



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

전동 킥보드 이용객들의
통행시간가치 및 영향요인
- 광진구와 성동구를 중심으로 -

A study on Value of Travel Time of Electronic
Scooter Users and its Influencing Factors :
Focusing on Gwangjin-gu and Sungdong-gu

2020 년 02 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부 도시계획전공
신 선 화

전동 키보드 이용객들의
통행시간가치 및 영향요인
- 광진구와 성동구를 중심으로 -

지도교수 정 창 무

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함
2020 년 02 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부 도시계획 전공
신 선 화

신선화의 석사 학위논문을 인준함
2020 년 02 월

위 원 장 _____ 권영상 (인)

부위원장 _____ 정창무 (인)

위 원 _____ 김현정 (인)

국문초록

80년대 이래 우리나라는 급격한 도시화가 진행되었으며, 1980년만 해도 56.7%였던 도시화율은 2019년 기준으로 81.4%에 달했고 꾸준히 증가할 것으로 전망된다(통계청). 교육, 직장, 문화생활, 병원 등 다양한 이유로 사람과 자본은 도시로 몰리고 있다. 도시는 집적된 자원을 효율적으로 누릴 수 있다는 매력을 제공할 수 있는 공간인 동시에 혼잡으로 인한 비용을 치러야 하는 공간이 되었다. 도로 교통 혼잡은 전 세계 대도시들이 공통으로 골머리를 앓는 문제이며, 도시 내 이동은 도시 내에서 쾌적하게 생활하고 삶의 질을 높이는 데 있어 중요한 부분을 차지하고 있다.

4차 산업혁명은 기존 모빌리티 산업의 질적 전환을 일으키고 있으며 이는 사람들이 일반적으로 도시 내에서 이동하는 모습 역시 바꾸고 있다. 이는 MaaS(Mobility as a Service)라는 단어로 요약할 수 있다. MaaS는 서비스로서의 모빌리티를 뜻하는데, MaaS는 소비자의 관점에서 이동 서비스 전체를 한 번에 구입해 이용하는 방식을 의미한다. 출발지에서 목적지까지 도달하는 경로계획 뿐만 아니라 예약 및 지불까지 포함하는 개념으로, 현재 경로계획까지는 실제 현실에서 활용되고 있다.

MaaS가 등장하면서 이전까지는 크게 주목받지 못했던 퍼스트-라스트 마

일 구간 이동에 대한 관심이 증가하고 있다. 일반적으로 ‘이동’은 교통수단을 이용하기 위한 이동(접근 이동)과 교통수단을 이용한 이동(차내 이동), 두 가지로 크게 나뉜다. 전자의 경우 퍼스트-라스트 마일로 불린다.

첨단 기술과 결합한 모빌리티 산업은 퍼스트-라스트 마일 영역으로 범위를 확장하고 있다. 4차산업혁명의 기술, 공유경제 모델과 기존의 이동수단이 결합함에 따라 이동 자체를 서비스로 간주하고 관련 서비스를 제공하는 기업들이 크게 늘어나고 있다.

신기술의 등장을 통해 기존 산업 현상이 완전히 바뀌는 우버 모멘트Uber Moment라는 용어를 탄생시킨 차량 공유 비즈니스 업체인 우버는 지난 2018년 자전거 공유 업체인 ‘점프 바이크’를 인수했다. 자동차 이동과의 시너지 효과를 누리는 동시에 MaaS에 한 발짝 다가가기 위한 움직임인 셈이다. 대표적인 전동 킥보드 대여 서비스를 제공하는 회사인 버드(Bird)는 최단 기간 내에 유니콘 기업으로 성장했다. 국내에서도 2019년 기준 20개 사업체가 경쟁 중이다.

일반적으로 교통 관련 연구에서 사람들이 이동시간을 단축하기 위해 지불할 용의가 있는 금액은 통행시간가치라는 용어로 정의하고 있다. 기존 연구의 경우 대다수 이동은 퍼스트-라스트 마일 이동과 비교할 경우 상대적

으로 장거리 이동이다. 따라서 전통적으로 통행시간가치에 영향을 미치는 요인인 이동 목적, 이동 시간, 이동 거리 등이 퍼스트-라스트 마일 이동 수단인 전동 킥보드에도 여전히 유효한지 확인할 필요가 있다.

본 연구에서는 도보 대비 1분을 절감하기 위해 사람들이 지불한 비용을 전동킥보드의 지불용의금액으로 조작적으로 정의내린 뒤, 전동 킥보드 이용자의 지불용의금액에 미치는 요인을 계량적으로 분석하고자 한다. 이용객 특성, 공간적 특성, 시간적 특성을 반영할 수 있는 변수를 바탕으로 회귀모형을 구축했다. 기존연구에서 반영되었던 이동 목적, 이동 시간 뿐만 아니라 미세먼지나 강우량 등과 같은 새로운 변수를 추가했다.

각각의 독립변수들이 종속변수에 미치는 영향을 계량적으로 추정하기 위해 다중회귀모형을 활용해 분석을 수행했다. 현재 세계 각국은 정부 차원에서 MaaS를 도시계획에 포함하기 위해 노력하고 있다. 서울시 역시 서울형 MaaS를 도입하기 위해 노력하고 있다. 본 연구 결과는 퍼스트-라스트 마일 이동수단의 수요 및 편익을 측정하기 위한 기초 자료로 사용될 수 있다. 연구 결과로 도출된 각 요인 별 영향력은 향후 국내 대중교통 MaaS 체계가 수립될 때 다방면으로 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

그러나 본 연구는 데이터의 공간 및 기간적 범위가 비교적 제한적이고, 종속변수를 좀 더 정밀하게 정의 내리지 못했다는 한계를 가지고 있다. 추후 추가 데이터 구축 및 연구 방법론 정교화를 통해 해당 데이터의 특성을 좀 더 잘 반영할 수 있는 연구로 이어질 수 있을 것이라 기대한다.

주요어 : 마이크로 모빌리티, 통행시간가치 영향요인, 통행시간가치, 퍼스트-라스트 마일, 전동 킥보드

학 번 : 2018-27697

목 차

제 1 장 서론	01
제 1 절 연구의 배경	01
제 2 절 연구의 목적	04
제 3 절 연구의 범위 및 방법	05
제 2 장 이론 및 선행연구 검토	08
제 1 절 Firs/Last Mile	08
제 2 절 통행시간의 이론적 고찰 및 산정 방법론	11
제 3 장 연구 문제 및 가설	18
제 1 절 연구 문제	18
제 2 절 연구 가설	20
제 4 장 분석의 틀	24
제 1 절 분석 대상 범위 및 분석 자료의 구성	24
제 2 절 분석 흐름 및 방법론	43
제 5 장 분석 결과	49
제 1 절 결과 분석	49
제 2 절 모형 결과 해석 및 가설 검증	54
제 6 장 결론	58
제 1 절 주요 연구 결과 및 정책적 함의	58
제 2 절 연구의 의의 및 한계	62
참고문헌	64
Abstract	69

표 목 차

표 1 접근성 관련 선행연구 정리 (박가영, 2019 재정리)	10
표 2 SP와 RP에 관한 설명	16
표 3 이용객 연령의 4분위 분포	22
표 4 이동시간의 4분위 분포	32
표 5 독립변수 목록	33
표 6 출발점/도착점 용도지역에 따른 평균 지불용의금액	36
표 7 가장 가까운 지하철역까지 거리의 4분위 분포	37
표 8 가장 가까운 버스정류장까지 거리의 4분위 분포	37
표 9 출근 및 귀가시간대의 평균 지불용의금액	38
표 10 요일별 평균 지불용의금액	39
표 11 강수 여부에 따른 평균 지불용의금액	40
표 12 절감된 이동시간 기준 평균 지불용의금액	40
표 13 연속형 변수의 기초통계량	41
표 14 연령별 평균 보행속도	42
표 15 지불용의금액 4분위 분포	44
표 16 모형 결과	49

그 립 목 차

그림 1 Personal Mobility 시장 규모	04
그림 2 연구흐름도	07
그림 3 SCAG First-Last Mile Strategic Plan	09
그림 4 시간대별 이동 패턴 (20대)	22
그림 5 시간대별 이동 패턴 (30대)	22
그림 6 시간대별 이동 패턴 (40대)	22
그림 7 전동킵보드 이용량에 따른 단계구분도	25
그림 8 기초행정구역 및 대중교통시설 분포	25
그림 9 월별 전동 킵보드 이용량	26
그림 10 성별/연령에 따른 히스토그램	20
그림 11 출퇴근 시간대 이동 (20대)	28
그림 12 출퇴근 시간대 이동 (30대)	30
그림 13 이동거리 히스토그램	31
그림 14 용도지역 분포 현황	35
그림 15 도보 대비 지불용의금액 히스토그램	43
그림 16 분석 흐름도	44

제 1 장 서론

1-1. 연구의 배경

4차산업혁명의 첨단기술이 모빌리티 산업과 결합하면서 전에 없던 변화가 일어나고 있다. 자동차에 관한 사람들의 인식은 ‘소유’에서 ‘공유’로 점차 옮겨가고 있다. 자율주행 차량, 공유 자전거 등의 이동수단과 스마트시티를 결합한 스마트 모빌리티 개념이 도시계획에 있어 주요한 개념으로 부상했으며 현재 국내 여러 도시에서도 시험 과정을 거치고 있다.

세종시의 경우 5-1 생활권이 ‘스마트시티 국가 시범도시’로 선정되어 관련 기술들을 바탕으로 공유/자율주행 특화 도시로 조성될 예정이다. ‘스마트 시티 국가전략프로젝트’ 과제 중 스마트 모빌리티 분야 세부과제가 대구광역시에서 현실화될 예정이다. 도시는 각종 자원과 사람이 집중되어 있어 효율적인 공간인 한편 그만큼 혼잡에 대한 비용을 치러야 하는 공간이다. 특히 교통혼잡은 도시 내 거주민들의 삶의 질에 미치는 영향이 지대하며, 쾌적한 도시 내 이동은 도시 계획에 있어 주요한 목표 중 하나다.

모빌리티 산업은 현재 기술의 발전과 함께 이용자 관점에서 통합된 이동 서비스를 제공하는 Mobility as a Service 관련 다양한 사업 모델들이 나타

나고 있다. 2019년 1월에 열린 CES 2019에서는 자동차 관련 최대 이슈로 MaaS가 꼽히면서, 모빌리티 서비스 변화의 중심축으로 자리 잡았다. MaaS는 “여러 교통수단의 연계를 통한 최적 이동 경로, 비용정보, 호출 및 결제 서비스 등 이동 관련 전 과정을 단일의 플랫폼을 통해 개인화된 서비스로 제공하는 일종의 복합이동시스템”(KB금융지주연구소, 2019)으로 핀란드의 Whim은 세계 최초 MaaS 상용화 사례로 평가받고 있다. 서울시 역시 서울형 MaaS를 위한 계획을 발표한 바 있다(김동진, 2019). 민간 업체들을 중심으로 플랫폼을 구축하려는 움직임 역시 포착되고 있다.

MaaS의 핵심은 이용자의 관점에서 운송 수단의 예약과 결제를 통합된 플랫폼에서 한 번에 해결한다는 점이다. 즉 이용자들 스스로가 서로 다른 교통수단을 비교한 뒤 다양한 조합 중 자신의 선택 기준에 알맞은 경로 및 지불 금액을 선택할 수 있게 된 것이다. MaaS는 획일적인 서비스가 공급되고 있던 시장에 다양화 물결을 불러넣는 계기가 된다.

카카오 모빌리티는 기존엔 승용차로만 제공되고 있던 택시 차종을 고급화/다양화해 서비스를 제공하고 있다. Uber는 실시간으로 사람들의 호출을 분석해 수요에 맞는 적절한 요금을 지정하는 탄력 요금제를 도입하고 있다. 출퇴근 시간이나 날씨가 좋지 않을 때, 특정 이벤트가 발생했을 때 사람들의 Uber 호출 횟수가 증가한다. 수요가 높은 지역에는 상대적으로 높은 가

격이 책정되며 이처럼 상황에 유연하게 대응하는 탄력 요금제를 통해 수요와 공급이 실시간으로 반영되는 것이다. 탄력 요금제에 따라 요금이 높게 책정된 경우에 사람들은 그 가격에 탈지 말지를 결정하게 된다. 국내에서는 이와 비슷한 사례로 카카오택시의 ‘스마트호출’ 서비스가 있다. 2018년 4월부터 시작된 해당 서비스는 머신러닝을 토대로 이용자 경로, 택시기사의 운행 패턴, 교통상황 등을 종합적으로 분석하는 인공지능 기반 배차 시스템을 적용했다. 1,000원 추가 수수료가 붙긴 하지만 수요자와 공급자가 매칭되는 시장을 단편적으로 보여준다고 볼 수 있다. 2018년 동기 대비 24.2% 증가했다(카카오 모빌리티, 2019)

이처럼 모빌리티 산업은 소비자의 다양한 수요에 즉각적이고 적극적으로 반응할 수 있는 형태로 시장이 변화하고 있다. 퍼스트-라스트 마일 이동수단이 등장한 것 역시 소비자 입장에서 기존의 공백을 메워주는 이동수단이 등장한 것으로 이해할 수 있다. 퍼스트-라스트 마일 이동은 버스나 지하철과 같은 대중교통을 탈 때까지, 혹은 대중교통에서 내린 후 목적지점까지 이동하기 위한 이동을 의미한다. 기존 대중교통으로는 메울 수 없던 공백이라 볼 수 있다. 자전거나 전동 킥보드와 같은 라스트 마일 이동수단들은 개인의 라스트 마일 이동성을 크게 제고해 이와 같은 공백을 효과적으로 메워줄 수단이 될 것으로 기대된다.

퍼스트-라스트 마일 이동 수단으로 최근 급격하게 그 수가 늘고 있는 전동 킥보드의 경우 민간 기업들 위주로 시장이 형성되었으며 약 20개 기업이 경쟁 중이며 2019년 4월 기준으로 글로벌 전동 킥보드 기업이 ‘라임’도 국내 시장에 합류하면서 경쟁은 한층 더 심화 될 것으로 보인다(신화섭, 2019). 한국교통연구원은 우리나라 마이크로 모빌리티 시장이 연평균 20%씩 성장해 2022년에는 20만대까지 증가해 6000억 원 규모까지 성장할 것이라 전망한다(한국교통안전연구원, 2017).

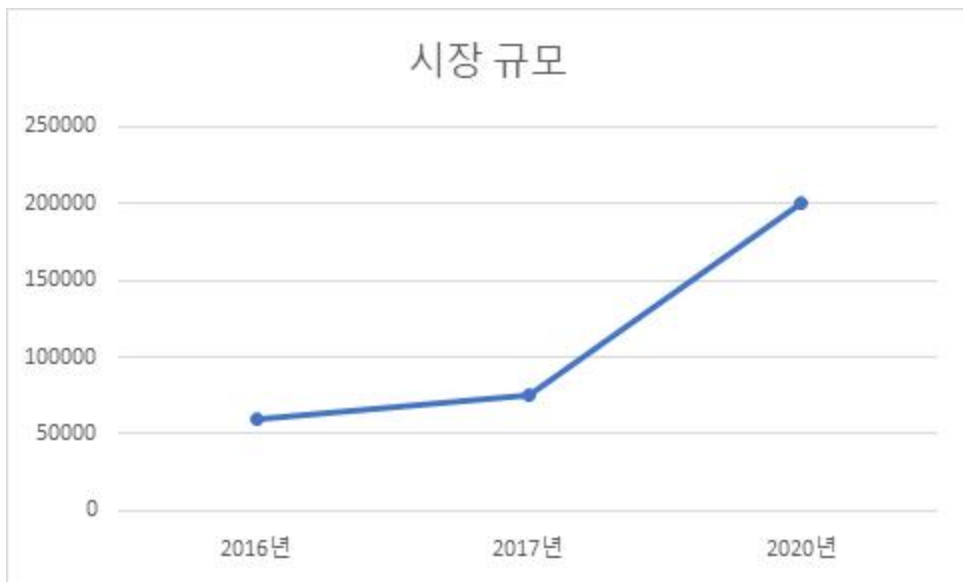


그림 1 Personal Mobility 시장 규모: 2020년은 추정 (한국교통안전연구원)

모빌리티 산업이 3차 산업인 서비스 산업으로 질적 변환을 꾀하면서 다양한 방면에서 이용자들의 관점에서 편리성을 제고하기 위한 변화가 나타나

고 있다. 기존의 이동수단만으로는 충족되기 어려웠던 퍼스트-라스트 마일 이동의 편의성을 증대시키기 위한 움직임 역시 그 일환에 해당한다고 볼 수 있다.

1-2. 연구의 목표

대중교통을 이용하기 위해, 혹은 대중교통을 이용한 뒤 이동하는 구간을 각각 ‘first mile’, ‘last mile’이라 부른다. 기존의 퍼스트-라스트 마일 이동 대부분은 도보로 이루어져 왔고, 자전거와 전동 킥보드 등 스마트 모빌리티가 이러한 라스트 마일 이동수단으로 현재 부상하고 있다.

정부 차원에서 적극적으로 MaaS 개념을 정책에 도입한 핀란드의 Whim 사례에서 알 수 있듯 계획단계에서부터 퍼스트-라스트 마일 이동을 고려할 필요가 있다. 그러나 전동 킥보드, 퍼스트-라스트 마일 이동 등의 개념에 초점을 맞춘 연구는 현재 드물기 때문에 이용객들의 수요나 편익을 측정하기 위한 방법론이 정립되어 있지 않은 실정이다.

일반적으로 교통 부문에서 수요나 편익 측정은 사람들의 지불용의금액을 추정하는 방식으로 이루어져 왔다. 지불용의금액은 사람들이 1단위의 이동 시간을 단축하기 위해 지불하고자 하는 용의가 있는 금액을 의미한다.

MaaS에 대한 필요성이 증가하고 있는 이 때 퍼스트-라스트 마일 이동 수단에 관한 기초 자료를 탐색하고 사람들의 지불용의금액을 추정하고 영향 요인들을 밝혀내는 것이 필요하다. 본 연구에서는 실제 전동 킥보드 이용객들의 데이터를 바탕으로 사람들이 전동 킥보드를 이용하는 데 영향을 미치는 요인들 및 지불용의금액이 얼마인지를 계량적으로 측정하고자 한다.

1-3. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 전동 킥보드 이용자들이 도보 시간 단축을 목적으로 지불한 금액을 지불용의금액으로 정의하고 이에 영향을 미치는 요인을 분석한다. 연구의 공간적 범위는 서울특별시의 2개 행정구인 성동구와 광진구 일대이며 시간적 범위는 2019년 4월부터 11월이다.

연구의 내용 및 절차는 다음과 같다.

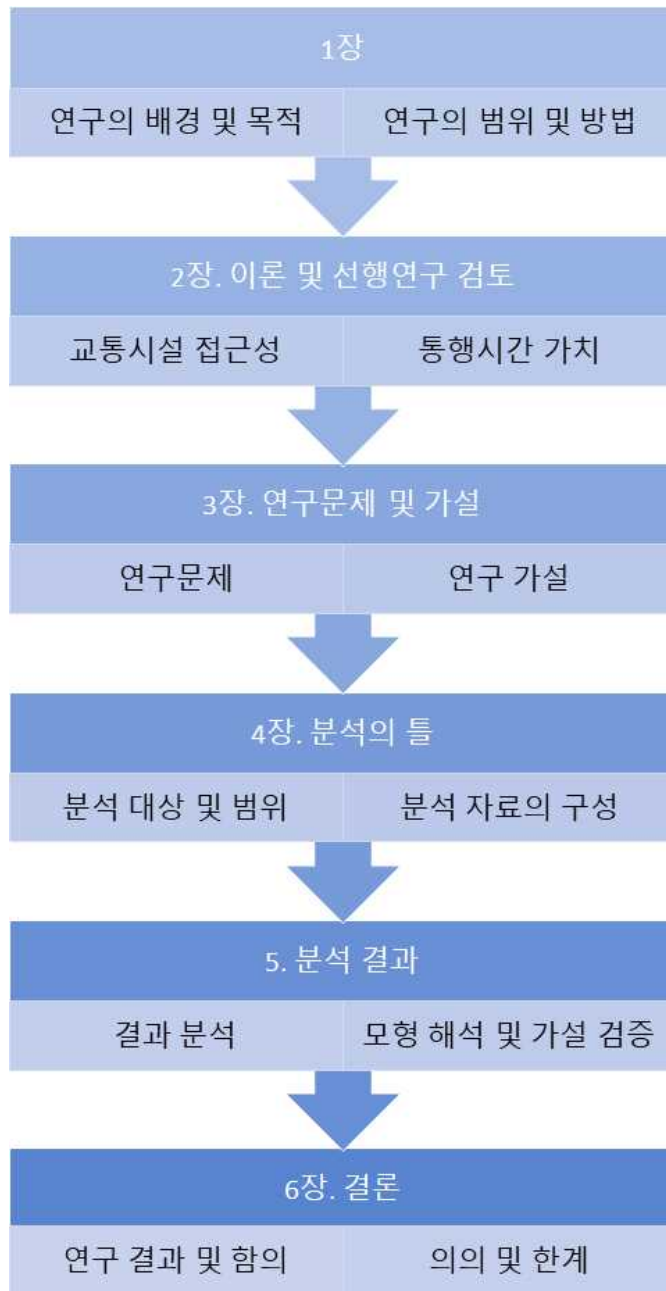


그림 2 연구흐름도

제 2 장 이론 및 선행 연구 검토

2-1. First / Last Mile

일반적으로 전동 킥보드가 가장 효과가 있을 것이라 기대되는 영역은 퍼스트-라스트 마일 이동이다.

해외 연구의 경우, Marlon.(2017)은 퍼스트-라스트 마일 이동성의 제고가 어떻게 저소득층의 이동성 및 형평성을 제고하는지 연구한다. 한편 Lime, Bird 등과 같이 전동 킥보드가 활발하게 이용되는 미국 캘리포니아 주에서는 전동 킥보드를 주요한 퍼스트-라스트마일 수단으로 인정하고 이를 활용하기 위한 test zone을 설정하고 있다. 캘리포니아 주 정부(SCAG: Southern California Association of Governments) 는 이미 First-Last Mile Strategic Plan(2014)을 제안한 바 있다. 해당 계획에 따르면, 목적지에서 도착지에 이르는 개인의 이동은 다양한 형태의 이동수단 간 조합으로 구성된다.



그림 3 SCAG First-Last Mile Strategic Plan

해당 가이드라인은 스के이트보드는 2km, 자전거는 4.8km, 인라인 스케이트는 3.7km, 도보는 800m를 적정한 퍼스트-라스트 모빌리티 이동수단별 이동거리로 제시하고 있다.

국내 연구의 경우 사람들이 대중교통시설에 도달하기까지 혹은 대중교통 시설로부터 목적지까지 도달하기 위해 어떤 경로로 이동했는지, 얼마나 시간이 걸렸는지, 혹은 얼마를 지불했는지 등에 관한 데이터는 일반적으로 제공되지 않으므로 설문조사 혹은 GIS 분석을 이용한 가상 시뮬레이션으로 대체되어 왔다(최승우, 2016; 박가영, 2019).

퍼스트-라스트마일이라는 용어를 직접 활용한 연구는 박가영(2019)이 국내 연구로는 유일하다. 박가영(2019)은 라스트 마일을 규정하기 위한 적정 범위를 도보 기준으로 산정한 뒤 자전거와 Personal Mobility가 얼마나 사람들의 이동성을 제고시킬 수 있는지 시뮬레이션 한 바 있다.

퍼스트-라스트 마일 이동은 최근에 등장한 개념으로 이를 활용한 연구는 드물다. 퍼스트-라스트 마일이라는 개념이 교통 부문에 도입된 것이 비교적 최근인 것을 감안할 때, 퍼스트-라스트 마일 이동 뿐만 아니라 대중교통 접근성으로까지 확장해 선행 연구를 살펴볼 필요가 있다. 퍼스트-라스트 마일 이동성이 제고된다는 것은 결국 대중교통으로의 접근성이 증가하는 것을 의미한다고 볼 수 있기 때문이다. 윤종진 & 우명제(2015)는 “접근성의 향상은 유동성의 향상을 통해 시공간적 간격을 축소하는 것”으로 정의하고 있으며 Litman(2013)은 “상품, 서비스, 활동, 목적지 등에 도달할 수 있는 기회”로 정의하고 있다. 관련된 국내의 연구는 다음과 같다.

	내용
김성희(2001)	출발지, 대중교통 유형, 목적지의 특성에 따라 대중교통 시설까지 보행 이동 거리가 이동 수단 선택에 어떤 영향을 미치는지 연구함.
안영수(2011)	강남권역을 대상으로 지하철역 출입구까지의 보행로 유형별 보행접근시간을 도출함. 자전거와 도보 각각에 대한 접근성을 분석함
하재현 & 이수기 (2017)	최근 연구로 웹 사이트의 경로탐색 API 빅데이터를 활용해 실제 도보 상황에서의 접근성을 측정함

표 1 접근성 관련 선행연구 정리 (박가영, 2019에서 재정리)

현재 퍼스트-라스트 마일을 주제로 한 연구는 드물고, 관련 연구 중 퍼스트-라스트 마일의 통행시간가치를 측정한 연구는 없다. 대중교통으로의 접근성 증가가 교통 복지 차원에서 필요하다는 결론이 대다수이다.

2-2. 통행시간의 이론적 고찰 및 산정 방법론

대중교통을 이용하는 사람들이 합리적 의사결정과정을 통해 교통수단을 선택한다. 이들은 시간 비용과 편익을 비교해 본인의 상황에 가장 적합한 이동수단을 결정한다.

통행시간가치(VOT: Value of Travel Time)란 “교통서비스를 이용하는 사람이 통행할 때 통행시간 단축을 위하여 지불하고자 하는 금전적 가치(Willingness to pay)”를 의미한다(이훈기, 2003). 이재영 & 최기주(2011)는 “통행 목적으로 소비되는 시간의 기회비용”으로 통행시간가치를 정의한다.

기존의 시간 비용(시간에 대한 기회비용)은 일괄적으로 임금에 일정한 계수를 곱하는 방식으로 산정되어 왔다. 통행비용과 통행수단의 선택 사이에 관한 선행연구들은 통행의 총 비용을 통행의 금전적 비용과 시간 비용의 합으로 정의한다(O'sullivan, A., 2007). 시간 비용은 교통수단을 이용하기 위해 이동하는 시간(라스트 마일)과 교통 수단 내에서 보내는 시간 두 가지

(차내이동)로 구분된다.

$$\text{통행비용} = M + T_a * d_a + T_b * d_b$$

m은 금전 비용, T_a 는 접근 비용, d_a 는 접근시간에 대한 한계비효용, T_a 는 차 내 이동, d_v 는 차량 내 시간의 한계비효용이다. T_a 는 버스정류장 혹은 지하철역까지 이동하는데 걸리는 시간과 하차한 버스정류장 혹은 지하철역에서 직장까지 이동하는 데 걸리는 이동 시간이다. 즉 사람들이 퍼스트-라스트 마일 구간을 이동할 때 걸리는 비용을 의미한다. 접근시간의 한계비효용은 1분의 접근시간을 절약을 위한 보행자의 지불용의금액을 의미한다. 즉, 퍼스트-라스트 마일 구간 이동 시간에 대한 기회비용이다.

차량 내 시간은 차량 내에서 이동하는 데 소요되는 시간을 의미한다. 차량 내 시간의 한계비효용은 통행자가 차량 내에서 1분을 피하기 위한 지불용의금액으로, 차량 내 시간의 기회비용이다. 일반적으로 임금의 50%에 해당한다고 제시된다. 라스트마일 이동과 비교했을 때, 통행자에게 좀 더 자유가 주어지므로 사람들은 라스트마일 이동을 좀 더 회피하고 싶어한다.

통행시간가치에 관한 이론적 연구는 통행자들에게 통행시간이 갖는 경제

적 가치를 이론적으로 추정하고자 하는 시도(Becker, 1965)에서 시작되었다. Becker는 일, 여가, 통근 중 사람들이 할당하는 시간을 자유롭게 선택할 수 있다고 전제한다. 따라서 통근시간의 절감은 노동시간의 증가와 소득의 증가로 이어지고, 따라서 통행시간가치는 소득과 밀접한 관련이 있다고 주장한다. 그러나 소득수준에 따른 분류의 경우 국가 및 소득계층에 따라 상이한 탄력성을 보인다(고준호, 2019).

통행시간가치를 산정하는 방법을 분류하면 한계임금율법과 한계대체율법으로 구분된다. 한계임금율법은 통행자의 단위업무시간 당 한계임금을 이용하는 방법으로, 통행시간을 절감한 만큼 자신의 업무를 수행한다는 가정이 전제된 방법이다. 따라서 업무 목적 통행과 그 외(비 업무 목적 통행)을 나눠 통행시간가치를 산정한다. 한계대체율법은 통행수단/경로선택에 관한 개별태모형을 토대로 통행시간과 통행비용을 변수로 하는 효용함수를 산출한 뒤 이를 토대로 변수 간 한계대체율을 구해 통행시간가치로 추정하는 방법을 의미한다.

국내 연구들 중 통행시간가치와 관련된 대표적인 연구는 편익 추정을 위한 KDI의 도로투자사업 평가시 수행하는 “도로부문사업의 예비타당성 조사 표준지침연구” 혹은 건설교통부의 “공공교통시설개발사업에 관한 투자평가 지침” 등이 대표적 사례인데, 이러한 연구들의 경우 통행 목적, 지역적 여

건, 통행 특성, 이동 수단과 같은 다양한 요인들을 반영하지 못한다는 한계가 존재한다(이재영 등, 2011).

국내 시설투자 평가방안은 국토교통부의 타당성 평가시 사용하는 “교통 시설 투자 평가지침”과 기획재정부의 “예비타당성조사 지침”이 있다. 본 연구에서는 최근 버전인 토교통부(2017)의 교통시설 투자평가지침(제6차 개정)과 KDI(2017)의 “교통부문사업 편익산정 방법론 연구”를 살펴본다. 통행 시간 감소 편익을 구할 때 통행시간가치를 활용한다. KDI의 예비타당성검토의 경우 편익 산정할 때 통행시간 절감 편익을 구할 때 통행시간가치를 활용한다. 예비타당성 표준지침 연구의 경우 업무통행 시간가치를 임금에 대한 일정 비율로 산정한 뒤, 업무통행 시간 가치 대비 비업무통행 시간 가치를 추정한다.

그 외 관련 국내 연구들은 해당 지침들을 보완하는 방법론을 제시하는 연구들이 대다수이다. 이훈기(2003)는 시장분할기법을 활용해 이용객의 기호, 시간, 화폐의 제약 등의 변화를 반영할 수 있는 방법론을 제시했다. 이재영(2011)은 시간대별 통행시간가치를 추정했다. 김설주(2014)는 여가 목적 통행의 시간가치를 산정한 연구를 진행했다.

한편 비동력 교통수단의 경우, 도로/철도/공항/항만/물류 등 교통시설평

가지침의 적용대상에서 제외되어왔다. 정부는 “자전거 이용 활성화에 관한 법률”, “보행안전 및 편의증진에 관한 법률”을 도입하면서 관련 시설 투자를 진행하고 있으며 보행과 자전거의 경우 편익 산정 방법론이 비교적 늦게 구체화되었다. 자전거 및 도보의 지불용의금액/통행시간가치를 다르게 판정하는 방법이 필요하기 때문이다.

서울연구원(2015)의 서울시 투자사업 평가를 위한 보행시설 유형별 경제성 분석방안에 따르면 다양한 보행 관련 사업을 추진할 때 시설 유형, 통행 목적 등에 따라 보행시설을 유형화 한 뒤 각 유형에 맞는 비용, 수요, 편익 추정방법에 대한 지침을 작성했다. 이 때 편익항목의 경우 보행환경은 안전성, 편의성, 연결성, 쾌적성, 생태/환경성, 경관성 등의 항목에 대한 사람들의 지불용의금액을 구하는 데 이 때 조건부가치측정법을 통해 지불용의금액을 구한다. SP(Stated Preference) 기법의 대표적인 사례인 조건부가치측정법을 적용했다. 면접 조사 결과 가구당 연간 평균 도로개선사업(도보의 통행시간가치)를 약 2,813원이라고 산정하고 있다.

대전발전연구원(2009)에서는 자전거의 경우 교통수단을 대체하는 경우와 여가 용도로 이용되는 경우 각기 다른 방법론이 적용된다. 전자의 경우엔 교통시설 편익분석과 유사한 방법론이 적용되는 반면, 여가 용도의 경우 여행비용 접근방법 혹은 조건부가치측정법 등이 사용된다. 자전거이용시설 편

의 항목 중 개인의 자전거 이용자 통행시간비용 절감이 항목이 존재한다.

국토교통부(2014)에서는 이용자들의 지불용의금액을 조건부가치측정법 등을 통해 추정하는 방식으로 편익을 계량화하고 있다. 그러나 이와 같은 SP(Stated Preference, 잠재선호) 접근의 조건부가치측정법은 실제 행동과 불일치할 수 있다는 단점과 더불어 해당 선택에 영향을 미치는 요인 각각에 대한 계량화가 어렵다는 단점이 있다.

RP(Revealed Preference)	SP(Stated Preference)
개인이 실제 선택한 자료를 통해 추정	가상적인 상황을 설정한 질문에 응답한 자료를 통해서 추정
실제 행동과 일치	실제 행동과 불일치 가능
현존하지 않는 수단/대안은 관측되지 않음	현존하는 수단/대안에 대한 선호 가능

표 2 SP와 RP에 관한 설명 (김민재, 2015에서 재가공)

그러나 이와 같은 SP(Stated Preference, 잠재선호) 접근의 조건부가치측정법은 실제 행동과 불일치할 수 있다는 단점과 더불어 해당 선택에 영향을 미치는 요인 각각에 대한 계량화가 어렵다는 단점이 있다.

선행 연구들을 종합하면 통행거리, 소득수준, 통행목적, 혼잡도가 사람들의 통행시간가치에 영향을 미친다(고준호, 2019). 그러나 자율주행차의 등장, 차내 엔터테인먼트의 다양화, MaaS의 등장에 따른 서비스업으로의 전환 등의 기술발전, 사람들의 가치관 변화(건강, 환경 고려 등)이 반영된 사회상, 개개인의 다양성을 고려할 수 있는 방법론이 아니다.

제 3 장 연구 문제 및 가설

3-1. 연구 문제

통행시간가치를 추정하는 연구의 경우 대다수 거시적 관점에서 새로운 교통 시설이 등장했을 때 사람들의 이동 시간이 얼마나 절감되는지를 추정한 뒤 절감된 시간만큼 임금의 일정 비율을 곱하는 방식으로 진행되었다. 혹은 이와 같은 표준 지침을 보완하는 차원에서 사람들의 이동 시간에 영향을 미치는 요인이 무엇인지 정리하는 방식으로 진행되었다.

그러나 대다수의 통행시간가치 추정 연구의 경우, 계량적으로 통행시간가치를 추정해 영향을 미치는 요인들을 분석하기보다는 예비타당성분석에서 편익을 추정하기 위해 임금을법을 방법론으로 채택해왔다는 한계가 있다. 대중교통으로의 접근성에 관한 분석들도 행정동 단위로 진행된 연구가 대부분이다. 비교적 최근의 연구인 하재현, 이수기(2017)는 API 데이터를 활용해 실제 도보 이동 경로를 반영했으나 시뮬레이션이라는 한계가 있다.

전동 키포드를 비롯한 마이크로 모빌리티의 경우 기존 자동차, 대중교통과는 달리 단거리 이동을 목적으로 활용된다는 두드러지는 특성을 가진다.

따라서 전통적으로 통행시간가치에 영향을 미친다고 여겨져 왔던 통행 목적, 통행 거리, 통행 시간, 통행 시간대, 절감 시간 등이 마이크로 모빌리티의 통행시간가치에 미치는 영향이 기존 연구와 같은 양상으로 나타나리라는 보장은 없다.

예를 들어, 기존 연구에 따르면 도로가 혼잡해질수록 자동차 이용자들의 통행시간가치는 떨어진다. 그러나 전동 킥보드의 경우 기동성이 자동차에 비해 뛰어나므로 도로가 혼잡하다 하더라도 자동차만큼 이동에 제약을 받지 않는다. 따라서 도로의 혼잡도가 자동차 이용자들의 통행시간가치에 미친 것과 다른 양상으로 영향을 미칠 것이다.

같은 맥락에서 이동 거리나 이동 시간이 통행시간가치에 미치는 영향을 고려해보자. 자동차 이용자들을 대상으로 수행되었던 연구들은 이동 거리나 이동 시간이 통행시간가치에 (+)의 영향을 미친다고 결론 내리고 있다. 그러나 25km/h 이상의 속도로는 움직일 수 없게 제한된 전동 킥보드의 경우 이동 시간이나 이동 거리가 사람들의 지불용의금액이 비례한다고 말하기엔 무리가 있다. 일정 거리 이상의 경우 지하철이나 버스를 이용하는 것이 시간 절감 혹은 이용자의 편의성 측면에서 개인에게 더 큰 효용을 제공할 것이기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 각 개인의 이동 데이터를 토대로 전동 킥보드 이용자들 개인의 특성, 통행 자체 특성, 공간 및 시간적 특성 등을 반영해 사람들의 마이크로 모빌리티 지불용의금액을 추정하는 모형을 만들고 각 특성의 영향력을 계량화하고자 한다.

3-2. 연구 가설

개인이 합리적으로 통행비용을 비교할 때 통행비용은 앞서 본 식처럼 정의된다. 즉 접근비용과 차 내 이동 비용 두 가지로 나눌 수 있다.

$$\text{통행비용} = M + T_a * d_a + T_b * d_b$$

전동 킥보드를 이용하는 사람들은 평균적으로 1,752m를 이동했다. 이는 지하철 한 정거장, 버스 정류장 2개 정도의 길이에 해당한다. 즉 차내 이동보다는 접근 쪽과 밀접한 관련이 있을 것이다. 설령 목적지까지 이동했다 하더라도 최대 길이가 8km인 경우에서 알 수 있듯 일반적인 통근 거리에는 미치지 않는 단거리이다. 따라서 통행소요시간 혹은 통행이동거리가 통행시간가치에 미치는 영향은 비례하지 않을 것이다. 이에 근거해 다음과 같은 가설을 설정한다.

가설 1. 일반적으로 통행시간가치에 통행소요시간에 따라 증가하는 것으로 알려져 있다. 그러나 공유 킷보드의 경우, 차 내 이동 보다는 접근용으로 사용되므로 통행소요시간에 무조건 비례하지는 않을 것이다.

한편, 전동킷보드 이용자들의 시간대별 이동 분포를 살펴볼 경우 출근 시간대에 증가하고 퇴근시간대, 그리고 오후 9시에 크게 증가하는 패턴을 확인할 수 있다. 연령대를 임의로 20대, 30대, 40대로 나눠 시각화한 결과는 다음과 같다.

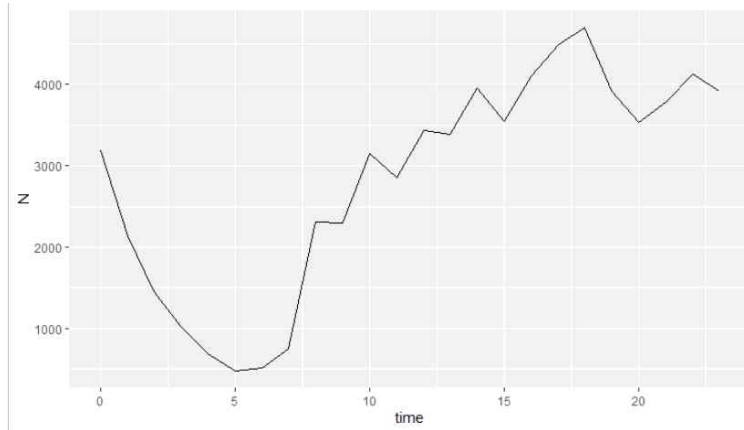


그림 4 시간대별 이동 패턴 (20대)

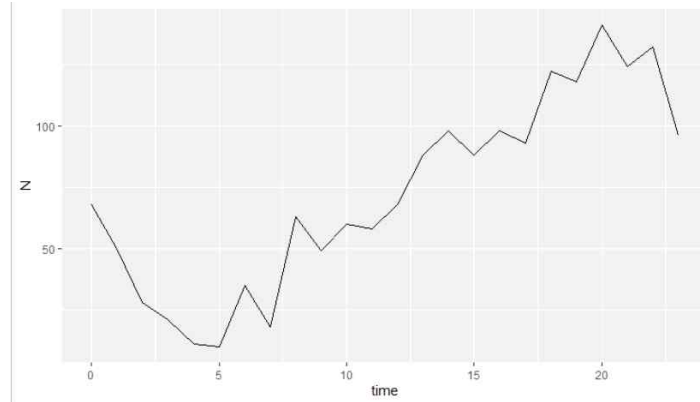


그림 5 시간대별 이동 패턴 (30대)

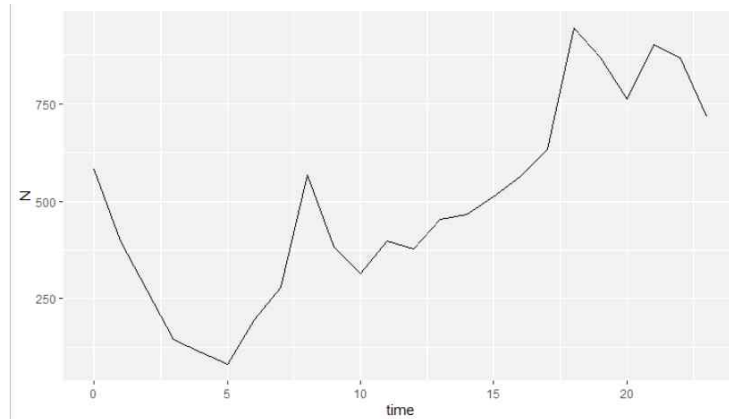


그림 6 시간대별 이동 패턴 (40대)

De Serpa(1971) 사람들의 통근시간 감소가 업무시간 및 소득 증대로 이어지므로 업무통행의 통행시간가치는 임금에 비례하므로 가치가 더 크다고 보았다. 그러나 주 이용객들의 시간대 별 이용 패턴을 시각화한 결과 사람들의 출퇴근 시간을 기점으로 이용이 급증하는 것을 확인할 수 있다. 전동 키펠드 이용객들의 통행시간가치가 기존의 연구들처럼 업무통행일 경우 가장 높을 것인지는 검토가 필요하다. 따라서 이동 시간대에 따른 전동 키펠드 이용자들의 통행시간가치에 관한 가설을 세우고자 한다.

가설 2. 일반적으로는 업무통행의 통행시간가치가 크지만, 마이크로 모빌리티의 경우 통행시간가치 통근 혹은 귀가 시간대 이용의 통행시간 가치가 좀 더 클 것이다.

마지막으로, 앞서 말했듯 전동 키펠드의 도입은 기존 교통 체계에선 포섭할 수 없었던 퍼스트-라스트 마일 구간 이동을 목적으로 한다. 따라서 지하철역이나 버스 정류장 인근에서 사람들은 전동 키펠드를 이용할 것이다.

가설 3. 전동 키펠드 목적지까지 이동하기보다는 교통수단을 타기 위해 이용할 것이므로 버스정류장/지하철역과의 일정 거리 이상 멀어질 경우 지불용의금액이 낮아질 것이다.

제 4 장 분석의 틀

4-1. 분석 대상 및 범위

국내엔 현재 약 20곳의 스타트업이 공유 전동 킥보드 시장 서비스 산업에 참여 중이다. 그 중, 광진구, 성동구에 집중해 서비스를 제공하고 있는 사업체의 데이터를 바탕으로 본 연구를 진행한다. 따라서 본 연구의 지역적 범위는 광진구, 성동구 총 2개 구, 32개 행정동(광진구 15개 동, 성동구 17개 법정동)에 한정되며 두 행정구의 기초구역단위 및 대중교통시설의 분포는 다음과 같다.

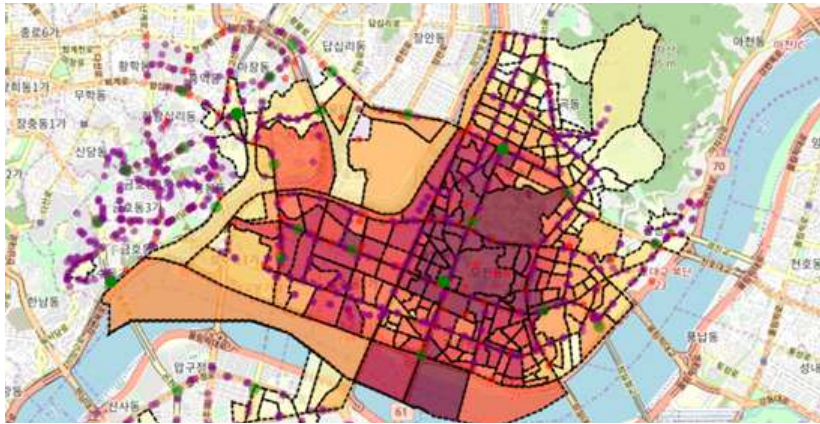


그림 7 전동킥보드 이용량에 따른 단계구분도



그림 8 기초행정구역 및 대중교통시설 분포

현재 전동 키패드의 경우 고정된 정류소가 없는 비고정형(station-free) 비즈니스 모델로, 이용자가 자유롭게 자신들의 필요에 따라 타고 내릴 수 있다. 다만 전동 키패드라는 특성 상 충전이 필요해 적절한 주기로 운영사에서 수거해 충전한 뒤 재배치하는 과정을 거친다.

자료의 기간적 범위는 4월부터 11월이며, 이용자가 꾸준히 늘고 있는 것을 환영할 수 있다. 다만 11월의 경우 기온이 다소 낮아지면서 이용량이 이전보다 줄어든 것으로 보인다.

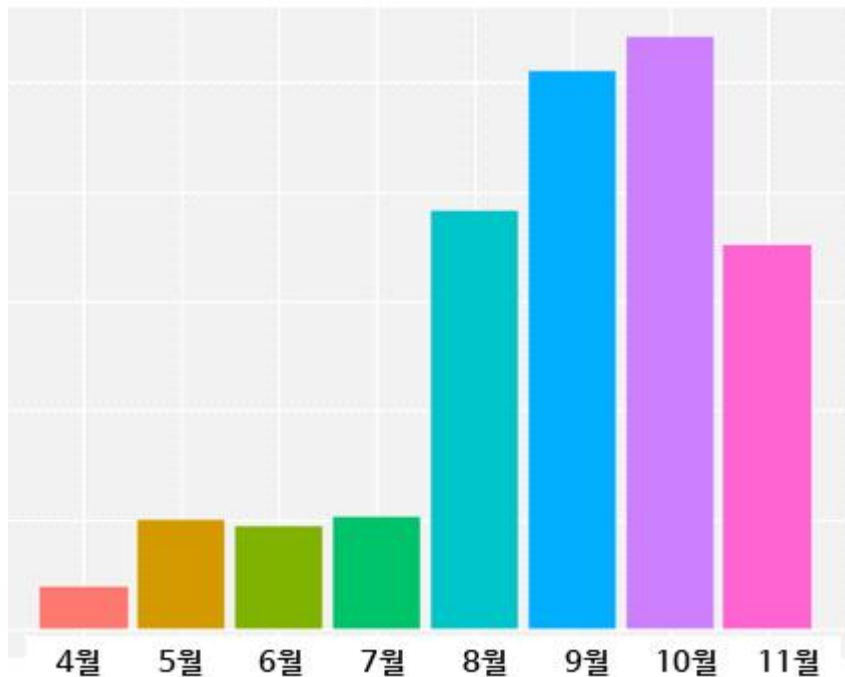


그림 9 월별 전동 키패드 이용량

이용객의 성별 및 연령 데이터가 존재한다. 실제 이용객의 연령 분포는 다음과 같다.

최소	1분위	중위	평균	3분위	최대
16	22	25	27.34	30	92

표 3 이용객 연령의 4분위 분포

키보드 이용은 현행법상 원동기와 같은 자격이 있어야만 가능하므로 만 18세 이상만을 대상으로 진행해야 한다. 따라서 19세 이상부터 분석 대상에 포함시킨다. 한편 92세의 노인이 전동키보드를 사용했다고 볼 수도 있으나 그보다는 해당 이용자의 정보를 이용해 나이 제한에 걸린 10대가 사용했다고 보는 쪽이 좀 더 확률이 높다.

성/연령에 따른 이용 횟수는 다음과 같다.

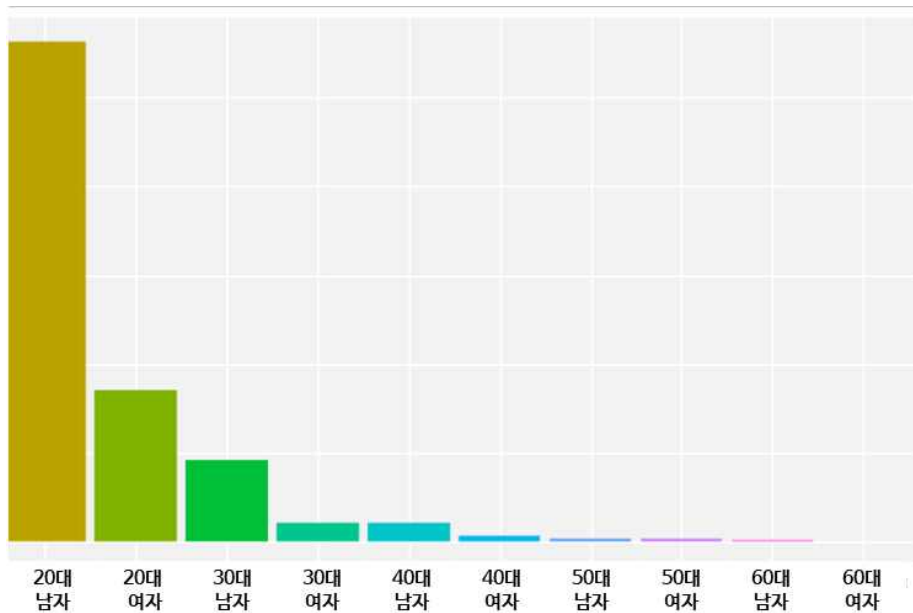


그림 10 성별/연령 - 이용 빈도 히스토그램

각 성별-연령 그룹 별 이용 빈도의 분포를 살펴보면, 50대 여성 332건, 50대 남성 318건, 60대 이상 여성 100건, 60대 이상 남성 165건으로 총합 915건으로 0.008%만을 차지하는 비중을 차지한다. 임의로 60대 이상을 제외시키기보다는 4분위 값을 이용해 이상치를 정의하고 제외한다.

사용이 가장 활발한 20대와 30대 연령층의 시간대별 사용은 다음과 같다. 붉은색으로 표시한 구간은 출근 시간대(오전 7-9시), 파란색으로 표시한 구간은 퇴근 시간대(오후 6-8시)로, 20대와 30대 모두 해당 시간대에 이용량이 급상승하는 것을 알 수 있다. 다만, 20대의 이용자들의 경우 출근

시간대 이후에도 이용량이 크게 감소하지 않은 반면 30대 이용자들의 경우 출근 시간대 이후 이용량이 급감했다는 것을 확인할 수 있다.

30대와 비교할 경우 직장인구 비율이 적은 20대의 경우 업무 시간인 낮 시간대의 활동이 비교적 자유롭기 때문에 낮 시간에도 꾸준히 키보드를 활용하기 때문으로 보인다. 20대와 30대 이용자들의 생활 패턴 차이는 퇴근 시간대에도 명확하게 드러난다.

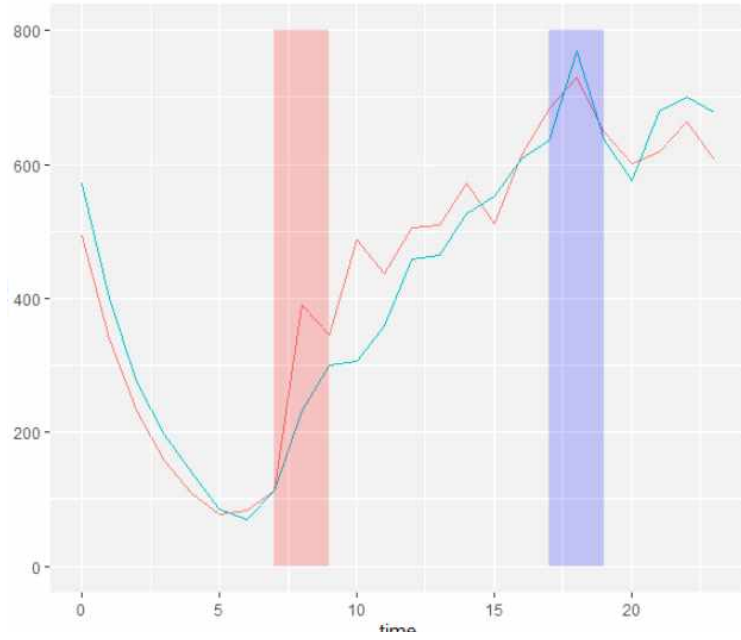


그림 11 출퇴근 시간대 이동 (20대)

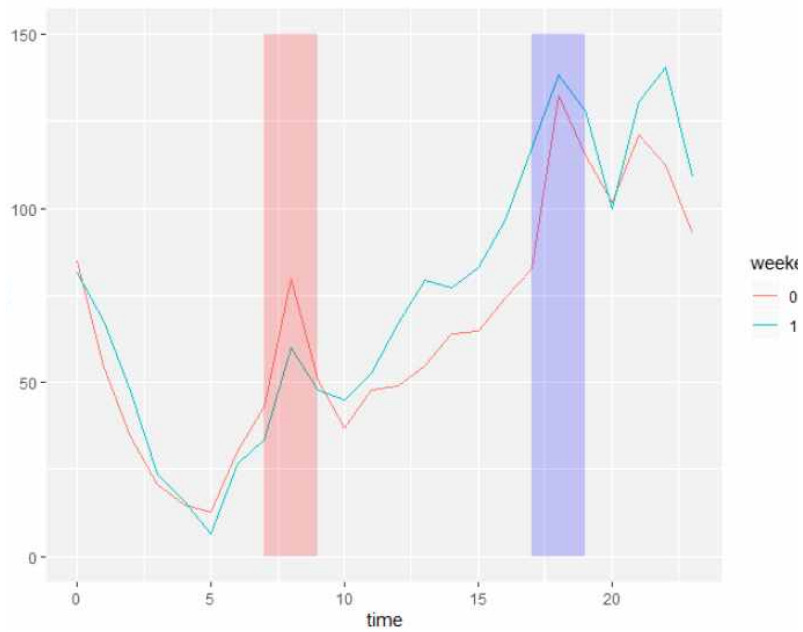


그림 12 출퇴근 시간대 이동 (30대)

이동 거리의 10분위 분포는 아래와 같다. 오른쪽으로 꼬리가 긴 형태의 분포를 보이고 있다. 킥보드의 시속 25km/h(=416.67m/분) 미만의 속도로만 이동할 수 있는 속도 제한이 걸려있다. 따라서 이동거리와 이동시간(도착시각 - 출발시각)을 이용해 구한 분속이 해당 속도 이상으로 나오는 경우 이상치로 간주해 제거했다.

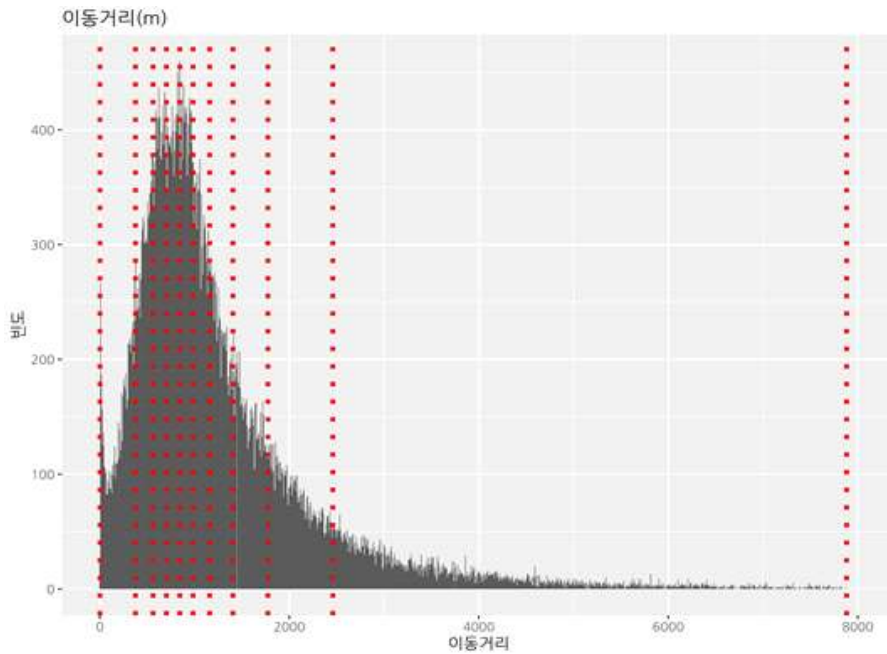


그림 13 이동거리 히스토그램

이동 시간이 1분에 미치지 않는 경우도 214건, 3분의 경우 15,405건 존재한다. 해당 경우는 실제 이용자의 실수 등으로 간주해 실제 이동이 발생하지 않았다고 판단해 제외한다. 해당 경우를 제외한 경우 평균 이동시간은 7.80분이다.

Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max
3.00	4.25	5.96	7.80	9.13	63.53

표 4 이동시간의 4분위 분포

4-2. 분석 자료의 구성 및 현황

독립변수

모형을 구축하기 위해 활용한 독립변수는 다음과 같다.

카테고리	변수명
사용객 정보	연령
	성별
공간	출발점
	도착점

	용도지역
	지하철역으로부터의 거리
	버스정류장으로부터의 거리
시간	이동 시간대
	요일
	주말/주중
기상정보	평균기온
	최고기온
	최저기온
	미세먼지
	초미세먼지
	강수량
	강수 여부
이동	이동 거리
	이동 시간

표 5 독립변수 목록

용도지역은 “토지의 이용 및 건축물의 용도, 건폐율, 용적률, 높이 등을 제한함으로써 토지를 경제적/효율적으로 이용하고 공공복리의 증진을 도모하기 위해 도시관리계획으로 결정하는 것”을 의미한다(국토의계획및이용에 관한법률 제6조). 용도지역은 크게 도시지역, 관리지역, 농림지역, 자연환경

보전지역 4가지로 나뉘지며 도시지역은 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지 지역으로 분류된다. 이후 주거지역은 기능과 성격에 따라 전용주거지역, 일반주거지역, 준주거지역으로 세분되며, 다시 주택의 형태 및 층고 등에 의하여 제1종 전용주거지역과 제2종 전용주거지역으로, 그리고 일반주거지역은 제1종, 제2종, 제3종으로 세분된다. 상업지역은 지역의 기능에 따라 중심상업, 일반상업, 근린상업, 유통상업지역으로, 공업지역은 전용공업, 일반공업, 준공업지역으로 나뉘지며, 녹지지역도 그 용도에 따라 보전녹지, 생산녹지, 자연녹지지역으로 세분된다.

용도지역은 토지의 이용상황 혹은 공간적 구조가 반영된 결과물이라 볼 수 있으며 이러한 공간적 특성이 전동 키보드 이용에 어떤 영향을 미치는지 살펴보기 위해 출발점과 도착점 각각이 속한 용도지역을 공간 조인으로 구한 뒤 범주형 변수로 만들었다. 광진구와 성동구의 경우 주거지역, 상업지역, 공업지역이 분포하고 있으며 시각화한 결과는 다음과 같다.

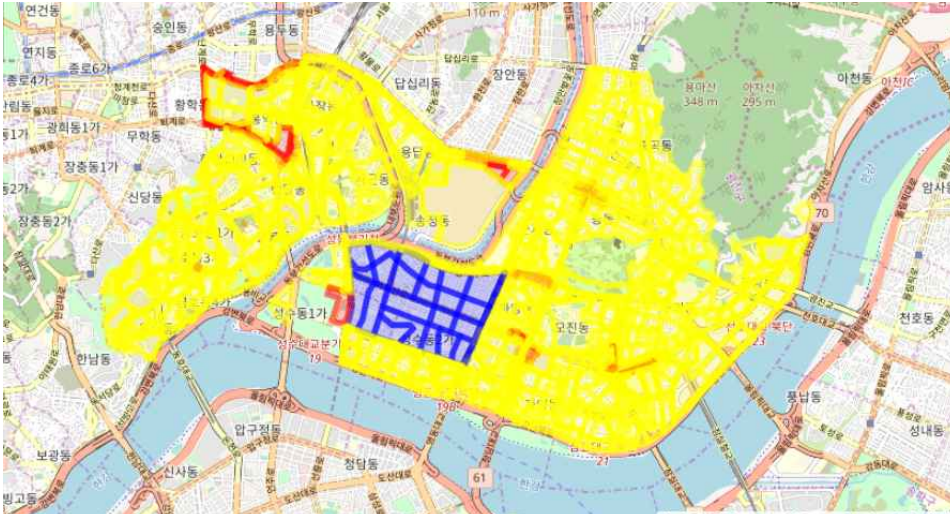


그림 14 용도지역 분포 현황

대부분이 주거지역이며 건대입구역 근처, 왕십리역 근처, 성수 준공업지역 근처가 상업지역으로 지정된 것을 확인할 수 있다. 파란색은 공업지역으로 성수역을 중심으로 설정된 준공업지역이다. 과거 인쇄소와 구두 공방 등이 있던 곳이다.

이처럼 도시지역의 용도지역은 크게 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역으로 나뉜다. 그 중, 해당 사업체의 서비스 제공 지역에 해당하는 광진구와 성동구엔 주거지역, 상업지역, 공업지역만 존재한다. 용도지역에 따른 평균 지불용의금액을 살펴보면 주거지는 223.23원, 상업지역에서 출발한 경우는 224.52원, 공업지역에서 출발한 경우는 214.79원이다. 용도지역에 따른 평균 지불용의금액을 살펴보면 주거지는 223.23원, 상업지역에 도착한

경우는 224.52원, 공업지역에 도착한 경우는 214.79원이다.

용도지역		평균 지불용의금액
주거	출발점	223.23
	도착점	223.0767
상업	출발점	224.52
	도착점	231.02
공업	출발점	214.79
	도착점	210.55

표 6 출발점/도착점 용도지역에 따른 평균 지불용의금액

지하철역으로부터의 거리와 버스정류장으로부터의 거리 역시 출발점과 도착점 각각을 대상으로 가장 가까운 지하철역과 버스정류장까지의 거리를 구했다. 출발점과 도착점 각각에서 지하철역으로부터의 거리는 다음과 같다.

	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max
출발점 기준	0.28	183.87	379.67	400.07	593.42	1128.97
도착점 기준	0.50	213.44	409.24	420.55	607.89	1120.41

표 7 가장 가까운 지하철역까지 거리의 4분위 분포

지하철역으로부터의 거리는 평균이 약 400m, 3분위 값이 500m 정도로 일반적으로 역세권이라고 지칭하는 500m 내외에서 대다수의 이동이 시작되고 끝났다는 것을 확인할 수 있다.

버스정류장의 경우는 다음과 같다.

	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max
출발점 기준	0.365	60.662	105.096	131.030	178.202	437.547
도착점 기준	0.145	63.519	108.906	134.979	183.799	439.463

표 8 가장 가까운 버스정류장까지 거리의 4분위 분포

이동 시간대의 경우, 총 24시간으로 구분한 뒤 출발 시각을 기준으로 계산했다. 예를 들어 출발 시각이 오전 7시 42분이고 도착 시각이 오전 8시 13분인 경우 오전 7시로 범주형 변수를 부여했다. 사용자가 자신의 도착 시각을 충분히 합리적으로 고려했을 거라 전제한다면 출발 시간대만 고려해도 충분하다고 판단했다. 한편 가설에서 관심 있게 살펴보고자 했던 통근 통행 및 귀가 통행의 영향력을 판단하기 위해 오전 7시-9시, 오후 6시-8시를 따로 더미 변수로 만들었다.

이동시간대	평균 지불용의금액
출근시간대	202.83
귀가시간대	236.63

표 9 출근 및 귀가시간대의 평균 지불용의금액

출발 시간이 오전 7시에서 오전 9시 사이일 경우, 평균 지불용의금액은 202.83원, 오후 6시에서 오후 8시 사이의 지불용의금액은 236.63원이었다.

	평균 지불용의금액	평균 지불용의금액 (주말)
월	226.61	226.07
화	220.04	
수	219.84	
목	219.41	
금	223.76	
토	223.14	221.61
일	229.43	

표 10 요일별 평균 지불용의금액

주말과 주중으로 구분해 평균 지불용의금액을 살펴본 결과, 각각 226.07 원, 221.61원으로 큰 차이를 보이지 않았다. 일 평균 지불용의금액은 224.79원인데 주중엔. 요일별 평균 지불용의금액을 살펴보았을 때, 일요일이 가장 높고 그 다음은 월요일, 가장 낮은 요일은 수요일이다.

기상정보의 경우 이동한 날짜의 서울시 평균 기온, 최고 기온, 최저 기온, 미세먼지 농도, 강수량 및 강수 여부를 활용했다. 강수량의 경우 편차가 커 수치형 변수 그대로 반영하기 보다는 강수량 10mm를 기준으로 강수 여부(비가 오면 1)로 더미 변수해 활용한 것이 좀 더 유효했다. 미세먼지 농도의 경우 초미세먼지와 일반미세먼지의 일평균 농도를 활용했다.

지불용의금액 평균	비가 오는 경우	아닌 경우
		220.331

표 11 강수 여부에 따른 평균 지불용의금액

비가 오는 경우엔 평균적으로 220.331원 그렇지 않은 경우엔 223.385원을 지불했다.

절감된 이동 시간이 20분 이상인 경우

평균 지불용의금액	20분인 미만인 경우	20분 이상인 경우
		232.165

표 12 절감된 이동시간 기준 평균 지불용의금액

절감된 이동 시간이 20분 미만일 경우는 평균적으로 232.165원, 20분 이상인 경우는 124.728원을 지불했다.

변수 중 연속형 변수의 기초통계량은 다음과 같다.

	이동거리	이동시간 (분)	age	출발점 ~ 지하철역 최소거리	도착점 ~ 지하철역 최소 거리	미세먼지 농도
min	123.000	3.533	20.000	0.281	0.501	4.000
quantile1	669.000	4.367	22.000	183.878	213.444	22.000
median	960.000	5.083	25.000	379.678	409.242	29.000
mean	1155.85 5	6.753	25.704	400.072	420.555	34.803
3rdqu	1416.00 0	8.150	28.000	593.426	607.891	40.000
max	5688.00 0	63.533	44.000	1128.371	1120.418	117.000
	지불용의 금액	직선거리	평균기온	최저기온	최고기온	강수량
min	84.648	0.000	0.200	-3.500	4.000	0.000
quantile1	140.566	427.770	14.900	10.325	20.650	0.000
median	184.923	642.161	20.475	16.600	26.413	0.000
mean	222.862	716.174	19.697	15.511	24.964	1.866
3rdqu	262.877	901.368	24.475	20.550	30.050	0.125
max	752.369	4025.618	32.588	35.300	37.875	66.250

표 13 연속형 변수의 기초통계량

평균 이동거리는 1156m, 평균 이동시간(분)은 7.00분이다. 이용자들의 연령의 경우 3분위값까지 28세로 20대에 속한다. 광진구와 성동구에 대학교가 5개 이상 위치해 있다는 점, 키보드 사용에 20대가 다른 연령대에 비해 상대적으로 익숙하다는 점 등을 고려해볼 경우 주 이용객들이 20대라는 점에서 기인한 것으로 보인다.

종속변수

종속변수는 사람들의 이동시간 1분을 절감하기 위해 지불한 금액이다. 데이터를 이용해 사람들이 전동 킥보드를 타고 이동한 거리의 길이와 이동 시간을 구한다. 그 뒤, 해당 이동 거리를 도보로 걸었다고 가정했을 때의 도보 시 이동 시간을 구한다. 이 때 도보 시 이동 시간을 추정하기 위해 윤나미(2016)와 이소희(2015)를 참고해 연령 별 평균 보행속도를 활용했다.

연령대	속도
20대 ~ 40대	66.7m/s
50대	56.6/ms

표 14 연령별 평균 보행속도

절감된 이동 시간 = 전동 키펀드 이용시간 - 도보 시 이동시간(추정)

데이터 제공 사업체의 경우, 대여 직후 790원 그리고 분당 150원을 지불하는 요금 체계를 가지고 있다.

$$\text{price(이용금액)} = 790 + 150 * \text{duration(이용시간)}$$

이용금액을 절감된 이동 시간으로 나눌 경우, 개인이 해당 이동에서 걷기 대신 전동 키펀드를 선택함으로써 절감한 시간에 대한 지불용의금액을 알 수 있다.

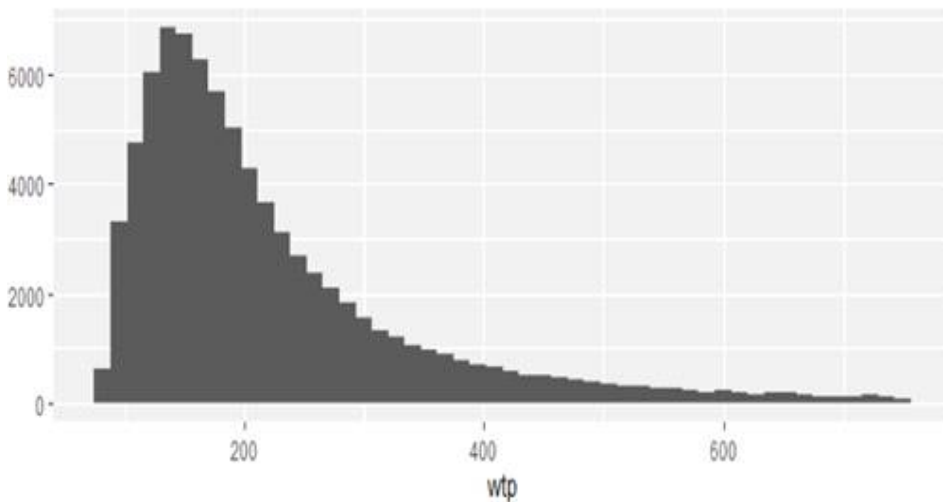


그림 15 도보 대비 지불용의금액 히스토그램

지불용의금액의 분포는 다음과 같다. 최소금액은 84.648원이며 최대금액은 752.369원이다. 평균은 222.862원이다. 최대 금액이 최소 금액의 약 9배이며, 중간값의 4배이다. 위의 그래프에서 확인할 수 있는 것처럼 다소 치우친 형태를 가진다.

	min	quantil e1	median	mean	quantil e3	max
지불용의금액	84.65	140.56	184.92	222.86	262.88	752.37

표 15 지불용의금액 4분위 분포

4-2. 분석의 흐름 및 방법



그림 16 분석 흐름도

회귀분석의 ‘회귀’란 용어는 Galton이 주장한 “보편적 회귀의 법칙(law of universal regression)”에서 처음으로 등장한다. 아버지의 키가 크면 자식의 키도 큰지에 관한 의문에서 출발한다. 평균을 향해 ‘회귀’하는 경향이 있다는 것을 발견했다.

회귀분석은 종속변수와 독립변수의 관계를 분석하고 독립변수의 1단위 변화가 종속변수에 어떤 영향을 미치는지 계수로 나타내 식으로 구현하는 것을 의미하다. 설명변수가 한 개인 경우는 단순회귀, 두 개 이상인 경우는 다중회귀모형이라 부른다.

가장 기본적인 형태인 단순회귀는 다음과 같이 나타낼 수 있다. a는 모형의 절편을, b는 모형의 기울기를 나타낸다. b의 경우 설명변수 X의 1단위 변화가 종속 변수에 미치는 영향의 크기를 나타낸다.

$$Y = \alpha + \beta * X$$

그러나 X의 1단위 증가가 반드시 b만큼의 Y 증가로 이어지는 것은 아니다. 이러한 실제값과 조건부 평균의 차이를 편차 혹은 확률적 교란항이라 부른다. 확률적 교란항을 포함한 식은 아래와 같다.

교란항은 다양한 의미를 포함하고 있다. 교란항은 모형에 필요하지 않아 생략되거나 배제된 모든 변수, 혹은 인간 행동의 임의성, 측정 오차 등을 의미하고 있다.

한편, 선형관계는 회귀계수에 의한 선형관계를 의미한다. 즉, X의 제곱이나 로그값 등을 활용할 수 있다는 것이다. 따라서 해석 상 필요한 경우, 독립변수 X나 종속변수 Y에 로그를 씌우거나 역수를 취할 수 있다. 로그를 씌울 경우 독립변수 X의 변화량이 종속변수 Y 변화량에 미치는 영향을 감지할 수 있다. 역수를 취할 경우 두 변수 사이의 역관계를 나타낼 수 있다는 장점이 있다.

독립변수가 2개 이상일 경우는 다중회귀 모형으로, 독립변수가 k개 있는 다중회귀모형은 다음과 같다.

$$Y = \alpha + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \beta_3 * X_3 + \dots + \beta_k * X_k + \epsilon_i$$

회귀계수의 추정은 일반적으로 보통최소자승법(Ordinary Least Squares : OLS)를 활용한다. 잔차의 합이 최소가 되는 식은 유일하지 않으므로 잔

차의 제곱의 합이 최소가 되는 회귀식을 구하는 추정방법으로, 이를 통해 실제 관측치를 잘 나타내는 표본 회귀식을 구한다. 이러한 과정을 통해 추정된 OLS추정 회귀계수의 경우 불편성, 효율성, 일치성을 두루 갖춘 최량선형불편추정량(Best Linear Unbiased Estimator: BLUE)의 특징을 갖추고 있다.

회귀모형의 설명력을 설명하는 값인 결정계수(Coefficient of Determination)은 모형의 총 변동합(TSS: Total Sum of Squares)와 회귀식의 변동합인 SSR(Sum of Squares due to regression)로 표현할 수 있으며 0과 1 사이의 값을 가진다. 결정계수 R^2 의 값이 1에 가까울수록 모형의 적합도가 높다고 평가한다. 결정계수는 전체 변동값에 대한 회귀 변동값의 비율로 정의할 수 있으며 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$$

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

다중회귀분석의 경우 결정계수가 아니라 수정결정계수(Adjusted Coefficient of determination)을 사용하는데 이는 설명변수의 개수가 늘어나면 SSE가 감소하므로 설명변수가 증가하는데 이를 보완하기 위해서이다.

$$\text{adjusted } R^2 = 1 - \frac{n - 1}{n - k - 1} \frac{SSE}{SST}$$

일반적으로 결정계수가 클수록 모형의 설명력과 적합도가 높다는 것을 의미한다. 그러나 독립변수가 통계적으로 유의하지 않더라도 설명변수가 추가되면 결정계수가 높아지므로 다중회귀분석의 경우 통계적 유의성과 결정계수를 모두 고려해야 한다.

제 5 장 분석 결과

5-1. 결과 해석

모형은 다음과 같이 설정된다.

$$\begin{aligned}
 & \text{WTP(지불용의금액)} \\
 & = a_1 * \text{zone(용도지역)} + a_2 * \text{usedistance(이동거리)} + a_3 * \text{subway(지하철역)} \\
 & + a_4 * \text{bus(버스)} + a_5 * \text{time(시간대)} + a_6 * \text{gap} + a_7 * \text{duration(이동시간)} \\
 & + a_8 * \text{pollution(미세먼지)} + a_9 * \text{temperature(기온)} + a_{10} * \text{rain(강수량)}
 \end{aligned}$$

모형 결과는 다음과 같다.

변수	변수 설명		
(Intercept)	절편	302.01	***
age	연령	0.14	*

변수	변수 설명		
distance	직선 거리	-0.02	***
use_distance	이동 거리	-0.23	***
bus.start	출발점 반경 150m 이내 버스정류장(있으면 1)	3.15	***
bus.end	도착점 반경 150m 이내 버스정류장(있으면 1)	3.99	***
subway.min.dist	출발점 ~ 지하철역 최소 거리	0.00	
subway.min.dist.2	도착점 ~ 지하철역 최소 거리	0.00	**
zone1.start일반상업지역	출발지 용도지역 (해당 지역이면 1)	-65.38	
zone1.start제1종일반주거지역		-57.64	
zone1.start제1종전용주거지역		-48.95	
zone1.start제2종일반주거지역		-66.77	
zone1.start제2종일반주거지역 (12층이하)		-43.89	

변수	변수 설명		
zone1.start제2종일반주거지역 (7층이하)	-56.28		
zone1.start제3종일반주거지역	-64.69		
zone1.start준공업지역	-63.19		
zone1.start준주거지역	-67.30		
zone1.end일반상업지역	도착지 용도지역 (해당지역이면 1)	-0.52	
zone1.end제1종일반주거지역	4.68		
zone1.end제1종전용주거지역	0.26		
zone1.end제2종일반주거지역	-1.07		
zone1.end제2종일반주거지역 (12층이하)	8.22		
zone1.end제2종일반주거지역 (7층이하)	6.76		
zone1.end제3종일반주거지역	0.12		

변수	변수 설명		
zone1.end준공업지역	7.20		
zone1.end준주거지역	-4.11		
duration.3duration225	이동시간 15분 ~ 25분	-27.31	***
duration.3duration235	이동시간 25분 ~ 35분	-113.4 2	***
duration.3duration245	이동시간 35분 ~ 45분	-262.9 6	***
gap.4	[이동시간 - 도보 시 이동시간(추정)]이 20 분 이하면 1	43.87	***
duration.2	이동시간	33.76	***

표 16 모형 결과

Residual standard error: 69.89 on 41910 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6703, Adjusted R-squared: 0.67
F-statistic: 3155 on 27 and 41910 DF,
p-value: < 0.000000000000000022

이동 거리는 실제로 출발점에서 도착점에 이를 때까지 사용자가 이동한

경로의 총 길이를 의미한다. 이동 거리와 이동시간은 대체로 통행시간가치와 비례한다고 알려져 있다. 그러나 전동 키펠드의 경우 단거리 이동이므로 이동거리와 통행시간가치가 무조건 비례한다고 보는 것은 어렵다. 출발점과 도착점 사이의 직선 거리 뿐만아니라 키펠드를 실제로 타고 이동한 거리를 활용한다. 두 거리 모두 (-)의 영향을 미친다.

출발점과 도착점을 기준으로 대중교통시설까지의 이동거리를 활용했다. 버스 정류장의 경우 반경 150m 이내 버스 정류장이 있는지 여부를 더미변수화 해 활용했고 그 결과 출발점과 도착점 모두 반경 150m 이내 버스 정류장이 있으면 사람들의 지불용의금액이 올라가는 것을 확인할 수 있다.

출발점과 도착점 각각을 기준으로 가장 가까운 지하철역까지의 거리를 넣었다. 해당 지하철역의 환승역 여부, 지하철역 승하차 인구 등은 영향을 미치지 않는 것으로 드러났다. 버스정류장과 비교할 경우, 지하철역까지의 최소 거리는 통계적으로 유의하지만 계수의 크기가 작은 것을 확인할 수 있었다.

용도지역의 경우, 출발지의 용도지역인지 도착지의 용도지역인지에 따라 지불용의금액에 미치는 영향이 반대로 나타났다. 출발지의 경우 통행시간가치에 (-)의 영향을 미쳤던 반면 도착지가 주거지역인 경우는 (+)의 영향을

미쳤다.

5-2. 모형 결과 해석 및 가설 검증

이동시간과 통행시간가치가 무조건 비례하는 것이 아니라 일정 구간에 따라 다를 것이라는 판단 하에 이동 시간을 15분 이하, 15분 ~ 25분, 25분 ~ 35분으로 각각 나누어 터미 변수로 바꿔 회귀식에 반영했다. 그 결과 15분 이하로 이동했을 때에 비해 15분 ~ 25분의 경우는 1분 당 -27.31원, 25분 이상 35분 이하인 경우는 -113.42원이 감소하는 것을 확인했다. 문제 설정 단계에서 확인하고자 했던 가설 3가지는 다음과 같다.

가설 1. 일반적으로 통행시간가치에 통행소요시간에 따라 증가하는 것으로 알려져 있다. 그러나 공유 킥보드의 경우, 차 내 이동 보다는 접근용으로 사용되므로 통행소요시간에 무조건 비례하지는 않는다.

가설 2. 일반적으로는 업무통행의 통행시간가치가 크지만, 마이크로 모빌리티의 경우 통행시간가치 통근 혹은 귀가 시간대 이용의 통행시간 가치가 좀 더 클 것이다.

가설 3. 마이크로 모빌리티로 목적지까지 이동하기보다는 교통수단을 타

기 위해 이용할 것이므로 버스정류장/지하철역과의 일정 거리 이상 멀어질 경우 지불용의금액이 낮아질 것이다(다른 대안을 선택할 것이다: 마을버스 등)

가설 1번을 검토하기 위해 이동거리, 이동시간, 절감 시간(추정) 뿐만 아니라 이동 시간을 10분 간격으로 나눠 이동시간이 15분 이하인 경우, 이동시간이 15분 이상 25분 미만인 경우, 25분 이상 35분 미만인 경우, 35분 이상인 경우로 나누어 더미 변수화 했다. 직선거리는 출발점과 도착점 각 좌표 사이의 직선 거리를 의미한다. 출발점과 도착점 각각에 가장 가까운 지하철역까지의 거리 모두 매우 유의하지만 계수의 크기 자체는 0에 가깝다. 즉 가설 1번이 맞다는 것을 실제 데이터를 통해 확인했다.

이동시간과 이동거리가 모두 (-)의 영향을 미칠 뿐만 아니라 이동시간을 구간화한 계수를 통해 지불용의금액에 미치는 영향이 (+)에서 (-)로 바뀔 뿐만 아니라 (-)로 바뀐 뒤 절대값이 점차 증가하는 것을 확인할 수 있다. 통행시간요인이 다른 방향으로 마이크로마빌리티 이동에 영향을 미치는 것을 실증적으로 확인할 수 있다.

가설 2번은 사람들이 전동 킥보드를 이용하는 시간대와 지불용의금액의 관계에 관한 것이다. 일반적으로 업무시간의 통행가치가 더 높다고 여겨져

왔다. 통근시간은 유의한 변수로 잡히지 않는다. 그러나 업무 시간에 해당하는 낮시간과 귀가 시간대가 유의한 변수로 잡혔으며, 각각의 계수를 살펴보면 4.71과 6.37로 사람들이 귀가 시간대에 좀 더 지불용의금액이 큰 것을 확인할 수 있다.

이러한 결과와 함께 연관지어 볼 수 있는 것이 출발점과 도착점의 용도 지역이다. 도착점의 용도지역이 주거지역인 경우 이엔 대부분 (-) 부호를 갖는다. 즉, 사람들이 귀가 하는 시간대, 그리고 귀가 하는 지역으로 이동할 때 (+) 값을 갖는다는 것으로 해석할 수 있다.

버스 정류장으로부터의 최소거리와 지하철역으로부터의 최소거리는 모두 (-)의 계수로, 출발점이나 도착점이 버스정류장 혹은 지하철역으로부터 멀어질 경우 사람들의 지불용의금액이 떨어지는 것을 의미한다. 사람들이 지하철역이나 버스정류장 인근에서 출발할 때, 혹은 지하철역이나 버스정류장으로 이동할 때 걷는 시간을 1분 단축하기 위해 지불하는 금액이 증가하는 것을 의미한다. 라스트 마일 용도로 이동하고 있다는 것을 간접적으로 확인할 수 있다.

한편 일 평균 기온의 경우엔 사람들이 활동하기 좋은 쾌적 온도인 15도 ~ 25도 사이인 경우엔 1, 그렇지 않은 경우엔 0으로 더미 변수화 했고 미

세먼지의 경우 일반미세먼지와 초미세먼지 농도의 합계값을 넣었다. 강수량의 경우도 더미 변수로 전환해 넣었다. 그러나 기온, 미세먼지 농도, 강수여부와 같은 변수들은 영향을 미치지 않는 것으로 드러났다.

한편 일 평균 기온의 경우엔 사람들이 활동하기 좋은 쾌적 온도인 15도 ~ 25도 사이인 경우엔 1, 그렇지 않은 경우엔 0으로 더미 변수화 했고 미세먼지의 경우 일반미세먼지와 초미세먼지 농도의 합계값을 넣었다. 강수량의 경우도 더미 변수로 전환해 넣었다. 그러나 기온, 미세먼지 농도, 강수여부와 같은 변수들은 영향을 미치지 않는 것으로 드러났다.

전통적으로 통행시간가치에 영향을 미친다고 여겨졌던 요소들이 마이크로 모빌리티 수단 중 하나인 전동 킥보드 이용객들의 지불용의금액에는 어떤 영향을 미치는지 데이터를 통해 검증했다. 그 결과, 이동시간과 이동거리 모두 일정 범위를 벗어날 경우 (+)에서 (-)로 각 요소의 영향력의 방향이 바뀌는 것을 확인할 수 있었다.

제 6 장 결론

6-1. 주요 연구 결과 및 정책적 함의

본 논문에서는 기존의 통행시간가치 관련 연구들을 토대로 새롭게 등장한 이동 수단 중 하나인 전동 킥보드의 통행시간가치를 측정했다. 전동 킥보드의 경우 기존의 대중교통과는 다르게 door-to-door 이동이 가능하게끔 고정형 거치대가 없다는 점, 언제든지 원할 때 이용할 수 있는 온디맨드 서비스라는 점, 퍼스트-라스트 마일 이동에 특화되어 있다는 점에서 기존 이동수단과 확연하게 구분된다.

본 연구에서는 성동구와 광진구를 대상으로 전동 킥보드 서비스를 제공하고 있는 한 사업체의 2019년 4월 ~ 11월 실제 데이터를 바탕으로 분석을 수행했다. 데이터 전처리 과정에서 지리적 범위가 해당 사업체의 서비스 지역 범위를 벗어나거나 전동 킥보드의 최고 이동속도인 25km/h를 넘는 경우는 이상치로 간주해 분석에서 제외했다. 현재 관련 법규 상 전동 킥보드는 스쿠터에 준하므로 만 18세 미만의 이용객 데이터 역시 제거했으며, 반대로 8-90대 연령대의 이용객의 경우 당사자가 운전했다기 보다는 연령 제한을 넘기기 위한 목적일 확률이 높으므로 데이터가 왜곡될 확률이 있어

마찬가지로 제외했다.

독립변수를 선정하는 과정에서는 기존의 통행시간가치 관련 선행 연구들을 참고했다. 국내의 통행시간가치 연구들은 대체로 예비타당성 사업에서 경제성 분석에 활용하기 위한 지침에서 제안하는 방법론 혹은 해당 방법론들의 특정 전제들을 좀 더 정교화하는 연구들이 대부분이다. 해당 연구를 종합한 결과 통행시간가치에 영향을 미치는 요인들은 이동자의 소득수준, 이동 목적, 이동 거리, 이동 시간 등이 존재했고, 이를 바탕으로 독립변수를 수집했다.

독립변수는 크게 이용객 특성, 공간의 특성(출발지/도착지), 시간적 특성(날짜 및 시간대)에 따라 구분했다. 이용객 특성은 이용자의 성별과 연령, 공간의 특성은 출발지/도착지의 용도지역, 주위 대중교통시설까지의 최단 거리, 시간적 특성은 이동이 발생한 날짜, 요일, 시간대 등이 있다. 이에 더해 전동 키포드는 강우량, 온도, 미세먼지 등과 같은 기상 조건에 영향받을 수밖에 없으므로 관련 데이터 역시 독립변수에 포함되어 있다.

종속변수는 전동 키포드의 통행시간가치로, 본 연구에서는 이를 측정하기 위해 전동 키포드 이용을 통해 절감한 시간을 도보 시간에 대비해 도출했다. 이 때 종속변수에 해당하는 통행시간가치를 구하기 위해 도보 시간을

추정해야 했는데, 전동 키포드 이동거리를 연령대별 도보 속도로 나누는 방식으로 추정했다. 한편 데이터 제공 사업체의 요금 체계를 바탕으로 이용 금액을 구하였다. 이용 금액을 도보 대비 절감 시간으로 나누면 1분의 도보 시간을 단축하기 위해 사람들이 지불한 비용을 추정할 수 있으며, 이를 종속변수인 통행시간가치로 활용했다.

각각의 독립변수들이 종속변수에 미치는 영향을 계량적으로 추정하기 위해 다중회귀모형을 활용해 분석을 수행했고 그 결과 세 가지 연구 가설 중 두 번째 가설은 예측과 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 일반적으로 통행시간가치에 통행소요시간에 따라 증가하는 것으로 알려져 있다. 그러나 공유 키포드의 경우, 차 내 이동 보다는 접근용으로 사용되므로 통행소요시간에 무조건 비례하지는 않는다.

뿐만 아니라 업무 시간의 통행시간가치가 크다는 기존의 연구 결과와 달리 전동 키포드는 통근 혹은 귀가 시간대 이용의 통행시간가치가 좀 더 큰 것을 확인할 수 있다. 도착지가 주거지역일 경우 사람들의 지불용의금액이 증가하는 것 역시 이를 방증한다. 한편 전동 키포드의 경우 목적지까지 이동하기보다는 교통수단을 타기 위해 이용할 것이므로 버스정류장/지하철역과의 일정 거리 이상 멀어질 경우엔 지불용의금액이 낮아질 것이다.

본 연구에서는 전동 킥보드 이용에 영향을 미치는 요인들을 계량적으로 파악했다. 해당 결과는 이후 실시간으로 수요에 반응하는, 혹은 수요 및 편익을 측정하기 위한 기초 자료로 사용될 수 있다. 연구결과로 도출된 각 요인별 영향력은 향후 국내 대중교통 MaaS 체계가 수립될 때 다방면으로 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

현재 세계 각 국가들은 정부 차원에서 MaaS를 도시계획에 포함하기 위해 노력하고 있다. 가장 널리 알려진 핀란드의 Whim은 공적 영역에서 MaaS 산업 관련 이해관계자들의 의견을 조정하고, 연관 기술을 가진 기업들이 잘 클 수 있는 환경을 조성하기 위해 노력했다. 전동 킥보드 사업으로 유니콘 기업의 반열에 든 Bird와 경쟁사인 Lime이 탄생한 캘리포니아의 경우 이들을 법적 테두리에서 활용하기 위한 policy pilot zone을 만들어 현재 시범 사업을 진행하고 있다.

서울시는 현재 실시간 대중교통 정보와 환승 요금제를 실시하고 있는 등 MaaS를 실현할 수 있는 기술적인 여건이 잘 갖춰져 있다. 이러한 인프라를 바탕으로 서울형 MaaS를 구축할 것이라 발표한 바 있다. 체계적인 MaaS 구축을 위해서는 다양한 모빌리티 서비스가 제공되는 환경에 대한 연구가 필요하다. 해당 연구는 기존의 통행시간가치 관련 편익 추정 지침을 종합해 퍼스트-라스트 마일에 주로 이용되는 전동 킥보드라는 새로운 이동수단의

지불용의금액을 추정했다는 점에서 정책적 함의를 갖는다.

6-2. 연구의 의의 및 한계

기존의 교통 체제 속에서 개인의 장거리 이동은 자동차 혹은 대중교통에 의존할 수밖에 없었다. 대중교통을 이용할 경우, 해당 시설에 접근할 때까지의 시간과 비용이 발생하며 이러한 first-last mile 이동에 관한 실증 연구는 현재 국내에선 전무하다. 모빌리티 산업이 단순히 교통을 넘어서 총체적인 서비스 개념 MaaS로 전환되고 있는 이 때, 해당 연구는 대중교통의 공백인 퍼스트-라스트 마일에서 발생하는 이용자들의 통행시간가치 및 영향 요인에 접근했다는 점에서 의의를 갖는다.

그러나 종속변수에 해당하는 사람들의 지불용의금액을 조작적으로 정의하는 과정에서 두 가지 한계를 보인다. 우선 도보 대비 사람들이 절감한 시간을 구하는 과정에서 추정치가 아니라 API 데이터를 활용해 좀 더 정교한 도보 대비 절감시간을 구해 보완할 수 있다. 한편 전동 킥보드의 경우 도보만 대체할 뿐만 아니라 공유 자전거나 마을버스 단거리 이용객들이 이용할 수도 있다는 것을 고려해보면 자전거나 마을버스 등과 같은 이동수단과의 비교 역시 필요하다.

한편 데이터와 관련되어서는 우선 시간적/공간적 범위가 너무 한정되었다는 한계가 있다. 본 연구는 시간적 범위는 2019년 4월 ~ 2019년 11월, 공간적 범위로는 광진구와 성동구에 한정되어 있기 때문이다.

뿐만 아니라 데이터의 분포를 살펴보면 주요 변수인 연령이나 이동거리가 오른쪽으로 긴 꼬리 형태를 보인다. 장거리를 이동하는 이용자층과 그렇지 않은 이용자층의 지불용의금액 형성 요인이 다를 수 있으므로, 분위회귀 모형처럼 종속변수의 분위에 따라 독립변수의 영향력이 다른 것을 반영할 수 있는 모형을 통해 분위에 따른 이질적인 효과를 비교하는 것이 필요하다. 추가적으로 이용객의 기호, 시간, 화폐의 제약 등으로 얼마든지 변화 가능하다. 시장분할 기법과 같은 방법론의 정교화를 통해 좀 더 정확한 통행 시간가치를 산정할 수 있을 것이라 본다. 적용할 수 있는 방안으로 검토할 수 있게끔 현실 적용 가능성을 높일 수 있으리라 기대된다.

참 고 문 헌

- 강기춘. (2010). 계량경제학: 이론과 실습. 온누리, 제주, 326.
- 고준호. (2019). 통행시간가치에 대한 재정립이 요구되는 시대. 도로정책 Brief, (135), 2-3.
- 국토교통부. (2014). 국도상 자전거 도로 구축 계획 및 재검토 및 보도설치 계획 수립 연구.
- 국토교통부. (2017). 교통시설 투자평가지침 제6차 개정.
- 국토연구원, 한국교통연구원. (2018). 교통시설 투자평가지침(도로부문) 개선방안 연구 최종보고서.
- 권용훈, 이세구, 장병철, 고광화, 김한준, 어승섭, & 박효기. (2015). 서울시 투자사업 평가를 위한 보행시설 유형별 경제성 분석방안 = A Study on Economic Feasibility Analysis for Various Pedestrian Projects in Seoul. 서울연구원.
- 김민재. (2015). 공공투자사업의 경제적 가치추정에 관한 연구 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).
- 김설주, 정창용, 손의영, 김재영, & 고춘수. (2014). 수요추정을 위한 유료도로 통행료의 통행시간가치 산정에 관한 연구. 국토연구, 37-47.
- 김재형., 김재형, & 한국개발연구원. 공공투자관리센터. (2017). 교통부문 사업 편익산정 방법론 연구 / 김재형 ... [등]연구 ; 한국개발연구원 공공투

자관리센터 [편].

대전발전연구원. (2009). 자전거이용시설 투자평가기법 정립 기초연구.

박가영 (2019). 이용자 동선을 기반으로 한 대중교통 First-Last mile에 관한 연구 : Mobility as a Service의 관점에서. 명지대학교 대학원 교통공학과 석사 학위논문.

송영남. (1997). 통근자의 통행시간가치와 불쾌감격차의 가치 추정. 대한교통학회지, 15, 9-19.

송지영, & 엄진기. (2015). 빅데이터를 활용한 서울시 대중교통 통행 행태 분석 연구. 한국철도학회 학술발표대회논문집, 1357-1360.

신희철, 이재용, & 김사리. (2017). 개인용 교통수단 (Personal Mobility)의 보급에 따른 제도개선 방향. 한국교통연구원 수시연구보고서, 1-115.

신희철. (2019). 스마트 모빌리티 구현을 위한 정책과 과제. Research Brief, (33). 경제·인문사회연구회 혁신성장연구단.

육동형. (2015). 통행시간절감편의 산정의 실효성 제고방안. 국토정책 Brief, (538), 1-8.

윤나미, 윤희종, 박장성, 정확수, & 김건. (2010). 우리나라 연령별 보행 분석 비교연구. 대한물리치료학회지 (JKPT), 22(2), 15-23.

윤종진, & 우명제. (2015). 서울시 대중교통 접근성의 공간적 정의에 대한 실증연구. 국토계획, 50(4), p69-85.

윤혁렬, & 기현균. (2019). 서울형 통합교통서비스 (MaaS) 도입 방안.

정책리포트, 1-23.

안기정, & 김범식. (2015). 서울시민 승용차 소유와 이용특성 분석. 서울연구원 정책과제연구보고서, 1-102.

이소희, 구신희, 전영우, & 박영진. (2015). 도로경사와 연령별 보행속도 차이를 고려한 자연재난 대피소의 입지분석: 서울시 사례분석. 한국지형공간정보학회지, 23(2), 69-77.

이장호, 김연주, 류정완. (2018). 수도권 광역급행철도의 적정운임체계 마련을 위한 통행시간대별 시간가치 산정 연구. 한국철도학회 학술발표대회논문집, (), 31-32.

이재영, & 최기주. (2011). 시간대별 통행시간가치 추정 및 적용: 도심부 도로 확장 사업 사례연구를 중심으로. 대한토목학회논문집 D, 31(1D), 7-15.

이훈기, 고용석, 임영태, 김태희, & 양인석. (2003). 시장분할기법을 이용한 통행시간가치 산정에 관한 연구: 수도권지역의 승용차 운전자를 중심으로. 국토연구, 147-161.

장수은, & 박경욱. (2010). 메타분석을 통한 보행통행의 시간가치 추정 연구. 교통연구, 17(1), 13-22.

정성용. (1994). 통행시간가치의 도시공간상 변화패턴 특징에 관한 연구. 한국지역개발학회지, 6(2), 1-18.

조신형, 서영현, 고승영, & 이성모. (2017). 개인의 선호다양성을 고려한

지역간 수단선택 모형 구축 및 시간가치 추정 연구. 한국철도학회 논문집, 20(2), 288-298.

하재현, & 이수기. (2017). 보행자 경로안내 API 정보를 활용한 대중교통 접근성 영향요인 분석: 서울시 지하철역 보행 접근성을 중심으로. Journal of Korea Planning Association, 52(3), 155.

차두원. (2019). [특집 1] 모빌리티 서비스의 변화와 미래. 월간교통, 6-10.

카카오 모빌리티. (2019). 2019 카카오 모빌리티 리포트.

KB금융지주연구소. (2019). MaaS(서비스형 모빌리티)의 도래.

Becker, G. S. (1965). A Theory of the Allocation of Time. The economic journal, 493-517.

De Serpa, A. (1971). A Theory of the Economics of Time. The Economic Journal, 81(324), 828-846.

O'sullivan, A. (2007). Urban economics (pp. 225-226). McGraw-Hill/Irwin.

SCAG. (2014). First/Last Mile Strategic Plan.

신화섭. (2019.04) '뜨거운 감자' 라스트마일 모빌리티 서비스 비교. 모토그래피. 2019.10.15 검색.

(<https://www.motorgraph.com/news/articleView.html?idxno=23941>)

김동진, (2019, 8월). 대중교통부터 모빌리티까지, 서울 통합이동서비스 '마스' 2020년 등장. IT 조선. 2019.10.15 검색

(http://it.chosun.com/site/data/html_dir/2019/11/08/2019110803794.html)

통계청포탈, www.kosis.kr

A study on Value of Travel Time of Electronic
Scooter Users and its Influencing Factors :
Focusing on Gwangjin-gu and Sungdong-gu

Sunhwa Shin

Department of Civil & Environmental Engineering,
Urban Planning
The Graduate School
Seoul National University

Since the 1980s, Korea has undergone rapid urbanization, and the urbanization rate has raised from 56.7% to 81.4% in 2019. People and capital are flocking to cities for a variety of reasons, including education, work, cultural life and hospitals. Cities attract people for its efficient concentration of various resources but also let people pay for its congestion at the same time. Road traffic congestion is a common problem for large cities all around the world. Improving mobility within/between cities play a vital role in comfortable life and the

quality of life in cities.

The Fourth Industrial Revolution is causing a qualitative transformation of the mobility industry, which is closely linked to the changes of how people generally move within the city. This can be summed up in the word “MaaS(Mobility as a Service)”. MaaS refers to mobility as a service. To be more specific, it refers to a method of purchasing and using the entire mobile service at once from the consumer's point of view. The concept includes not only route planning from origin to destination, but also reservation and payment all at once.

MaaS emerges as a principal theme of mobility industry, and sheds light on first-last mile mobility which has not been noticed before. In general, 'mobility' is divided into two types of mobility(access mobility) and transportation (using-transportation-mobility). The former is called first-last mile mobility.

Combined with advanced technology, the mobility industry is expanding into the first-last mile. Uber, a vehicle-sharing business which was a huge success to the extent that even created the term

Uber Moment to refer the phenomenon in which transforms the existing industrial scene with the advent of new technology, took over the bicycle sharing company " Jump Bike " in 2018. "Bird", a leading electric scooter rental company, has grown into a unicorn in the shortest time. In Korea, 20 companies are competing in 2019.

In traffic research, the amount of money people are willing to pay to shorten travel time is defined in terms of "value of travel time". Regarding value of travel time and mobility, the majority of relevant studies are relatively long distances compared to the first-last mile mobility. Therefore, it is necessary to examine whether the conventional affecting factors such as the purpose of travel, travel time, and travel distance are still valid for the first-last mile mobility.

This study aims to estimate "value of travel time" of electronic scooter users and quantitatively analyze its influencing factors. A multiple regression model was implemented including independent variables that could reflect the characteristics of users, spatial and temporal characteristics. New variables such as fine dust and rainfall are also have been taken into consideration in this study.

A number of countries around the world are striving to embrace the concept of MaaS in urban planning. Seoul Metropolitan Government is also trying to introduce Seoul-MaaS. The results of this study can be used as a basis for measuring the demand and benefits of first-last mile mobility or electronic scooter. The influence of each factor derived from the research results is expected to be utilized in various ways when the domestic public transportation MaaS system is established in the future.

However, this study is limited to short period of time(8 months) and relatively small area(2 districts) and the dependent variable could be more precisely defined. Further data acquisition and refinement of research methodologies are expected to better reflect the characteristics of the data.

keywords: Micro Mobility, value of travel time(VOT), electronic scooter, first-last mile mobility, influencing factors of VOT

Student Number: 2018-27697