

국외출장 결과보고서

기 간 : 2023년 9월 3일 ~ 2023년 9월 8일

출 장 지 : 말레이시아 샤 알람, 쿠알라 룸푸르

출 장 자 : 이백진 선임연구위원
장요한 부연구위원
정수교 연구원

1. 국외출장 개요

1. 출장지 : 말레이시아 샤 알람, 쿠알라 룸푸르

2. 출장 기간 : 2023년 9월 3일 ~ 2023년 9월 8일 (4박 6일)

3. 출장자

소속	직급	성명	비고
국토인프라연구본부	선임연구위원	이백진	
국토데이터랩	부연구위원	장요한	
국토인프라연구본부	연구원	정수교	

4. 출장 목적 : 교통 빅데이터 분석 연구 성과 확산, 교류 및 국외 교통인프라 데이터 수집 및 운영 현황 견학

5. 주요 수행내용

- 2023년 동아시아교통학회 제15회 국제학술대회(THE 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE EASTERN ASIA SOCIETY FOR TRANSPORTATION STUDIES 2023: EASTS 2023) 참석 및 발표
- 말레이시아 수도권 ITS센터 방문 및 운영 현황 견학
- 말레이시아 수도권 광역철도 및 도시철도 운영 현황 견학

II. 국외출장 일정

날짜	출발지	도착지	업무수행내용	접촉예정인물 (직책포함)
9.3 (일)	인천	샤 알람	○ 이동(도착) - (11:00) 인천 출발(말레이시아 항공, 6시간 35분 소요) - (16:35) 쿠알라룸푸르 도착 - (18:00) 샤 알람 도착, 숙소 체크인	Assoc. Prof. Dr. Syariah Bachok Ts. Dr. Faridah Hanim Khairuddin
9.4 (월)	샤 알람		○ 학회 참석 - 모바일 어플리케이션 데이터 연구 세션(장요한) - 교통데이터 분석 가이드라인 연구 세션(정수교) - ITS 정보 운영 시스템 연구 세션(이백진)	Assoc. Prof. Dr.-Ing Masria Mustafa Assoc. Prof. Dr. Law Teik Hua Ir. Dr. Elizabeth Chong Assoc. Prof. Dr. Mohamad Saifuddin Mohamed Rehan
9.5 (화)	샤 알람		○ 학회 참석 및 학술발표 - 교통시스템 취약성 데이터 평가 연구 세션(장요한) - 통행행태 빅데이터 연구 세션(정수교/발표) - 동아시아 국가군 ITS정책 연구 세션(이백진)	Ir. Prof. Dr. Khoo Hooi Ling Ts. Dr. Teoh Lay Eng Assoc. Prof. Ir. Dr. Sitti Asmah Hassan
9.6 (수)	쿠알라룸푸르		○ 쿠알라룸푸르 ITS센터 견학 - ITS 정보 실시간 처리, 분석, 제공 시스템 견학(이백진) - 도시철도 및 BRT 연계 체계 견학(장요한, 정수교)	Prof. Ir. Dr. Mohamed Rehan Karim Prof. Dato' Dr. Ahmad Farhan Mohd Sadullah Prof. Dr. Wan Hashim bin Wan Ibrahim
9.7 (목)	클랑 항	(기내1박)	○ 말레이시아 수도권 광역철도 및 도시철도 운영 현황 견학 견학(이백진, 장요한, 정수교) - 수도권 광역철도 및 도시철도 연계 교통체계 ITS시스템 ○ 이동(출발) - (23:20) 쿠알라룸푸르(쿠알라룸푸르 국제공항) 출발 (대한항공, 6시간 30분 소요)	Dr. Yong Adilah Shamsul Harumain Dr. Ahmad Nazrul Hakimi Ibrahim Mr. Mohd Shafie Nemmang Mr. Muhammad Ruhizat Abd Ghani Dr. Nadiyah Md Husain
9.8 (금)	(기내1박)	인천	- (06:50) 인천(인천공항) 도착	

Ⅲ. 수행사항

1. 국제학술대회(EASTS 2023) 논문 발표 (2023년 9월 4일)

- 발표 형식 : 구두 발표
- 논문 제목 : Exploratory Data Analysis for Exploring a New Expressway using Mobility Big Data
 - 저자 : 1저자 이백진(국토연구원 선임연구위원/출장자)
2저자 장요한(국토연구원 부연구위원/출장자)
3저자 이영수(한국도로공사 조사처 차장)
교신저자 정수교(국토연구원 연구원/출장자)
 - 논문 개요 : 수행 중인 본 수탁과제(교통 빅데이터를 활용한 고속도로 신규노선 발굴기법 개발 연구용역(2차))에서 연구한 내용을 바탕으로 빅데이터 처리, 가공, 분석, 정책적 활용방안 등을 다룬 논문임
- 논문 주요 내용 : 연구의 목적은 모빌리티 빅데이터인 T-Map 데이터를 이용하여 도로의 기능분류를 평가하고 새로운 고속도로를 계획하는 방법론 제시임. 데이터에는 개별 통행 차량의 출발지와 목적지, 링크, 속도, 차량 종류 등이 포함되어 있어 링크 통행량을 개별 통행량 단위에서 분석 가능. T-Map 내비게이션 데이터를 이용하여 2단계 처리를 통해 평가지표를 산출함. 1단계에서는 개별 차량 단위 및 도로 링크 단위별로 통행량 속성을 집계함. 2단계에서는 도로 링크 단위별로 평가지표를 산출하여 분석. 분석 결과, 총 통행량(TTV), 중차량 비율(HVR), 평균 차량 통행량(AVTL), 지역간 비율(ITR_Ratio), 장거리 통행량 비율(LTR_Ratio) 등 변수별 군집분석을 수행하였고 GIS 분석을 통해 신규 도로 건설사업의 필요성을 제시함

○ 논문 발표자료 전문

EASTS2023 / Poster Session - E / PP3784

KRIHS

Exploratory Data Analysis for Exploring a New Expressway using Mobility Big Data

Backjin LEE¹, Yohan CHANG², Youngsoo LEE³, Sugyo JEONG^{4*}

^{1,3,4} National Infrastructure Research Institute, Korea Research Institute for Transport and Infrastructure, Sejong, 30537, Republic of Korea
² Korea Expressway Corporation, Daejeon, 30500, Republic of Korea

* E-mail: tjyee@krihis.re.kr / E-mail: ychan@krihis.re.kr / E-mail: lsyoo@krihis.re.kr / E-mail: sjyong@krihis.re.kr

I Introduction

Road Planning Issues

crucial hurdle that a macro-scale demand projection cannot reflect changed mobility patterns

ICT and IoT Paradigms

real-time mobility data has been allowed to use in diverse domains including road management system

Mobility Big Data

new data sources (navigation GPS) offer to open a new era to have better understanding for mobility patterns

Purpose of Study

Offering a new framework for evaluating functional classification of the roads and exploring a new expressway using micro-scaled mobility data, T-Map data in South Korea

II Literature Review

Studies as to Road Mobility Indicators

- MOUT (2013a, 2013b) : volume in trip length index (VTL) ratio index using a demand forecast model
- road function methods in consideration of evaluation

Trip Chain Study using Mobility Big Data

- Jeong et al. (2017) presented new insights into trip chaining can be gained from real-time GPS (MAD) data
- Jeong et al. (2020) established a traffic chain from GPS vehicle flow data corresponding to a specific link traffic, and activities take place in the traffic chain

Possible to confirm the research trend suggested as an analysis method for using mobility big data

- 1. traffic volume, long-distance traffic, and the number of OD pairs seemed to be mainly used as indicators
- 2. individual trip data units collected by navigation service (T-map) can be processed by the indicators

III Methods

Data

Vehicle Floating data : T-map Navigation

- Among the mobility big data, we intend to analyze road functions using user traffic record data of T-map, a navigation service commonly used in South Korea
- The temporal range of the collected big data is a total of 14 days, consisting of data for 7 days from July 29, 2019 to August 4, and data for 7 days from October 14, 2019 to October 20.
- Data were collected for all regions and roads of all grades in South Korea
- The overall size of the data was found to be 2.24TB, coverage rate of the data ranges 5~20%
- The data includes the origins and destinations, links, speed, and vehicle type for each individual traffic, so link traffic, which is the goal of the study, can be viewed in the individual traffic unit

Basic Structure

- (step 1) the calculated evaluation index for each road section is preprocessed
- (step 2) factor analysis based on evaluation indicators for each section is performed to extract the arterial functional factors and accessibility functional factors of the highway, respectively
- The primary processing index is defined based on the traffic attributes of vehicles passing through the road link unit, and the secondary processing index is defined as the road link unit evaluation index

Indicators for Evaluation

Evaluation Indicators (primary processing indicators)

Indicator	Unit	Description
Volume	veh/h	The volume of vehicles passing through the road link unit
Long-distance traffic	veh/h	The volume of vehicles passing through the road link unit with a distance of 10km or more
OD pairs	OD pairs/h	The number of origin-destination pairs passing through the road link unit
Speed	km/h	The average speed of vehicles passing through the road link unit
Vehicle type	veh/h	The volume of vehicles passing through the road link unit by vehicle type

Evaluation Indicators (secondary processing indicators)

Indicator	Unit	Description
Volume	veh/h	The volume of vehicles passing through the road link unit
Long-distance traffic	veh/h	The volume of vehicles passing through the road link unit with a distance of 10km or more
OD pairs	OD pairs/h	The number of origin-destination pairs passing through the road link unit
Speed	km/h	The average speed of vehicles passing through the road link unit
Vehicle type	veh/h	The volume of vehicles passing through the road link unit by vehicle type

Calculating Indicators

- (step 1) traffic attributes are analyzed by individual vehicle units and traffic attributes are aggregated by road link units
- (step 2) evaluation indicators are calculated and analyzed by road link unit

IV Results

Basic Analysis

- The T-map data showed that the inter-province road extension of 18,852km was almost identical to the inter-province road extension of the road status report
- On the other hand, the total length of the national road was 16,170km, which was more than the extension of the road status report, 14,170km, and the highway was 10,158km, which was more than the extension of the road status report, 4,958km

Clustering Analysis

- Among the five clusters, several indicators were found to be high in the order of cluster 3, cluster 5, and cluster 2
- Local traffic volume (TVL), heavy vehicle ratio (HVR), average vehicle travel length (AVTL), inter-province ratio (IPR), long-distance ratio (LDR)
- Expressway was found to have a high proportion in both Cluster 3 and Cluster 5

GIS Analysis

- GIS analysis showing the long-distance ratio and the average vehicle distance, the higher the traffic, the larger the long-distance ratio found to have a high
- There are non-expressway road sections with function of expressway
- These sections can be considered as a locations of a new road building sites

V Conclusions

Locating a new road building

- evaluate the arterial function and compare whether it matches the type of road, and select road sections with weak arterial functions based on the inconsistent sections

Clustering and GIS analysis

- be qualitatively referenced in the decision-making process of new road investment, data-based evaluation and classification such as factor analysis and clustering in specific ways

Further Studies

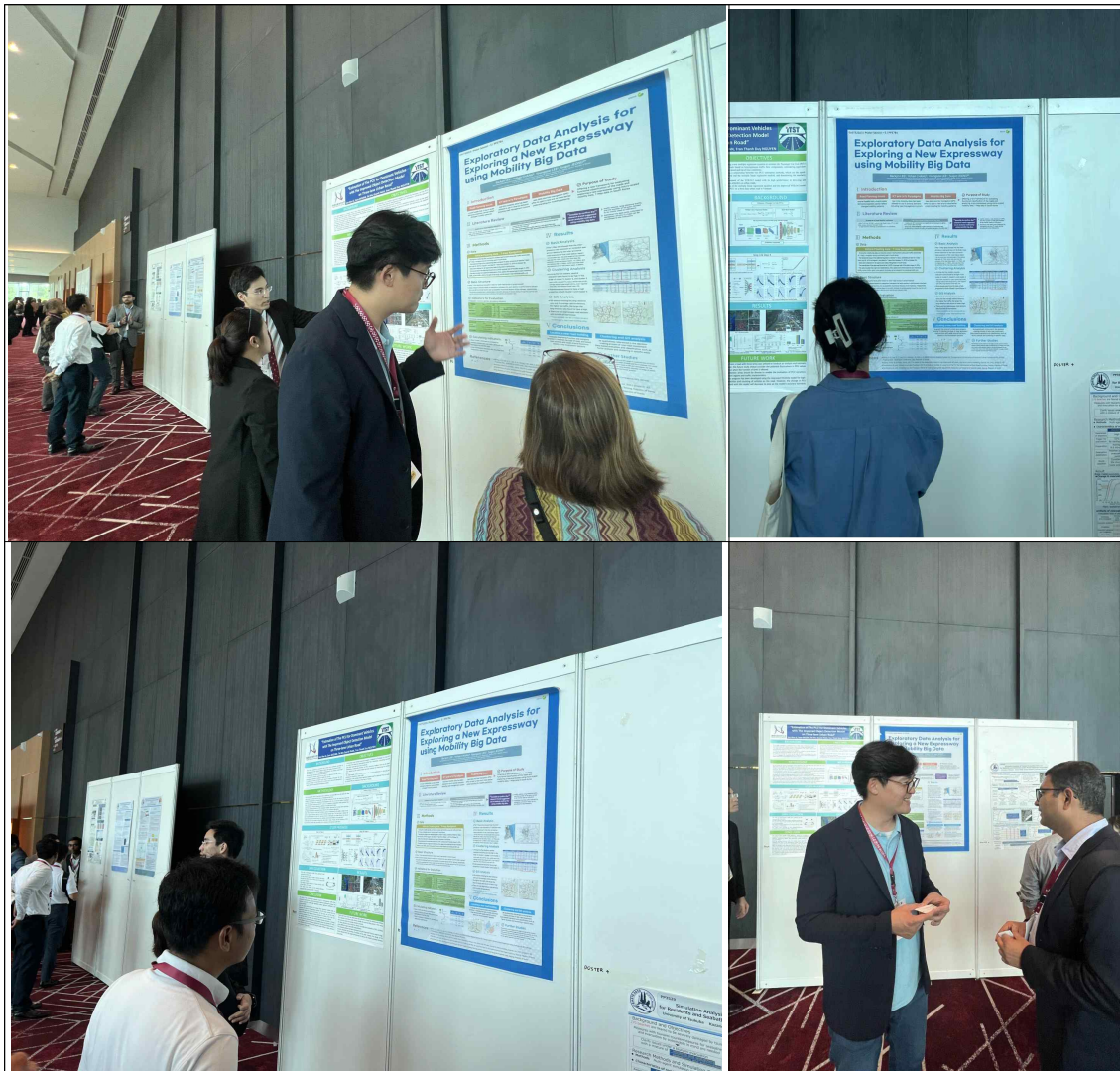
- The limitation of this research is the range of model and lack of factor analysis. Vehicle sensing error of model and factor analysis, the study only shows an idea and needs based on big data techniques. For the further study, there will be more detailed definition of range of model, such as regional application and factor analysis.

References

- Jeong, S. G., Lee, E. T., Lee, H. S., Chung, J. H., Kim, J. H. (2020) Decision Support System for Transportation Infrastructure Investment using Cumulative GPS Vehicle Floating Data, 2020 KSCCE conference, Jeju, Republic of Korea
- Huang, Arthur & Levinson, David, (2017) A model of two-destination choice in trip chains with GPS data, Journal of choice modelling, Elsevier, vol. 24(C), pages 51-62.
- The Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013) A Study on the Mid- to Long-Term Plan for the Improvement of Main Road Functions, Sejong, Republic of Korea
- The Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013) A study on road grade adjustment measures such as general national roads, Sejong, Republic of Korea

〈논문 발표자료 전문〉

○ 논문 발표 수행



〈논문 발표 수행〉

○ 논문 발표 수행의 성과 : 연구용역 수행 과정에서 연구 및 개발한 빅데이터 분석 및 노선계획 반영 방법론, 빅데이터의 전처리와 군집화 분석, 데이터의 검증 등 관련 연구 결과를 발표함. 연구 결과 발표 결과 다수의 학회 참석자로부터 연구 방법론, 데이터 분석 방법론, 데이터의 활용 및 해석 방안 등에 대한 질의가 있어 질의응답 및 향후 연구 방안, 한계점을 주제로 토의함. 이를 통해 교통 빅데이터 분석 연구 성과 확산에 기여함

2. 국제학술대회(EASTS 2023) 연구 세션 참석 (2023년 9월 4일~5일)

- 모바일 어플리케이션 데이터 연구 세션 참석(2023년 9월 4일) : 태국 방콕 지역을 대상으로 한 Ride-Hailing 규제와 운영에 관한 정보 분석 연구(Regulations for Ride-Hailing Services and Its Operation under the Competition with Informal Motorcycle Taxi Services: Case Study in Bangkok, Thailand), 모바일 기반 Ride-Hailing 서비스 영향의 동아시아 국가 대도시에서 미친 영향 연구(Impacts of Ride-Hailing Applications on Sustainable Mobility in Asian, Cities: Bangkok, Hanoi, Manila; Use of Ride Hailing Services in Bangkok, Hanoi, and Metro Manila: A Comparison of Gender Preferences Associations of Spatiotemporal Patterns in Ride-Hailing Cars Usage with Traffic Congestion, Urban Characteristics, and COVID-19 Pandemic in Hanoi) 등에 관한 학술발표 참석



〈모바일 어플리케이션 데이터 연구 세션 참석〉

- 모바일 어플리케이션 데이터 연구 세션 참석의 시사점 : 동아시아 대도시 지역(방콕, 하노이, 마닐라)에서 COVID-19 확산에 따른 통행 행태 영향을 Ride-Hailing 서비스 어플리케이션으로 수집된 자료를 통해 분석한 방법론을 공유, 향후 빅데이터 연구 수행에 적용 가능성을 검토하였음

- 교통데이터 분석 가이드라인 연구 세션 참석(2023년 9월 4일) : 일본 아사카시 지역을 대상으로 한 도로망과 교통류 안정 수단에 따른 교통데이터 분석 방안 연구(Multiple Traffic Calming Measures on Urban Residential Road Network in Asaka City, Japan - Driving Speed and Residents' Perception)와 스리랑카 지역을 대상으로 한 교통 데이터의 컴퓨터 시뮬레이션 분석 방안 연구(Assessment of Effectiveness of Different Speed Hump Shapes on the Car Vibration Using Computer Simulation Variation of Speed Bump Profiles and Their Effect on Reduction of Speed in Local Roads of Sri Lanka), 기타 스리랑카 대상 연구 사례(Effectiveness of Traffic Calming Measures (TCM) Implemented in Urban Roads of Colombo, Sri Lanka)를 다룬 연구 세션 참석



〈교통데이터 분석 가이드라인 연구 세션 참석〉

- 교통데이터 분석 가이드라인 연구 세션 참석의 시사점 : 일본 및 스리랑카 도시 지역에서 교통정책의 효과와 영향을 분석한 연구에서 교통데이터를 수집, 분석하고 컴퓨터 시뮬레이션을 활용하여 데이터 분석을 고도화할 수 있는 가능성을 공유함. 이와 같은 논의를 토대로 향후 빅데이터 연구 수행 과정에 적용할 수 있는 다양한 방법론을 검토할 기회가 됨

- **교통시스템 취약성 데이터 평가 연구 세션 참석(2023년 9월 5일)** : 도로망 취약성을 분석하기 위해 도로 인프라에서 수집된 정보를 활용한 연구(Evaluation of Vulnerable Routes and Simulation Under Normal and Flood Conditions in Cagayan De Oro City, Philippines; Urban Road Network Vulnerability Modelling: the Case of Flash Flooding in Kuala Lumpur, Malaysia), 싱가포르 등 지역에서 이루어진 다수단 교통체계 운영 설계 과정에서 교통 빅데이터가 활용된 사례 관련 연구(Multimodal Transport Infrastructure and Operations Design for a Liveable City: Case Study of Singapore; Sustainability and Safety Implications of Electric Three-Wheeler Paratransit Modes: A Critical Literature Review on E-Rickshaws)에 관한 학술 발표 연구 세션 참석



〈교통시스템 취약성 데이터 평가 연구 세션 참석〉

- **교통시스템 취약성 데이터 평가 연구 세션 참석의 시사점** : 도로망 취약성 등 도로망의 기능 수행과 다수단 간 연계 교통 체계 설계 연구에서 쿠알라 룸푸르, 싱가포르 등 동남아시아 지역 일대에서 활용 된 바 있는 교통시스템 취약성 데이터 평가 연구 현황을 이해할 수 있는 기회였으며, 이를 통해 수집된 데이터를 활용한 연구 사례를 공유하였음

- ITS 정보 운영 시스템 연구 세션 참석(2023년 9월 5일) : 성별 구분 기반으로 도보 취약성 연구(Gender-Based Walkability Assessment of Urban Sidewalks and Footpaths in Ermita, Manila: A Case Study Jane Jacobs's "Exuberant Vitality" and Downtown Baguio) 및 지하철 환승역 동선 분석 연구(The Study of Retail Space Management in Metro's Interchange Station: A Case Study of Airport Rail Link Bangkok), 그리고 COVID-19 대유행에 따른 통행 행태 변화 연구(Impact of COVID-19 Pandemic on Active Mobility Behavior and Preference of University Students Assessing the Agreement among Road Safety Performance Indicators) 등 연구에서 ITS 정보 운영 시스템에서 수집된 자료가 활용된 방법 중심으로 논의



〈ITS 정보 운영 시스템 연구 세션 참석〉

- ITS 정보 운영 시스템 연구 세션 참석의 시사점 : 동남아시아 지역 일대에서 다양한 교통 정책 효과 분석 연구 주제에 활용된 바 있는 데이터가 ITS 정보 운영 시스템을 통해 수집된 현황, 연구에 활용된 방법 등을 이해할 기회였으며, 이를 통해 수집된 데이터를 활용한 연구 사례를 공유하였음. 추가로 질의응답 시간에서 한국의 ITS와 동남아시아 지역 ITS 간의 연계 및 확장방안 등에 대해 논의함.

○ **통행행태 빅데이터 연구 세션 참석**(2023년 9월 5일) : 항만, 고속도로를 대상으로 한 교통 빅데이터 수집에 관한 연구(Crisis Management Strategy - A Case Study of Taiwan Ports; A Macroscopic Crash Frequency Model for Unobserved Heterogeneity on Indian National Highways), 차량 소유와 대중교통으로의 수단 전환 등 수단 선택 관련 통행행태를 빅데이터 기반으로 분석한 연구(Assessing the Relative Growth in Motorcycle Ownership as Compared to the Growth in Private Car Ownership; A Cross-Country Analysis Modelling the Adoption of Alternate Fuel Vehicles: A Systematic Review and Future Directions; The Effect of Transfer Time on the Demand of a Railway Station Data-Driven Development of a Safe Distance Following Model for Motorized Two Wheelers in Urban Mixed Traffic) 사례를 논의한 세션에 참석



〈통행행태 빅데이터 연구 세션 참석〉

- **통행행태 빅데이터 연구 세션 참석의 시사점** : 동아시아 지역 일대에서 항만, 고속도로를 대상으로 한 교통 빅데이터 수집하여 연구가 수행된 사례를 논의하고, 수단 선택 관련 통행 행태를 빅데이터 기반으로 분석한 연구 사례를 공유하여 향후 빅데이터 연구 수행 과정에 적용할 수 있는 다양한 방법론을 검토

3. 말레이시아 수도권 ITS센터 방문 및 운영 현황 견학 (2023년 9월 6일)

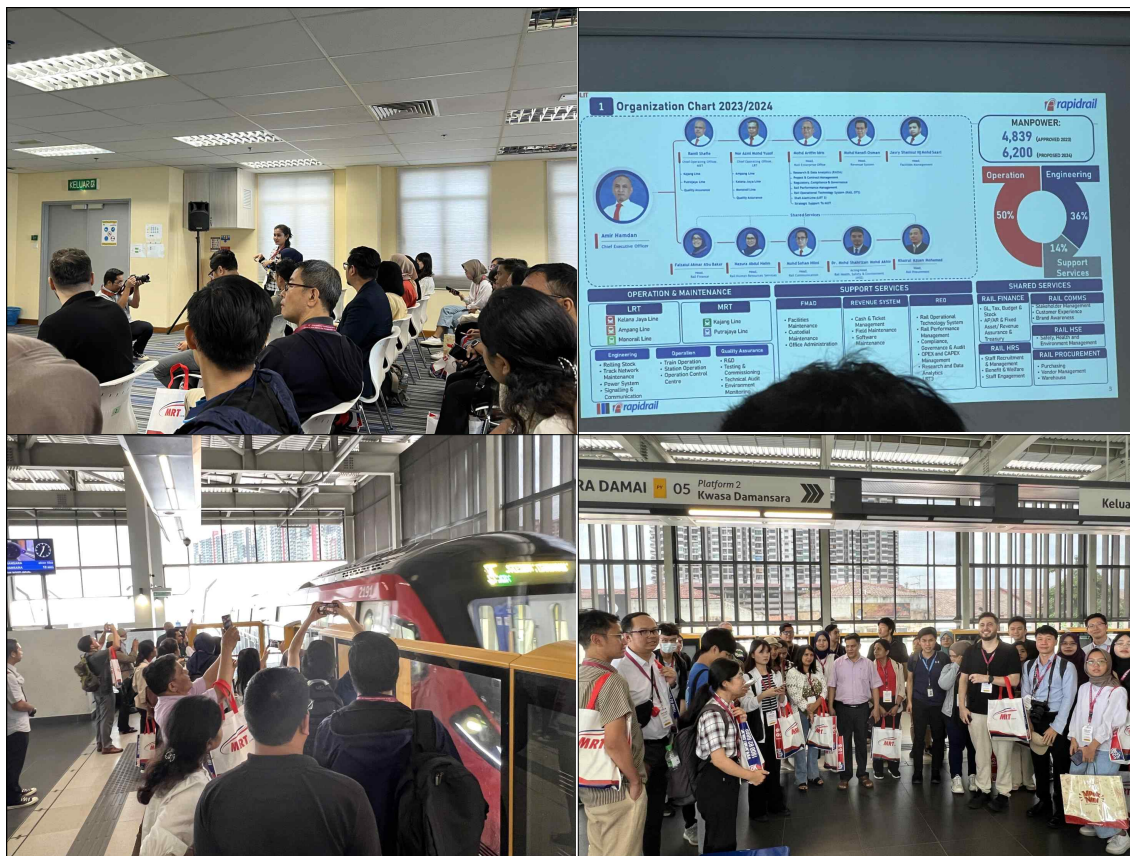
- 일시/장소 : 2023년 9월 6일 / Smart Selangor C5i Operations Centre
- 참석자 : 국토연구원 이백진 선임연구위원, 장요한 부연구위원, 정수교 연구원, Yong Adilah Shamsul Harumain (말레이시아 대학), Smart Selangor (C5i Operations Centre) 관계자 및 동아시아교통학회 측 견학 참석자 다수
- 주요 내용 : 말레이시아 5개 중요 ITS 센터 중 한 곳인 C5i Operations Centre는, 말레이시아 곳곳에 설치된 CCTV와 실시간 교통상황, 돌발상황, 버스운영 및 자연재해 등을 수시로 모니터링하고 대응을 총괄하는 곳으로, 시스템의 구축배경과 IoT 연계방향 등을 참관



〈말레이시아 수도권 ITS센터 방문 및 운영 현황 견학〉

4. 말레이시아 수도권 광역철도 및 도시철도 운영 현황 견학 (2023년 9월 7일)

- 일시/장소 : 2023년 9월 7일 / 프탈링자야 MRT Sungai Buloh 차고지
- 참석자 : 국토연구원 이백진 선임연구위원, 장요한 부연구위원, 정수교 연구원, myMRT corp (푸트라자야 선 운영사) 관계자, rapidrail (암팡 선 운영사) 관계자 및 동아시아교통학회 측 견학 참석자 다수
- 주요 내용 : myMRT corp 및 rapidrail 운영 현황, 푸트라자야 선 및 암팡 선 등 말레이시아 쿠알라룸푸르 수도권 주요 광역철도 및 도시철도 사업 추진 경위 및 운영 현황 논의, 푸트라자야 선 시공 사례 및 실제 운영 중인 역사 운영 현황 참관, 중앙 관제실(대외비) 설치 및 운영 현황 참관



〈말레이시아 수도권 광역철도 및 도시철도 운영 현황 견학〉

- **일정 변경 사유** : 본 일정은 당초 클랑 항 운영 현황 및 데이터 수집 체계 관련 견학 일정이었으나 폭우와 강풍 등 기상 악화로 항만 견학의 안전상 문제점 발생. 학회(동아시아교통학회) 측 교통 빅데이터 전문가 자문 결과 데이터 수집 및 실시간 활용은 철도 운영 및 서비스 체계에도 활성화되었음을 인지하여 일정 변경 수행