ARTICLE

스마트 모빌리티를 이용한 FMM과 LMM 서비스 권역의 정의에 관한 연구: 부산광역시 해운대구를 중심으로

김민정[1] · 김호용[2] · 김회경[3*]
[1]동아대학교 도시계획공학과 박사과정, [2]동아대학교 도시계획공학과 조교수, [3]동아대학교 도시계획공학과 부교수

Study on Defining FMM and LMM Service Area Using Smart Mobility in Haeundae-gu, Busan

KIM, Minjeong[1] · KIM, Hoyong[2] · KIM, Hoe Kyoung[3*]
[1]Ph.D. Student, Department of Urban Planning and Engineering, Dong-A University, Busan 49315, Korea
[2]Assistant Professor, Department of Urban Planning and Engineering, Dong-A University, Busan 49315, Korea
[3]Associate Professor, Department of Urban Planning and Engineering, Dong-A University, Busan 49315, Korea

*Corresponding author: hoekim@dau.ac.kr

Abstract

Recently, a new transportation paradigm based on the shared traffic called MaaS (mobility as a service) has been attempted, especially in leading countries. The initial forms of MaaS are first-mile mobility (FMM) and last-mile mobility (LMM) services that link trip O/Ds and transit nodes with smart mobility such as public bikes, electric bikes and electric scooters. FMM and LMM services using smart mobility are aimed at dockless systems that do not rely on cradles, but service providers do not disclose how to define service areas. This study suggests a methodology to define FMM and LMM service area in a way to maximize the public benefit by comparing the gradient of the target area with the maximum gradability of the smart mobility and taking into account the relationship between the target area and the road network and the existing service area. As a result of applying this method to Haeundae-gu in Busan, smart mobility can serve 94.6% of the Haeundae-gu population to transit nodes and connect 382 tourism-related points.

Keywords: electric bicycle, electric scooter, first-mile mobility (FMM), last-mile mobility (LMM), mobility as a service (MaaS), public bicycle, smart mobility

초록

최근 교통선진국을 중심으로 MaaS (mobility as a service)라는 공유교통을 기반으로 한 새로운 교통패러다임이 시도되고 있다. MaaS의 초기형태는 통행의 기종점과 대중교통 결절점을 연계하는 출발 접근(First-mile mobility, FMM)과 도착 접근(Last-mile mobility, LMM) 서비스로써 공공자전거, 전기자전거, 전동킥보드와 같은 스마트 모빌리티들이 그 수단으로 활용되고 있다. 스마트 모빌리티를 이용한 서비스는 거치대에 의존하지 않는 비고정형 거치대(dockless) 서비스를 지향하고 있지만 서비스 사업자들은 서비스 권역의 정의방식을 공개하지 않고 있다.

J. Korean Soc. Transp.
Vol.37, No.3, pp.245-253, June 2019
https://doi.org/10.7470/jkst.2019.37.3.245

pISSN : 1229-1366
eISSN : 2234-4217

ARTICLE HISTORY
Received: 7 February 2019
Revised: 4 April 2019
Accepted: 26 April 2019

Copyright ©
Korean Society of Transportation

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

본 연구에서는 대상지역의 구배와 스마트 모빌리티 수단의 최대 등판능력을 비교하고 대상지역과 도로 네트워크 및 기존 서비스 권역과의 관계를 통해 공공의 편익이 최대가 되는 새로운 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역을 정의하는 방식을 제안한다. 부산광역시 해운대구에 이 방식을 적용한 결과, 해운대구 인구의 94.6%가 스마트 모빌리티를 이용하여 대중교통 결절점까지 이동할 수 있으며 해운대구 382개의 관광관련 지점을 서비스할 수 있는 것으로 나타났다.

주요어: 전기자전거, 전동킥보드, 출발 접근 서비스(First-mile mobility, FMM), 도착 접근 서비스(Last-mile mobility, LMM), MaaS, 공공자전거, 스마트 모빌리티

서론

다수의 교통선진국이나 대도시를 중심으로 기존의 교통문제를 극복하고 스마트 시티 시대에 요구되는 지속가능한 새로운 교통 패러다임을 도입하기 위해 구체적인 서비스를 시도하고 있다. 이와 같은 서비스는 개인의 승용차에 의존하지 않더라도 공유교통수단을 이용한 다수단의 연계를 통해 이용자의 기호에 특화된 기종점 이동 서비스를 제공하는 MaaS (Mobility as a Service) 체계가 대표적이다.

MaaS의 초기형태는 출발지와 대중교통 결절점 그리고 대중교통 결절점과 목적지 구간에 제공되는 출발 접근(First-mile mobility, FMM)과 도착 접근(Last-mile mobility, LMM) 서비스로 정의할 수 있으며 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스에 이용되는 대표적인 교통수단은 공공자전거이지만 최근에는 전기자전거나 전동킥보드와 같은 스마트 모빌리티 등을 포함하는 서비스까지 그 영역이 확장되고 있다.

최근 민간기업을 중심으로 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 수단을 이용한 공유 비즈니스가 활발하게 진행 중이며 전기자전거를 포함한 공공자전거는 오포(ofo), 모바이크(Mobike), 스핀(SPIN), 점프(Jump), 라임바이크(Limebike) 등을 통해 그리고 전동킥보드는 버드(Bird)와 라임(Lime) 등을 통해 서비스되고 있다. 특히 이들 서비스는 대여와 반납이 거치대 중심이 아닌 사전에 정의된 공간 어디에서나 가능한 비고정형 거치대(dockless) 서비스를 지향하고 있으며, 이로 인해 수단에 대한 사용자의 접근성이 높고 적은 대수로 상대적으로 넓은 범위의 서비스가 가능하다는 장점이 있다.

하지만 해당 서비스들은 비고정형 거치대(dockless) 서비스 구현을 위한 권역정의 방식에 대해서 명시하고 있지 않아 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 수단 제공을 위한 공익적인 서비스가 우선인지 수단 제공주체의 상업적인 서비스가 우선인지 판단할 수 없는 상황이다.

따라서 본 연구는 공공의 편익이 우선시 되는 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스의 기본적인 정의와 한국의 도시특성에 부합하는 비고정형 거치대(dockless) 형식의 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역 설정 방식을 제안한다. 또한 생활형 그리고 관광형 서비스 권역을 차별적으로 설정하고 부산광역시 해운대구에 적용하여 한국형 MaaS 시스템의 기초연구로써 역할을 수행한다.

이론적 고찰

본 연구에서는 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스를 위한 수단으로써의 스마트 모빌리티에 대한 평가와 비고정형 거치대(dockless) 공유자전거의 수요에 대한 시공간적 불균형을 해소하기 위한 공유자전거의 재배치기법 및 스마트 모빌리티의 서비스 권역을 정의하는 방법에 관한 연구를 고찰하였다.

Zuo et al.(2018)은 신시네티 광역권에서 수행한 2009년과 2010년 GPS기반 가구통행실태조사 자료를 이용하여 통행의 기점과 종점을 기준으로 자전거 이용현황을 분석한 결과, 보행을 통해 대중교통시설에 접근하는 것보다 1.7배와 2.3배 더 넓은 범위를 서비스할 수 있어 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 수단으로써 공공자전거

의 가능성을 높게 평가하였다.

Kamarginanni et al.(2016)은 전 세계적으로 도입되었거나 도입 준비 중인 15개 MaaS 체계를 4가지 기준(지불수단의 통합, 지불계좌의 통합, 이용수단의 통합, 이용 단말기의 통합)으로 평가한 후 헬싱키의 Whim을 가장 우수한 MaaS로 선정하였고 대부분의 MaaS 체계는 공유자전거를 공통적으로 포함하여 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스를 제공하고 있다. 또한 Utriainen and Pollanen(2018)은 2018년 6월 기준 Scopus와 ScienceDirect에 출판된 31편의 MaaS관련 논문과 학술발표자료를 분석하여 공공자전거는 대도시에서 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 수단으로 활용될 수 있기 때문에 다른 수단 간의 적극적인 통합을 통해 그 이용가치를 높여야 할 것으로 정의하였다. 공공자전거와 더불어 Shiv(2018)는 핀란드 에스푸(Espoo)시 사모캣(Samocat)사에서 3개월 동안 수행한 공유 킥보드 파일럿(pilot) 서비스 이용객들을 분석한 결과, 킥보드 서비스는 해당 지역 통행의 기종점을 연계하는 이상적인 수단이며 킥보드 서비스가 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스로 성공하기 위해서는 관계자들 간의 협력이 필요하다고 강조하였다.

McKenzie(2018)는 거치대 기반과 비고정형 거치대(dockless) 공유자전거 서비스의 이용행태를 워싱턴 D.C.에서 수집된 자료를 이용해 분석한 결과, 거치대 기반 공유자전거 서비스는 출퇴근용으로 주로 이용되는 반면 비고정형 거치대(dockless) 공유자전거 서비스는 레저 혹은 비출퇴근용으로 주로 이용되는 차이를 보여 도시계획가나 교통공학자들에게 중요한 시사점을 제시하고 있다. 추가적으로 Sun(2018)은 중국 북경을 대상으로 최근 크게 성장한 비고정형 거치대(dockless) 공유자전거 이용자의 특성, 통행행태의 변화, 설문조사를 통한 해당 서비스의 수용성 등을 분석하였다. 그는 비고정형 거치대(dockless) 공유자전거의 접근성, 효율성, 경제성은 통행시간을 단축시키고 환경친화적이며 지속가능한 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스로 자리매김하고 있음을 확인하였다.

이와 더불어 Zhang and Mi(2018)는 스마트 모빌리티 특히 공유자전거의 사용으로 인한 에너지 사용량 및 온실가스 감축에 미치는 영향을 분석하기 위하여 2016년 중국 상하이시 모바이크(Mobike) 자전거 자료를 이용하여 빅데이터 분석을 수행한 결과, 공유자전거 서비스가 2016년 상하이시에서 휘발유 사용량 8,358톤과 이산화탄소와 질소산화물 배출량의 25,240톤과 64톤을 줄인 것으로 나타났다. 따라서 공유자전거의 이용을 통해 에너지 소비량과 매연을 줄일 수 있는 지속가능한 도시환경의 조성 또한 기대된다.

Pan et al.(2019), Ai et al.(2018), Xu et al.(2018)은 중국 오포(ofo), 모바이크(Mobike) 등과 같은 실제 비고정형 거치대(dockless) 공유자전거 이용 자료를 분석한 결과, 특정 장소와 특정 시간대에 자전거 수요가 집중하는 불균형성을 확인하고 기존의 분석방식으로 고려하지 못 했던 공간정보까지 포함한 기계학습 알고리즘을 개발하여 자전거의 시공간분포를 예측하였고, Caggiani et al.(2018)은 신경망이론을 통해 이용자의 만족도를 개선하고 재배치 비용이 최소가 되도록 하는 비고정형 거치대(dockless) 공유자전거의 재배치 기법을 개발하였다. 이러한 분석을 위해서는 교통분석죤 단위로 날씨, 공기질, 토지이용 등의 변수를 고려한 10분, 15분, 20분, 30분 단위의 자전거 분포를 예측할 수 있어야 할 것이다.

Zhang et al.(2019)은 비고정형 거치대(dockless) 공유자전거의 장점과 더불어 이용자의 부적절한 주차위치를 문제점으로 지적하며 이를 해결하기 위해 전자울타리(electric fence)를 정의하는 방법을 제시하였다. 정의되지 않은 공간에 주차하는 경우 이용자에게 알림메세지가 전달되는 체계로써 본 연구에서 제안된 방법을 2017년 9월 15일 하루 동안 상하이시의 모바이크(Mobike) 자료에 적용한 결과, 7,500개의 전자울타리를 통해 91.8%의 자전거 수요를 수용할 수 있는 것으로 나타났다. 하지만 이들의 연구에서 설정된 전자울타리는 연속된 공간의 형태가 아니며 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스의 기본적인 개념인 대중교통 결절점으로의 연결에 대한 고려가 부족한 것으로 판단된다.

연구방법의 설정

1. 스마트 모빌리티 수단을 통한 서비스 구현

MaaS의 완벽한 구현을 위해서는 더 많은 시간과 노력이 요구되지만 MaaS의 초기형태로 기점(출발지)에서 대중교통 결절점까지 그리고 대중교통 결절점에서 종점(목적지)까지 교통수단을 제공하는 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스의 제공이 우선적으로 가능하다. 전형적인 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스를 위한 교통수단으로는 공공자전거, 전기자전거, 전동킥보드 등과 같은 스마트 모빌리티 수단이 있으며 이를 활용한 사업화가 전 세계적으로 급속하게 확산되어 대중교통 결절점과의 연계뿐만 아니라 근거리 기종점의 이동수단으로 널리 활용되고 있다.

본 연구에서 정의하는 스마트 모빌리티 수단은 전 세계적으로 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스의 제공수단으로 활용 중인 공유자전거, 전기자전거, 전동킥보드로 한정하고, 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역의 정의방식은 각 수단의 등판능력을 기준으로 하였다.

Table 1에서 공공자전거의 등판능력은 이용자 개인의 주행능력에 따라 달라질 수 있지만 「자전거 이용시설의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에 제시된 자전거도로의 종단경사에 따른 제한 길이 산정기준에 따라 최대 경사인 4도(7%)로 정의하였다. 전기자전거의 등판능력은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에 제시된 최대 종단경사 10도(17%)를 사용하였고, 전동킥보드의 경우는 국내 소셜 커머스(social commerce)에서 시판되고 있는 제품들의 제원을 참고하여 20도를 최대 등판능력으로 정의하였다.

Table 1. Smart mobility modes and maximum modal gradability

Mode	Maximum gradability	Reference for criteria
Public bicycle	4°	Structure of facilities for bicycle riding and standards for facilities
Electric bicycle	10°	Criteria, etc., for structure and facilities of roads
Electric scooter	20°	Specifications from social commerces

2. FMM과 LMM 서비스 권역의 정의

본 연구에서는 공공의 편익과 출발 접근(FMM) 및 도착 접근(LMM) 서비스의 기본적인 목적에 부합하는 서비스 권역을 정의하기 위하여 도로와 접하면서 개별 수단의 등판이 가능한 공간을 연속적으로 포함하는 방식을 사용하였다. 따라서 등판능력이 우수한 수단은 등판능력이 부족한 수단의 서비스 권역을 포함하는 더 넓은 범위에 서비스를 제공할 수 있다.

또한 주민중심의 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스는 주거에서 대중교통 결절점을 연계하는 생활형 서비스로 정의하였고 관광객중심의 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스는 관광관련 지점을 연계하는 관광형 서비스로 정의하였으며 두 가지 형태의 서비스 권역이 공간적으로 중첩되어 생활형과 관광형을 아우르는 통합형 서비스 권역의 정의도 가능하다.

Figure 1은 주민을 위한 공공자전거 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역을 정의하는 과정으로 대상지의 단위 지형(Ci)(ex, 10m×10m)의 구배(G(Ci))를 공공자전거의 최대 등판능력(G(B))과 비교한 후, 단위 지형의 구배가 만족(G(Ci)<G(B))되고, 단위 지형이 도로망에 연결(Intersect(Ci, L))되어 있거나 기존의 공공자전거 서비스 권역에 연결(Intersect(Ci, S(B))되어 있으면 공공자전거 서비스 권역을 갱신하는 방식이다. 전기자전거와 전동킥보드에 해당하는 서비스 권역 또한 같은 방식으로 정의할 수 있다.

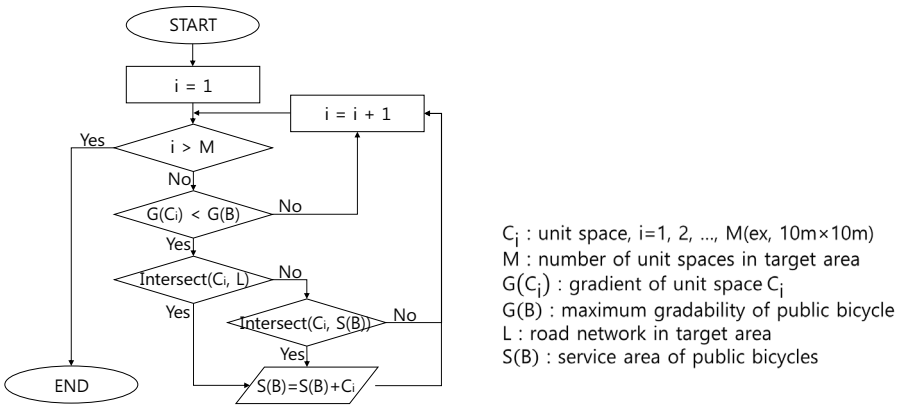

Figure 1. Algorithm for defining first-mile and last-mile mobility service area for residents

Figure 2는 관광객을 위한 공공자전거 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역을 정의하는 과정으로 우선 대상지에 위치한 관광관련 지점들을 지정하고 그 영향권을 설정한다. 관광에 관련된 지점으로는 주차장, 관광지, 숙소, 상가, 대중교통 정류장 등이 될 수 있으며 주민을 위한 서비스 권역의 정의 방식과는 달리 관광에 관련된 지점들의 영향권 내에 위치한 단위 지형의 구배와 해당 스마트 모빌리티 수단의 최대 등판능력, 도로망과 기존 서비스 권역과의 연결관계에 따라 해당 스마트 모빌리티 서비스 권역의 갱신이 이뤄진다.

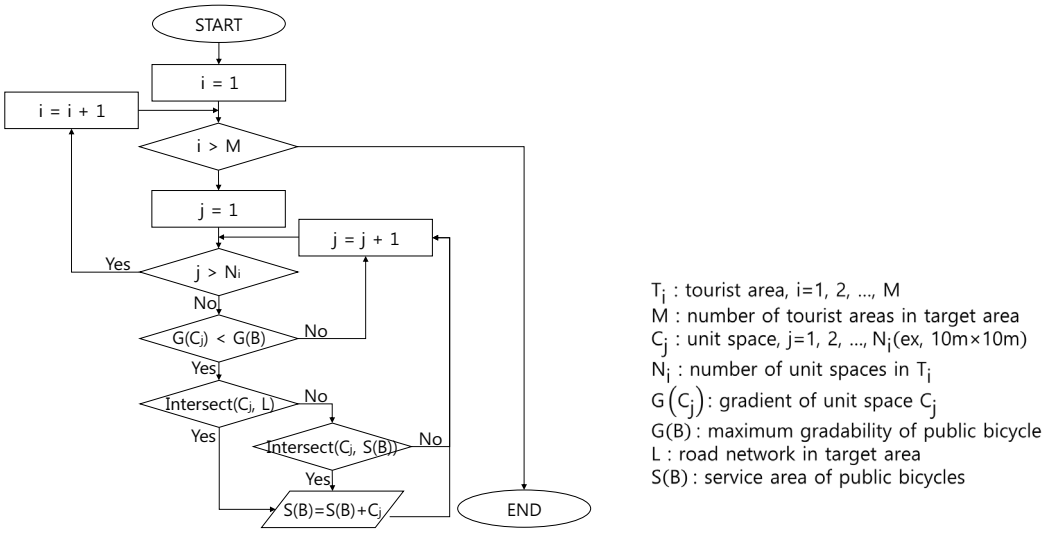

Figure 2. Algorithm for defining first-mile and last-mile mobility service area for tourists

부산광역시 해운대구 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역의 정의

본 연구에서는 스마트 모빌리티를 이용한 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역의 정의방식을 부산광역시 해운대구에 적용하였다. 부산광역시 해운대구는 부산광역시의 16개 구·군 중 인구가 가장 많고 연중 관광객 수가 2천만을 넘는 곳으로 생활형 그리고 관광형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스의 적용이 가장 용이한 곳 중의 하나로 판단된다. 또한 Figure 3에서 알 수 있는 바와 같이 중앙에 경사가 급한 장산을 제외한 완만한 주변지역을 중심으로 거주인구와 관광객이 집중적으로 분포하여 스마트 모빌리티와 같은 단거리 이동수단의 제공을 통해 대중교통 결절점에 대한 주민들의 접근성 개선과 관광객의 이동성 개선이 기대되는 곳이라고 할 수 있다.

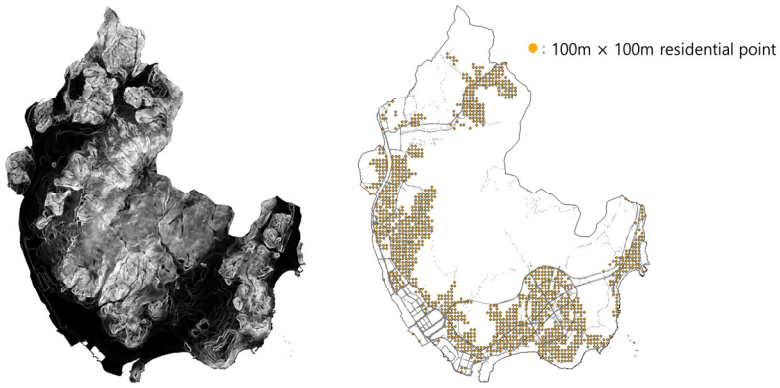

Figure 3. Gradient and population distribution in Haeundae-gu in 2018

해운대구 스마트 모빌리티의 적용에 대한 공간분석 자료는 국토지리정보원과 해운대구 공공데이터포털에서 취득하였으며, ArcGIS 프로그램을 이용하여 분석을 수행하였다.

1. 생활형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역

해운대구 주민의 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 제공을 위해 해운대구의 경사도와 인구분포를 파악하고 스마트 모빌리티 수단의 등판능력에 따른 서비스 권역을 정의하였다. 다시 말하면 주거지로부터 대중교통 결절점까지 스마트 모빌리티 수단을 통해 연속적으로 이동할 수 있는 경사지의 면적과 서비스 권역에 위치하는 인구분포를 도출하였다.

Figure 4에서 공공자전거 서비스 권역은 경사가 자전거 등판능력인 4도 이하이면서 도로와 접하는 면적으로 정의하였으며, 전기자전거 서비스 권역은 경사가 전기자전거 등판능력인 10도 이하이면서 공공자전거 서비스 권역 및 도로와 접하는 면적으로 정의하였다. 마찬가지로 전동킥보드의 경우는 20도를 기준으로 서비스 권역을 정의하였다.

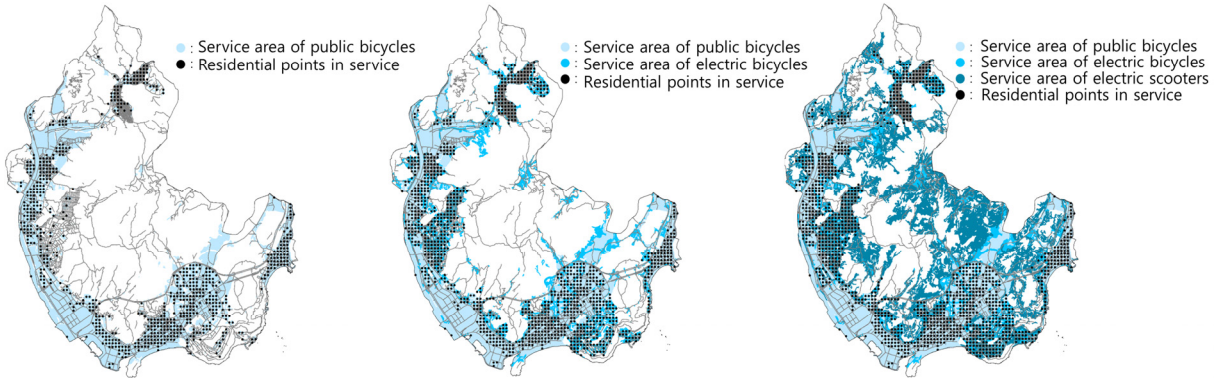

Figure 4. First-mile and last-mile mobility service area and population for residents in Haeundae-gu

Table 2에서 공간적인 측면의 서비스 권역은 경사가 전동킥보드 등판능력보다 가파르거나 경사는 가파르지 않지만 도로와 접하지 않는 지역에 해당하는 28.0%의 면적을 제외하고, 수단별 서비스 권역은 공공자전거 28.5%, 전기자전거 43.8%, 그리고 전동킥보드 72.0%의 면적으로 산정되었다. 그리고 개별 수단으로 서비스가 가능한 인구는 공공자전거가 해운대 전체인구의 55.6%, 전기자전거가 85.6%, 그리고 전동킥보드가 94.5%로 나타났다.

Table 2. First-mile and last-mile mobility service area and population for residents in Haeundae-gu

Mode	Service area (m^2)	Rate (%)	Cumulative rate (%)	Service population (person)	Rate (%)
Public bicycle	14,907,943	28.5	28.5	225,931	55.6
Electric bicycle	7,997,979	15.3	43.8	121,905	30.0
Electric scooter	14,701,878	28.2	72.0	36,572	9.0
No service	14,636,616	28.0	100.0	21,942	5.4
Sum	52,244,416	100.0		406,350	100.0

2. 관광형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역

관광객 입장의 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스는 주거가 아닌 관광관련 특정장소에서 또 다른 특정장소로 이동하는 수단의 개념으로 볼 수 있다. Figure 5는 해운대구에서 관광관련 통행활동의 기종점으로 설정할 수 있는 주차장, 관광지, 숙소, 상가, 버스정류장(시내버스, 마을버스, 시외버스), 도시철도역(부산 도시철도 2호선, 동해선) 등으로 서비스 권역 설정을 위해 총 382개 지점이 선정되었다. 관광형 서비스 권역 정의에 사용된 382개 관광관련 지점의 좌표정보는 NAVER Developer API를 활용하여 확보하였다.

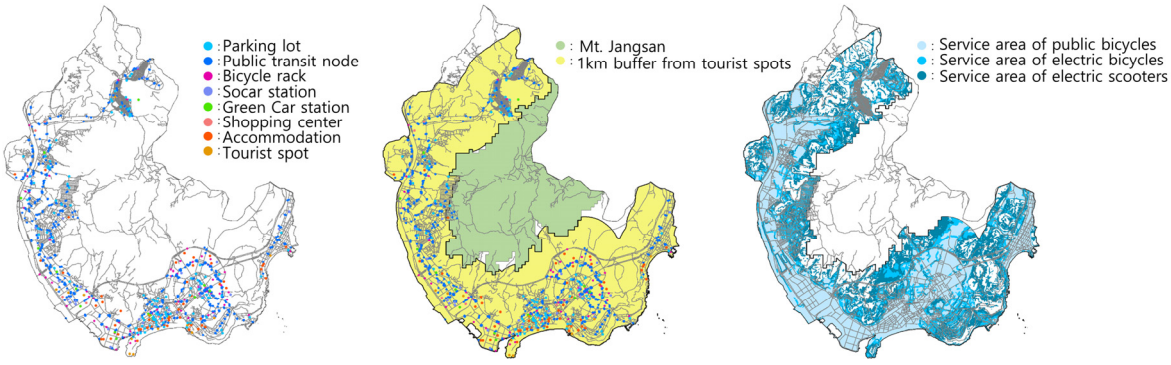

Figure 5. First-mile and last-mile mobility service area for tourists in Haeundae-gu

Figure 5에서 해운대구 관광관련 지점들을 중심으로 반경 1km 범위에서 산악지형(장산)을 제외한 후, 생활형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역의 정의와 같은 방식으로 관광형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역을 설정하였다.

3. 통합형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역

주민중심의 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스는 주거에서 대중교통 결절점을 연계하는 생활형 서비스이며, 관광객중심의 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스는 관광관련 지점을 연계하는 관광형 서비스이지만 두 가지 형태의 서비스 권역이 공간적으로 중첩되어 생활형과 관광형을 아우르는 통합형 서비스 권역을 정의하였다.

관광형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역을 정의하기 위해 사용된 관광지점으로부터 1km 버퍼를 100m 단위로 축소시켜 가면서 민감도 분석을 수행한 결과, 관광지점으로부터 500m 크기의 버퍼에서 생활형 서비스 권역의 주민 대부분을 포함하는 것으로 나타나 Figure 6과 같이 통합형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역을 정의하였다.

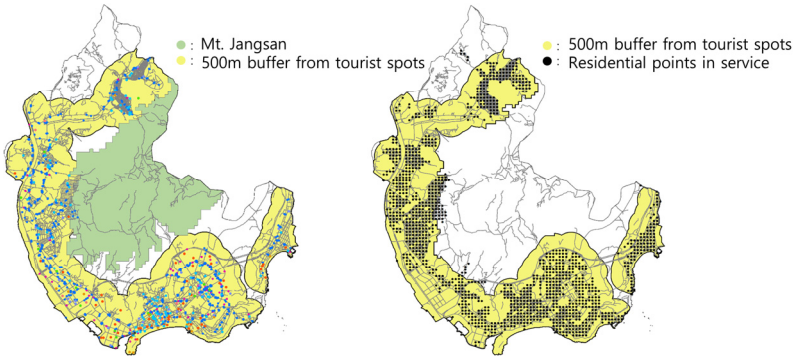

Figure 6. Integrated first-mile and last-mile mobility service area and population in Haeundae-gu

결론

최근 들어 공유교통수단을 기반으로 한 새로운 교통 패러다임이 시도되고 있으며 이러한 노력의 일환으로 세계의 많은 도시들과 기업들을 중심으로 개별 교통수단들을 유연하게 연계하는 MaaS 체계를 구축 중에 있다. MaaS 체계의 초기 형태는 스마트 모빌리티 수단을 이용한 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스라고 할 수 있다.

본 연구는 공공자전거, 전기자전거, 전동킥보드와 같은 스마트 모빌리트를 이용하여 공공의 편익을 기본으로 하는 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역의 정의 방법을 제안하고 부산광역시 16개 구·군 중 인구가 가장 많고 매년 2천만 이상의 관광객이 방문하는 해운대구에 적용하였다.

생활형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스는 해운대구 인구의 55.6%가 공공자전거, 30.3%가 전기자전거, 9.0%가 전동킥보드를 이용하여 대중교통 결절점으로 이동이 가능한 것으로 나타났으며, 해운대구에 위치한 382개 관광관련 지점들을 연계하는 관광형 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역의 정의도 가능하였다.

출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 수단의 선호 및 이용 패턴은 이용자의 사회경제적 특성, 예를 들면, 연령, 성별, 소득수준 등에 따라 차별화될 수 있지만 본 연구에서는 지형적 조건과 모빌리티 수단의 등판능력을 중심으로 서비스 권역을 설정하였다는 점에서 한계를 지니고 있다. 따라서 향후 연구로는 지역별 이용자 특성 및 서비스 수단에 대한 선호도를 반영한 출발 접근(FMM)과 도착 접근(LMM) 서비스 권역의 정의가 진행되어야 할 것이다. 또한 스마트 모빌리티의 기본적인 문제점으로 제기되고 있는 버려지는 수단이나 부적절한 장소에 주차하는 이용행태를 개선시킬 수 있는 기술적인 접근이나 운영방식에 대한 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것이다.

본 연구는 부산광역시에 스마트 모빌리티 서비스와 MaaS 체계를 구축하는 단계에서 서비스 도입계획 및 운영계획 수립의 기초자료로 활용할 수 있다는 의의를 가진다.

Funding

This work has been funded by Busan Mass Transit Citizen's Funds Foundation.

알림

본 논문은 대한교통학회 제80회 학술발표회(2019. 2. 22)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

ORCID

KIM, Minjeong http://orcid.org/0000-0001-5173-8185
KIM, Hoyong http://orcid.org/0000-0002-2702-186X
KIM, Hoe Kyoung http://orcid.org/0000-0001-5057-2558

References

Ai Y., Li Z., Gan M., Zhang Y., Yu D., Chen W. et al. (2018), A Deep Learning Approach on Short-term Spatiotemporal Distribution Forecasting of Dockless Bike-sharing System, The Natural Computing Application Forum.

Caggiani L., Camporeale R., Ottomanelli M., Szeto W. Y. (2018), A Modeling Framework for the Dynamic Management of Free-floating Bike-sharing systems, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 87, 159-182.

Kamargianni M., Li W., Matyas M., Schafer A. (2016), A Critical Review of New Mobility Services for Urban Transport, Transportation Research Procedia, 14, 3294-3303.

McKenzie G. (2018), Docked vs. Dockless Bike-sharing: Contrasting Spatiotemporal Patterns, 10th International Conference on Geographic Information Science.

Pan L., Cai Q., Fang Z., Tang P., Huang L. (2019), A Deep Reinforcement Learning Framework for Rebalancing Dockless Bike Sharing Systems, Association for the Advancement of Artificial Intelligence.

Shiv A. (2018), Analysis of Last Mile Transport Pilot: Implementation of the Model and Its Adaptation Among Local Citizens, AALTO University, Master's thesis.

Sun Y. (2018), The Contribution of the Dockless Bike Sharing System to Enhancing Urban Sustainable Mobility: A Case Study of Beijing, China, Cardiff University, Master's thesis.

Utriainen R., Pollanen M. (2018), Review on Mobility as a Service in Scientific Publications, Research in Transportation Business & Management, 27, 15-23.

Xu C., Ji J., Liu P. (2018), The Station-free Sharing Bike Demand Forecasting with a Deep Learning Approach and Large-scale Datasets, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 95, 47-60.

Zhang Y., Lin D., Mi Z. (2019), Electric Fence Planning for Dockless Bike-sharing Services, Journal of Cleaner Production, 206, 383-393.

Zhang Y., Mi Z. (2018), Environmental Benefits of Bike Sharing: A Big Data-based Analysis, Applied Energy, 220, 296-301.

Zuo T., Wei H., Rohne A. (2018), Determining Transit Service Coverage by Non-motorized Accessibility to Transit: Case Study of Applying GPS Data in Cincinnati Metropolitan Area, Journal of Transport Geography, 67, 1-11.