 이용편의성 등은 긍정적인 효과를 준 것으로 나타남

- 이질성을 고려한 라이드소싱과 도시철도의 통합에 관한 시공간적 연구 (Spatiotemporal study on integration of ridesourcing and metros considering heterogeneity) 포스터 발표 내용에서 라이드소싱 서비스가 도시철도 체계와 통합되어 운영되었을 때 효율적인 도시교통 운영체계 수립이 가능하며 지리가중회 귀분석을 통하여 이러한 통합체계가 가능하도록 하는데 여러 요소의 영향을 분석하였다. 그 결과, 환승 연계성이나 FMLM문제 등이 중요한 요소로 나타남



Spatiotemporal study on integration of ridesourcing and metros considering heterogeneity 포스터 발표 Public attitudes towards carpooling services in Hong Kong: Perceptions, acceptance, and feasibility 포스터 발표