

다세대주택의 건축 요소에 따른 주거침입 VR 실험 연구

A Virtual Reality Experiment on Residential Burglary in Relation to Architectural Elements of Multi-Family Housing

○서 민 진*

Seo, Min-Jin

강 석 진**

Kang, Seok-Jin

Abstract

This study examines the influence of architectural elements on residential burglary intention through a virtual reality experiment. The results indicate that intention to commit burglary was higher in external stair-corridor types than in piloti structures. Significant differences were also observed depending on the distance between the building and the fence, as well as the facade material of staircases. Furthermore, interview analysis identified four main factors shaping burglary intention: accessibility, natural surveillance, spatial configuration, and security vulnerability. These findings suggest that burglary intention is shaped not by individual elements alone, but by the interaction of architectural and environmental conditions. This provides important implications for CPTED design guidelines.

키워드 : 다세대주택, 범죄예방 환경설계, 주거침입절도, 가상현실 실험, 건축 요소

Keywords : Multi-family Housing, CPTED, Virtual Reality Experiment, Burglary of Residence, Architectural Elements

1. 서론

1.1 연구의 목적 및 배경

경찰청(2025) 범죄통계에 따르면, 교통범죄, 폭력범죄는 2020년 이후 전반적으로 감소한 반면, 지능범죄와 절도범죄는 2022년 이후 증가하는 양상을 보이고 있다. 특히, 연립·다세대주택은 노상에 이어 범죄 발생이 높은 장소로 나타났으며, 2022년 기준 노상 범죄는 전년 대비 9.9% 감소하였지만, 다세대주택에서는 2.1% 증가하였다.

5층 이하 다세대·다가구 주택은 1990년대부터 주변에서 흔히 볼 수 있는 보편적인 주택 유형으로, 소규모 단독필지를 중심으로 확산되었다. 2000년 이후 주차장 설치 기준 강화(세대당 0.7대→1.0대)와 층고 규제 완화는 반지하를 필로티 주차장으로, 옥탑방을 다락방으로 전환하는 계기가 되었다(박기범, 2022). 이에 따라 최근 신축되는 다세대·다가구주택은 반지하가 사라지고 1층 필로티 주차장이 일반화되면서 생활환경의 구조적 변화가 나타나고 있다.

그러나, 원룸형 다세대주택의 경우, 건축법에 따른 대지경계 이격 규정으로 발생한 건물 사이공간이 잠재적 범죄

자의 침입 통로가 되고 있다. 특히, 담장은 세대 창문과 외부 계단에 가까울수록 절도범죄가 세대로 침입하는 수단으로 활용될 수 있어 위험성이 높다. 이러한 문제를 해결하기 위해 범죄예방 환경설계(Crime Prevention Through Environmental Design, 이하 CPTED)의 중요성이 강조되고 있으나, 현행 CPTED 전략이나 범죄예방 건축기준(2019년 개정)은 다세대주택의 구조적 특성을 충분히 반영하지 못하는 한계를 가진다.

한편, 절도는 다른 범죄유형에 비해 환경적, 상황적 요인의 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있으며(Park et al., 2021), 최근 건축 분야에서는 VR(Virtual Reality)이 사용자의 감정과 행동을 이해하는 도구로 활용되고 있다(Azmi, 2025). VR은 현실과 유사한 공간을 통제하거나 조작할 수 있다는 장점을 바탕으로 미시적 관점의 범죄 의사결정 연구에 많이 활용되고 있다(Van Gelder et al., 2017; Nee et al., 2019; Park & Lee, 2023; Van Sintemaartensdijk et al., 2024; Son et al., 2024). 이에 본 연구는 VR 실험을 통해 미시적 관점에서 절도에 영향을 미치는 주택과 주변 환경의 건축 특성에 따른 절도범죄의 침입 의사결정 과정을 분석하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

연구는 다음과 같다. 첫째, 범죄자의 의사결정과 관련된 이론과 선행연구를 고찰하고, 실험에 사용할 다세대·다가구주택의 변수와 속성을 도출한다. 둘째, 현장 조사로 대상 환경을 선정하고, LiDAR 스캔, Revit, SketchUp, Unity

* 경상국립대 일반대학원 건축학전공, 박사수료

** 경상국립대 건축학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : School of Architecture, Gyeongsang National University, cpted@gnu.ac.kr)

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2024-00359723)

를 활용하여 실험 환경을 구축한다. 셋째, VR 실험을 통해 제시된 건물에 대한 참가자(일반인)의 절도 범죄 의사 정도를 측정한다. 마지막으로 인터뷰를 통해 절도 의사 결정에 영향을 준 물리적 요인과 연구 방법적 관점에서 본 실험연구의 가능성과 한계를 분석한다.

2. 문헌 고찰

일상 활동 이론(Cohen & Felson, 1979)은 범죄가 발생하기 위해서는 범죄 의도를 가진 행위자, 범행 대상의 취약성, 방어 주체의 부재라는 세 가지 조건이 동시에 충족되어야 한다고 설명한다. 한편, 합리적 선택 이론(Cornish & Clarke, 1986)은 범죄자를 단순한 충동적 존재로 보지 않고, 범행의 위험과 보상, 기회를 평가한 뒤 합리적인 판단에 따라 행동한다고 설명한다

또한, 환경 범죄학(Environmental Criminology)은 특정 공간의 설계와 배치가 범죄 발생률과 범죄 불안감에 직접적인 영향을 미칠 수 있다고 전제한다. 이 관점에서 건축물의 배치, 담장 및 경계의 형태 등은 자연적 감시와 접근 통제와 같은 설계 원리에 따라 범죄예방 효과를 가져올 수 있다(Jacobs, 1961; Jeffery, 1971; Newman, 1972). 이러한 관점은 이후 상황적 범죄예방 이론(Clarke, 1995)과 범죄 패턴 이론(Brantingham & Brantingham, 1981)으로 확장되었으며, 범죄자는 위험, 노력, 이익을 추정할 수 있는 상황적 단서에 근거하여 범행 여부를 결정한다고 본다(Cornish & Clarke, 2006).

저층 주거지(단독·다세대주택)를 대상으로 한 절도범죄 VR 실험 연구에서는 건물의 구조(필로티 구조 유/무), 담장(높이, 재료, 잠금유형, 위치), 1층 출입구(깊이, 위치, 종류), 1층 출입문(잠금장치 유형, 높이), 창문(방범창 유/무, 가시성), 주차장(주차방식, 위치), 입면 디자인(돌출, 이미지, 노후도), 울타리(재료) 등의 건축 요소가 확인되었다.¹⁾

한편, 실제 절도범과 학생(비전문가)을 대상으로 침입 절도의 전문성이 범죄자의 의사결정 및 행동에 미치는 영향을 분석한 Nee et al.(2015)의 연구에서는 학생들은 정문으로 침입한 반면, 절도범은 대부분 후문으로 진입하여 지켜보는 사람이 적은 경로를 선호함을 확인하였다. 또한, 일반인을 대상으로 절도범을 가정하고, 주요 침입 경로를 조사한 연구(Van Gelder et al., 2017; Van Sintemaartensdijk et al., 2021; Park & Lee, 2023; 2024; Son et al., 2024)에서도 접근통제 및 자연 감시가 낮은 경로를 선택하는 경향이 확인되었다. VR은 주거침입절도 범죄 발생과 관련된 물리적 환경 요인이나 실제 범죄자의 의사결정 과정을 분석하는 다양한 실증 연구에서 활용되어 왔다.

그러나 기존 연구들은 담장의 높이나 재료, 출입구와 창문 특성과 같은 일부 개별 요소에 주로 초점을 맞추었으며, 국내 다세대·다가구 주택의 특수한 구조적 맥락(여전히 존재하는 외부계단, 협소한 건물 사이 공간, 건물과

담장 간 거리 등)은 충분히 반영하지 못한 한계를 가진다.

이에 본 연구는 주거침입 절도범의 의사결정과 다세대주택²⁾의 건축 요소 간의 관계를 접근 통제와 자연 감시의 관점에서 나누어 개별 요소의 차이를 비교 분석하고자 한다.

3. 실험환경 설계

3.1 실험 환경 구축³⁾

실험 주택은 Kim & Kang(2025)의 현장조사를 바탕으로 실제 주택의 구조를 최대한 유지하면서 변수 조작이 가능한 다세대주택 건물 2개를 선정하였다. VR로 구현된 실험 주택은 표1.의 변수와 속성을 반영하여 총 20개(필로티 구조형 16개, 외부 계단·복도형 4개)가 제작되었다.

표1. 실험 주택 변수(속성) 및 적용 예시(일부)

실험 환경			(A) 필로티 구조형		(B) 외부 계단·복도형	
						
구분	변수	속성		A	B	
접근 통제	담장	위치	건물과 1m 이상	O(해당)	X(미해당)	
			건물과 1m 이하	O	X	
		높이	2m 이상	O	X	
			2m 이하	O	X	
	외부 계단	위치	옆 건물과 1m 이상	X	O	
			옆 건물과 1m 이하	X	O	
자연 감시	담장	재료	블록	O	X	
			벽식	O	X	
	계단실 입면	재료	투명	O	X	
			불투명	O	X	
	외부 계단, 복도 난간	재료	철제(보이드)	X	O	
			벽식(솔리드)	X	O	
외부 계단, 복도 난간 재료			옆 건물과 외부 계단의 거리			
철제 난간		벽식 난간	1m 이하	1m 이상		
						
담장 높이+재료			담장과 건물의 거리			
2m 이하+벽식		2m 이상+블록	1m 이하	1m 이상		
						

2) 본 연구에서는 편의상 다세대주택과 다가구 주택을 모두 ‘다세대주택’으로 통합하여 표기하였으며, 실험에서는 이를 필로티 구조형과 외부 계단·복도형으로 구분하여 적용하였다.

3) 실제 주택을 반영하기 위해 LiDAR 스캔을 통해 건축물의 점군 데이터를 수집하고, 3D 모델링에 필요한 주요 정보를 추출하였다. 이후 Recap을 활용하여 데이터를 편집하고, Revit에서 개구부와 외벽을 구축한 뒤 SketchUp에서 나머지 건축 요소를 보완하였다. 또한 현장조사 사진을 참고하여 배관설비, 천장 마감, 주차구역 등의 재료와 디테일을 반영하였다. 최종적으로 완성된 3D 모델은 fbx 파일로 변환하여 Unity에서 텍스처 작업을 진행하였으며, Build 파일로 저장하여 실험에 활용하였다.

1) 나머지 물리적 요소는 설비 및 시설에 해당하는 CCTV(유/무), 보안 시스템 안내사인(유/무), 옥외배관(위치, 덮개 유형), 실외기(유/무, 위치)와 조경 식재 정도가 확인되었다.

3.2 실험 설계

실험의 시간적 범위는 침입 절도 범죄 발생이 많은 오후 3시로 설정하였다. 실험 참가자는 주어진 주택을 탐색한 뒤, 각 주택에 대한 침입 절도 실행 의사를 응답하였다. 효율적 진행을 위해 한 번에 체험하는 주택의 수를 10채로 제한하였으며, 참가자는 무작위로 혼합·분배된 두 개의 실험 환경을 모두 체험하였다. VR 장비는 Vive Focus Vision(HMD)을 사용하였으며, 이동은 컨트롤러의 텔레포트 기능을 활용하였다.

시나리오는 참가자가 ‘금전적 동기가 있고 범행 경험이 있는 절도범’이라고 가정하는 설정으로 구성하였다. 진행자는 참가자가 각 주택 탐색을 마칠 때마다 “지금 보시는 주택을 절도할 의향이 있으십니까?”라는 질문을 제시하였고, 참가자는 1점(전혀 그렇지 않다)에서 7점(매우 그렇다)까지의 리커트 척도로 응답하였으며, 응답은 진행자가 직접 기록하였다.

본 실험은 파일럿으로 G대학 VR 체험실에서 일반인 8명을 대상으로 2025년 9월 9일과 11일에 동일한 조건으로 수행되었다. 절차는 1) 개요 소개 및 사전 설문(5분), 2) 컨트롤러 조작 설명 및 초점 조정(5분), 3) VR 실험(20분~30분), 4) 인터뷰(5분), 5) 사후 설문(5분) 순으로 진행되었다.

표2. 실험 환경



4. 실험 결과

4.1 피험자의 개인적 특성

참가자의 성별은 남성 4명(50.0%), 여성 4명(50.0%)이고, 연령은 20세 이상 30세 미만(4명, 50.0%), 30세 이상 40세 미만(3명, 37.5%), 40세 이상(1명, 12.5%) 순이었다. 안경을 쓴 피험자는 4명(50.0%), 가족 또는 지인의 절도 범죄 피해 경험이 있는 사람은 3명(37.5%), VR 경험이 있는 피험자는 7명(87.5%)으로 나타났다.

4.2 건축 요소 유형별 절도 의사

건축 요소에 따른 절도 의사 차이를 분석하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 먼저 주택 유형에 따른 절도 의사 차이는 표3과 같다. 분석 결과 절도 의사는 주택 유형에 따라 유의한 차이를 보였고($t=-4.149$, $p<.001$), 외부 계단·복도형($M=5.56$)이 필로티 구조형($M=4.16$)보다 절도 의사가 높았다.

표3. 다세대주택 유형별 절도 의사
(1점=전혀 그렇지 않다, 7=매우 그렇다)

구분	평균	SD	N	t
필로티 구조형	4.16	1.727	128	-4.149***
외부 계단·복도형	5.56	1.664	32	

*** $p<.001$

담장 및 계단실은 필로티 구조형에만 해당한다. 분석 결과, 담장은 위치($t=-1.966$, $p<.05$), 계단실은 입면 재료($t=-2.289$, $p<.05$)에 따라 유의한 차이를 보였다. 담장은 건물과의 거리가 1m 이하일 때($M=4.45$), 계단실은 입면 유리가 불투명할 때($M=4.50$) 절도 의사가 더 높게 나타났다.

한편, 담장의 높이와 재료에서는 통계적으로 유의한 차이가 확인되지 않았으나, 평균값 비교 결과 2m 이상 담장은 4.34, 2m 이하는 3.97, 블록 담장은 4.38, 벽식 담장은 3.94로 나타났다.

인터뷰 결과에 따르면, 담장의 높이가 2m 이하일 경우 발각 위험성이 더 높을 것 같다고 인식되었으며, 블록 담장은 높이에 상관없이 구멍을 뚫고 2층으로 침입하기 용이할 것 같아 절도 의사가 높게 나타난 것으로 확인되었다. 추후 본 실험에서는 다른 재료 및 형태로 자연 감시에 대한 추가 확인이 필요하다.

표4. 담장 및 계단실 유형별 절도 의사
(1점=전혀 그렇지 않다, 7=매우 그렇다)

건축 요소		구분	평균	SD	N	t
담장	위치	건물과 1m 이상	3.86	1.772	64	-1.966*
		건물과 1m 이하	4.45	1.642	64	
	높이	2m 이상	4.34	1.748	64	1.231
		2m 이하	3.97	1.699	64	
담장	재료	블록	4.38	1.768	64	1.439
		벽식	3.94	1.670	64	
계단실 임면	재료	투명	3.81	1.552	64	-2.289*
		불투명	4.50	1.834	64	

* $p<.05$

외부 계단과 난간은 외부 계단·복도형에만 해당한다. 분석 결과, 외부 계단의 위치와 난간의 재료는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 다만, 평균값을 비교한 결과 외부계단이 옆 건물과 1m 이하로 인접할 경우 5.63, 1m 이상 떨어진 경우 5.50으로, 거리가 가까울수록 절도 의사가 높게 나타났다.

인터뷰를 통해, 외부 계단·복도형의 주 침입 경로는 건물 사이 공간의 담장을 뚫고 외부 계단으로 접근하는 것이 확인되었으며, 거리가 가까울수록 외부에 노출된 벽, 난간, 배관 등을 잡거나 던기가 용이하기 때문에 절도 의사가 높게 나타난 것으로 추론된다.

반면, 난간의 경우 벽식 난간($M=5.75$)이 철제 난간($M=5.38$)보다 절도 의사가 높은 것으로 나타났다. 인터뷰에서는 철제 난간이 잡기에는 용이하지만 발각 위험이 클 것 같다는 의견이 제시되었으며, 일부는 벽식 난간일 경우 시야 확보가 어려워 상황 파악이 제한되므로 철제 난간이 범죄 계획 수립에 더 유리할 수 있다는 응답도 확인되었다.

표5. 외부 계단 유형별 절도 의사
(1점=전혀 그렇지 않다, 7=매우 그렇다)

건축 요소		구분	평균	SD	N	t
외부 계단	위치	옆 건물과 1m 이상	5.50	1.673	16	-0.209
		옆 건물과 1m 이하	5.63	1.708	16	
외부 계단, 복도 난간	재료	철제(보이드)	5.38	1.893	16	-0.631
		벽식(솔리드)	5.75	1.438	16	

4.3 절도 의사 영향 요인 인터뷰

인터뷰 결과, 절도 의사에 영향을 미친 건축 요소는 크게 네 가지로 유형화되었다. 첫째, 접근 용이성은 총 4건(50.0%)으로 가장 빈번하게 언급되었다. 창문과 담장 사이의 거리, 배관·실외기의 유무, 발판 역할을 하는 난간이나 담장 높이 등이 주요 내용으로 나타났다. 한 피험자는 “창문과 담장 사이에 배관과 실외기가 있어 담장에 올라갈 수 있다”고 응답하여, 침입 과정에서 물리적 지지 요소의 중요성을 강조하였다.

둘째, 노출 및 자연 감시 요인은 3건(37.5%)에서 확인되었다. 이는 주변 건물이나 주민의 시선, 발각 위험성 여부가 절도 의사결정에 영향을 미친다는 점을 보여준다. 피험자 3은 “주변 건물의 창문으로부터 내가 보이지 않고, 담장과 배관으로부터 창문으로 접근이 용이한지를 살펴보았다”고 응답하였다.

셋째, 공간 배치 및 거리 요인 역시 3건(37.5%)에서 나타났다. 건물 간 협소 공간, 담장과 창문의 근접성, 대로변이나 코너 위치 등 공간적 맥락이 주요 고려 대상으로 확인되었다. 피험자 6은 “신축 건물들은 건물 간 사이공간이 좁아 담장을 딛고 배관이나 창틀에 매달릴 수 있다”고 응답하였다.

마지막으로, 보안 취약성 요인은 2건(25.0%)으로, 방법 창 유무, 창문 잠금장치, 난간 재료와 같은 보안적 요소가 영향을 미쳤다.

이상의 결과를 정리하면, 개별적 물리 요소만이 아니라, 주거지의 건축적 맥락에서 접근성과 노출성, 보안 수준이 상호작용하며 절도 의사를 형성한다는 점을 시사한다.

표6. 절도 의사에 영향을 준 건축 요소 인터뷰(N=8)

유형	내용	명(%)
접근 용이성	창문-담장 거리, 배관·실외기 유무, 발판·난간 등	4(50.0)
노출 및 자연 감시	주변 건물·주민 시선, 발각 위험성	3(37.5)
공간 배치 및 거리	건물 간 협소 공간, 담장·창문 근접성, 대로변·코너 위치	3(37.5)
보안 취약성	방범창 유무, 창문·난간 형태	2(25.0)

4.4 VR 실험의 타당성

VR 실험의 타당성을 검증하기 위해 Son et al.(2021)의 평가지표를 활용하였다. 분석 결과, 물리적 공간감의 평균은 4.21, 몰입감은 4.46으로 전반적으로 긍정적인 평가가 확인되었다. 반면, 생태학적 타당성은 평균 3.79로 다른 문항에 비해 낮은 수준을 보였으며, 특히 “제시된 상황은 자연스러워 보였다” 항목은 3.13으로 가장 낮게 나타났다. 이는 본 실험의 VR 환경에서 실재감을 강화할 필요성을 시사한다.

한편, VR 실험에 따른 부작용 평균은 2.06으로 전반적으로 낮은 수준으로 나타났다. 구체적으로 어지러움과 눈의 피로감은 2.38로 확인되었는데, 이는 일부 참가자가 컨트롤러 조작에 어려움을 겪은 경험, 그리고 VR 환경에서 텍스트 오류로 인한 깜빡임 현상에 영향을 받은 결과로 해석된다.

Table 7. VR 실험 사후 설문
(1점=전혀 그렇지 않다, 5점=매우 그렇다)

	구분	평균
물리적 공간감	나는 제시된 상황에 실제로 존재한다고 느꼈다	4.38
	나는 제시된 장소에 다녀온 느낌이다	4.38
	나는 VR에서 등장하는 사람이나 사물과 접촉할 수 있을 것 같다고 느꼈다	3.88
몰입감	나는 제시된 상황에 몰입했다	4.75
	나는 실험을 즐겼다	4.38
	실험을 통한 경험은 강렬했다	4.25
	VR의 내용은 있을법한 상황으로 보였다	4.50
생태학적 타당성	제시된 상황은 자연스러워 보였다	3.13
	상황에 등장하는 사람이나 사물이 실제와 가깝다는 느낌을 받았다	3.75
부작용	나는 실험 중 어지러움을 느꼈다	2.38
	나는 실험 중 메스꺼움을 느꼈다	1.63
	나는 실험 중 두통을 느꼈다	1.88
	나는 실험 중 눈의 피로를 느꼈다	2.38

5. 결론

본 연구는 VR 실험을 통해 다세대주택(필로티 구조형, 외부 계단·복도형)의 건축 요소에 따른 주거침입 절도 의사 차이를 분석하였다. 분석 결과, 외부 계단·복도형이 필로티 구조형보다 절도 의사가 높게 나타났으며, 담장과 건물 간 거리와 계단실 입면 재료에 따라서도 유의한 차이가 확인되었다.

또한, 인터뷰 결과 절도 의사 형성에는 접근 용이성, 노출 및 자연 감시, 공간 배치, 보안 취약성이 반복적으로 제시되었다. 이는 절도 의사결정이 단일 요소가 아닌 공간적 맥락과 보안 취약 요인의 상호작용 속에서 형성됨을 보여준다. 아울러 담장과 배관의 관계, 실외기 위치, 방범창 유무 등 설비·시설에 해당하는 추가 요인도 확인되었다.

따라서 향후 연구에서는 변수 확장, VR 환경의 실재감 제고, 표본 수 확대 등을 통해 보다 정밀한 실험 환경을 구축할 필요가 있다. 본 연구는 국내 다세대주택의 실제 맥락을 반영한 파일럿 실험으로서, CPTED 설계 기준 보완을 위한 기초자료를 제공한다는 점에서 의의가 있다.

참고문헌

1. Azmi, A., & Mohamad, S. M. S. (2025). Investigating Immersion and Presence in Virtual Reality for Architectural Visualization. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*, 16(1).
2. Kim, G. W., & Kang, S. J. (2025). Assessing Surveillance and Access Control Factors Impacting Burglary In Multi-Family Housing From a CPTED Perspective. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 41(4), 141-152.
3. Son, D., Im, B., Her, J., & Kim, S. N. (2024). Effects of CPTED Principles on Intention to Burgle in High-Density Low-Rise Residential Areas of South Korea: A Virtual Reality Experiment. *Sage Open*, 14(4), 21582440241296723.
4. 박기범. (2022). 동네에 답이 있다. 집.