

국외출장 결과보고서

기 간: 07. 22(토) ~ 07. 28(금)

출장지: 미국 시카고, Loyola University Chicago

출장자: 최재성 단장

I. 출장개요

(1) 출 장 지: 미국 시카고, Loyola University Chicago

(2) 출장기간: '23. 7. 22(토) ~ '23, 7. 28(금)

(3) 출 장 자

소속	직급	성명	비고
국도인프라본부	스마트물류연구단장	최재성	

(4) 출장목적

- 1차년도 국내외 물류연계를 위한 문헌 사례조사를 보완하기 위해 미국 등 북아메리카 관련 물류연구, 정책방향, 실증사례 등을 2023 INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 참석하여 학습을 통해 2차년도 연구 성과물 도출에 적용
 - 단순 세미나 참석해 수동적으로 내용정리가 아닌 질의응답 시간을 최대한 활용하여 본 사업과 관련된 연계방향, 동향 파악 등을 추진할 계획
 - 미국에서 공인인증된 물류교통 연구 분야 최고의 컨퍼런스 참석(1회/1년)해 물류분야의 스마트화, 선진국의 연구 추진방향 습득 및 벤치마킹
 - 물류현장에서 적용되는 세부기술들의 최신 트렌드 등에 대해서도 검토할 수 있는 소중한 기회로 관련 내용을 최대한 2차년도에 포함 적용

II. 출장일정

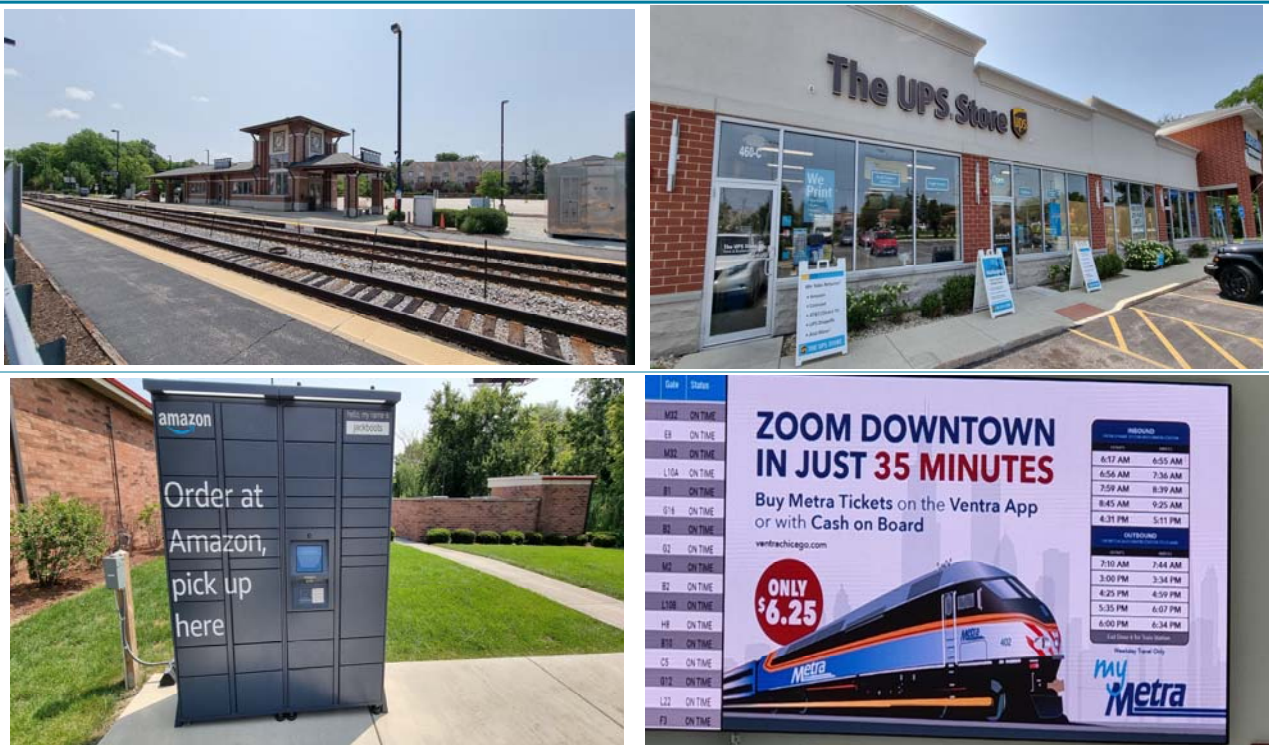
일정 (요일)	출발지	도착지	업무수행내용
07. 22 (토)	인천	시카고	(10:40) 인천 출발(대한항공) (09:40) 시카고 도착(총비행 시간: 13시간)
07. 23 (일)			(10:00-18:00) 시카고의 물류·교통시설의 공급/이용 현황 조사
07. 24 (월)			INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 1일차 (08:30-10:00) 화물물류에서 다양한 이해관계자를 반영하는 통계적 수요 추정, 물류 규제와 화물교통에 파급영향에 대한 주제발표 참석 및 전문가 토론 (10:30-12:00) 전기화물차의 수요공급 매칭 최적화, 배송거리 최적화 시뮬레이션, 클라우드소싱 방식의 화물교통 배송에 대한 주제발표 참석 및 전문가 토론 (13:00-14:00) Dr. Kara Kockelman의 공유자율주행 차량의 최적화에 대한 기초연설 참석 및 전문가 토론 (14:30-16:00) 드론, 카고바이크, 전기화물차를 이용한 전 구간의 긴급공공재 배송 최적화, 도로변 커브사이드 화물사용에 대한 주제발표 참석 및 전문가 토론
07. 25 (화)			INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 2일차 (08:30-10:00) 드론 물류배송의 활용성, 최적화, 적용사례 등에 대한 주제발표 참석 및 전문가 토론 (10:30-12:00) 라스트마일 최적화를 위한 주차전략, 전자상거래 지속가능성을 위한 라스트마일 배송 전략, 로봇 통한 배송 세미나 참석 및 관련 전문가와 토론 (13:00-14:30) 미들마일 화물차 물류활동 최적화, 수요기반 물류활동 네트워크 디자인 세미나 참석 및 관련 전문가와 토론 (14:45-16:15) 공유경제를 위한 데이터 유인된 허브네트워크 디자인, 키보드 시스템 균형화, 렌트카와 공유경제 결합 효용에 대한 발표참석 및 전문가 토론
07. 26 (수)			INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 3일차 (08:30-10:00) 대형트럭전기화 및 인프라 구축, 운행경로 및 충전스케줄 최적화에 대한 발표참석 및 전문가 토론 (10:30-12:00) 소포보관함 최적화 및 릴레이물류 알고리즘 최적화 관련 세미나에 대한 주제발표 참석 및 전문가 토론 (13:00-15:00) Dr. Kevin Zhang, USDOT의 교통수단 최적화 및 복원력 분석지원 오픈소스 도구(FFTO)에 대한 기초연설 참석 및 전문가 토론
07. 27 (목)			(12:25) 시카고 출발(대한항공)
07. 28 (금)	시카고	인천	(16:30) 인천 도착(총비행 시간: 14시간 05분)

III. 수행사항

(1) 미국 시카고의 물류교통 인프라 현장조사(07.23)

- 시카고 대도시권은 항공물류 관점에서 미국 내 6번째로 물동량이 많은 허브공항(유나이티드사와 아메리칸에어라인 중심 활동지) 및 4개의 터미널/8개의 활주로(3000m 이상 3개) 구축·운영 중이며, 철도 물류 관점에서는 6개의 Class I * 철도회사가 동서 방향 및 Red line train**이 도심지(Downtown)의 남북 방향으로 미국 해안의 수출입 해운물동량을 운송하는 철도물류의 핵심 요충지임. 또한 10개의 주간고속도로가 연결되며 평균적으로 차량 7대 중 1대가 트럭으로, 매일 3만대 이상의 트럭 도로물류 활동이 발생하는 인터모달 물류활동의 중심지
 - * 운송수입이 2억 5천만달러 이상의 철도회사를 Class I 으로 분류
 - ** Chicago Transit Authority(CTA)는 8개의 L자 형의 기차 노선들과 129개 버스 노선들을 운영관리
- 다만 자가용 중심 교통수단 발달, 사철의 철도인프라 구축운영관리로 여객 부분의 열차기능(암트랙 담당)은 화물열차에 비해 성장이 정체되거나 수요가 많지 않으며, 시카고 대도시권의 육해공 물류활동이 증가하게 되면서 필연적으로 관련 탄소배출, 대기오염 등의 환경문제, 물류시설의 용지 확보가 저소득층 거주하는 교외지역으로 확산 중임. 또한 교통정체, 지속적 교통안전 문제 발생, 엔데믹 이후 공급망 수요 감소로 기존 물류시설의 신축확장 중지, 물류활동이 이커머스, 플랫폼의 새로운 기술 발달로 소비자/공급자 수요 변화 등의 부정적 이슈 및 신규 성장기회 창출이 공존
 - 예를 들어, 아마존은 국내 택배사처럼 집 앞 배송 이외 말단배송 비용절감 및 소비자 선택권 확대 측면에서 아마존 락커(락커 마다 고유이름 보유, 국내 무인택배함 유사)를 편의점, 대형마트, 상업용 건물 등 공격적 확대·설치 중
 - UPS 집배송센터(7월 22일 일요일 낮에 약 1시간 정도 관찰)의 경우, 타 택배회사의 반품물류, 발간물 인쇄편집 업무, 여권사진 제작, 서류 스캐닝 등 전통적인 택배업무 이외에 다양한 수익 업무활동을 병행하고 있음
- 미국의 국토면적 자체가 방대해 한정된 교통물류 재원으로 신규 인프라 구축의 투자는 점진적으로 진행될 수 밖에 없으며, 따라서 기존 인프라의 플랫폼 경제 지원, AI, IoT, 빅데이터 등의 디지털 기술 기반 물류산업 성장을 위해서 민관의 재원 투자가 선택과 집중 될 것으로 예상되며, 국내에서도 관련 분야에 대한 투자방향 및 정책방향 마련 고려

미국 시카고 물류교통 인프라 현장조사

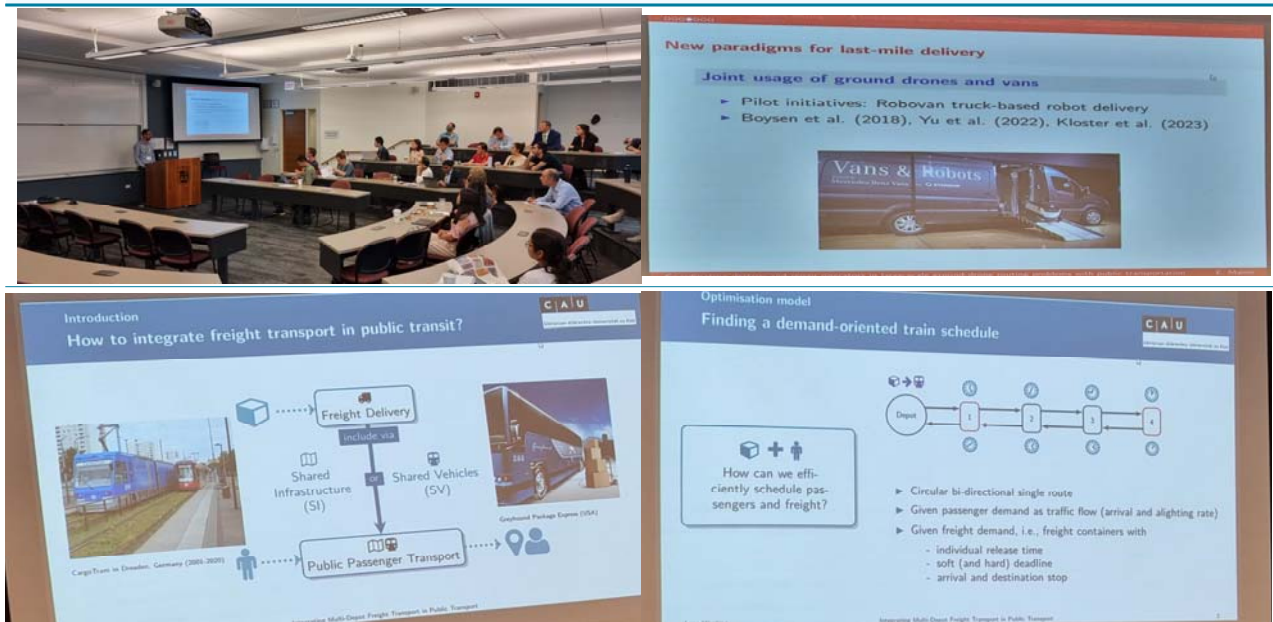


(2) 2023 INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 내 세미나 주요내용

가) 육상드론(Ground Drone), 대중교통의 물류활용, 자율주행로봇 배송 관련 세미나(07.24)

- 이탈리아 로마에서 육상드론을 의약품 창고에서 약국까지 의약품 물류서비스 실증을 위해 기존 배터리 운행시간 등의 한계를 극복하기 위해 도심의 버스, 전철 등의 대중교통 수단을 이용해 먼거리를 이동하는 물류서비스 실증 - UPS는 라스트마일 배송의 트렌드로 공중드론과 화물트럭을 연계해 실증 중이나 최근 일부 물류기업에서는 육상드론과 화물트럭을 연계해 실증을 추진하는 등 드론의 활용 개념·범위가 대중교통 등으로 확대 진화되고 있음
- 전철 등의 대중교통에 탑승자 공간 확보, 소비가 탑승대기시간 최소화 등이 최우선이나 남은 여객공간을 화물운송 측면에서 라스트마일 물류활동의 마이크로창고로 활용하는 여객과 화물 운송의 최적화를 실증
- 자율주행 로봇(AMR(Autonomous Mobile Robots)) 창고에서부터 고객 목적지까지 자체 내장 배터리 또는 자체 배터리 소화 불가 주행거리 화물운송의 경우 사람처럼 대중교통에 탑승해 이동하여 물류활동을 수행하며, 수많은 자율주행로봇들의 이동경로, 업무배정양, 충전시간, 비용 등을 고려하는 최적화 알고리즘을 개발해 적용
- 국내의 스마트물류 연구동향은 아직 물류활동을 대중교통에 접목해 실증하는 경우는 현재 융복합 물류 R&D의 지하철 물류 연구개발 사례가 유일하며, 버스 등의 육상대중교통에 적용해 생활물류 개선 방향 검토가 필요

육상드론(Ground Drone), 대중교통의 물류활용, 자율주행로봇 배송 관련 세미나



나) 지하물류(Under Freight Tunnel), 대중교통 승하차 최적화, 클라우드소싱 관련 세미나

- 도시의 도로혼잡, 탄소중립 등의 문제에 대응하기 위해 라스트마일 물류 측면의 대안으로 지하에 튜브터널을 구축해 배송활동을 수행하며 자본, 비용 등의 제약을 고려해 배송수요 최적화를 시뮬레이션하여 연구 수행 - 90cm 넓이(Wide) 터널로 마이크로허브는 1.5마일 간격 격자모형으로 구축하며 고속도로 네트워크처럼 유기적으로 이상적으로 추진하고 많은 민간기업 참여해 공유(Share)하는 형태 및 하드 인프라는 시가 소유하는 형태로 진행. 시카고의 경우 시뮬레이션해보니, 터널 마일이 75마일이면 시카고 수요의 55% 커버가 가능하고 225 마일로 구축되면 95% 커버가 가능하며, 기존 화물트럭 운행을 획기적으로 감소시킬 것으로 대안을 제시
- 도시에 트램, 버스, 지하철 등의 대중교통을 이용하는 사용자의 문 개폐 시간을 최적화하는 대안을 도출해 관련 법제도 개선에 적용하며, 방법론으로 Nonlinear Programming (NLP) 모델을 적용하여 실증

- 마이크로창고(Micro Depot)와 화물 배송방향과 일치하는 일반인이 배송기사를 대신하여 물류활동을 수행하는 크라우드배송(Crowdshipping)을 결합해 물류회사의 배송물량 공유, 주행거리 최적화, 비용 감소 등을 실증
- UFT는 도심물류 배송문제 해결에 획기적인 대안이 될 것으로 보이나 관련 인프라 구축의 비용, 패키지의 다양한 사이즈 고려, 다양한 민간 배송업체의 각기 다른 시스템의 통합 적용 등 다양한 선결과제 등이 존재

지하물류(Under Freight Tunnel), 대중교통 승하자 최적화, 크라우드소싱 관련 세미나

다) 자율주행 공유 전기자동차(SAEV) 최적화 관련 세미나

- Shared Autonomous Electric Vehicles(SAEVs or “driverless taxis”)는 대중교통을 이용하는 시민의 접근성 강화 측면에서 퍼스트 및 라스트마일의 연결성을 강화하는 대안으로 활용할 수 있음
 - 경로설정, 배터리 교체, 의사결정 최적화 등의 지원이 가능하며 신뢰성, 안전, 비용효과성을 증진할 수 있음
- 자율주행 공유 전기자동차의 확대를 위한 핵심과제 중의 하나는 경로설정, 수요-공급자 매칭 등의 최적화가 필요하며, 최적화 개선으로 SAV의 공유가 5.4%에서 6.3% 증가, SAV 사용률이 12%까지 증가한 것으로 분석
 - 텍사스 오스틴 실증에서 최적의 SAV 매칭 서비스를 개선하니 사용자 기다림 시간이 39%까지 감소, 차량사용이 28%까지 증가, 공차 주행거리가 1.6%까지 감소하였음. 스케줄링 최적화를 통해 차량 한대 당 순이익이 8\$까지 증가하였으며, 필요시 배터리 충전 보다는 사전적인 배터리 충전으로 최적화를 고려
 - 고속, 스마트충전의 긴 주행거리가 SAEV에게 최적이며, 240 마일 주행하는 SAEV는 하루에 28개 승차공유를 제공하고 충전기에서 5시간을 소비함. 전략적 충전은 충전비 16% 감소, 배출가스 비용을 3% 저감 가능

자율주행 공유 전기자동차(SAEV) 최적화 관련 세미나

라) 재난재해 전력네트워크 관리, 드론물류, 가로변 공간의 물류활용 관련 세미나

- 예기치 못한 재난재해 발생이 증가하고 있으며, 그로 인한 재산/인명 피해 이외에 전력 네트워크가 붕괴하여 거주지역, 산업부문 등에 미치는 부정적인 효과 발생이 높아지고 있음. Power Restoration Traveling Repair man Problem (PRTRP)을 Bi-Directional Dynamic Programming을 적용해 경로와 도착시간을 최적화
- UK 교통부에서는 교외/농산어촌 등의 비도심 지역에서 의약품, 보건용품 등의 국민안적과 생명에 직결된 긴급공공재를 적기 공급하기 위해 드론을 활용하여 의약품 물류기본권 보장을 위한 실증사업을 추진 중
 - 의료용품 공급에 평균적으로 253분이 소요되던 것이 드론을 통해 공급 시 약 56분 소요로 개선
- 가로변 공간의 일반시민과 물류활동 측면의 공존, 최적화 위해 가로변 가격정책 및 공간 제약 시뮬레이션을 수행하고 공유 화물차량 도입, 상하역 위치 조정 등의 적용 시 시민의 행위변화 및 가로변 관리의 정책시사점 도출
- 재난물류 대응을 위해 드론 등의 디지털 기술 도입·적용의 연구 및 실증의 지속적인 민관의 관심 및 펀딩이 필요하며 도심의 가로변 공간을 생활·기업 물류 측면에서 상하역 효율화 증대, 안전관리 강화, 친환경차 도입 활성화를 위해 친환경 존 지정 등의 다양한 연구에서 논의되는 방안의 정책적 고려를 검토할 필요

재난재해 전력네트워크 관리, 드론물류, 가로변 공간의 물류활용 관련 세미나



Power distribution network

- Last mile of power distribution
- Most common structure: radial network, i.e., tree topology with no loops
- Radial network is the simplest and cheapest, but also vulnerable.

- Red nodes: power source
- Black lines: operational radial tree connections
- Dashed lines: open switches
- Same color nodes: connected demand nodes

Source: Deka et al., 2016.

Drone logistics

Versapak medical carriers, Centre + medium: 460mm x 255mm x 305mm (WxHxH)

Windracers ULTRA UAV drone
100kg drone with a 5m wingspan and a payload weighing 20kg

Optimisation model

Multi-echelon location, routing, and scheduling problem using drones, bikes, and vans with synchronization constraints

- Three sets of nodes: Central hospital (to collect all the specimens from the surgeries and local hospitals), Local hospitals (to act as the main collection hubs), GP surgeries (can be chosen to act as the local cycle consolidation centres).
- Three transport nodes (returning to the same point they have been dispatched from): Vans (based in Central and Local hospitals), Drones (based in Central and Local hospitals, landing spaces only. They can travel multi trips in a given period), Cargo bikes (based in all nodes).
- Capacity constraint for drones due to their limited payload.
- To manage the risk of battery failure, the batteries of drones are replaced with fully charged batteries whenever they fly back to their origin.
- Vans/ drones that arrive early to a consolidation centre/ hospital, wait for the collection of all samples, timely delivery of samples, and a balanced workload.
- A hard time constraint of 90 minutes to collect all samples is considered to ensure the quality of samples, timely delivery of samples, and a balanced workload.
- A hard time constraint on the travel time of each bike is considered (25 minutes).

마) 드론 응급물류, 설계요소, 방법론 관련 세미나(07.25)

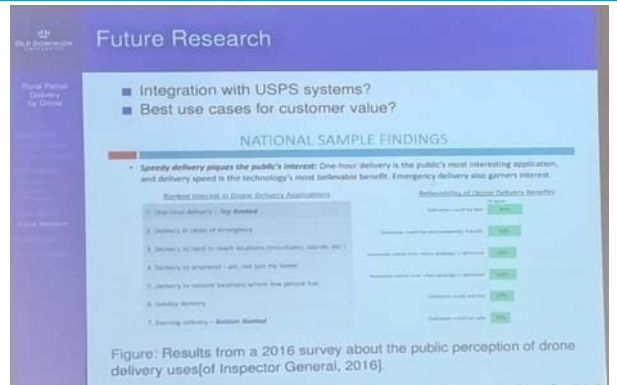
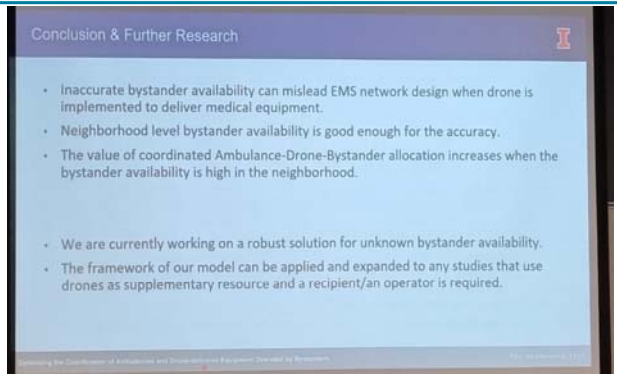
- 캐나다 토론토의 드론 응급물류 사례 연구에서는 병원 밖 심장 정지(OHCA) 응답을 위해 드론 대기 구급차 네트워크를 동시에 최적화하는 모델링 프레임워크(Mixed-integer-linear program으로 휴리스틱 알고리즘을 개발)를 제안하였는데 구급차 단독으로 또는 드론이 배달하는 자동 외부 제세동기(AED)를 행인과 함께 사용하여 서비스를 달성할 수 있으며, 도착 속도가 느린 구급차를 보완하는 대안으로 사용 가능
 - 드론은 미국에서 연간 30만 명 이상의 사망자를 내는 OHCA와 같은 시간에 민감한 응급 상황에 대한 대응을 개선할 가능성을 실증 중이며, 드론은 구급차가 도착하기 전에 AED를 전달하여 조기 의료 개입을 용이하게 할 수 있지만, 전제 조건으로 기꺼이 AED를 적용할 행인이 필요한 상황
- 순수한 드론 배송 문제에서는 드론 배송 시스템의 두 가지 물류설계 기능을 고려하는데, 교환 가능한 배터리

사용과 이동 시간으로 표현되는 고객 서비스가 중요. 충전소에서 드론에 할당되는 배터리의 균형적인 사용은 전술적인 문제이며, 시간 내에 고객에게 서비스하기 위해 전체 이동시간을 최소화하는 것은 운영 측면의 문제

- 전체 이동 시간을 최소화하는 배송 계획과 모든 배터리가 동일하게 노후화되도록 하는 충전 계획 설계가 중요하며, 드론이 이동하는 동안 실제 에너지 소비가 정기적으로 관찰되며 에너지 수준이 너무 낮으면 드론은 이동을 중단하고 미리 창고로 돌아와 배터리 교환 또는 충전의 과정을 수행해야 함

- 미국 우편 서비스의 저밀도 경로에서 발생하는 드론에 의한 시골 소포 배달 문제(희소 고객 집합과 고속 및 저속 차량 라우팅 아크로 구성된 도로 네트워크가 포함)를 조사하고 드론으로만 모든 배달을 완료한 후 차량과 드론이 네트워크를 동시에 통과하여 창고로 돌아오는 데 필요한 시간을 최소화하는 혼합 정수 프로그램을 개발
- 국내에서도 다부처에서 드론 관련 기초연구, 각 산업별 적용을 위해 의약품, 식료품 등의 배송, 산불감시, 건축물 안전진단 등에 실증연구 등을 수행하고 있으나 미국, 캐나다 등에서 수행되는 일부 연구처럼 정부/공공기관 등에서 R&D의 일부 투자 등을 민간이 수행하기에 수익성이 낮음. 보편적 평등한 모든 국민의 삶의 질 개선 관점에서 응급의료 물류, 물류기본권 측면에서 교외지역 드론배송 실현 등을 지원 위한 실증·상용화 지원 추진 필요

드론 응급물류, 설계요소, 방법론 관련 세미나



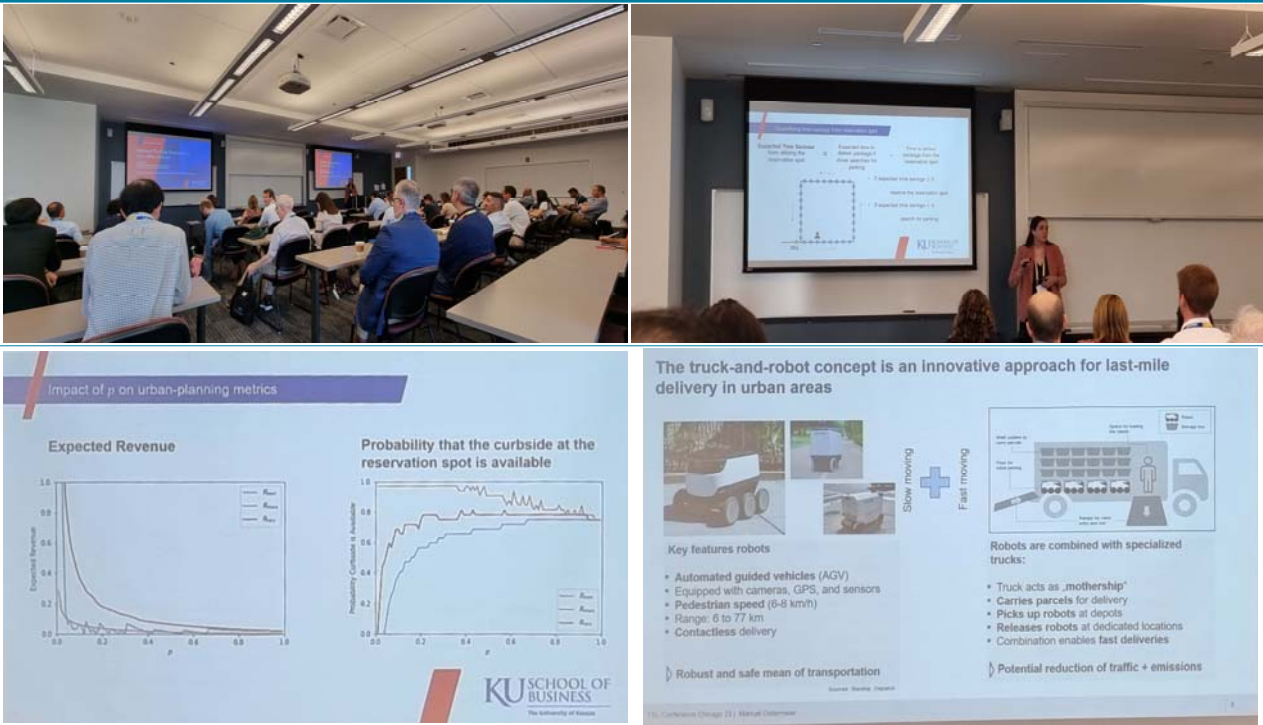
바) 라스트마일 화물차량 주차, 느린배송 옵션, 라우팅 최적화 관련 세미나

- 주차는 라스트 마일 배송 관행의 필수 구성 요소이나 차량을 주차할 위치는 가로변 주차공간의 예약비와 당일 현장에서 주차공간 찾은 후 비용 지불할지는 배송 기사가 결정하는 상황. 확률적 라스트마일 주차 문제(Stochastic Last-Mile Parking Problem)는 직사각형 블록 주변을 주행할 때 택배를 배달할 주차 장소를 선택하는 문제로서 SLMPP를 마코프 결정 프로세스(Markov Decision Process)로 모델링하여 배송 기사가 사용 가능한 주차 장소에 합리적인 의사결정 방안을 제시
 - 이용가능한 주차정보가 리얼타임으로 적용되어 모델에 반영되어야 실질적인 최적화 대안 도출이 가능
- 추세가 당일 배송 및 즉시 배송 방향으로 가고 있지만, 아마존이 이미 채택한 새로운 개념은 느린 배송 옵션(Some-Day Delivery 옵션은 여행 계획의 유연성을 증가)도 제공하고 있으며, 배송 프로세스의 속도를 늦추면 배

송통합을 증가시켜 비용을 절감하고 환경 수요를 동시에 더 많이 처리할 수 있는 기회가 마련됨

- 빠른 배송 모드는 효율적 계획을 위한 시간을 줄이고 라스트마일의 통합 가능성을 제한해 총비용과 배출량을 증가
- 로봇전용 화물트럭(Mothership)에서 자율주행로봇과 함께 라스트마일 배달 수행은 물류비용과 도심 교통혼잡을 줄이기 위한 유망한 접근 방식으로 화물트럭과 자율주행로봇의 라우팅 문제 해결을 위해 로봇과 배달을 위한 최적의 드롭오프 지점을 선택하는 동시에 여러 대의 화물트럭의 라우팅 및 해당 클러스터링을 위해 Set Improvement Neighborhood Search에 기초한 맞춤형 휴리스틱 솔루션 접근법을 개발
 - 다중 차량 라우팅 및 로봇 스케줄링의 통합 접근법을 사용해 운송 비용을 최대 24%까지 줄일 수 있음을 발견

라스트마일 화물차량 주차, 느린배송 옵션, 라우팅 최적화 관련 세미나



사) 미들마일 네트워크 및 릴레이 네트워크 최적화 관련 세미나

- 대형 전자상거래 소매업체의 수익 극대화(핸들링&교통 비용 차감)를 목표로 Flat Networks과 Time-space Networks의 기존 연구문헌들을 검토하여 미들마일 통합네트워크 설계를 위한 접근 방식을 제안
- 수익, 배송시간, 운송/처리 비용이 가장 중요한 요소라는 가정을 전제로 제안하나 현실에서는 법제도적 환경·설비·운송 규제, 기업 ESG 전략, 과연 소비자가 빠른 배송만을 선호하는지? 모든 택배가 빠르게 배송되어야 되는지? 신기술 적용 위한 모든 설비의 고정/변동 비용, 인적자원 비용 등 모든 비용을 포함하기 어려워 한계가 존재
- 미국의 트럭 운송산업은 트럭 활용률과 통합 기회를 극대화하기 위해 장거리에 주로 의존하고 있으며, 이는 트럭 운전기사에게 긴 배송 여행을 발생시키며, 이는 최근 업계가 트럭 운전자 부족과 보유 문제에 직면. 릴레이(Relay) 기반 운송은 트럭 운전사가 일일 운행 제한의 절반 동안 적극적으로 짐을 운송 시킬 수 있고 화물이 최종 목적지로 이동하는 동안 매일 기사가 집으로 돌아올 수 있는 실용적인 솔루션을 제안
 - 미국 동남부 지역의 자동차 배송(자동차 제조 회사)에 대한 대규모 릴레이-허브 네트워크 설계를 통해 솔루션 실증
- 민간 물류활동의 네트워크 최적화에 대한 R&D는 기업 이윤과 직결되 학계 및 민간연구기관 등이 중심이되어 지속적으로 이슈화되고 연구되고 있었으나 아직 (지방)정부나 공공/출연 연구기관 등에서 관심을 갖지는 못했음. 다만 디지털화 정부가 궁극적으로 실현된다면 Physical Internet 등 광범(전체)네트워크 통합의 문제가 대두되어 민간/공공 구분없이 전체 영역에서 통합이 이루어져야해 관련 기초연구/후속연구 방향 등에 대한 준비 필요



Related Work

ODT Quotation [Duanyas & Hopp '95], [Ho & Zheng '04], [Feng & Zhang '17], [Cui et al., '20]

- Focus on manufacturing process
- Fulfillment logistics not considered

Service Network Design

Flat Networks

[Powell & Sheff '83]
[Crainic et al., '84]
[Powell '86]
[Ghannouchi et al., '03]
[Yu et al., '13]
[Li et al., '17]
[Wang et al., '19]

Pros:
• Smaller models for larger instances

Limitations:
• Not accounting for waiting delays

Time-Space Networks

[Jarrah et al., '09]
[Anderson et al., '09-'11]
[Ernst et al., '13]
[Zhu et al., '14]
[Lindsey et al., '16]
[Hewitt '22]
[Taherkhani et al., '22]

Pros:
• Service feasible routes with waiting

Limitations:
• Model size rapidly explodes

Flat Service Network Design with Profit Maximization

Data:
 K : Set of commodities
 R_k : Set of commodity routes
 $C \times M_k$: Set of lanes
 T_k : Set of ODT times
 Demand, costs, ODT selection data

Decisions:
 $x_k \in \{0, 1\}$: Route selection
 $y_{km} \in \{0, 1\}$: Lane selection
 $f_{km} \in \mathbb{Z}_{0+}$: # of dispatches on lane
 $h_k \geq 0$: Headway on leg
 $w_{kt} \in \{0, 1\}$: ODT selection

max Revenue - (handling & transportation costs)

s.t. Select one route for each O-D pair

Resulting route and lane volume from ODT selection

Lane selection and capacity

ODT selection decision and constraints

$$\sum_{k \in K} h_k \leq \sum_{m \in M_k} \frac{1}{\rho} (t - T_k) w_{km} + \tau (1 - x_k), \quad \forall k \in K, \forall \rho \in R_k,$$

$$h_k \geq \frac{-1}{n(n+1)} f_{km} + \frac{2n+1}{n(n+1)} - \frac{3}{2} (1 - y_{km}), \quad \forall k \in K, \forall m \in M_k, \forall n \in \{1, \dots, \lfloor \frac{t}{\rho} \rfloor\},$$

$$\sum_{k \in K} w_{kt} = 1, \quad \forall k \in K,$$

Relay-Based Network Design

- **Relay-based Transportation:** Truck drivers can actively advance loads for half of driving limit every day and can return back home daily while the loads travel toward their destinations

Aim:

- Design a relay-based transportation network to facilitate single-day driver trips
- Support commodity delivery for given origin-destination (O-D) pairs
- Fulfill pertinent service levels for all the destinations under demand variability
- Exploit network capabilities achieved through hyperconnectivity

Contributions:

- Two-stage stochastic optimization formulation with back-hauling considerations
- Approximate solution technique based on Benders decomposition and sample average approximation
- Design of a large-scale relay network for a major car manufacturer in South-East US

아) E-스쿠터 공유시스템, 승차공유 네트워크 설계, 단기/장기 렌트 관련 세미나

- E-스쿠터 공유 시스템은 도시 공유 모빌리티 서비스의 중요하고 유망한 부분으로 부상했으나 E-스쿠터 공급/수요 증가는 공유 시스템 운영자의 균형 조정 및 재충전 작업에 큰 도전을 초래. 이에 배터리 충전 기능이 장착된 화물트럭을 사용하여 시스템 운영자는 E-스쿠터 네트워크에서의 라우팅, 대기(충전) 및 운영 결정 등 실증 수행
- 우리는 최적화 모델을 개발하고 두 가지 클러스터링 기반 데이터 기반 접근 방식을 추가로 제안합니다. 본 연구의 기여는 (i) 승차공유 허브 네트워크 설계 문제를 해결하기 위한 최적화 모델 개발, (ii) 문제를 효율적으로 해결하기 위한 몇 가지 알고리즘 향상과 함께 벤더스 분해 알고리즘 개발, (iii) 문제를 해결하기 위한 두 가지 클러스터링 기반 데이터 기반 방법론의 구현, (iv) 여러 성능 지표 하에서 최적화 및 데이터 기반 접근 방식에서 얻은 결과를 비교하여 통찰력을 도출
 - 미국 동남부 지역의 자동차 배송(자동차 제조 회사)에 대한 대규모 릴레이-허브 네트워크 설계를 통해 솔루션 실증
- 승차공유 연결의 배치를 통해 공유 교통을 촉진하고자 한다면 잠재적 사용자를 극대화하기 위해 고정된 수의 승차공유 연결의 출발지와 도착지 최적화가 필요. 이는 도시 지역의 각 출발지-도착지 여행은 여행의 시작점과 종료점이 각각 승차공유 경로의 시작점과 종료점에서 주어진 도보 거리(예: 500m 이내) 이내에 있는 경우에만 승차공유 연결을 사용할 수 있는 후보로 제한하며, 사용 가능한 셔틀 수를 나타내는 승차공유 연결에 제한(또는 예산)이 있다는 가정을 바탕으로 승차공유 네트워크 설계를 위한 전략적 의사결정을 고민할 필요
- 차량 대여(장기렌트)와 차량 공유(공유업체)를 결합하는 것의 장점과 단점을 평가하기 위해 장기 및 단기 렌트를 모두 제공하는 공유 모빌리티 시스템 제공업체를 연구하였으며, 결합된 시스템에서 전반적인 수요는 증가하지만 수익, 렌트, 활용률 및 서비스와 같은 중요한 성능 지표에 대한 영향을 평가하는 것은 간단하지 않았음. 예를 들어, 단기 렌트는 분당 더 높은 수익과 함께 제공되지만 이러한 단일 렌트는 잠재적으로 부족한 자원을 차지할 수 있으므로 훨씬 더 높은 절대 수익을 창출할 수 있는 장기 렌트를 대체할 수 있는 것으로 보임
- 물류 분야에서 공유경제는 중요한 축으로 화물차 공차, 물류창고 시설 공실, 진화되는 디지털 시스템의 통합/공유 문제 등의 해결을 위한 이슈제기, 관련 연구, 법제도 정책과 지원 등의 다양한 민관, 산학연의 노력 필요



En-route Recharging Allows Integrated Operations

The truck departs from the depot with/without charged e-scooters, visits all designated locations in \mathcal{N} , picks up e-scooters to charge them on board, transports and drops off e-scooters at other locations, and returns to the depot in the end.

- Routing – All the nodes will be visited in sequence.
- Waiting – The truck is allowed to wait at nodes to charge the e-scooters.
- Pick-up and drop-off – Workers will pick up low SoC e-scooters and drop off high SoC ones.

Ridesharing Hub Network Design Formulation

$$\max \sum_{i \in H} \sum_{j \in H} \sum_{k \in K} w_{ijk} x_{ijk}$$

Maximize total number of passengers

$$s.t. \sum_{i \in H} \sum_{j \in H} x_{ijk} \leq 1$$

At most one shared connection per trip

$$\sum_{i \in H} \sum_{j \in H} y_{ij} \leq q$$

Total number of shared connections

$$x_{ijk} \leq y_{ij}$$

Trips can only be routed on activated shared connections

$$x_{ijk} \leq \min\{\delta_{i(k)}, \delta_{j(k)}\}$$

Shared connection should be walking distance

$$x_{ijk} \in \{0, 1\} \quad i, j \in H, k \in K \quad (6)$$

$$y_{ij} \in \{0, 1\} \quad i, j \in H \quad (7)$$

The scope of our work is a tactical view on combined CR&CS systems, with a focus on pricing and revenue management

"What are benefits and drawbacks of combining car rental and car sharing?"

Scope: Tactical-level view on combined CR&CS system

- Aggregate modeling: Dependencies between demand and common resource (=fleet) across periods; no individual vehicle movements

- Metrics: Rentals, revenue, utilization, and service
- Goal: Managerial insights for high-level decision making

자) 단거리/중장거리 전기트럭 운영 최적화 및 화물차 운송비용의 이론적 고찰 관련 세미나(07.26)

- 컨테이너 터미널의 단거리 트럭 운송 작업을 위한 충전 인프라 결정에 대한 트럭 전기화 문제의 최적화를 위해 GPS 추적 데이터에서 도출된 트럭의 궤적을 사용해 혼합 정수 선형 프로그래밍 모델(Mixed-integer linear programming model)로 분석을 수행. 대형 컨테이너 터미널에서 실제 작업을 기반으로 생성된 데이터를 사용한 광범위한 실험을 수행하였고 트럭 전기화가 운영비와 온실가스(GHG) 배출량을 크게 줄이는데 기여로 분석 - 몬트리올 항구 데이터를 사용하였으며, 50대 트럭, 3개월의 GPS 데이터, 4개의 충전기 데이터 등을 활용
- 고정 요금 운송 문제(Fixed Charge Transportation Problem(FCTP))는 잘 알려진 운송 문제의 일반화로, 운송 단위당 가변 비용 외에 모든 소스와 목적지 사이의 고정 비용이 존재하는 데 운송 문제에 대한 순수 선형 프로그램 대신 고정 비용의 존재는 FCTP에 대한 혼합 정수 선형 프로그램(MILP) 기반 모델로 분석을 수행. FCTP를 보다 효율적으로 해결하는 한 가지 방법으로 절단 평면(Cutting Planes)으로도 알려진 유효 부등식을 사용하여 하한을 개선하였으며 폴리토프(the knapsack polytope)의 커버 분할 아이디어에 기초한 새로운 유효 부등식 클래스를 제안
- 전기트럭의 충전 일정을 동기화하는 전기트럭 라우팅 및 운전자 작업 일정을 결정하기 위해 스케줄링 최적화 방안을 제안하며, 시카고에서 애틀랜타까지 도시 간 고속도로에서 수치 실험을 수행. 디젤 트럭과 성능을 비교한 결과, 고속도로를 경로 상에 있는 휴게소와 트럭 정류장이 장거리 전기트럭의 충전소에 대한 유망한 후보임을 발견하였으며, 장거리 전기트럭이 충전으로 인해 디젤 트럭보다 일정을 마무리하는 데 더 오랜 시간(~20% 더 오래)이 걸리지만 총 운영비 측면에서 훨씬 더 많은(약 60%) 비용을 절약할 수 있음을 시사
- 유럽의 2050 탄소중립(탄소배출 제로) 선언으로 인해 환경친화적 동반성장을 바탕으로 한 물류산업 성장에 대한 요구가 증가하고 있으며, 전기화물차 단거리/중장거리 운영 측면에서 배터리용량(가격문제), 충전시간, 차량가격, 기존 경유차 대비 경제적/환경오염 저감효과 등에 관련한 최적화 연구가 진행 중. 국내에도 유사한 연구용역/R&D 등이 민간기업/공공연구기관 등에서 추진 중이나 수소기반 전기트럭 연구도 함께 관심과 연구수행 독려 필요



Heavy-duty truck electrification with charging infrastructure decisions

A mixed integer programming model

$$\min \sum_{f \in [F]} \sum_{h \in \mathcal{H}} C_{f,h}^e x_{f,h} + \sum_{k \in \mathcal{K}} \sum_{v \in \mathcal{V}} C_{v,k}^c y_{v,k} + \Gamma \sum_{f \in [F]} \sum_{v \in \mathcal{V}} \sum_{h \in \mathcal{H}} \frac{1}{|K|} f_{f,h} z_{h,v}(y)$$

$$\text{s.t.} \sum_{f \in [F]} \sum_{h \in \mathcal{H}} f x_{f,h} = F$$

$$\sum_{k \in \mathcal{K}} y_{v,k} \leq 1 \quad \forall v \in \mathcal{V}$$

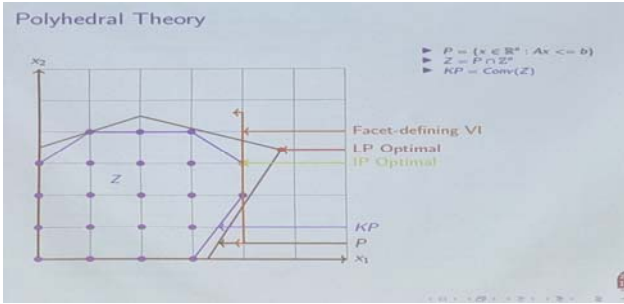
$$\sum_{f \in [F]} \sum_{h \in \mathcal{H}} C_{f,h}^e x_{f,h} + \sum_{k \in \mathcal{K}} \sum_{v \in \mathcal{V}} C_{v,k}^c y_{v,k} \leq B$$

$$x_{f,h} \in \{0, 1\} \quad \forall f \in [F], h \in \mathcal{H}$$

$$y_{v,k} \in \{0, 1\} \quad \forall k \in \mathcal{K}, v \in \mathcal{V}$$

$$z_{h,v}(y) \in \mathcal{Z}_{h,v}(y)$$

Idea:
Solve the problem using Bender's decomposition!



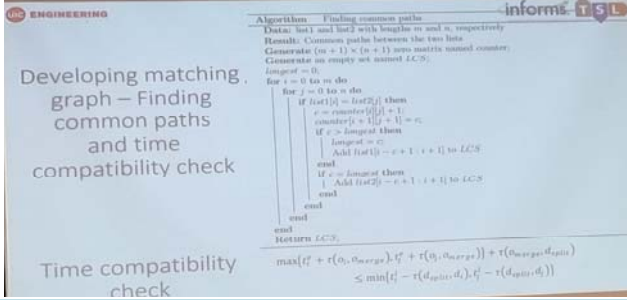
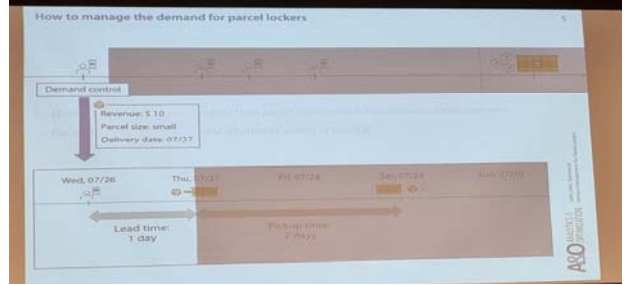
Numerical Experimental Results

Truck type	Cumulative driving time (hrs.)	Break time (hrs.)	Rest time (hrs.)	Total journey time (hrs.)	Total cost (\$)	Energy consumption (kWh)
(1) i-SSN from St. Louis to Chicago (298 miles)						
Diesel truck	5.42	-	-	5.42	539.91	2021.43
E-truck	5.42	1.71	-	7.13	376.51	599.27
Difference					31.5%	-30.3%
(2) Non-toll interstate highways from Chicago to Atlanta (758 miles)						
Diesel truck	13.75	-	10	23.75	1414.72	5453.80
E-truck	13.75	4.55	10	28.30	960.93	1518.00
Difference					19.2%	-32.1%
(3) i-15N and I-70E from Los Angeles to Denver (1040 miles)						
Diesel truck	19.47	0.50	10	29.97	1999.21	7308.27
E-truck	19.47	7.00	10	36.47	1337.47	2100.62
Difference					21.7%	-32.3%
(4) i-15N and I-70E from Los Angeles to New York (2838 miles)						
Diesel truck	45.62	2.00	40	87.62	4845.87	19576.7
E-truck	45.62	16.11	40	101.73	3399.14	5734.89
Difference					15.7%	-29.8%

차) 소포보관함 최적화 및 릴레이물류 알고리즘 최적화 관련 세미나

- 미국에서 소포보관함(Parcel Locker)은 전통적인 가정 배달의 가능한 대안으로 부상하고 있는데 온라인으로 상품을 주문할 때 고객은 원하는 배달 주소로 집 대신 소포보관함을 지정할 수 있음. 소포보관함은 완전히 자동화되어 있기 때문에 고객은 주어진 날짜 내에 언제든지 소포를 수령할 수 있어 소포를 수령하는 데 있어 향상된 유연성으로 혜택을 받고 있으며, 물류서비스 제공자의 관점에서는 소포보관함을 통해 통합과 실패한 배달 시도의 감소로 인해 막대한 비용 절감의 잠재력이 제공됨
- 따라서 소포보관함의 용량을 성공적으로 관리하는 것이 중요하며, 기본적으로 배달 시점부터 고객이 소포보관함에서 소포를 수령할 때까지 각 고객의 소포에 적합한 크기의 구획이 있어야 하나 이는 향후 배달요청, 관련 소포 크기 및 수령 시간이 제공자의 관점에서 확률적이기 때문에 어려우므로 고객의 수를 최대화하고 부족한 물품보관함 용량을 효과적으로 수요관리 할 수 있는 최적화 대응 연구가 필요한 상황
- 결합된 시공간 네트워크에 걸쳐 정수 최적화 모델(Integer Optimization Model)로 공식화된 릴레이 픽업 및 배송 문제(Relay Pickup-and-Delivery Problem(RPDP))를 통해 주문, 드라이버 및 차량의 라우팅의 최적화 방향을 제시. 희소 마스터 문제(변수를 0으로 고정하는 것, 즉 RPDP의 일부 시공간 아크를 무시하는 것)와 다중 변수 하위 문제(완화되고 투영된 다면체 내에서 음의 감소된 비용의 편차를 추구하는 것, 즉 RPDP에서 음의 감소된 비용이 있는 경로) 사이를 반복하는 새로운 컬럼 세트 생성 알고리즘을 개발하여 제시
- 미국 등의 북아메리카 국가들은 넓은 국토면적의 물류활동 수행을 위해 무인보관함 등의 라스트마일 최적화와 중장거리 물류활동의 미들마일 배송의 최적화 관련된 연구가 산업공학 전공자들 중심으로 활발히 수행 중. 다만 최적화의 경험적 결과수치들을 도출하기 위해 다양한 데이터 사용 및 가정·전제들을 하는데 경우에 따라서는 다양한 데이터(이유는 데이터 구득의 어려움, 연구기간 부족 등)이 고려되지 못하고 단편적인 데이터로만 결과가 산출되는 경우도 있어 연구결과 인용에 신중할 필요가 있음. 가급적 다양한 전문가 의견을 최대한 수렴하여 연구 결과의 질을 개선하는 방향 마련과 다양한 정량적, 정성적 데이터가 활용될 필요가 있고 데이터 구득이 어려운 영향요인들의 경우에는 연구의 한계 부분에 명시적으로 설명할 필요가 있음

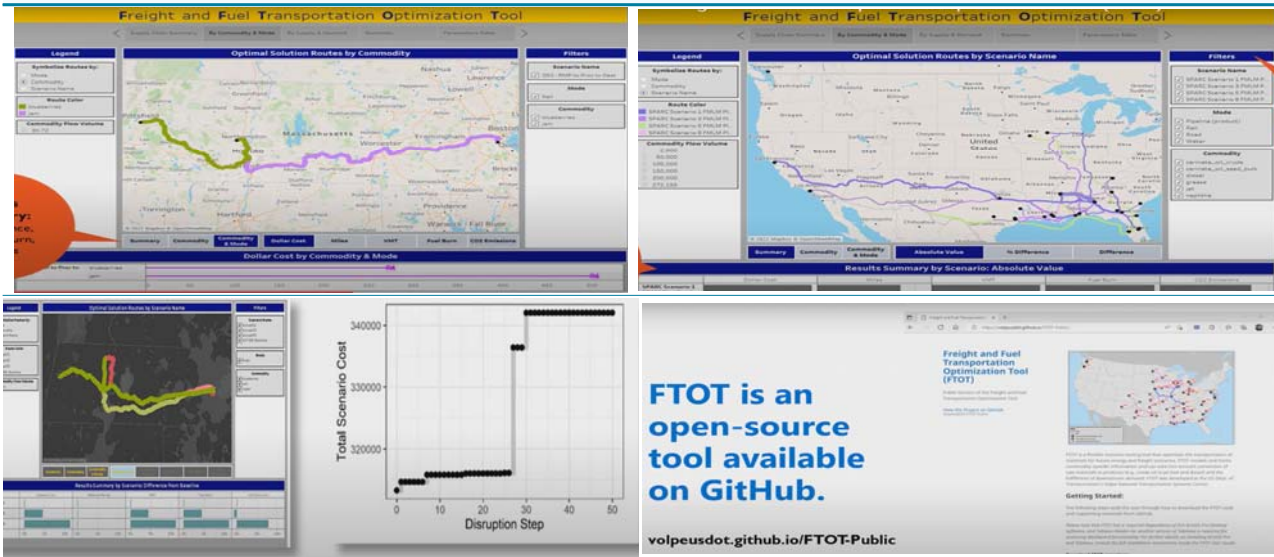
소포보관함 최적화 및 릴레이물류 알고리즘 최적화 관련 세미나



카) USDOT의 교통수단 최적화 및 복원력 분석지원 오픈소스 도구(FFTO) 관련 세미나

- 교통인프라는 화물 이동과 공급망 성과관리에 매우 중요한 요소인데 잠재적인 재난재해 등의 공급망 중단 상황에서 시나리오 기반의 탐색을 활성화하기 위해서는 화물 이동과 탄력적인 인프라 투자가 지속적으로 필요한 상황
- 따라서 USDOT는 사용자가 일반적으로 이미 보유하고 있거나 쉽게 얻을 수 있는 투입 데이터를 사용하는 오픈소스 도구를 개발하여 공급망 참가자와 운송계획자가 운송 인프라와 화물 간 교차점을 평가하는 데 도움을 제공 - 복합 운송 네트워크에서 공급망 화물 이동을 최적화하는 화물 및 연료 운송 최적화 도구와 불확실한 미래 위험 조건을 완화하기 위한 탄력성 프로젝트에 대한 교통 네트워크 노출을 추정하고 투자 수익률을 평가하는 데 도움이 되는 탄력성 및 재해 복구 도구 모음을 개발
- 국내에서도 약 1100억원의 국비를 투입하여 융복합 물류R&D를 수행중이며, 10개 주요과제 중 일부 과제들이 시스템 통합을 위한 각 분야별 플랫폼 및 앱을 개발 중이나 USDOT의 복합운송네트워크망에 대한 오픈소스도구 (Freight and Fuel Transportation Optimization Tool) 방향 및 추진경과를 참고하여 벤치마킹할 필요

USDOT의 교통수단 최적화 및 복원력 분석지원 오픈소스 도구 관련 세미나





INFORMS TSL CONFERENCE | JULY 23-26, 2023

AGENDA - MONDAY, JULY 24, 2023

8:30 - 10:00 a.m.	Session 1A Railways Applications Schreiber 405	Session 1B Freight Transportation 1 Schreiber 525	Session 1C Public Transportation Modeling 1 Schreiber 725	Session 1D Stochastic Vehicle Routing Schreiber 201	Session 1E Models for Air Transportation Schreiber 406
10:15 - 11:45 a.m.	Session 2A Routing of Electric Vehicles Schreiber 201	Session 2B Public Transportation Modeling 2 Schreiber 725	Session 2C Learning Methods for Traffic Management Schreiber 405	Session 2D Service Network Design Schreiber 525	Session 2E Urban Transportation 1 Schreiber 406
11:45 a.m. - 1:00 p.m.	Lunch Regent's Hall				
1:00 - 1:45 p.m.	Session 3: Keynote with Dr. Kara Kockelman Optimization Opportunities and Results for Shared Autonomous (and Electric) Vehicle Fleets Across the U.S Settings Regent's Hall				
2:00 - 3:30 p.m.	Session 4A Multi-Depot Vehicle Routing Schreiber 201	Session 4B Transportation Models 1 Schreiber 405	Session 4C Multi-Modal Transportation Schreiber 525	Session 4D Traffic Assignment Schreiber 725	Session 4E Crowdsourced Delivery Schreiber 406

2023 INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 프로그램 순서

INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 1일차

<p>08:30-10:00 Session 1C: Public transportation modeling 1</p> <p>Track: Urban transportation</p> <p>CHAIR: Emanuele Manni</p> <p>LOCATION: SCHR 725</p> <p>08:30 Annarita De Maio, Gianpaolo Ghiani, Demetrio Laganà and Emanuele Manni Coordinating destroy-and-repair operators in large-scale ground-drone routing problems with public transportation (abstract)</p> <p>09:00 Lena Hörsting and Catherine Cleophas Integrating Multi-Depot Freight Transport in Public Transport (abstract)</p> <p>09:30 Yishay Shapira and Mor Kaspi A Column Generation Approach for Public Transit Enhanced Robotic Delivery Services (abstract)</p>	<p>10:15-11:45 Session 2E: Urban transportation 1</p> <p>Track: Urban Transportation</p> <p>CHAIR: Ann Campbell</p> <p>LOCATION: SCHR 406</p> <p>10:15 Sarah Powell and Ann Campbell Underground Freight Transportation for Last Mile Delivery in Urban Environments (abstract)</p> <p>10:45 Laura Knappik, Lorena S. Reyes-Rubiano and Sven Müller Optimal on- and off-boarding operations in urban mass transit (abstract)</p> <p>11:15 Amir Shafiee, Jane Lin and Sudheer Ballare Using a combination of Microhubs and Crowdshipping as an alternative for Urban Delivery systems (abstract)</p>
<p>13:00-13:45 Session 3: Keynote: Dr. Kara Kockelman - "OPTIMIZATION OPPORTUNITIES AND RESULTS FOR SHARED AUTONOMOUS (AND ALL-ELECTRIC) VEHICLE FLEETS ACROSS U.S. SETTINGS."</p> <p>Location: Regent's Hall on 16th floor of Lewis Towers with overflow into Beane Hall on 13th floor</p> <p>OPTIMIZATION OPPORTUNITIES AND RESULTS FOR SHARED AUTONOMOUS (AND ALL-ELECTRIC) VEHICLE FLEETS ACROSS U.S. SETTINGS.</p> <p>Shared autonomous vehicles (SAVs or "driverless taxis") can complement public transit systems by offering first-mile last-mile connections to line-haul transit. Smart fleets will rely on rapid optimization techniques to improve routing, battery charging, and repositioning decisions in order to deliver more reliable, safe, and cost-effective transportation options.</p> <p>This presentation will describe how SAV trip requests across the 20-county Chicago region were matched to SAVs, to one another (shared rides), and to time-saving transit stations (for intermodal trips) using routing optimization modules. Joint routing increased transit ridership from 5.4% to 6.3% and SAV utilization levels by 12%, with only a 4% increase in SAV fleet VMT (as compared to routing all SAV trips door-to-door).</p> <p>When using all-electric SAEVs, battery-charging decisions become very important for optimal service. A simulation of SAVs serving the 6-county Austin region suggests that optimal SAEV-dispatch decisions lower traveler wait times by 39%, increase fleet use (non-idle periods) by 28%, and lower empty VMT by 1.6% points. If objectives include lowering electricity costs and emissions, optimal charging and dispatch of Austin SAEVs saves \$0.79 per SAEV per day on energy costs while avoiding \$0.43 in emissions damages. Scheduling charging to lower energy and emissions costs allows each vehicle to serve another trip and net another \$8 per day in revenues.</p>	<p>14:00-15:30 Session 4C: Multi-modal transportation</p> <p>Track: Freight Transportation and Logistics</p> <p>CHAIR: Bahar Cadvar</p> <p>LOCATION: SCHR 525</p> <p>14:00 Bahar Cavdar, Qie He and Feng Qiu Repair Crew Routing for Infrastructure Network Restoration (abstract)</p> <p>14:30 Djamila Ouelhadj, Somayeh Allahyari, Xiang Song, Tom Cherrett, Andy Oakey and Martinez Sykora Multi-modal multi-echelon logistics optimisation planning for medical interchanges in the Solent region of the UK using drones, cargo bikes, and vans (abstract)</p> <p>15:00 Sean Qian and Jiachao Liu Modeling Multi-modal Curbside Usage in Dynamic Networks (abstract)</p> <p>PRESENTER: Jiachao Liu</p>



INFORMS TSL CONFERENCE | JULY 23-26, 2023

AGENDA - TUESDAY, JULY 25, 2023

8:30 - 10:00 a.m.	Session 7A Dynamic Service Network Design Schreiber 201	Session 7B Drone Delivery Schreiber 605	Session 7C Modeling of Transit Systems Schreiber 525	Session 7D Data Driven Methods in Transportation Schreiber 406	Session 7E VRP Models 2 Schreiber 725
10:15 - 11:45 a.m.	Session 8A Models for Last Mile Delivery Schreiber 605	Session 8B Dynamic Vehicle Routing Schreiber 201	Session 8C Inventory Models Schreiber 406	Session 8D Models for Intelligent Transportation 2 Schreiber 725	Session 8E Models for Traffic Assignment & Traffic Management Schreiber 525
11:45 a.m. - 1:00 p.m.	Lunch Regent's Hall				
1:00 - 2:30 p.m.	Session 9A Models for Intelligent Transportation Systems 3 Schreiber 525	Session 9B Network Design Models Schreiber 201	Session 9C Models for Ridesharing 1 Schreiber 725	Session 9D Production Routing Models Schreiber 406	Session 9E Collaborative Transportation Models Schreiber 605
2:45 - 4:15 p.m.	Session 10A Facility Location Models Schreiber 406	Session 10B Resource Allocation Models Schreiber 725	Session 10C Models for Ridesharing 2 Schreiber 525	Session 10D Stochastic Transportation Models Schreiber 201	Session 10E VRP Models 3 Schreiber 605

<p>08:30-10:00 Session 7B: Drone delivery</p> <p>Track: Freight Transportation and Logistics</p> <p>CHAIR: Jungeun Shin</p> <p>LOCATION: SCHR 605</p> <p>08:30 Jungeun Shin, Lavanya Marla and Justin Boutilier Optimizing the Coordination of Ambulances and Drone-delivered Equipment Operated by Bystanders (abstract)</p> <p>09:00 Demetrio Laganà, Patrizia Beraldi, Guilherme O. Chagas and Leandro C. Coelho Planning drone delivery operations under uncertainty in service demand and energy consumption (abstract)</p> <p>09:30 Amro El-Adle, Ahmed Ghoniem and Mohamed Haouari Rural Parcel Delivery by Drone (abstract)</p>	<p>10:15-11:45 Session 8A: Models for last mile delivery</p> <p>Track: Freight Transportation and Logistics</p> <p>CHAIR: Sara Reed</p> <p>LOCATION: SCHR 605</p> <p>10:15 Sara Reed, Ann Campbell and Barrett Thomas Optimal Parking Strategies for Last-Mile Delivery (abstract)</p> <p>10:45 Stefan Voigt, Markus Frank and Prof. Dr. Heinrich Kuhn Last mile deliveries with some-day option for more sustainability in e-commerce (abstract)</p> <p>11:15 Manuel Ostermeier, Andreas Heimfarth and Alexander Hübner Last-mile delivery with robots: a multi-vehicle routing approach (abstract)</p>
<p>13:00-14:30 Session 9B: Network design models</p> <p>Track: Freight Transportation and Logistics</p> <p>CHAIR: Onkar Kulkarni</p> <p>LOCATION: SCHR 201</p> <p>13:00 Lacy Greening, Jisoo Park, Mathieu Dahan, Alan Erera and Benoit Montreuil Middle-Mile Consolidation Network Design: Maximizing Profit through Flexible Lead Times (abstract)</p> <p>13:30 Onkar Kulkarni, Mathieu Dahan and Benoit Montreuil Hyperconnected Relay-Hub Network Design for Consolidation Planning Under Demand Variability (abstract)</p> <p>14:00 Mike Hewitt and Fabien Lehuédé New Formulations for the Scheduled Service Network Design Problem (abstract)</p>	<p>14:45-16:15 Session 10C: Models for ridesharing 2</p> <p>Track: Urban Transportation</p> <p>CHAIR: Sibel Alumur Alev</p> <p>LOCATION: SCHR 525</p> <p>14:45 Yufeng Cao, Xiangyu Jin and Yu Yang Rebalancing an E-scooter Sharing System with En Route Charging Capability (abstract)</p> <p>15:15 Gita Taherkhani, Sibel Alumur Alev and Bissan Ghaddar Data-driven hub network design for ridesharing (abstract)</p> <p>15:45 Matthias Soppert, Claudius Steinhardt, Ralph Angeles and Beatriz Brito Oliveira On the Benefit of Combining Car Rental and Car Sharing (abstract)</p>



INFORMS TSL CONFERENCE | JULY 23-26, 2023

AGENDA - WEDNESDAY, JULY 26, 2023

8:30 - 10:00 a.m.	Session 12A Dynamic Vehicle Routing 2 Schreiber 725	Session 12B Models for Intelligent Transportation Systems 5 Schreiber 406	Session 12C Transportation Models 1 Schreiber 525	Session 12D Urban Transportation 3 Schreiber 605	Session 12E Freight Transportation 3 Schreiber 201
10:15 - 11:45 a.m.	Session 13A Models for Vehicle Scheduling and Routing Schreiber 201	Session 13B VRP with Time Windows Schreiber 725	Session 13C Models for Intelligent Transportation Systems 6 Schreiber 406	Session 13D Urban Transportation 4 Schreiber 605	Session 13E Transportation Models 2 Schreiber 525
11:45 a.m. - 1:00 p.m.	Lunch Regent's Hall				
1:00 - 1:45 p.m.	Session 14: Keynote with Kevin Zhang, PhD Enabling Transportation Optimization and Resilience Analyses Regent's Hall				

2023 INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 프로그램 순서

INFORMS Transportation and Logistics 컨퍼런스 3일차

08:30-10:00 Session 12C: Transportation models 1

Track: Freight Transportation and Logistics

CHAIR: [Lingxiao Wu](#)

LOCATION: [SCHR 525](#)

08:30 [Lingxiao Wu](#), [Asma Mdimagh](#), [Yossiri Adulyasak](#), [Jorge E. Mendoza](#) and [Jean-Francois Cordeau](#)
Heavy-duty Truck Electrification with Charging Infrastructure Decisions ([abstract](#))

09:00 [Guneshwar Anand](#), [Sachin Jayaswal](#) and [B Srirangacharyulu](#)
A Cutting-Plane Based Approach for Fixed Charge Transportation Problem ([abstract](#))

09:30 [Xi Cheng](#) and [Jane Lin](#)
Long-haul Electric Truck Routing and Driver Scheduling with Coordinated Charging Scheduling ([abstract](#))

10:15-11:45 Session 13E: Transportation models 2

Track: Freight Transportation and Logistics

CHAIR: [Kai Wang](#)

LOCATION: [SCHR 525](#)

10:15 [Daniela Sailer](#), [Robert Klein](#) and [Claudius Steinhardt](#)
Demand Management for Parcel Lockers ([abstract](#))

10:45 [Pooria Choobchian](#) and [Bo Zou](#)
Almost Stable Matchings for a Truck Platooning System with Role Specification ([abstract](#))

11:15 [Alexandre Jacquillat](#), [Alexandria Schmid](#) and [Kai Wang](#)
Relay logistics: a column-set-generation approach ([abstract](#))

13:00-13:45 Session 14: Keynote: Kevin Zhang, PhD - "ENABLING TRANSPORTATION OPTIMIZATION AND RESILIENCE ANALYSES"

Location: Regent's Hall on 16th floor of Lewis Towers with overflow into Beane Hall on 13th floor

ENABLING TRANSPORTATION OPTIMIZATION AND RESILIENCE ANALYSES

Transportation infrastructure is critical to freight movements and supply chain performance. Enabling scenario exploration, particularly under potential disruption conditions, is critical to making good decisions about freight movements and resilient infrastructure investments. Yet there are limited open-source tools available to help supply chain participants and transportation planners evaluate the intersection between transportation infrastructure and freight. Open-source tools using inputs that users typically already possess or can easily acquire are particularly rare for resilience analyses. The U.S. Department of Transportation has developed two distinct tools to support these kinds of analyses, the [Freight and Fuel Transportation Optimization Tool](#), which optimizes supply chain freight movements across a multimodal transportation network, and the [Resilience and Disaster Recovery Tool Suite](#), which helps estimate transportation network exposure to hazards and evaluate the return on investment for resilience projects aimed at mitigating uncertain future hazard conditions. Dr. Lewis will discuss the approaches these two tools take to enable transportation optimization and resilience analyses.

Kevin Zhang, PhD, joined the U.S. DOT Volpe Center in 2020 as a data scientist in the Energy Analysis and Sustainability Division. He provides technical support on projects related to resilience of transportation networks, supply chain optimization, and alternative fuels. Zhang also provides support on project work related to the deployment of connected and automated vehicles. Prior to joining the U.S. DOT Volpe Center, Zhang received a doctorate in operations research at MIT. His research focused on developing analytical models for the real-time calibration of traffic simulators. He also worked previously as an operations research analyst at an analytics consulting firm in Boston.