

이동통신 기반 기종점 통행량 데이터를 활용한 도시 내 젠더 공간 분석

Gender Space Analysis in a City Using Origin-Destination Data Based on Mobile Telecommunications

고민지¹⁾ · 박상윤²⁾ · 윤상현³⁾ · 이강재⁴⁾ · 주유형⁵⁾ · 허준⁶⁾

Ko, Min Jee · Park, Sang Yoon · Yoon, Sang Hyun · Lee, Kang Jae · Joo, YooHyung · Heo, Joon

Abstract

Urban space includes power relations between genders and is distinguished according to the role of genders. However, efforts have recently been made to realize gender equality in urban spaces, away from traditional gendered urban spaces. This is confirmed in various studies as well as urban policies, and in the past, it was mainly focused on theory, but recently, empirical studies reflecting actual urban space have been conducted. The purpose of this study is to search for urban spaces by gender by using the origin-destination data representing the actual movement of urban users. Gender differences were calculated to compare male and female movement by age, and spatial autocorrelation analysis was performed to explore gender spaces such as clusters with a lot of male visits and clusters with a lot of female visits. The results were compared with the use district of Seoul, and significant gender space could be confirmed, and it was shown that gender space occupancy differs by age.

Keywords : Origin-Destination, Mobile Phone Data, Gender Space, Spatial Auto-correlation, GIS

초 록

도시 공간은 젠더 간의 권력관계를 포함하며, 젠더의 역할에 따라 구별되어 있다. 하지만 최근 전통적인 젠더화된 도시 공간에서 벗어나, 도시 공간 내 젠더 평등을 구현하려는 노력이 이루어지고 있다. 이는 도시 정책뿐만 아니라 다양한 연구에서 확인되는데 과거에는 주로 이론을 중심으로 이루어졌다면, 최근에는 실제 도시 공간을 반영한 실증적인 연구들이 이루어지고 있다. 본 연구의 목적은 도시 이용자의 실제 이동을 나타내는 기종점 통행량 데이터를 활용하여 통행량에 따른 젠더별 도시 공간을 탐색하는 데 있다. 연령별 남성과 여성의 통행량을 비교하기 위하여 젠더의 통행량 차이를 계산하였고, 이를 이용하여 남성의 방문이 많은 군집, 여성의 방문이 많은 군집과 같은 젠더 공간을 탐색하기 위해 공간 자기 상관 분석을 수행하였다. 그 결과를 서울시 용도지역과 비교하여 유의미한 젠더 공간을 확인할 수 있었으며, 젠더의 공간 점유는 연령별로 다르게 나타남을 보여주었다.

핵심어 : 기종점 데이터, 휴대전화 기반 데이터, 젠더 공간, 공간 자기 상관, GIS

Received 2022.09.21, Revised 2022.10.12, Accepted 2023.12.11

1) Dept. of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University (E-mail: minjee.ko@yonsei.ac.kr)

2) Member, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University (E-mail: parksangyoon@yonsei.ac.kr)

3) Member, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University (E-mail: yoonssa@yonsei.ac.kr)

4) Member, Dept. of Convergence and Fusion System Engineering, Kyungpook National University (E-mail: kasbiss@knu.ac.kr)

5) Member, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University (E-mail: yooju01@naver.com)

6) Corresponding Author, Member, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University (E-mail: jheo@yonsei.ac.kr)

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.

1. 서론 및 문헌고찰

전 세계 인구 중 76%는 도시에 거주하고 있으며, 대한민국은 고도로 도시화 된 국가로서 (Moon, 2020) 2021년 기준 전체 도시 인구는 도시 지역 기준 91.8%를 차지하고 있다 (Statistics Korea, 2021). 대다수 사람이 도시에 살게 되면서 도시는 사람들의 일상이 이루어지는 공간이라는 점에서 중요한 의미로 쓰이게 되었다 (Ahn, 2012).

과거에는 도시공간이 젠더 중립적인 분야로 인식되는 경향이 있었다 (Kang, 2012). 하지만 도시는 젠더 중립적인 것이 아닌 권력관계에 의해 허용과 배제가 존재하는 이분법적인 공간으로 밝혀졌으며, 이는 과거 도시 설계자, 이용자의 대부분 남성이었기 때문에 이들을 중심으로 도시의 성장이 이루어졌기 때문이다 (McDowell, 1999). 이와 더불어 남성은 생계 부양자, 여성은 가사/돌봄 담당자라는 역할로 나누어지기 시작하면서 남성의 공간은 일터/공적 영역, 여성의 공간은 주거/사적 영역으로 도시의 분절화가 심화하였다 (Jang, 2019). 하지만 공업화와 근대화 이후 여성들의 교육, 취업, 사회 활동, 여가 활동에 대한 기회들이 늘어나면서 (Academy of Korean Studies, 1995) 여성들도 경제활동에 참여하기 시작하였다. 남성만 허용하던 공간들이 여성의 역할과 자리가 점차 확대됨에 따라 여성들도 허용하기 시작하였고, 현재는 남성과 여성의 이분법적인 도시 공간의 구조가 무너지고 있는 상황이다 (McDowell, 1999).

도시 공간과 도시 내에서의 이동 행동은 서로 관련이 있는데, 이는 도시 공간은 토지 이용 목적에 따라서 상업/공업/주거지역 등으로 나누어져 있고, 다양한 장소로의 이동은 불가피하기 때문이다 (Son, 2010). 사회 현상으로 인해 변화하는 도시 공간의 이용을 탐색하기 위해서는 보다 객관적이고 정확한 남성과 여성의 이동에 대한 자료가 필요하지만, 현재까지 연구된 젠더 관점에서의 도시에 관한 연구들은 주로 이론적인 부분을 다루어 실제 도시에 반영할 수 있는 실증적인 면에서 부족함을 보이거나, 데이터에 제한이 있어 활용에 한계가 있는 경우가 대다수였다.

1.1 이동통신 데이터

이동통신 데이터는 이동 통신사가 이동통신 네트워크를 운영/관리하는 과정에서 생산된 위치기반 정보를 일컬으며, 이러한 데이터를 이용해 산출한 자료를 '유동인구', '서비스 인구' 등이라 부른다 (Kim and Lee, 2016). 사용자의 이동성을 기록하는 이 데이터는 국토의 동적성을 나타내며, 기존의 계획 내용을 더욱 다양화할 수 있는 자료로 사용될 수 있다 (Kim,

2014; Kim *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2018; Nguyen *et al.*, 2023; Yun *et al.*, 2018; Yun *et al.*, 2020).

이동통신 데이터로부터 산출된 데이터 중 하나인 기종점 데이터 (OD data: Origin Destination data)는 위치 정보를 기반으로 기종점을 추출한 데이터이다. OD 데이터에 관한 선행 연구로는 주로 신뢰도가 높은 OD 데이터를 구축하는 연구와 OD 데이터를 활용하여 분석하는 연구가 이루어지고 있다.

먼저, 여러 가지 데이터를 활용하여 OD 데이터를 구축하는 연구로는 Kim *et al.* (2019)의 연구가 있다. 기존의 가구 통행실태조사 대신 통신 데이터를 활용하여 목적 OD를 구축한 후, 내비게이션 데이터, 교통카드 데이터 등을 더하여 수단 OD를 구축하였다. 이후 신뢰도를 평가하였을 때 연구에서 새롭게 사용한 데이터를 중심으로 OD를 구축하되, 일부 기존의 가구 통행실태조사도 병행해야 한다는 사실을 확인하였다. Lim *et al.* (2019)의 연구는 이동통신 자료를 기반으로 OD 데이터를 구축하여 주중과 주말의 이동 패턴이 다르다는 것을 제시하였다. 주중에는 더 많은 이동량이 발생하는 반면, 주말에는 이동패턴에서 지역적 이질성이 더 강하게 나타난다. 이동통신 자료를 활용하여 가정 기반 OD를 구축한 또 다른 연구로 Kim and Lee (2016)이 있다. 교통 분야에서 일반적으로 사용하는 모형을 사용하지 않고, 통신 자료의 특성을 고려하여 새롭게 구축 절차를 제시하였다. 그 결과를 KTDB OD와 비교하였을 때, 상관계수가 높게 나와 통신 데이터 기반의 OD도 활용성이 있다는 것을 입증하였다. OD 데이터를 활용하여 분석한 연구로는 Kim *et al.* (2020)이 있다. 서울시 행정동을 대상으로 OD 정방 행렬을 만들어 커뮤니티 분석법을 수행하였고, 그 결과를 2030 서울 도시기본계획에 수립된 '3도심 7광역 중심 12지역중심'과 비교하였다. 이때 연구의 결과와 서울 도시기본계획이 일치함을 발견하였다.

1.2 젠더 공간

젠더 공간은 1970년대부터 인식이 시작되었으며, 주로 젠더의 차이 측면에서의 도시 공간, 차별적인 공간 경험 등의 분석이 수행되었다 (Kang, 2012). 젠더와 관련된 많은 사회 현상들은 공간에서 발생할 뿐만 아니라, 공간을 특징짓거나 변형시키기 때문에 젠더의 관점에서의 도시 공간의 특징과 의미를 살피는 것은 의미가 있다 (Lee *et al.*, 2013). 과거 도시 성장이 일어나던 시기에 도시 설계자, 이용자들의 대부분은 남성이었기 때문에 이들을 중심으로 도시 공간이 형성되었다면, (McDowell, 1999) 현재에는 여성들의 사회 진출과 경제활동이 늘어나고 더는 여성의 역할이 가사/돌봄에만 국한되어있지 않기 때문에 젠더 공간은 변화 하고 있는 상황이다. 이는 젠더 관점에서의

공간 특성에 관한 연구에서 확인할 수 있는데, 이는 이론적인 측면과 실증적인 측면 두 가지에서 나타나고 있다.

첫 번째, 이론적인 측면에서의 젠더 공간에 관한 연구이다. Ahn(2012)은 전통적인 젠더 공간을 정리하며 새롭게 나아가야 하는 젠더 공간의 방향에 관해서 설명하였다. 공간이 권력 관계의 우위에 있는 남성을 중심으로 배치되고 강조되고 있고, 여성들이 공간을 자유롭게 평등하게 이용하고 공간에서 이루어지는 결정에 참여할 수 있는 권리를 가져야 한다고 주장하였다. 또한 남성의 공간 경험에 기초한 연구의 한계를 비판하며, 공간의 다양한 스케일을 젠더의 관점에서 분석해나가야 한다고 언급하였다. Kang(2012)은 도시공간은 젠더 중립적이지 않으며, 여전히 남성과 여성의 도시 공간 이용의 차별적 경험을 하고 있다고 하였다. 성평등한 도시 공간이 되기 위해서는 여성의 관점에서만 집중하는 것이 아닌 남녀 모두의 경험을 살펴야 하고 이를 위해서는 실제 도시 공간에서의 활동과 이동에 대한 접근이 필요하다고 언급하였다. Beebeejaun(2017)은 젠더 관점에서의 도시 권리를 설명하고, 현재까지도 여전히 여성들은 불평등한 경험을 하고 있다고 언급하고 있다. 일상생활에서 젠더별 권리를 무시하는 것은 도시의 권리의 한계를 나타낸다고 하였으며 공간에 이용에 따른 젠더별 차이에 주의를 기울여야지 젠더별 권리를 지속할 수 있다고 하였다.

두 번째, 실증적인 측면에서의 젠더 공간에 관한 연구이다. Lee *et al.*(2013)는 젠더화된 도시 공간을 탐색하기 위해 도시의 토지 이용과 경제활동이 재현되고 있는 용도별 건물을 이용하였다. 경제적 활동 공간, 생산의 공간을 남성적 공간, 비경제적 활동 공간(가사, 육아), 재생산 또는 소비의 공간을 여성적 공간, 젠더의 일반적인 특성 구성이 모호하거나 복합되어 있는 공간을 중성적 공간으로 분류하였다. 이후 1km 그리드 단위의 젠더별 건물 비율을 이용해 공간 자기 상관 분석을 통한 젠더 공간 클러스터링을 수행하였다. 결과적으로 젠더 공간은 국지적으로 군집화된 공간 클러스터를 형성하고 있음을 확인하였으며, 도시 공간 내에서 남성의 공간이 압도적으로 우위를 차지하고 있는 것을 발견하였다. Jo *et al.*(2015)는 도시공공시설에 대해 실제 젠더별 이용자 수를 파악하였다. 도시 공간 내에서도 도시공공시설은 일정한 일반대중이 모이는 곳이다. 공공시설에서 발생하는 젠더 문제를 개선하기 위해서는 젠더별 경험적 차이를 파악하고 이를 위해 실제 이용자의 수요의 필요성을 언급하였다. 면접 조사를 통해 실제 젠더별 수요를 조사하였고, 도시 공공시설에서 고려해야 할 젠더 이슈를 파악하였다. Jo *et al.*(2020)은 이동통신사 유동인구 데이터를 활용하여 서울시 6개의 자치구에 대한 젠더 차이를 연구하였다. KDE를 통해 시각적으로 분석하고, 공간 자기 상관 분석과 공간 회

귀 모델을 통해 추가 분석을 수행하였다. 결과적으로 남성, 여성 개별적으로 인구 분포 패턴은 비슷하나, 젠더 차이를 보았을 때는 여자는 주거지역과 녹지지역, 남자는 상업지역에 분포했다. 또한 젠더 차이에서 Moran's I 0.57로 군집화 패턴을 보였다. Gauvin *et al.*(2020)은 산티아고의 도시내 대중교통에 대한 젠더 차이를 탐색하였다. 이를 위해 휴대전화 기반 통신 빅데이터를 활용하여 젠더 차이를 구하고, 특정 지역에서의 젠더 차이 비교, 사회경제적 지표와 상관관계를 분석하였다. 그 결과 산티아고의 남성들은 여성보다 도시 내 공간의 이동이 많고, 대중교통에 대한 접근성이 여성의 차별적 경험을 유발하는 것을 밝혔다. Lei *et al.*(2018)은 베이징 올림픽 빌리지 지역에 대한 젠더 공간을 연구하였다. 웹크롤링을 통해 남성과 여성이 Sina Location Microblog에 작성한 글의 좌표와 시간을 수집하여 국지적 공간 자기 상관 분석을 수행하였다. 그 결과 여성 유저들은 거주지역, 녹지지역에서 군집을 형성하였고, 남성 유저들은 상업지역에서 군집을 형성하였다.

선행 연구에서 확인할 수 있듯이 최근 젠더 공간에 관한 실증적인 연구가 이루어지고 있지만, 여전히 도시 전체에 대한 젠더 공간의 탐색이나 특성 분석은 이루어지고 있지 않았다(Lee *et al.*, 2013). 따라서 본 연구에서는 연령/젠더별로 가공된 서울시 내 OD 데이터를 활용하여 젠더 공간을 실증적으로 탐색하고, 이를 용도지역과 비교하여 전통적인 이분법적 젠더 공간으로부터 변화를 확인하고자 한다. 이동통신 데이터를 사용하면 더 미세한 시간적 규모로 넓은 지리적 영역에 걸쳐 합리적으로 정확하고 상세한 인구 분포 정보를 비용 효율적으로 제공할 수 있기 때문에 인구 분포의 동적 변화를 이해하는데 유용할 것이다(Deville *et al.*, 2014). 여기서는 첫째, 기존 연구에서 사용하지 않은 이동통신 데이터 기반 성별/연령별 기종점 통행량 데이터를 활용하여 신뢰성 있는 분석을 수행할 것이다. 둘째, 공간 단위로 통계적으로 유의성을 가지는 집계구 단위를 사용하여 분석을 수행하고, 셋째, 정부에서 합리적/경제적으로 국토를 이용하기 위해 지정해둔 용도지역을 사용하여 도시 내 젠더 공간을 검증할 것이다.

본 논문의 2장에서는 연구 자료와 연구 방법에 관해 기술하고, 3장에서 연구 결과를 제시한다. 마지막 4장에서는 본 연구의 한계와 향후 연구 계획에 대해 논의하고자 한다.

2. 연구 대상지 및 분석 방법

2.1 연구 대상지

연구의 공간적 범위는 서울특별시내 존재하는 18,747개의 집계구이며, 시간적 범위는 2019년 4월 13일 토요일, 2019년 4

월 17일 수요일, 2019년 8월 10일 토요일, 2019년 8월 14일 수요일 총 4일이다. “집계구”란 기초 단위구를 결합시켜 만든 구역으로 기초 단위구에 통계적 특성인 동질성, 동량성을 부가하여 확정한 근린지역 통계서비스 구역을 의미한다(Statistics Korea, 2022). 동질성, 동량성을 가진 공간 단위를 사용하기 위해 집계구를 공간단위로 선택하였다. 시간적 범위의 선택은 통행 패턴이 일상적인 달의 주중 하루/주말 하루와 연휴로 인해 통행 패턴이 일상적이지 않은 달의 주중 하루/주말 하루를 임의로 선택하였다.

2.2 분석데이터

2.2.1 OD 데이터

본 연구에서는 SKT에서 제공하는 데이터를 그대로 받아서 사용하였다. 이 데이터는 2017년 기준 2,750만명의 1x, 2G, 3G, LTE를 사용하는 고객을 대상으로 SKT의 기지국에서 수집되는 신호를 수집한 후 가공한 기종점 데이터(OD data: Origin Destination data)로 출발지(Origin)와 목적지(Destination)를 기준으로 출도착 지점에 대한 인구를 나타낸다.

데이터는 250m x 250m 그리드 단위로 도착지점의 목적성을 부여하기 위하여 특정 지역에서 30분 이상 체류한 후 다른 지역으로 떠나면 Origin으로, Origin을 떠나 다른 곳에서 30분 이상 체류하면 Destination으로 정의된다. 이때 OD 값은 이동 건수를 의미한다. 유동인구 데이터는 기지국을 이동한 인원을 산정한 데이터로써 이동하는 전체 인구를 산정했다는 점에서 OD 데이터와 차이점을 보인다. OD 관련 데이터 내 범수는 Table 1과 같다.

본 연구는 공간 단위로 집계구를 사용하기 위해 면적 가중치 내삽법을 사용하여 그리드 단위의 OD 자료를 집계구 단위로 변환하였다(Fig. 1).

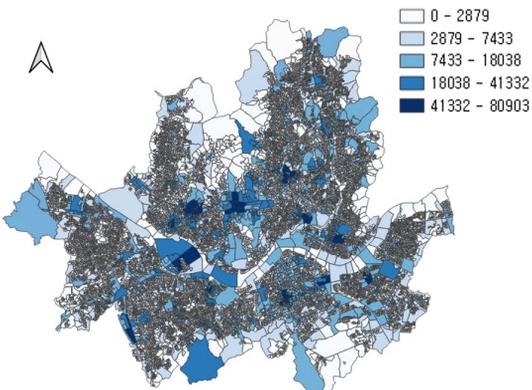


Fig. 1. Floating population by census tract from Origin - Destination (OD) data for 20's at 2019. 4. 17.

Table 1. Table structure of Origin-Destination (OD) data

Data Category	Field	Description or Category
OD data	STD_YMD	Data generation date, "YearMonthDay"
	ORG	Origin ID
	DEST	Destination ID
	GENDER	Male, Female
	AGE	10=10~19, 20= 20~29, 30=30~39, 40=40~49, 50=50~59, 60=60~(years)
	POP	Daily number of movements

2.2.2 서울시 용도지역

용도지역은 상위 도시계획에 부합하는 목적 및 방향으로 토지나 건축물의 이용을 유도하기 위한 수단으로써, 도시계획의 가장 근간이 되는 제도이다. 이를 계획할 때에는 합리적인 공간 구조의 형성, 교통계획, 기반시설 배치계획, 주거환경보호, 경관 등과의 상호 관련성을 고려하여 적절하게 지정해야 한다(Seoul metropolitan government, 2022). 용도지역의 유형은 Table 2에 정리하였다. 서울시는 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역으로 용도지역이 구분되어 있다(Seoul institute, 2013). 2020년 기준 326,043,340㎡의 주거지역, 25,599,274㎡의 상업지역, 19,974,140㎡의 공업지역, 233,981,536㎡의 녹지지역으로 구성되어 있다 Fig. 2는 서울시 용도지역을 나타낸다(Seoul institute, 2013).

Lee *et al.*(2013)의 연구에서 남성의 공간을 경제적 활동 공간, 산업 자본주의하의 현시화된 생산의 공간, 사회적 상호작용이 발생하는 공간으로 정의함에 따라 용도지역 중 상업지역, 공업지역을 공적 영역이라 판단하였고, 여성의 공간을 비경제적 활동 공간(가사, 육아), 산업 자본주의하의 재생산 또는 소비의 공간, 보살핌과 헌신의 공간으로 의미함에 따라 주거지역, 녹지지역을 사적 영역이라 판단하였다.

Table 2. Special purpose districts

District	Descriptions
Urban areas	Residential areas, Commercial areas, Industrial areas, Green areas
Control areas	Conservation and control areas, Production control areas, Planned control areas
	Agricultural and forest areas
	Natural environment conservation areas

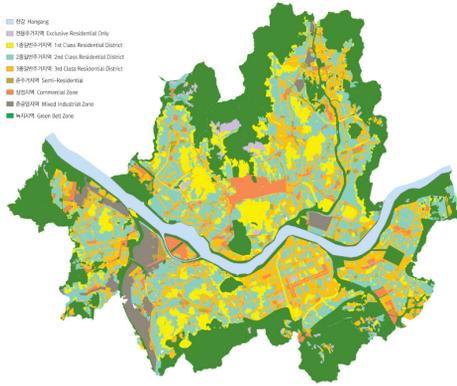


Fig. 2. Land use types in Seoul

2.3 데이터 처리 및 공간 자기 상관성

사람이 일상생활을 하기 위해서 주거지가 아닌 다른 지역으로의 이동은 반드시 일어나야 한다. 그러므로 도시 공간과 도시 내에서의 이동은 서로 관련이 있다고 볼 수 있다(Son, 2010). 이동 통신 기반의 OD 데이터를 활용하여 도시 이용자의 실제 이동을 확인할 수 있기 때문에 이를 활용하여 연령별 젠더가 실제 이용하는 도시 공간인 젠더 공간을 탐색하고자 한다. 본 분석의 과정은 Fig. 3과 같다.

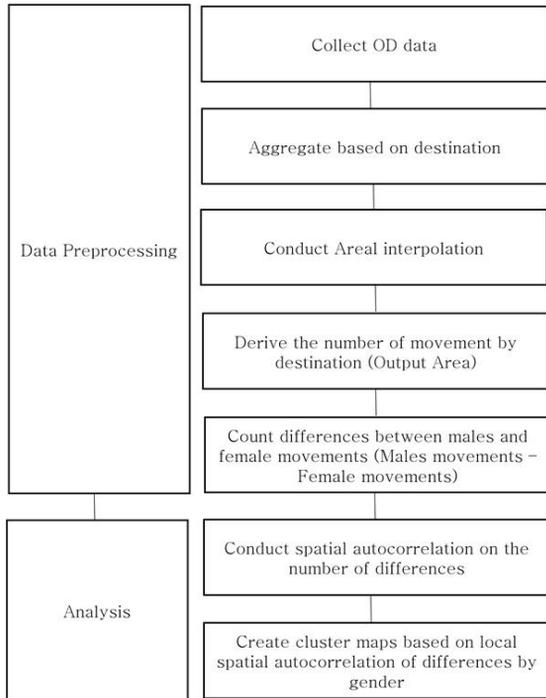


Fig. 3. Process of Data Preprocessing and analysis

2.3.1 자료 전처리

OD 데이터의 특징인 도착지점의 목적성을 최대한 활용하기 위해 Destination을 기준으로 데이터를 집계하였다. 가공한 데이터를 통해 연령별 남성과 여성이 어느 지역으로 이동(방문)을 많이 하는지 확인할 수 있다. 이후 공간 단위로 250m × 250m 격자 단위가 아닌 통계적으로 동질성을 가지는 집계구 단위를 사용하기 위해 면적 가중치 내삽법을 사용하였다. 이는 원존 지역과 결과지역을 중첩시킨 후 나타나는 중첩 지역의 면적 비율을 계산하며, 그 비율에 따라 원존 지역이 가지고 있던 값을 나누어 최종적으로 계산하기 원하는 공간 단위에 부여하는 방법이다(Shin, 2004). Eq.(1)은 면적 비율을 가중치로 사용하는 면적 가중치 내삽법 공식을 나타낸다.

$$V_t = \sum_s \frac{A_{st} U_s}{A_s} \tag{1}$$

여기서 V_t 는 새로운 지역 단위의 기대 속성 값을 나타내며, U_s 는 원래 지역 단위의 속성 값을 나타내고, A_s 는 원래 지역 단위의 면적을 나타내며 A_{st} 는 원래 지역 단위와 새로운 지역 단위 간의 중첩 영역의 면적을 나타낸다.

기존 연구에서는 젠더 관점의 지표를 계산하기 위해 젠더 차이 - (남성 이동 건수 - 여성 이동 건수)와 (Jo et al., 2020), 남녀 비율 - (남성 이동 건수/여성 이동 건수 × 100)과 같은 지표 (Gauvin et al., 2020)를 사용하였는데, 본 연구에서는 기존 연구를 참고하여 젠더 차이를 계산하고 이를 MW라는 새로운 변수로 정의하였다.

2.3.2 공간 자기 상관성

공간 자기 상관(Spatial Autocorrelation)은 2차원 공간 내에서 상대적으로 가깝게 존재하는 객체들 간의 상관관계로 정의된다 (Getis, 2010). 공간 자기 상관은 생태, 건강, 환경, 지질학적 연구 등에서 널리 활용되고 있으며, 전체 지역을 하나의 지수로 요약하는 전역적 공간 자기 상관과 개별 지점에 대해 각각의 지수로 산출하는 국지적 공간 자기 상관으로 구분된다.

본 연구에서는 전역적 공간 자기 상관 기법과 국지적 공간 자기 상관 기법을 사용했으며(Anselin, 1995), 3.3.1에서 정의한 MW 단일 변수에 대해 분석을 수행하였다. 통계적 유의 수준으로는 $p = 0.05$ 를 설정하였다. 이때 공간 가중행렬은 인접하는 모든 지역에 대해 가중치를 주기 위하여 queen contiguity matrix를 사용하였다(Getis et al., 2004).

(1) 전역적 공간 자기 상관 지표

전역적 공간 자기 상관 지표는 자료의 전체 지역 내 단위 구역들의 값과 이웃한 값들의 상관 정도를 통계적 지수를 통해 정량적으로 측정한다. 이때 사용되는 지수로는 대표적으로 Moran's I와 Lee's S가 있다. 본 연구에선 공분산 개념을 사용하여 값 사이의 유사성을 측정하는 Moran's I를 사용했으며, Eq. (2)은 전역적 공간 자기 상관의 Moran's I에 대한 수식을 나타낸다. Moran's I의 결과값은 -1에서 1 사이의 값을 가지며, 1에 근접할수록 비슷한 값이 군집하고 -1에 근접할수록 비슷하지 않은 값들이 군집한다.

$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \cdot \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

where n is the number of objects, w_{ij} is the weight of the combination i, j , and x_i is the attribute value of the i 'th object.

Local Moran's I의 결과는 총 4가지 군집 HH (High-high), HL (High-low), LH (Low-high), LL (Low-low), 이 네 개의 군집 중 하나로 나온다. 본 연구에서 네 개의 군집이 나타내는 결과를 Table 3에 정리하였다.

Table 3. Description of Local Indicators of Spatial Association (HH:High-High, LL : Low-Low, HL : High-Low LH : Low-High)

Cluster	Descriptions
HH Cluster	a cluster of areas where male move more than female
LL Cluster	a cluster of areas where there is more movement of female than of male
HL Cluster	a cluster of areas where there is more movement of female around areas where there is more movement of male
LH Cluster	A cluster of areas with more male migration around areas with more female migration

본 연구에서는 성별로 이동이 많은 지역을 새로운 젠더의 도시 공간으로 탐색하며, 남자들의 이동이 많은 HH 군집과, 여자들의 이동이 많은 LL 군집을 결과로 확인하였다.

3. 연구 결과 및 고찰

3.1 OD 데이터 전처리 결과

전처리한 OD 데이터로부터 MW값을 계산하여 MW값이 큰 지역을 여성에 비해 남성의 이동량이 많은 지역, MW값이 작은 지역을 남성에 비해 여성의 이동량이 많은 지역으로 정의하였다. 결과로 나타난 지역들을 날짜별로 Table 4, Table 5, Table 6, Table 7에 정리하였다.

Table 4. Maximum, minimum value of MW(Gender-based differences)for all age groups at 2019.4.13.

Age	MW	District
10s	Max MW	Daechi Station
	Min MW	Hongik University Street
20s	Max MW	Hanyang University, Korea University
	Min MW	Gangnam Station
30s	Max MW	Gasan Digital Complex
	Min MW	Jamsil, Express Bus Terminal
40s	Max MW	Gasan Digital Complex
	Min MW	Express Bus Terminal
50s	Max MW	Gwanghwamun, Euljiro 4-ga
	Min MW	Jamsil, Express Bus Terminal
60s	Max MW	Jongno 3-ga, Tapgol park
	Min MW	Namdaemun Market

Table 5. Maximum, minimum value of MW (Gender-based differences)for all age groups at 2019.4.17.

Age	MW	District
10s	Max MW	Whimoon Middle School, Whimoon High School, Olympic Park
	Min MW	Around Ewha Womans University, Ewha Girls' High School
20s	Max MW	Korea University, Sejong University
	Min MW	Around Ewha Womans University, Ewha Womans University Station
30s	Max MW	Gasan Digital Complex
	Min MW	Express Bus Terminal
40s	Max MW	Yeouido, Euljiro entrance
	Min MW	Express Bus Terminal, Daechi Station
50s	Max MW	Yeouido, Euljiro entrance
	Min MW	Express Bus Terminal
60s	Max MW	Jongno 3-ga, Tapgol park
	Min MW	Express Bus Terminal

Table 6. Maximum, minimum value of MW (Gender-based differences) for all age groups at 2019.8.10.

Age	MW	District
10s	Max MW	Dankook University High School, Dogok-dong
	Min MW	Hongik University Street
20s	Max MW	Hanyang University, Wangsimni
	Min MW	Gangnam Station
30s	Max MW	Gasam Digital Complex
	Min MW	Express Bus Terminal, Samseong Station
40s	Max MW	Gasam Digital Complex, Yeouido
	Min MW	Express Bus Terminal
50s	Max MW	Euljiro, Chungmuro
	Min MW	Express Bus Terminal
60s	Max MW	Tapgol Park
	Min MW	Express Bus Terminal

Table 7. Maximum, minimum value of MW(Gender-based differences) for all age groups at 2019.8.14.

Age	MW	District
10s	Max MW	Daeche Station, Hanti Station
	Min MW	Hongik University Street
20s	Max MW	Boramae Hospital
	Min MW	Myeongdong, Jinsun Girls' High School
30s	Max MW	Gasam Digital Complex, Yeouido
	Min MW	Express Bus Terminal, Sanggye-dong
40s	Max MW	Yeouido and Myeongdong
	Min MW	Sanggye-dong, Nowon Station
50s	Max MW	Yeouido and Myeongdong
	Min MW	Sanggye-dong, Nowon Station
60s	Max MW	Tapgol Park
	Min MW	Mia Station

Table 4, Table 5, Table 6, Table 7 을 확인하였을 때 10대, 20대 / 30대, 40대 / 50대, 60대에서 비슷한 남자/여자의 이동량이 많은 지역을 확인할 수 있었다. 남자의 경우 휘문중, 휘문고 한양대, 고려대, 세종대와 같은 학교 일대/ 가산 디지털단지 등과 같은 공업 지역/ 여의도, 을지로와 같은 상업지역에서, 여성의 경우 홍대 거리, 고속터미널, 명동과 같은 상업지역에서 이동이 가장 많음을 보였다.

3.2 공간 자기 상관 분석 결과

3.2.1 전역적 공간 자기 상관

Table 8은 GeoDa 프로그램을 이용하여 MW 값에 대해 전역적 공간 자기 상관을 수행한 결과를 나타낸다. 분석에 활용한 모든 날에서 높은 전역적 공간 자기 상관 결과를 보였다. 그 중에서도 2019년 8월 14일 수요일 20대에서 0.71의 가장 높은 공간 자기 상관을 보였다. 또한, 주말과 비교하여 대부분 주중의 공간 자기 상관값이 같거나 더 높은 결과를 보였다.

Table 8 . Result of the Morans' I index: global spatial autocorrelation

Age/Date	2019.4.13	2019.4.17	2019.8.10	2019.8.14
10s	0.66	0.67	0.67	0.67
20s	0.64	0.64	0.63	0.71
30s	0.65	0.65	0.64	0.63
40s	0.64	0.66	0.63	0.65
50s	0.55	0.65	0.57	0.61
60s	0.53	0.53	0.53	0.53

3.2.2 국지적 공간 자기 상관

젠더 공간이 공간적으로 군집화되어 나타나고 있는지 확인하기 위하여 국지적 공간 자기 상관 분석을 수행하였다. GeoDa 프로그램을 이용한 전역적 공간 자기 상관 결과는 Fig 3, Fig 4, Fig 5, Fig 6에 정리하였다. 붉은 부분은 남성의 도시 공간을 나타내는 HH 군집을, 푸른 부분은 여성의 도시 공간을 나타내는 LL 군집을 의미한다. 분석을 수행한 데이터에서 모든 연령대별로 남성과 여성의 도시공간이 상이한 것을 확인하였다.

2019년 4월 13일 토요일 (Fig. 4)의 결과를 확인하면 10대, 20대에서는 상대적으로 큰 군집을 이루는 여성의 공간과 산발적인 군집을 이루는 남성의 공간을 확인하였다. 공적 공간으로 분류되는 상업지역, 공업지역인 중구, 여의도, 성수, 강남 일대 등 대부분에서 여성의 공간이 나타나는 것을 확인하였는데 이는 전통적인 이분법적 젠더 공간에 반하는 결과이다. 이에 반해 남성의 공간은 주로 사적 영역인 주거 지역에서 산발적으로 나타났다. 30대에서는 10대, 20대와 다른 모습을 보이는데 공적 영역인 중구, 강남 일대 등에서 혼합적인 모습이 나타나며 남성의 공간이 늘어나 점점 큰 군집을 이루는 것을 확인할 수 있다. 40대 이후로는 남성의 공간이 큰 군집을 이루며 여성의 공간은 산발적인 군집으로 나타나다가 연령대가 높아질수록 두 젠더 모두 산발적인 군집을 나타내는 모습을 보

었다. 또한 공적 영역을 차지하는 여성의 공간이 존재하긴 하지만, 공적 영역을 차지하는 남성의 공간이 점점 늘어나는 것을 확인할 수 있다.

2019년 4월 17일 수요일 (Fig. 5)의 결과로는 10대에서 남성과 여성의 공간 모두 작고 산발적인 군집을 이루는 것을 확인할 수 있었고, 대부분의 공적 영역에서 젠더의 공간이 나타나지 않았다. 하지만 20대의 경우에는 여성의 공간이 종로, 여의도, 강남, 신촌, 홍대 등에서 큰 군집을 나타냈고 남성의 공간은 주말에 비해 확연히 줄어든 모습을 확인할 수 있었다. 30대부터는 주말과 마찬가지로 남성의 공간의 수가 확연히 늘어났는데, 공업지역, 상업 지역과 같은 여의도, 종로, 성수, 강남과 같은 대부분의 공적 영역을 남성의 공간이 차지하였다. 또한 연령대가 높아질수록 남성의 공간, 여성의 공간이 작은 군집으로 산발적으로 나타나던 주말과는 달리 평일에는 남성의 공간이 상대적으로 큰 군집을 이루는 것을 확인하였다.

2019년 8월 10일 토요일 (Fig. 6)의 결과로 먼저 10대에서 산발적인 남성의 공간과 이에 비교적 큰 군집을 이루는 여성의 공간을 확인하였다. 20대에서는 비교적 큰 남성의 공간이 확인되었고, 공적 영역 중 공업지역은 남성의 공간, 대부분의 상업 지역은 여성의 공간임을 확인했다. 하지만 30대부터는 상업 지역 또한 남성의 공간을 나타내는 곳이 많아지기 시작

한다. 또한 두 젠더 공간 모두 큰 군집을 이루는 것을 확인했다. 40대에서는 더욱 큰 남성의 공간을 확인할 수 있는데, 공적 영역인 공업, 상업 지역의 대부분에서 남성의 공간이 나타났다. 50대에서는 40대에 비해 크기가 줄어든 젠더 공간이 나타났지만, 여전히 큰 군집의 남성의 공간과 산발적인 여성의 공간을 확인하였다. 60대에서는 50대와 비슷한 분포의 젠더 공간을 가지지만, 군집의 크기가 작아졌고 여성의 공간은 더욱 산발적으로 나타났다.

2019년 8월 14일 수요일 (Fig. 7)의 결과로는, 먼저 10대에서 큰 군집의 여성의 공간을 확인하였다. 남성의 공간은 산발적으로 일어나나, 비교적 큰 군집을 이루는 지역이 존재했다. 20대에서는 10대와 마찬가지로 큰 군집의 여성의 공간이 나타났고, 중구, 여의도, 강남, 성수, 신촌, 홍대 등 많은 공적 영역에서 확인할 수 있었다. 30대에서는 반대로 큰 군집의 남성 공간이 나타났는데, 여의도, 중구, 신촌, 성수, 강남 등 대부분의 공적 영역에서 나타났다. 여성의 공간은 비교적 큰 군집을 나타내는 지역을 확인하였으나, 산발적인 군집도 나타났다. 40대에서는 30대와 비교하여 더 큰 군집의 남성의 공간이 나타났는데, 여성의 공간은 더 적게 산발적으로 나타났다. 50대에서는 30대, 40대와 비슷한 분포의 남성의 공간이 나타났고, 40대와 비교하여 더 적은 수의 여성의 공간을 확인하였다. 60대에서는 50대에 비해서는 작은 남성의 공간

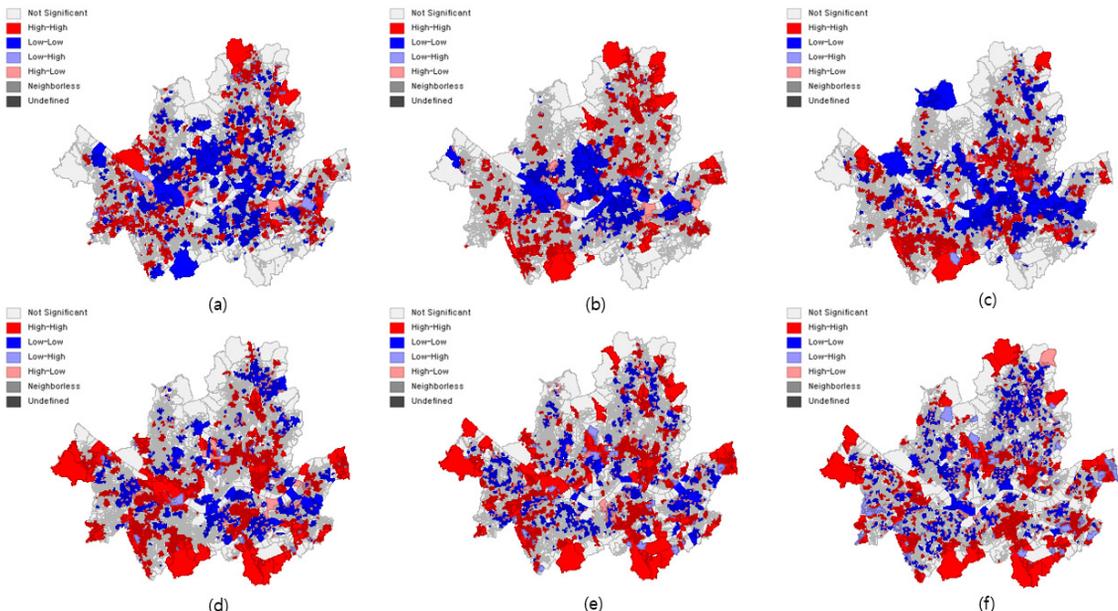


Fig. 4. Local Indicators of Spatial Association (Local Moran's I) cluster map of MW (Gender-based differences) in Seoul at 2019.4.13 : (a) 10s (b) 20s (c) 30s (d) 40s (e) 50s (f) 60s

이 나타났지만, 공적 영역에서의 군집들을 확인할 수 있었고 인 모습을 확인하였다.
 여성의 공간은 그 전의 연령대와 마찬가지로 더욱이 산발적

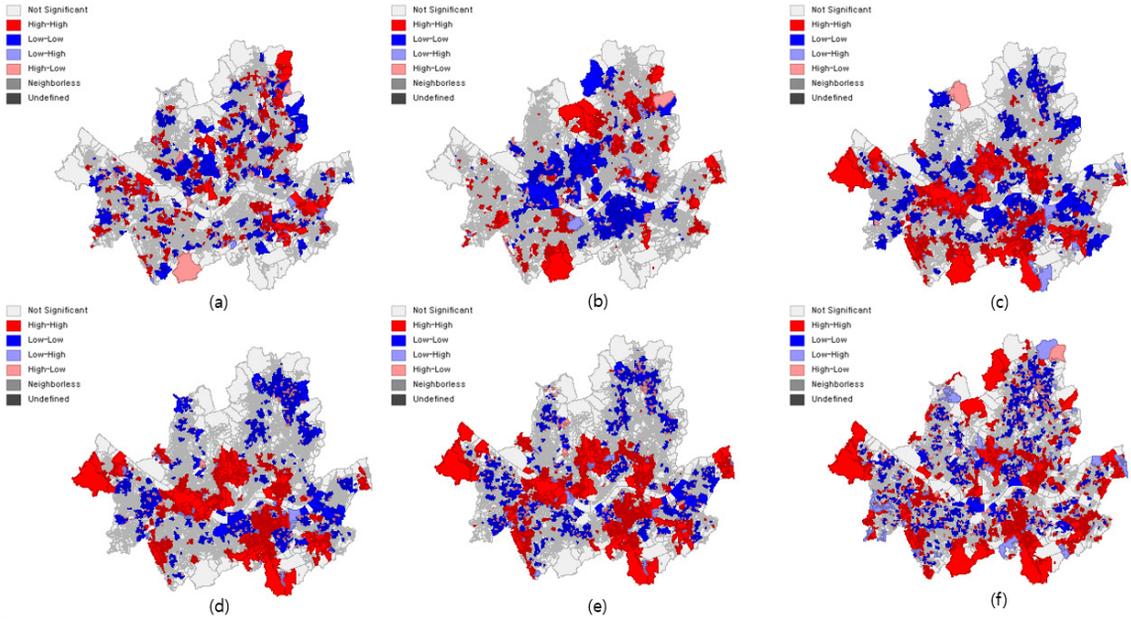


Fig. 5. Local Indicators of Spatial Association (Local Moran's I) cluster map of MW (Gender-based differences) in Seoul at 2019.4.17 : (a) 10s (b) 20s (c) 30s (d) 40s (e) 50s (f) 60s

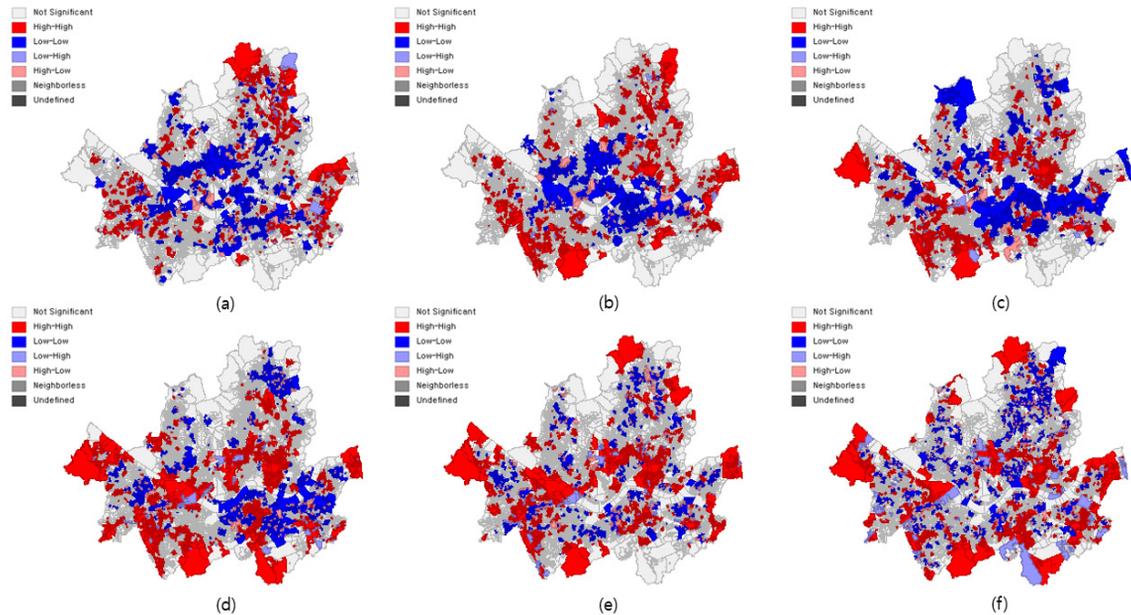


Fig. 6. Local Indicators of Spatial Association (Local Moran's I) cluster map of MW (Gender-based differences) in Seoul at 2019.8.10 : (a) 10s (b) 20s (c) 30s (d) 40s (e) 50s (f) 60s

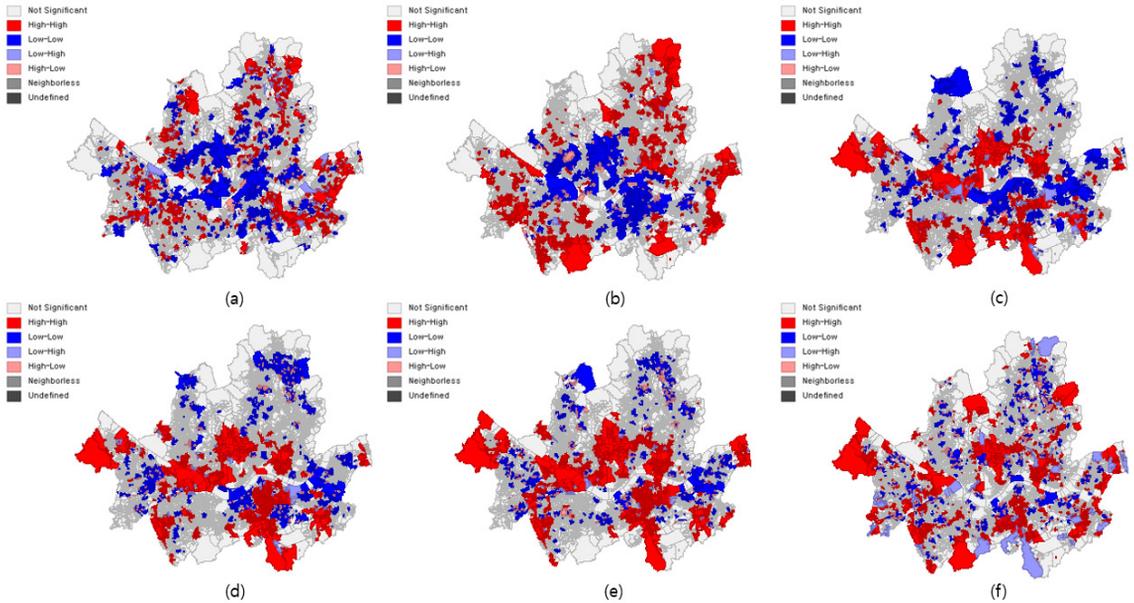


Fig. 7 Local Indicators of Spatial Association (Local Moran's I) cluster map of MW (Gender-based differences) in Seoul at 2019.8.14 : (a) 10s (b) 20s (c) 30s (d) 40s (e) 50s (f) 60s

연령/성별에 따라 각기 다른 크기의 군집을 이루었고, 주말과 비교하여 평일에 젠더 공간이 크기가 더 큰 군집을 이루는 것을 확인하였다. 평일에는 대부분의 연령대에서 공적 영역에서 남성의 공간이 큰 군집을 이루었고, 여성의 공간은 연령대가 높아질수록 더욱이 작은 크기로, 산발적으로 나타났다. 주말에는 20대, 30대의 경우 공적 영역에서 여성의 공간이 주로 나타나는 것을 확인하였다. 20대의 경우 평일, 주말과 상관없이 여성의 공간이 공적 영역을 포함한 도시 공간에서 큰 군집을 이루었다.

3.3 고찰

이 연구는 이동통신 기반 기종점 데이터를 사용하여 젠더별 그리고 연령별 공간특성이 어떻게 나타나는가를 분석하는데 초점을 두었다. 먼저, 젠더 별 가장 이동이 많은 지역을 확인하기 위하여 본 연구에서 사용한 MW값의 최대, 최소값을 확인하였다. MW 값의 최대를 나타내는 남성의 공간은 주로 한양대, 고려대, 세종대와 같은 대학 일대나 가산디지털단지 일대, 탑골공원 일대에서 나타났고, MW 값의 최소를 나타내는 여성의 공간은 흥대거리나, 이화여대 일대, 고속버스터미널 일대, 명동 등에서 나타났다. 젠더의 최대 이동 지역의 결과로 보아 남성의 공간은 대학가나 공업 지역에서 나타나는 것으로 확인하였고, 여성의 공간은 쇼핑을 즐길 수 있는 상업 지

역이나, 문화 생활을 즐길 수 있는 지역에서 나타나는 것을 확인하였다. 실제로 서울 내 주요 10개교 신입생 남녀 추이에서 한양대, 고려대를 포함한 7개교가 남성 비율이 높았다 (Hong, 2022). 연령별로는 상이한 젠더 공간을 나타내었는데, 주중과 같은 경우 30대, 40대, 50대의 남성들의 경우 경제활동종사자의 평균 비율이 87.8%, 여성들의 경제활동종사자 평균 비율이 62.7% (Statistics Korea, 2020)로 경제활동을 하는 남성의 비율이 여성보다 높기 때문에 공적 영역에서 큰 군집화를 이루고 있었지만, 20대의 경우 남성 경제활동종사자의 비율이 54.7%, 여성 경제활동종사자의 비율이 56.8% (Statistics Korea, 2020)로 비슷하기 때문에 다른 연령대와 다른 결과를 나타냈다고 사료된다. 하지만 공간 자기 상관 분석 결과인 남성/여성의 군집을 확인해보면 특정 지역들을 제외하고 나머지 지역들에서는 경제활동종사자의 비율과 상관없이 모든 연령대의 결과를 보면 남성들의 공간이 공적 영역에 존재하고, 여성들의 공간이 사적 영역에 존재한다는 기존 연구의 결과와 다르다는 사실이 확인된다. 특정 젠더의 공간이 나타나지 않는 지역, 즉 남성과 여성이 평등하게 이용하는 지역, 주거 지역, 녹지 지역과 같은 사적 영역에서 나타나는 남성의 공간, 공업 지역, 상업 지역과 같은 공적 영역에서 나타나는 여성의 공간을 주중과 주말 및 4월과 8월에 다른 연령대를 고려하여 확인한 결과, 현재 남성과 여성 모두 공적/사적인 공간에 구애받지

않고 도시를 이용하며, 도시는 차별적인 공간이 아닌(Jo *et al.*, 2020; McDowell, 1999; Gauvin *et al.*, 2020) 모든 사람에게 평등한 공간일 수 있는 가능성을 보여준다.

본 연구의 결과는 향후 도시 공간 문제를 해결하거나, 기술 혹은 정책들을 새롭게 도입할 때에 젠더 관점에서 문제를 제기하고 이를 해결하기 위한 것들을 적용하는 데에 필요한 참고자료로 활용될 것으로 기대된다. 또한 집계구 단위를 기반으로 분석을 수행하였기 때문에 도시 내 공간 활용에 있어서 성평등 구현이 부족한 지역들에 대응하기 위한 해결책의 기초 자료로써 활용될 것으로 기대된다. 마지막으로 현재의 기술 발달로 인해 제품의 품질이나 서비스와 관련되어서는 큰 차이점을 느끼지 못하는 상황이다. 따라서 많은 곳에서 활용하고 있는 공간 마케팅에 관련된 전략을 수립할 시에 젠더 관점에서의 참고 자료로도 사용될 수 있을 것이다.

4. 결론 및 제언

본 연구에서는 2019년 4월 13일, 2019년 4월 17일, 2019년 8월 10일, 2019년 8월 14일 총 4일의 이동통신 기반 OD 데이터를 기반으로 공간 자기 상관 분석을 수행하여 연령별 젠더 도시 공간을 탐색하였다. 전역적 공간 자기 상관을 수행하여 결과를 확인하고, 국지적 공간 자기 상관 군집 결과에서 HH, LL 군집을 도시 내 남성의 공간, 여성의 공간으로 판단 후 서울시 용도지역과 비교하였다. 공적 영역, 사적 영역에 준하지 않고 도시 전체에서 남성과 여성의 공간이 확인되는 것으로 보아 공적영역은 남성들의 공간, 사적영역은 여성들의 공간이라는 전통적인 젠더 공간에서 벗어나 도시 공간 내 새로운 젠더 공간을 탐색할 수 있었다. 또한 연령별로 구성하는 젠더의 공간이 다르다는 것 또한 확인하였다. 이렇듯 본 연구의 결과를 통해 도시 공간에서 확인할 수 있는 젠더 공간을 가시화하였고, 젠더 차이에 관해 연구를 수행함으로써 젠더 관점에서의 도시 공간 활용에 대한 기초 자료로 사용할 수 있음을 확인하였다.

하지만 이동통신 데이터는 개인별로 이동 빈도 분포도가 많이 다르기 때문에 이상치(outliers)들이 존재할 수 있고 가공된 데이터값이 실제보다 증가하거나 감소하여 분석에도 영향을 미칠 수 있다. 추후에는 이런 이상치를 탐지하고 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다. 또한 본 연구에서 사용한 데이터는 250 m를 기준으로 형성된 데이터이므로 이 스케일이 변할 경우 공간 패턴 및 공간적 종속성이 상당히 다르게 나타날 수 있다. 이렇게 스케일에 따른 결과의 차이에 대해서는 추후 연구에서 분석할 필요가 있다. 더욱이 본 연구에서는 4일간의

자료를 이용하였으므로 다른 기간의 더 많은 날들을 추가하면 좀 더 풍부한 분석이 될 수 있으므로 더 오랜 기간에 대한 분석을 진행할 필요가 있다. 그리고 공간 자기 상관을 이용해 도시 내 젠더 공간을 제시까지만 하였는데, 추후 연구에서는 새로운 젠더 공간의 특징이 어떠한지 여러 가지 변수를 사용하여 분석할 예정이다. 이번 연구에서는 남자들의 이동이 많은 HH 군집과, 여자들의 이동이 많은 LL 군집에 초점을 맞추어 분석을 하였지만 추후 연구에서는 남자들의 이동과 여자들의 이동이 함께 섞여 나타나는 HL군집과 LH군집을 살펴보는 것도 흥미로운 연구가 될 것이다. 마지막으로 2020년 이후 OD 데이터를 활용하여 COVID-19 이전 이후 남자, 여자의 이동량 변화 및 변화한 도시 공간을 확인할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2022-00143336).

References

- Academy of Korean Studies (1995), *Encyclopedia of Korean Culture*, <http://encykorea.aks.ac.kr> (last date accessed: 19 September 2022)
- Ahn, S.Y. (2012), Gender, space, and politicization of space: A theoretical sketch, *Women's Studies Review*, Vol. 29, No. 1, pp.157-183.
- Anselin, L. (1995), Local indicators of spatial association-LISA. *Geographical Analysis*, Vol. 27, No. 2, pp. 93-115.
- Beebejaun, Y. (2017), Gender, urban space, and the right to everyday life. *Journal of Urban Affairs*, Vol. 39, No. 3, pp. 323-334.
- Deville, P., Linard, C., Martin, S., Gilbert, M., Stevens, F. R., Gaughan, A. E., and Tatem, A. J. (2014). Dynamic population mapping using mobile phone data. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 111, No. 45, pp.15888-15893.
- Gauvin, L., Tizzoni, M., Piaggese, Young, A., Adler, N., Verhulst, S., Ferres, L., and Cattuto, C. (2020), Gender gaps in urban mobility, *Humanities and Social Sciences Communications*, Vol. 7, No. 11. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0500-x>

- Getis, A. and Aldstadt, J. (2004), Constructing the spatial weights matrix using a local statistic. *Geographical Analysis*, Vol. 36, No. 2, pp. 90-104.
- Getis, A. (2010). Spatial autocorrelation. In *Handbook of Applied Spatial Analysis* (pp. 255-278). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hong, S.J. (2022), 2022 Seoul National University female student acceptance rate is the lowest since 2013, *Edujin*, <http://www.edujin.co.kr/news/articleView.html?idxno=38055> (last date accessed: 13 September 2022)
- Jang, M.H. (2019), Architecture, space and gender equality, *Space*, https://vmspace.com/report/report_view.html?base_seq=ODAw (last date accessed: 13 September 2022)
- Jo, A., Lee, S.K., and Kim, J. (2020), Gender gaps in the use of urban space in Seoul: Analyzing spatial patterns of temporary populations using mobile phone data, *Sustainability*, Vol. 12, No. 16, pp. 6481.
- Jo, Y., Jang, M., and Choi, J. (2015), Gender Analysis of the Demand for Urban Public Facilities Gender Issues, *Korean Urban Management Association*, Vol. 28, No. 2, pp. 27-54.
- Kang, M.S. (2012), Urban planning and architecture from a gender perspective, *Planning and Policy*, pp. 21-28.
- Kim, J.H. (2014), *The Application of Smart Cell in Space Policy*, Research report, Korea Research Institute for Human Settlements, Sejong-si, Republic of Korea.
- Kim, J.Y., Kim, D. H., Sung, H. M., and Song, T. J. (2019), *A study on the reliability of traffic demand prediction based on big data*, Research report, Korea Transport Institute, Sejong-si, Republic of Korea, pp. 1-188.
- Kim, K. and Lee, G. (2016), A study on improvement of estimating de facto population using mobile telecommunications big data, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, Vol. 19, No.2, pp. 181-196.
- Kim, M.K., Kim, S.P., Heo, J., and Sohn, H.G. (2017), Ridership patterns at subway stations of Seoul capital area and characteristics of station influence area, *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol. 21, pp.964-975.
- Kim, S., Lim, H. J., and Heo, J. (2020), Analysis of Seoul living sphere using origin-destination data from a mobile phone network, *Journal of Korean Society for Geospatial Information Science*, Vol. 28, No. 1, pp. 3-10.
- Lee, G., Shin, J., and Hong, Y.J. (2013), Exploring a gendered urban space: Focusing on the spatial distribution of the urban building use, *Journal of the Korean Cartographic Association*, Vol. 13, No. 3, pp. 57-73.
- Lee, W. K., Sohn, S. Y., and Heo, J. (2018), Utilizing mobile phone-based floating population data to measure the spatial accessibility to public transit. *Applied Geography*, Vol.92, pp.123-130.
- Lei, C., Zhang, A., Qi, Q., Su, H., and Wang, J. (2018), Spatial-temporal analysis of human dynamics on urban land use patterns using social media data by gender, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Vol. 7, No. 9, pp. 358.
- Lim, H., Kim, S., and Heo, J. (2019), November. Graph analyses of phone-based origin-destination data for understanding urban human mobility in Seoul, Korea. In *Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Prediction of Human Mobility* pp. 62-65.
- McDowell, L. (1999), *Gender, identity, and space*, Polity Press, UK.
- Moon, G. (2020), Global urbanization "76% of the world's population lives in cities", *The Science Plus*, <http://thescienceplus.com/news/newsview.php?ncode=1065541469318670&dt=m> (last date accessed: 16 September 2022)
- Nguyen, M. H., Kim, S., Yun, S.B., Park, S., and Heo, J. (2023). An efficient data-driven method to construct dynamic service areas from large-scale taxi location data. *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*. pp. 1-17.
- Seoul institute (2013), Zoning, *The Seoul Research Data Service*, <https://data.si.re.kr/node/46> (last date accessed: 13 September 2022)
- Seoul metropolitan government (2022), Land use area and district area, *Seoul Urban Planning Portal*, <https://urban.seoul.go.kr/view/html/PMNU3010000000> (last date accessed: 13 September 2022)
- Shin, J. Y. (2004), Research on areal interpolation methods and error measurement techniques for reorganizing incompatible regional data units: The population weighted interpolation, *Journal of the Korean Association of*

Regional Geographers, Vol. 10, No. 2, pp. 389-406.

Son, M. K. (2010), The gender differences of travel behavior in the Seoul metropolitan city: Analysis of time use survey, *Korea Journal of Population Studies*, Vol. 33, No. 1, pp. 1-25.

Statistics Korea (2020), *Korean Statistical Information Service*, <https://kosis.kr/index/index.do> (last date accessed: 13 September 2022)

Statistics Korea (2021), *E-country Indicators*, <https://www.index.go.kr/main.do> (last date accessed: 16 September 2022)

Statistics Korea (2022), *Statistical Geographic Information Service*, <https://sgis.kostat.go.kr/view/index> (last date accessed: 13 September 2022)

Yun, S.B., Hieu, N.M., Park, S.Y., Lim, H., and Heo, J. (2018), Implementation of floating population analysis for smart cities: A case study in Songdo Incheon South Korea. In Proceedings of the 2nd ACM SIGSPATIAL Workshop on Prediction of Human Mobility. pp. 32-36.

Yun, S. B., Kim, S., Ju, S., Noh, J., Kim, C., Wong, M. S., and Heo, J. (2020), Analysis of accessibility to emergency rooms by dynamic population from mobile phone data: Geography of social inequity in South Korea. *Plos one*, Vol. 15, No. 4, pp.e0231079.