

공간분석을 활용한 범죄발생 위험지점 예측과 해석

조영진 부연구위원

요약

- '정량적 공간분석모델'은 건축·도시 공간을 수치화하여 기술하고 이를 분석에 활용하는 방법론을 통칭하며, 주로 인간의 행태 패턴을 예측하는 데 활용
- 공간분석모델로 공간 내 인간행태를 예측하고, 그에 따른 범죄위험도를 계측·평가하여, 궁극적으로는 공간 내 범죄발생 위험에 대한 예측이 가능
- 시지각을 정량적으로 측정하는 WLVAE 모델을 활용하여 가시성을 측정하고, 공간의 잠재적 통행량을 측정하는 VGA 모델을 활용하여 접근성과 활동성을 측정 가능
- 셉테드 기본원리 및 실천전략과 공간분석모델의 지표와의 관계를 분석하여 사례 대상지의 범죄위험도를 측정하고 해석하였음
- 분석 결과 실제 범죄발생이 많고, 범죄불안감이 높은 좁은 골목길에서 자연감시와 접근성이 떨어지는 것을 수치로 확인
- 공간분석모델을 활용하여 물리적 공간의 특성과 연계한 다양한 범죄발생 위험지점을 파악할 수 있어 범죄 위험 평가도구로서의 활용 가능성 확인
- 범죄발생에 대한 자료 없이도 평가가 가능하여 신도시계획, 도시재개발 등 사업 이전의 인구·사회·범죄 등 각종 통계가 없는 대상지의 범죄위험을 계획 단계에서 예측 가능
- 접근성, 통행량, 가시성 등 공간특성에 대한 정량적 분석은 셉테드 관련 사업뿐만 아니라 도시재생사업 등 다양한 공간환경 개선사업에서 활용 가능

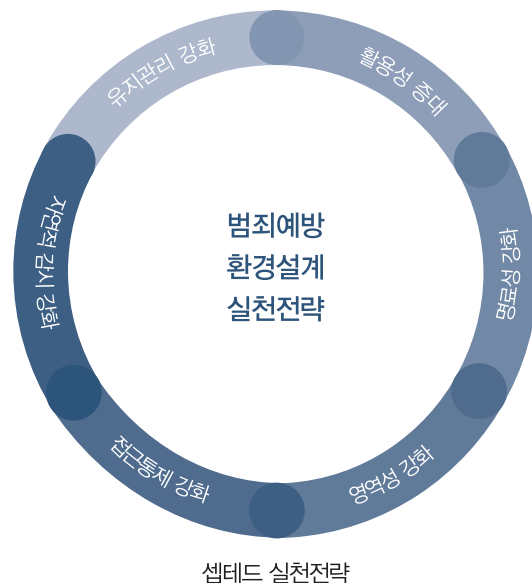
1 범죄발생 위험지점과 정량적 공간분석모델

■ 정량적 공간분석모델이란?

- 정량적 공간분석모델(이하 공간분석모델)은 건축·도시 공간을 수치화하여 기술하고 이를 분석에 활용하는 방법론을 통칭하며, 주로 인간의 행태 패턴을 예측하는 데 활용
 - 기존 정성적인 분석의 한계를 극복하고자 개발된 공간분석모델은 1970년대 후반 핵심개념들이 제안되고 1990년대에 체계화 됨
 - 정량적 공간분석기법은 건축·도시 공간에서의 인간행태 패턴을 예측하는 데 탁월한 것으로 잘 알려져 있음
 - 공간구문론, ERAM 등의 위상학적 모델, VAE, WLVAE, ISOVIST 등의 시지각 모델, VGA, V-ERAM 등의 위상학적 모델과 시지각 모델을 결합한 모델 등이 있음

■ 셉테드 실천전략과 공간분석모델

- 공간분석모델로 공간 내 인간행태를 예측하고 그에 따른 범죄위험도를 계측·평가함으로써, 궁극적으로는 공간 내 범죄발생 위험에 대한 예측이 가능
 - 셉테드¹⁾ 전략은 일반적으로 ‘자연적 감시 강화, 접근통제, 영역성 강화, 활동 활성화, 명료성 강화, 유지관리’이며, 인간행태와 관련되어 있어 공간분석모델을 통하여 예측 가능
 - 정량적 공간분석기법을 통해 공간 내 인간행태를 예측하고 그에 따른 범죄위험도를 계측·평가함으로써, 궁극적으로는 셉테드 계획 단계에서 공간 내 범죄위험에 대한 사전 대응 가능



1) 셉테드(Crime Prevention Through Environmental Design; CPTED; 범죄예방 환경설계)란 주요 선진국(미국, 영국, 호주 등)에서 보편적으로 적용되는 기법으로 다학제 간 연계를 통해 도시계획 및 건축설계 시 범죄를 일으킬 수 있는 잠재적 범죄 요인들을 제거하거나 최소화시켜 범죄 불안감을 저감시키고 지역 사회공동체의 활성화 및 상호교류를 강화하기 위한 일련의 노력과 과정들을 지칭

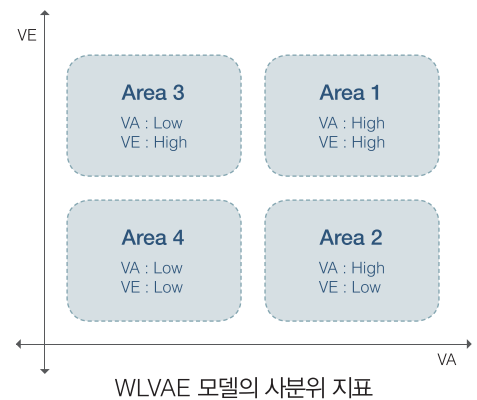
2 활용 모델과 분석지표

■ 활용모델

- 범죄발생 위험을 예측하기 위해 여러 공간분석 방법론 중에서 WLVAE(Weighted and Layered Visual Access & Exposure; 이하 WLVAE) 모델과 VGA(Visibility Graph Analysis; 이하 VGA) 모델을 활용

■ 모델별 분석지표

- WLVAE 모델은 기존 VAE 모델에 인간 시지각 개념을 함수화하여 반영한 모델로 공간 내 자연적 감시 정도를 수치화 함
 - VA(Visual Access) 지표는 시각적 접근을 의미하며 해당 지점에서 다른 지점을 볼 수 있는 정도를 정량적 수치로 표현
 - VE(Visual Exposure) 지표는 시각적 노출을 의미하며 다른 지점에서 해당 지점이 보이는 정도를 정량적 수치로 표현
 - 사분위 지표는 VA, VE 지표를 두 좌표축으로 하는 좌표평면을 가정할 때, 특정 관찰점의 VA, VE 지표값을 좌표로 하는 점이 평면의 어느 영역에 해당하는지를 지표화한 것
 - VE 지표와 사분위 지표는 ‘자연적 감시’의 측면을 반영하는 지표로 볼 수 있으며, 이는 VE 지표가 특정 지점이 가지는 시각적 정보의 제공력을 의미
- VGA 기법은 공간의 시각적 속성을 토대로 가시성 그래프를 작성하고 여기에 기초하여 공간의 연결 관계를 분석
 - 통합도 지표는 여러 선행연구들을 통하여 인간 이동 패턴에 대한 예측력이 상당히 높은 것으로 밝혀진 바 있음
 - 통합도를 통하여 분석 대상지의 사적영역에 대한 동선집중도 및 접근도를 파악하고, 그로부터 해당 영역이 ‘접근통제’ 측면에서 가지는 효율을 분석 가능
 - 통합도는 특정 지점이 다른 지점들로부터 가지는 접근성의 정도를 나타내므로, 특정 공적영역이 주변 거주자들로부터 어느 정도의 접근 용이성을 지니는지를 이들 지표를 통해 파악할 수 있으므로, ‘활동의 활성화’ 측면에서 해당 공적영역이 어느 정도 활성화되어 있는지 또는 활성화될 수 있는지 예측 가능



각 분석지표와 셉테드 실천전략

분석기법	분석지표	셉테드 실천전략
WLVAE 모델	VA, VE, 사분위	자연적 감시 강화
VGA 모델	통합도	접근통제 강화, 활동의 활성화

3 분석 모델 적용 및 해석

■ 분석 방법 및 절차

- 분석을 위한 기초도면 작성
 - 분석대상지에 있는 각각의 건물들 외곽선과 담장, 대문과 같은 개구부 등을 각각 선(line)으로 표현
 - 담장의 실제 높이를 조사하여, WLVAE 분석에 활용할 경우 그 높이에 따라 차폐벽이 되거나 그렇지 않게 될 수 있으므로 이에 따라 구분
 - 담장이 차폐벽으로 기능한 높이는 인간의 평균 눈높이를 고려하여 1.5m로 설정
- 기초도면 격자점 배열
 - 격자점 배열은 직교방향으로 하고, 그 격자점 배열 간격은 2m로 설정
 - 분석 대상지 외곽에 위치하는 공간이 가질 수 있는 경계효과(통계적 바이어스의 일종)를 줄이기 위해 분석 대상지 주변 일정 공간(50m)에 추가적으로 격자점을 배열
- 분석 수행(분석 소프트웨어 활용)
 - 분석 소프트웨어는 VGA 기법에는 ‘SaVisibility v2.5’를, WLVAE 모델에는 ‘SaVAE v1.1’을 활용²⁾
 - 분석 결과는 각 지표별로 격자점과 동일한 위치에 지표값을 의미하는 기호 또는 색상이 있는 점으로 표현
 - 각 지표별 수치를 격자점의 고유 ID값과 함께 문서자료로 출력

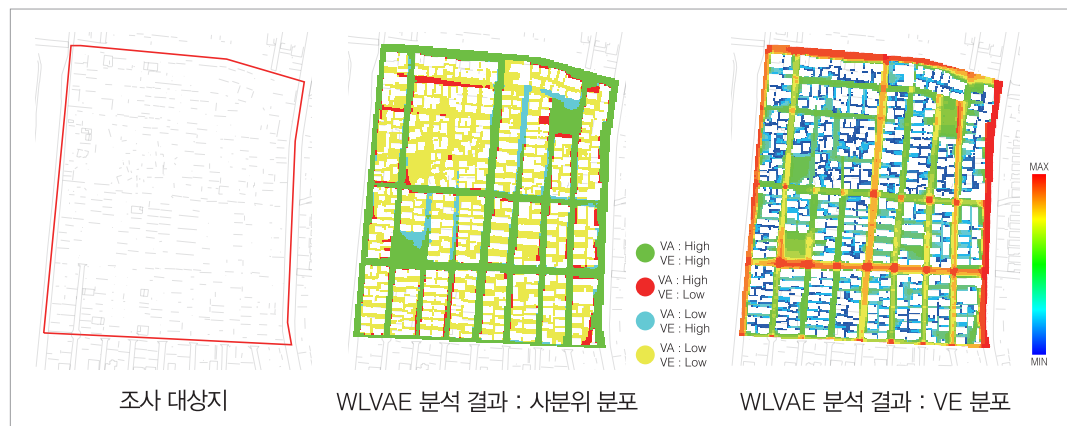
■ 시범평가 대상지 개요

- 제안한 범죄위험 평가기법을 적용할 대상지로 경기도 내 Q시 W동 일대를 선정
 - 접근로, 토지구획 및 필지 정리가 직교형으로 잘 정리된 공간 형태를 보이고 있으나, 필지 구분에서 다소 불규칙한 형태를 띠고 있음

2) 분석 소프트웨어는 <http://ladonara.blogspot.com> 사이트에서 무료로 다운로드 가능하며, AutoCAD 상에서 구동되는 AutoCAD 3rd Party 응용프로그램으로, AutoCAD의 기능을 온전히 활용하면서 각각의 분석기법에 대한 분석을 수행할 수 있음

■ 대상지 전체 자연적 감시 측정 및 분석 결과³⁾

- 남-북으로 가로지르는 가로와 동-서로 가로지르는 가로는 자연적 감시가 활발한 것으로 예측
 - WLVAE 모델의 VE 분석 결과 높은 VE 값이 나타남
- 남-북 가로와 동-서 가로의 교차 지점은 매우 높은 자연적 감시가 예상되며, 이 지점에 범죄안전지도 등 안내시설을 배치하면 효과를 높일 수 있음
 - WLVAE 모델의 VE 분석 결과 매우 높은 VE 값을 보임
- 서북측 블록을 제외한 대부분의 골목길은 자연적 감시가 활발할 것으로 예측
 - WLVAE 사분위 분석 결과 대체로 녹색을 띠고 일부 골목길에서는 하늘색도 나타남
 - WLVAE 모델의 VE 분석 결과 서북측 블록을 제외하면 골목길 공간에서도 녹색 이상의 시각적 노출, 즉 자연적 감시가 가능한 공간으로 나타남
- 대상지 서북측 가로 체계가 불규칙적인 블록의 골목길은 자연적 감시가 취약한 것으로 예상
 - WLVAE 사분위 분석 결과 서북측 골목길은 노란색으로 나타남
 - WLVAE 모델의 VE 분석 결과 매우 낮은 VE 값 나타남
- 대상지 서북측 블록 빨간색 지점은 방범시설 설치에 필요한 지점으로 판단
 - WLVAE 사분위 분석 결과 빨간색으로 나타난 지점은 주변을 잘 볼 수 있고, 주변에서는 잘 보이지 않는 위치임
 - 주변을 잘 볼 수 있는 위치이기 때문에 CCTV 설치에 유리
 - 잠재적 범죄자의 은닉지점으로 활용될 수 있으므로 조명 등 방범시설을 설치할 필요



3) 공간분석모델을 활용한 자연적 감시 측정은 공간 내의 상대적 시지각량 분포를 측정하는 것으로 전체 권역 측정을 통하여 자연감시 취약구역과 우수지역을 선별하고, 구역 측정을 통하여 블록 내의 골목길 간의 비교, 건축물 사이의 이격 공간 등의 미시적 측정을 수행

■ 대상지 구역별 자연적 감시 측정 및 분석 결과

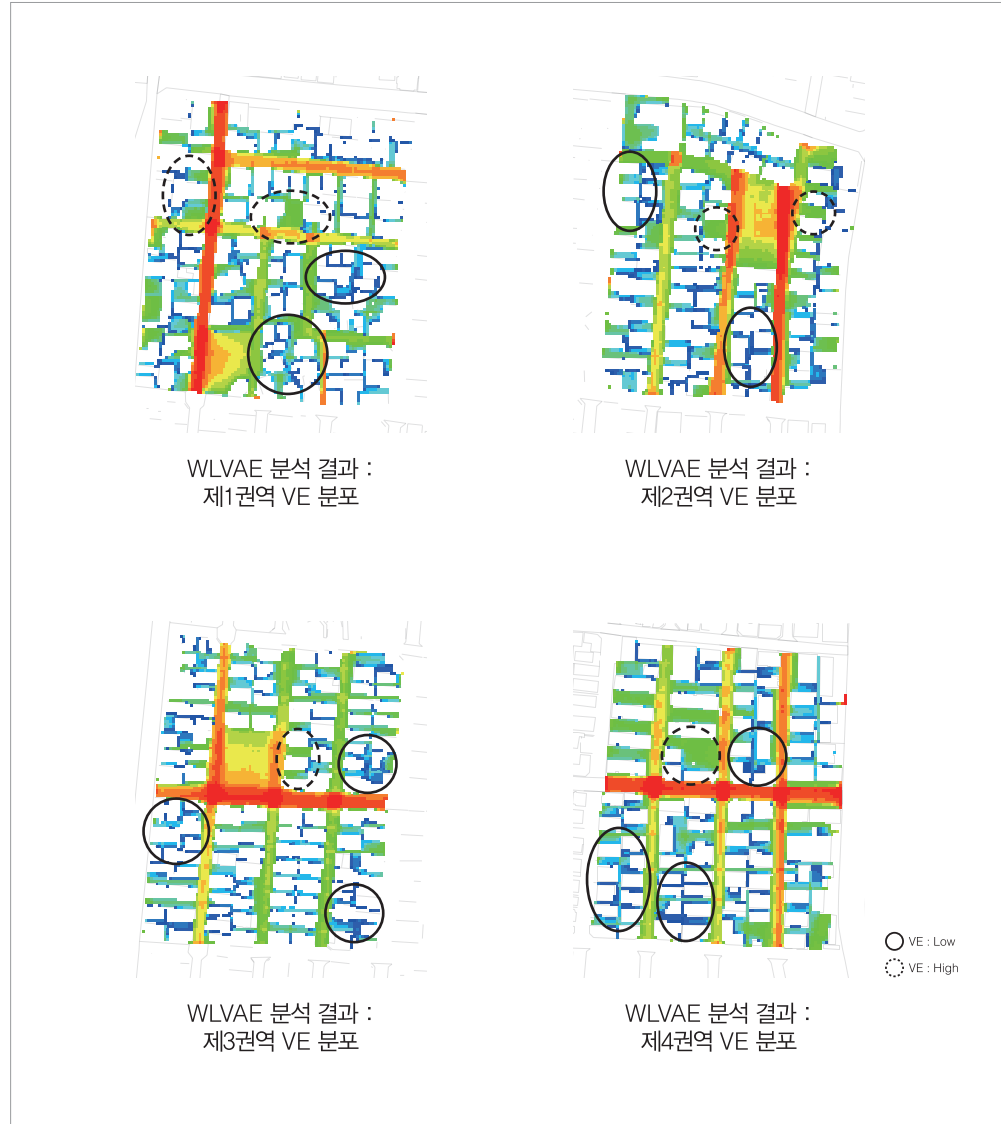
- 실선으로 표시된 지역이 VE값이 낮은 지점으로, 이 공간은 자연적 감시가 취약한 공간으로 예상
 - 자연 감시가 떨어져 범죄위험이 높을 것으로 예측
 - 자연 감시를 보완할 수 있는 CCTV, 반사경 등의 기계적 감시시설을 설치할 필요
 - 경찰 또는 지역 내 방범 조직의 순찰에 포함을 시켜 조직적 감시를 강화할 필요
 - 야간의 경우 VE값이 낮은 지역은 가시성이 더욱 떨어지므로 지역 내 범죄불안감 조성의 원인이 됨으로 방범등 또는 동작감지등 등의 조명시설을 설치할 필요
- 점선으로 표시된 지점은 VE값이 비교적 높아 자연적 감시가 활발할 것으로 예상
 - 자연 감시가 높은 지역으로 상대적으로 잠재적 범죄위험이 낮은 지점임
 - 구역 내 타 지점에서 잘 보이는 지점이기 때문에 마을 안전지도 등 안내시설 설치에 적합하며, 구역 활성화를 위한 운동시설, 휴게시설 등의 설치지점으로도 적합함

■ 대상지 접근통제 측정 및 분석 결과

- 남-북 가로와 동-서로 가로에 면한 건축물은 접근통제 시설을 설치할 필요
 - VGA 분석 결과 통합도가 높게 나타났으며, 일부 골목길에서도 녹색 이상의 통합도가 나타나 해당 가로에 면한 건축물은 사람의 통행이 빈번할 것으로 예상
 - 건축물 출입구, 건축물 간의 이격공간 등에 방범펜스, 출입통제장치 등의 접근통제 시설을 설치할 필요
- 서북측 블록의 골목길은 접근통제 측면에서는 유리하나, 자연 감시 강화를 위한 시설 및 프로그램 필요
 - VGA 분석 결과 통합도가 낮게 나타나, 접근성이 상대적으로 떨어질 것으로 예상
 - 이 근처 주거에서는 접근통제 측면에서 다른 주거들에 비해 이점을 가질 수 있음
 - 낮은 접근성은 인적이 뜸하다는 것을 의미하므로 자연 감시 강화를 위한 프로그램 필요

■ 대상지 활동의 활성화 측정 및 분석 결과

- 서남측에 위치한 소공원과 동북측에 위치한 소공원 주변은 활동의 활성화에 유리한 지역으로 예상
 - VGA 분석 결과 통합도가 녹색 이상으로 나타나 접근성이 높을 것으로 예상
 - 이들 소공원은 접근성이 좋기 때문에 주민 활동을 활성화시키므로 주변 지역에 대한 활동의 활성화 측면에서 유효한 지역으로 판단
 - 자연적 감시도 유리(WLVAE 사분위 분석 결과)



- 대상지 서측에 위치한 주차장은 우범지역이 될 가능성이 높은 지역으로 방법펜스 등의 접근통제 시설을 설치할 필요
 - VGA 분석 결과 통합도가 하늘색 수준으로 비교적 낮은 접근성을 보임
 - 접근성이 떨어져 활동의 활성화를 위한 공동시설 설치 효과가 떨어질 것으로 예상
 - 자연적 감시도 상대적으로 떨어지는 것으로 나타남 (WLVAE 사분위 분석 결과)
 - 접근성과 자연적 감시가 모두 떨어져 우범지역이 될 가능성이 높아 접근 통제시설을 설치할 필요



4 시사점

- 정량적 공간분석모델을 활용하여 대상지의 범죄발생 위험 예측 가능
 - 기존 범죄발생 데이터가 없는 신도시계획 등에 유용
 - 다양한 측면의 물리적 범죄유발 환경에 대한 핫스팟 도출 가능
 - 범죄발생 데이터에 기초한 범죄밀도분석의 대안으로 활용 가능
- 건축 또는 도시 공간의 범죄위험 평가도구로서 공간분석모델 활용 가능성 확인
 - 분석 대상지 내의 세밀한 분석이 가능하며 분석 과정이 명확하고 객관적
 - 분석 결과를 건축 계획적인 접근과 곧바로 연결시켜 활용
 - 분석 과정의 상당부분이 자동화되어 있어 건축계획 사이클의 회전을 향상
 - CAD를 사용할 줄 안다면 비전문가라도 단기 교육만으로 즉시 활용 가능
- 셉테드 관련 사업 외 도시재생사업 등 다양한 공간환경 개선사업에서 활용 가능
 - 범죄발생 위험을 인간행태와 결합한 다양한 공간특성으로 추론
 - 접근성, 통행량, 가시성 등 공간특성에 대한 정량적 분석 가능
 - 정량적 데이터에 기초한 증거기반의 사업계획 수립 가능
- 향후 실제 범죄발생 핫스팟과 공간분석상 핫스팟의 상호 비교 연구가 필요
 - 범죄가 자주 발생하는 지점과 공간분석상의 위험 지점이 다를 가능성이 있음
 - 셉테드는 물리적 환경이 범죄발생의 주 원인이 되는 경우만 적용 가능(침입 범죄)
 - 이를 검증하기 위해서는 위치별 범죄발생자료는 물론이거니와 발생 범죄의 원인과 인과관계를 포함하는 세부 자료가 필요

조영진 부연구위원 (044-417-9692, yjcho@auri.re.kr)

