

# 국외 공무여행 결과 보고서

---

2018. 08.

지역도시연구부    임형빈   연구 위 원  
                              김형철   책임연구원



# 목 차

I .	공무여행 개요 .....	1
II .	공무여행 활동개요 .....	3
III .	공무여행 조사결과 .....	5
※	부록(발표자료) .....	19

# I. 공무여행 개요

## 1. 공무여행 개요

- 출장기간 : 2018년 08월 08일(수) - 08월 16일(금) (7박 9일)
- 출장지역 : 네덜란드, 독일, 벨기에
- 출 장 자 : 임형빈 연구위원, 김형철 책임연구원

## 2. 공무여행 목적

- 본 출장은 수탁과제 ‘2018년 대중교통운영자에 대한 경영 및 서비스평가 용역’의 대중교통 여객터미널의 복합환승체계 및 교통약자편의시설을 중심으로 유럽의 선진사례를 답사하기 위한 목적임
- 조사내용은 유럽 3개국(네덜란드, 독일, 벨기에)의 주요 터미널을 대상으로 복합환승 및 수단간 정보제공 체계, 교통약자(고령자, 아동, 임산부 등) 편의시설 등임. 조사를 통하여 충청남도 여객터미널 서비스 향상방안을 모색하는 데에 활용함

## 3. 출장자 및 역할

성명	부서 및 직책	역할
임형빈	지역도시 연구부 연구위원	- 쾰른 중앙역(독일), 브뤼셀 중앙역(벨기에) 현장답사 계획수립 - 철도역, 대중교통 복합환승시설 현장조사 - 네덜란드 아인트호벤 대학교 세미나 참석(토론자)
김형철	지역도시 연구부 책임연구원	- 대중교통의 교통약자(고령자, 아동, 임산부 등) 편의 시설 조사 - 현장답사 준비 및 결과정리 - 네덜란드 아인트호벤 대학교 방문, 세미나 계획수립 및 주제발표 ※ 세미나 주제: 대중교통 및 활동기반통행행태 세미나 ※ 발표제목: Investigating Transit Travel Behavior in Route Choice with Smart-card Data

#### 4. 주요 세부일정

일자	세부일정
8월 8일 (수)	<p>[이동, 항공]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 인천 국제공항 → 네덜란드(암스테르담 스키폴) 국제공항 (출발: 00:55(한국시간), 도착: 04:50(네덜란드시간), 소요시간 10시간 55분)</li> <li>■ (오후)암스테르담 중앙역 환승시설 답사</li> </ul>
8월 9일 (목)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (오전)덴하그 중앙역 환승시설 답사</li> <li>■ (오후)네덜란드 교통약자 대중교통 편의시설 조사</li> </ul>
8월 10일 (금)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (오전, 이동)암스테르담 → 아인트호벤 대학교</li> <li>■ (오후)네덜란드 대중교통 및 활동기반통행행태 세미나 - 아인트호벤 대학교 공과대학 도시계획과</li> </ul>
8월 11일 (토)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (오전, 이동)네덜란드(아인트호벤) → 독일(켈른)</li> <li>■ (오후)켈른 지역의 대중교통 이용 및 편의시설 조사</li> </ul>
8월 12일 (일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 켈른 중앙역 답사 및 대중교통 시설 현장조사 - 복합환승시설 및 교통약자 편의시설 등 조사</li> </ul>
8월 13일 (월)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (오전, 이동)독일(켈른) → 벨기에(브뤼셀)</li> <li>■ (오후)브뤼셀 중앙역 답사 및 대중교통 시설 현장조사 - 복합환승시설 및 교통약자 편의시설 등 조사</li> </ul>
8월 14일 (화)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (오전, 이동)벨기에(브뤼셀) → 벨기에(안트베르펜)</li> <li>■ 안트베르펜 지역의 대중교통 이용 및 편의시설 조사</li> </ul>
8월 15일 (수)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (오전·오후, 이동)벨기에(안트베르펜) → 네덜란드(암스테르담 스키폴 국제공항)</li> </ul> <p>[이동, 항공]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 네덜란드(암스테르담 스키폴) 국제공항 → 타이페이 Chiang Kai Shek 국제공항(환승) → 인천 국제공항 (출발: 20:50(네덜란드시간), 소요시간(환승포함) 16시간30분)</li> </ul>
8월 16일 (목)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 인천 국제공항 도착(20:20)</li> </ul>

## II. 공무여행 활동개요

### 1. 네덜란드

#### 1) 암스테르담 중앙역, 덴하그 중앙역 답사

- 목적: 네덜란드 주요 철도역의 환승시설, 교통약자 편의시설 조사
- 내용1(암스테르담 중앙역 답사): 암스테르담 중앙역은 1889년 10월에 운영을 시작한 이 후, 현재까지 네덜란드와 유럽의 주요 교통중심지 역할을 수행하고 있음. 특히, 해당 역은 암스테르담의 모든 지역뿐만 아니라 유럽의 주요도시와 연결되는 복합환승역으로 타 교통수단 간의 환승시스템, 편의시설 등이 잘 갖추어져 있어 이러한 사항들을 조사하고자 함
- 내용2(덴하그 중앙역 답사): 덴하그 중앙역은 헤이그에 위치하고 있음. 실질적으로 네덜란드의 국회, 행정기관이 모두 헤이그에 있기 때문에 행정수도의 철도역임. 덴하그 중앙역은 복합환승시설이 잘 갖춰져 있고, 트램과의 환승이 용이한 특징이 있음. 이에 따라, 철도수단과 트램과의 환승시설, 개인교통수단과 대중교통 연계시설에 대한 조사를 수행하고자 함

#### 2) 아인트호벤 공과대학교(TU/e) 도시공학과 방문 및 세미나

- 목적: 네덜란드 대중교통 특징 파악, 활동기반 통행행태 학술활동 수행
- 세미나 주제: 대중교통 및 활동기반 통행행태 세미나
- 발표주제
  - (발표1) 교통수요예측의 소셜 네트워크 특징, 활동기반 행태모형 적용 방안(J. Kim 교수)
  - (발표2) 교통카드자료를 활용한 대중교통 통행자 행태 조사(김형철 박사)
- 참석자
  - 아인트호벤 공과 대학교 교수(J. Kim), 석사 및 박사과정 대학원생
  - 충남연구원 지역도시연구부 출장자(임형빈 연구위원, 김형철 책임연구원)

## 2. 독일

- 목적: 쾰른 중앙역 답사, 쾰른 지역 복합대중교통 이용 및 편의시설 조사
- 내용(쾰른 중앙역 답사): 쾰른은 독일에서 베를린, 함부르크, 뮌헨 다음으로 네 번째로 큰 도시임. 공식적으로, 인구는 100만명이 조금 안되는 도시이고, 이웃하는 본, 레버쿠젠, 베르기쉬 글라드바흐 도시들을 포함하는 2백만 가량의 대도시권의 중심지임. 쾰른 중앙역(Cologne Central station)은 1859년 개업한 이래 무려 150년이 넘는 오래된 역임. 또한, 1일 취급 열차수가 1,230편, 경유 승객은 28만명으로 다양한 복합환승시설, 대중교통 편의시설 등이 존재하여 이를 조사하고자 함

## 2. 벨기에

- 목적: 브뤼셀 중앙역 답사, 안트베르펜 대중교통 이용 및 편의시설 조사
- 내용1(브뤼셀 중앙역 답사): 브뤼셀은 벨기에의 수도이고 유럽연합(EU, European Union) 본부가 위치한 유럽연합의 수도임. 브뤼셀 중앙역은 네덜란드, 프랑스, 독일 사이의 지역간 교통결절점으로 유로스타와 탈리스 등의 광역철도가 운행되고 있음. 국가간 광역철도망과 지역내 대중교통 수단 간의 환승시설에 대한 조사를 수행하고자 함
- 내용2(안트베르펜 답사): 안트베르펜은 벨기에의 제2도시이며 안트베르펜 중앙역은 1905년에 건축되었음. 유럽에서 가장 인상적이고 아름다운 기차역 중에 하나로 역 자체만으로도 많은 관광객이 붐비는 철도역임. 해당 역은 파리, 브뤼셀, 암스테르담을 연계하는 고속철도 서비스가 가능한 철도역이며 대중교통이용과 편의시설에 대한 조사를 수행하고자 함

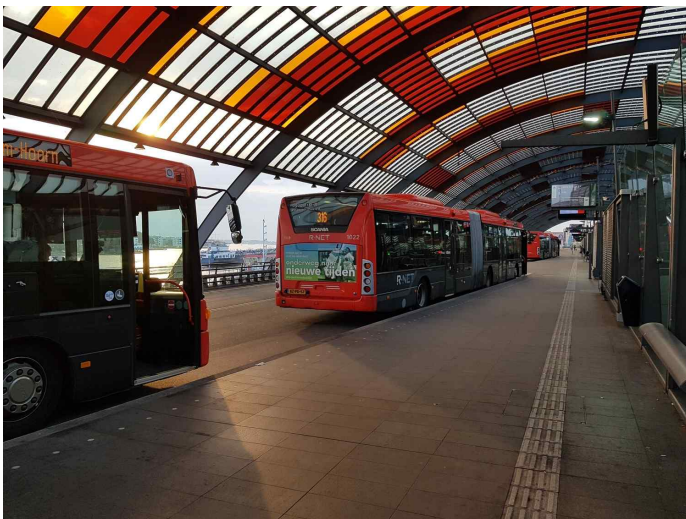
### III. 공무여행 조사결과

#### 1. 네덜란드 대중교통 환승체계 및 교통편의 시설 조사

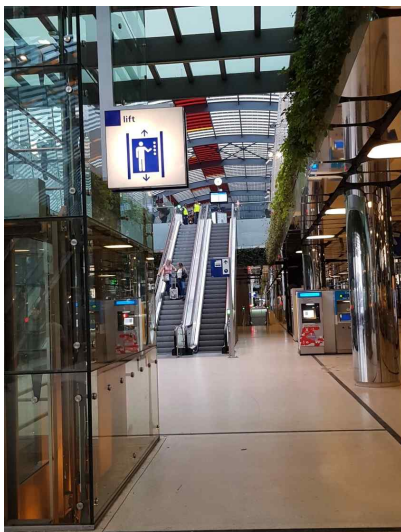
##### 1) 암스테르담 중앙역 환승체계 조사

- 암스테르담 중앙역 환승체계 조사는 버스, 트램, 항만(크루즈) 등을 중심으로 수행하였음
- 버스는 암스테르담 중앙역 2층에서 직접 환승할 수 있는 체계이며, 트램과 항만(크루즈)은 중앙역 외부로 이동하여 환승하는 체계임. 중앙역 내부에 버스, 트램, 항만(크루즈) 등의 노선정보가 제공되며, 각 환승시설에서는 실시간으로 해당 노선의 운행정보를 확인할 수 있는 전광판이 운영되고 있음

암스테르담 중앙역 복합환승체계 현장조사 - 버스 환승시스템



- 암스테르담 중앙역의 버스환승은 2층에 위치하고 있음
- 버스정류소는 A~M 정류소로 방향별로 버스노선을 제공함
- 각 정류소별 버스노선 운행노선도가 제공되며, 실시간으로 버스노선 정보를 제공하는 BIS(Bus Information System)가 구축되어 있음





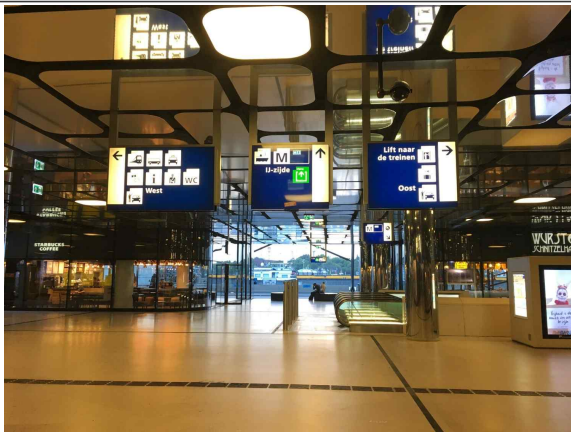
## 암스테르담 중앙역 복합환승체계 현장조사 - 트램 환승시스템



- 암스테르담 중앙역에서 트램으로의 환승은 도보로 3~5분 정도 소요됨
- 트램은 A, B 방면으로 총 9개의 트램 노선이 운행됨. A노선은 1, 2, 5, 13, 17번 트램, B노선은 4, 9, 24, 26번 트램이 운행되고 있음
- 트램의 노선정보는 전광판으로 제공되며, 통행자가 쉽게 트램의 정보를 습득할 수 있게끔 광장의 중앙과 측면에 위치함



## 암스테르담 중앙역 복합환승체계 현장조사 - 항만(크루즈) 환승시스템



- 암스테르담 중앙역에서 크루즈로 환승이 가능하며, 중앙역 1층에서 크루즈 선착장까지 도보로 3~5분 정도 소요됨
- 크루즈는 인접한 육지를 연계하며, 일부 크루즈는 무료로 운행되어 출퇴근 통행자에게 교통편의를 제공하고 있음
- 크루즈 노선정보가 실시간으로 전광판에서 제공되고 있음





## 2) 덴하그 중앙역 환승체계 조사

- 덴하그 중앙역은 지역간 광역철도, 지하철, 버스, 트램, 택시 등 다양한 교통수단이 복합적으로 환승할 수 있는 체계를 이루고 있음

### 덴하그 중앙역 복합환승체계 현장조사 - 버스 환승시스템



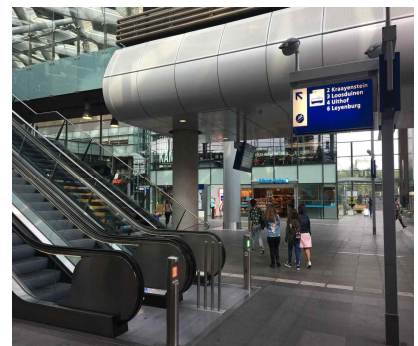
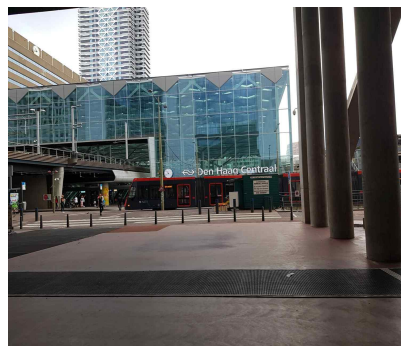
- 2층 버스터미널은 1층에 위치한 자전거, 승용차, 트램 등의 정류장과 환승할 수 있는 시스템을 갖추고 있음
- 승객이 대기할 수 있는 공간이 덴하그 중앙역 2층에 있으며, 다양한 지역간 버스노선이 운행중임



### 덴하그 중앙역 복합환승체계 현장조사 - 트램 환승시스템



- 덴하그 중앙역의 트램 환승시스템은 중앙역 2층과 중앙역 외부에서 모두 환승이 가능한 시스템으로 구성됨
- 지역간 광역철도를 이용한 승객은 도보로 2~3분 이내에 트램으로 환승이 가능하고, 외부 트램은 도보로 3~5분 정도 소요되어 덴하그 중앙역의 트램환승은 매우 편리함



### 3) 네덜란드 대중교통 편의시설

- 네덜란드의 대중교통 편의시설은 복합환승을 위한 교통수단 정보제공 시설, 대중교통 문화시설, 교통약자를 위한 편의시설과 안전시설 등이 있음

네덜란드 대중교통 편의시설 현장조사			
 		<b>[복합환승 교통수단 정보제공]</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 네덜란드 암스테르담, 덴하그 중앙역은 다양한 교통수단의 환승이 용이하게 되어 있는 바, 지도를 통하여 원하는 교통수단으로 환승이 가능하게끔 다양한 위치에 교통수단 정보를 제공하고 있음</li> <li>• 특히, 암스테르담 중앙역은 스키폴 공항에서 외국인들이 많이 유입하는 관문 철도역이며, 관광객들을 위한 안내시스템이 비교적 잘 갖춰져있는 특징이 있음</li> <li>• 모든 수단별로 전광판을 통하여 실시간 교통수단 운영 정보를 제공하는 점이 특징임</li> </ul>	
 		<b>[대중교통 문화시설]</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 암스테르담, 덴하그 중앙역 내에 일반인 또는 여행객들은 직접 피아노를 연주할 수 있음</li> <li>• 대중교통시설이 단순히 이동수단을 돕는 시설을 넘어서 통행자들에게 휴식을 제공하고 있음</li> </ul>	
 		<b>[안전시설, 교통약자 편의시설]</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 위급한 상황에 놓인 통행자에게 SOS 또는 안내를 요청할 수 있는 Call Service가 구비되어 있음</li> <li>• 버스 내에는 교통약자를 위한 좌석과 별도의 공간이 구비되어 있어 대중교통 이용이 편리함</li> </ul>	
 			

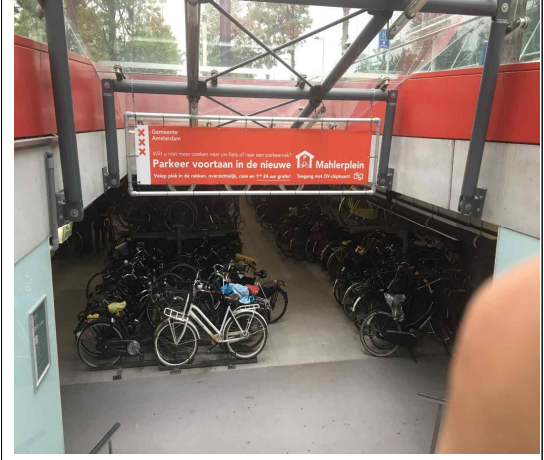
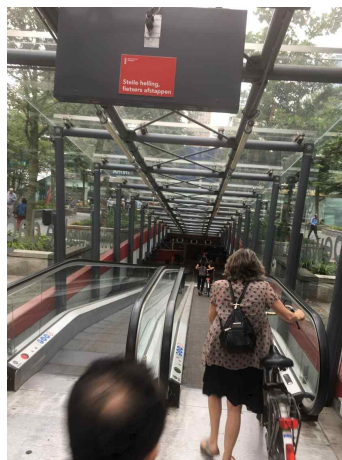


## 네덜란드 자전거 이용 편의시설 현장조사



### [자전거 이용자 편의시설]

- 네덜란드는 자전거 이용률이 매우 높은 나라이고, 도로의 교통수단과 함께 자전거 도로와 신호시스템이 매우 잘 구축되어 있음
- 근거리의 빈번한 통행을 자전거로 이동하는 특징이 있으며, 자전거 통행량이 높은 지역에는 지하에 자전거 주차시스템을 갖추고 있음



### [철도역과 자전거 주차시설]

- 자전거 이용이 대중화됨에 따라 철도역 내에 자전거 주차장 시설이 매우 빈번히 관측됨
- 자전거 이용률이 높은 원인은 자전거 운영시스템이 잘 구축되었고, 일반 차량을 위한 교통시스템보다는 버스, 트램, 지하철 등의 대중교통 위주의 시스템이 체계적으로 구축된 것으로 판단됨
- 이에 따라, 근거리의 통근, 통학 통행에는 대부분 자전거 수단이 주로 이용됨

암스테르담  
중앙역  
자전거  
주차장



덴하그  
중앙역  
자전거  
주차장



## 2. 대중교통 및 활동기반 통행행태 세미나

- 네덜란드 아인트호벤 대학교를 방문하여 국제적으로 연구가 활발히 진행중인 활동기반 통행행태 분석, 대중교통 빅데이터를 이용한 통행행태 분석 등의 주제로 세미나를 개최하였음

### 네덜란드 아인트호벤 대학교 세미나 - 발표 1

- 발표주제: Social Networks, Social Influence and Activity-Travel Behavior
- 발표자: 네덜란드 아인트호벤 대학교, J. Kim 교수
- 내용: 교통수요예측의 소셜 네트워크 특징, 활동기반 행태모형 적용 방안
  - 개별 통행자의 소셜 네트워크 정의방법
  - Social activity-travel 상에서 소셜 네트워크 효과 측정 방법
  - 교통수요예측 상에서 이러한 소셜 네트워크와 효과를 모델링 하는 방법

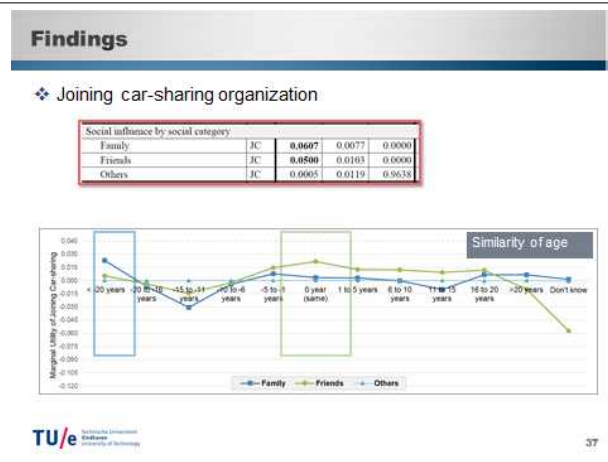
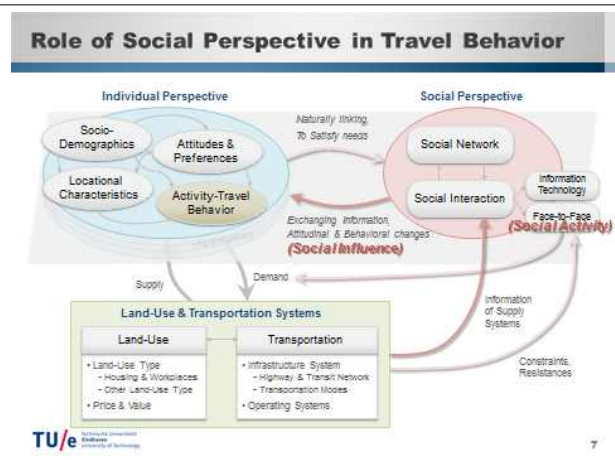
[CNU & TU/e Seminar (August 10, 2018)]

### Social Networks, Social Influence and Activity-Travel Behaviour

: A Review of Models and Empirical Evidence



Jinhee Kim  
Assistant Professor  
Urban Planning Group  
Eindhoven University of Technology



### Measurement of Social Influence Variable

You Are Currently Using		Possible Option	
<b>Purchase cost</b>	Nothing	Buy a 2nd car The price is €20000 The value of a car will annually decrease by ~40% of the value of previous year	Join car-sharing The deposit is €150 It will be returned in full after your subscription fee expired
<b>Maintenance cost</b>	Nothing	€200/month	€25/month (insurance)
<b>Operating cost</b>	Average time: €9.25/km Fuel consumption: €2.096/km	Fuel consumption: €9.072/km Distance rate: €2.15/km Hourly rate: €3/hour	
<b>Access time</b>	Station Automatic	Parking lot (2nd car) Timetable	Park OK Capture: 6 minutes
<b>Availability of car use</b>	Probably to be able to use your current car: 40%	Probably to be able to use your current car or 2nd car: 100%	Probably to be able to use a shared car: 90%
<b>Your previous choice: (C)</b>	IC: Do nothing / remain with the current situation	Buy 2nd car	Join car-sharing organization
The following people from your social network have shown in this situation that they would join the car sharing organization			
Category	Family	Friend	Others
People who show Joining Car-sharing	James Amy	Maria Peter	(probably)
Percentage	87%	100%	0%
Based on this situation, which one would like to choose?			
Choice	IC: Do nothing - remain with the current situation	Buy 2nd car	Join car-sharing organization

TU/e





- 발표주제: Investigating Transit Travel Behavior in Route Choice with Smart-card Data
- 발표자: 충남연구원, 김형철 박사
- 내용: 교통카드자료를 활용한 대중교통 통행자 행태 조사
  - 한국의 교통카드자료 특징과 대중교통 요금징수 방법
  - 대중교통 통행패턴 특징과 네트워크 집합화 방법
  - 확률적 통행배정을 이용한 복합대중교통 경로선택행태 모형 개발
  - Multinomial Logit Model을 이용한 확률적 대중교통 통행배정 방법론 개발

Seminar  
At Eindhoven University  
10. 08, 2018

---

Investigating Transit Travel Behavior  
in Route Choice with Smart-card Data

---

Hyoungchul Kim, Ph.D.  
Chungnam Institute at Gongju  
South Korea

2. Smart Card

Types of Smart Card

4

4. Preparing Data for Analysis

Grouping near-by bus stops to a node

Before After

30,696 disaggregated bus stops 5,029 aggregated bus stops

13

5. Calibration of Transit Route Choice Model

Utility Function of the Choice Model

$$V = -0.018T_{IVTT} - 0.03TX + 3.147RRT - 0.39Detour - 3.842 \exp(NX)$$

Variables	T_IVTT (In-vehicle Travel time)	TX (Transfer Time)	RRT (Ratio of Rail Time)	Detour (Degree of Curvature)	Exp(NX) (Number of transfers)
Value of Parameter	-0.018	-0.03	3.147	-0.390	-3.842
t-value	-35.5	-88.4	298.2	-42.1	-461.4

Rho-squared ( $\rho^2$ ) = 0.828

No. of O-D pairs (Cases) = 124,393

19



### 3. 독일 대중교통 환승체계 및 교통편의 시설 조사

#### 1) 쾰른역 환승체계 조사

- 유럽의 대표적인 철도역인 쾰른역을 대상으로 대중교통 환승체계 및 교통편의 시설을 조사하였음

#### 독일 쾰른역 복합환승체계 현장조사



- 쾰른역은 유럽의 장거리 대중교통의 허브 역할을 하는 철도역이고, 지역 내, 지역간 18개 철도노선이 교차하는 대중교통 결절점임
- 다양한 초고속 열차가 운행되며, 독일의 여러도시뿐만 아니라 여러 인접국가를 연결하고 있음
- 탈리스 고속열차를 이용하여 아헨, 리에주, 브뤼셀, 파리까지 이동이 가능함





독일 쾰른역 복합환승체계 현장조사 - 버스, 택시 환승시스템, 자전거 편의시설



[버스 환승시스템]

- 쾰른역에서 버스로의 환승은 역사 밖에 있는 버스터미널에서 가능하며, 도보로 5분 정도고 소요됨
- 쾰른역 내부에 버스 환승시스템이 없어 버스로 환승하는 데에 약간의 불편함이 존재하나, 환승시간이 도보로 5분 정도 소요되며, 환승의 편의가 높은 편임
- 프랑크푸르트 공항 셔틀버스가 운행되고 있음

[택시 환승시스템]

- 쾰른역에서 택시로의 환승은 역사 밖에 있는 택시터미널에서 가능하며, 도보로 3분 정도 소요됨
- 쾰른역 주변에 관광지가 많기 때문에 관광객들이 택시를 이용하는 수요가 많음
- 쾰른역 주변환경으로 인하여 역사의 확장이 불가능한 점을 미루어 볼 때, 비교적 택시터미널이 쾰른역과 인접하여 환승편의는 높음



[자전거 이용 편의시설]

- 유럽의 통근자, 통학생들은 대부분 근거리 통행일 경우 자전거를 많이 이용하는 특징이 있음
- 쾰른역 주변에도 자전거 주차장이 협소할 정도로 자전거 통행량이 많음. 자전거 주차장도 쾰른역에서 5분 거리에 위치하고 있음

## 2) 쾰른역 대중교통 편의시설

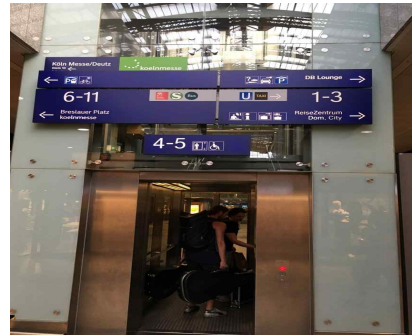
- 쾰른역을 대상으로 한 대중교통 편의시설 조사내용은 교통약자를 위한 편의시설과 안전시설, 관광객과 여행자를 위한 편의시설 등으로 구분됨

### 네덜란드 대중교통 편의시설 현장조사



#### [안전시설, 교통약자 편의시설]

- 쾰른역 승강장에는 안내시설과 응급시설이 위치해 있어 철도 이용객의 안전과 원활한 열차서비스 제공을 도모하고 있음
- 역사 내부에 응급전화 시스템이 있으며, 철도안전과 교통약자를 위한 이동 편의시설이 있음



#### [관광, 여행자 편의시설]

- 쾰른역 주변에 관광지로 인하여 관광 셔틀버스가 운행중임
- 쾰른역에는 다양한 열차가 운행되고 있으며, 자전거와 함께 탑승할 수 있는 시스템이 있음. 자전거를 이용하여 출퇴근, 통학, 여행하는 사람들을 위해 편의를 제공하는 점이 특징임
- 쾰른역은 유럽의 중심역이고 환승 통행객이 많음. 장시간 대기하는 승객을 위해 짐을 보관하는 머신이 쾰른역 내부에 있으며, 현금과 카드로 해당 서비스를 이용할 수 있음



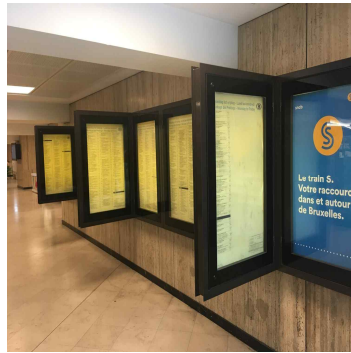


### 3. 벨기에 대중교통 환승체계 및 교통편의 시설 조사

#### 1) 브뤼셀 중앙역, 미디역 환승체계 및 편의시설 조사

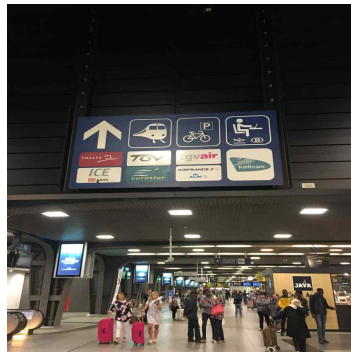
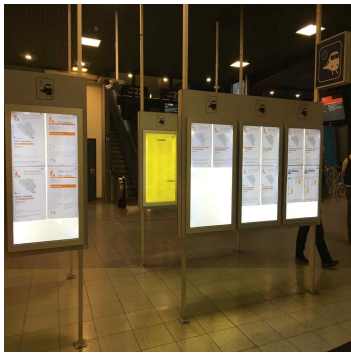
○ 브뤼셀 중앙역, 미디역을 중심으로 복합환승체계와 편의시설을 조사하였음

##### 브뤼셀 중앙역, 미디역 복합환승체계 현장조사



##### [환승체계 시설]

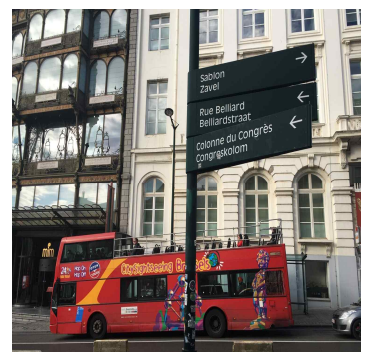
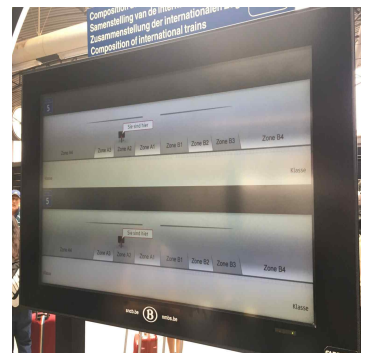
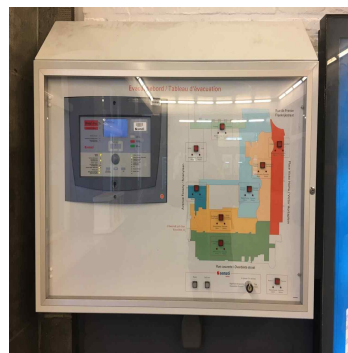
- 브뤼셀 미디역(Midi station)은 벨기에의 중심역임. 탈리스, TGV, tgvair, ICE, eurostar, airfrance, railteam 등 다양한 열차가 교차, 환승하는 역으로 환승정보에 대한 시설이 비교적 많은 특징이 있음
- 복잡한 철도역 구조를 쉽게 알아볼 수 있도록 역사 곳곳에 역사 내부의 지도가 위치해 있으며, 여행자가 쉽게 승차나 환승할 수 있도록 방향표시 시스템이 잘 갖춰져 있음



##### 브뤼셀 중앙역, 미디역 편의시설 현장조사

##### [이용자 편의시설]

- 브뤼셀 미디역에서는 응급상황 발생 시 쉽게 대피할 수 있도록 대피정보를 제공해주는 시스템이 있음
- 열차 승강장에는 열차가 서는 위치를 전광판으로 알려주는 서비스를 제공하고 있어, 탑승객의 편의를 도모하고 있음
- 물건을 보관하는 시스템이 있음
- 브뤼셀 중앙역에는 관광객을 위한 2층 버스가 운행하고 있음



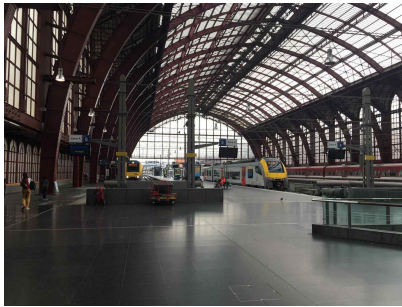
## 2) 안트베르펜 센트럴역 환승체계 및 편의시설 조사

○ 안트베르펜 센트럴역을 중심으로 복합환승체계와 편의시설을 조사하였음

### 안트베르펜 센트럴역 복합환승체계 현장조사



- 안트베르펜 센트럴역은 지하 2층에서 지상 2층까지 열차의 환승이 가능하도록 설계되어 있음
- 환승이 가능한 교통수단은 트램, 버스, 지하철, 택시 등임. 지하 1, 2층은 주차장과 연계되는 환승시스템이 있음
- 안트베르펜 센트럴역은 프랑스 파리, 브뤼셀, 암스테르담을 연계하는 역이며, 건축물이 오래되었고 해당 역 자체가 관광지로 유명함



### 안트베르펜 센트럴역 대중교통 편의시설 현장조사

- 안트베르펜 센트럴역은 관광객이 많은 기차역임. 안트베르펜 시내로 이동할 수 있는 트램, 버스, 택시 등의 환승정보를 역에서 제공하고 있음
- 버스 환승 정류소에는 버스운행정보를 실시간으로 제공하는 BIS시스템이 설치되어있음
- 안트베르펜 지역 내에 자전거 대여 시스템이 있어 방문객의 이동편의를 도모함



## 4. 시사점 (충남 적용 방안)

### 1) 다수단 복합환승센터(항만과 철도역 연계)

- 네덜란드 암스테르담 중앙역은 지역간, 지역내 철도의 중심역할을 수행하는 교통결절점임. 해당 역은 항만(크루즈), 지하철, 버스, 트램, 자전거, 승용차 등의 복합환승시스템을 완벽히 갖추고 있음
- 충남은 예타면제 사업으로 아산석문산단선이 계획되었고, 향후 대산항까지 대산항선을 연계하여 중부권을 동서로 횡단하는 철도를 구상중임. 현재 대산항은 중국과의 여객선 운행이 가시화되고 있으며, 대산항선이 원활하게 추진될 경우 암스테르담 중앙역과 유사한 환승체계를 가질 것으로 예상됨. 따라서, 향후 대산항선의 사업계획이 구체화된다면 암스테르담 중앙역의 복합환승센터 사례를 검토하여 반영할 필요가 있음

### 2) 지역간 철도와 지역내 대중교통 연계

- 네덜란드 덴하그 중앙역은 지역간 광역철도, 트램, 버스, 택시, 승용차, 자전거 등의 다양한 교통수단으로 환승이 가능한 역임. 특히, 트램은 철도역 지상 2층에서 환승이 가능하며 환승체계가 효율적이고 환승시간이 비교적 짧음
- 충남을 경유하는 서해선복선전철의 홍성역, 삽교역은 모두 내포신도시 인근의 철도역이며, 내포신도시로 이동할 수 있는 대중교통 환승체계가 필요함. 내포신도시 접근 시 트램 또는 버스와 같은 교통수단이 서해선복선전철에서 원활하게 환승할 수 있는 체계가 필요함. 따라서, 현재 시점에서 서해선복선전철 철도역에 반영할 수 있는 사항을 네덜란드 덴하그 중앙역의 복합환승시스템의 사례를 살펴보고 진단할 필요가 있음

### 3) 관광지역 철도역 환승시설

- 관광객들의 환승편의를 도모하기 위해서는 안내데스크, 응급상황 시의 다국적 언어소통 시스템, 환승과 편의시설 표지판 등이 필요함. 브뤼셀 미디(Midi)역은 다양한 광역철도가 환승하는 역이고, 다국적 여행객이 많이 방문하는 대표적인 유럽의 철도역임. 이와 같은 역의 사례를 KTX공주역에 반영하여



방문객들의 교통편의를 향상시킬 수 있는 방안을 검토할 필요가 있음

- 자연재해와 같은 응급상황 하에서 방문객들이 대피해야할 위치를 알려주는 표지판, 키오스크 등이 필요함. 브뤼셀 미디역은 이와 같은 응급상황 하에서 통행자에게 대피하는 방안을 제시해주는 시설물이 있음. 평상시에 대중교통 이용의 편리성을 향상시키는 표지판이나 안내데스크도 중요하지만 응급상황이나 자연재해와 같이 비상 상황 하에서 철도역 방문객들에게 소중한 정보를 제공해 줄 수 있는 시설도 필요함

#### 4) 대중교통 교통약자 편의시설, 대중문화 시설

- 네덜란드, 독일, 벨기에 등의 대중교통 편의시설에는 교통약자를 배려하는 시설이 대부분 설치되어 있음. 특히, 네덜란드 버스의 경우는 교통약자를 위한 휠체어, 유모차 공간이 별도로 구비되어 있음. 이러한 선진 사례를 충남이 시내버스를 중심으로 도입할 필요가 있음. 이러한 교통약자를 배려하는 시설이 확산될 경우, 고령화된 충남의 개인교통수단 통행자가 대중교통 수단으로 통행전환이 이루어질 것이고, 대중교통 이용이 활성화 될 것으로 판단됨
- 암스테르담, 덴하그 중앙역 내부에는 피아노가 개방되어 있어 철도역 방문객들이 직접 피아노 연주를 할 수 있음. 환승을 위한 통행자는 잠시 휴식을 가질 수 있으며, 방문객들에게 깊은 인상을 남겨주는 효과가 있음. 충남에서 방문객이 가장 많은 KTX천안아산역에 이와 같은 문화시설을 설치하여 일상의 피로를 풀 수 있는 문화공간을 제공하는 것도 고려해볼 필요가 있음

#### 5) 대중교통과 자전거 편의시설

- 유럽의 자전거 주차장은 주변시설과 이격되지 않고 조화롭게 설치되어 있음. 특히, 대중교통시설과 자전거 환승시스템이 잘 갖춰져있어 승용차 이용을 억제하고 친환경 교통수단을 활성화하는 데에 기여하고 있음
- 유럽은 자전거 통행량이 매우 많고, 자전거와 관련된 시설물(도로, 표지판, 신호시스템 등)이 도로에 설치되어 있음. 이와 반면에 충남을 포함한 우리나라는 차량중심의 도로시설이 설치되어 있는 바, 자전거 이용 편의시설을 지속적으로 구축하고, 대중교통과 자전거의 원활한 환승을 위한 연계시스템 구축이 필요함



# 부록 (발표자료)

## 1) 세미나 발표자료 1

- 발표주제: Social Networks, Social Influence and Activity-Travel Behavior

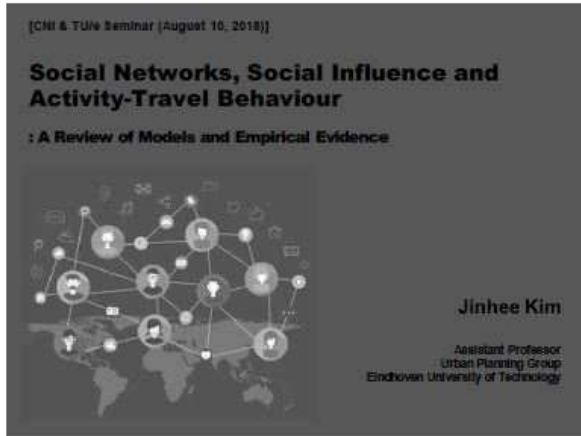
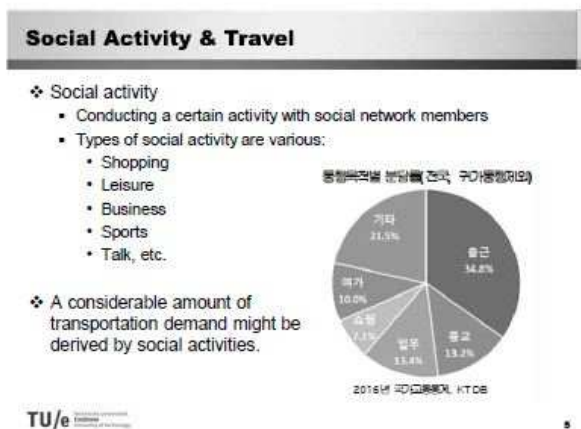
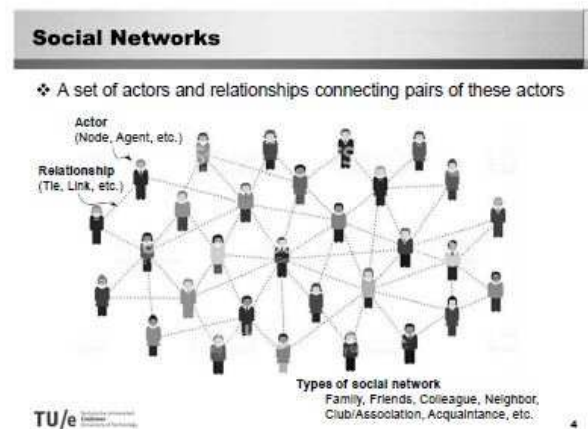
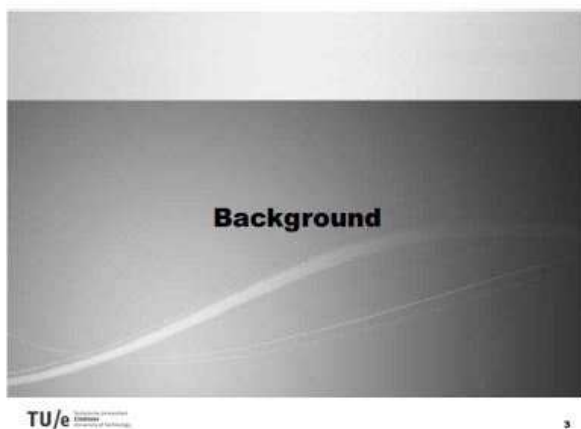


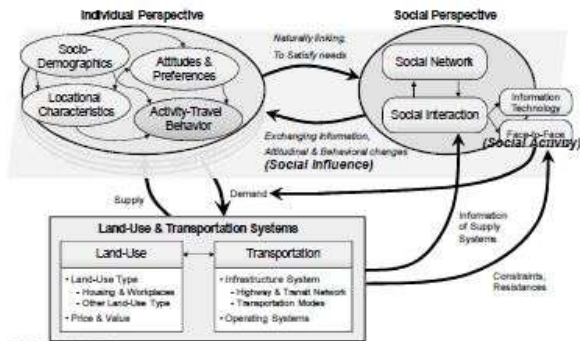
Table of Contents	
➔	Background
➔	Ego-Centric Approach
➔	Social Activity & Travel
➔	Social Influence on Activity-Travel Decision
➔	Future Research Directions

TU/e Eindhoven University of Technology



- Social Influences (Conformity Behavior)**
- ❖ People may act upon or **change their decisions** to match attitudes, beliefs and behaviours according to the norms of their social network.
- ❖ Motivation (Cialdini & Goldstein, 2004)
- To achieve their goals efficiently,
  - To be accepted by the members of the group, and/or
  - To maintain positive self-concept
- ❖ Other terms
- Spill-over effect, peer effect, social multiplier, bandwagon effect, imitation, contagion, herd behavior, etc.
- TU/e Eindhoven University of Technology

## Role of Social Perspective in Travel Behavior

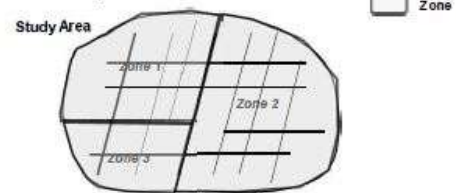


TU/e

7

## Beyond Individualistic Perspectives

❖ Unit of traffic analysis

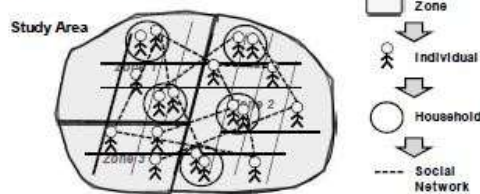


TU/e

8

## Beyond Individualistic Perspectives

❖ Unit of traffic analysis

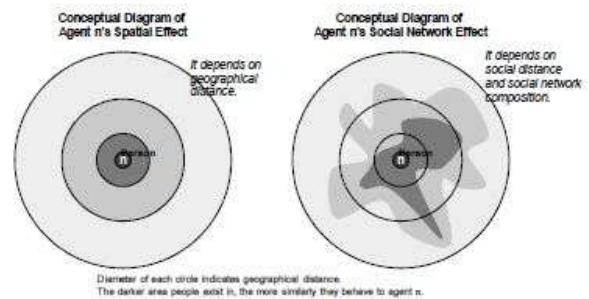


- ❖ Social network characteristics of each individual can be
  - a source of explanation of social activity-travel generation, and
  - a source of explanation of other activity-travel decisions.

TU/e

9

## Comparison of Spill-over Effects : Spatial Effect .vs. Social Network Effect



TU/e

10

## Key Issues

- ❖ How to identify social network of each individual
- ❖ How to measure the effects of social networks on
  - Social activity-travel generation, and
  - Social influence in activity-travel decisions
- ❖ How to model those effects to forecast transportation demand

TU/e

11

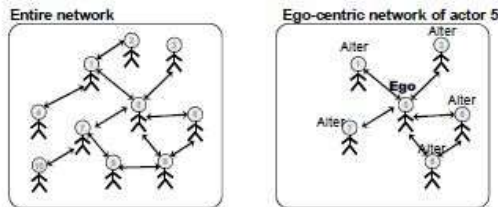
## Ego-Centric Approach

TU/e

12

## Ego-Centric Network

- ❖ From the respondent's perspective, an ego-centric network can be viewed as 'my network'.



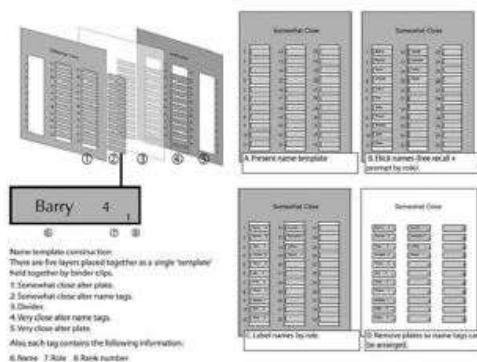
## Step 1: Identifying Ego-Centric Networks

- ❖ Eliciting **manageable lists** of alters among all social network members of a respondent
- ❖ Name generators
  - Ex) people with whom:
    - you discuss important matters,
    - you regularly keep in touch with,
    - you spend leisure time,
    - you make plans to spend free time, etc.

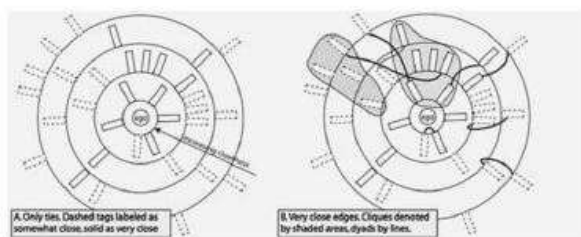
## Step 2: Measuring each ego-alter relationship

- ❖ Name interpreter (Attributes of ego-centric data)
  - Type of relationship
  - Degree of closeness (i.e. tie strength)
  - Duration of the relationship
  - Contact frequencies
- Episodes of social activities
  - Frequency, purpose, location, duration, the number persons involved, time of day, etc.

## Example 1: Hogan et al. (2007)



## Example 1: Hogan et al. (2007)



## Example 2: Kim et al. (2017)

- ❖ Name generator

3 persons for each social category

\*\*\*\*\*

Please now consider the people who are part of your social network (e.g., family, relative, friend, colleague, neighbor, etc.)

Please consider these people

(1) who you discuss important matters with;  
 (2) who regularly keep in touch with;  
 (3) who you can trust; and/or  
 (4) who you spend with about 50% or more of the past six months

Please list below the first names of these people (3 people for each category)

These names will be used later in the questionnaire. If two or more people have the same name, please also add a number, for instance, Tim 1, Tim 2, Tim 3, etc.

Category	Name
Family	_____
	_____
	_____
Friends	_____
	_____
	_____
Others (colleagues, neighbors, etc.)	_____
	_____
	_____

Previous Next

## Example 2: Kim et al. (2017)

### Name interpreter

We ask you for information about people in your social network (e.g. age, gender, where they live), and how connected you feel with them.

Category	Name	Closeness	Age	Gender	Where they live
Family	Ally	Very close	25	Female	Same city
	Jennie	Close	25	Female	Other city, within radius of 50 km
	Kevin	Close	25	Male	Other city, within radius of 50 km
Friend	Maria	Very close	24	Female	Same city
	Kim	Very close	24	Male	Same city
	Peter	Very close	25	Male	Other city, within radius of 50 km
Others	Susan	Somewhat close	22	Female	Same city
	Jane	Somewhat close	22	Female	Same city
	Ben	Not close	22	Male	Other city

Please indicate how frequently you contact each person through different ways

Category	Name	Phone call	SMS/whatsapp/facebook	Email	Face-to-face (meet)
Family	Ally	Once a week	Once a month	Once a month	Once a month
	Jennie	2-3 times a week	1-2 times a week	Once a month	Once a month
	Kevin	2-3 times a week	1-2 times a week	Once a month	Once a month
Friend	Maria	2-3 times a week	1-2 times a week	Once a month	Once a month
	Kim	2-3 times a week	1-2 times a week	Once a month	Once a month
	Peter	Once a week	Once a month	Once a month	Once a month
Others	Susan	Once a week	Once a month	Once a month	Once a month
	Jane	Once a week	Once a month	Once a month	Once a month
	Ben	Once a week	Once a month	Once a month	Once a month

TU/e  
Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology

19

## Ego-Centric Data Collected

No.	Researchers	Objective	Subject	Method	City
[1]	Carrasco, Hogan, Wolfman, Miller (2008)	Social activity-travel	Social Activity	Isolated	Toronto, Canada
[2]	Friel, Ashhausen (2007)		Social Activity	Isolated	Zurich, Switzerland
[3]	van den Berg, Arentze, Timmermans (2009)		Social Activity	Isolated	Eindhoven, Netherlands
[4]	Kowald, Ashhausen (2012)		Leisure Activity	Connected Snowball	Switzerland
[5]	Carrasco, Bustos, Cid-Aguayo (2013)		Social Activity	Isolated	Concepcion, Chile
[6]	Sharmeen, Arentze, Timmermans (2013)	Social Influences	Social Activity	Isolated	Netherlands
[7]	Aasen (2010)		Purchase of PHEV	Isolated Secondary	Northern California, USA
[8]	Scott, Dem, Pass, Wilson (2012)		Telework	Isolated	Ontario, Canada
[9]	Zanni, Ryley (2013)		Travel Mode Choice	Isolated	London & Glasgow, UK
[10]	Pike (2014)		Travel Mode Choice	Isolated	UC Davis (students), USA
[11]	Kim, Rasouli, Timmermans (2017)		Car-sharing	Isolated	Netherlands

TU/e  
Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology

20

## Social Activity & Travel

TU/e  
Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology

21

## Facets



TU/e  
Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology

22

## Approaches (Models)

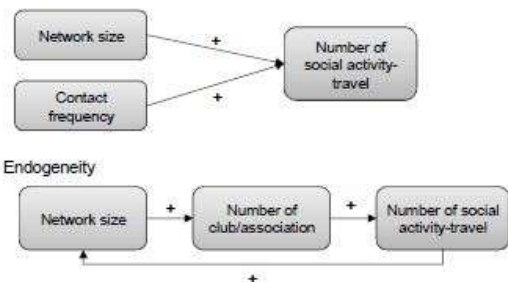
- ❖ Test of causality
  - Regression models
  - Path analysis
  - Structural equation models, etc.
- ❖ Ego-level analysis
  - Aggregate patterns of social activity-travel
  - Ex) What kind of person interact more often on average?
- ❖ Ego-alter-level analysis
  - Allowing for heterogeneity according to specific alters
  - Ex) With whom do people interact more often?

TU/e  
Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology

23

## Empirical Findings

- ❖ Social activity participation



TU/e  
Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology

24



## Empirical Findings

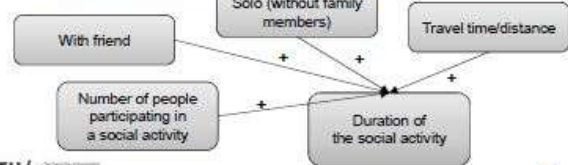
- ❖ Social activity participation (continue.)
  - People tend to have more frequent social activities with:
    - Friends,
    - Close alters (emotionally and/or geographically),
    - Alters in the similar age group
  - Alters who contact more frequently using ICT modes
    - ICTs tend to have a **complementary role** with respect to face-to-face interactions.

## Empirical Findings

- ❖ Social activity location (Travel distance)



- ❖ Social activity duration



## Social Influence on Activity-Travel Decision

## Discrete Choice Model of Social Influence

- ❖ Discrete choice with social interactions (Brook & Dursaut, 2001)
  - "...the utility or payoff an individual receives from a given action **depends directly on the choices of others** in that individual's reference group, ... This type of **spill-over** is an example of a classical **nonpecuniary externality**."
- ❖ A general utility function with social influence variable

$$U_n = X_n \beta^X + S_n \beta^S + \varepsilon_n$$

- $U_n$  : An utility of alternative  $i$  as perceived by agent  $n$
- $X_n$  : A  $(1 \times K)$  vector of explanatory variables describing alternative  $i$  and agent  $n$
- $\beta^X$  : A  $(K \times 1)$  vector of coefficients of explanatory variables
- $\beta^S$  : A coefficient of social influence variable
- $\varepsilon_n$  : A random disturbance term of alternative  $i$  by agent  $n$

**Social Influence Variable**  
Average behavior of agent  $n$ 's reference group  
(= social network)

## Measurement of Social Influence Variable

- ❖ Proxy variable approach
  - The lack of the explicit social network information of each individual in a large-scale study area
  - Assuming that the aggregate behavior of one's true reference group can be represented by the average behavior of a **particular sub-set of observations** whose socio-demographic characteristics and residential location match those of the reference group
- ❖ Experimental approach
  - During a stated choice experiment
  - Social influence variable is dealt with as an experimental attribute which is **hypothetically designed** by researchers and systematically varies across different choice situations.

## Measurement of Social Influence Variable

- ❖ Ego-centric approach
  - Assuming the ego-centric network **elicited by ego** represents the reference group that influences ego's behavior.
  - After the name interpreters, respondents are asked to **report the alters' travel behaviors**.
- ❖ Combined ego-centric network and experimental approach
  - First, collecting the ego-centric network
  - Second, designing the hypothetical social influence variable using the real alters' name

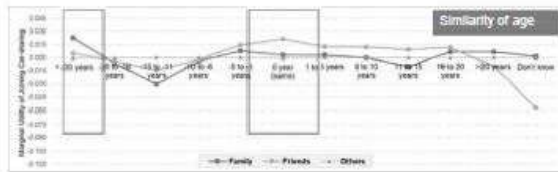




## Findings

### ❖ Joining car-sharing organization

Social influence by social category				
Family	IC	0.0617	0.0077	0.0001
Friends	IC	0.0588	0.0103	0.0001
Others	IC	0.0062	0.0117	0.9638



## Future Research Directions

### ❖ Designing proper name generators in activity-travel research

- Highly depend on identified network
- Selection bias issue (non-random sample)

### ❖ Joint scheduling on social activity-travel

- Negotiation

### ❖ Other facets of social influences

- Choice set composition
- Joint decision-making, etc.

### ❖ Developing a **comprehensive model** of activity-travel behavior

- Incorporating the social perspective into activity-based models of travel demand forecasting

### ❖ Application of **new data sources** to social interaction studies

- Using user-generated data from smart phones, smart cards, and social media (e.g., Twitter, Facebook, etc.)
- Such big data contain both social interaction and spatio-temporal information
- Therefore it may provide better or complementary opportunities for researchers to get more detailed and accurate information of connected personal networks including their activity-travel patterns.

Kim, J., Rasonli, S. and Timmermans, H.J.P. (2018) Social networks, social influence and activity-travel behavior: A review of models and empirical evidence. *Transport Reviews*, Vol 38, pp 499-523.

**Thank you**

j.kim@bwk.tue.nl

## 2) 세미나 발표자료 2

- 발표주제: Investigating Transit Travel Behavior in Route Choice with Smart-card Data

Seminar  
At Eindhoven University  
10. 08, 2018

### Investigating Transit Travel Behavior in Route Choice with Smart-card Data

Hyoungchul Kim, Ph.D.

Chungnam Institute at Gongju  
South Korea



#### Contents

1. Background
2. Smart Card
3. Traveler's Behavior in Smart-card Data
4. Preparing Data for Analysis
5. Calibration of Transit Route Choice Model

1

### 1. Background

#### Motivations

- Few studies about transit route choice behavior in composite transit network with revealed preference data.
- Valuable information on the traveler's transit path in smart card data
- The necessary of calibrating route choice model for better forecasting at the stage of transit assignment in policy analysis.

2

### 1. Background

#### Research Focuses

- Preparing meaningful transit data from transportation smart-card, and simplifying bus network by grouping bus stops.
- Analyzing simple statistics with smart-card data, and finding general rule of mode and route choice behavior.
- Calibrating model for route choice on the composite transit network using smart-card data.

3

### 2. Smart Card

#### Types of Smart Card



4

### 2. Smart Card

#### Usages of Smart Card



5

## 2. Smart Card

### Transit Fare System

- Distance-based fare system. However, the fares are charged in discrete manner rather than continuous.
  - For example, it is 900 won (Korean currency, approximately 0.9 EUR) flat fare until the first 10 Km, and then adding 100 won for every additional 5 Km.
- There is no any additional cost for transfers within 30 minutes less than 4 times transfer with smart-card, but not for cash.
- It is same amount of fare for same Origin-Destination stop pair.

6

## 2. Smart Card

### Data in Transportation Smart-card

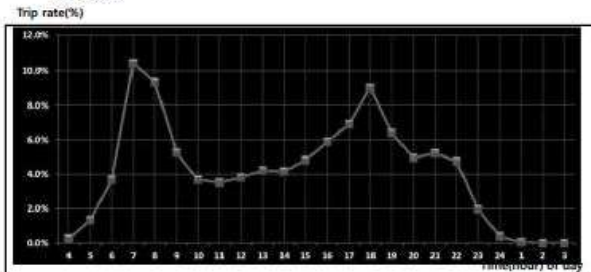
- Transportation smart-card ID code
- Transit mode code (Various types of bus, Metro, etc.)
- Number of transfer within 30 min. for a linked trip.
- Bus line ID code
- Bus Operating Company ID code
- Bus Vehicle ID code
- Traveler type code (student, handicapper, elderly etc.)
- First boarding and transfer boarding time and date
- Boarding stop or station ID code
- Alighting time and date for transfer or final destination
- Number of passengers together with the same card
- Amount of base flat fare charged at the first boarding
- Final fare based on travel distance charged at final alighting stop or station
- In-vehicle travel distance (m)

7

## 3. Traveler's Behavior in Smart-card Data

### Transit Passengers at each time of day

- Higher and sharper peak during AM peak hour than PM peak in Seoul

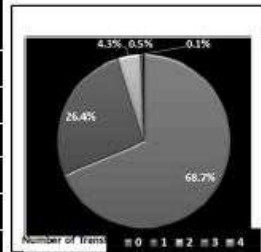


8

## 3. Traveler's Behavior in Smart-card Data

### Trip Amount and Number of Transfers in a Path

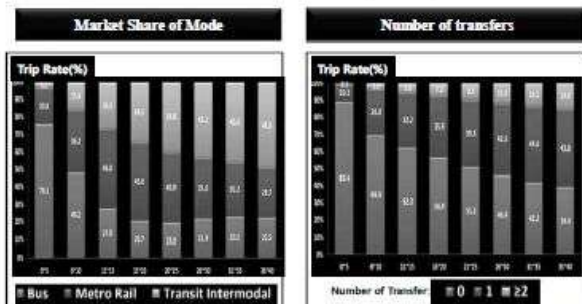
Number of Transfer	Trips(person)	Rate(%)
0	9,270,666	68.7
1	3,565,696	26.4
2	582,644	4.3
3	65,890	0.5
4	16,869	0.1
Total	13,501,765	100.0



9

## 3. Traveler's Behavior in Smart-card Data

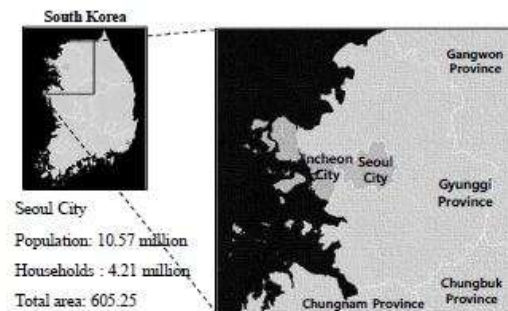
### Mode Share and Number of Transfer Depending on Travel Time



10

## 4. Preparing Data for Analysis

### Location of Seoul (the study area)



11

#### 4. Preparing Data for Analysis

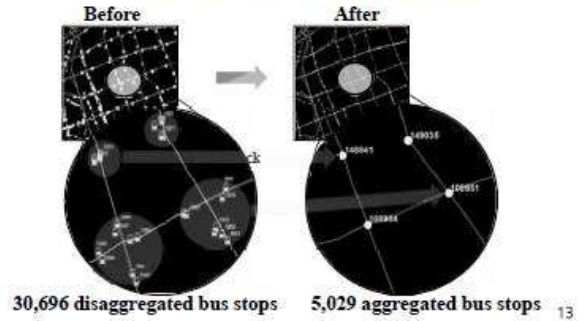
Transit Network Systems of Smart-card in Seoul

Metro. Rail	Number of lines	12
	Number of stations	276
	Number of passenger per a day (March, 2011)	7,173,394
Bus	Number of lines	405
	Number of stops	30,696
	Number of passenger per a day (March, 2011)	5,892,604

12

#### 4. Preparing Data for Analysis

Grouping near-by bus stops to a node

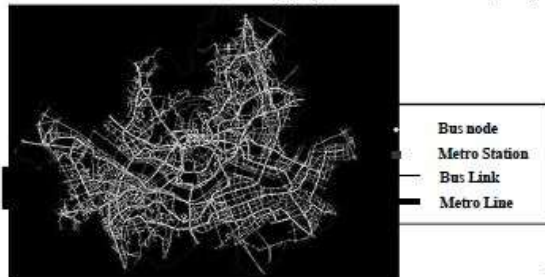


13

#### 4. Preparing Data for Analysis

Composite Transit Network

- 12 Metro rail lines, 405 bus lines
- 276 Metro rail stations, 5,029 aggregate nodes for bus stops tops

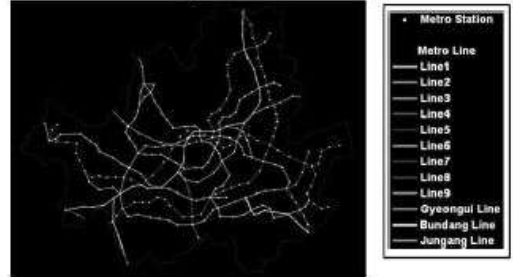


14

#### 4. Preparing Data for Analysis

Metro Rail Transit Network

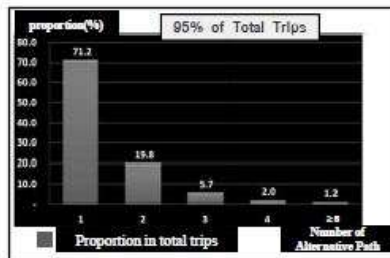
- 12 Metro rail lines
- 276 Metro rail stations, 60 Transfer Station



15

#### 4. Preparing Data for Analysis

Number of Observed Alternative Paths



16

#### Calibration of Transit Route Choice Model

Stochastic Transit Assignment

- We assumed that transit traveler's route choice behavior can be explained by Logit-based stochastic transit assignment. Especially, we used the multinomial Logit Model.

Multinomial Logit Model :

$$P_{Rij} = \frac{\exp(V_{Rij})}{\sum_r \exp(V_{rij})}$$

Utility function :

$$V_{rij} = \beta_1 x'_{1ij} + \beta_2 x'_{2ij} + \beta_3 x'_{3ij} + \dots + \beta_k x'_{kij}$$

17



## Calibration of Transit Route Choice Model

### Preparing Explanatory Variables

- $T_{IVTT}$  = Total in-vehicle travel time (minutes)
- $B_{IVTT}$  = In-vehicle travel time of bus (minutes)
- $R_{IVTT}$  = In-vehicle travel time of Metro rail (minutes)
- $TX$  = Time spent for transfers (minutes)
- $NX$  = Number of transfers
- $DX1$  = Dummy for 1 transfer
- $DX2$  = Dummy for more than 2 transfers
- $C$  = Transit fare (Won)
- $Wait$  = 60 over Frequencies per an hour  
or Interval time (minutes)
- $SD$  = Reliability (standard deviation of travel time)
- $Detour$  = Ratio of transit line distance to straight line distance  
between origin and destination (Detour degree level)
- $RRT$  = Proportion of Metro In-vehicle travel time  
to total In-vehicle travel time

18

## Calibration of Transit Route Choice Model

### Utility Function of the Choice Model

$$V = -0.018 T_{IVTT} - 0.03 TX + 3.147 RRT - 0.39 Detour - 3.842 \exp(NX)$$

Variables	$T_{IVTT}$ (In-vehicle Travel time)	$TX$ (Transfer Time)	$RRT$ (Ratio of Rail Time)	$Detour$ (Degree of Curvature)	$\exp(NX)$ (Number of transfers)
Value of Parameter	-0.018	-0.03	3.147	-0.390	-3.842
t-value	-35.5	-88.4	298.2	-42.1	-461.4
Rho-squared ( $\rho^2$ ) = 0.828					
No. of O-D pairs (Cases) = 124,393					

19



Thank you  
for your attention !