

# 활동인구 기반의 동적 접근성 산출과 적용 사례 연구: 서울시 응급약료서비스를 중심으로

박진우<sup>1</sup> · 채오성<sup>2</sup> · 김정화<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경기대학교 스마트시티공학부 도시·교통공학전공 석사과정, <sup>2</sup>경기대학교 스마트시티공학부 도시·교통공학전공 학부과정, <sup>3</sup>경기대학교 스마트시티공학부 도시·교통공학전공 조교수

## Exploring Dynamic Accessibility: Case Study on Emergency Medication Services in Seoul

PARK, Jinwoo<sup>1</sup> · CHAE, Osung<sup>2</sup> · KIM, Junghwa<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Master Course, Department of Urban & Transportation Engineering, College of Creative Engineering, Kyonggi University, Gyeonggi 16227, Korea

<sup>2</sup>Student, Department of Urban & Transportation Engineering, College of Creative Engineering, Kyonggi University, Gyeonggi 16227, Korea

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Urban & Transportation Engineering, College of Creative Engineering, Kyonggi University, Gyeonggi 16227, Korea

\*Corresponding author: junghwa.kim@kyonggi.ac.kr

### Abstract

In many of the existing studies, transit accessibility may be measured by an intuitive indicator that is the length of time it takes to reach a public transport station. This, however, does not reflect changes in the access environment attributes with the passage of time, thus deemed difficult to indicate the actual level of access, which alters depending on what time it is during the day. This study is designed to propose that transit accessibility changes depending on the time of day with the data of measured accessibility, and as a way to realize the purpose it adopted dynamic accessibility, which was based on the following three core elements: people, traffic, and activity. Dynamic accessibility presented in this study refers to an accessibility index that considers the effects of population, traffic conditions, and activity destinations by combining mobile data-based active population and activity place operation time data with travel time. In order to carry out a comparative analysis between dynamic accessibility estimated in this study and the static accessibility, Seoul was sectionalized into 424 dong (primary division of administrative districts called gu) and operating pharmacies in the city were designated as a venue of social activities. In the process, the data on activities at those pharmacies per time of day and on the de facto population of Seoul, categorized per time of day and per dong were employed, and the shortest route from the origin to the destination was estimated based on the Python-based web crawling for the analysis. As a result, it turns out that accessibility became lower during the hours when availability of public transit and pharmacies was limited, and the operating hours of pharmacies, an indicator to express the level of activities among the classification factors, were found as an important factor to show differences on access time. Moreover, it was investigated that dynamic accessibility is represented only in the time zone in which most pharmacies are operating, and that there is a difference between static accessibility and dynamic accessibility in other time zones.

**Keywords:** dynamic accessibility, emergency medications services, public transport, travel time, web crawling

J. Korean Soc. Transp.  
Vol. 39, No. 5, pp. 680-696, October 2021  
<https://doi.org/10.7470/jkst.2021.39.5.680>

pISSN : 1229-1366  
eISSN : 2234-4217

#### ARTICLE HISTORY

Received: 31 May 2021

Revised: 15 June 2021

Accepted: 23 August 2021

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.

## 초록

기존 다수의 연구에서 교통 접근성은 통행시간을 접근성 평가 지표로 사용하였으며, 이러한 교통 접근성은 시간의 흐름에 따른 접근성의 환경 변화를 고려하지 못해 하루 중 다양한 시간대에 따라 변화하는 실제 접근성을 나타내기가 어렵다. 본 연구에서는 동적 접근성 적용 사례 연구를 통해 국내에서의 교통 접근성에서 시간적 측면의 다양성을 보여주고자 하였으며 이에 인구, 교통, 활동의 세 가지 핵심 요소를 바탕으로 한 동적 접근성이라는 새로운 개념을 적용하였다. 본 연구에서 제시한 동적 접근성은 높은 신뢰도를 가진 통신데이터 기반의 활동인구 및 활동 장소 운영 시간 데이터의 결합을 통해 접근성의 개념을 통행시간에 국한하지 않고 인구 및 교통 상황, 활동 목적지의 영향을 고려한 지표를 말한다. 정적 접근성과 본 연구에서 산출한 동적 접근성의 비교분석을 진행하기 위해 대상지를 서울시의 424개 행정동으로 설정하였으며, 사회적 활동의 장소를 서울시 내의 운영 중인 약국으로 정하였다. 이 과정에서 시간대별 약국 데이터와 시간대별, 행정동별로 분류된 서울시 생활인구 데이터를 사용하고 PYTHON 기반의 웹 크롤링을 통해 출발지와 목적지 간의 가장 빠른 경로를 산출하여 분석했다. 그 결과 대중교통과 약국의 운영 시간이 제한된 시간대에서는 접근성이 저조해지는 것으로 나타났으며, 분류 요소 중 활동으로 고려한 지표인 약국 운영 시간의 영향이 도드라지는 것을 확인하였다. 또한 정적 접근성의 경우 대부분의 약국이 운영 중인 시간대에서만 동적 접근성을 대표하며, 이 외의 시간대에서는 정적 접근성이 동적 접근성과 차이가 존재함을 확인하였다.

**주요어:** 동적 접근성, 응급약료서비스, 대중교통, 통행시간, 웹 크롤링

## 서론

### 1. 연구배경 및 목적

접근성의 개념은 도시 구조의 물리적 구성요소인 인구, 교통, 사회적 활동 지역을 결합한다. 대부분의 경우 이러한 구성 요소는 본질적으로 동적이므로 사람의 이동성과 수송망 및 활동 위치(예: 서비스)의 시간이 변화함에 따라 공간과 시간의 접근성 환경이 바뀌게 된다(Järv et al., 2018). 따라서 통행시간(Travel Time)만을 이용하는 정적 접근성 산출의 경우 시간의 흐름에 따른 접근성의 환경 변화를 고려하지 못해 하루 중 다양한 시간대의 실제 접근성을 대표하는 기능이 떨어진다고 볼 수 있다. 특히 출·퇴근 시간, 심야 시간대에서 정적 접근성을 대입할 시에 실제 상황과의 차이가 발생한다. 본 연구에서는 Järv et al.(2018)이 제시한 인구, 교통, 활동 세 가지 접근성 구성 요소에서 시간의 흐름을 포착하는 동적 위치 기반 접근성 모델링을 고려하여 약국을 대상으로 한 활동인구 기반의 사례 연구를 통해 구성요소의 영향을 확인하고, 접근성 지표를 제시하여 지역 간 비교를 통해 접근성의 시계열적 차이를 보여주고자 한다. 여기서 활동인구란 인간의 행동을 야기하는 수많은 사회, 경제적 메커니즘을 과학적인 관점에서 밝히고자 하는 개념으로, 인간의 활동(activity)과 행동(behavior) 그리고 커뮤니케이션(communication)의 동적인 패턴 변화를 살펴보고, 각 구성요소 간 관계에 대한 이해를 높이는 것에 중점을 두고 있다(Barabasi, 2005). 서울시는 2018년 3월부터 통신데이터로 추계한 특정 지역, 특정 시점에 존재하는 모든 인구수 정보를 공개하였다. 이는 24시간 단위로 갱신되고 있으며, LTE시그널데이터의 특성상 휴대폰 단말이 기지국과 기지국을 이동할 때 사용 여부와 관계없이 자동으로 시그널이 적재되어 이용자의 위치 파악에 대한 신뢰도가 높다는 특징을 가지고 있다(Seoul Open Data Plaza, 2021). 본 연구는 서울시 생활인구 데이터를 활용하여 국내에서의 교통 접근성에서 시간적 측면의 영향을 보여주고 정적 접근성과 동적 접근성의 비교분석을 진행하고자 한다.

### 2. 연구 내용

정적 접근성과 동적 접근성을 수치적으로 비교하여 실증적인 결과가 도출되도록 본 연구를 시행하고자 하였다. 본 연구에서의 공간적 범위는 서울시의 424개 행정동을 기준으로 하였으며, 접근시간별 인구비율을 알아보기 위해

서울시의 공공데이터와 KT의 통신데이터로 추계한 서울의 특정 지역, 특정 시점에 존재하는 모든 인구를 나타내는 시간대별, 행정동별로 분류된 서울생활인구 데이터를 활용하였다. 사회적 활동의 장소로는 서울시 내의 운영 중인 약국으로 정하였는데, 약사의 약료서비스를 긴급한 상황에서도 받아야만 하는 경우가 존재해 약국으로의 시간대별 접근성은 이용자들에게 민감하게 영향을 미칠 것으로 생각되기 때문이다. 이는 휴일지킴이약국과 같이 약국 운영 시간과 위치, 전화번호 등의 간략한 정보를 정리하여 제공하는 서비스가 존재하는 것만으로도 알 수 있다.

서울시 내에 있는 약국을 목적지의 활동 장소로 사용하기 위해 시간대별 약국 데이터를 수집하였다. 약국의 주소와 영업시간에 대한 데이터는 서울 열린데이터 광장과 공공데이터 포털에서 각각 서울특별시 약국 인허가 정보, 서울시 내 약국 운영 시간 데이터를 요청하여 정리하였다(Open Data Portal, 2021; Seoul Open Data Plaza, 2021). 추가로 최신 대중교통 경로를 사용하기 위해 PYTHON을 통한 네이버 지도 대중교통 길찾기 기능을 웹 크롤링하여 대중교통 이용 시 출발지와 목적지 간의 가장 빠른 경로를 계산하였다(Naver Maps, 2021). 네이버 지도에서 수집 가능한 자료는 보행 통행시간, 대중교통 통행시간으로 구성되고, 정적 통행시간(STATIC)과 동적 통행시간(TIME)의 두 가지 유형이 존재한다. 이를 통해 정적 접근성(Static Accessibility, SA)과 동적 접근성(Dynamic Accessibility, DA)을 산출하였다. 이때 정적 통행시간은 특정 시간에 산출된 값이 아닌 도로의 링크별 통행시간 및 고정된 보행속도를 사용하여 산출된 값으로써 날짜, 시간대에 상관없이 하나의 경로에 하나의 통행시간이 부여된다. 접근성의 측정 시 활동인구 데이터와 활동 장소 운영 시간 데이터, 하루의 각 시각  $T(T=0, \dots, 23)$  동안 출발지(해당 동의 주민센터)와 목적지(이용 가능한 약국 위치) 사이의 대중교통 통행시간을 결합한 지표를 활용하여 분석하였다.

## 선행연구 검토

현재까지 교통 접근성 지표 개발 및 산출에 대한 연구는 다수 진행되었으나(Choi et al., 2018; Han, 2016; Jang et al., 2015; Kim et al., 2007; Kim and Park, 2015; Lee and Jo, 2011; Paik and Kim, 2016; Park and Kim, 2015) 시간대별 변화를 반영하는 개념적 접근에 관한 내용은 다소 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 동적 접근성과 정적 접근성으로 이원화하여 시간 함수로서의 위치 기반 접근성 모델링을 제시한 관련 연구를 중점적으로 검토하였다. Järvi et al.(2018)은 인구, 교통, 활동의 세 가지 접근성 구성 요소를 포함한 시간대별 동적 접근성 모델링을 제시하였다. 동적 접근성의 프레임워크는 Equation 1과 같다.

$$DA = \int (PTA)_{st} \quad (1)$$

여기서,  $P$ : People component

$T$ : Transport component

$A$ : Activity component

$s$ : Space

$t$ : Time

또한 에스토니아 탈린의 식료품점을 대상으로 식품 접근성과 공간적 형평성을 조사하고자 하였으며, 에스토니아 이동통신사의 1개월간의 익명 모바일 데이터(CDR)와 GTFS 데이터 및 네비게이션 데이터, OpenStreetMap을 통행시간과 결합하여 해당 모델링에서 시간적 측면의 영향을 보여주었다. 분석 결과 정적 위치 기반 접근성 모델은 사람들의 잠재적인 기회에 대한 접근을 과대평가하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

국외에서는 동적 접근성의 방법론 제시를 통해 기존 접근성과 그 효과를 비교하고 발전시키고자 하였는데, Bimpou and Ferguson(2020)은 통행시간 신뢰도(travel time reliability)를 접근성 측정에 통합하고자 하였다. 이를 위해 일

반적으로 사용되는 접근성 지표를 확장하여 통행시간의 일별 변동성을 포함시켰다. 분석 결과 통행시간 신뢰도는 일시적, 공간적으로 다양하며, 지역은 더 높은 통행시간 가변성으로 인해 상대적으로 높은 수준의 접근성 손실을 경험했다는 것을 보여주었다. Moya-Gómez et al.(2018)은 스페인 마드리드를 대상으로 SNS 데이터를 활용한 동적 접근 방식을 사용하여 교통 네트워크의 성능과 목적지의 두 가지 요소를 고려한 도시 접근성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 네트워크 혼잡과 목적지의 매력도 변화 요인을 고려하여 정적 접근성을 포함한 네 가지 시나리오를 작성하고, 시나리오간 비교분석을 시행하였다. 분석 결과, 네트워크 혼잡과 목적지 매력은 서로를 상쇄하는 대립적인 경향이 있는 것으로 나타났으며, 인구의 공간 분포 분석 시 아침과 오후 시간대는 도시 중앙부에, 밤 시간대에는 교외의 주택가에 집중되는 경향이 있는 것으로 나타났다. Boisjoly and El-Geneidy(2016)는 접근성 연구와 실제 적용과의 24시간 통행에 의한 위치 기반 접근성의 시간에 민감한 측정이 지속적인 접근성보다 더 적절한 접근성 측정을 제공하는지 조사하고자 하였다. 분석 결과, 가장 일반적으로 사용되는 접근성 측정(오전 8시 측정)은 하루동안의 상대적인 접근성(정적 또는 동적)을 대표하는 것으로 나타났다.

또한 동적 접근성과 정적 접근성의 비교에 앞서 기존 교통 접근성의 산출에 관한 선행연구들을 검토하였다. Chan(2004)은 lp-norm(Minkowski metric) 르베그 공간에서 확률적 응답시간에 이르는 5가지 공간적 분리표현 방법을 제시하였다. SFC(Space Filing Curve) 기반의 5가지 표현방식은 각각 공간적 분리를 대표하는 역할을 지닌다. 이를 통해 거리, 시간, 임피던스 및 이동 비용에 따른 공간가격을 산출하고 이와 역의 관계를 가지는 것을 교통 접근성이라고 정의하였다. 시간과 거리, 주행비용 등 접근성 산출에서 적용될 수 있는 다양한 변수들의 가중치를 르베그 적분에 대입하여 공간가격을 산출하였다. 해당 식은 Equation 2와 같다.

$$C = f(\tau, d', c') = w_1\tau + w_2d' + w_3c' + r' \quad (2)$$

여기서,  $C$ : Spatial price

$\tau$ : Travel time

$d'$ : Distance

$c'$ : Out-of-pocket cost

$r'$ : The term that includes all other factors including in convenience

Park and Lee(2017)는 기존의 접근도 알고리즘을 보완해 서울 대도시권의 대중교통체계를 구성하는 서울시내버스와 수도권 지하철 시스템을 통합한 교통망을 활용한 접근성 계산 알고리즘을 제안하였다. 알고리즘 중요 요소로는 승객들이 노드를 이동하는데 소요되는 시간을 선정하였고, 노드별 링크들의 가중치는 교통카드 트랜잭션 데이터 베이스로부터 추출된 노선별 속도에 따라 인접한 노드들 사이의 이동시간으로 설정하였다. 도보로 이동이 가능한 노드의 경우, 링크의 가중치를 승객 도보이동 시간으로 설정하였다. 최단 경로의 시간거리를 찾는 알고리즘을 활용하여 링크들의 가중치와 평균이동시간을 고려한 시간 거리 인접 행렬을 통해 노드들간의 접근도를 계산하였다. 해당 식은 Equations 3, 4와 같다.

$$T_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1(i \neq j)}^n T_{ij} \begin{cases} t_{ij} = c_{ij} & \text{if } c_{ij} \neq \infty \\ t_{ij} = 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$T_{mean} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \quad (4)$$

여기서,  $T_i$ : 노드  $i$ 의 평균 이동 시간

$T_{mean}$  : 전체 노드들의 평균 이동 시간

$C_{ij}$  : 노드와 다른 노드 사이의 최단 비용 거리

보다 정확한 교통 접근성 산출을 위해 웹 크롤링 기법을 교통 데이터에 적용한 선행연구들을 검토하였으며, 이 중 Bae and Im(2016)은 지역별 접근성을 주거지역과 시설물까지의 접근시간으로 분석하고, 비교 평가하고자 하였다. 이를 위해 네이버, 구글 등과 같은 검색엔진의 길찾기 서비스 API(Application Programming Interface)를 이용하여 축적된 빅데이터를 이용한 신뢰성 높은 통행시간을 산정하여 분석했다. 이때 국토교통부 국토지리정보원에서 제공하는 지명, 상호명, 공공기관 및 시설 등의 위치 및 기타 정보를 포함한 국가관심지점정보를 활용하여 주요 시설물에 대한 정보를 활용하였다. 분석 결과, 지역별 시설별로 접근시간의 차이를 나타냈으며, 승용차와 대중교통의 접근성 또한 차이를 나타냈다. 지역별 교통서비스의 제공뿐만 아니라, 시설 공급의 문제에 대한 고찰을 통해 시설의 분포와 교통서비스 수준에 따른 시설 공급 고려사항을 제안하였다. Zhao et al.(2019)은 네이버 지도에서 제공되는 웹 기반 교통체증 데이터를 이용한 교통 체증 데이터 수집 기법을 제시하였다. 이 과정에서 웹 크롤링을 사용하여 교통체증 이미지 데이터를 수집, 분류하였다. 정확한 지역, 축적 및 시간으로 이미지 데이터셋을 구성하는 방안을 이용하여 결과의 활용도와 신뢰성을 높였다.

전술한 선행연구 조사를 통해 정적 접근성 대비 동적 접근성이 변화하는 시간적, 공간적인 측면에서 더욱 세부적으로 가능하며 산출 방법에 있어 통행시간 이외에도 다양한 접근성 지표를 사용하여 결과값의 신뢰도를 높이고, 웹 크롤링을 통해 정적 접근성 대비 산출된 데이터의 신뢰성을 개선하는 방법의 적용 가능하다는 것을 알 수 있었다.

선행연구의 교통 접근성 산출은 평균 통행시간을 활용한 변수를 주로 사용하고 있으며 세분화된 시간대를 고려하지 않은 것으로 확인되었다. 동적 접근성은 실제 상황을 표현하는 요소의 적용을 통해 이론과 현실의 차이를 감소시키기 위한 개념이나 국내에서 이를 활용한 연구는 전무한 상황으로, 접근성의 시계열적 특성을 보여주는 사례 연구를 제시함으로써 국내 동적 접근성 연구의 기초 자료로 활용 가능할 것으로 보인다. 본 연구의 차별성으로는 높은 신뢰도를 가진 통신데이터 기반의 활동인구 및 활동 장소 운영 시간 데이터의 결합을 통해 접근성의 개념을 통행시간에 국한하지 않고 인구 및 교통 상황, 활동 목적지의 영향을 고려한 지표를 제시한 점이다. 또한 빅 데이터를 활용하여 구축한 검색엔진의 지도서비스를 웹 크롤링함으로써, 데이터의 수집 및 전처리 과정을 단축시키고 접근성 산출의 난이도를 감소시켰다는 측면이 존재한다.

## 접근성 개념 제시

이동성을 포함한 접근성은 ‘한 지역에서 다른 지역으로 이동할 수 있는 가능성’ 또는 ‘하나의 상태 또는 조건에서 다른 상태나 조건으로 빨리 움직이거나 변할 수 있는 가능성’으로 정의된다(Shin et al., 2005). 선행연구의 접근성 측정에는 특정 활동을 수행하기 위한 시설까지의 거리, 시간, 비용과 같은 통행비용을 사용하였으며 이 외에도 다양한 접근성 모델과 변수를 통해 접근성을 산출하였다. 접근성을 평가하고자 한 선행연구에서는 ‘평균 승용차 및 대중교통 접근시간’(Bae and Im, 2016)이나, ‘평균 접근시간’, ‘한계시간 내 접근 가능 인구비율’, ‘한계시간 내 접근 가능 시설 수’(Jang et al., 2015)를 활용하였으며, 접근성을 보완하고자 한 선행연구에서는 노드간 통행시간 기반의 최단 비용 거리(Park and Lee, 2017)를 활용하였다. 선행연구에서 평균 통행시간과 같은 변수는 시계열적 특성을 고려하지 않은 것으로, 정적인 속성을 지닌다고 볼 수 있다.

동적 접근성은 인구, 교통, 활동의 세 가지 핵심 요소로 구성되며 상호의존적인 관계를 지닌다. 이중 첫 번째 요소인 ‘인구’는 활동 목적지에 도달하고자 하는 사람의 시·공간적 분포이며, 개인은 필요와 능력에 의해 교통과 활동에 접근하는 방식이 상이하기 때문에 동적인 속성을 띤다. Figure 1에서 서울시 토지이용계획 자료를 이용하여 활동 인구의 시간적 분포를 나타내었다. 두 번째 요소인 ‘교통’은 원하는 목적지에 도달할 수 있도록 하는 교통 인프라의 시·공간적 분포이다. 사람은 교통수단으로 인해 출발지에서 원하는 목적지로 이동 가능하며, 도로의 상황은 시간의

흐름에 따라 선택가능한 수단 또한 다양하게 변화한다. Figure 2는 서울시 기능별 도로의 평균속도를 나타낸 것으로 가로축은 시간대, 세로축은 통행 속도이며, 특정 시간대의 전반적인 속도 감소를 확인할 수 있다. 세 번째 요소인 ‘활동’은 비용(cost)을 지불하여 도달하고자 하는 목적지의 시·공간적 분포이다. 이용 가능한 활동의 위치는 운영 시간, 일정 및 계절에 따라 변화하며, 약국의 가용성을 시간대별 운영 약국의 개수를 나타낸 Figure 3을 통해 확인할 수 있다. 주말의 경우 운영 중인 약국의 개수가 요일별로 상이하여 구분지어 분석하였다. 본 연구에서는 이러한 동적 속성을 가지는 요소들을 활용하여 동적 접근성을 산출하였다. 동적 접근성은 이 세 가지 구성 요소를 고려하여 다양한 시간대의 접근성을 현실적으로 표현한다(Figure 4).

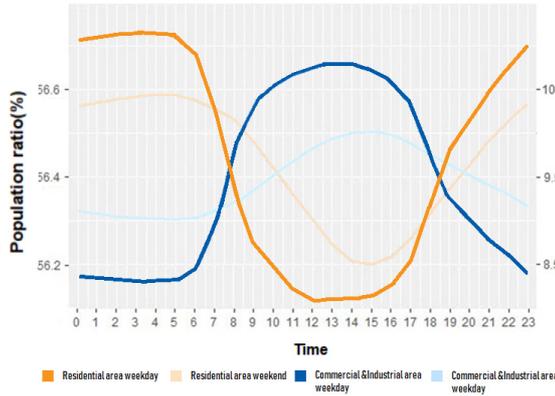


Figure 1. Population ratio by use zones

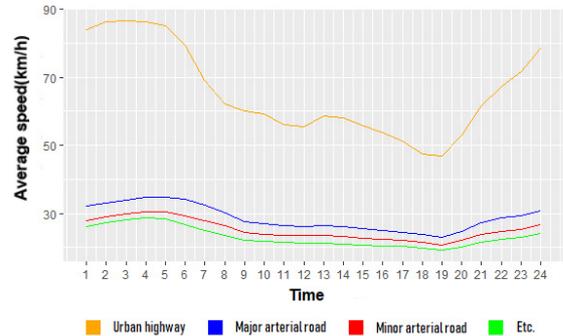


Figure 2. Average speed by function of road

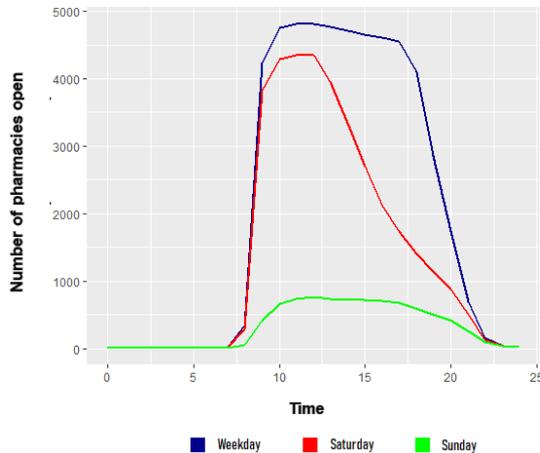


Figure 3. Number of pharmacy operations by time of day

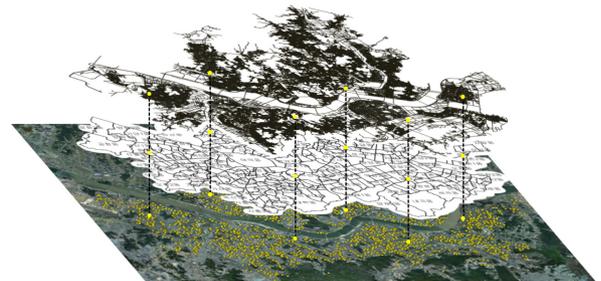


Figure 4. Combination of DA components

## 연구 방법

서울시와 행정안전부가 제공하는 웹 사이트(서울 열린데이터광장, 공공데이터포털)로부터 통신데이터 기반의 서울시 생활인구 데이터(행정동 기준)와 서울시 주민등록인구 데이터, 서울시 행정구역 현황 데이터, 서울시 약국 운영정보 데이터를 수집하였다. 각각의 데이터는 다음의 항목을 포함하고 있다.

- 서울시 생활인구 데이터: 생활인구 수(일자, 시간대, 행정동, 연령, 성별로 구분됨)
- 서울시 주민등록인구 데이터: 주민등록인구 수, 세대 수(자치구, 행정동, 성별, 내외국인, 고령자로 구분됨)

- 서울시 약국 운영정보 데이터: 일련번호, 주소, 기관명, 운영 시간(요일별), 기관 ID, 우편번호, 경도, 위도
- 서울시 행정구역 현황 데이터: 통계청 행정동 코드, 행정안전부 행정동 코드, 시도명, 시군구명, 행정동명, 위도, 경도, 용도지역

접근성 산출에 필요한 자료를 종합한 결과, 424개의 행정동과 4,883개의 약국이 집계되었다. 수집된 자료는 연구 진행 시점에서 구득 가능한 가장 최신의 데이터를 사용하였으며 2020년 10월이 분석 시점으로 적합하다고 판단하여 분석을 실행했다. 일자별로 수집된 서울시 생활인구 데이터를 평일과 주말로 분류하고, 서울시 약국 운영정보 데이터 또한 요일, 시간대별로 분류한 뒤, 좌표 기반의 자료를 통해 각 출발지로부터 각 목적지까지의 유클리드 거리를 계산하여 해당 출발지에서 가장 가까운 목적지를 찾아 기종점 쌍을 구성하였다. 이를 통해 산출 경로를 3만개 가량으로 단축하여 웹 크롤링 시 소요 시간을 최소화하였다. 기존의 정적 접근성을 산출하는 방법은 정적 통행 시간을 산출한 뒤, 다양한 조사식과 방법론을 통해 실제 접근성을 예측하고 오차를 줄이는 방식을 사용하였다. 본 연구는 PYTHON을 활용한 네이버 지도 웹 크롤링을 통해 실시간 대중교통 통행시간 데이터를 이용하여 접근성을 산출하고, 이를 통해 총 5가지 접근시간-인구비 모델과 동적 접근성 지표를 제시하고자 한다.

## 연구 내용

동적 접근성 산출에 앞서, 구성요소별 영향의 확인을 위한 접근시간-인구비 모델을 구축하고 기초 분석을 시행한 후 지역별 동적 접근성 비교를 위한 지표를 산출하였다. 접근시간-인구비 모델은 시간  $T$ 에서 통행시간에 따른 목적지 도착 인구비율을 나타내며 인구, 교통, 활동 요소를 고려한 시간대별 차이를 확인할 수 있다. 동적 접근성 지표는 시간  $T$ 에서 지역의 인구비율과 동적 통행시간 기반의 최소통행비용을 수치화하여 나타낸 것으로, 지역 간 비교를 통해 접근성의 상대적인 고저를 확인할 수 있다.

### 1. 접근시간-인구비 모델

Table 1에서 첫 번째 모델(A)은 세 가지 구성 요소 모두 시간적 흐름을 무시한 모델을 나타낸다. 모델(A)에서 인구 요소는 주민등록인구 데이터가 적용되어 시간의 흐름에 따른 인구 변화가 존재하지 않는다. 교통 요소 역시 실시간 도로상황 및 가용 교통수단을 고려하지 않고, 24시간 모든 대중교통에 접근 가능한 상태로 적용된다. 활동 요소의 경우, 활동의 목적지인 서울시내 모든 약국이 운영 시간을 고려하지 않고 운영 중인 것으로 간주한다. 두 번째 모델(B)은 모델 A에서 시간대별 인구의 지역 이동을 고려한 모델을 나타내며, 세 번째 모델(C)은 모델 A에서 실시간 도로상황 및 가용 교통수단을 고려한 모델을 나타낸다. 네 번째 모델(D)은 모델 A에서 활동 장소 운영 시간 데이터를 결합하여 운영 시간을 고려한 모델을 나타낸다. 마지막 모델(E)은 세 가지 동적 요소를 사용하여 모델을 나타낸다. 인구는 서울시내 시간대별 지역적 분포를 따르므로 매시간 다른 인구 비율이 적용되며, 교통수단은 대중교통 배차간격 및 운행 시간과 실시간 도로상황을 반영하고, 활동의 목적지인 서울시내 모든 약국은 서울시 약국 운영현황 데이터에 따라 운영한다. 이러한 방법으로, 웹 크롤링을 통한 424개 행정동별 시간대별 약국 접근시간을 각 행정동의 시간대에 해당하는 인구에게 부여하여 산출하였다.

**Table 1.** Classification of accessibility models by component

	Population	Transport	Activity locations
Model A	Same area population ratio	Accessible to all buses	All pharmacies open
Model B	Active population based	Accessible to all buses	All pharmacies open
Model C	Same area population ratio	Real-time road conditions	All pharmacies open
Model D	Same area population ratio	Accessible to all buses	Operational time considered
Model E	Active population based	Real-time road conditions	Operational time considered

## 2. 정적 및 동적 접근성 지표

본 연구에서는 거시적 관점에서 서울시 인구의 시간적 분포를 고려하였으며, 이를 통해 시간  $T$ 에서 높은 통행시간을 가진 인구가 집중된 행정동  $i$ 가 존재함과 이에 대한 접근성 향상이 필요할 것으로 예상된다. 접근성 향상을 요하는 행정동  $i$ 는 시간대별로 변화할 가능성이 있으며, 이를 확인하기 위해 행정동 간 접근성의 비교를 진행하고 접근성 비교에서 동적 접근성이 얼마나 현실 상황을 반영할 수 있는지 보여주고자 통행시간 및 활동인구 기반의 지표를 구축하였다. 정적 접근성과 동적 접근성 지표의 산출식은 Equations 5, 6과 같다. Equation 5에서  $T_{SA}$ 는 정적 접근성이며, 행정동  $i$ 에서부터 인접 약국  $j$ 까지의 통행시간인  $t_{ij}^{SA}$ 와 행정동  $i$ 의 주민등록인구  $P_i$ 로 산출된다. Equation 6에서  $T$ 는 0시부터 23시까지의 특정 시간을 나타내고  $t_{ijT}^{DA}$ 는 시간  $T$ 일 때, 행정동  $i$ 에서부터 해당 시간에 운영 중인 인접 약국  $j$ 까지의 통행시간을 나타낸다. 여기서  $t_{ijT}^{DA}$ 는 시간  $T$ 를 고려함으로써 교통과 활동 요소에 있어 동적인 특성을 띤다.  $AP_{iT}$ 는 시간  $T$ 일 때, 행정동  $i$ 의 활동인구를 나타내며, 해당 시간 서울시의 전체 활동인구 대비 행정동 활동인구 비율을 통해  $t_{ijT}^{DA}$ 와 함께 동적 접근성을 나타낸다.

$$A_{SA} = t_{ij}^{SA} \cdot \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \cdot 100 \quad (i = admin - dong, j = pharmacy) \tag{5}$$

$$A_{DA} = f(P, T, t) = t_{ijT}^{DA} \cdot \frac{AP_{iT}}{\sum_{i=1}^n AP_{iT}} \cdot 100 \quad \begin{cases} (T = 0, \dots, 23) \\ i = admin - dong, j = pharmacy \end{cases} \tag{6}$$

여기서,  $A_{SA}$ : 정적 접근성

$A_{DA}$ : 동적 접근성

$t_{ij}^{SA}$ : 행정동  $i$ 에서부터 인접 약국  $j$ 까지의 통행시간

$t_{ijT}^{DA}$ : 시간  $T$ 일 때, 행정동  $i$ 에서부터 운영 중인 인접 약국  $j$ 까지의 통행시간

$P_i$ : 행정동  $i$ 의 주민등록인구

$AP_{iT}$ : 시간  $T$ 일 때, 행정동  $i$ 의 활동인구

## 연구 결과

### 1. 접근시간에 따른 인구비 분석

출발지(행정동 주민센터)로부터 목적지(인접 약국)까지의 통행시간 산출을 통해 5가지의 접근시간-인구비 모델을 제시하였다. 보다 자세한 분석을 위해 데이터를 평일과 주말로 나누어 분류하였으며, 주말의 경우 토요일과 일요일의 운영 중인 약국의 개수가 주말로 묶일 수 없을 만큼 상이하여 별도로 분류하여 비교분석을 시행하였다.

Figure 5에서 모델 A는 접근성의 구성 요소 중 어느 한 가지도 시간의 흐름에 따라 변화하지 않는 정적 모델이며, 99.0%의 통행자가 10분 이내에 가장 가까운 약국에 도달한다. 인구의 시간적 변화를 동적 속성으로 가지는 모델 B에서는, 98.6-99%의 통행자가 10분 이내에 가장 가까운 약국에 도달하며, 해당 시간대의 도로상황을 반영하는 모델 C에서는, 93.8-98.5%의 통행자가 10분 이내에 가장 가까운 약국에 도달한다. 이때 약국의 운영 상황을 고려하지 않는 모델 B와 C의 경우 서울시내의 약국이 지역적으로 매우 고르게 분포되어 새벽 시간대 대중교통을 이용하지 못하여 발생하는 통행 시간을 제외한 시간대별 통행시간의 편차가 크지 않은 것으로 나타났으나, 시간적 흐름에 따른 활동 위치(인접 약국)의 이용 가능성을 고려하는 모델 D에서는, 통행시간의 편차가 시간대별로 분명하게 발생한다.

모든 구성 요소에서 동적 속성을 지닌 모델 E에서는, 특정 시간대(09:00-19:00)에서만 97%의 통행자가 10분 이내에 가장 가까운 약국에 도달한다. 해당 시간대는 수집한 약국 운영현황 데이터에서 확인한 약국들의 보편적인 운영 시간으로서, 새벽 시간대(00:00-04:00)에서는 2-4.7%의 통행자만이 10분 이내에 가장 가까운 약국에 도달하는 것으로 나타났다. 동적 접근성 구성 요소의 영향을 확인한 결과, 정적 접근성 대비 인구와 교통의 영향이 미미한 반면, 활동의 영향이 크게 미치는 것으로 나타났다.

토요일(Figure 6)과 일요일(Figure 7)의 모델은 완전히 다른 양상을 보인다. 예시로서 종로1.2.3.4가동의 일요일 생활인구를 비교했을 때, 0시부터 23시까지 인구비의 차이는 시간이 흐를수록 점차 증가하여 토요일 대비 최대 57%까지 감소하였다. 또한 토요일 12시의 약국 운영비율은 전체 약국 개수 대비 약 90%로 평일에 운영하는 점포의 대부분이 토요일 또한 운영하는 모습을 보이는 반면, 일요일 12시의 약국 운영 비율은 16%로 그중에는 평일에는 운영을 하지 않는 약국, 365일 운영 약국 등 특수한 운영 방침을 고수하는 약국들도 존재한다. 이렇듯 개인의 필요에 의해 선택되는 장소(출발지)와 접근 가능한 활동(목적지)의 위치 분포는 시간 변화에 민감하게 영향을 받는다. 토요일과 일요일의 모델 E를 살펴볼 때, 토요일의 시간대 중 인접 약국에 도달하는 접근성이 가장 좋은 시간대인 12시에서 98.3%의 통행자가 10분 이내에 가장 가까운 약국에 도달할 수 있다. 반면 일요일 12시에서는 84.9%만이 10분 이내에 가장 가까운 약국에 도달한다.

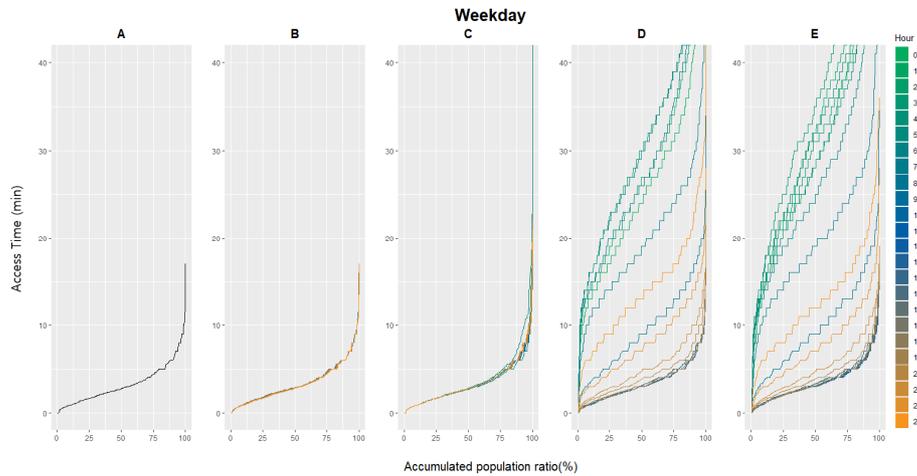


Figure 5. Access time-population ratio model (weekday)

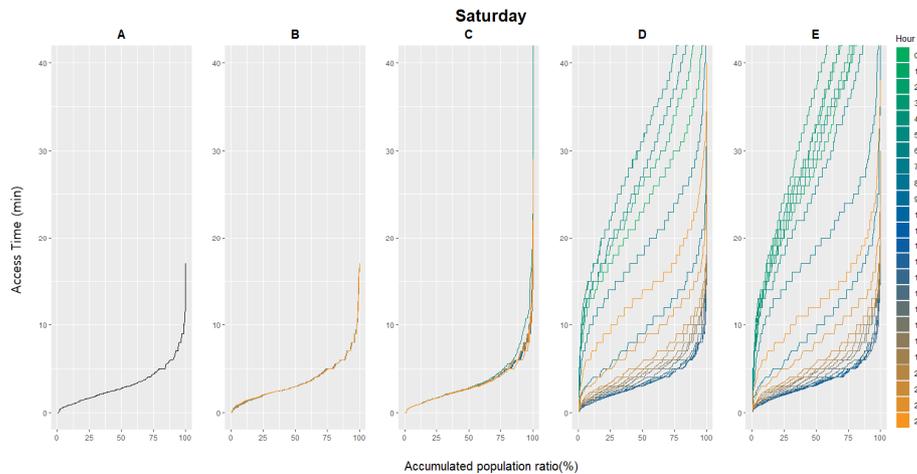


Figure 6. Access time-population ratio model (saturday)

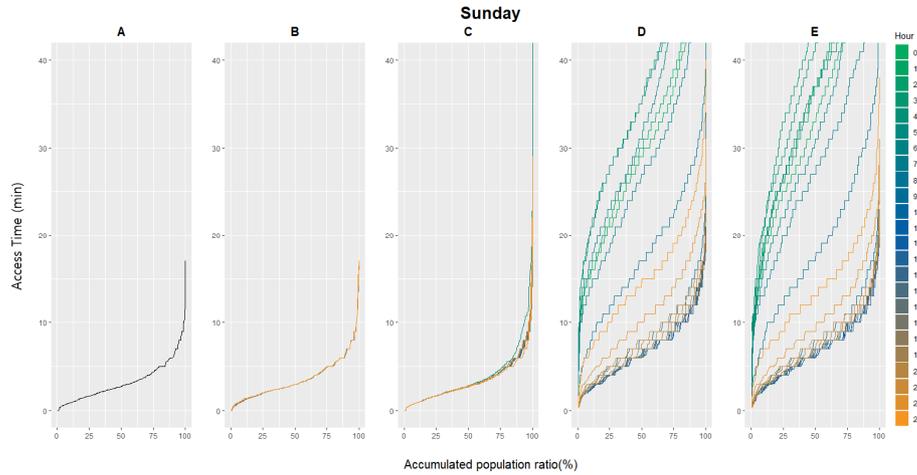


Figure 7. Access time-population ratio model (sunday)

## 2. 동적 접근시간의 공간적 편차 분석

추가적으로, 산출된 통행시간이 시간대별로 공간적 편차가 발생하는지 분석해 보았다. Figure 8은 Figures 5–7의 접근성 모델 E에 대한 통행시간 데이터를 BOX PLOT으로 표현한 것으로써, 동적 접근시간의 시간대별 공간적 편차를 나타낸다. 평일과 주말 모두 00시부터 06시까지의 공간적 편차가 가장 크고 09시부터 20시의 시간대가 편차가 작은 것을 확인하였다. 이는 활동의 접근 가능성과 실시간 도로상황, 대중교통 이용 가능성에 따라 시간대별 공간적 편차가 심화될 수 있다. Table 2는 새벽 시간대의 통행시간 평균치에서 가장 멀리 있는 값의 지역을 정리한 것으로, 이들 행정동의 대부분은 해당 시간대에서 접근 가능한 약국도, 이용 가능한 대중교통도 존재하지 않아 극단적인 값을 가진다. 일반적으로 약국 운영 시간은 일정한 간격을 가지고, 대중교통의 배차간격 또한 일정하다. 때문에 요일별 분류에서 중복되는 행정동이 존재하는데, 시흥2동의 경우 01시에서 평일과 주말 모두 가장 낮은 수치를 보였으며,

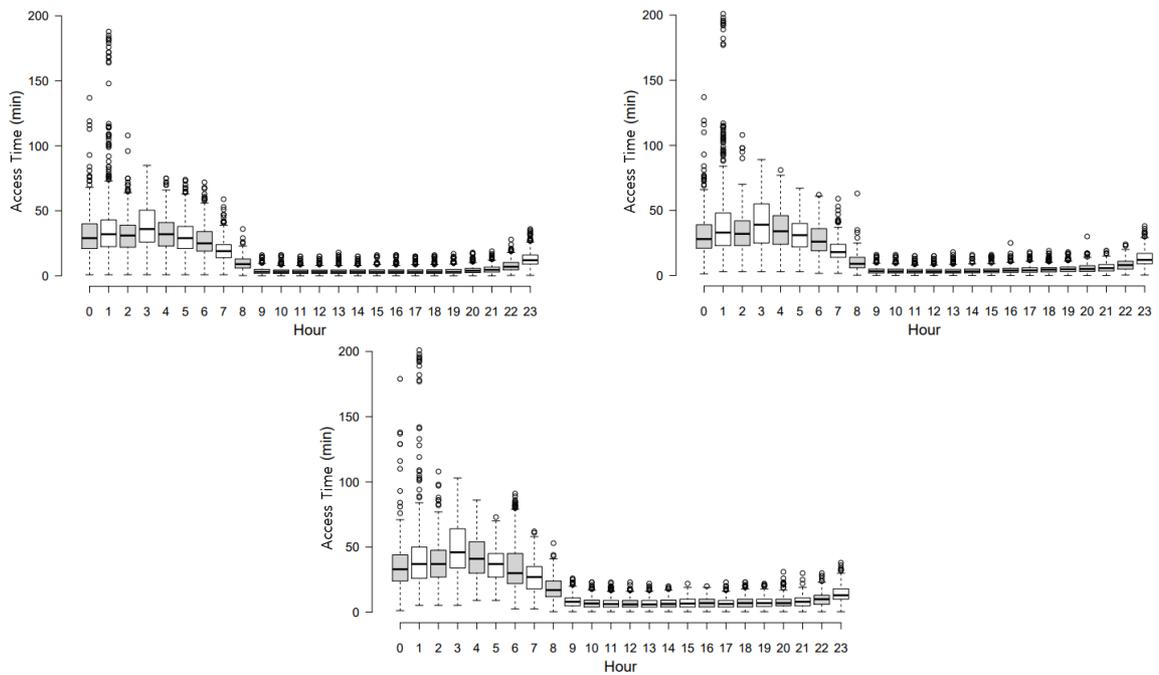


Figure 8. Regional deviation of dynamic access time (weekday, saturday, sunday)

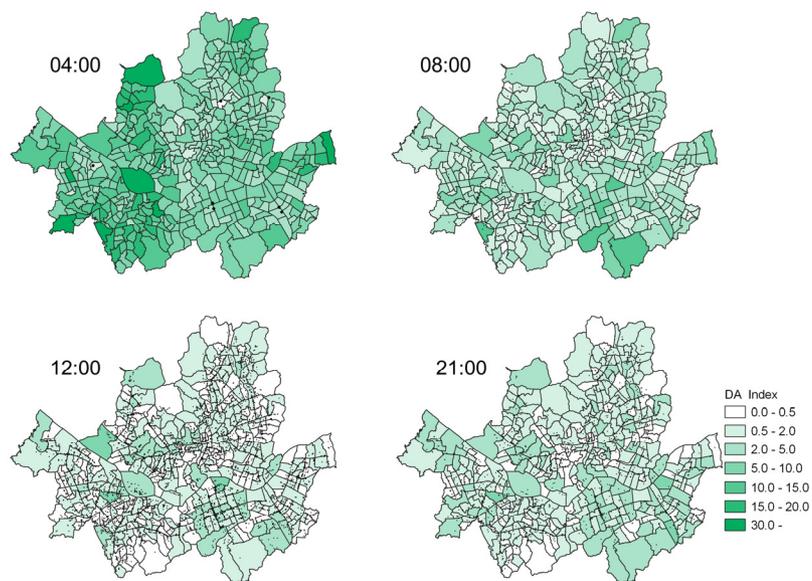
필동역시 02시에서 모두 가장 낮은 수치를 보였다. 이외에도 진관동, 시흥2동 등이 낮은 수치를 보이며, 이들 행정동에서는 새벽시간대에 대중교통을 이용하여 약국에 접근하는 것은 어려울 것으로 보인다.

**Table 2. Outlier in travel time data**

Hour	Weekday	Saturday	Sunday
00	Wirye-dong	Wirye-dong	Gaebong 3(sam)-dong
01	Siheung 2(i)-dong	Siheung 2(i)-dong	Siheung 2(i)-dong
02	Pil-dong	Pil-dong	Pil-dong
03	Gaebong 1(il)-dong	Ssangmun 1(il)-dong	Banghwa 3(sam)-dong
04	Siheung 2(i)-dong	Banghak 3(sam)-dong	Jingwan-dong
05	Jingwan-dong	Jingwan-dong	Eungam 2(i)-dong
06	Siheung 5(o)-dong	Ssangmun 3(sam)-dong	Gaebong 1(il)-dong

### 3. 동적 접근성 시각화

동적 접근성 지표를 활용하여 뚜렷한 대비를 보인 시간대를 대표로 접근성의 지역적 분포를 시각화하였다. 지도상의 검은 점은 해당 시간에 운영 중인 약국의 위치이며 주변 지역의 색을 통해 지역의 미시적인 통행시간을 유추할 수 있다. 평일(Figure 9)의 경우 24시간 약국이 총 8개로, 해당 지점이 포함된 지역의 접근성이 타 지역에 비해 시간대를 불문하고 고르게 산출되었다. 12시의 동적 접근성 지표는 행정동 평균 0.834로 가장 낮은 수치를 보이며 이는 12시에 운영 중인 약국의 개수가 영향을 미친 것으로 보인다. 운영 중인 약국의 개수는 4,827개 점포로 전체 약국의 98.8%의 점포가 운영한 것으로 나타났다. 평균적인 접근성의 순위를 424개의 행정동 기준으로 매겨보았을 때, 접근성 상위 5개의 행정동은 월곡1동, 목2동, 창신3동, 장위1동, 신내2동으로 나타났으며 이들 행정동은 0.600 이내의 동적 접근성 지표를 가지는데, 창신3동을 제외한 행정동에서 약 2km 이내에 24시간 약국이 위치하고 있는 것을 확인하였다. 창신3동의 경우 평균 활동인구수가 가장 낮은 지역으로 해당 지역에서 발생하는 통행이 적게 집계되어 높은 접근성을 갖게 되었다. 반대로 하위 5개의 행정동은 강일동, 화곡1동, 여의동, 오류2동, 진관동으로 7.818 이상의 동적 접근성 지표를 가진다. 주말(Figure 10, Figure 11)의 경우에도 모두 12시가 뛰어난 접근성을 가졌다. 평일과 토요일 자료를 비교시, 접근성의 가시적인 대비는 거의 보이지 않는데, 이는 토요일에 운영 중인 약국의 개수가 평일과



**Figure 9. Dynamic accessibility to pharmacy (weekday)**

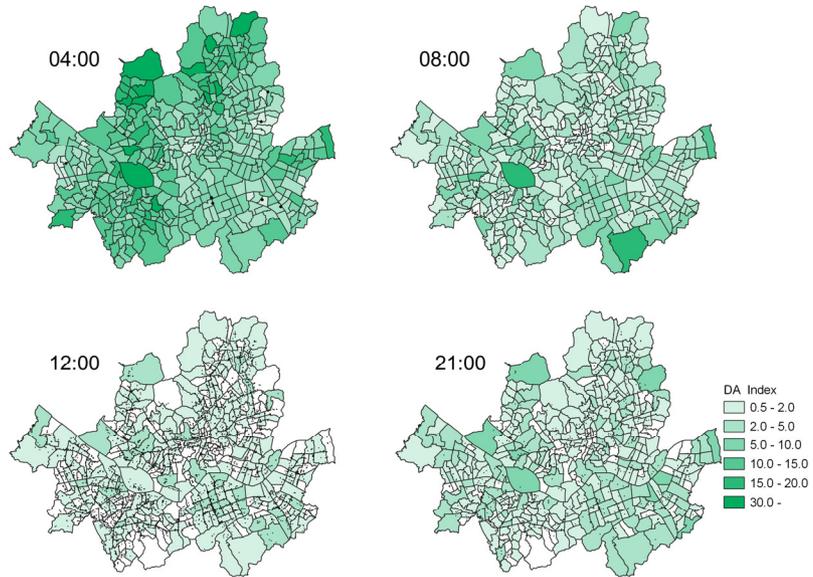


Figure 10. Dynamic accessibility to pharmacy (saturday)

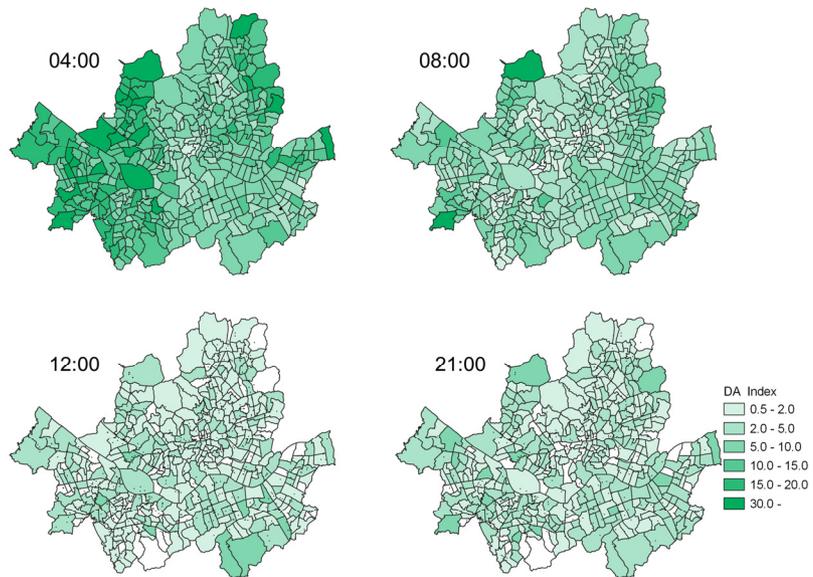


Figure 11. Dynamic accessibility to pharmacy (sunday)

적은 차이를 보여 통행시간에 미치는 영향이 적기 때문이다. 토요일의 24시간 약국은 총 8개이며, 전체 시간대 평균 동적 접근성 지표는 3.410으로 나타났다. 운영 중인 약국의 개수는 4,366개 점포로 평일에 비해 10% 감소된 수치를 보이며, 접근성 상위 5개의 행정동은 면목3.8동, 신월5동, 면목7동, 창신3동, 신내2동으로, 하위 5개의 행정동은 역촌동, 강일동, 오류2동, 여의동, 진관동으로 나타났다. 일요일 자료의 경우, 데이터 비교 측면에서 앞선 두 자료와 확연한 차이를 보였다. 가장 큰 요소는 활동 위치의 가용성인데, 운영 중인 약국의 개수가 총 772개로 평일과 비교하면 약 84%의 수치가 감소된 것을 확인할 수 있다. 일요일의 24시간 약국은 총 3개이며, 전체 시간대 평균 동적 접근성 지표는 4.396로 나타났다. 접근성 상위 5개의 행정동은 창신3동, 둔촌1동, 번2동, 을지로동, 종로5.6가동으로 나타났다. 이들 행정동은 1.054 이내의 동적 접근성 지표를 가진다. 하위 5개의 행정동은 서교동, 역촌동, 화곡1동, 오류2동, 진관동으로 나타났으며, 이들 행정동은 11.610 이상의 동적 접근성 지표를 가진다.

### 3. 정적 접근성과 동적 접근성의 비교

서울 전체의 평균 정적 접근성 지표는 0.769로 서울의 평균 동적 접근성 지표보다 전반적으로 낮은 수치를 보인다(Table 3). 요일별 동적 접근성 지표 비교에서는 대체로 평일의 접근성 수치가 낮고, 토요일, 일요일의 순서로 접근성 수치가 높았다. 시간대별 비교에서 01시에서 03시는 유사한 수치를 보였으며, 이는 04시에서 06시, 10시에서 14시의 시간대에서도 마찬가지였다. 10-14시의 접근성 수치가 가장 낮았으며, 점차 증가하여 01-03시에서 가장 접근성 수치가 높아지는 형태를 보인다. 이의 공간적 편차를 확인하기 위해 정적 접근성 지표와 동적 접근성 지표의 수치를 비율(DA/SA비)로 나타내어 비교 분석하였다. 동적 접근성 지표에서 정적 접근성 지표를 나누어 산출하였으며, 색이 진할수록 정적 접근성과 동적 접근성의 차이가 커지게 된다. Figure 12에서 많은 약국이 08시에서 10시 사이에 운영하며, 평일 약국의 운영 직전 시간-운영 시간이어서 주말과의 차이가 뚜렷한 08시가 대표성을 띠다고 볼 수 있다. 평일 08시의 지역적 분포에서 최대 223배의 DA/SA비를 확인하였으며, 해당 행정동은 둔촌1동으로 둔촌초등학교, 위례초등학교, 동북고등학교가 지역의 대부분을 차지하고 있어 주민등록상 인구는 146명인 것으로 확인되었다. 하지만 08시 둔촌1동의 활동인구는 8,359명으로 집계되었으며, 때문에 해당 지역 인구를 고려하는 동적 접근성이 정적 접근성보다 접근성 수치가 높은 것으로 나타났다. DA/SA비가 1 이하인 행정동은 47개이며 이중 25개의 행정동이 대중교통을 이용하지 않고도 약국에 접근 가능한 위치인 것으로 나타났으며, 나머지 22개의 행정동

**Table 3.** Accessibility index in Seoul

	Static accessibility	Hour	Dynamic accessibility				
			Weekday	Saturday	Sunday		
Summation	326.173	00	3,180.781	3,186.871	3,675.487		
		01-03	3,625.123	3,788.598	4,324.781		
		04-06	2,990.520	3,083.659	3,812.290		
		07	1,993.004	1,946.252	2,836.725		
		08	983.642	1,047.777	1,871.345		
		09	385.974	394.910	837.966		
		10-14	357.258	368.720	691.874		
		15	360.108	398.627	715.678		
		16	364.383	425.677	723.927		
		17	365.517	478.175	713.197		
		18	365.916	507.479	736.552		
		19	381.539	534.939	748.816		
		20	436.170	578.879	784.062		
		21	522.763	631.364	822.327		
		22	775.802	828.616	1,021.100		
		23	1,279.596	1,290.110	1,385.771		
		Average	0.769	00	7.502	7.516	8.669
				01-03	8.550	8.935	10.200
				04-06	7.053	7.273	8.991
				07	4.700	4.590	6.690
				08	2.320	2.471	4.414
				09	0.910	0.931	1.976
				10-14	0.843	0.870	1.632
15	0.849			0.940	1.688		
16	0.859			1.004	1.707		
17	0.862			1.128	1.682		
18	0.863			1.197	1.737		
19	0.900			1.262	1.766		
20	1.029			1.365	1.849		
21	1.233			1.489	1.939		
22	1.830			1.954	2.408		
23	3.018			3.043	3.268		

에서는 11분 이내의 통행시간을 가진 것을 확인하였다. 08시 외의 시간대에서 확인한 최대 DA/SA비는 04시에서 1,274배이며, 해당 행정동은 구로2동으로 주민등록상 인구(31,984명)와 04시 활동인구(30,564명)의 차이는 1,420명으로 인구의 영향력이 적게 나타났으나 04시의 인접약국이 없는 관계로 12km 떨어져있는 우리들약국으로 계산되었다. 평일 12시는 인구의 영향력이 큰 둔촌1동이 최대 51배의 DA/SA비를 가졌고, 21시는 구로2동이 최대 205배의 DA/SA비를 가졌으며 04시 대비 통행시간이 43분 감소하여 DA/SA비가 04시에 비해 큰폭으로 감소한 것을 확인하였다.

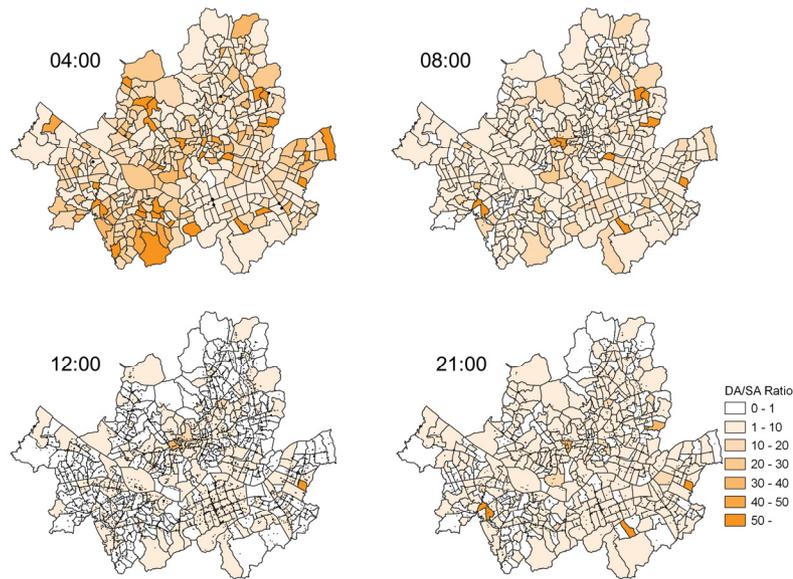


Figure 12. Da/sa ratio (weekday)

토요일(Figure 13) 08시의 경우, 최대 230배의 DA/SA비를 확인하였으며, 평일과 마찬가지로 둔촌1동인 것으로 나타났다. DA/SA비가 1 이하인 행정동은 32개이며 이 중 17개의 행정동이 대중교통을 이용하지 않고도 약국에 접근 가능한 위치인 것으로 나타났으며, 나머지 15개의 행정동에서는 8분 이내의 통행시간을 가진 것을 확인하였다. 08시 외의 시간대에서 확인한 최대 DA/SA비는 04시에서 1,386배이며, 해당 행정동은 월곡1동으로 인접약국이 월곡1동 주민센터와 같은 건물을 사용하고 있어 통행시간이 매우 낮게 측정되어 발생한 수치인 것을 확인하였다. 토요일 12시와 21시는 평일과 같은 둔촌1동, 구로2동이 각각 최대값을 차지하였다. 일요일(Figure 14) 08시의 데이터는 토요일 04시와 같은 이유로, 신내2동에서 862배의 DA/SA비를 확인하였다. 신내2동 접근성이 높은 수치를 갖게 된 이유는 평일, 토요일 9시부터 운영하는 편한약국이 신내2동 주민센터와 같은 건물에 존재해 GPS상 좌표가 겹쳐 통행시간이 매우 낮게 측정되었기 때문이다. 평일과 토요일 08시의 신내2동 DA/SA비 또한 높은 수치를 보였지만 편한약국 외의 인접약국이 존재했으므로 둔촌1동보다 낮은 값을 보였다. 일요일 04시의 경우 08시와 같은 이유로 목1동에서 최대 1,635배의 DA/SA비를 확인하였으며, 12시와 21시에서는 구로2동이 최대값을 가지는 것을 확인하였다. 주말의 자료(Figures 13, 14)는 평일에 비해 접근성 간 차이가 심화하는 것을 볼 수 있다. 지역적 분포를 볼 때 정적 접근성과 동적 접근성은 12시에 가장 적은 편차를 보였다. 이는 12시를 제외한 다른 시간대의 경우 정적 접근성이 실제 상황을 대표하지 못함을 뜻한다.

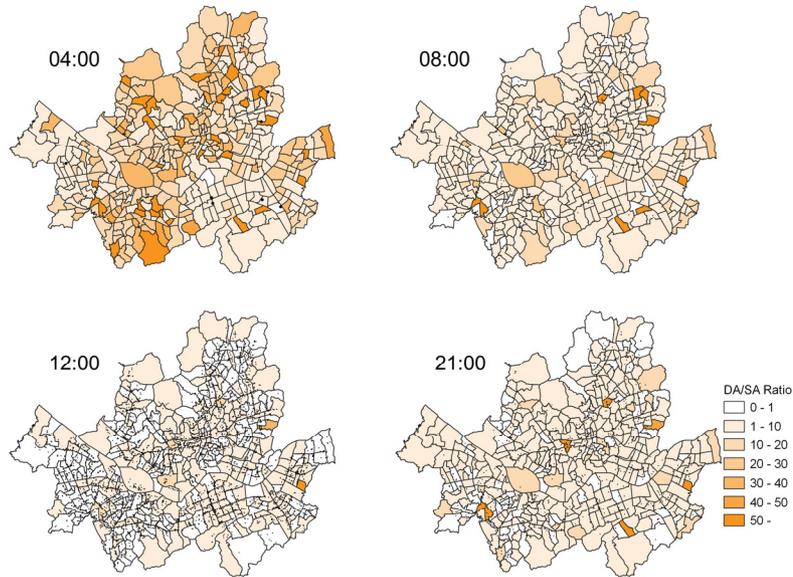


Figure 13. DA/SA ratio (saturday)

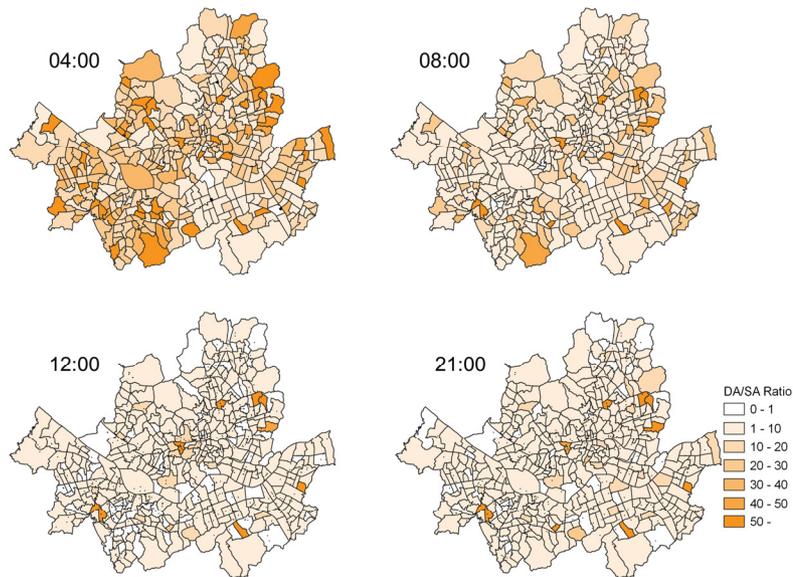


Figure 14. DA/SA ratio (sunday)

## 결론 및 향후 연구과제

기존의 정적 접근성을 산출하는 방법은 정적 통행시간을 산출한 뒤, 다양한 조사식과 방법론을 통해 실제 접근성을 예측하고 오차를 줄이는 방식을 사용하였다. 빅데이터 시대로 진입하면서 방대한 양의 데이터를 활용하여 동적 접근성을 산출할 수 있는 시기가 도래하였다. 일정 부분에 한해서, 네이버 지도의 교통 관련 데이터들은 무료로 수집이 가능하며, 지도 서비스를 제공하는 Google과 카카오맵과 같은 사업체들이 제공하는 무료 데이터와 정제된 유료 데이터를 통해 한층 더 강력한 접근성의 산출이 가능해졌다. 이전에는 이러한 자료들이 구축되지 않아 정적 접근성 밖에 산출할 수 없었지만 현재는 본 연구에서 사용한 구성 요소 이외에도 Moya-Gómez et al.(2018)의 연구에서 제시한 네트워크 혼잡과 목적지의 매력도 변화 요인과 같은 데이터를 조합하여 동적 접근성의 산출이 가능하다.

본 연구에서는 인구, 교통, 활동의 세가지 구성 요소에 대한 빅데이터의 활용으로 동적 접근성의 산출과 비교 분석을 수행하였다. PYTHON을 활용한 네이버 지도 웹 크롤링을 통해 실시간 대중교통 통행시간 데이터를 이용하여 접근성 지표를 산출하고, 서울시를 대상으로 한 5가지 접근시간-인구비 모델을 제시하였다. 이 과정에서 대중교통과 약국의 운영 시간이 제한된 시간대에서 접근성이 저조해지는 것을 확인하였다. 또한 정적 접근성과의 비교를 통해 정적 접근성이 특정 시간대에서만 동적 접근성을 대표하며, 이 외의 시간대에서는 공간적 편차가 존재함을 확인하였다.

응급약료서비스는 특정한 상황에서 선호도에 따른 지점의 선택보다, 인접한 지점에 빠르게 접근하는 것이 중요하다. 이는 어느 지점에 가더라도 약국에서 제공하는 응급약료서비스가 이용자가 요구하는 최소 조건을 충분히 만족시킬 수 있기 때문이다. 이러한 접근성의 적용을 통해 향후 병원, 편의점, 은행과 같은 서비스 제공 시설에 대한 연구와 지역 간 서비스 수준 형평성의 확인이 가능할 것으로 보인다.

통행시간을 사용하여 접근성을 산출하는 것에 더해 목적지와 인구, 그리고 이 외 동적 구성요소의 시·공간적 분포를 고려하여, 높은 통행시간이 산출된 지역뿐만 아니라 시간과 공간적 특성을 결합한 접근성을 분석하고 인프라 확충과 같은 접근성 향상을 위한 개선전력이 시간, 요일별로 제시되어야 할 것이다.

마지막으로 연구 과정에서 실제 통신데이터를 직접적으로 활용하지 못하여 보다 정확한 구성 요소별 데이터가 적용되지 않은 측면이 존재한다. 따라서 추후 정확한 동적 접근성의 산출을 위해 통신데이터의 구득과 활용을 위한 방안이 필요하다. 또한 통행시간을 측정하는데 이용한 네이버 지도에서 승용차 통행시간을 완전히 개방하지 않은 관계로 승용차 접근성을 산출하지 못했다는 한계를 가지므로 추후 실시간 통신데이터의 이용과 교통 수단별 접근성을 산출한 후, 보다 완전한 동적 접근성 연구를 진행할 필요가 있다.

## Funding

This work was supported by Kyonggi University's Graduate Research Assistantship 2021.

## 알림

본 논문은 대한교통학회 제84회 학술발표회(2021.02.26)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

## ORCID

PARK, Jinwoo  <http://orcid.org/0000-0002-1559-9605>

CHAE, Osung  <http://orcid.org/0000-0002-6089-2712>

KIM, Junghwa  <http://orcid.org/0000-0001-9771-5755>

## References

- Bae Y. K., Im R. H. (2016), Regional Accessibility Analysis using Web-Crawling, The 75th Conference of KST, Korean Society Of Transportation, 531-535.
- Barabasi A. L. (2005), The Origin of Bursts and Heavy Tails in Human Dynamics, 435, Nature, 207-211.
- Bimpou K. and Ferguson N. S. (2020), Dynamic accessibility: Incorporating day-to-day travel time reliability into accessibility measurement, Journal of Transport Geography, 89, ELSEVIER, 102892.
- Boisjoly G., El-Geneidy A. (2016), Daily fluctuations in transit and job availability: A comparative assessment of time-sensitive accessibility measures, Journal of Transport Geography, 52, ELSEVIER, 73-81.

- Chan Y. (2004), *Measuring Spatial Separation: Distance, Time, Routing, and Accessibility*, In: *Location, Transport and Land-Use*, Springer, Berlin, Heidelberg, 120-209.
- Choi J. H., Park G. Y., Im S. H., Yoo S. Y., Kim H. M. (2018), *A comparative study on the accessibility between public transport and passenger car traffic using GIS and private traffic information mainly focused Seoul and Gyeonggi province*, The 78th Conference of KST, Korean Society Of Transportation, 361-366.
- Han D. H. (2016), *The Analysis of Public Transport Accessibility and Equity in Seoul* (Ph.D. dissertation), Konkuk University, Seoul.
- Jang D. I., Kim C. S., Lee S. J., Hong S. P. (2015), *Establishing Transport Accessibility in Metropolitan Area*, Korea Transport Institute's Basic Research Report, 15(1), The Korea Transport Institute, 1-203.
- Järv O., Tenkanen H., Salonen M., Ahas R., Toivonen T. (2018), *Dynamic cities: Location-based accessibility modelling as a function of time*, *Applied Geography*, 95, ELSEVIER, 101-110.
- Jung J. H., Nam J. (2019), *Types and Characteristics Analysis of Human Dynamics in Seoul Using Location-Based Big Data*, *Journal of Korea Planning Association*, Korea Planners' Association, 75-90.
- Kim C. S., Hwang S. K., Seong H. M. (2007), *Measures to enhance traffic accessibility for balanced national development: Focusing on Equity Analysis*, *Transportation technology and policy*, 4(2), Korean Society of Transportation, 48-59.
- Kim D. H., Park D. J. (2015), *A study on Customer-Oriented Measure Methodology of Public Transport Accessibility Under Time and Space Constraints*, The 73rd Conference of KST, Korean Society of Transportation, 545-550.
- Lee W. D., Jo C. H. (2011), *Relationship between Transportation Accessibility and Land Prices using Geographically Weighted Regression (GWR) in Seoul*, The 64th Conference of KST, Korean Society of Transportation, 263-267.
- Moya-Gómez B., Salas-Olmedo M. H., García-Palomares J. C., Gutiérrez J. (2018), *Dynamic Accessibility using Big Data: The Role of the Changing Conditions of Network Congestion and Destination Attractiveness*, *Netw Spat Econ* 18, 273-290.
- Naver maps: <https://map.naver.com/v5/> (Access date 2021.02.08.)
- Open Data Portal: <https://www.data.go.kr/> (Access date 2021.01.18.)
- Paik D. J., Kim J. T. (2016), *A Study on the Characteristics of Public Transit Accessibility for Multi-Family Housing in Seoul Based on Pedestrian Network*, *Korea Real Estate Review*, 26(3), Korea real estate research institute, 97-111.
- Park J. S., Lee K. S. (2017), *Development of Integrated Accessibility Measurement Algorithm for the Seoul Metropolitan Public Transportation System*, *Journal of the Korean Regional Science Association*, 33, Korean Regional Science Association, 29-41.
- Park S. H., Kim D. S. (2015), *Evaluation of the Less Development Indicator Based on Transportation Connectivity*, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 35(3), KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, 671-678.
- Seoul Open Data Plaza: <http://data.seoul.go.kr/> (Access date 2021.01.17.)
- Shin S. I., Jang Y. M., Kim S. G., Kim C. S. (2005), *Urban Accessibility Index for Evaluation of Sustainability in Urban Transport System*, *J. Korean Soc. Transp.*, 23(8), Korean Society of Transportation, 31-42.
- Zhao H. P., Sovit Bhandari, Navin Ranjan, Kim H. (2019), *Effective Traffic Congestion Data Collection Using Web Crawling*, *The Institute of Electronics and Information Engineers Conference*, The Institute of Electronics and Information Engineers, 948-950.