



# *Site Selection of Personal Mobility by the Spatial Analysis and Transportation Accessibility Analysis of Seoul*

교통 취약성 과 물리적 환경요인을 통한  
PM 서비스 입지 결정

박성희

서울대 환경대학원 환경계획학과

2020. 11

# CONTENTS

- 1 Introduction**
- 2 Literature Review**
- 3 Methodology**
  - Data and Data Preprocessing
  - Model
- 4 Experiments**
  - Findings and Interpretation
  - Issues to be discussed
  - Research Schedule
- 5 Conclusion and Further Research**
- 6 References**

# Introduction

- Background

- 연구범위

- 거주인구,면적,세대수 대비 공공 자전거 보급률이 가장 낮은 구

- 연구 내용

- 격자단위 PM 서비스 적합한 입지 선정

- 연구 목적

- 향후 다양한 PM 서비스가 시행될 경우 **PM 서비스 입지에 영향을 미치는** 요인을 선정하고  
공간분석기법을 이용하여 **요인별 표준화한 수치에 기반한 비교로 서비스 위치선정** 방안을 제시

- 연구 지표

- 서비스도입 영향 요인, 대중교통 취약지역

- Premise

장래에 PM 서비스가 효율성 보다는 형평성을 중요시하는 공공사업으로 시행될 경우 의사결정에 고려할 수 있을 것으로 기대

-> 이점에서 일반적으로 이용되는 PM 인 공공자전거를 이용해 연구의 지표로 사용하였음

# Literature Review

- Regression result of influential factors for public bicycle rent (Sa, 2018)

Table 4. Correlation analysis

Variables		Ave. number of rentals per day $r(\rho)$	Ave. number of returns per day $r(\rho)$
Pop. factor	De facto population	0.161***	0.121***
Station factor	Station duration	0.405***	0.374***
	No. of cradle	0.272***	0.231***
Land use factor (25m)	Total floor area of single-family housing	-0.041	-0.033
	Total floor area of multi-family housing	-0.021	-0.016
	Total floor area of apt.	-0.049	-0.037
	Total floor area of neighborhood living facility	0.041	0.040
	Total floor area of commercial facility	0.012	0.008
	Total floor area of office facility	0.037	0.032
	Land use mix	0.033	0.033
Land use factor (50m)	Total floor area of single-family housing	-0.057*	-0.045
	Total floor area of multi-family housing	0.033	0.057*
	Total floor area of apt.	-0.041	-0.031
	Total floor area of neighborhood living facility	0.026	0.021
	Total floor area of commercial facility	0.017	0.011
	Total floor area of office facility	0.057*	0.048
	Land use mix	-0.084***	-0.065**
Land use factor (75m)	Total floor area of single-family housing	0.003	0.033
	Total floor area of multi-family housing	-0.049	-0.040
	Total floor area of neighborhood living facility	0.054*	0.048
	Total floor area of commercial facility	0.028	0.020
	Total floor area of office facility	0.092***	0.075**
	Land use mix	0.039	0.039
	Land use mix	-0.090***	-0.068**
Land use factor (100m)	Total floor area of single-family housing	-0.029	0.008
	Total floor area of multi-family housing	-0.045	-0.034
	Total floor area of apt.	0.079**	0.073**
	Total floor area of neighborhood living facility	0.031	0.023
	Total floor area of commercial facility	0.114***	0.090***
	Total floor area of office facility	0.066**	0.065**
	Land use mix	0.066**	0.065**

Access. of public station	Dist. to waterfront	-0.082***	-0.097***
	Dist. to park	-0.013	-0.028
	Dist. to bike exclusive lane	-0.141***	-0.157***
	Dist. to bike priority lane	-0.338***	-0.315***
	Dist. to bike-pedestrian lane	-0.048	-0.056*
	Dist. to subway entrance	-0.239***	-0.221***
	Dist. to public facility	-0.138***	-0.140***
	Dist. to university	-0.154***	-0.137**
	Ave. slope	-0.145***	-0.171***
	Ave. traffic volume	0.008	0.004
Physical envir. factor (25m)	Exist. of waterfront	0.026	0.036
	Exist. of park	0.004	0.012
	Exist. of bike exclusive lane	0.071**	0.067**
	Exist. of bike priority lane	0.263***	0.241***
	Exist. of bike-pedestrian lane	-0.041	-0.038
	Exist. of subway entrance	0.150***	0.137***
	Exist. of public facility	0.078**	0.080**
	Exist. of university	0.127***	0.117***
	Ave. slope	-0.155***	-0.183***
	Ave. traffic volume	0.092***	0.073**
Physical envir. factor (50m)	Exist. of waterfront	0.020	0.015
	Exist. of park	-0.005	0.001
	Exist. of bike exclusive lane	0.096***	0.099***
	Exist. of bike priority lane	0.278***	0.255***
	Exist. of bike-pedestrian lane	-0.001	0.002
	Exist. of subway entrance	0.182***	0.166***
	Exist. of public facility	0.071**	0.076**
	Exist. of university	0.125***	0.125***
	Ave. traffic volume	0.097***	0.073**
	Exist. of waterfront	0.001	0.010
Physical envir. factor (75m)	Exist. of park	-0.017	-0.015
	Exist. of bike exclusive lane	0.097***	0.100***
	Exist. of bike priority lane	0.292***	0.268***
	Exist. of bike-pedestrian lane	0.004	0.008
	Exist. of subway entrance	0.203***	0.187***
	Exist. of public facility	0.077**	0.079**
	Exist. of university	0.114***	0.097***
	Ave. slope	-0.184***	-0.212***
	Ave. traffic volume	0.088***	0.062**
	Exist. of waterfront	-0.011	-0.002
Physical envir. factor (100m)	Exist. of park	-0.023	-0.021
	Exist. of bike exclusive lane	0.090***	0.095***
	Exist. of bike priority lane	0.296***	0.273***
	Exist. of bike-pedestrian lane	0.012	0.015
	Exist. of subway entrance	0.230***	0.208***
	Exist. of public facility	0.069**	0.081***
	Exist. of university	0.124***	0.095***

- Site Selection of Carsharing (Do, 2013)

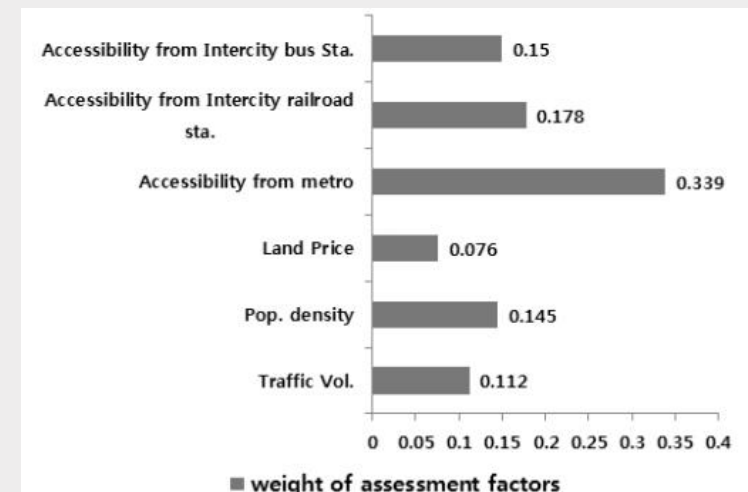
## -카쉐어링 서비스의 입지선정

내부요인으로서는 잠재수요, 경제력, 내부 접근성으로 나누었으며, 외부요인으로 는 광역철도와 고속, 시외버스터미널에서의 접근성으로 선정

### 카셰어링 서비스의 입지에 영향을 미치는 요인들 중

상대적 중요도의 차이를 반영한 입지선정

전문가 설문지를 통해 구한 요인별 가중치를 모든 셀에 적용해 셀별 적합도 지수를 산정



대여소별 거리에 따른 요인의 영향력을 중심으로  
서울시 공공자전거 이용에 영향을 미치는 미시적 요인들을 파악하고  
영향 요인들의 거리에 따른 영향력 차이를 알아봄  
Variables별 다중회귀분석 진행

# Methodology\_Data Description

## PM 서비스 도입에 필요한 물리적 환경요인 분석

Data	데이터 단위	정보단위	영향
서울특별시 공공자전거 대여소 정보(19.12.9)	개수	벡터	+
국토통계 생산가능 인구수 (격자100M)(2020.04)	명수	격자 100M	+
서울시 자전거 도로 링크 데이터 (18.07.26)	M 길이	링크 ID	+
수치표고모델(DEM) 30M	고도	격자 30 M	-

1. 정보 격자단위로 재할당

벡터,링크,30M단위 데이터  
-> 100 M 단위 데이터 정제
2. (-) DEM data
3. 데이터 단위 표준화

길이,고도,숫자 단위  
-> Z-score로 단위 표준화

# Methodology\_Data Preprocessing

1. 공간정보 단위 일치  
정보 100M 격자단위로 재할당

## - DEM

1. spatial join
2. TID기준 sum

## - 자전거도로 길이

1. 격자별 split , merge
2. 100M spatial join
3. link별 중복되는 데이터 제거
4. TID기준 sum

2. (-)DEM data

(-) 처리

	workppl	dem	bikelength
TID			
T_999	685.0	-31.6294	0.0
T_998	0.0	-36.2641	0.0
T_997	134.0	-35.8022	0.0
T_996	0.0	-32.6991	0.0
T_995	18.0	-31.5575	0.0
...	...	...	...
T_1011	0.0	-20.3979	184.0
T_1010	0.0	-20.7952	164.0
T_410	0.0	0.0000	40.0
T_367	0.0	0.0000	157.0
T_323	0.0	0.0000	314.0

# Methodology\_Data Preprocessing

## 3. 데이터 단위 표준화

	workppl	dem	bikelength	sum_road_dem	sum_ppl_dem	sum_ppl_road	sum_3
TID							
T_999	3.874944	0.539626	-0.259597	0.280029	4.414570	3.615346	4.154973
T_998	-0.503479	0.504900	-0.259597	0.245303	0.001422	-0.763076	-0.258176
T_997	0.353030	0.508361	-0.259597	0.248764	0.861391	0.093433	0.601794
T_996	-0.503479	0.531611	-0.259597	0.272014	0.028133	-0.763076	-0.231465
T_995	-0.388425	0.540165	-0.259597	0.280567	0.151740	-0.648023	-0.107858
...	...	...	...	...	...	...	...
T_1011	-0.503479	0.623779	0.775860	1.399639	0.120301	0.272381	0.896161
T_1010	-0.503479	0.620802	0.663310	1.284113	0.117324	0.159832	0.780634
T_410	-0.503479	0.776612	-0.034498	0.742115	0.273134	-0.537977	0.238636
T_367	-0.503479	0.776612	0.623918	1.400530	0.273134	0.120439	0.897052
T_323	-0.503479	0.776612	1.507433	2.284046	0.273134	1.003955	1.780567

2971 rows × 7 columns

PM 서비스 도입 위치에 영향요인으로 선정된 각 요인별 단위의 표준화 과정

Z score로 환산해 인자별 단위를 통일

$$Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

$x_i$  = 각 요인값     $\mu$  = 평균     $\sigma$  = 표준편차

# Experiments\_Findings and Interpretation

	workppl	dem	bikelength	sum_road_dem	sum_ppl_dem	sum_ppl_road	sum_3
TID							
T_999	3.874944	0.539626	-0.259597	0.280029	4.414570	3.615346	4.154973
T_998	-0.503479	0.504900	-0.259597	0.245303	0.001422	-0.763076	-0.258176
T_997	0.353030	0.508361	-0.259597	0.248764	0.861391	0.093433	0.601794
T_996	-0.503479	0.531611	-0.259597	0.272014	0.028133	-0.763076	-0.231465
T_995	-0.388425	0.540165	-0.259597	0.280567	0.151740	-0.648023	-0.107858
...	...	...	...	...	...	...	...
T_1011	-0.503479	0.623779	0.775860	1.399639	0.120301	0.272381	0.896161
T_1010	-0.503479	0.620802	0.663310	1.284113	0.117324	0.159832	0.780634
T_410	-0.503479	0.776612	-0.034498	0.742115	0.273134	-0.537977	0.238636
T_367	-0.503479	0.776612	0.623918	1.400530	0.273134	0.120439	0.897052
T_323	-0.503479	0.776612	1.507433	2.284046	0.273134	1.003955	1.780567

2971 rows × 7 columns



# Experiments\_Issues to be discussed

## PM 도입 가중치 관련 : 회귀분석

Table 4. Correlation analysis

Variables		Ave. number of rentals per day r(rho)	Ave. number of returns per day r(rho)
Pop. factor	De facto population	0.161***	0.121***
	Station duration	0.405***	0.374***
Station factor	No. of cradle	0.272***	0.231***
Land use factor (25m)	Total floor area of single-family housing	-0.041	-0.033
	Total floor area of multi-family housing	-0.021	-0.016
	Total floor area of apt.	-0.049	-0.037
	Neighborhood living facility	0.041	0.040
	Total floor area of commercial facility	0.012	0.008
	Total floor area of office facility	0.037	0.032
	Land use mix	0.033	0.033
Land use factor (50m)	Total floor area of single-family housing	-0.057*	-0.045
	Total floor area of multi-family housing	0.033	0.057*
	Total floor area of apt.	-0.041	-0.031
	Neighborhood living facility	0.026	0.021
	Total floor area of commercial facility	0.017	0.011
	Total floor area of office facility	0.057*	0.048
Land use factor (75m)	Total floor area of single-family housing	-0.084***	-0.065**
	Total floor area of multi-family housing	0.003	0.033
	Total floor area of apt.	-0.049	-0.040
	Neighborhood living facility	0.054*	0.048
	Total floor area of commercial facility	0.028	0.020
	Total floor area of office facility	0.092***	0.075**
Land use factor (100m)	Land use mix	0.039	0.039
	Total floor area of single-family housing	-0.090***	-0.068**
	Total floor area of multi-family housing	-0.029	0.008
	Total floor area of apt.	-0.045	-0.034
	Neighborhood living facility	0.079**	0.073**
	Total floor area of commercial facility	0.031	0.023
Physical enviro. factor (25m)	Total floor area of office facility	0.114***	0.090***
	Land use mix	0.066**	0.065**
Physical enviro. factor (50m)	Dist. to waterfront	-0.082***	-0.097***
	Dist. to park	-0.013	-0.028
	Dist. to bike exclusive lane	-0.141***	-0.157***
	Dist. to bike priority lane	-0.338***	-0.315***
	Dist. to bike-pedestrian lane	-0.048	-0.056*
	Dist. to subway entrance	-0.239***	-0.221***
	Dist. to public facility	-0.138***	-0.140***
	Dist. to university	-0.154***	-0.137***
	Ave. slope	-0.145***	-0.171***
	Ave. traffic volume	0.008	0.004
Physical enviro. factor (75m)	Exist. of waterfront	0.026	0.036
	Exist. of park	0.004	0.012
	Exist. of bike exclusive lane	0.071**	0.067**
	Exist. of bike priority lane	0.263***	0.241***
	Exist. of bike-pedestrian lane	-0.041	-0.038
	Exist. of subway entrance	0.150***	0.137***
	Exist. of public facility	0.078**	0.080**
	Exist. of university	0.127***	0.117***
	Ave. slope	-0.155***	-0.183***
	Ave. traffic volume	0.092***	0.073**
Physical enviro. factor (100m)	Exist. of waterfront	0.020	0.031
	Exist. of park	0.005	0.001
	Exist. of bike exclusive lane	0.096***	0.099***
	Exist. of bike priority lane	0.278***	0.255***
	Exist. of bike-pedestrian lane	-0.001	0.002
	Exist. of subway entrance	0.182***	0.166***
	Exist. of public facility	0.071**	0.076**
	Exist. of university	0.125***	0.111***
	Ave. traffic volume	0.097***	0.073**
	Exist. of waterfront	0.001	0.010
Physical enviro. factor (100m)	Exist. of park	0.017	0.015
	Exist. of bike exclusive lane	0.097***	0.100***
	Exist. of bike priority lane	0.292***	0.268***
	Exist. of bike-pedestrian lane	0.004	0.008
	Exist. of subway entrance	0.203***	0.187***
	Exist. of public facility	0.067**	0.079**
	Exist. of university	0.114***	0.097***
	Ave. slope	-0.184***	-0.212***
	Ave. traffic volume	0.088***	0.062**
	Exist. of waterfront	-0.011	-0.002
Physical enviro. factor (100m)	Exist. of park	-0.023	-0.021
	Exist. of bike exclusive lane	0.090***	0.095***
	Exist. of bike priority lane	0.296***	0.273***
	Exist. of bike-pedestrian lane	0.012	0.015
	Exist. of subway entrance	0.230***	0.208***
	Exist. of public facility	0.069**	0.081***
	Exist. of university	0.124***	0.095***

• 적합도 지수

$$\text{적합도 지수} = a_1A + a_2B + cC$$

$a_1, a_2, c$  : 요인별 가중치

A: 경사도 z값    B: 생산인구 z값

C: 자전거도로 z값

회귀분석 결과의 변수별 coefficient 값을 이용해 가중치 판단

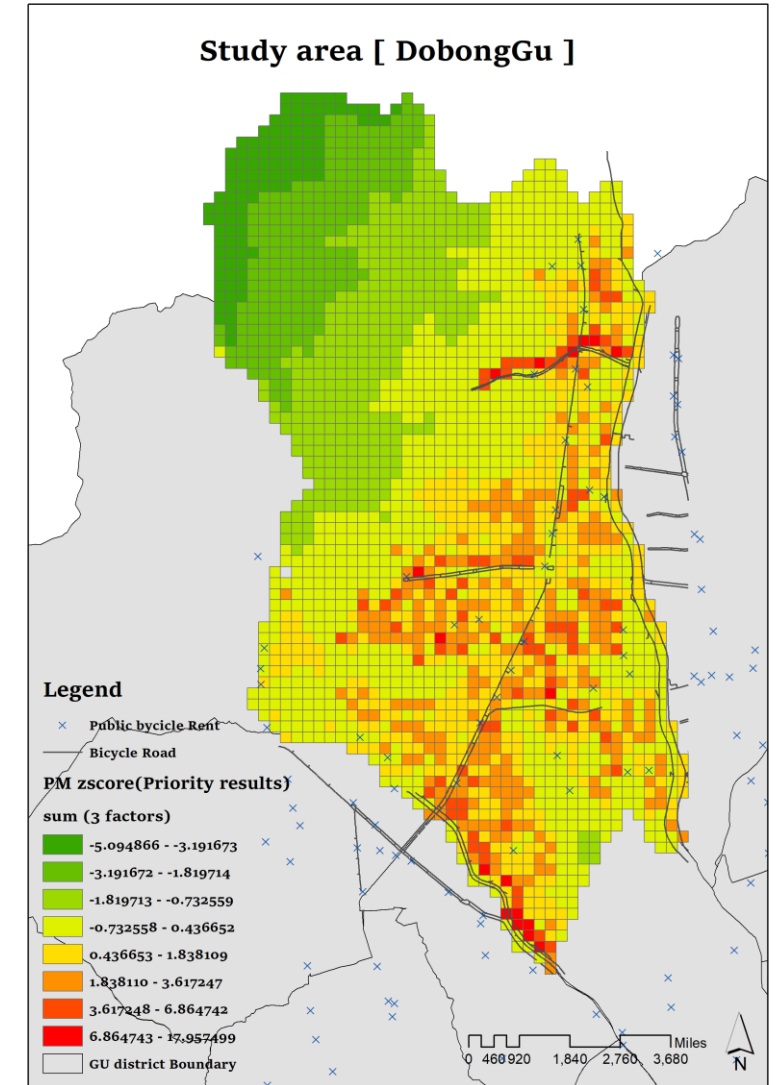
# Experiments\_Findings and Interpretation

TID격자별 sum\_3 열 히트맵분석 결과

- Jenks Natural Breaks Classification 사용
- 기존의 자전거정류소, 자전거도로 위치와 상당 수 겹치는 모습을 보임

Jenks Natural Breaks Classification 사용

- 같은 등급 내 전체 값들의 평균을 기준으로 평균편차는 최소화되고, 각 등급 간의 분산을 극대화하여 데이터 값의 배열로 등급을 최적화
- 등급 내의 분산은 줄이고 등급 간의 분산은 최대화



# Methodology\_Model



# Methodology\_Model

## 종합분석- 교차분석

대중교통 취약지/ PM 도입 가능지역 교차분석					
활용데이터 Supported data		방법 Methodology			예상 결과 Expected Result
(1) 2x2 table					
PM / 자전거 활성화 지역에 미치는 영향 지표			교통 취약성		취약지 및 도입가능 지역 2x2 테이블
			상위 50%	하위50%	
	PM 도입 가능	상위 50%	High-high	High-low	
		하위 50%	Low-high	Low-low	
(2) 대중교통 취약 하위 50% / PM 도입 가능지역 상위 지역 50% 교차분석					
2x2 테이블	mapping GIS 교차분석			GIS 지점 시각화	

# Methodology\_Model

## 종합분석- 연관성분석 (장바구니 분석)

빈발항목집합을 추출하는 Apriori algorithm

지지도(support)  $s(X \rightarrow Y)$

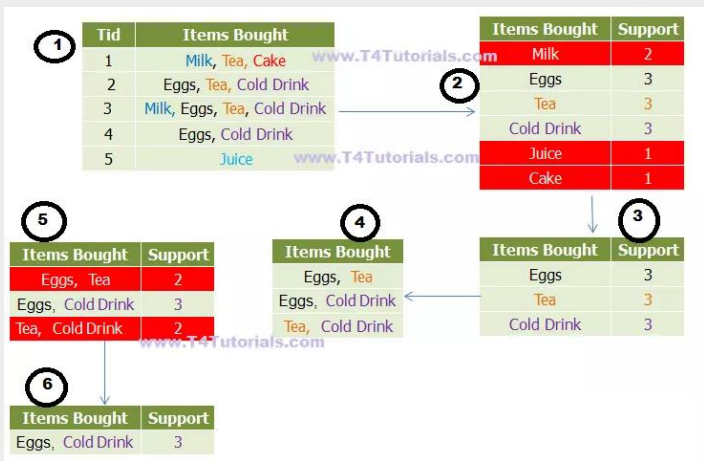
X와 Y를 모두 포함하는 거래 수 / 전체 거래 수  
"동시 출현 개수 / 전체 리스트"

신뢰도(Confidence)  $c(X \rightarrow Y)$

X와 Y를 모두 포함하는 거래 수 / X가 포함된 거래 수  
"동시 출현 개수 / 기준 리스트"

향상도(Lift)

연관규칙의 신뢰도/지지도



기준(item)	TID (id)
sum_zTID	....
sum_road_dem	....
sum_ppl_dem	....
sum_ppl_road	....
대중교통 취약지	....
접근성	....
시간차이	....

- 최소지지도 이상을 갖는 항목집합을 빈발항목 TID집합(frequent item set) 도출
- 최소 지지도 이상의 빈발항목집합만을 찾아내 연관규칙을 계산

# Conclusion

- 취약지X도입가능지 지점 비교 및 시사점 도출
- 대중교통이 취약한 지역과 PM 도입가능성이 높은 지역에 PM 인프라 조성 등에 노력해야 한다는 정책적 시사점 도출
- 접근성과 도입가능성을 하나로 평가하여 공공의 목적을 가지는 PM의 입지선정에 필요한 요인을 고려한 도입지 도출

# Further Research

- 추후 연구 범위의 지역 서울시 25개 자치구로 확대 및 주요도심으로의 교통 취약성 분석을 심화해 업무중심 목적지 지역의 확대 필요
- PM 및 자전거의 도입 가능성에 대한 지표의 적절성에 대한 연구논리 필요\_다양한 PM데이터를 기반으로 이용에 영향을 미치는 물리적 환경에 대한 회귀 분석 후 지표 설정 진행

# Experiments\_Research Schedule

	11.9	11.16	11.23	11.30	12.07 (FINAL)	PAPER 작성
가중치 분석						
교통취약지 분석						
교차 분석						
종합 분석,결론						
Paper 작성						



# References

- 하재현, 이수기 (2016). API 경로안내 정보를 활용한 대중교통 서비스 취약지 분석. 국토계획, 51(5), 163-181
- 한상욱, 강희용, 이명훈 (2015). 교통카드 데이터를 활용한 주요 역세권별 대중교통 이용 통근통행자의 주거지 분포. 국토계획, 50(4), 103-117
- 윤종진, 우명제 (2015). 서울시 대중교통 접근성의 공간적 정의에 대한 실증연구. 국토계획, 50(4), 69-85
- 신희철, 이재용, 김사리. (2017). 개인용 교통수단(Personal Mobility)의 보급에 따른 제도개선 방향. 한국교통연구원 수시연구보고서, (), 1-115.
- 도명식, 노윤승(2013). 공간분석기법을 이용한 Car-sharing 서비스 위치선정, 한국ITS학회논문지 제12권, 제6호 (2013년 12월) pp.22 ~ 28
- 사경은, 이수기 (2018). 서울시 공공자전거 이용에 영향을 미치는 물리적 환경 요인 분석. 국토계획, 53(6), 39-59