



도시환경 특성이 범죄발생에 미치는 영향 분석

: 사회적 약자 그룹의 조절효과를 중심으로*

Analyzing the Impacts of Urban Environmental Characteristics on Crime Occurrence

: Focusing on the Moderating Effects of Socially Disadvantaged Groups

성우석** · 이수기***

Seong, Wooseok · Lee, Sugie

Abstract

The victims of crime within a city are primarily concentrated among socially vulnerable groups, such as women and older adults. Although studies pertaining to crimes against socially disadvantaged individuals abound, studies investigating the effect of the interaction between socially disadvantaged groups and urban environments on crime occurrence are few. Therefore, this study analyzes the effect of the interaction between socially disadvantaged groups and urban environmental factors on crime occurrence using crime-severity ratings for crime in total, crime against female, and crime against older adults provided by the Seoul Life Safety Map. The results indicate that areas with high street vitality are significantly associated with a higher risk of crime occurrence. Furthermore, whereas being surrounded by urban environmental elements increases the risk of crime, an increase in the proportion of green spaces decreases it. Crime-prevention facilities indicate a significant moderating effect on population characteristics. Police stations and CCTVs are shown to be effective in reducing crime against female, and the combination of CCTVs and security lights reduces crime occurrence. This study identifies urban environmental factors influencing crimes against socially disadvantaged groups and suggests policy implications for creating a safer urban environment.

주제어 도시 범죄, 사회적 약자, 조절효과, CPTED, 의미론적 분할

Keywords Urban Crime, Socially Disadvantaged, Interaction Effect, CPTED, Semantic Segmentation

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

오늘날 모든 사람은 일상 활동 및 여가 활동 등의 사회생활에 있어 안전하고 편리한 삶을 보장받을 권리가 있다. 하지만 도시 내에서 발생하는 범죄는 일상 활동에 영향을 미치며 심리적인 요

인을 포함하여 삶의 질을 감소시키는 부정적인 효과가 있다. 현재 우리나라 범죄발생 수를 살펴보면 2005년부터 2021년까지 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄는 꾸준히 증가하고 있으며 각각 917,787건, 323,353건, 120,993건이 발생했다(〈그림 1〉참고). 이는 2005년 전체범죄 665,162건 대비 37.98% 범죄 건수가 증가하였다. 특히, 여성 대상 범죄는 40.45%, 노인 대상 범죄는 161.10% 증가하였다. 이는 1인 가구, 노인인구 비율의 빠르게

* 연구는 2018년 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2018R1A5A7059549).

** Master Student, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (First Author: wsseong18@gmail.com)

*** Professor, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding Author: sugielee@hanyang.ac.kr)

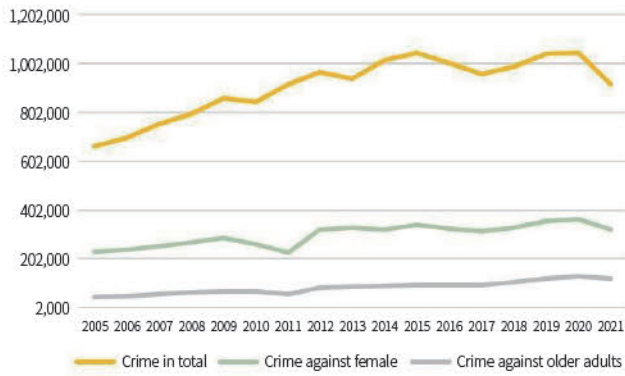


그림 1. 연도별 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄 형법 범죄발생 수(2005-2021)

Figure 1. Crime in total, crime against female, crime against older adults, criminal offenses by year number of occurrences (2005-2021)

Source: KOSIS (2023)

증가하는 것과 밀접한 연관이 있다. 통계청에 따르면 1인 가구는 2010년 23.9%에서 2022년 34.5%로 증가하였고, 노인인구 비율은 2010년 11.2%에서 2022년 20.4%로 증가하였다. 이러한 범죄의 발생 증가는 범죄에 대한 두려움으로 발전하며 안전에 대한 욕구를 증가시킨다. 특히, 사회적 약자를 대상으로 발생하는 범죄에 대한 예방이 필수적이다. 따라서 범죄가 발생하는 도시환경 분석과 더불어 사회적 약자를 대상으로 한 범죄발생에 영향을 미치는 도시환경과 범죄예방에 효과가 있는 방법 시설에 대한 분석이 필요하다. 이를 통해 사회적 약자를 대상으로 한 범죄발생 원인을 파악할 수 있으며, 최종적으로 도시환경을 효율적으로 개선하며 안전한 도시를 만드는 데 도움을 줄 수 있다. 한편, 강력 5대 범죄 중 노상에서 일어나는 강도, 절도, 폭력 비율은 각각 19.76%, 27.87%, 35.01%로 가장 높으며, 살인과 성폭력은 각각 19.76%, 13.80%로 두 번째로 높다(〈그림 2〉 참고). 이는 노상에서 일어나는 범죄에 대한 원인 분석과 대책이 필요함을 시사하며, 거리의 범죄발생 요인을 파악하는 것은 범죄예방을 통해 삶

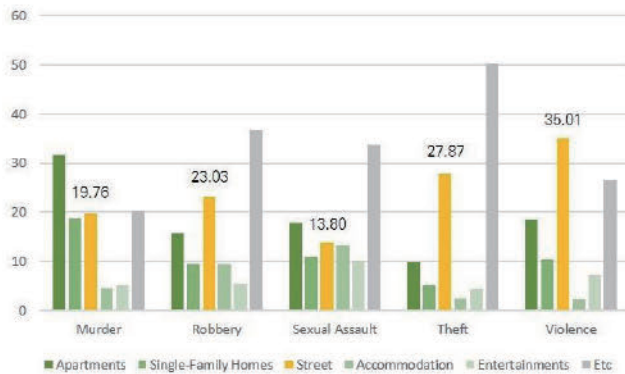


그림 2. 강력 5대 범죄 유형별 범죄발생 장소 비율(단위: %)

Figure 2. Proportion of crime occurrence locations by five major violent crime types (unit: %)

Source: Prosecution Service (2022, pp.46-112)

의 질을 향상하는 요소 중 하나이다. 따라서 안전한 도시를 만들기 위해서 범죄발생 유형별 범죄발생에 영향을 미치는 인구, 사회, 경제 요인과 도시환경 요인에 대한 탐구가 필요하다.

도시 내 범죄발생의 특성은 개인과 집단뿐만 아니라 사회통제력이 약화 되면서 장소 및 도시 공간의 특성과 연관이 있다. ‘일상 활동(Routine Activity)’ 이론(Cohen and Felson, 1979), ‘범죄 패턴(Crime Pattern)’ 이론(Brantingham and Brantingham, 1984) 등과 같이 범죄발생에 있어서 도시 내 장소와 환경의 요소와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 또한, 범죄예방을 위한 이론이 발전되었으며 범죄예방 환경설계(Crime Prevention Through Environmental Design: CPTED)의 자연적 세 가지 기본 원리(자연적 감시, 자연적 접근 통제, 영역감)를 바탕으로 범죄로부터 안전한 환경을 만드는 데 적극적으로 활용되고 있다. 우리나라에서는 CCTV와 더불어 비상벨, 안전등, 안전 지킴이 집, 안심 귀갓길 서비스 등 범죄예방 정책이 도입되고 있다.

우리나라의 경우 도시 범죄와 환경요소의 관계에 대한 연구는 다수 진행되었지만, 일부 지역 자치구에 국한된 분석만이 진행되었고, 서울시 전체적으로 미시적인 특성 차이를 분석한 연구는 미비한 실정이다. 범죄발생에 대한 자료 및 위치정보는 개인정보를 포함하고 있으며, 동네 이미지와 범죄에 대해 주민들의 불안 때문의 전체적인 범죄발생 수를 종합하여 통계를 낸 자료만 제공하고 있어 분석에 어려움이 있다. 또한, 범죄 유형 및 피해자별 범죄예방에 대한 연구가 진행되었지만, 범죄예방 정책효과는 학교, 공원, 사례지역 등과 같이 일정 공간에 대해 설문조사 또는 회귀 분석을 통한 분석이 진행되었으며, 도시환경요인에 대한 평가는 미비하다.

따라서 본 연구에서는 범죄 유형에 따라 강력 5대 범죄를 포함한 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄를 대상으로 공간통계 모형을 활용하여 도시환경 요소와의 연관성을 분석한다. 또한, 범죄예방시설과 관련하여 방법시설과 지역의 인구특성 중 사회적 약자그룹에 따른 조절효과를 분석한다. 이를 통해 사회적 약자그룹에 따른 범죄예방 시설의 효과를 분석하여 각 유형에 맞는 방법시설 전략을 제시하고자 한다. 본 연구는 범죄예방을 향상하기 위해 고려되어야 할 도시환경 특성을 분석하였으며, 나아가 사회적 약자 그룹에 따른 범죄예방시설의 효과를 분석하여 범죄 저감을 위한 정책적 시사점을 제안한다.

2. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시로 설정하였다. 2021년 수도권 총 범죄발생 건수를 살펴보면, 서울특별시는 257,969건, 경기도 357,243건, 인천광역시 76,584건으로 경기도에서 일어나는 범죄의 수가 더 높지만, 인구 천 명당 범죄 건수를 살펴보면, 서

울특별시 29.6건, 경기도 26.8건, 인천광역시 27.8건으로 서울에서 일어나는 범죄의 수가 인구 대비 가장 높게 나타나고 있다(국가통계포털, 2023). 수도권에서 발생하는 범죄 중 서울특별시에서 발생하는 범죄위험이 가장 크며, 따라서 서울특별시가 공간적 범위로 적합하다고 판단하였으며 분석 단위는 서울 열린데이터 광장에서 제공하는 18,614개의 서울시 집계구를 사용하였다(〈그림 3〉 참고).

집계구는 통계청에서 제공하는 소지역 통계 중 하나로, 행정구역은 아니지만 가장 미시적 규모의 공간 단위로 연구에 활용되었다(이명훈 외, 2021). 이는 행정동 단위로 도출되기 어려운 취약지역의 한계점을 보완할 수 있으며 세밀한 분석이 가능하다.

II. 선행연구 고찰

1. 범죄 이론 고찰

도시환경과 범죄발생의 관계에 대한 관심이 지속되면서 두 요소에 대한 연관성을 분석하는 연구가 진행되어 왔다. Jacobs(1961)의 ‘거리의 눈(Eyes on the Street)’ 이론은 거리에 사람이 많아질수록 사람들의 시선이 많아지게 되고 자연 감시가 발생하여 자연스럽게 범죄가 예방된다고 보았다. 이와 대비되어 Newman(1973)의 ‘방어적 공간(Defensible Space)’ 이론은 범죄발생과 도시환경 사이에 연관성이 있으며, 사람이 많은 지역일수록 불특정 다수의 사람과 만나게 확률이 높아지는 동시에 개개인의 영역성 확보가 어려워 범죄에 노출될 수 있다고 설명하고 있다.

Jeffery(1971)는 감시와 접근통제, 영역성 강화, 활용성 증대, 유지관리 등으로 구성된 ‘범죄예방환경설계(Crime Prevention

Through Environmental Design: CPTED)’를 중요하게 언급하였다. 이는 도시환경과 범죄발생의 관계를 분석하여 범죄발생을 감소시킬 수 있다고 주장하고 있다. 이러한 CPTED의 기본 원리와 같이 Poyner and Webb(1991)의 ‘주거지 범죄예방(Crime Free Housing)’ 이론은 범죄 대상지의 진출입 난이도인 접근성(Accessibility) 개념을 가장 중요한 예방 대책으로 제안하였다. 또한, Clarke(1995)는 범죄 유형별로 체계적이고 지속 가능한 환경 설계 또는 관리를 통해 잠재적 범죄자들에게 겹쳐 위험성 및 범행의 어려움을 증가시켜 범죄를 예방할 수 있는 ‘상황적 범죄예방(Situational Crime Prevention)’을 정립하였다.

이러한 범죄예방 연구와 더불어 범죄발생 연구도 진행되었다. Brantingham and Brantingham(1981)의 ‘환경범죄학(Environmental Criminology)’ 이론은 범죄, 범죄자, 대상물, 장소와 같은 도시환경 요소와 범죄발생의 관계를 설명하고 있으며 특히 장소가 범죄발생에 있어서 매우 중요함을 지적하였다. Kelling and Wilson(1982)의 ‘깨진 유리창(Broken Windows)’ 이론에 따르면 도시 내 공간에서 무질서 요인을 방치하게 되면 그 지점을 중심으로 범죄가 확산할 가능성이 있어 도시경관 관리에 초점을 두어 범죄를 정의하였다. 또한, Cohen and Felson(1987)의 ‘일상활동이론(Routine Activity Theory)’은 ‘범죄자, 목표물, 범죄 유발 환경과 방어기제 부재’의 3가지 조건이 개인 생활패턴과 맞물려 범죄가 발생한다고 정의하여 범죄가 발생하는 장소에 중심으로 기회적 요인에 초점을 두어 범죄를 정의하였다. Cornish and Clarke(1989)의 ‘합리적선택(Rational Choice)’ 이론은 범죄 행위에 있어 범죄자의 이성적 판단에 따라 범죄가 발생한다고 정의하였지만 모든 범죄에 같이 적용되는 것이 아닌 범죄의 종류와 범죄가 개인과 주변 상황 모두를 종합하여 범죄가 발생한다고 설명하고 있다.

2. 도시환경과 범죄 관련 연구

도시에서 발생하는 범죄를 연구는 공간구조 형태를 이용하여 범죄에 관한 연구가 진행된 것을 알 수 있다. ‘거리의 눈’ 이론에 따르면 유동 인구가 증가할수록 거리에 사람이 많아지고 자연적 감시가 증가하여 범죄예방에 효과가 있는 것으로 나타났다(서승연 외, 2018). 하지만, 많은 인구의 유입으로 인한 유동 인구 증가는 잠재적 가해자, 피해자를 증가시켜 범죄발생에 영향을 미치는 것으로 나타났다(이현지·정성원, 2012; 서민진 외, 2019).

‘환경범죄학’ 이론에 따르면 도시 내 장소가 범죄발생에 영향을 미친다고 설명하고 있다. 허선영·문태현(2012)은 범죄발생의 공간적 분포 특성을 파악하기 위해 2008~2011년 범죄자료를 활용하여 시계열분석, 핫스팟 분석을 사용하였다. 분석 결과 노상과 상업, 유흥시설이 입지 해 있는 곳이 범죄발생을 증가시키는 것으로 나타났다. Wu et al.(2015)는 도로가 범죄에 미치는 영향을

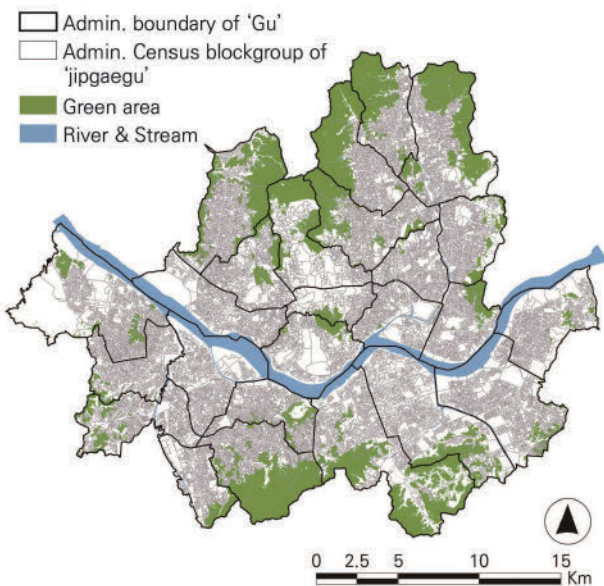


그림 3. 서울시 사례 지역
Figure 3. Case study area of Seoul, Korea

고려하기 위해 도시 네트워크 변수로 주거지역에서 발생하는 범죄발생에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과 주거 범죄는 다양한 도로의 유형과 통계적으로 유의미한 것으로 나타났으며, 골목길이 많으며 도로의 길이가 길어질수록 주거 범죄위험에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Hipp et al.(2021)는 범죄발생과 도시환경의 상호작용을 살펴보기 위해서 Google Street View Image(GSV)와 기계학습을 활용하여 분석을 진행했다. 분석 결과, 도로는 범죄발생 증가에 영향을 미치며 녹지는 범죄와 U-자형 형태의 비선형 관계를 가지는 것으로 나타났다. He et al.(2017)는 GSV를 이용하여 주거용 건축 환경과 강력 범죄 간의 물리적 특성과 관계를 연구하였으며 포아송 회귀를 사용하여 폭력 범죄의 사회 경제적 상관관계를 식별하였다. 또한, Deng(2022)은 GSV를 활용하여 뉴욕 맨해튼의 특정 범죄 활동에 영향을 미치는 거리의 가로경관 요소의 연관성을 분석하였으며 딥러닝 의미론적 분할(Semantic Segmentation) 방법론을 사용하여 도시환경의 특징을 정량화해서 분석할 수 있음을 확인하였다.

딥러닝 의미론적 분할은 시각적인 측면에서 도시의 물리적인 환경을 파악하기 때문에 거리의 쓰레기, 불법주정차, 가로등, 가로수 파손 등의 미시적 요소를 분석하기에 어려움이 있다. 최근 빅데이터 중 주민들이 느끼는 거리의 만족도를 파악할 수 있는 서울시 스마트 민원 자료를 활용하여 도시 범죄와의 연관성을 분석할 수 있다(김진재 외 2022). 분석 결과, 각 범죄 유형에 따라 불법쓰레기, 소음신고가 많은 지역과 불법주정차 신고가 많은 지역이 범죄발생과 연관성이 있는 것으로 나타났다.

3. 사회적 약자와 범죄 관련 연구

최근 1인 가구 증가와 더불어 여성, 노인과 같은 사회적 약자를 대상으로 범죄위험 또는 범죄두려움에 관한 연구가 다수 진행되었다(김기현, 2011; 강지현, 2019; 최형근 외, 2021). 여성은 남성보다 신체적으로 취약하기 때문에 범죄위험에 노출될 가능성이 높아 남성보다 범죄두려움이 증가하는 것으로 나타났다(Jackson, 2009). 더불어 1인 가구가 많은 지역일수록 범죄발생이 증가하며, 특히 여성의 비율이 높을수록 범죄위험이 높아지는 것으로 나타났다(장진희, 2018). 또한, 노인은 신체 및 사회적 취약성으로 인해 범죄두려움이 증가하는 것으로 나타났다(송일호·곽대경, 2018).

범죄예방을 위해 CCTV, 가로등과 더불어 사회적 약자를 대상으로 한 안전지킴이집, 여성안심귀갓길과 같은 방법시설을 활용하여 범죄위험을 감소시킬 수 있다. 조영진 외(2019)는 범죄예방 환경조성사업에서 활용되고 있는 방법시설이 주간, 야간 범죄발생에 미치는 영향을 확인하였다. 분석 결과, 보안등은 야간 범죄 예방에 영향을 미치는 것으로 나타났지만, CCTV와 비상벨은 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한, 범죄 유형에

따라 방법시설의 효과가 상이한 것으로 나타났는데 CCTV는 강도, 절도에서 범죄예방 효과가 나타났지만, 살인, 폭력, 성폭력에서는 효과가 없는 것으로 나타났다(최웅렬·김연수, 2007).

최근 여성, 노인 등과 같은 사회적 약자와 도시환경 요인의 조절효과가 범죄예방에 미치는 영향을 분석한 연구가 진행되었다. 여성의 취약성과 사회적 유대감, 불법쓰레기, 폐가와 같은 지역 환경 요소와의 상호작용이 범죄 두려움을 증가시키는 것을 확인하였다(민휘경·김혜진, 2020; 현재섭·김해경, 2021). 유사한 맥락으로 이서호(2023)의 연구에서 여성의 범죄 두려움이 높은 지역에 CCTV가 많을수록 경찰에 대한 신뢰가 증가하는 것으로 나타나지만, 이는 범죄두려움이 낮은 약 70%의 경우에만 유의미한 결과가 나타났다. 앞선 선행 연구들은 사회적 약자와 유대감과 같은 사회적 요인 또는 CCTV와 같이 일부 방법시설에 대한 조절효과를 통해 범죄예방에 미치는 영향을 파악하였다. 하지만, 이와 같은 분석은 특정 요인에 대한 분석으로 한정되어 있어 다양한 방법시설의 조절 효과에 대해 객관적인 분석이 어려운 한계가 있다.

4. 범죄 저감을 위한 범죄예방 정책

CPTED의 핵심 요소에 따라 실효성 있는 범죄예방정책을 실행하고 있다. 이러한 CPTED의 효과성 분석 연구는 주로 거주민 설문조사 및 인터뷰, 평가지표 설정 등을 활용한 연구가 다양하게 진행되었다(정경재, 2009; Priks, 2015; 김강일 외, 2018).

서울시는 2004년부터 '담장 허물기를 통한 그린파크킹(Green Parking)' 사업을 추진하였다(구자훈 외, 2011). 이러한 사업은 근린 교류 및 주민자치활동을 증가시켜 공동체 강화 효과가 있고, 환경설계가 좋은 지역과 연계가 되었을 때 범죄예방에 영향력이 있다(박경돈·박민정, 2010; 김병석·박진아, 2013). 반면, 범죄자는 담장이 없는 집을 더 쉬운 표적으로 생각할 수 있으며, 주민들은 담장 제거에 대해 부정적으로 인식하고 있어 담장 허물기가 범죄에 대한 두려움을 감소시키지 못하는 것으로 나타났다(Kim and Park, 2020).

방법용 CCTV가 사람이 없는 장소를 보완해 주어 범죄의 예방과 통제에 있어 효과적인 수단이다(임민혁·홍준현, 2008). CCTV를 통한 감시나 환경의 통제를 통해 범죄발생을 감소할 수 있다(박은형·정지수, 2014). CCTV와 더불어 경비시설, 조명시설이 범죄두려움을 완화할 수 있다(김고원·강석진, 2018). 그러나, 활동인구, 범죄발생 다발지역과 무관하게 CCTV가 설치되고 있어 범죄 취약지역과의 공간적 연관성이나 방법의 효율성이 낮은 것으로 나타났다(이재용·김걸, 2014). 따라서 범죄예방을 위해 방법 시설의 설치나 예산 투입에 중점을 두는 것이 아닌 인구 및 도시환경 특성 등 다양한 요인을 고려한 맞춤형 범죄예방 정책이 필요하다(조영진 외, 2019).

5. 연구의 차별성

앞서 검토한 도시 범죄 유형별 범죄발생에 영향을 미치는 요인을 분석한 선행연구들은 주로 자치구 단위에서 분석이 진행되어, 분석의 공간해상도가 낮고 구체성이 떨어진다. 이는 도시 내에서 발생하는 범죄는 미시적인 공간 단위의 도시 경관, 가로망 구조 등이 유의미한 영향을 미치고 있으며, 이러한 도시 공간 특성이 범죄발생에 미치는 영향력을 분석하기 위해 높은 공간 해상도의 분석이 필요하다. 따라서 자치구보다 작은 행정동, 집계구와 같은 단위의 분석을 진행할 필요가 있다. 여성과 노인, 1인 가구와 관련된 범죄 연구는 주로 설문을 통해 범죄 두려움과의 관계를 분석한 연구가 진행되었다. 이러한 연구는 소득분위와 직업, 교육 수준 등 사회적 요인과의 관계를 중심으로 분석하여 전반적인 도시환경 요소를 종합적으로 고려하지 못하였다. 따라서 각 범죄 유형별로 영향을 미치는 물리적인 도시환경 요인을 종합적으로 고려한 연구가 필요하다. 범죄발생 감소와 사회적 약자의 안전을 위해 CPTED 이론을 바탕으로 범죄예방 정책이 시행되고 있다. 그러나, 이러한 정책이 범죄 감소에 영향 분석은 평가지표를 형성하여 시행 전후에 대한 분석이 진행되었으며, 분석 요인에 따라 일부 상이한 결과를 나타내고 있어 이에 대한 논의가 필요하다. 또한, 방법시설에 대해 인구사회 지표가 가지는 조절효과에 대한 분석은 미비한 실정이다. 이는 범죄 유형별로 범죄 감소에 영향을 있는 정책 및 예방시설을 분석할 필요가 있음을 알 수 있다.

따라서 본 연구는 서울시 내에서 발생하는 전체범죄와 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄의 범죄주의구간을 집계구 단위로 구축하였으며, 이를 활용하여 범죄발생과 연관이 있는 도시환경 요인을 미시적 공간 단위에서 분석한다. 또한, 서울시를 대상으로 빅데이터 중 하나인 가로경관 이미지를 수집하고, 딥러닝 방법론 중 하나인 의미론적 분할(Semantic Segmentation)을 활용하여 미시적인 단위에서 가로경관 요소를 정량적으로 도출하였다. 범죄 유형별 범죄발생 감소에 효과가 있는 방법시설을 분석하기 위해 사회적 약자인 1인 가구, 여성 비율, 노인 비율과 범죄예방시설 간의 상호작용 항을 추가하여 조절효과 분석을 진행하였다. 이를 통해 범죄유형별 관련이 있는 도시환경 요인을 도출하여 안전한 도시를 위한 정책적 시사점을 제안한다.

III. 분석 변수와 연구 방법론

1. 사례지역 소개

도시 빅데이터를 활용하여 범죄에 대한 도시 내의 특성을 파악하고 선행연구를 바탕으로 변수를 구축하였다. 연구의 종속변수인 생활안전지도 API 자료에서 제공하는 5대 범죄인 강도, 살인, 성폭력, 절도, 폭력을 포함한 전체범죄와 여성 대상 범죄, 노인

대상 범죄의 각각에 따른 범죄주의구간 등급을 수집하였다. 전체 범죄의 범죄주의구간 등급은 2021년부터 2022년 11월까지의 범죄주의구간을 여성 대상 범죄와 노인 대상 범죄는 2021년 7월부터 2022년 11월까지의 범죄유형별 범죄주의구간을 제공하고 있어 2021년도를 시간적 범위로 설정하였다.

독립변수로 인구특성은 SGIS에서 제공하는 2021년 성·연령별 인구 데이터를 활용하였다. 대중교통 밀도, 가로망구조, 관심시설(POI), 민원신고, 방법시설, 도시경관을 추가적인 독립변수로 활용하였다. 데이터는 QGIS, ArcGIS Pro를 사용하여 서울시 내 18,614개의 집계구 단위의 자료를 생성하고, 변수는 밀도로 변환하여 진행하였으며, RStudio와 GeoDa를 사용하여 데이터 가공과 통계분석을 진행하였다. 본 연구에서 사용한 변수 정의와 출처는 <표 1>과 같다.

2. 분석 변수 선정

생활안전지도 API에서 제공하는 범죄유형별 범죄주의구간을 종속변수로 활용하였다. 생활안전지도는 국민 개개인이 생활 주변 위험에 대해 국가가 보유한 필수적인 안전 정보들을 지도상에 통합하여 제공하는 서비스이다. 교통, 재난, 치안 등의 8대 분야를 229개 지자체 전국 서비스로 제공하고 있다. 이중 치안 안전은 경찰청에서 제공하는 자료를 종합하여 강도, 성폭력, 폭행 등 범죄발생 정보를 시각화한 자료이다. 생활안전지도의 범죄위험도는 핫스팟 분석으로 제공하기 때문에 일정 범위에서 등고선 형태로 분포하며, 이는 격자 가로망 지역보다 불규칙한 도로망을 포함하고 있어 범죄위험도와 높은 상관성이 있다고 볼 수 있다(이승재, 2017).

범죄주의구간은 범죄유형마다 차이가 있으며 집계구 내에서의 범죄유형에 따라 등급의 차이가 존재한다. 강력 5대 범죄(강도, 살인, 성폭력, 절도, 폭력)를 포함한 전체범죄, 어린이, 여성, 노인으로 구분하여 범죄주의구간을 제공하고 있다. 서울시 내에서 발생한 어린이 대상 범죄는 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄와 대비되어 서울시 전역이 아닌 일부에서만 나타났으며, 발생 건수도 다른 범죄들에 비해 낮게 나타났다. 이에 따라 어린이 대상 범죄는 다른 범죄와 비교, 분석하기에 부적합하다고 판단되어 최종적으로 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄를 선정하였다. 범죄주의구간을 산술평균으로 진행하면 도로 길이(규모)에 따른 평균을 알 수 없는 한계가 존재하기 때문에 면적에 따른 가중평균을 도출하였다(식 (1)). 각 집계구 단위에 따라 범죄주의구간의 가중치 평균값을 계산하여 종속변수를 설정하였으며 x 는 범죄등급을 의미하여, y 는 범죄등급에 따른 면적을 의미한다.

표 1. 변수 및 데이터 출처

Table 1. Description of variables and data sources

Variable	Description	Data source	
종속변수 Dependent variable	범죄주의구간(전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄) Crime risk grade (crime in total, crime against female, 'crime against older adults)	Grade of crime occurrence for each administrative 'Gu' Korean Safety Map, 2021-2022.11	
인구특성 Population	여성 인구 비율 Proportion of female population	Number of females population in each census blockgroup of 'jipgaegu' / Total population × 100	Seoul Open Data Plaza, 2021
	노인 인구 비율 Proportion of older adults population	Number of older adults population in each census blockgroup of 'jipgaegu' / Total population × 100	
	1인 가구 밀도 Density of single-person households	Number of single-person households in each census blockgroup of 'jipgaegu' / Urbanized area (km ²)	SGIS, 2021
	청년 인구 밀도, 장년 인구 밀도, 노인 인구 밀도 Youth population density, middle-aged population density, older adults population density	Number of population by age group in each census blockgroup of 'jipgaegu' / Urbanized area (km ²)	
교통 Transportation	지하철역, 버스정류장 Subway stations, bus stops	Number of public transportation facilities in each census blockgroup of 'jipgaegu' / Urbanized area (km ²)	Data Portal, 2021
	통합도, 통과도, 전환비 Integration, Betweenness, Diversion	Average value of each street network structure in each census blockgroup of 'jipgaegu'	Korea Transport Database, 2016
독립변수 Independent variables	민원신고 Civil complaint	불법노상물, 불법주정차, 불법쓰레기, 소음신고 수 밀도 Number and density of reports on illegal street objects, illegal parking, illegal dumping, and noise	Number of civil complaints reported in each administrative 'Gu' / Urbanized area (km ²) Seoul Smart Inconvenience Reporting, 2021
	방범시설 Crime prevention facilities	여성안전귀가길, 경찰서, 방범등, 비상벨 수 밀도 Women's safety routes, police stations, crime prevention lights, emergency bell density	Number of crime prevention facilities in each administrative 'Gu' / Urbanized area (km ²) Korean Safety Map, 2022
		안전지킴이집, CCTV 수 밀도 Safety escort home, CCTV density	Number of crime prevention facilities in each administrative 'Gu' / Urbanized area (km ²) LOCAL DATA, 2022
Points of interest (POI)	음식점, 유흥시설, 교육시설, 병원, 문화시설, 금융시설, 주차장 수 밀도 Number and density of restaurants, entertainment venues, educational institutions, hospitals, cultural centers, financial institutions, parking lots	Number of POI facilities in each administrative 'Gu' / Urbanized area (km ²)	Kakao Map API, 2022.07
	POI 다양성 POI Diversity	Mix of POI facilities within each census blockgroup of 'jipgaegu'	
도시경관 Landscape	SVI (Sky View Index), NLI (Natural Landscape Index), UVI (Urban Vitality Index), UEI (Urban Environmental Index)	Number of pixels for each landscape element / Total number of pixels × 100	Naver Street View API, 2021.05-08

$$\text{Weighted Average} = \frac{C.G(x_1) \times G.A(y_1) + \dots + C.G(x_i) \times G.A(y_i)}{G.A(y_1) + \dots + G.A(y_i)} \quad (1)$$

C.G = Crime Grade
G.A = Grade Area

독립변수로 인구 특성은 여성 인구 비율과 노인 인구 비율, 1인 가구 밀도, 연령별 인구수를 밀도로 변환하여 분석에 사용하였다. 최근 1인 가구의 수가 급격하게 증가하고 있으며 전체 가구의 28.6%를 차지하는 높은 비중을 보인다(강지현, 2019). 하지만 1인 가구 조례 등 1인 가구 지원 정책에는 안전 영역이 제외되어 있고, 범죄예방 정책에는 1인 가구를 대상으로 하는 지원이 미비하다(장진희, 2018). 또한, 한국통계청에 따르면 한국의 총인구 중 65세 이상 인구 비율이 빠르게 진행되는 양상을 보이며, 동시에 노인 대상 범죄 및 범죄피해의 증가를 수반하고 있다(장준오 외, 2008). 따라서 대상물 선택 요인 중 사회적 약자인 노인과 1인 가구를 변수로 고려하였으며, 추가로 여성 인구 비율과 연령별 인구 밀도를 고려하였다.

도시 내 도로 네트워크의 중심성이 높고 복잡할수록 범죄에 대한 노출이 증가하여 범죄 두려움이 높아질 수 있다(장연주·이수기, 2022). 이러한 도로 네트워크를 분석하기 위해 국가교통데이터베이스에서 제공하는 도로망 데이터를 사용하였다. QGIS 2.18.7에서 네트워크 분석기법(Spatial Design Network Analysis: sDNA)을 활용하여 통과도, 전환비, 통합도를 구축하였다. 통과도는 도로 네트워크를 통과하는 사람들의 빈도를 나타내며 값이 클수록 사람들의 통행이 집중되는 공간을 의미한다. 전환비는 도로 네트워크에서 가로망 구조가 꺾이거나 짧게 끊긴 것으로 시야 전환의 빈도를 나타내며 값이 클수록 골목길이 많은 공간을 의미하며, 통합도는 도로 네트워크 연결 중심성을 나타내며 값이 클수록 교차로에 연결된 차선이 많은 공간을 의미한다. 통과도와 통합도는 ‘거리의 눈’ 이론에서 설명하는 사람이 많은 지역은 충분한 감시가 존재하여 범죄발생을 감소시킬 수 있는 요소이다. 반면, 전환비가 높으면 골목길이 많거나 짧게 끊긴 부분이 많아 범죄 두려움이 높아지는 동시에 시야 확보가 어려워 자연적 감시가 감소한다.

Point of Interest(POI)는 인터넷 지도서비스를 통해 음식점, 업무시설, 금융시설 등 도시 내에 다양한 시설의 위치자료 활용하여 도시 내의 활력을 측정할 수 있으며, 토지 내의 각 시설의 밀집도를 파악하는 데 많이 사용되고 있다(조윌·이수기, 2021; Kim and Lee, 2023). 또한, POI 위치 좌표 데이터는 일차적으로 서울시 내의 POI의 밀집도를 확인하는 데 유용하다. 카카오맵 API 특성상 과거의 자료를 제공하지 않는 특성으로 연구 시점의 POI 데이터를 사용하여 2022년 7월 카카오 맵 API를 활용하였다. ‘일상활동이론’은 주거와 직장, 여가장소 사이에서 범죄유

발 환경과 개인 생활패턴과 맞물려 범죄가 발생하는데, 이러한 범죄발생 가능성이 큰 음식점, 유흥시설(이승철, 2015)과 더불어 병원, 금융시설, 주차시설을 분석에 활용하였다. 추가로 초등학교, 중학교 근처로 범죄가 발생이 증가하고 있어(허선영·문태현, 2012), 학원을 포함한 교육시설을 추가하여 총 6개의 시설로 분류하여 서울시 내에 176,295개의 위치 데이터를 집계구의 밀도변수로 구축하였다. 도시 내 관심시설의 종류가 높은 지역일수록 자연적인 감시로 인해 범죄가 감소할 수 있는 동시에 범죄발생이 증가할 수 있다(Lee and Contreras, 2021). 따라서 POI다양성을 도출하기 위해 다음 식 (2)를 사용하였으며 $P(x_i)$ 는 N/S로 전체 행정동 POI에서 해당 행정동의 POI개수비를 N은 행정동의 I 번째 POI 종류를 의미하고, S는 전체 행정동의 POI개수를 의미한다.

$$\text{POI Variety} = - \sum_{i=1}^n (P(x_i) * \log(P(x_i))) \quad (2)$$

김선재 외(2022) 연구는 서울 스마트 불편신고에서 제공하는 생활 민원 데이터를 활용하여 도시환경에서의 문제점을 파악하였다. 생활 민원은 불법노상물, 불법주정차, 불법쓰레기 등 도시환경의 무질서를 확인할 수 있는 동시에 주민들이 느끼는 주거환경만족도를 파악할 수 있다. 이러한 정보는 도시환경의 문제점을 실시간으로 파악할 수 있으며 도시의 근린 환경을 평가할 수 있다. 또한, 스마트 불편신고 데이터는 위치정보를 포함하고 있어 민원이 발생한 정확한 위치를 파악할 수 있어 범죄발생과 관련이 있는 도시환경 요인을 정확하게 파악할 수 있다. 민원신고 중 불법노상물과 불법주정차, 불법쓰레기는 가로 정비와 관련되어 있으며, 도시 내에 무질서를 방지하게 되면 지역 전체로 확산할 수 있는 ‘깨진 유리창’ 이론을 분석하는 데 활용할 수 있다. 또한, 술집, 주점과 같은 유흥시설은 범죄와 밀접한 관계가 있을 수 있으며, 사람이 많이 모이는 지역과 관련이 있을 수 있는 소음도 변수로 추가하였다. 위에서 수집한 지역 내 민원신고 수준을 파악하기 위해 민원신고를 서울시 집계구 내의 밀도로 구축하였으며 총 478,046개의 데이터를 수집하였다.

보안등¹⁾은 CCTV와 비상벨과 같이 CPTED의 기본 원리 중 감시(Surveillance) 요소에 해당하며 여성안전귀갓길, 경찰서는 감시요소인 동시에 접근통제(Access Control) 요소에 해당한다. 이는 ‘방어적 공간’ 설명에 따라 공간의 영역성, 자연적 감시, 안전한 지역을 형성하여 범죄를 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 안전지킴이집과 여성안전귀갓길도 접근통제의 요소로 범죄의 위험으로부터 대피할 수 있는 ‘방어적 공간’을 형성한다. 최종적으로 서울시 집계구를 대상으로 678,577개의 방범시설 데이터를 수집하였으며, 이를 각 집계구의 밀도로 변환하였다.

서울시 내의 도시환경특징을 파악하기 위해 Naver Street

View image(NSV) 데이터를 수집하였다. NSV는 GSV와 다르게 한국 내에서 제공하는 서비스로 정밀한 공간 범위의 이미지를 제공할 뿐만 아니라 파노라마 큐브(Panorama Cube) 형태의 사진을 제공하기 때문에 파노라마 이미지에서 왜곡되는 부분을 제어할 수 있다(김선재 외, 2022). 2021년 NSV자료를 수집하였으며 도로 경관에서의 녹지의 비율을 파악하기 어려운 가을과 겨울을 제외한 5월부터 8월까지로 선정하였다. 가로 이미지는 도로망을 기준으로 20m 간격으로 총 이미지 332,456장을 수집하였다. 수집한 모든 가로 이미지는 딥러닝 OCRNet+HRNetV2-W48 모형을 활용하여 의미론적 분할분석을 진행하였다. 데이터를 150가지의 항목에 따라 이미지를 분류하는 ADE20K가 NSV를 분석하는 데 적합한 것으로 나타났으며 분석한 NSV이미지의 결과는 <그림 4>와 같다. 예측값과 실제값이 얼마나 일치하는지에 대한 모형의 정확도는 Cityscapes를 기준으로 mean Intersection over Union(mIoU)이 81.35로 이미지를 기준으로 픽셀값을 도출하는 데 있어 활용에 문제가 없음을 나타냈다(Yuan et al, 2020).

본 연구에서는 범죄이론과 Li et al.(2015)가 제안한 Green View Index(GVI) 계산식을 참고하여 NSV에서 도출한 픽셀 값을 4가지 범죄 관련 지표를 형성하였다. Sky View Index(SVI)는 도시 경관 중 하늘 요소의 면적을 의미하여 도시 내의 개방감과(식 (3)) Natural Landscape Index(NLI)는 도시 내 자연 요소의 비율을 알 수 있다(식 (4)).

$$SVI = \frac{\sum_{i=1}^n Pixel_{sky}}{\sum_{i=1}^n Pixel_{total}} \tag{3}$$

$$NLI = \frac{\sum_{i=1}^n Pixel_{green} + Pixel_{sky}}{\sum_{i=1}^n Pixel_{total}} \tag{4}$$

Urban Vitality Index(UVI)는 도로 및 인도 면적에 대한 차량과 사람의 비율로 거리의 활력을 측정할 수 있으며 이는 사람이 많은 지역일수록 범죄가 감소한다는 ‘거리의 눈’ 효과를 확인할 수 있다(식 (5)). 마지막으로 Urban Enclosure Index(UEI)는 도시 경관 중 인공구조물과 녹지로 둘러싸인 요소의 면적으로 이는 ‘위요감’을 의미하며, UII는 0~100% 사이의 값을 가지며 값이 클수록 ‘위요감’이 증가한다(식 (6)).

$$UVI = \frac{\sum_{i=1}^n Pixel_{roadway} + Pixel_{sidewalk} + Pixel_{person} + Pixel_{traffic}}{\sum_{i=1}^n Pixel_{total}} \tag{5}$$

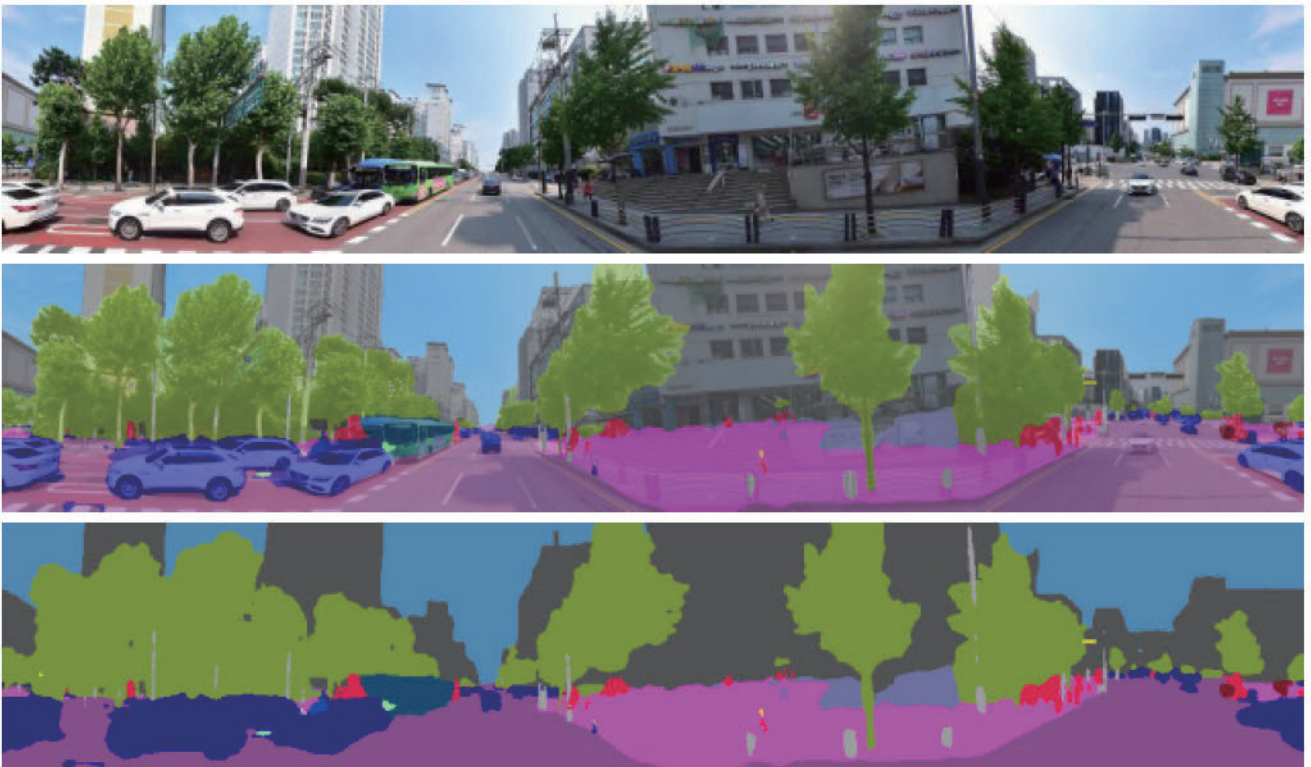


그림 4. OCRNet + HRNetV2 - W48 의미론적 분할 결과 예시(서울특별시 강남구 도곡동 선릉로)

Figure 4. Example of OCRNet + HRNetV2 - W48 semantic segmentation result (Seolleung-ro, Dogok-dong, Gangnam-gu, Seoul)

$$UEI = \frac{\sum_{i=1}^n Pixel_{building} + Pixel_{wall} + Pixel_{fence} + Pixel_{green}}{\sum_{i=1}^n Pixel_{total}} \quad (6)$$

선행연구 검토를 통해 최종적으로 선정된 독립변수는 인구 특성, 교통, 민원신고, 방법시설, POI, 도시경관으로 총 6개의 특성을 도출하였으며 선행연구 및 변수 정리에 대한 내용은 <표 2>와 같다.

표 2. 선행연구변수 정리 및 연구 포함 내용

Table 2. Summary of variables from previous studies and contents included in the research

Category	Variables	Kim & Kang (2018)	Kim et al. (2022)	Ahn et al. (2024)	Jang & Lee (2022)	Jang (2018)	Cho et al. (2019)	Hipp et al. (2021)	This Study
Population	Female population ratio	○			○	○		○	○
	Older adults population ratio								○
	Density of single-person households	○		○		○			○
	Density of young population	○			○		○		○
	Density of middle-aged population	○			○				○
	Density of older adults population	○			○	○			○
Transportation	Density of subway stations								○
	Density of bus stops		○						○
	Integration ratio		○		○				○
	Betweenness		○		○				○
	Diversion ratio		○		○				○
Civil complaint	Density of illegal street vendor reports								○
	Density of illegal parking reports	○	○						○
	Density of illegal dumping reports	○	○						○
	Density of noise complaint reports		○						○
Crime prevention facilities	Density of safety escort home								○
	Density of police stations	○					○		○
	Density of security lights	○			○		○		○
	Density of emergency call boxes						○		○
	Density of women's safety paths					○			○
	Density of CCTV	○		○	○	○	○		○
Points of interest (POI)	Density of restaurants		○	○			○		○
	Density of entertainment	○	○	○		○	○		○
	Density of educational								○
	Density of hospitals								○
	Density of bank		○						○
	Density of parking								○
	Diversity of POI		○						○
Landscape	Street view index		○		○		○	○	

3. 분석 방법론

집계구에 발생하는 범죄 군집의 시각화는 ArcGIS pro를 사용하였다. Moran's I 통계량을 활용한 Local Indicator of Spatial Association(LISA) 분석을 통해 범죄 군집의 시각화를 진행하여 핫스팟과 콜드스팟 지역을 분석하였다. LISA분석은 특정 지역의 값과 인접한 주변 지역들이 갖는 값의 기중 평균값이 유사하게 나타나면 정적인 자기상관을 가지며 반대로 차이가 크면 부정적인 자기상관을 나타내어 해당 지역 주변에 유사한 값을 갖는 공간적 군집의 유의성을 판정할 수 있다(길혜민 외, 2015). High-High 유형(HH), High-Low유형(HL), Low-High유형(LH), Low-Low유형(LL) 총 네 개의 유형으로 군집이 산출되며 이중 HH유형, LL유형은 Local Moran's I는 분석 단위들이 z-score에 기초하여 산출되며 통계적으로 95% 신뢰 수준에서 높은 양의 z-score를 보여준다.

범죄유형별 발생 밀도에 대해 도시환경 특성이 미치는 영향을 파악하기에 일반 회귀모형은 공간적인 의존(Spatial Dependency)의 문제가 발생할 수 있다(김선재 외, 2022). 따라서 공간적 자기상관성(Spatial Autocorrelation)을 제어하는 공간통계모형을 활용하여 분석을 진행하였다. 분석 모형은 총 3개로 각각 최소제곱법모형(Ordinary Least Squares: OLS), 공간시차모형(Spatial Lag Model: SLM), 공간오차모형(Spatial Error Model: SEM)을 선택하였으며, RStudio를 활용하여 분석하였다.

범죄 유형별 범죄발생과 관련이 있는 지역의 인구 특성과 방범 시설과의 조절효과를 분석하기 위해 공간통계모형에서 상호작용항을 포함하여 분석하였다. 이를 위해 사회적 약자인 1인 가구, 여성 비율, 노인 비율과 방범시설 유형에 대하여 상호작용 항을 포함하였다.

IV. 분석 결과

1. 기술 분석

서울시 내에서 발생하는 범죄 유형별 주의등급이 군집을 형성하고 있는 지역을 파악하기 위해 LISA분석 시각화를 진행하였으며 결과는 <그림 5>와 같다. 전체범죄와 여성 대상 범죄는 관악구, 금천구, 은평구, 양천구, 강남구 일대 등에서 범죄발생 비율이 높은 지역이 밀집해 있다. 반면, 노인 대상 범죄는 마포구, 종로구, 서초구 일대 등에서 높게 나타났다. 마포구, 서초구 일대 등은 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄발생이 낮은 지역이 밀집해 있다.

전체범죄, 여성 대상 범죄와 관련이 있는 관악구, 금천구, 은평구와 같은 지역은 서울시 내 상대적으로 지가가 낮으며 청년층 1인 가구가 많이 분포하는 지역이다. 특히, 관악구는 연결중심성이 높아 1인 가구 이동 연결망에서 중요한 역할을 하고 있다(변미리 외, 2019). 저층 주거지역 및 대학가는 대학교를 졸업 후 취업을 한 청년들이 상대적으로 임대료가 낮은 대학가 원룸촌을 선호하며, 이는 1인 가구와 밀접한 관련이 있는 것을 알 수 있다. 노인 대상 범죄와 관련이 있는 관악구, 은평구, 강북구와 같은 지역은 양로시설, 노인공동생활가정 등과 같은 노인주거복지시설과 노인요양시설이 많이 자리 잡고 있다(홍지수·문지석, 2023). 의료시설을 중심으로 공공시설, 복지시설 밀집 지역에 노인의 생활 인구 및 주거 인구가 많이 분포하며, 이는 사회적 약자가 밀집해 있는 지역에 범죄 유형별 주의등급이 높은 것으로 나타났다.

또한, 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄발생 지역은 지하철 노선도 및 버스정류장이 밀집한 지역으로 나타났다. 이는 유동 인구가 많아 자연스레 '거리의 눈' 효과로 범죄가 감소한다는 선행연구와 대비되어 범죄발생 비율이 높게 나타났다. 따라서 지역의 활력이 높아질수록 불특정 다수의 사람과 접촉할 확률이 높아

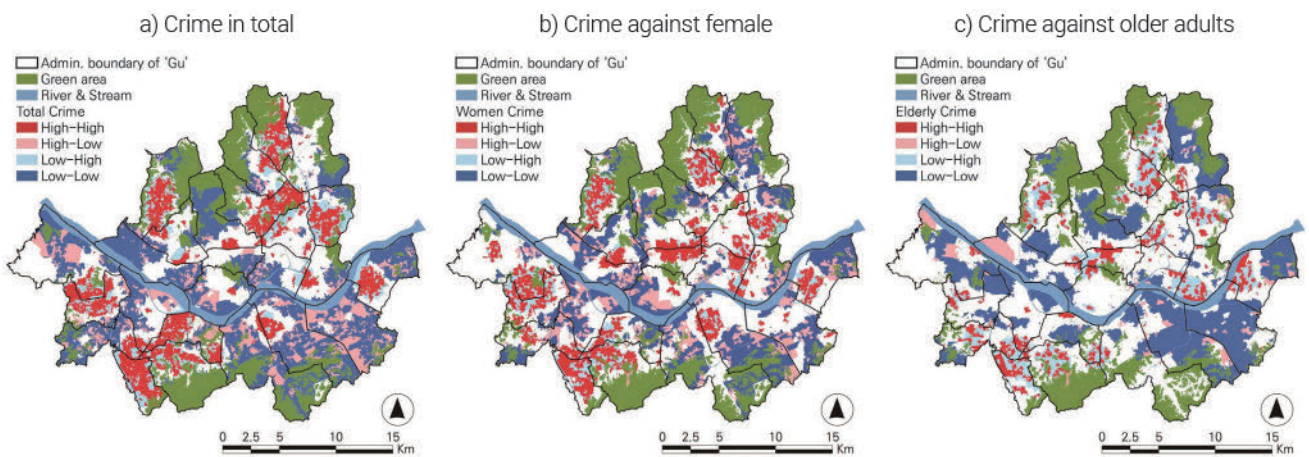


그림 5. 서울시 전체범죄, 여성대상범죄, 노인대상 범죄 LISA 분석 결과

Figure 5. LISA analysis results of crime in total, crime against female, and crime against older adults in Seoul

저 범죄에 대한 기회가 발생한다고 볼 수 있다(He and Li, 2022).

본 논문의 기술통계 분석의 결과는 <표 3>과 같다. 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄는 생활안전지도에서 제공하는

범죄주의구간인 1~10등급까지의 값을 각 집계구별로 평균화하여 진행하였으며, 정규성을 높이기 위해 범죄주의구간에 log를 사용하여 종속변수를 설정하였다.

표 3. 기술통계 분석 결과

Table 3. Descriptive analysis

Category	Variables	Obs.	Mean.	Std.	Min.	Max.	VIF (Total)	VIF (Female)	VIF (Older adults)
Dependent variable	Ln (Crime in total)	18,614	0.22	0.20	0.00	0.94	-	-	-
	Ln (Crime against female)	18,614	0.11	0.19	0.00	0.94	-	-	-
	Ln (Crime against older adults)	18,614	0.06	0.17	0.00	1.00	-	-	-
Population	Female population ratio	18,614	51.28	6.25	0.00	100.00	1.25	1.26	-
	Older adults population ratio	18,614	41.03	11.28	0.00	100.00	2.10	2.12	1.59
	Density of single-person households	18,614	6,000.27	7,757.84	0.00	202,846.71	3.05	4.30	1.49
	Density of young population	18,614	9,260.67	7,480.74	0.00	188,870.32	3.76	5.64	-
	Density of middle-aged population	18,614	10,369.97	6,780.09	0.00	116,060.87	-	5.84	3.86
	Density of older adults population	18,614	7,967.57	5,777.41	0.00	78,400.47	2.31	4.93	4.59
	Transportation	Density of subway stations	18,614	0.51	5.56	0.00	241.53	1.03	1.03
Density of bus stops		18,614	29.40	57.82	0.00	1,098.96	1.10	1.10	1.10
Integration ratio		18,614	34.45	30.68	0.00	117.41	3.53	3.53	3.52
Betweenness		18,614	45.62	53.29	0.00	1,305.26	1.90	1.90	1.88
Diversion ratio		18,614	1.02	0.77	0.00	5.13	4.52	4.54	4.54
Civil complaint	Density of illegal street vendor reports	18,614	14.96	188.10	0.00	10,306.49	1.08	1.08	1.08
	Density of illegal parking reports	18,614	1,185.66	3,476.25	0.00	190,034.11	1.06	1.06	1.06
	Density of illegal dumping reports	18,614	87.00	597.85	0.00	38,864.00	1.08	1.08	1.08
	Density of noise complaint reports	18,614	32.01	342.76	0.00	33,026.03	1.02	1.02	1.01
Crime prevention facilities	Density of safety escort home	18,614	7.12	32.86	0.00	2,476.68	1.06	1.06	1.06
	Density of police stations	18,614	1.24	20.38	0.00	1,803.60	1.02	1.02	1.01
	Density of security lights	18,614	1,681.53	1,261.73	0.00	14,537.44	1.25	1.25	1.24
	Density of emergency call boxes	18,614	54.54	102.23	0.00	5,468.89	1.47	1.47	1.47
	Density of women's safety paths	18,614	0.88	8.32	0.00	353.26	1.05	1.05	1.05
	Density of CCTV	18,614	164.61	234.05	0.00	2,932.17	1.64	1.64	1.63
Points of interest (POI)	Density of restaurants	18,614	183.69	400.66	0.00	9,880.38	2.17	2.17	2.16
	Density of entertainment	18,614	52.39	166.96	0.00	4,386.61	1.89	1.90	1.88
	Density of educational	18,614	77.53	227.98	0.00	6,839.03	1.18	1.18	-
	Density of hospitals	18,614	32.15	118.60	0.00	4,395.85	1.46	1.46	1.41
	Density of bank	18,614	18.00	48.94	0.00	1,815.56	1.33	1.33	1.32
	Density of parking	18,614	15.21	43.11	0.00	957.82	1.26	1.26	1.25
	Diversity of POI	18,614	0.34	0.41	0.00	1.00	1.71	1.72	1.67
Landscape	SVI (Sky)	18,614	10.05	7.51	0.00	54.53	3.44	3.46	3.44
	NLI (Natural lands. index)	18,614	24.85	18.58	0.00	89.04	4.06	4.06	4.06
	UVI (Vitality)	18,614	14.70	9.01	0.00	34.95	5.65	5.67	5.64
	UEI (Enclosure)	18,614	49.75	28.13	0.00	95.74	3.78	3.78	3.77

집계구 내 전체 여성 비율은 노인 비율보다 고르게 분포되어 있으며, 전체 인구 중 장년, 청년, 노인 순으로 연령대별 인구가 많은 것으로 나타났다. 교통 관련 변수 중 도로 네트워크 구조를 고려하였을 때 통과도의 평균, 최댓값이 가장 높은 것으로 나타났다. 집계구 내 가장 많이 신고된 평균 건수를 살펴보면 불법주정차가 가장 크며 쓰레기 신고가, 소음신고, 불법노상물이 순으로 나타났다. 방법시설 중 방법등, CCTV, 비상벨 등의 순서로 집계구 내 평균 방법시설 수가 많은 것으로 나타났다. POI 다양성은 0과 1 사이의 값으로 나타나며 0에 가까울수록 단일 시설이 많고 1에 가까울수록 다양한 시설이 혼합된 것을 나타낸다. 도시 경관의 4가지 범피 관련 지표 경우 UEI의 비율이 높은 것으로 나타났다. 마지막으로 다중공선성 문제를 진단하기 위해 분산팽창계수(Variance Inflation Factor: VIF)를 사용하였다. 본 분석에서는 다중공선성(VIF)이 모두 10 미만으로 도출되어 문제가 없는 것으로 나타났다.

2. 공간통계모형 분석

Moran's I 계수를 활용하여 공간적 자기상관 여부와 공간통계모형 선정을 위해 AIC값을 비교하였으며, 분석 결과는 <표 4>, <표 5>와 같다. Moran's I값은 -1에서 1 사이의 값을 가지며 -1 또는 1에 가까울수록 공간적 자기상관을 가지는 것으로 볼 수 있다. 본 연구는 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄 순으로 Moran's I의 값이 0.540, 0.420, 0.417로 0.4보다 높게 나타났으며 공간적 자기상관이 통계적으로 유의하게 나타났다(표 4). 종속 변수의 세 모형 모두 OLS, SLM, SEM 분석을 진행한 결과 전체범죄와 여성 대상 범죄는 SLM이 각각 -21,018.4, -17,053.2로 AIC값이 가장 낮으며, 노인 대상 범죄는 SEM이 -19,759.4로

표 4. 공간적 자기상관 검정

Table 4. Spatial autocorrelation test

	Moran's I
Crime in total	0.540***
Crime against female	0.420***
Crime against older adults	0.417***

***p<0.01

표 5. 공간통계 모형 적합도 분석

Table 5. Goodness of fit analysis of spatial statistics models

Model	AIC		
	OLS	SLM	SEM
Crime in total	-12,890.9	-21,018.4	-20,411.1
Crime against female	-11,527.9	-17,053.2	-17,016.7
Crime against older adults	-13,414.6	-19,749.5	-19,759.4

AIC값이 가장 낮은 것으로 나타났다(<표 5> 참고). 따라서 전체범죄와 여성 대상 범죄는 SLM이 노인 대상 범죄는 SEM이 가장 설명력이 높은 모델로 나타났다.

공간통계모형 분석 결과는 <표 6>과 같다. 먼저 인구 특성에서 노인 인구 비율은 전체범죄, 여성 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 고령 인구 비율이 빠르게 증가함에 따라 노인 대상 범죄 및 범죄피해가 증가한다는 결과와 일치한다(장준오 외, 2008). 또한, 1인 가구 비율은 전체범죄, 여성 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지며, 노인 대상 범죄와 음(-)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 따라서 고령 인구 비율의 증가와 더불어 최근 1인 가구 비율 증가에 따라 1인 가구 수가 많은 지역일수록 전체범죄와 여성 대상 범죄가 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

교통 관련 변수 중 지하철은 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지며 버스정류장은 전체범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 교통수단이 밀집된 장소일수록 사람의 유동량이 많은 지역으로 자연스러운 감시로 범죄가 감소한다는 '거리의 눈' 이론과 반대로 사람이 많은 지역일수록 불특정한 다수와 접촉하게 되면서 범죄발생 위험에 노출된다는 것으로 해석할 수 있다.

다음으로 통합도는 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 통합도가 높은 지역일수록 교차로의 수가 많아져 사람들의 유동량이 증가하는 지역으로 앞서 말한 교통수단 요인과 같은 결과로 해석할 수 있으며, 주요 도로와 거리에서 범죄위험이 높다는 결과와 일치한다(Johnson and Bowers, 2010).

'깨진 유리창'이론과 관련이 있는 민원신고 요인 중 불법노상물은 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 더불어, 불법쓰레기는 노인 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 불법쓰레기가 많은 지역일수록 거리의 유지관리가 되지 않으며 쓰레기가 계속해서 방치할수록 불법투기 양이 증가하게 된다. 이는 도시경관을 저해할 뿐만 아니라 거리의 이미지가 감소하는 것을 보여준다. 이는 거리에 사람들이 줄어들게 되면서 '환경범죄학' 이론에서 설명한 범죄자들에게 범피 기회를 제공하는 장소로 발전할 수 있어 거리의 지속적인 관리가 필요한 것으로 보인다.

방법시설 중 안전지킴이집은 전체범죄와 음(-)의 관계를 나타냈는데 이는 범죄에 노출되었을 때 범죄의 위험으로부터 보호받을 수 있는 '방어적 공간'을 형성하여 범죄발생이 감소하는 것을 확인하였다. 그러나 방법등과 비상벨은 전체범죄와 양(+)의 관계를 가지며, 여성안심귀갓길도 전체범죄, 여성 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 경찰서와 CCTV 여성 대상 범죄와 음(-)의 관계를 가지지만, 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다. 이는 방법시설은 주로 범죄가 발생하는 지역에 설치되므로 범죄발생과 밀접한 관계가 있는 것으로 해석할 수 있다.

표 6. 공간통계모형 분석 결과

Table 6. Spatial statistics model results

Category	Variables	Ln (Crime in total)		Ln (Crime against female)		Ln (Crime against older adults)	
		Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z
Population	Female population ratio	0.0003	0.59	4.63E-05	0.24	-	-
	Older adults population ratio	0.0004 ^{***}	2.76	0.0005 ^{***}	3.78	0.0008 ^{***}	6.68
	Density of single-person households	2.13E-06 ^{***}	9.93	6.54E-07 ^{**}	2.29	-2.2E-07	-1.23
	Density of young population	-1.2E-06 ^{***}	-4.99	-1.3E-06 ^{***}	-3.78	-	-
	Density of middle-aged population	-	-	-5.2E-07	-1.35	-2E-06 ^{***}	-6.30
	Density of older adults population	-5.1E-08	-0.20	-1.5E-06 ^{***}	-3.55	-3.6E-07	-0.90
Transportation	Density of subway stations	0.0017 ^{***}	10.09	0.0011 ^{***}	5.79	0.0005 ^{***}	3.36
	Density of bus stops	0.0001 ^{***}	6.93	1.98E-05	1.01	1.73E-05	0.95
	Integration ratio	3.88E-10 ^{***}	4.07	3.3E-10 ^{***}	3.09	0.0004 ^{***}	3.68
	Betweenness	-0.0041	-1.00	0.0064	1.54	2.29E-05	0.88
	Diversion ratio	1.35E-05	0.96	-7.4E-06	-0.47	-0.0041	-0.38
Civil complaint	Density of illegal street vendor reports	1.55E-05 ^{***}	2.96	1.03E-05 [*]	1.76	1.93E-05 ^{***}	3.25
	Density of illegal parking reports	4.27E-07	1.52	-1.6E-07	-0.52	-3.8E-07	-1.22
	Density of illegal dumping reports	3.02E-07	0.18	-5.7E-07	-0.31	6.31E-06 ^{***}	3.18
	Density of noise complaint reports	3.28E-07	0.12	-2.4E-06	-0.76	9.69E-07	0.34
Crime prevention facilities	Density of safety escort home	-6.3E-05 ^{**}	-2.10	-4.4E-05	-1.32	1.29E-05	0.43
	Density of police stations	4.47E-06	0.10	-1.7E-05	-0.32	8.47E-06	0.18
	Density of security lights	3.86E-06 ^{***}	4.51	1.51E-06	1.57	4.25E-07	0.35
	Density of emergency call boxes	2.7E-05 ^{**}	2.39	1.56E-06	0.12	7.08E-08	0.01
	Density of women's safety paths	0.0003 ^{***}	2.91	0.0003 ^{**}	2.41	3.54E-05	0.30
	Density of CCTV	6.96E-06	1.34	-3.1E-06	-0.53	6.34E-06	1.09
Points of interest (POI)	Density of restaurants	2.79E-05 ^{***}	7.97	8.98E-06 ^{**}	2.28	7.67E-06 ^{**}	2.07
	Density of entertainment	8.58E-05 ^{***}	10.94	9.37E-05 ^{***}	10.62	3.55E-05 ^{***}	4.03
	Density of educational	1.69E-05 ^{***}	3.72	1.1E-05 ^{**}	2.16	-	-
	Density of hospitals	6.32E-05 ^{***}	6.54	5.03E-05 ^{***}	4.63	3.9E-05 ^{***}	3.88
	Density of bank	0.0002 ^{***}	6.80	3.14E-05	1.25	6.6E-06	0.30
	Density of parking	2.17E-05	0.88	6.17E-05 ^{**}	2.22	5.94E-05 ^{**}	2.27
	Diversity of points of Interest (POI)	0.0182 ^{***}	5.53	0.0116 ^{***}	3.40	0.0086 ^{**}	2.45
Landscape	SVI (Sky)	9.88E-05	0.42	0.0008 [*]	1.79	0.0007 ^{**}	2.08
	NLI (Natural lands. index)	-0.0018 ^{***}	-9.68	-0.0006 ^{***}	-5.31	-9E-05	-0.74
	UVI (Vitality)	0.0022 ^{***}	8.54	0.0001	0.76	0.0003	-0.92
	UEI (Enclosure)	0.0003 ^{***}	4.32	0.0004 ^{***}	4.97	0.0002 ^{***}	2.69
Spatial lag (Rho)	0.722 ^{***}	121.75	0.657 ^{***}	93.08	-	-	
Spatial error (Lambda)	-	-	-	-	0.690 ^{***}	99.45	
Constant	-0.028 ^{***}	-3.24	-0.008	-0.87	0.009	0.21	
No.obs.		18,614		18,614		18,614	
AIC		-21,016.4		-17,053.2		-19,759.4	
Log likelihood		10,541.2		8,560.6		9,930.0	

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.10

따라서 범죄 유형별 정확한 범죄다발지역을 파악하여 적절한 방범시설의 배치가 필요함을 시사한다.

관심시설의 경우 음식점, 교육시설, 병원, 금융시설, 주차장이 범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 특히, 음식점, 유흥시설, 병원과 POI다양성은 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄와 양(+)의 관계를 보였다. POI다양성이 높을수록 다양한 시설이 혼합된 것을 나타낸다. 이는, 도시 내 관심시설의 종류가 높은 지역일수록 자연적인 감시로 인해 범죄가 감소할 수 있는 동시에 '방어적 공간' 형성이 어려워 범죄발생이 증가한다는 결과와 일치한다(Lee and Contreras, 2021).

도시경관 요소에서 SVI는 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지는데, 개방감이 높은 지역일수록 방어적 공간 형성이 어려워 범죄가 증가하는 것으로 볼 수 있다. UVI는 전체범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났는데 이는 앞서 거리의 활력에 대해 분석한 대중교통 밀도, POI 활력도의 결과와 일치한다. UEI는 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 도시환경 요소로 둘러싸이게 되면 가시성 확보가 어려운 동시에 범죄자가 범죄발생 후 숨거나 도망칠 수 있는 공간이 많아져 '합리적 선택' 이론에 따라 범죄발생이 증가하는 것으로 볼 수 있다. 이와 대비되어 NU는 전체범죄와 음(-)의 관계를 가지는데, 녹지가 많은 지역일수록 녹지의 영역성을 통해 자연스럽게 '방어적 공간'을 형성하여 범죄의 기회가 감소할 수 있다는 결과와 일치한다(Lin et al., 2021; Venter et al., 2022)

3. 사회적 약자 그룹의 조절효과 분석

전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄는 방범시설과 양(+)의 관계를 가지고 있다. 이는 범죄발생이 높은 지역에 방범시설 배치로 나타난 결과로 예상할 수 있다. 따라서 범죄 유형별 방범시설의 범죄 감소 효과를 살펴보기 위해 인구 특성과 방범시설 사이의 상호작용 항과 방범시설 사이의 상호작용항을 통한 조절효과 분석이 필요하다. 인구 특성과 방범시설의 상호작용항의 다중공선성 문제를 해결하기 위해 변수의 평균중심화(Mean Centering)을 사용하였으며, VIF가 10 미만인 상호작용 항을 활용하여 분석을 진행하였다. 사회적 약자인 1인 가구 밀도, 여성 비율, 노인 비율과 방범시설과의 상호작용 항, 즉 조절효과 결과는 <표 7>과 같다.

<표 6>과 <표 7>을 비교하여 볼 때 각 유형별 범죄 감소는 인구 특성과 방범시설 속성이 결합할 때 유의미한 영향을 미치는 조절효과가 나타났다. 이는 조절효과의 적절한 제어 또는 고려 없이 방범시설을 배치할 경우 기대했던 범죄예방 효과가 나타나지 않을 수 있음을 시사한다.

보안등, 비상벨, 여성안전귀갓길 등 방범시설 변수의 경우 상호작용 효과가 제어되지 않을 경우 전체범죄의 발생 위험과 양(+)의 관계를 가지지만, 1인 가구 밀도 상호작용 변수를 포함하는 경우 세 변수 모두 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 방범시설 사이에서 CCTV와 보안등은 전체범죄 모형에

표 7. 사회적 약자 그룹과 도시환경 요소 간의 조절효과 분석 결과

Table 7. Moderating effect analysis results between socially disadvantaged groups and urban environmental factors

Category	Variables	Ln (Crime in total) (Single-person household density interaction model)		Ln (Crime against female) (Female population ratio interaction model)		Ln (Crime against older adults) (Older adults population ratio interaction model)	
		Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z
Population	Female population ratio	7.37E-05	0.43	0.0002	1.00	-	-
	Older adults pop. ratio	0.0004 ***	2.77	0.0005 ***	3.71	0.0008 ***	5.51
	Density of single-person households	2.08E-06 ***	7.94	6.32E-07 **	2.21	-2.33E-07	-1.32
	Density of young population	-1.2E-06 ***	-4.91	-1.3E-06 ***	-3.76	-	-
	Density of middle-aged population	-	-	-5.2E-07	-1.37	-2.00E-06 ***	-6.27
	Density of older adults population	-3.8E-08	-0.15	-1.4E-06 ***	-3.50	-3.39E-07	-0.85
Transportation	Density of subway stations	0.0017 ***	10.10	0.0011 ***	5.80	0.00105 ***	3.38
	Density of bus stops	0.0001 ***	6.92	2.1E-05	1.08	1.67E-05	0.92
	Integration ratio	3.89E-10 ***	4.08	3.26E-10 ***	3.06	0.000 ***	3.66
	Betweenness	-0.0041	-0.98	0.0067	1.57	2.28E-05	0.87
	Diversion ratio	1.22E-05	0.87	-7.8E-06	-0.49	-0.00142	-0.36

다음 페이지에 계속(Continue on next page)

Category	Variables	Ln (Crime in total) (Single-person household density interaction model)		Ln (Crime against female) (Female population ratio interaction model)		Ln (Crime against older adults) (Older adults population ratio interaction model)	
		Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z
Civil complaint	Density of illegal street vendor reports	1.56E-05 ***	2.99	1.03E-05 *	1.75	1.94E-05 ***	3.26
	Density of illegal parking reports	4.22E-07	1.50	-1.6E-07	-0.50	-3.92E-07	-1.25
	Density of illegal dumping reports	2.45E-07	0.15	-6.2E-07	-0.34	6.33E-06 ***	3.19
	Density of noise complaint reports	3.28E-07	0.12	-2.4E-06	-0.77	1.00E-06	0.35
Crime prevention facilities	Density of safety escort home	-6.2E-05 *	-1.86	-1.9E-05	-0.35	-1.20E-05	-0.26
	Density of police stations	-3.1E-06	-0.06	1.26E-05	0.22	-6.28E-06	-0.12
	Density of security lights	3.77E-06 ***	3.33	2.03E-06	0.29	2.48E-06	0.68
	Density of emergency call boxes	3.67E-05 *	1.76	-2.5E-05	-0.36	7.14E-05	1.59
	Density of women's safety paths	0.0003 *	1.83	-0.0003	-0.53	0.0007	1.25
Points of interest	Density of CCTV	1.19E-05	1.59	8.55E-05 *	1.87	-6.33E-06	-0.29
	Density of restaurants	2.79E-05 ***	7.96	9.13E-06 **	2.32	7.66E-06 **	2.06
	Density of entertainment	8.56E-05 ***	10.88	9.39E-05 ***	10.64	-	-
	Density of educational	1.68E-05 ***	3.70	1.13E-05 **	2.22	3.54E-05 ***	4.02
	Density of hospitals	6.32E-05 ***	6.54	5.07E-05 ***	4.65	3.92E-05 ***	3.90
	Density of bank	0.0002 ***	6.79	3.12E-05	1.24	6.74E-06	0.30
	Density of parking	2.25E-05	0.91	6.06E-05 **	2.18	5.96E-05 **	2.28
Landscape	Diversity of points of interest (POI)	0.0181 ***	5.48	0.0119 ***	3.45	0.0085 **	2.44
	SVI (Sky)	8.05E-05	0.34	0.0008 *	1.81	0.0007 **	2.10
	NLI (Natural lands. index)	-0.0012 ***	-9.42	-0.0017 ***	-5.28	-9.05E-05	-0.74
	UVI (Vitality)	0.0022 ***	8.58	0.0001	0.76	0.0003	-0.93
Interaction variables	UEI (Enclosure)	0.0003 ***	3.99	0.0004 ***	4.93	0.0002 ***	2.69
	Den. of CCTV × Den. of security lights	-3.7E-08 **	-2.12	-1.9E-08	-0.89	-1.38E-08	-0.74
	Den. of safety escort home × mod.	-1.1E-10	-0.05	-7.1E-07	-0.54	1.02E-06	0.73
	Den. of police stations × mod.	1.87E-08	1.38	-4.9E-06 *	-1.72	1.82E-06	0.59
	Den. of security lights × mod.	-6.2E-12	-0.07	-1E-08	-0.08	-5.00E-08	-0.60
	Den. of emergency call boxes × mod.	1.87E-09	1.04	6.82E-07	0.52	-1.58E-06	-1.57
	Den. of women's safety paths × mod.	7.38E-10	0.07	2.44E-05	0.72	-1.44E-05	-1.24
Den. of CCTV × mod.	-1.5E-10	-0.22	-1.7E-06 *	-1.94	3.36E-07	0.67	
Spatial lag (Rho)	0.721 ***	121.57	0.657 ***	93.12	-	-	
Spatial error (Lambda)	-	-	-	-	0.690 ***	99.54	
Constant	-0.026 ***	-3.09	-0.020	-1.49	0.005	0.55	
No.obs.	18,614		18,614		18,614		
AIC	-21,016.4		-17,053.2		-19,787.8		
Log likelihood	10,541.2		8,560.6		9,930.0		

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.10; mod. is a moderating variable (single-person household density, female population ratio, older adults population ratio)

서 상호작용 효과가 통계적으로 유의하게 나타났다. CCTV와 보안등의 상호작용 항은 전체범죄와 음(-)의 관계를 나타내는데, 이는 지역 내 CCTV와 비상벨이 각각 배치되지 않고 범죄발생 위험 지역 내에 같이 설치되었을 때 범죄 감소 효과가 있음을 시사한다.

인구특성에서 여성 인구 비율과의 조절효과는 방법시설 중 경찰서, CCTV만이 통계적으로 유의미하게 나타났다. 이는 경찰서나 CCTV 등과 같은 방법 관련 시설이 여성 인구 비율이 높은 곳에서 범죄예방 효과가 있음을 시사한다. 안전지킴이집은 여성 대상 범죄를 감소시키지만 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 이는 여성의 비율이 많은 동네에 경찰서의 밀도가 높을수록 범죄발생이 감소하는 것으로 해석할 수 있다. 또한, CCTV 밀도의 경우 여성 대상 범죄발생과 양(+)의 값을 가지지만, 조절 효과 변수를 살펴보면 여성의 비율이 높은 동네에 CCTV 밀도가 높을수록 여성 대상 범죄발생이 감소하는 것으로 나타났다.

V. 결론

본 연구는 2021년부터 2022년까지 서울특별시 내에서 발생한 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄의 범죄주의구간을 활용하여 공간통계모형 중 설명력이 높은 공간시차모형(SLM), 공간오차모형(SEM)을 통해 범죄발생과 도시환경 요인 간의 관계를 확인하였다. 또한, 사회적 약자와 방법시설의 상호작용 항과 방법시설 사이의 상호작용 항을 통해 조절 효과를 확인하였으며, 연구의 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, LISA 분석을 통해 도시 내에서 발생하는 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄는 공통으로 관악구, 금천구, 은평구와 같은 지역에서 군집을 형성하는 것으로 나타났다. 이러한 지역은 서울시 내 상대적으로 지가가 낮으며 대학가와 인근 지역으로 출퇴근하기 용이한 지역으로 볼 수 있다. 또한, 이 지역들은 1인 가구의 비중이 가장 높은 것으로 나타났는데 1인 가구의 경우 대학교를 졸업 후 상대적으로 임대료가 낮은 대학가 원룸촌을 선호하는 것을 알 수 있다. 더불어 지하철 노선 및 버스 정류장이 밀집한 지역으로 유동 인구가 많은 지역이라는 특징을 가지고 있다. 공간통계모형 분석 결과, 1인 가구는 전체범죄, 여성 대상 범죄발생과 관계를 가지며, 이는 선행연구의 결과와 일치한다(장진희, 2018). 지하철 수의 밀도는 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄발생과 관계를 가지는 것으로 나타났으며, 이는 앞서 분석한 LISA 분석 결과와 일치함을 보여준다. 따라서 1인 가구, 여성과 같이 사회적 약자가 밀집한 지역 뿐만 아니라 주변 지역 포함한 범죄예방정책을 적용하여 전체적인 범죄발생 저감이 필요함을 시사한다.

둘째, 교통 중 통합도가 높은 지역은 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄위험이 증가하는데 이는 통합도가 높을수록

한 지점에 모이는 도로가 많아져 거리의 활력이 증가하는 동시에 불특정 다수가 해당 가로망으로 진입하여 범죄 상황 또는 범죄자와 만날 확률이 증가한다는 것을 알 수 있다. 이는 선행연구에서 인구 유입으로 인한 유동 인구 증가가 범죄발생에 영향을 미친다는 분석결과와 유사하다(이현지·정성원, 2012). 또한, 음식점과 유흥시설, 병원의 밀도가 높은 지역과 POI 다양성이 높은 지역이 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄위험과 관계가 있는 것으로 나타났다. POI 다양성이 높을수록 지역의 활력이 높아 이는 통합도 결과와 일치하는 것을 알 수 있다. 따라서 음식점, 유흥시설, 병원과 같은 시설의 밀도가 높은지역에 범죄예방을 위한 환경 설계의 적용이 필요하다.

셋째, 민원신고 중 불법노상물은 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄와 불법쓰레기는 노인 대상 범죄와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 주민민원신고는 주민들이 느끼는 도시환경의 문제점으로 도시 내 관리가 안되는 지역으로 볼 수 있다. 이러한 지역은 '환경범죄학' 이론에 기반할 때 범죄자가 범죄를 발생시킬 가능성이 높기 때문에, 민원신고가 높은 지역을 대상으로 가로환경 정비를 통한 가로 안전을 향상시킬 필요가 있다.

도시경관 중 하늘이 비율이 높을수록 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄발생 위험이 증가하였다. 이는 개방감으로 인한 방어적 공간 형성이 어려워 범죄위험이 증가하는 것으로 볼 수 있다. 이와 더불어, 위요감이 증가하면 전체범죄, 여성 대상 범죄, 노인 대상 범죄발생이 증가하지만, 가로 녹지가 많은 공간은 전체범죄 위험 감소와 관계를 가지는 것으로 나타났다. 도시 경관 중 도시환경 요소로 둘러싸이게 되면 가시성 확보가 어려운 동시에 범죄자가 범죄발생 후 숨거나 도망칠 수 있는 공간이 많아져 '합리적 선택' 이론에 따라 범죄발생이 증가할 수 있다. 이는 동일한 비율의 위요감을 가지고 있는 공간에서 개방감의 비율 차이가 범죄에 영향을 미칠 수 있으며, 반대로 동일한 비율의 개방감을 가지고 있는 공간에서 위요감의 비율 차이로 인해 범죄가 증가할 수 있다. 하지만, 녹지가 많은 지역일수록 녹지의 영역성을 통해 자연스럽게 '방어적 공간'을 형성하여 범죄의 기회가 감소할 수 있다는 결과와 연관이 있다(Lin et al., 2021).

마지막으로, 방법시설 중 보안등, 비상벨, 여성안전귀갓길, CCTV와 같은 요소들은 범죄발생과 크게 관련이 없는 것으로 나타났다. 이는 범죄예방을 위해 설치하는 CCTV, 비상벨과 같은 방법시설 설치가 범죄취약지역이 아닌 지역에도 넓게 분포되어 공간적으로 방법 효과가 줄어든다는 결과와 유사하다(이재용·김걸, 2014; 조영진 외, 2019). 반면, 여성 비율이 높은 지역에 경찰서와 CCTV의 비율이 높을수록 여성 대상 범죄위험이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 방법시설의 조절효과를 분석한 선행연구에서 여성의 범죄두려움이 높은 지역에 CCTV가 많을수록 경찰에 대한 신뢰가 증가한다는 분석 결과와 유사하다(이서호, 2023). 따라서 방법시설을 배치함으로써 범죄발생위험 감소에 대한 기

대효과는 해당 지역의 인구 특성에 따라 조절되었음을 시사한다. 또한, CCTV와 비상벨의 상호작용 효과를 고려하였을 때, 전체 범죄위험이 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결론은 상호작용하는 특성의 조절효과를 제어하지 않을 경우, 방법시설과 범죄유형별 발생위험 감소와의 관계는 편의가 발생할 수 있음을 시사한다. 따라서 범죄예방을 위해서는 방법시설의 설치나 정책에 중점을 두는 것이 아닌 범죄 유형별 범죄감소 효과에 영향을 있는 방법시설 배치와 범죄예방 효과를 가지는 방법시설의 조합을 고려할 필요가 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 생활안전지도에서 제공하는 범죄발생주의등급의 자료는 포인트 자료가 아닌 도로망을 기준으로 폴리곤 형태로 제공되기 때문에 정확한 범죄발생 위치와 시간을 알 수 없는 한계가 있다. 또한, API자료의 특성상 과거의 자료를 다운받는 데 한계점이 있어 시간에 따른 범죄 비교를 진행하는 데 어려움이 있어 추후 과거 범죄부터 현재 범죄까지의 변화양상을 확인할 필요가 있다.

그럼에도 본 연구는 사회적 약자인 1인 가구, 여성, 노인을 대상으로 범죄발생과 관련 있는 도시환경 요인을 파악하였다. 또한, 범죄예방을 위한 방법시설과 인구특성과의 조절효과를 분석했으며 방법시설 사이의 조절효과로 범죄감소 효과를 파악했다는 점에서 큰 의의가 있다. 이를 통해 범죄가 발생하는 지역의 도시환경 요소와 사회적 요인에 맞는 방법시설을 배치하여 범죄를 효과적으로 예방할 수 있으며 도시 안전을 위한 정책 개발을 할 수 있을 것으로 기대된다.

주1. 보안등은 어두워서 범죄나 사고가 발생할 염려가 있는 지역에 안전을 위하여 다는 등이다(표준국어대사전, 2024).

인용문헌
References

- 강지현, 2019. "1인 가구의 범죄두려움에 관한 연구: 가구유형별 범죄두려움 수준과영향요인 비교를 중심으로", 「한국치안행정논집」, 15(4): 22-54.
Kang, J.H., 2019. "Crime Victimization among One-person Households", *Journal of Korean Public Police and Security Studies*, 15(4): 22-54.
- 구자훈·김승용·노정민, 2011. "서울시 골목길 담장허물기의 여부에 따른 주민의 사회적 활동의 양적 차이 비교 분석", 「도시설계」, 12(4): 5-20.
Koo, J.H., Kim, S.O., and Ro, J.M., 2011. "A Comparative Analysis on the Quantitative Differences of Inhabitants Social Activities between in Green Parking Area and Non-Green Parking Area in Seoul", *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 12(4): 5-20.
- 길혜민·박혁서·박지윤, 2015. "GIS 기반 커널밀도함수분석과 LISA 분석을 활용한 요양병원 입지선정요인분석: 수도권 지역·공급요인을 중심으로", 「주거환경」, 13(4): 283-299.
Kil, H.M., Park, H.S., and Park, J.Y., 2015. "Analyzing the Location-Selecting Factors for Care Hospitals Using Kernel Density Function and LISA based on GIS: Focusing on the Demand and Supply Factors of the Metropolitan Area", *Journal of the Residential Environment Institute of Korea*, 13(4): 283-299.
- 김강일·조준택·박현호, 2018. "도시공원 범죄예방을 위한 CPTED 인증평가기준 정립에 관한 연구", 「환경디자인과 안전」, 9(1): 77-102.
Kim, K.I., Cho, J.T., and Park, H.H., 2018. "CPTED Checklist for Urban Public Parks' Crime Prevention Accreditation Assessment", *Journal of Community Safety and Security by Environmental Design*, 9(1): 77-102.
- 김고원·강석진, 2018. "주택 유형별 범죄 및 불안감과 CPTED에 대한 인식 분석", 2018 대한건축학회 춘계학술발표대회, 서울: 더케이호텔 서울, 147-150.
Kim, K.W. and Kang, S.J., 2018. "An Analysis of Questionnaire about CPTED, Crime and Fear of Crime by the Housing Types", Paper presented at the 2018 Spring Academic Conference of Architectural Institute of Korea, Seoul: The-K Seoul Hotel, 147-150.
- 김기현, 2011. "고령화시대의 노인 범죄 실태분석을 통한 범죄예방에 관한 연구", 「교정연구」, 52: 153-193.
Kim, G., 2011. "Age Ageing of Elderly Crime Prevention through Crime Analysis Study on Siltae", *Corrections Review*, 52: 153-193.
- 김병석·박진아, 2013. "단독주택지 담장허물기 사업 후 물리적 변화요소가 자연적 감시와 범죄불안감에 미치는 영향 분석", 「도시설계」, 14(3): 119-130.
Kim, B.S. and Park, J.A., 2013. "Effect of the Elements of Physical Variation after Wall Removal Project in Detached Houses on the Natural Surveillance and Fear of Crime", *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 14(3): 119-130.
- 김선재·조월·이수기, 2022. "도시환경 특성과 범죄발생의 연관성 분석-도시 빅데이터와 공간더빈 모형을 활용하여", 「도시설계」, 23(3): 143-162.
Kim, S., Cao, Y., and Lee, S., 2022. "Analysis of the Association between Urban Environmental Characteristics and Crime Incidence: Using Urban Big Data and Spatial Durbin Model", *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 23(3): 143-162.
- 대검찰청, 2022. 「2022 범죄분석」, 서울: Prosecution Service, 2022. *2022 Statistical Analysis on Crime*, Seoul.
- 민휘경·김혜진, 2020. "여성의 취약특성이 지역사회 무질서와 성범죄두려움의 관계성에 갖는 조절효과 탐색 연구", 「한국범죄심리연구」, 16(3): 45-60.
Min, H. and Kim, H., 2020. "The Influence of Social Disorder on Women's Fear of Sexual Offences: The Interaction Effect of Vulnerability", *Korean Criminal Psychology Review*, 16(3): 45-60.
- 박경돈·박민정, 2010. "지방자치단체 담장허물기 사업의 정책효

- 과 분석: 범죄예방효과를 중심으로”, 『지방정부연구』, 14(1): 203-223.
- Park, K. and Park, M.J., 2010. “The Policy Effects of Crime Prevention through Environmental Design in Local Government”, *The Korean Journal of Local Government Studies*, 14(1): 203-233.
12. 박은형·정지수, 2014. “범죄예방정책으로서 방범용 CCTV의 효과성에 관한 연구: 패널 2SLS를 활용한 분석을 중심으로”, 『한국경찰학회보』, 16(1): 39-74.
 - Park, E.H. and Heong, J.S., 2014. “The Effectiveness of CCTV as the Crime Prevention Policy: Using Panel 2SLS Analysis”, *The Korean Association of Police Science Review*, 16(1): 39-74.
 13. 변미리·민보경·박민진, 2019. “서울시 1인 가구의 공간분포과 주거이동 분석”, 『한국인구학』, 42(4): 91-119.
 - Byun, M., Min, B., and Park, M., 2019. “An Empirical Analysis of the Spatial Distribution and Flow Patterns of Seoul’s Single-Person Households”, *Korea Journal of Population Studies*, 42(4): 91-119.
 14. 서민진·서연아·강석진, 2019. “용도지역의 공간적 특성과 범죄 발생 특성 분석 연구”, 『환경디자인과 안전』, 10(3): 9-38.
 - Seo, M.J., Seo, Y.A., and Kang, S.J., 2019. “A Study on the Spatial Characteristics of Land Use Areas and the Characteristics of Crime Occurrence”, *Journal of Community Safety and Security by Environmental Design*, 10(3): 9-38.
 15. 서승연·이우민·박효숙·채인병·이경환, 2018. “범죄예방 환경개선사업 효과에 대한 시계열적 분석: 천안시 원성동 사례를 중심으로: 천안시 원성동 사례를 중심으로”, 『국토연구』, 98: 37-62.
 - Seo, S., Lee, W., Park, H., Chae, I., and Lee, K.H., 2018. “The Time-series Analysis of the Effect of CPTED Project: A Case Study of Wonseong-dong in Cheonan City”, *The Korea Spatial Planning Review*, 98: 37-62.
 16. 송일호·곽대경, 2018. “노인의 범죄두려움 영향요인에 대한 연구: 취약성 가설을 중심으로”, 『한국경찰학회보』, 20(5): 181-204.
 - Shong, I. and Kwack, D., 2018. “A Study on the Factors Influencing Fear of Crime in the Elderly: Focus on the Vulnerability Hypothesis”, *The Korean Association of Police Science Review*, 20(5): 181-204.
 17. 안영환·김동현·박진아, 2024. “생활업종별 밀도가 주거침입 범죄 발생에 미치는 영향 연구: 범죄 신고 데이터를 활용하여”, 『국토계획』, 59(2): 57-72.
 - Ahh, Y.H., Kim, D.H., and Park, J.A., 2024. “A Study on the Impact of Life-Related Businesses Density on Housebreaking Crime Occurrence: Using Crime Reporting Data”, *Journal of Korea Planning Association*, 59(2): 57-72.
 18. 이명훈·최우성·김여림·오정화·박주현·신우람·홍성연, 2021. “노인 취약지역 탐색에 통계 집계단위가 미치는 영향: 격자와 행정경계의 비교”, 『국토지리학회지』, 55(4): 393-403.
 - Lee, M., Choi, W., Kim, Y., Oh, J., Park, J., Shin, W., and Hong, S.Y., 2021. “Effects of Spatial Units on the Detection of Vulnerable Areas for Elderly Population: A Comparison of the Grid System and Administrative Units”, *The Geographical Journal of Korea*, 55(4): 393-403.
 19. 이서호, 2023. “여성의 공공 CCTV 정책 효과성 인식이 경찰신뢰에 미치는 영향: 범죄피해 두려움의 조절효과를 중심으로”, 『범죄수사학연구』, 9(2): 53-72.
 - Lee, S., 2023. “The Effect of Women’s Public CCTV Policy Effectiveness Perception on Police Trust: Focusing on the Moderating Effect on Fear of Crime Victim”, *Criminal Investigation Institute*, 9(2): 53-72.
 20. 이승재, 2017. “생활안전지도를 활용한 공간 중심성과 범죄의 상관성에 관한 연구”, 『대한건축학회 논문집-계획계』, 33(3): 69-76.
 - Lee, S.J., 2017. “Correlation Analysis between Spatial Centrality and Crime using Korea Safety Map”, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning and Design*, 33(3): 69-76.
 21. 이승철, 2015. “지역의 시설환경과 강력범죄발생의 관계에 대한 탐색적 연구”, 『한국경찰학회보』, 17(2): 127-156.
 - Lee, S.C., 2015. “An Exploratory Study on the Relationship between Facility Circumstance and Violent Crime in Regions”, *The Korean Association of Police Science Review*, 17(2): 127-156.
 22. 이재용·김걸, 2014. “범죄발생의 공간특성을 고려한 도시안전망 구축방안”, 『국토정책 Brief』, 468: 1-6.
 - Lee, J.Y. and Kim, K., 2014. “How to Build a City Safety Net That Considers the Spatial Characteristics of Crime Occurrence”, *KRIHS Policy Brief*, 468: 1-6.
 23. 이현지·정성원, 2012. “아동·청소년 성범죄의 물리적 도시환경 영향요인 분석”, 『대한건축학회논문집』, 28(1): 217-226.
 - Lee, H.J. and Jung, S.W., 2012. “Analysis of Urban Built-Environment Factors Influencing on Child-Abuse”, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 28(1): 217-226.
 24. 임민혁·홍준현, 2008. “방범용 CCTV의 범죄예방 효과분석을 통한 범죄예방정책의 방향”, 『한국정책과학학회보』, 12(4): 77-101.
 - Yim, M.H. and Hong, J.H., 2008. “Directions of Crime Prevention Policy through the Analysis of Crime Prevention Effects of CCTV”, *Korean Policy Sciences Review*, 12(4): 77-101.
 25. 장연주·이수기, 2022. “도시환경과 범죄 두려움의 비선형 관계 분석-CPTED 요소와 해석 가능한 기계학습 모형을 중심으로”, 『도시설계』, 23(3): 49-68.
 - Jang, Y.J. and Lee, S., 2022. “Analysis of the Nonlinear Relationship between Urban Environment and Fear of Crime: Focusing on CPTED Elements and Interpretable Machine Learning Model”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 23(3): 49-68.
 26. 장준오·유홍준·정태인·이완수·노용준, 2008. 「노인 대상 범죄 및 범죄피해와 노인환경의 유해성 연구」, 서울: 한국형사·법무정책연구원.
 - Jang, J.o., Yoo, H.J., Chong, T.I., Lee, W.S., and Roh, Y.J., 2008. *A Study on Crime and Criminal Victimization of the Old*, Seoul: Korean Institute of Criminology and Justice.
 27. 장진희, 2018. “1인 가구와 범죄발생에 관한 연구: 서울시 25 개 자치구 패널자료를 중심으로”, 『서울도시연구』, 19(4): 87-110.
 - Jang, J.E., 2018. “Study on One-Person Household and Incidence of Crime: Based on Panel Data of 25 Districts in Seoul”, *Seoul Studies*, 19(4): 87-110.
 28. 정경재, 2009. “범죄발생 특성분석을 통한 범죄예방환경설계(CPTED)에 관한 연구: 서울특별시 구로구 사례를 중심으로”, 『범죄수사학연구』, 9(2): 53-72.

- 「경찰연구논집」, 5: 113-181.
- Jung, K., 2009. "A Study on the CPTED through Analysis on the Characteristics of Crime Occurrence: Focused on the Cases in Guro-gu District, Seoul", *Police Science Review*, 5: 113-181.
29. 조영진·한수경·현대환·박유나, 2019. "범죄예방 환경조성사업의 효과성 분석 연구: 서울시 5개 CPTED 사업 지역을 중심으로", 세종: 건축도시공간연구소.
- Cho, Y.J., Han, S.K., Hyeon, T.H., and Park, Y.N., 2019. "A Study on the Effectiveness of CPTED Projects: Focused on Five Project in Seoul", *Sejong: Architecture & Urban Research Institute*.
30. 조월·이수기, 2021. "서울시 POI 빅데이터를 활용한 도시활력과 영향요인 분석", 「국토계획」, 56(7): 87-102.
- Cao, Y. and Lee, S., 2021. "Analysis of Urban Vitality and Its Determinant Factors Using POI Bigdata in Seoul, Korea", *Journal of Korea Planning Association*, 56(7): 87-102.
31. 최응렬·김연수, 2007. "방범용 CCTV의 범죄예방효과에 관한 연구", 「한국공안행정학회보」, 16(1): 143-186.
- Choi, E.Y. and Kim, Y., 2007. "The Effectiveness of the Closed Circuit TVs (CCTVs) on the Crime Prevention", *Korean Journal of Public Safety and Criminal Justice*, 16(1): 143-186.
32. 최형근·박신의·한정은·민동기·김나경·황의갑, 2021. "1인 가구와 다인 가구의 범죄두려움 수준과 영향요인의 차이: 시간의 흐름에 따른 범죄두려움 변화추세를 중심으로", 「한국범죄학」, 15(3): 163-189.
- Choe, H.G., Park, S.U., Han, J.E., Min, D.K., Kim, N.K., and Hwang, E., 2021. "The Differences of the Level and the Factors of Fear of Crime between Single-person and Multi-person Households : Focusing on the Trend of Fear of Crime over Time", *Journal of Korean Criminological Association*, 15(3): 163-189.
33. 허선영·문태현, 2012. "안전도시 조성을 위한 범죄의 공간적 분포와 도시의 장소별 발생특성 분석", 「한국지리정보학회지」, 15(4): 78-89.
- Heo, S.Y. and Moon, T.H., 2012. "Analysis of Spatial Crime Pattern and Place Occurrence Characteristics for Building a Safe City", *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 15(4): 78-89.
34. 현재섭·김해경, 2021. "여성 노인의 취약성이 범죄피해 두려움에 미치는 영향: 지역 환경의 조절효과를 중심으로", 「한국경찰연구」, 20(2): 249-270.
- Hyun, J.S. and Kim, H.K., 2021. "The Effect of Vulnerability among Older Women on Fear of Crime Victims: Focusing on the Regulatory Effect of the Local Environment", *Korean Police Studies Review*, 20(2): 249-270.
35. 홍지수·문지석, 2023. "GIS 네트워크 분석을 통한 서울시 노인복지시설 공급 및 입지 특성 연구: 보행 접근성과 시설 차량 접근성을 중심으로", 「도시연구」, 23: 317-365.
- Hong, J. and Moon, J., 2023. "A Study on Supply and Location Characteristics of Elderly Welfare Facilities in Seoul Using GIS Network Analysis: Focusing on Pedestrian Accessibility and Facility Vehicle Accessibility", *Korean Journal of Urban Studies*, 23: 317-365.
36. Brantingham, P.J. and Brantingham, P.L., 1981. *Environmental Criminology*, Beverly Hills, CA: Sage Publications.
37. Brantingham, P.J. and Brantingham, P.L., 1984. *Patterns in Crime*, New York: Macmillan.
38. Clarke, R.V., 1995. "Situational Crime Prevention", *Crime and Justice*, 19: 91-150.
39. Cohen, L.E. and Felson, M., 1979. "Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach", *American Sociological Review*, 44(4): 588-608.
40. Cornish, D.B. and Clarke, R.V., 1989. "Crime Specialisation, Crime Displacement and Rational Choice Theory", *In Criminal Behavior and the Justice System: Psychological Perspectives*, 103-117.
41. Deng, M., Yang, W., Chen, C., and Liu, C., 2022. "Exploring Associations between Streetscape Factors and Crime Behaviors Using Google Street View Images", *Frontiers of Computer Science*, 16(4), 164316.
42. He, L., Paez, A., and Liu, D., 2017. "Built Environment and Violent Crime: An Environmental Audit Approach Using Google Street View", *Computers, Environment and Urban Systems*, 66: 83-95.
43. He, Q. and Li, J., 2022. "The Roles of Built Environment and Social Disadvantage on the Geography of Property Crime", *Cities*, 121, 103471: 1-14.
44. Hipp, J.R., Lee, S., Ki, D., and Kim, J.H., 2021. "Measuring the Built Environment with Google Street View and Machine Learning: Consequences for Crime on Street Segments", *Journal of Quantitative Criminology*, 1-29.
45. Jackson, J., 2009. "A Psychological Perspective on Vulnerability in the Fear of Crime", *Psychology, Crime & Law*, 15(4): 365-390.
46. Jacobs, J., 1961. *Tire Death and Life of Great American Cities*, New York: Vintage Book.
47. Jeffery, C.R., 1971. "Crime Prevention through Environmental Design", *American Behavioral Scientist*, 14(4): 598-598.
48. Johnson, S.D. and Bowers, K.J., 2010. "Permeability and Burglary Risk: Are Cul-De-Sacs Safer?", *Journal of Quantitative Criminology*, 26: 89-111.
49. Kelling, G.L. and Wilson, J.Q., 1982. "Broken Windows", *Atlantic Monthly*, 249(3): 29-38.
50. Kim, B. and Park, J., 2020. "Awareness of Crime Prevention Effects Associated with a Wall Removal Project in Seoul", *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 19(3): 264-272.
51. Kim, S. and Lee, S., 2023. "Nonlinear Relationships and Interaction Effects of an Urban Environment on Crime Incidence: Application of Urban Big Data and an Interpretable Machine Learning Method", *Sustainable Cities and Society*, 91, 104419.
52. Lee, N. and Contreras, C., 2021. "Neighborhood Walkability and Crime: Does the Relationship Vary by Crime Type?", *Environment and Behavior*, 53(7): 753-786.

53. Lin, J., Wang, Q., and Huang, B., 2021. "Street Trees and Crime: What Characteristics of Trees and Streetscapes Matter", *Urban Forestry and Urban Greening*, 65: 127366.

54. Li, X., Zhang, C., Li, W., Ricard, R., Meng, Q., and Zhang, W., 2015. "Assessing Street-level Urban Greenery Using Google Street View and a Modified Green View Index", *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(3): 675-685.

55. Newman, O., 1973. *Defensible Space: Architectural Design for Crime Prevention*, Washington, DC: US Department of Justice Law Enforcement Assistance Administration National Criminal Justice Reference Service.

56. Poyner, B. and Webb, B., 1991. *Crime Free Housing*, Oxford: Butterworth-Architecture.

57. Priks, M., 2015. "The Effects of Surveillance Cameras on Crime: Evidence from the Stockholm Subway", *The Economic Journal*, 125(588): 289-305.

58. Venter, Z.S., Shackleton, C., Faull, A., Lancaster, L., Breetzke, G., and Edelstein, I., 2022. "Is Green Space Associated with Reduced Crime? A National-Scale Study from the Global South", *Science of the Total Environment*, 825: 154005.

59. Wu, L., Liu, X., Ye, X., Leipnik, M., Lee, J., and Zhu, X., 2015. "Permeability, Space Syntax, and the Patterning of Residential Burglaries in Urban China", *Applied Geography*, 60: 261-265.

60. Yuan, Y., Chen, X., and Wang, J., 2020. "Object-Contextual Representations for Semantic Segmentation", Paper presented at the Computer Vision-ECCV 2020: 16th European Conference, UK: Glasgow, Proceedings Part VI: 173-190.

61. 국가통계포털, 2023. "범죄발생건수", https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?sso=ok&returnurl=https%3A%2F%2Fwww.kosis.kr%3A443%2FstatHtml%2FstatHtml.do%3Flist_id%3D%26obj_var_id%3D%26seqNo%3D%26docId%3D0270436991%26tblId%3D-DT_13204_2011_211%26vw_cd%3DMT_ZTITLE%26orgId%3D132%26conn_path%3DE1%26markType%3DS%26itm_id%3D%26lang_mode%3Dko%26scrId%3D%26itmNm%3DEC%A0%84%EA%B5%AD%26 Korean Statistical Information Service(KOSIS), 2023. "Number of Crime Occurrence", https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?sso=ok&returnurl=https%3A%2F%2Fwww.kosis.kr%3A443%2FstatHtml%2FstatHtml.do%3Flist_id%3D%26obj_var_id%3D%26seqNo%3D%26docId%3D0270436991%26tblId%3D-DT_13204_2011_211%26vw_cd%3DMT_ZTITLE%26orgId%3D132%26conn_path%3DE1%26markType%3DS%26itm_id%3D%26lang_mode%3Dko%26scrId%3D%26itmNm%3DEC%A0%84%EA%B5%AD%26

62. 표준국어대사전, "보안등", 2024.09.10. 읽음. <https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do> Standard Korean Language Dictionary, "Security Lights", Accessed September 10, 2024. <https://stdict.korean.go.kr/search/searchView.do>

Date Received	2024-07-04
Reviewed(1 st)	2024-08-25
Date Revised	2024-11-09
Reviewed(2 nd)	2024-11-25
Date Accepted	2024-11-25
Final Received	2024-12-10