

고밀형 저층주거지 범죄예방을 위한 지능형 CPTED 기술요소 선정에 관한 연구

A Study on the Selection of Intelligent CPTED Technology Elements for Crime Prevention in High-Density Low-Rise Residential Areas

최우철* · 나준엽** · 이상경***

Choi, Woo Chul · Na, Joon Yeop · Lee, Sang Kyeong

Abstract

This study presents an intelligent CPTED concept that incorporates advanced crime prevention technology to improve the effectiveness of CPTED application in high-density low-rise residential areas where urban design approaches are difficult during urban regeneration projects. After selecting CPTED design elements and intelligent crime prevention technology for high-density low-rise residential areas, the final intelligent CPTED technology elements were derived by combining spatial design elements and technical elements convergence and complex. The urban control element suggested in this paper, an essential element for the implementation of an intelligent CPTED, is consolidated with futuristic technologies/services, such as a platform based on a control center, AI video analysis, a mobile app for residents, and 112 automatic connections, which then enables the scientific monitoring of areas requiring crime control or a whole city. In addition, in consideration of the actual practical use of intelligent CPTED technology elements, the application plan as an index and the system/service application plan of technology elements through cluster classification were presented together.

주 제 어: 지능형 CPTED, 범죄예방환경설계, 지능형 방범기술, 기술요소 선정, 고밀형 저층주거지

Keyword: Intelligent CPTED, Crime Prevention Through Environment Design, Intelligent Crime Prevention Technology, Selection of Technology Elements, High-Density Low-Rise Residential Areas

* 한국건설기술연구원 전임연구원(주저자: wcchoi@kict.re.kr)

** 한국건설기술연구원 연구위원(공동저자: naz@kict.re.kr)

*** 가천대학교 도시계획 · 조경학부 교수(교신저자: skylee@gachon.ac.kr)

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

1960년대 미국의 도시 재개발에 따른 범죄문제가 대두되면서 Jacobs(1961), Newman(1972) 등에 의해 제안된 범죄예방환경설계(Crime Prevention Through Environmental Design, 이하 CPTED)는 공간 및 범죄 특성이 고려된 다양한 기법이 접목되며 현재까지 꾸준히 발전되어 왔다. 국내의 경우 2000년대 이후 정부 주도 하에 CPTED가 법제화되었고, 이후 도시재생사업의 세부사업 또는 지자체 자체적으로도 활발히 도입되고 있다. 하지만 국내 CPTED사업은 새롭게 조성되는 계획도시·개발지역, 신축 건축물에 한정되어 기존 도시에 밀집되어 있는 저층주거지(이하 고밀형 저층주거지)에는 적극적으로 도입되고 있지 않다. 지자체 자체 사업, LH공사의 도시재생 프로젝트 등을 통해 기존 고밀형 저층주거지에도 CPTED가 적용되는 사례가 늘고 있긴 하나, 신개발지 또는 아파트단지에 비해 고밀형 저층주거지는 디자인요소 적용을 위한 도시설계적 접근이 어려운 한계가 있다. 공급 확대에만 초점이 맞춰져 협소한 도로폭, 오픈스페이스의 부족, 기존 건물의 일률적 배치 등에 의해 추가적인 공간적 범죄예방 도시설계가 어렵기 때문이다. 이를 극복하기 위한 방법으로 고밀형 저층주거지에 CCTV의 집중 배치 등을 통한 방법기술이 투입되고 있으며, 특히 생활밀착형 도시재생 스마트기술 지원사업, 스마트도시형 도시재생 사업 등 정부 주도 정책이 추진되고 있다. 하지만 대부분의 CPTED사업은 공간적 고려없이 단순한 전략의 반복과 단기적 성과 위주의 운영 등에 따라 그 효과에 대한 제고가 필요한 상황이다(심명섭, 2017). 공동주택단지에 대한 계획 및 평가요소 연구(이경훈 외, 2012; 반상철·신희택, 2014; 유복희 외, 2016), 다세대·다가구주택 등 고밀형 저층주거지의 계획기준 및 인증, 사후평가 등 거주유형별 지표 관련 연구(최우철·나준엽, 2017; 김용국·조영진, 2018; 박현호 외, 2018)는 진행된 바 있으나, 방법기술의 적용과 공간 및 구현요소를 함께 고려한 연구는 부족한 실정이다. 고밀형 저층주거지의 범죄예방 효과를 극대화하기 위해서는 방법기술의 접목이 필수이며, CPTED의 거주유형 뿐 아니라 공간적·기술적 요소가 함께 고려되고 분류체계를 갖추어 적용되어야 제대로 작동할 수 있다. 이에 본 논문은 공간적 구성, 기술의 적용사항이 종합적으로 고려되며 고도화된 지능형 방법기술이 접목된 지능형 CPTED 기술요소를 선정하여 현장 운영을 위한 체계적인 지표를 제시함을 목적으로 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 도시재생사업의 주요 대상 사업지로서, 다세대·다가구 주택, 원룸 밀집지역 등 범죄가 주로 발생되며 공공의 관리가 필요한 고밀형 저층주거지이다. 주로 노후화된 5층 이하의 저층주택이 밀집된 주거지로서 서울의 경우 단독주택(46%), 다가구주택(31%), 다세대주택(19%), 연립

주택(4%) 등 약 337,000동이 형성되어 있으며, 이 중 30년이 넘는 노후주택이 1/3 이상을 차지하고 있다(맹다미 외, 2017). 특히, 다세대·다가구주택은 1984년(다세대), 1990년(다가구) 주택공급정책의 일환으로 추진되었지만, 공급 확대에만 초점이 맞춰지면서 사생활 침해, 오픈스페이스 소멸, 도로폭 협소, 주차시설 부족 등 주거환경 측면에서 많은 문제점이 발생되었다(최우철, 2018). 이에 본 논문에서는 고밀형 저층주거지를 ‘주로 노후화된 단독, 다세대/다가구, 연립주택 등 5층 이하의 저층주택이 밀집된 주거지로서 기반시설과 필지 여건이 불량하여 범죄에 취약하고, 주민 자력에 의한 주거환경 개선이 어려움에 따라 공공의 체계적인 관리가 필요한 지역’으로 정의하고자 한다.

연구 방법을 살펴보면, 먼저 도시설계적 접근이 어려운 고밀형 저층주거지의 범죄예방 한계 극복을 위해 고도화된 방법기술이 접목된 지능형 CPTED 개념을 제시한다. 이를 구현하고자 고밀형 저층주거지 대상의 CPTED 디자인요소와 지능형 방법기술을 선정한 뒤, 보고식별번호 코드화 작업을 기반으로 융·복합적 결합과정을 통해 지능형 CPTED 기술요소를 선정한다. 구체적으로 살펴보면, 지자체, 공공기관에서 발간된 저층주거지 관련 CPTED 가이드라인을 기반으로 기술 적용이 불가한 항목과 중복요소를 제외하여 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소를 선정한다. 해당 CPTED 디자인요소와 방법 관련 선행연구를 통해 선정된 지능형 방법기술을 결합하여 최종 지표인 지능형 CPTED 기술요소를 선정한다. 이 과정에서 CPTED 원리 기반의 건축도시계획요소를 도출하여 지능형 CPTED 기술요소의 분류 기준으로 설정하며, 그룹핑되는 요소별 보고식별번호(Report Identification Number, 이하 RIN) 기반 식별코드를 부여하여 체계적인 지능형 CPTED 기술요소를 선정하고자 한다(그림 1).

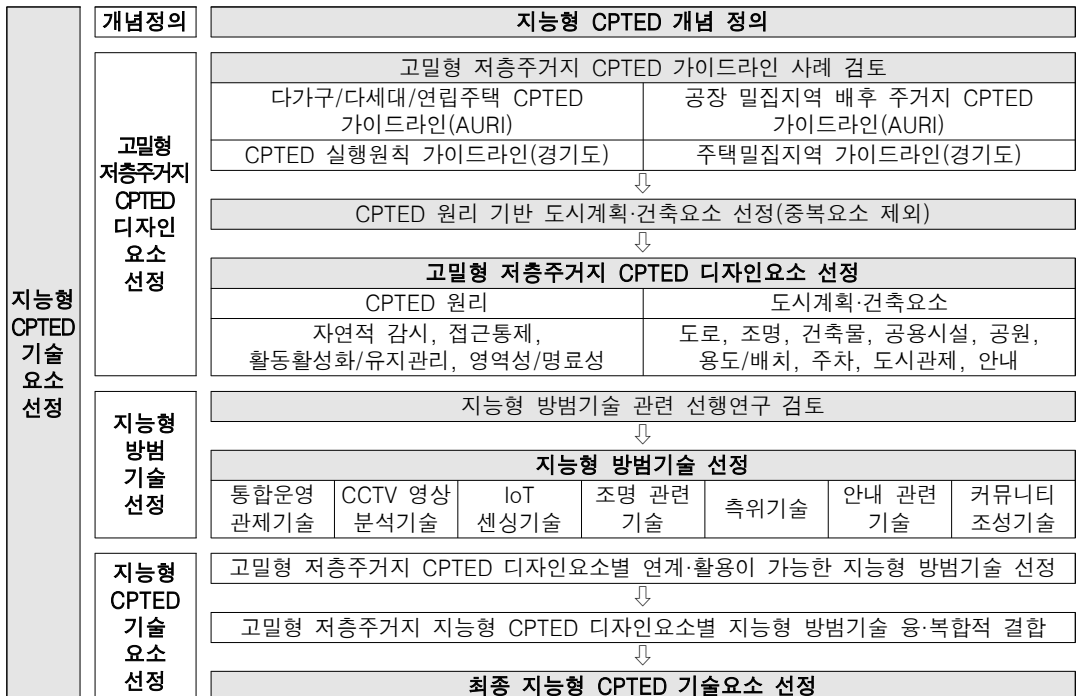


그림 1. 연구의 틀

II. 지능형 CPTED 개념 정립

1. CPTED 개념 및 구성원리

CPTED는 1960년대 미국의 도시 재개발에 따른 범죄문제가 대두되면서 이를 해결하기 위한 목적으로 Jacobs(1961), Newman(1972) 등에 의해 제시되었다. Jacobs(1961)는 도시공간의 다양성과 범죄 발생의 관련성 등 도시환경에 대한 포괄적 문제를 제기하였다. 이를 해결하기 위한 방법으로 공간의 복합적 사용, 가로의 시간대별 활용, 밀집도 등의 개선방안을 제시하였다. Newman(1972)은 ‘Defensible Space Theory’, 즉 소유공간의 자연감시, 개별관리 등 도시의 물리적 환경변화를 통해 범죄예방이 가능하다는 방어적 공간이론을 제시하였다. 두 연구는 도시환경과 범죄, 안전의 관계성을 인식한 CPTED 초기 연구로 볼 수 있다. 이후 CPTED는 공간 특성이 고려된 다양한 기법들이 접목되며 꾸준히 발전되어 왔다. 국내의 경우 2000년대 이후 정부 주도의 도시재생사업¹⁾이 추진되었으며, 낙후된 저층주거지 위주의 근린재생형 도시재생 사업지가 하나의 축을 이루며 범죄 예방을 위한 CPTED 적용에 관한 연구 역시 활발히 진행되었다. 제창휘·우신구(2023)의 연구에서는 총 7개의 사업추진전략 중 본 연구와 관련 깊은 기반시설·교통·안전 전략이 일반근린형, 주거지지원형에서 2순위로 나타났다. 도시재생뉴딜 사업 공모유형 중 경제기반형, 중심시가지형 등 타 유형에 비해 저층주거지로 조성된 일반근린형, 주거지지원형의 해당전략 우선순위가 높게 나타난 것으로, 본 연구의 범위인 고밀형 저층주거지에 대한 안전, 방법, 이와 관련한 기반시설 구축이 필요한 것으로 볼 수 있다. 정지은(2022)은 머신러닝 기반으로 쇠퇴도시 예측 연구를 수행하였는데, 도시쇠퇴는 주로 기성시가지, 즉 저층주거지에 주로 나타나며 물리적 노후도를 반영하는 노후주택비율이 중요한 요인으로 분석되었다.

도시재생지역 CPTED 적용 연구를 살펴보면, 김연수(2013)는 CPTED를 포함하는 도시재생사업이 범죄두려움에 영향을 미치는 과정을 분석하였다. 도시재생사업에서 주민의 범죄안전인식을 고려할 때 물리적인 환경개선이 선행되어야 하고, 이를 위한 실천적 정책개발을 제언하였다. 김학범(2017)은 도시재생 지역의 CPTED 요소에 대한 실태분석 연구를 수행하였다. 물리적 환경조성을 강조하는 1세대 CPTED의 경우 범죄예방 관련 시설의 확충, 스마트 기술의 활용을 제언하였으며, 사회 구성원들간 균형 및 다양성, 사회적활동 등 사회안전화를 강조하는 2세대 CPTED는 커뮤니티 공간의 구축, 주민참여 프로그램 운영을 강조하였다. 이밖에 도시재생 및 CPTED의 자치입법 제안(조성제, 2019), CPTED가 고려된 도시재생 사업지 선정지표 개발(김도우, 2019), CPTED를 이용한 도시재생방안(김신혜 외, 2021) 등 CPTED 적용 관련 연구가 꾸준히 진행되어 왔다.

최근 CPTED 구성원리 연구를 살펴보면, 방어적 공간이론을 기반으로 자연적 감시, 영역성 강화,

1) 2007년 도시재생사업단 출범 이후 2013년 도시재생 특별법 제정, 도시재생사업 추진, 도시재생뉴딜사업 등 정부 주도의 도시재생사업이 활발히 추진되었다.

접근통제, 명료성 강화, 활동 활성화, 유지관리 등 총 6개의 구성요소가 제시되었다(최우철·나준엽, 2017). 각각의 원리는 독립적으로 활용되기보다 서로 중첩되고 상호 보완적 관계 구성을 원칙으로 한다(Yeom and Hong, 2017). 자연적 감시는 공적공간에 대하여 시각적 접근, 노출이 최대화되도록 조명, 건축물 배치, 조경식재 등을 통해 범죄행위를 위축시키는 원리이다. 영역성은 지역주민들이 그들의 권리를 주장할 수 있는 가상의 영역으로 조정, 울타리, 표지, 조명 등을 통해 일정 지역에 대한 소유권을 표시하는 것이다. 이를 통해 잠재적 범죄자가 감시받거나 제지당할 수 있음을 인식하여 범죄 욕구를 억제시키는 원리이다. 접근통제는 입출구, 조명, 울타리 등의 시설물을 적절히 배치하여 일정 보호공간에 타인이 오가는 것을 통제함에 따라 잠재적 범죄자의 진출입을 차단시켜 범죄를 예방하는 원리이다. 활동 활성화는 일정지역에 주민의 활발한 사용을 유도·자극함으로써 자연스러운 감시를 강화하여 범죄 발생 감소 및 안전감을 도모하는 원리이다. 유지관리는 어떠한 시설물, 공공장소의 지속적인 운영을 위하여 관리가 쉽도록 계획, 설계하여 사용자의 일탈행동을 자제시키는 원리이다(Yeom and Hong, 2017). 명료성은 공간, 시설이 본래 계획대로 이용될 수 있도록 분명한 표시, 정보를 제공하는 방법으로 안내 표지판이 그 대표적인 예이다(Yeom and Hong, 2017). 해당 6가지 CPTED 구성원리가 조화롭게 적용될 경우 그 효과가 크고 실용적일 것으로 판단된다.

2. CPTED 사업의 한계 및 발전방향 연구

신재현·김상운(2017)은 CPTED는 범죄예방 업무이나 지방자치단체의 업무는 주로 건축 행정이므로, 실무와 이론의 차이에 따른 현장 적용에 어려움을 보이는 한계를 제기하였다. 또한 지자체 CPTED의 소규모 사업범위, 전문성 및 복합 치안서비스 요구 대응의 어려움 등의 문제점을 해결하기 위한 방안으로 전문 치안 컨설턴트인 범죄예방진단팀(CPO, Crime Prevention Officer)의 강화방안을 제시하였다. 심명섭(2017)은 지역단위에서의 CPTED 중추역할을 하는 기관인 지자체와 경찰 간 협업 관계의 발전방안을 제시하였다. 현행 CPTED 정책의 문제점으로는 단기적 성과 도출을 위한 이벤트성 사업(예. CCTV, 비상벨 등 방범시설물 양적 증가, 벽화 그리기 등 일회성 사업), 범죄정보 부족으로 인한 지역 맞춤형 CPTED 적용 미흡 등이 제기되었다. 위 논문들은 공통적으로 CPTED 자체는 도시계획 및 건축 분야로 볼 수 있으나, 범죄예방 자체는 주로 경찰의 소관임에 따라, 지자체 주도 하에 도입되는 CPTED의 전문성 미흡에 대한 한계를 적시하였다. 현재의 정부 및 지자체에서 추진되는 CPTED는 도시재생 및 도시디자인 업무 영역임에 따라 방범기술 적용, 지자체 관제센터 활용 등 범죄예방 관련 전문성 강화를 위한 방안 모색이 필요할 것으로 판단된다. 조영진 외(2021)는 112 신고 데이터와 현장조사 자료를 기반으로 저층주거지 내 범죄예방 환경조성 시설 및 기법의 효과성 실증 연구를 수행하였다. 가로 단위 시설에서는 가로용 조명이 범죄예방 효과가 유의미하였으나, 20m 반경 내 가로용 방범 카메라, 비상벨 또는 반사경은 유의미한 영향관계가 나타나지 않았다. 필지 단위 시설·기법을 살펴보면, 주차장 내 방범 카메라와 건축물 출입통제장치가 유의미하게 확인된 반면, 주차장 내 조명 및 재귀반사피, 미러시트, 담장도색, 방범덮개는 유의미하지 않았다. 박수훈 외(2021)는 저층주거지 물리적 환경의

야간 범죄두려움 인지에 영향을 미치는 시각적 요인 분석 연구를 수행하였다. 주요 시사점 중 하나로서 CPTED 사업은 주로 범죄발생이 높은 곳에 조성되기 때문에, CPTED 사업으로 조성된 안전시설물이 범죄에 대한 두려움을 저감시키는데 효과적이지 못하였음을 도출하였다. CCTV 설치에 따른 범죄 감소효과를 검증한 연구도 다수 있으나(Lim and Wilcox, 2017; Jang et al., 2018), 위 연구들을 통해 고밀형 저층주거지를 대상으로 단순한 CPTED 시설 및 기법 적용이 직접적인 범죄예방효과로 이어지진 않는 것을 알 수 있었다.

Mahdi et al.(2020)은 CPTED의 지속 가능한 사회적 안정을 위해서는 사회적 지속 가능성, 사회적 신뢰 및 결속이 뒤따라야 한다고 강조하였다. 이를 위해 지역적 특성을 강조시키는 시설 인프라 구축, 사회 문화 프로그램 개최, 사회적 장소 조성, 관계 강화 등 공공의 개입이 필요하다고 주장하였다. 민연경 외(2015)에 따르면 저층주거지에서의 지역치안협의체 운영이 범죄 감소에 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. CPTED 시설 확장 뿐 아니라 협의체 운영, 커뮤니티 조성 등 소프트웨어적 접근 역시 범죄예방 효과 개선에 필요한 요소라는 것을 알 수 있었다. Atlas(2013)는 “21th Century Security and CPTED”를 통해 도시 설계자는 방법 개념이 접목되어 아키텍처 요소와 방법기술이 균형잡힌 CPTED 전략, 즉 방법 통합 솔루션의 결합이 필요하다고 주장하였다. 이를 위해 도시 설계자는 고도화된 방법기술에 기반한 과학적 범죄예방을 고려하여 도시/건물의 방법, 안전 취약성, 리스크에 중점을 뒤야 함을 강조하였다. Grabosky는 ABC 라디오 The Science of Crime Control 코너를 통해 과학이 CPTED 관련 범죄 통제에 정보를 제공하기 시작했다고 주장하였다²⁾. 위 연구들을 살펴봤을 때 사회적 안정의 효과성 증대를 위한 중앙 관제적 컨트롤타워 대응체계, 협의체 운영과 같은 소프트웨어적 접근, 고도화된 방법기술 및 범죄정보 빅데이터 등을 활용한 방법 통합 CPTED 전략이 동시에 필요할 것으로 판단된다.

CPTED에 접목되는 방법기술은 방법시스템, IoT 및 조명, 빅데이터, 가상환경 등이 있다. CPTED와 방법기술 및 시스템을 접목한 연구는 다음과 같다. 주일엽·조광래(2009)는 CPTED와 시큐리티시스템 간 연계방안을 제시하였다. 해당연구는 연계요소로써 감시장비, 조명장비, 경보장비, 출입통제장비, 시큐리티 통합관리시스템 등을 제시하였으며, 이를 적용하여 분명한 시야선 확보, 적절한 조명의 사용, 고립된 도로의 개선, 사각지대의 개선, 부지 용도의 다양화, 활동인자 활성화, 영역성 강화, 정확한 표지로 정보 제공, 공간 설계 및 유지 관리 등의 전략을 제시하였다. 김성길·윤신숙(2017)은 CPTED 사업에 CCTV 설치, 비상벨, 쓰레기 관리함, 로고젝터, 안심거울, 조도 개선, 가로등 신고 번호를 도입한 지능형 CPTED 사업의 필요성을 강조하였다. IoT 및 조명을 CPTED에 접목한 연구를 살펴보면, 김도우(2016)는 범죄현장에서의 즉각적인 대응이 어려운 CPTED 기법의 한계를 극복하기 위해 IoT 기술을 활용한 CPTED 사례를 중점으로 치안환경 변화에 신속히 대응할 수 있는 안전도시 도입방안을 제시하였다. 주요 방안으로는 인구구조 변화에 따라 사회적 약자를 보호하기 위한 범죄예방 전략을 수립하고 사회 양극화 현상을 고려하여 구시가지를 우선으로 CPTED를 적용함을 강조하였다. 또한 개인주의 심화 등의 가치관 변화에 따라 질서유지를 목표로 하는 자율적 통제체제, 과학기술 발달에 맞추어

2) 재인용(Cozen et al., 2005. “Crime prevention through environmental design (CPTED): a review and modern bibliography”, Journal of Property Management. 23(5): 328-356.)

범죄예방 및 수사를 위한 첨단기술의 활용 등을 검토하였다. 이를 실천하기 위한 전략으로는 기존의 범죄예방시스템과의 연동, 첨단과학기술에 기반을 둔 커뮤니티 구성, 지역치안 특성을 반영한 맞춤형 치안서비스 제공(예. 한옥지킴이 IoT) 등을 함께 제시하였다. Cho et al.(2019)은 보행자 안전을 위한 스마트시티 커넥티드 보안 조명 시스템을 제시하였다. 해당 시스템은 비콘, 적외선 센서 등 다양한 센서와 ICT기술을 기반으로 효과적으로 보행자를 검출하고, 조도 수준에 맞는 보안 조명을 제공하는 등 보행자의 범죄에 대한 두려움을 줄이기 위한 목적으로 설계하였다. Vogiatzaki et al.(2020)은 도시의 안전성 및 지속가능성을 위해 도시 공공공간의 조명, ICT 기술을 기반의 감시 프레임워크를 제시하였다. 빅데이터 개념이 정립되기 전, 도인록·표창원(2010)은 CPTED 원리 기반의 GIS 활용 ‘도시 범죄예방 CCTV 시스템’ 구축 모델 개발 연구를 진행하였다. CPTED 원리 중 자연감시효과를 고려하여 범죄발생 빈발지역(Hot Spot)의 공간적 특성과 보호대상구역 및 범죄자 이동경로에 대한 과학적 연구결과를 바탕으로 CCTV 위치선정 의사결정을 지원하는 연구이다. 이후 보다 진보된 빅데이터를 활용한 연구가 등장하기 시작하였다. 박소량·박재국(2018)은 공간 빅데이터와 범죄통계자료를 이용하여 범죄취약지를 추출하고, CPTED 감시요소인 CCTV, 가로등, 지구대, 파출소에 대한 감시범위 및 범죄 등급이 표현된 CPTED 기반 범죄취약지도를 개발하였다. Lee et al.(2019)은 모바일 빅데이터를 기반으로 인구 이동 패턴분석을 통해 방범용 CCTV 카메라 위치를 개선시키는 연구를 수행하였다. CPTED의 방어전략으로써 CCTV의 카메라 위치 문제를 조사하고 모바일 빅데이터 관계분석을 통해 인구의 흐름패턴, 안전취약구역이 고려된 최적 CCTV 배치방안을 제시하였다. 최근 연구일수록 더욱 고도화된 기술이 접목된 CPTED 연구가 진행되어 진보적인 의미가 있다고 볼 수 있으나, 모두 개별기술을 다룰 뿐 전반적인 CPTED 요소를 고려한 연구는 부족하다.

3. 지능형 CPTED 개념 정립

앞서 살펴봤듯이, 국내 거주환경 특성상 고밀형 저층주거지가 타 주거형태에 비해 보다 범죄에 취약함에 따라 이를 대상으로 한 CPTED 사업이 강화되고 있다. 하지만 공공 행정 특성 상 전문성이 떨어지고 획일적인 양적 설비 증가 및 단순한 전략의 반복, 복합적인 치안서비스 요구 대응에 미흡 등의 문제가 제기되었다. 이에 CPTED에 관제 강화, 방범기술 접목 등 방법 통합 CPTED 전략 연구가 진행되었고, 본 논문은 이를 고려하여 CPTED에 지능형 방범기술을 접목한 지능형 CPTED 개념을 제시하고자 한다.

‘지능형’이란 용어는 주로 4차산업혁명기술이 널리 알려지던 시기에 함께 사용되어 왔으며, 특히 AI(인공지능) 기술을 논할 때 빠지지 않는 핵심 용어이다. 통상적으로는 ‘새로운 대상이나 상황에 따라 그 의미를 이해하고 종합적으로 판단하여 합리적인 적응 방법을 알아내는 지적 활동의 능력이 있는 유형’으로 정의되고 있다(고려대학교 민족문화연구원, 2009). 도시 분야에서는 이와 유사하게 2007년 전후 U-City(Ubiquitous City)를 통해 어디서나 접속 가능한 정보통신 환경을 기반으로 한 다양한 도시정보 서비스를 제공하고자 하였다. 이후 첨단 정보통신기술(ICT) 기술 기반으로 인간의

신경망처럼 도시 구석구석까지 연결되어 도시 생활 속에서 유발되는 교통, 환경, 주거 문제 등을 해결하고 편리하고 쾌적한 삶을 누리기 위한 스마트시티 개념이 등장하였다(이강원·손호웅, 2016). 이러한 U-City, 스마트시티는 도시 전반적인 관점에서의 도시 서비스를 제공하는 개념이라면, ‘지능형’은 교통, 방법, 시설물, 에너지 등 개별 분야에서의 사물 및 환경에 따른 정보의 습득, 상황 인지, 예측이 가능한 고도화된 기술 서비스를 제공하는 개념이다.³⁾ 이를 방법기술에 접목한 ‘지능형 방법기술’ 용어는 국가 R&D 연구인 지능형 방법 연구를 비롯하여 여러 연구에서 활용되어져 왔다.

앞서 살펴본 바와 같이 CPTED에 고도화된 방법기술을 접목한 논문은 2010년 이후 다양하게 연구되어 왔으나, 개별 방법기술에 대한 적용방안일 뿐 전반적인 CPTED 요소에 대한 고찰은 부족한 실정이다. 김성길·윤신숙(2017) 연구에서 유일하게 지능형 CPTED라는 용어를 사용하였으나, 해당연구의 지능형 CPTED는 천안시 성정동 시범사업을 대상으로 적용되었던 물리적 방법설비 수준의 사업이었다. ‘지능형’이란 용어가 가지는 의의에 맞게 고도화된 방법기술이 접목된 CPTED 도입을 위한 새로운 개념 정의가 필요하다. 이에 본 연구자는 ‘ICT, 4차산업혁명기술(AI, 빅데이터, IoT, 플랫폼 등)을 기반으로 한 고도화된 방법기술이 접목된 범죄예방환경설계(CPTED)’를 지능형 CPTED 개념으로 정의하고자 한다. 즉, 단순히 물리적인 방법기술이 적용된 CPTED가 아닌 인공지능 기술이 적용되어 범죄상황에 대한 즉각적인 상황 대응, 실시간 모니터링, 과학적 범죄예방 등의 방범역할을 극대화할 수 있는 CPTED 기법인 것이다. 지능형 CPTED는 기존 CPTED가 직접적인 범죄상황에 관여하기 보다는 환경설계를 통한 간접적인 범죄예방에 그치는 한계를 극복하고 그 영역을 확장하는데 큰 도움이 될 것으로 사료된다. 지능형 CPTED 개념을 구현하기 위해 공간적, 기술적 요소가 함께 고려된 분류체계 정립과, 이를 작동하기 위한 지침 성격의 기술요소 선정이 필요하다. 이는 다음 장에서 제시하고자 한다.

Ⅲ. 지능형 CPTED 기술요소 선정

1. 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소 선정

1) 선정 개요

본 연구의 지능형 CPTED 기술요소 선정을 위해서는 고밀형 저층주거지의 특성이 고려된 CPTED 디자인 요소를 파악하고, 이를 기반으로 지능형 방법기술을 접목하기 위한 세부요소들을 선별해야 한다. 이를 위해 첫째, CPTED의 공공적 특징을 고려하여 국토교통부, 경찰청, 지자체, LH공사, 건축도시공간연구소 등 공공에서 고시 또는 발간되는 CPTED 지침을 조사하였다. 대다수의 지침의 대상은 신도시 및 개발지역, 신축 건물들에 한정되기 때문에 본 연구의 공간적 범위의 고밀형 저층주거지를 대상으로 한 지침은 제한적이었다. 또한 몇몇의 지침은 CPTED 적용 초기에 발간되어 개정된 법규

3) <https://terms.tta.or.kr/> 정보통신용어사전(한국정보통신기술협회)

및 CPTED 추이 등이 반영되지 못하였다. 이를 종합적으로 고려하여 고밀형 저층주거지를 대상으로 하며, 최근 5년 이내 발간되어 최신 CPTED 경향이 반영된 공신력을 갖춘 공공 가이드라인 4개, ‘다가구·다세대·연립주택 CPTED 가이드라인(이하 A, 가이드라인 코드 고려)’, ‘공장 밀집지역 배후 주거지의 CPTED 가이드라인(이하 B)’, ‘경기도 범죄예방 도시환경디자인 기본계획 및 가이드라인’의 실행원칙(이하 C) 및 주택밀집지역 가이드라인(이하 D)을 본 연구의 디자인요소 지침으로 최종 설정하였다. 둘째, 위 4개 지침의 체계적인 CPTED 디자인요소 구성을 위해 CPTED 원리 기반의 건축도시계획요소 분류기준을 설정하였다. 선행연구에서 제시한 건축도시계획요소 외 지능형 방법기술과의 접목이 고려되어야 하므로 지자체 관계센터 기반 지능형 CPTED 운영·관리를 위한 도시관제 요소를 추가하였다. 셋째, 건축도시계획요소를 토대로 4개 지침의 세부항목들을 분류하고, 방법기술의 연계가 불가한 항목인 식재요소와 항목 간 중복요소를 제외하였다. 도출과정에서의 분류된 항목을 식별하고, 최종 지능형 CPTED 기술요소의 참조항목을 확인할 수 있도록 그림 2와 같이 코드화 매트릭스를 설정하였다.

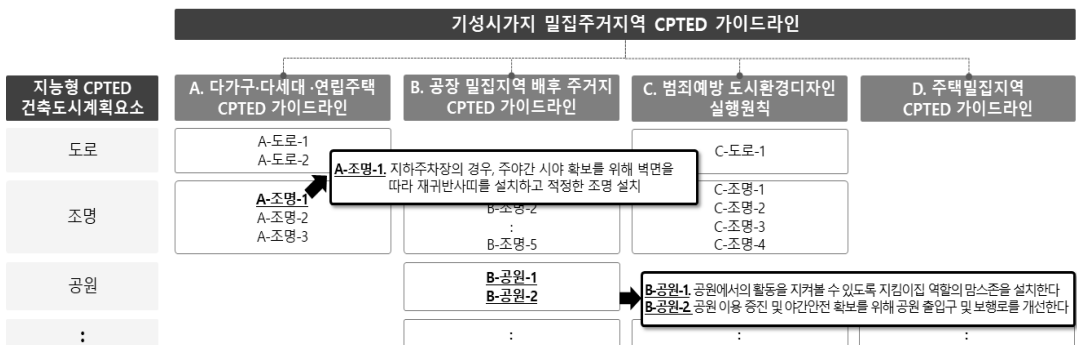


그림 2. CPTED 가이드라인 코드화 매트릭스(G_RIN)

2) 건축도시계획요소 선정

보행로(골목길)와 거주지(저층주택)의 밀접한 연계성, 사생활 침해, 오픈스페이스 부족 등 고밀형 저층주거지의 특성을 고려했을 때 효과 높은 CPTED 적용을 위해서는 건축과 도시의 계획요소가 함께 수반되어야 한다. 지구단위계획 시 획지계획, 건축물 배치 및 용도계획, 차량동선 및 주차계획, 환경관리 계획 등이 포함되는 것도 건축과 도시 계획 대상과의 높은 연관성이 있기 때문이다. 이에 본 연구는 CPTED 원리 하에 선정한 건축도시계획요소를 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소의 분류기준으로 설정하였다. 선행연구를 살펴봤을 때, 유광흠·조영진(2014)는 CPTED 매뉴얼을 통해 범죄환경 환경설계 실천전략 및 지구단위계획요소의 연계성을 고려하여 건축물, 도로, 조경 등 8개의 요소를 건축도시계획요소로 설정하였다. 해당 건축도시계획요소들은 정부, 지자체, LH공사에서 실제 적용하는 가이드라인 및 지침을 기반으로 설정된 요소이다. 본 연구는 지능형 방법기술의 접목이 고려된 지능형 CPTED의 건축도시계획요소 구성이 필요하다. 이를 위해 선행연구의 건축도시계획요소에 더하여 지자체 관계센터를 기반으로 관리지역 전체를 대상으로 하며 지능형 방법기술의 원활한

운영·관리를 위한 도시관제 요소를 추가하였다. 또한 물리적인 환경 개선이 아닌 보다 적극적인 범죄대응 및 과학적 예방을 위해 기존 구현안을 보완·재구성하였다. 6개의 CPTED 원리 하에, 자연적 감시에는 도로, 조명(도로, 건축물) 요소가 포함되며, 접근통제 원리에는 외부인 침입 방지를 위한 건축물 요소가 도출되었다. 활동활성화 및 유지관리 원리는 공용시설, 공원, 용도/배치, 주차, 도시관제 요소가 포함되며, 영역성 및 명료성 원리에는 안내 요소가 최종 도출되었다. 건축도시계획요소별 세부 구현안은 표 1과 같다.

표 1. 건축도시계획요소

CPTED 원리	건축도시계획요소	구현안
자연적 감시	도로	도로에서의 자연적 감시 및 범죄예방 목적의 CCTV 설치 등
	조명(도로)	도로에서의 야간 범죄예방을 위한 조명 설치 등
	조명(건축물)	건축물에서의 야간 범죄예방을 위한 조명 설치 등
접근통제	건축물	건축물에서의 외부인 침입 방지를 위한 출입통제시스템 등
활동활성화/ 유지관리	공용시설	공용시설에서의 범죄예방 및 활동활성화를 위한 커뮤니티 시설 조성 등
	공원	공원 이용증진 및 범죄예방을 위한 보행로 개선 등
	용도/배치	보행로 활성화 및 범죄취약지 개선을 위한 지역공간의 발굴·개선 등
	주차	주차환경 개선 및 유지관리 등
	도시관제	우범지역 모니터링을 위한 지자체 관제 기반의 방법 서비스 등
영역성/명료성	안내	마을의 영역성 및 명료성 강화를 위한 지역 안전정보 제공 등

3) 지침별 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소 선정

A 가이드라인의 24개 항목 중 기술접목이 불가능한 식재요소 1개를 제외한 분석대상은 23개로 도출되었다. 주로 건축물에 대한 접근통제 관련 가이드라인이 주를 이루었으며, CCTV 설치와 관련된 도로, 야간 범죄예방을 위한 조명 요소가 포함되었다. B 가이드라인의 경우 건축물, 조명 뿐 아니라 공용시설, 용도배치, 공원, 주차, 도시관제, 안내 등 다양한 건축도시계획요소가 적절히 반영되었으며, 분석대상은 23개로 도출되었다. C 가이드라인의 경우 공공에서의 실제 CPTED 사업 진행을 위한 실행원칙임에 따라 다양한 건축도시계획요소별 41개 항목 전체가 분석대상으로 도출되었다. D 가이드라인 역시 지자체에서 직접 CPTED 사업을 도입하기 위한 목적임에 따라 공용시설, 용도배치, 도시관제 등 공적영역에 초점을 두었으며, 식재 3개 항목을 제외한 9개 항목이 분석대상으로 도출되었다. A 가이드라인의 코드화 예시는 표 2와 같다.

표 2. A 가이드라인 코드화(다가구·다세대·연립주택 대상)

요소	가이드라인 내용	RIN	대상
도로	사람들이 이용하는 이격공간에는 야간 가시성 확보 및 사각지대 최소화를 위하여 CCTV, 반사경, 조명 설치	A-도로-1	●
	주차된 차량 뒤에 범죄자가 숨지 못하도록 감시 강화를 위한 반사경, CCTV 설치	A-도로-2	●

조명	지하주차장의 경우, 주야간 시야 확보를 위해 벽면을 따라 재귀반사띠를 설치하고 적절한 조명 설치	A-조명-1	●
	필로티 주차장의 경우, 주야간 시야 확보를 위해 기둥을 따라 재귀반사띠를 설치하고 적절한 조명 설치	A-조명-2	●
	공용출입구의 영역성 확보 및 야간 시야 확보를 위해 적절한 조명 설치	A-조명-3	●
건축 물	자연감시가 어려운 높고 불투명한 담장은 투시형 담장으로 교체하거나 담장의 일부를 허물어 화단 또는 주차장으로 조성	A-건축-1	●
	외부인이 담장을 타고 넘지 못하도록 담장 위에 방범펜스 설치	A-건축-2	●
	담장이 없는 경우, 영역성 확보 및 접근통제를 위해 화단을 조성하거나 바닥 패턴 또는 색상을 다르기 포장	A-건축-3	●
	건물 사이 방치된 이격공간에 외부인이 침입할 수 없도록 투시형 접근통제시설 설치	A-건축-4	●
	외부인의 출입을 통제하기 위하여 공용 출입구에 출입통제장치와 CCTV 설치	A-건축-5	●
	도로 및 보행로에서 자연감시가 어려운 공용 출입구의 경우, 감시 강화를 위해 반사경 설치	A-건축-6	●
	공용출입구 맞은편 공간에 숨어있는 사람이나 쫓아오는 사람을 확인할 수 있도록 출입문에 미러시트 설치	A-건축-7	●
	공용 출입구를 거치지 않고 외부에서 공용 복도로 바로 접근할 수 없도록 방범펜스, CCTV 설치	A-건축-8	●
	세대 창문을 통한 침입범죄 예방을 위하여 침입 방어 성능이 확보된 잠금장치를 설치하고, 창문을 교체하는 경우에는 자동 잠금 기능이 있는 창문 설치	A-건축-9	●
	창문을 통한 무단 침입 시, 경보가 울릴 수 있는 적외선 감지기, 자석센서 등의 경보장치 설치	A-건축-10	●
	저층부 세대의 창문은 침입 방어 성능이 확보된 방범창 설치	A-건축-11	●
	세대 출입문에 우유투입구 등 개구부가 설치된 경우, 침입범죄에 활용되지 않도록 방범커버 사용	A-건축-12	●
	세대 출입문을 열기 전에 방문자를 확인할 수 있도록 피디오폰 또는 출입문 안전고리 설치	A-건축-13	●
	창문이 없는 폐쇄된 계단실의 경우, 감시 강화를 위해 계단실 내부에 CCTV 설치	A-건축-14	●
	잠재적 범죄자가 타고 오르내리지 못하도록 외벽에 노출된 가스배관에 방범덮개 설치	A-건축-15	●
	관계자 외 출입 통제 및 지속적인 관리를 위해 잠금형/투시형 접근통제시설 설치	A-건축-16	●
	우편함이나 택배보관함은 양방향으로 교체하거나 공용 출입구와 가까운 건물 외벽에 설치 권장	A-건축-17	●
	사각지대 최소화를 위해 반사경을 설치하거나 외부로부터 시야 확보가 용이한 곳으로 위치 조정	A-건축-18	●
식재	시야 확보를 위해 우거진 수목을 정기적으로 정비하고 높이가 낮은 식재 활용	A-식재-1	x

4) 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소 선정

앞서 도출된 101개 가이드라인 중 기술접목이 불가능한 항목(식재)을 제외한 연구대상은 96개로 도출되었다. 해당 96개 항목을 자연적 감시, 접근통제, 활동활성화, 유지관리, 영역성, 명료화 등 6개의 CPTED 원리와 도로, 조명, 건축물, 공용시설, 공원, 용도/배치, 주차, 도시관제, 안내 등 9개의 도시계획·건축요소를 고려하여 재분류하였다. 재분류 작업을 수행하며 가이드라인 간 중복요소를 제외한 최종 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소는 52개 항목으로 선정되었다. 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소는 지능형 방범기술과의 결합과정 전이므로 기존 가이드라인의 CPTED 경향을 파악할 수 있다. 건물 내외부의 출입통제 및 감시 장치 등 건축물에 대한 디자인요소가 15개로 가장 많은 것으로 나타났다. 범죄로 인한 인명, 재산 상 큰 피해가 발생할 수 있는 사유지 내 접근통제에 대한 중요성이 반영된 것으로 판단된다. 24시간 운영 안심편의점, 주민 유대감 증진을 위한 커뮤니티 시설 등 공용시설에 대한 디자인요소는 총 8개로 도출되었다. 공공 주도의 안전 도모 및 주변 환경 개선, 주민 결속을 기반으로 활동활성화를 통한 범죄를 예방하려는 의도가 반영된 것으로 판단된다. 주로 골목길 안전을 위한 구현요소인 도로(3개), 조명(7개), 안내(4개) 요소의 경우 물리적 설비 설치방안 위주로 디자인요소가 구성되어 있다. 건축도시계획요소에 새로이 추가된 도시관제 요소는 안전지도 작성, 우범지역 감시 강화, 비상벨 설치 등의 관리지역에 대한 모니터링 위주로 구성되어 있다. 공원 요소는 범죄예방 센서 및 스마트쉼터 조성 등으로 구성되어 있다. 이밖에 용도/배치 요소는 보행로 및 스마트쉼터 배치, 순찰동선 선정 등이 포함되며, 주차 요소는 불법주차차 단속 및 주차공유 등으로 구성되었다(표 3).

CPTED 디자인요소의 코드화를 위해 4종의 가이드라인과 건축도시계획요소 간 매트릭스 구조 하에 ‘G_RIN(Guideline)’ 식별코드를 생성하였다. ‘G_RIN’ 식별코드는 가이드라인별로 A~D로 대분류한 뒤, 중분류로써 세부항목이 갖는 건축도시계획요소의 핵심 두 글자를 부여하여 디자인 영역을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 마지막으로 소분류는 중분류의 순서대로 숫자를 입력하였다. 그 예로 공장 밀집지역 배후 주거지 CPTED 가이드라인(B) 중 ‘공원’ 건축도시계획요소의 두 번째 요소인 ‘공원 이용 증진 및 야간 안전 확보를 위해 공원 출입구 및 보행로를 개선한다’는 ‘B-공원-2’라는 식별코드가 부여되었다. ‘G-RIN’ 식별코드를 기반으로 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소를 도출하기 위해 아래 제시하는 세 가지 선정요건을 설정하였다. 첫째, 하나의 기존 가이드라인 항목(G_RIN)에 하나의 디자인요소(Design-code)가 도출되는 경우, 둘째, 다수의 중복되는 기존 가이드라인 항목(G_RIN)의 결합으로 하나의 디자인요소(Design-code)가 도출되는 경우, 셋째, 앞서 설정한 기술접목이 불가능한 식재요소는 제외하는 경우이다. 코드명은 건축도시계획요소의 핵심 두 글자와 그 순서를 바탕으로 코드화하였다. 예를 들어 첫 번째 요건의 경우, 기존 CPTED 가이드라인인 ‘B-공원-1. 공원에서 활동할 수 있도록 지킴이집 역할을 수행할 수 있는 맘스존을 설치한다’는 문장의 직관성을 고려하여 ‘공원01. 공원에서의 지킴이집 역할을 수행할 수 있는 안심부스(맘스존 등)를 설치한다’로 부분 수정·보완하였다. 두 번째 요건으로 ‘C-조명-1. 조명가로등 설치 및 조도 개선’, ‘C-조명-4. 벽지킴이 등 설치’, ‘B-조명-2. 조도차이로 인한 범죄불안감을 최소화 할 수 있도록 조명시설을 계획한다’는 상호 중복성을 고려하여 ‘조명01. 골목 보행로의 야간 범죄예방을 위해 조명 설치 및 조도를 개선한다’로

결합·도출하였다. 세 번째 요건으로 기술 접목이 불가능한 식재요소 5개는 삭제하였다(그림 3).

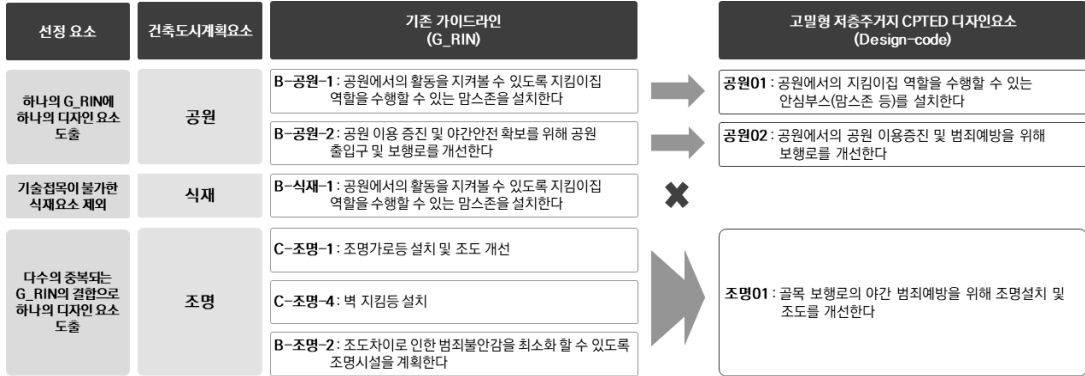


그림 3. 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소 코드화 프로세스(Design-code)

표 3. 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소

CPTED 원리	건축도시계획요소	고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소	Design code
자연적 감시	도로	CCTV 미설치지역에 무인감시를 위한 CCTV를 설치한다	도로01
		주민활용공간에 생활안전 목적의 CCTV를 운영한다	도로02
		우범예상지역에 범죄예방 목적의 CCTV를 운영한다	도로03
	조명 (도로)	골목 보행로의 야간 범죄예방을 위해 조명설치 및 조도를 개선한다	조명01
		지점별 특성에 맞는 가로등 디자인을 적용한다	조명02
		산책로, 통행로에 끊기지 않도록 조명을 연결하여 설치한다	조명03
	조명 (건축물)	우범화 공간에 대해 음악, 조명 등을 복합 적용한다	조명04
		필로티 공간(필로티 주차장 포함), 이격공간 등 사각지대의 시야 확보 및 야간 감시를 위해 조명을 설치한다	조명05
		지하주차장의 주야간 시야 확보를 위해 적절한 조명을 설치한다	조명06
		공용출입구의 영역성 확보 및 야간 시야 확보를 위해 조명을 설치한다	조명07
접근통제	건축물	공용출입구에 외부인 출입통제를 위한 출입통제장치, 방범펜스, CCTV 등을 설치한다	건축01
		공용출입구의 감시 강화를 위해 반사경, 미러시트를 설치한다	건축02
		창문이 없는 폐쇄된 계단실에 감시 강화를 위한 CCTV를 설치한다	건축03
		우편함, 택배보관함의 경우 양방향 설치 또는 안전한 위치에 설치한다	건축04
		사유지 침입방지를 위해 진입방지문, 차단시설 등을 설치한다	건축05
		관계자 외 출입통제구역에서의 지속적 관리를 위해 잠금형/투시형 접근통제시설을 설치한다	건축06
		세대출입문에 침입범죄를 방지하기 위한 비디오폰, 출입문 안전고리, 개구부의 방범커버 등을 설치한다	건축07
		세대창문을 통한 침입 범죄예방을 위해 침입 방어성능이 확보된 잠금장치, 방범창, 타겟하드닝 등을 설치한다	건축08
		창문을 통한 무단침입 시 경보가 울릴 수 있는 적외선감지기, 자석센서 등의 경보장치를 설치한다	건축09

CPTED 원리	건축도 시계획 요소	고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소	Design code
활동 활성화 / 유지 관리	공용 시설	건물 이격공간에 외부인이 침입할 수 없도록 출입통제시설을 설치한다	건축10
		건물외벽, 담장 등을 통해 외부인이 침입할 수 없도록 배관 개선, 방범펜스를 설치한다	건축11
		시야가 차단되어 자연감시가 어려운 담장은 투시형 담장으로 교체하거나 담장의 일부를 허물어 화단 또는 주차장으로 조성한다	건축12
		담장이 없는 경우 영역성 확보 및 접근통제를 위해 화단을 조성하거나 바닥패턴 또는 색상을 다르게 포장한다	건축13
		벽면의 디자인 개선을 위해 노후된 입면을 정비한다	건축14
		시설에 의한 시야 차단 방지를 위해 감시계획을 수립한다	건축15
		건축물 내 거주민 공용시설(자전거 보관소, 분리수거장, 주차장 등)의 사각지대 최소화를 위해 반사경을 설치한다	건축16
	공원	24시간 도움 요청 및 실시간 대응이 가능한 안심편의점을 운영한다	공용01
		주민 유대감 증진 및 활동성 강화를 위해 주민 커뮤니티시설을 조성한다	공용02
		주민 커뮤니티 활동 강화를 위해 유흥지공간에 마을텃밭을 조성한다	공용03
		범죄를 유발시키거나 악용될 수 있는 시설을 관리한다	공용04
		공간 이미지 개선을 통한 범죄의도 감소를 위해 중명도, 중채도색으로 긍정적 이미지/그래픽의 벽면을 도장한다	공용05
		폭이 좁은 골목길에 대한 화재안전시설을 조성한다	공용06
		쓰레기 불법 투기 및 범죄 유발공간으로 변질되지 않도록 쓰레기 적치시설을 관리한다(공용청소함 설치 등)	공용07
		쓰레기 배출 시간대 설정 및 주민 홍보를 진행한다	공용08
	용도 / 배치	공원에서의 지킴이집 역할을 수행할 수 있는 안심부스(맘스존 등)를 설치한다	공원01
		공원에서의 공원 이용증진 및 범죄예방을 위해 보행로를 개선한다	공원02
		주민(내외국인) 자율 방법대 활동을 계획하고 순찰을 강화한다	배치01
		야간 범죄예방을 위한 귀가버스(야간 마을버스)를 운영한다	배치02
		차량, 자전거 등 타 교통수단으로부터 안전한 보행로 확보를 위해 지그재그 차선, 차량진입 방지시설 등을 설치한다	배치03
		보행자 안전을 위한 보행자 쉼터를 조성한다	배치04
영역성 / 명료성	도시 관제	보행자 안전을 위한 안전난간, 미끄럼방지, 보행우선 환경 디자인 등을 적용한다	배치05
		보행이 활발한 비보행공간(건물 이격공간 등)을 보행로로 적극 개선시킨다	배치06
	주차	주차환경 개선에 따른 범죄예방효과 증대를 위해 불법주정차 단속 캠페인을 진행한다	주차01
		불법 주정차 단속을 위해 블랙박스 등을 활용한 감시계획을 강화한다	주차02
	안내 (도로)	범죄예방 및 마을문제 해결을 위한 안전지도를 작성한다	관제01
		우범지역에 대한 감시를 강화한다	관제02
		피해자 신고 및 범죄예방을 위한 비상벨을 설치한다	관제03
		외국인 적응을 위한 교육프로그램을 운영한다	관제04
	안내 (건축물)	주민 공동체 인식 확보(영역성 강화)를 위한 안전마을 브랜드 개발 및 상징물을 설치한다	안내01
		마을 게시판을 설치하여 마을 내 안전 및 활동수칙 등을 공유/안내한다	안내02
영역성 / 명료성	안내 (건축물)	방법 관련 시설별 주요내용을 표기하여 안내한다	안내03
		영역성 강화를 위해 건물출입구에 대한 방법디자인을 적용한다	안내04

2. 지능형 방법기술 선정

기존연구에서 제시된 지능형 방법기술은 측위기술, CCTV 영상분석기술, 플랫폼운영기술로 대별되었다(최우철·나준엽, 2019). 세부적으로 측위기술은 실내외 정밀측위, 모바일 기반 실시간 위치파악기술 등으로 구성되었으며, CCTV 영상분석기술의 경우 객체 자동추적, 영역감지, 패턴분석, 차량번호판 인식기술 등이 검토되었다. 플랫폼 운영기술은 플랫폼 구축기술, 모바일 앱 운영기술, GIS 기반 방법정보 구축기술(범죄지도) 등이 제시되었다. 스마트시티 방법분야 관련 연구 중 범죄분석 연구에서는 빅데이터 기반의 치안용 범죄예측 AI기술, 무인 순찰을 위한 드론 및 로봇 운영, IoT가 접목된 경찰 장비, 안면인식 및 음성인식, 통신기술 등이 제시되었다(이원상, 2016; 유재두, 2017; 남궁현·심희섭, 2017). 지자체 관계센터 관련 연구를 살펴보면, 통합플랫폼, CCTV 영상분석 기반의 이상행동 자동 탐지, CCTV 연계 및 영상정보 관리 기능, 이상음원, 어린이 안전구역 자동감시 등의 기술이 검토되었다(이성길·황귀현, 2017; 장일식·박종철, 2018). 개별 방법기술 연구를 살펴보면, 1인가구 맞춤형 화재/방범 시스템(동작 감지 및 문개폐 센서 기반), GPS 연계 CCTV 보안 서비스, 스마트 치안 분석 및 의사결정 시스템, 웨어러블 기반의 피해자 보호기술, 스마트 교통신호 운영시스템 등이 제시되었다(주일엽·조광래, 2009; 박은성 외, 2014; 차정화 외, 2015; 장광호, 2018; 한훈영 외, 2019). 이밖에 자동조도센서, 스마트가로등과 같은 조명 관련 기술, 주민 서비스로써의 안내정보 관련 기술, 안심편의점, 쓰레기 적치, 주차 등의 커뮤니티 관련 기술이 검토되었다(김도우, 2016; 김성길·윤신숙, 2017; Cho et al., 2019; Vogiatzaki et al., 2020). 앞서 살펴본 지능형 방법 관련 기술들과 CPTED 가이드라인의 기술요소들을 종합 검토하여 지능형 방법기술을 세분화하였다. 대분류 기술요소는 CCTV 영상분석기술, IoT 센싱기술, 조명 관련 기술, 통합운영 관제기술, 측위기술, 안내 관련 기술, 커뮤니티 조성 관련 기술로 대별된다. 7개 대분류별 방법기술코드를 부여한 세부 기술/서비스는 총 34개이며, 세부내용은 아래 표 4와 같다.

표 4. 지능형 방법기술

대분류	소분류 (기술/서비스)	Tech code	세부내용
A. 통합운영 관제기술	1. GIS 기반 치안정보분석	A1	범죄장소 분석을 통한 CCTV 신규 설치 의사결정 지원 등
	2. 빅데이터 기반 범죄예측	A2	빅데이터분석을 통한 유형별 범죄대응 및 예측
	3. 디지털트윈	A3	현실세계를 가상공간에 그대로 구현
	4. 지능형관제플랫폼	A4	CCTV, 모바일 앱, 범죄지도 등 통합 관제
	5. 모바일 앱	A5	안심귀가 지원 등 모바일 앱 활용
	6. 드론/로봇 관제	A6	무인순찰 지원
	7. 112/119 자동연계	A7	스마트시티 통합플랫폼 활용 112/119 자동연계
B. CCTV 영상분석 기술	1. AI용 CCTV 시스템	B1	AI 영상분석이 가능한 CCTV 설치 및 기능 개선
	2. 이상행동 자동인식	B2	딥러닝 패턴분석을 통한 이상행동(배회, 군집, 쓰러짐 등) 자동인식

대분류	소분류 (기술/서비스)	Tech code	세부내용
	3. 통제구역 침입 탐지	B3	관제 영역별 영상분석을 통한 통제구역 침입자 알림
	4. 객체 자동추적	B4	CCTV간 객체 자동 추적(용의자, 실종자, 안심귀가 등)
	5. 안면인식	B5	안면인식을 통한 실종자, 범의추적
	6. 차량번호판 인식	B6	불법주정차, 세금미납, 도난차량 등 관제
C. IoT 센싱 기술	1. 동작감지 센서	C1	출입통제 및 관리구역 동작 감지
	2. 문개폐 센서	C2	출입통제 및 관리구역 문개폐 감지
	3. 음장센서	C3	비명, 긴급구조음성 등 감지
	4. 음성경고	C4	이상상황(쓰레기 투기, 배회 등) 관련 센싱 데이터 기반 자동 음성경고
	5. 홈센서 감지 및 원격제어	C5	집 내외부 침입 감지 및 원격 제어
	6. 신호 제어	C6	긴급차량 우선신호, 어린이/노인 보호구역 신호 제어
	7. 보행환경 안전/개선기술	C7	보행자/차량 감지 기반의 안전한 보행환경 유도(스마트 횡단보도)
D. 조명 관련 기술	1. 자동 조도 센서등	D1	시간별, 동작감지 등에 따라 조도 자동 조절
	2. 로고라이트	D2	바닥조명을 통해 방범 경고 및 안내
	3. 바닥유도등	D3	보행 및 차량의 야간 이동 지원
	4. 스마트폴 (스마트가로등)	D4	조명 기능 외 CCTV, 위급상황 신고(비상벨, 사용자 모바일 앱 연계 등), 주변 대기정보 및 차량/보행자 정보 수집/전달 등 복합기능 서비스
E. 측위 기술	1. 실외 정밀위치	E1	사용자 실외 정밀 위치정보 제공(미아, 치매노인 등)
	2. 실내 정밀위치	E2	사용자 실외 정밀 위치정보 제공(미아, 치매노인 등)
	3. 보호자 위치파악	E3	자녀, 치매노인 등 실시간 보호자 위치정보 제공
F. 안내 관련 기술	1. 스마트 안내보드	F1	방법, 주요시설, 생활정보 등 정보 안내보드
	2. 가변형 안내시설	F2	침입방지, 교통안전 목적의 가변형 안내 시설물(가변형 볼라드 등)
G. 커뮤니티 조성 관련 기술	1. 안심편의점/ 안심부스	G1	위급상황 시 피해자 보호 목적의 안심편의점/ 안심부스 운영(비상벨, 관제센터/112 자동 연계 등)
	2. 스마트쉼터	G2	자녀/노인 보호 목적의 스마트쉼터 운영(방법/생활정보 안내, 관제센터 연계 등)
	3. 스마트 쓰레기 적치시설	G3	깨끗하고 효율적인 쓰레기 적치시설 조성(적치량 감지, 무단투기 감시 등)
	4. 주차 공유시스템	G4	유휴 주차공간 활용 기반 주차 공유(주차소득 발생)
	5. 불법주정차 모니터링	G5	사용자 디바이스 기반의 불법주정차 모니터링

3. 지능형 CPTED 기술요소 선정

앞서 선정한 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소와 지능형 방법기술을 결합하여 최종 지표적인 지능형 CPTED 기술요소를 선정하고자 한다. 지능형 CPTED 기술요소는 하나의 공간 디자인에 복수의 기술요소가 접목되거나, 하나의 기술요소가 다른 기술요소로 확장되는 등 공간적 디자인 요소와 기술적 요소가 융·복합적으로 결합된 형태를 가진다. 체계적인 기술요소 도출을 위해 아래 제시하는 4개의 선정요건을 설정하였다. 결합과정을 살펴보면, 먼저 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소별 연계·활용이 가능한 지능형 방법기술을 선정하여 나열하였다. 이후 CPTED 디자인요소를 토대로 독립적 서비스 형태가 성립되는지를 고려하여 지능형 방법기술을 다양한 형태로 결합하였다. 이러한 다중 결합형태 및 과정을 체계화하기 위해 건축도시계획요소 분류 하에 다음 제시하는 네 가지 선정요건을 설정하였다.

첫 번째 요건은 하나의 디자인요소(Design-code)가 하나의 지능형 방법기술(Tech-code)과 결합하여 하나의 기술요소(IC_RIN)가 선정되는 경우이다. 예를 들어 디자인요소인 ‘공원01. 공원에서의 지킴이집 역할을 수행할 수 있는 안심부스(맘스존 등)를 설치한다’는 지능형 방법기술인 ‘G2. 스마트셉터’와 결합하여 ‘공원011_G2. 공원에 자녀, 노인 보호 목적의 스마트셉터를 운영한다’ 지표가 최종 선정되었다. 두 번째 요건은 하나의 디자인요소(Design-code)가 다수의 지능형 방법기술(Tech-code)과 결합하여 다수의 기술요소(IC_RIN)가 선정되는 경우이다. 그 예로 디자인요소 ‘공원02’는 네 가지 지능형 방법기술 (C3C4, D1D2, D3, D4)과 결합하여 지능형 CPTED 기술요소 ‘공원021_C3C4’, ‘공원022_D1D2’, ‘공원 023_D3’, ‘공원024_D4’ 등 4개 지표가 최종 선정되었다. 세 번째 요건은 하나의 디자인요소(Design-code)가 다수의 지능형 방법기술(Tech-code)과 결합하여 하나의 기술요소(IC_RIN)가 선정되는 경우이다. 예를 들면, 디자인요소 ‘관제03. 피해자 신고 및 범죄예방을 위한 비상벨을 설치한다’는 4개의 지능형 방법기술(A4, A5, E1, E2) 융·복합적 결합을 통해 지능형 CPTED 기술요소 ‘관제033_A4A5E1E2. 실내외 정밀위치 기반의 모바일 신고 앱을 운영한다’ 지표가 최종 도출되었다. 네 번째는 하나의 기술요소가 타기술요소로 확장되는 요건이다. 이 경우는 디자인요소 ‘관제03’에서의 기술요소는 비상벨 뿐이었으나 피해자 신고 강화를 위해 모바일 앱 활용, 실내외 정밀위치 기술 적용 등을 통한 타기술요소로의 확장이 고려되었다. 해당 디자인요소 및 기술요소를 융·복합적으로 결합한 ‘관제033_A4A5E1E2’ 기술요소가 최종 도출되었으며, 이를 통해 비상벨의 물리적 설치를 넘어 지능형 관제 플랫폼 기반의 실내외 정밀위치 파악이 가능한 모바일 신고 앱 서비스를 제시할 수 있었다. 이 과정에서 지능형 방법기술은 서술형 문장구조로 표기하는 지능형 CPTED 기술요소의 핵심 키워드로 설정된다. 위 체계화 과정을 통해 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소 52개 항목과 지능형 방법기술 34개를 융·복합적으로 결합한 최종 지능형 CPTED 기술요소는 총 81개 항목4)으로 선정되었다(그림 4 참조).

4) 지능형 CPTED 기술요소는 ‘지능형 방법 기술 기반의(활용한) 지능형 CPTED 디자인 적용’을 기본 문장구조로 설정하여 지표표씨의 통일감을 갖추고자 하였다.

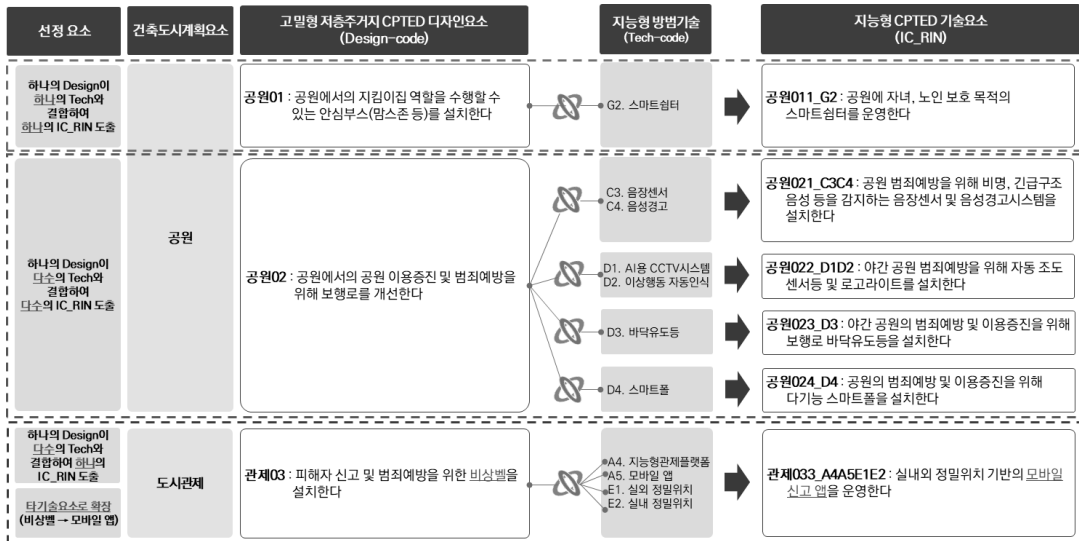


그림 4. 지능형 CPTED 기술요소 코드화 프로세스(IC_RIN)

최종 선정된 지능형 CPTED 기술요소를 살펴보면 다음과 같다. 자연적 감시 내 건축도시계획요소 중 도로의 경우 8개의 기술요소가 선정되었는데, 주로 능동적 범죄대응을 위한 CCTV 영상분석 요소 위주로 구성되었음을 알 수 있다. 조명의 경우 구현장소에 따라 도로와 건축물로 세분류될 수 있으며, 총 9개의 기술요소가 선정되었다. 주로 야간 범죄예방을 도모하는 자동조도 센서 운영, 스마트폴(스마트 가로등) 설치 등의 기술요소로 구성됨을 알 수 있다. 접근통제의 도시계획·건축요소는 건축물에 한정되어 구성되었으나, 거주주택 내 범죄자의 침입이 살인, 방화, 성범죄 등 가장 강력한 범죄의 도화선이 될 수 있기에 가장 많은 21개의 기술요소가 선정되었다. 건축물 내 침입 가능한 다양한 공간에서의 CCTV, 출입감지 및 음성경고 시스템 등 IoT 기반 접근통제를 위한 기술요소로 구성되었다. 활동활성화 및 유지관리 원리 중 공용시설은 12개의 기술요소가 도출되었다. 범죄 예방 및 대응을 위한 안심 편의점 조성, 시설 관제 뿐 아니라 주민 유대감 증진 및 활동성 강화를 위한 커뮤니티시설, 마을 텃밭 등도 함께 포함되어 있다. 공원의 경우 5개의 기술요소로 도출되었다. 센서, 스마트폴 등 범죄예방을 위한 장치뿐만 아니라 공원 내 자녀, 노인 보호 목적의 스마트쉼터 조성도 함께 포함되어 있다. 용도/배치의 경우 보행자 안전을 위한 보행로 및 스마트쉼터 배치, 방법 빅데이터 기반의 순찰동선 및 귀가버스 노선 선정 등 총 9개의 기술요소가 선정되었다. 주차의 경우 불법 주차차 단속 및 휴류 주차공간을 활용한 주차공유시스템 등 3개의 기술요소가 도출되었다. 지능형 CPTED 도입을 위해 도시계획·건축요소로 새로이 선정된 도시관제의 경우 관제센터를 기반으로 방법서비스 제공을 위한 다양한 기술요소들이 도출되었다. 범죄 모니터링 시스템이 기반이 되어 안전지도 개발, 영상분석 서비스, 관제용 드론/로봇 운영, 112 자동 연계, 모바일 앱 운영 등 총 10개의 기술요소가 선정되었다. 영역성/명료성의 안내의 경우 주민용 안전정보 제공을 위한 스마트 안내보드 운영 등 4개의 기술요소가 도출되었다. 최종 선정된 CPTED 원리 하의 건축도시계획요소별 지능형 CPTED 기술요소, 보고식별코드인 IC_RIN

및 체계화 과정, 최종 도출된 지능형 CPTED 기술요소는 아래 표 5와 같다.

표 5. 지능형 CPTED 기술요소

CPTED 원리	건축도시계획 요소	CPTED 디자인 요소	지능형 방법 기술	지능형 CPTED 기술요소	
				IC_RIN	내용
자연적 감시	도로	도로01	B1	도로011_B1	CCTV 사각지대/미설치지역에 AI용 CCTV 시스템을 설치한다
			B1	도로012_B1	AI용 CCTV 시스템 운영이 가능하도록 고화질, 줌기능 향상 등 영상기능을 개선한다
		도로02	A4, B2, B3	도로021_A4 B2B3	딥러닝 패턴분석을 통해 쓰레기 무단투기, 불법소각, 주취자/흡연자/청소년 비위 색출 등의 생활안전 지능형 CCTV 영상분석시스템을 운영한다
			A4, B6	도로022_A4 B6	차량번호판 인식 영상분석을 통해 불법주정차, 세금미납차량, 도주차량 등을 관제한다
		도로03	A4, B2	도로031_A4 B2	딥러닝 패턴분석을 통해 폭행, 쓰러짐 등의 이상행동을 감지하는 범죄예방 지능형 CCTV 영상분석시스템을 운영한다
			A4, B3	도로032_A4 B3	영상분석 기반의 침입자 탐지를 통해 통제구역을 관제한다
			A4, B4	도로033_A4 B4	CCTV간 객체 자동추적 AI 영상분석을 통해 용의자, 실종자 등을 수색/추적한다
			A4, B5	도로034_A4 B5	딥러닝 기반 안면인식 영상분석을 통해 용의자, 실종자 등을 수색/추적한다
	조명 (도로)	조명01	D1	조명011_D1	골목보행로의 야간 범죄예방을 위해 자동조도 센서등을 설치한다
			D2	조명012_D2	골목보행로의 야간 범죄예방을 위해 로고라이트를 설치한다
		조명02	D4	조명021_D4	공간특성을 고려하여 지점별 다기능 스마트폴을 설치한다
		조명03	D3	조명031_D3	보행자의 야간이동 지원을 위해 보행로(또는 산책로)에 끊기지 않는 바닥유도등을 설치한다
		조명04	D4	조명041_D4	우범지역에 조명, 음악, 위급상황 신고, 안전정보 제공 등 다기능 스마트폴을 설치한다
	조명 (건축물)	조명05	D1	조명051_D1	필로티공간, 이격공간 등 사각지대 야간 감시를 위해 자동조도 센서등을 설치한다
		조명06	D1	조명061_D1	지하주차장의 주야간 시야확보를 위해 자동조도 센서등을 설치한다
		조명07	D1	조명071_D1	공용출입구 야간 시야확보를 위해 자동조도 센서등을 설치한다
			D2	조명072_D2	공용출입구 영역성 확보를 위해 로고라이트를 설치한다

CPTED 원리	건축도 시계획 요소	CPTED 디자인 요소	지능형 방범 기술	지능형 CPTED 기술요소	
				IC_RIN	내용
접근 통제	건축물	건축01	B1, B2, C2	건축011_B1B2C2	공용출입구의 감시 강화를 위해 동작감지 및 문개폐센서를 설치한다
		건축02	C1, C2	건축021_C1C2	공용출입구의 외부인 출입통제를 위해 AI CCTV 시스템 및 출입통제장치를 설치한다
		건축03	B1	건축031_B1	창문이 없는 폐쇄된 계단실의 감시 강화를 위해 AI용 CCTV 시스템을 설치한다
		건축04	B1	건축041_B1	우편함, 택배보관함의 경우 범죄예방을 위해 AI용 CCTV 시스템을 설치한다
			B2, C4	건축042_B2C4	우편함, 택배보관함의 경우 도난방지를 위해 이상상황 발생감지 기반 음성경고시스템을 설치한다
		건축05	C1, C2	건축051_C1C2	사유지 침입방지를 위해 동작감지 및 문개폐센서를 설치한다
			C4, C5	건축052_C4C5	사유지 침입방지를 위해 홈센서 감지 및 음성경고시스템을 설치한다
		건축06	B1	건축061_B1	출입통제구역에서의 지속적 관리를 위해 AI용 CCTV시스템을 설치한다
			C1, C4	건축062_C1C4	출입통제구역에서의 지속적 관리를 위해 동작감지 및 음성경고시스템을 설치한다
		건축07	C5	건축071_C5	세대 출입문의 침입범죄 방지를 위해 홈센서 감지 시스템을 설치한다
		건축08	C5	건축081_C5	세대 창문을 통한 침입범죄 예방을 위해 홈센서 감지 시스템을 설치한다
		건축09	C4, C5	건축091_C4C5	세대 창문을 통한 무단 침입 시 경보가 울릴 수 있도록 홈센서 감지 시스템 및 음성경고시스템을 설치한다
		건축10	C1, C4	건축101_C1C4	건물 이격공간에 외부인 침입방지를 위해 동작감지 및 음성경고시스템을 설치한다
		건축11	C1, C4, C5	건축111_C1C4C5	건물 외벽, 담장 등을 통한 외부인 침입방지를 위해 동작감지/홈센서감지 및 음성경고시스템을 설치한다
		건축12	B1	건축121_B1	시야가 차단되는 담장의 사각지대 감시를 위해 AI용 CCTV 시스템을 설치한다
		건축13	D2	건축131_D2	담장이 없는 경우 영역성 확보를 위해 로고라이트를 설치한다
			C1, C4	건축132_C1C4	담장이 없는 경우 접근통제를 위해 동작감지 및 음성경고시스템을 설치한다
		건축14	D2	건축141_D2	노후된 벽면의 디자인 개선을 위해 로고라이트를 설치한다
		건축15	B1	건축151_B1	시설에 의한 시야 차단 방지를 위해 AI용 CCTV 시스템을 설치한다
			C1, C4	건축152_C1C4	시설에 의한 시야 차단 방지를 위해 동작감지 및 음성경고시스템을 설치한다
		건축16	B1, B2, B3	건축161_B1B2B3	건축물 내 거주민 공용시설 사각지대 최소화를 위해 AI용 CCTV시스템을 설치한다

CPTED 원리	건축도 시계획 요소	CPTED 디자인 요소	지능형 방법 기술	지능형 CPTED 기술요소	
				IC_RIN	내용
활동 활성 화/ 유지 관리	공용 시설	공용01	A4, G1	공용011_A4 G1	24시간 도움 요청 및 실시간 대응이 가능한 안심편의점을 운영한다
		공용02	F1, G2	공용021_F1 G2	주민 유대감 증진 및 활동성 강화를 위해 주민 커뮤니티시설을 조성한다
		공용03	F1, G2	공용031_F1 G2	주민 유대감 증진 및 활동성 강화를 위해 유휴지공간에 마을텃밭을 조성한다
		공용04	A1, A3, A4	공용041_A1A3A4	GIS 범죄분석을 통해 범죄를 유발시키거나 악용될 수 있는 시설을 선정/관리한다
			A3, A4	공용042_A3 A4	범죄를 유발시키거나 악용될 수 있는 시설을 디지털트윈 기반으로 운영/관리한다
			A4, A6	공용043_A4 A6	범죄를 유발시키거나 악용될 수 있는 시설을 드론, 로봇을 통해 무인감시한다
		공용05	D2	공용051_D2	공간 이미지 개선을 통한 범죄 의도 감소를 위해 긍정적 이미지/그래픽의 로고라이트를 설치한다
		공용06	C6	공용061_C6	신호제어를 통한 긴급차량 우선신호시스템을 운영한다(소방차, 구급차 등)
			A4, A7, B1, B6, G5	공용062_A4 A7B1B6G5	화재 시 원활한 소방차 진입을 위해 불법주정차 등 방해요소를 관제한다
		공용07	B1, B2, C4, G3	공용071_B1 B2C4G3	쓰레기 불법투기 및 범죄 유발공간으로 변질되지 않도록 스마트 쓰레기 적치시설을 설치한다(적치량 감지, 무단투기 감시/경고 등)
		공용08	D2, G3	공용081_D2 G3	스마트 쓰레기 적치시설에 로고라이트를 통해 쓰레기 배출시간대 등의 정보를 전달한다
			C4, G3	공용082_C4 G3	스마트 쓰레기 적치시설에 무단투기 방지를 위한 음성경고시스템을 설치한다.
	공원	공원01	G2	공원011_G2	공원에 자녀, 노인 보호 목적의 스마트쉼터를 운영한다
		공원02	C3, C4	공원021_C3 C4	공원 범죄예방을 위해 비명, 긴급구조 음성 등을 감지하는 음장센서 및 음성경고시스템을 설치한다
			D1, D2	공원022_D1 D2	야간 공원 범죄예방을 위해 자동 조도 센서등 및 로고라이트를 설치한다
			D3	공원023_D3	야간 공원의 범죄예방 및 이용증진을 위해 보행로 바닥유도등을 설치한다
			D4	공원024_D4	공원의 범죄예방 및 이용증진을 위해 다기능 스마트폴을 설치한다
	용도/ 배치	배치01	A1, A4	배치011_A1 A4	주민 자율방범대 활동을 통해 지역 방범정보를 구축/갱신한다
			A2, A4	배치012_A2 A4	방범 빅데이터 분석을 통해 순찰동선을 계획한다

CPTED 원리	건축도 시계획 요소	CPTED 디자인 요소	지능형 방법 기술	지능형 CPTED 기술요소	
				IC_RIN	내용
		배치02	A1	배치021_A1	GIS 기반 치안정보분석을 통해 야간 범죄예방을 위한 귀가버스(야간마을버스)노선을 선정/운영한다
			A4, A5, E1	배치022_A4A5E1	여성의 야간 범죄예방을 위해 정밀위치 기반의 여성 안심귀가 모바일 앱을 운영한다
		배치03	C7	배치031_C7	차량, 자전거 등 타고통수단으로부터 안전한 보행로 확보를 위해 보행자/차량 감지 기반의 보행환경개선시스템을 설치한다
			F2	배치032_F2	차량, 자전거 등 타고통수단으로부터 안전한 보행로 확보를 위해 가변형 안내시설물을 설치한다(가변형 볼라드 등)
		배치04	F1, G2	배치041_F1 G2	보행자 안전을 위한 스마트 쉼터를 설치한다(방범/생활정보 안내 등)
		배치05	C3, C7	배치051_C3 C7	보행자 안전을 위한 위험지역 음성경고 및 보행환경 개선시스템을 설치한다
		배치06	D1, D3	배치061_D1 D3	보행이 활발한 비보행공간(건물 이격공간 등)을 보행로로 적극 개선시키기 위해 자동 조도 센서등, 바닥유도등을 설치한다
	주차	주차01	G4	주차011_G4	주차환경 개선을 위해 유휴 주차공간을 활용한 주차공유시스템을 운영한다
			F1, F2	주차012_F1F2	주차환경 개선을 위해 불법주정차 단속 안내 및 가변형 시설물을 설치한다
		주차02	A5G5	주차021_A5 G5	주차환경 개선을 위해 사용자 디바이스(블랙박스, 스마트폰 등) 기반 불법 주정차 모니터링시스템을 운영한다
	도시 관제	관제01	A1, A3, A4	관제011_A1A3A4	범죄장소분석을 통한 범죄예방 지원을 위해 GIS/디지털트윈 기반 안전지도를 개발한다
		관제02	A2, A4	관제021_A2 A4	빅데이터 기반 유형별 범죄대응 및 예측을 위해 범죄 모니터링시스템을 구축한다
			A4, B2, B3, B4, B5	관제022_A4 B2B3B4B5	범죄 모니터링시스템 기반의 안면인식, 추적관제 등의 영상분석 서비스를 제공한다
			A1, A2, A3, A4, A6	관제023_A1 A2A3A4A6	무인 우범지역 실시간 자동 순찰/관제를 위해 드론, 로봇을 운영한다
			A4, A7	관제024_A4 A7	즉각적인 범죄상황 대응을 위해 스마트시티 통합플랫폼 연계 기반으로 112,119에 실시간 범죄분석정보를 전달한다
		관제03	A4, D4	관제031_A4 D4	비상벨, 비명인식, 음성경고 등 범죄예방을 위한 IoT 기반 스마트폴을 설치한다
			A4, A7	관제032_A4 A7	비상벨 신고사항에 대한 즉각적인 대응을 위해 관제센터, 112/119에 자동연계시스템을 구축한다
			A4, A5, E1, E2	관제033_A4A5E1E2	실내외 정밀위치 기반의 모바일 신고 앱을 운영한다
			A4, A5, E1, E2, E3	관제034_A4 A5E1E2E3	실시간 자녀/치매노인 등 범죄취약자를 위한 실시간 위치파악 모바일 앱을 운영한다
		관제04	F1	관제041_F1	외국인 밀집지역을 대상으로 외국인 적응을 위한 관련 안내정보를 제공한다

CPTED 원리	건축도시계획 요소	CPTED 디자인 요소	지능형 방법 기술	지능형 CPTED 기술요소	
				IC_RIN	내용
영역성 / 명료성	안내 (도로)	안내01	A2, F1	안내011_A2F1	GIS 기반 치안정보분석을 통해 안전마을 브랜드를 개발/안내한다
		안내02	F1	안내021_F1	스마트 안내보드를 통해 마을 내 안전 및 활동수칙, 방법/생활정보를 제공한다
		안내03	A1, A3, A4, F1	안내031_A1A3A4F1	안전지도 기반 주민용 방법정보를 제공한다
	안내 (건축물)	안내04	D2,F1	안내041_D2F1	주민 영역성 강화 목적으로 건물출입구/진입로에 안전마을 브랜드를 홍보하기 위한 로고라이트, 스마트 안내보드를 설치한다

4. 지능형 CPTED 기술요소 적용방안

지능형 CPTED 기술요소는 고밀형 저층주거지 CPTED 현장 구축 및 운영을 위한 지표로써의 역할이 가능하다. 공간별 지표로 활용할 경우 가로 단위는 건축도시계획요소에서의 도로, 조명(도로), 안내(도로), 주차, 필지 단위는 건축물, 조명(건축물), 안내(건축물), 공용시설, 공원, 지역관계는 도시관계, 용도/배치, 공용시설로 분류하여 적용 가능하다. 지능형 방법 기술별 적용방안을 모색할 경우 방법기술코드에서 필요한 기술 및 서비스를 선별 후 재그룹핑하여 적용할 수 있다. 현장에서의 지능형 CPTED 사용여부에 대한 평가지표로도 활용 가능하다. 각 지능형 CPTED 기술요소별 현장에서의 구축 및 운영 정도를 점검하여 지능형 CPTED 추가 구축방안 도출을 위한 기초자료로 활용 가능하다.

위 지능형 CPTED 기술요소는 지표로써의 활용이 가능하나, 실제 의사결정자의 기술요소 도입과정을 고려했을 때 81개 항목 개수는 실용성 측면에서 과다할 수 있다. 특히 지자체 도입을 위해서는 기초지자체마다 보유한 스마트도시통합운영센터가 거점이 될 수 있는데, 스마트도시통합운영센터는 기술측면이 강조된 서비스 도입이 우선시되는 특징을 갖는다. 이에 실질적인 지자체 도입을 위해서는 지능형 CPTED 기술요소의 군집 분류작업과 시스템·서비스화가 필요하다. 이에 대표되는 시스템 콘텐츠로서 AI·CCTV, IoT·조명, 플랫폼, 커뮤니티를 대분류화하였다. 각 대분류별 서비스 요소로써, AI·CCTV는 AI용 CCTV 시스템, 생활안전 AI 영상분석, 범죄예방 AI 영상분석 서비스로 군집분류 되었으며, IoT·조명은 지동 센서 인식/경고시스템, 보행환경 개선시스템, 스마트폴(스마트가로등)으로 분류되었다. 플랫폼의 경우 범죄 모니터링 시스템, 실내외 정밀위치 제공 모바일 방법 앱, 실시간 관제용 드론/로봇 서비스로 분류되며, 커뮤니티는 안전 안내보드(키오스크), 주차환경 개선시스템, 우범지역 안전 커뮤니티로 소분류화 하였다. 실현전략으로서 각 소분류별 구체적인 지능형 CPTED 기술요소 적용방안을 제시하였으며, 이를 통해 보다 실용적인 지능형 CPTED 기술요소 도입 및 의사결정을 지원하고자 하였다(표 6).

표 6. 지능형 CPTED 기술요소 적용방안

대분류 (콘텐츠)	소분류 (서비스 요소)	세부 적용방안
AI·CCTV	AI용 CCTV 시스템	방범용 자동추적기능 CCTV 추가 설치 및 기능 개선(고화질 개선 등)
	생활안전 AI 영상분석	쓰레기 무단투기/불법소각, 불법주정차 단속, 주취자/흡연자/청소년 비위 색출 등 생활안전 지능형 CCTV 영상분석 솔루션 운영
	범죄예방 AI 영상분석	용의자 자동 추적, 안면인식(미아, 치매노인, 실종자 등), 이상행동 감지(폭행, 쓰러짐 등) 등 범죄예방 지능형 CCTV 영상분석 솔루션 운영
IoT·조명	자동 센서 인식/경고시스템	우범지역/사유지 등의 출입통제, 스쿨존 안전통제, 주취자/흡연자/쓰레기 무단투기 음성 경고, 독거/치매노인 보호 등을 위한 시스템 설치
	보행환경 개선시스템	어린이/노인보호구역 시청각 알림을 통한 보행안전/교통신호 제어시스템, 야간 보행유도등(자동조도, 투광기 등), 디지털 바닥조명 등 설치
	스마트폴 (스마트가로등)	우범지역 관제를 위한 보행자 인식 자동 조도, 비명 인식 및 음성 경고, 비상벨, 안전정보, 와이파이 등 IoT 기반 다기능 통합 스마트폴 설치
플랫폼	범죄 모니터링 시스템	빅데이터 GIS 기반 마을안전지도, 순찰 경로, 112/119 자동연계(스마트시티 통합플랫폼 연계), 안면인식/추적관제 등의 서비스 제공 방법플랫폼 운영
	실내외 정밀위치 제공 모바일 방법 앱	자녀, 여성귀갓길 등 실시간 실내외 정밀위치 파악이 가능한 모바일 방법 앱 운영
	실시간 관제용 드론/로봇	우범지역 실시간 자동 순찰/관제용 드론 및 로봇 운영
커뮤니티	안전 안내보드 (키오스크)	마을의 안전/생활/교통 정보, 쓰레기 배출 안내, 외국어 안내, 버스정보 안내(BIS), 방범용 CCTV 안내 등을 위한 스마트 안내보드(키오스크) 설치
	주차환경 개선시스템	주차환경 개선에 따른 범죄예방효과 증대를 위한 불법주정차 모니터링 및 주차공유 시스템 운영
	우범지역 안전 커뮤니티	여성안심귀갓길, 안심편의점/안심부스, 사회적약자 보호 목적의 스마트 쉼터, 스마트 쓰레기 적치시설 등 스마트 안전 커뮤니티 조성

IV. 결론

본 연구는 도시재생사업 중 도시설계적 접근이 어려운 고밀형 저층주거지의 CPTED 적용 효과를 향상시키기 위해 고도화된 방범기술을 접목한 지능형 CPTED 개념을 제시하였다. 고밀형 저층주거지 대상으로 공공 가이드라인 기반 CPTED 디자인요소와 방범 관련 선행연구 기반 지능형 방범기술을 선정한 뒤, 공간적 디자인 요소와 기술적 요소의 융·복합적으로 결합하여 최종 지능형 CPTED 기술요소를 도출하였다. 범죄예방 극대화를 위해서는 거주유형 뿐 아니라 공간 및 구현요소, 기술 적용사항 등을 종합적으로 고려해야 되므로 기존 CPTED 가이드라인이 반영하지 못하였던 기술적·도시관계적 요소를 포함하였으며, 체계적인 도출과정과 향후 확장성을 고려하여 요소별 보고식별번호를 부여하였다.

건축도시계획요소 중 도로 요소에서는 주로 범죄가 발생하는 골목길 등에서의 능동적 범죄대응을 위한 CCTV 기반 AI 영상분석 관련 지표가 선정되었으며, 건축물 요소의 경우 외부에 노출되는 고밀형 저층주거지의 건물 특성을 고려하여 침입 방지를 위한 IoT 기반 접근통제 관련 시스템 설치 및 운영방안이 제시되었다. 조명 요소의 경우 어두운 골목 등의 특성을 고려하여 자동조도 센서 운영, 스마트폴 설치 등 자연적 감시 기반 야간 범죄예방을 도모하고자 하였다. 활동활성화 및 유지관리 목적의 공용시설 요소는 거주민의 심리적 안정감 향상 및 실시간 범죄 대응을 위한 골목길 안심 편의점 조성, 관련 시설 관리 뿐 아니라 주민 유대감 증진을 위한 커뮤니티시설 조성 방안도 함께 제시되었다. 기존 CPTED 가이드라인과의 가장 큰 차별성이자 지능형 CPTED 구현을 위한 필수요소로써 본 연구에서 새로이 제시한 도시관제 요소는 관제센터를 기반으로 한 플랫폼, AI 영상분석, 112 자동연계 등 미래 기술·서비스가 집약되어 범죄 관리지역 또는 도시 전체를 과학적으로 모니터링 가능하다. 이 밖에 공원, 주차, 안내 등의 세부 기술요소를 도출하였으며, 지능형 CPTED 기술요소의 실질적인 실용화를 고려하여 지표로써의 적용방안과 군집분류를 통한 기술요소의 시스템·서비스화 적용방안을 함께 제시하였다. 도출된 지능형 CPTED 기술요소는 방법분야 공무원의 지능형 CPTED 도입을 위한 체크리스트, 의사결정 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

본 연구결과를 토대로 다음과 같은 시사점을 도출하였다. 첫째, 신개발지 및 아파트 단지에 비해 도시설계적 CPTED 접근이 어려운 고밀형 저층주거지의 경우 방법기술이 접목된 지능형 CPTED를 적극적으로 활용해야 된다. 도시공간적 특성이 고려되지 않은 단조로운 방법기술의 적용은 그 효과가 제한적이기 때문이다. 또한 기존 물리적인 방법설비 설치가 아닌 첨단 방법기술을 활용하여 운영의 효과성 및 효율성을 극대화해야 할 것으로 판단된다. 둘째, 추가 연구를 통해 지능형 CPTED 기술요소를 지속적으로 확장해야 한다. 본 연구에서 참조한 기존 저층주거지 CPTED 지침은 4종으로 한정되었기 때문에, 이를 확장하여 CPTED 적용 경향, 새로운 도시공간에서의 활용 등을 융통성 있게 대응해야 되기 때문이다. 또한 기술발전 속도를 고려하여 새로운 첨단 방법기술을 접목하기 위해서도 지능형 CPTED 기술요소의 확장은 반드시 필요하다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 지닌다. 첫째, 고밀형 저층주거지를 대상으로 지능형 CPTED 기술요소 선정 및 체계화 과정을 거쳤지만, 세부적인 지역 및 공간분석이 동반되지 못하였다. 건축도시계획요소별 지능형 CPTED 지표를 선정하였으나, 분류 대상의 기준일 뿐 실제 지역 및 도시재생사업에서의 공간적 특성이 고려된 실증연구가 필요할 것으로 판단된다. 둘째, 지능형 CPTED 기술요소 선정 시 기존의 CPTED 가이드라인을 토대로 고밀형 저층주거지 CPTED 디자인요소와 기술요소를 차례로 선정하며 보다 객관적인 도출과정을 이루고자 하였으나, 이와 상반되어 능동적이며 적극적인 지능형 CPTED에 대한 지표 수립이 되지 못한 한계를 가진다. 마찬가지로 지능형 방법기술 역시 현재 활용 가능하거나 근미래의 최신 기술로 선정하였기에, 향후 신규 개발되는 미래기술에 대한 반영이 필요할 것으로 판단된다. 향후 지능형 CPTED 테스트베드 현장 적용, 표준화 모델 수립, 스마트시티 연계, 개인정보보호 관련 대책, 지자체 확산방안 등 후속연구가 지속적으로 진행되어, 국민들이 범죄로부터 보다 안전한 생활을 영위할 수 있기를 기대한다.

인용문헌

- 고려대학교 민족문화연구원, 2009. 「고려대 한국어대사전」, 서울특별시.
- 김도우, 2016. “치안환경 변화에 따른 안전도시 도입방안 : 사물인터넷과 범죄예방환경설계를 중심으로”, 「한국셉테드학회지」, 7(1): 31-52.
- 김도우, 2019. “범죄예방 요소를 고려한 도시재생 사업지 선정지표 개발”, 「한국셉테드학회지」, 10(1): 199-225.
- 김성길·윤신숙, 2017. “지능형 CPTED 사업의 필요성과 ICT 융합 기술 : 천안시 성정동 시범 사업을 중심으로”, 「한국전자통신학회 논문지」, 12(2): 353-360.
- 김신혜·김광열·백태경, 2021. “셉테드(CPTED)를 이용한 도시재생방안에 관한 연구 - 부산시 안심마을 조성사업 대상지를 중심으로 -”, 「한국지리정보학회지」, 24(1): 54-67.
- 김연수, 2013. “도시재생사업과 범죄예방-도시재생사업과 CPTED, 무질서, 그리고 범죄두려움의 관계를 중심으로”, 「한국경찰학회보」, 15(5): 23-60.
- 김용국·조영진, 2018. “범죄로부터 안전한 다세대·다가구주택 계획기준 마련을 위한 시범평가 연구”, 「대한건축학회논문집」, 34(4): 27-34.
- 김학범, 2017. “도시재생 지역의 CPTED 요소에 대한 실태분석에 관한 연구”, 「한국경찰연구」, 16(2): 29-56.
- 남궁현·심희섭, 2017. “과학기술이 경찰활동에 미친 변화와 그 시사점”, 「치안정책연구」, 31(1): 1-42.
- 도인록·표창원, 2010. “CPTED 원리 기반, GIS활용 ‘도시 범죄예방 CCTV 시스템’ 구축 모델 개발 연구”, 「한국셉테드학회지」, 1(1): 85-102.
- 맹다미·장남중·백세나, 2017. 서울시 저층주거지 실태와 개선 방향, 서울특별시: 서울연구원.
- 민연경·박동균·이동규, 2015. “CPTED 지역치안협의체 사업의 정책효과 분석 : 범죄감소효과를 중심으로”, 「한국경찰연구」, 14(1): 63-90.
- 반상철·신희택, 2014. “중소도시 아파트단지 방법계획의 CPTED 요소 적용에 관한 연구”, 「한국산학기술학회 논문지」, 15(2): 1176-1187.
- 박소랑·박재국, 2018. “공간 빅데이터와 범죄통계자료를 이용한 범죄취약지 추출”, 「융합정보논문지」, 8(1): 161-171.
- 박수훈·김동현·박진아, 2021. “저층주거지 물리적 환경의 야간 범죄두려움 인지에 영향을 미치는 시각적 요인 분석”, 「국토계획」, 56(3): 5-20.
- 박은성·김기용·성동수·이건배, 2014. “GPS 정확도 향상을 이용한 CCTV 보안 서비스의 구현”, 「한국정보기술학회 논문지」, 12(3): 187-202.
- 박현호·김강일·조준택, 2018. “주거시설에 대한 CPTED 평가인증 기준 개선방안 연구”, 「한국경호경비학회지」, 55(55): 117-141.
- 신재현·김상운, 2017. “범죄예방진단팀(CPO)을 활용한 지방자치단체 CPTED 전략 개선방안”, 「한국경찰연구」, 16(3): 179-200.
- 심명섭, 2017. “지역사회 CPTED 정책의 발전방향 연구 : 경찰과 지방자치단체와의 협업 관계를 중심으로”, 「한국경찰학회보」, 19(5): 37-64.
- 유광홍·조영진, 2014. 범죄예방 환경설계 매뉴얼 개발 방안 연구, 세종특별자치시: 건축도시공간연구소.
- 유복희·김기란·강수민, 2016. “공동주택단지의 CPTED 계획요소 적용에 관한 연구”, 「한국생활과학회지」, 25(4): 497-514.

- 유재두, 2017. “범죄로부터 안전한 스마트 시티 구축 연구”, 『한국경찰학회보』, 19(5): 199-222.
- 이강원·손호웅, 2016. 지형 공간정보체계용어사전, 서울: 구미서관.
- 이경훈·강석진·김정석, 2012. “공동주택 범죄예방설계 평가모델 구축을 위한 가중치 설정에 관한 연구”, 『대한건축학회 논문집』, 28(2): 89-96.
- 이성길·황귀현, 2017. “스마트도시 통합운영센터와 센터 운영 시스템인 통합플랫폼의 기능 및 요건 연구”, 『한국통신학회지』, 34(9): 9-12.
- 이원상, 2016. “범죄예방을 위한 첨단과학기술 활용에 따른 법제도적 쟁점 고찰”, 『형사정책연구』, 27(2): 1-32.
- 장광호, 2018. “스마트 치안을 위한 범죄 분석의 영향 요인-경찰관의 인식 분석을 중심으로”, 명지대학교 대학원 박사학위논문.
- 장일식·박종철, 2018. “CCTV 통합관제센터의 운영성과 및 개선방안 : 구미시를 중심으로”, 『경찰학논총』, 13(1): 211-246.
- 정지은, 2022. “머신러닝기반 쇠퇴도시 예측 연구: 그래디언트 부스팅(Gradient Boosting) 모델을 중심으로”, 『도시재생』, 8(1): 5-24.
- 제창휘·우신구, 2023. “도시재생활성화계획의 사업추진전략 특성에 관한 연구 : 부산시 내 도시재생사업을 중심으로”, 『도시재생』, 9(1): 32-57.
- 조성제, 2019. “안전도시, 여성친화도시, CPTED, 도시재생 등 도시 안전 4축의 공통 자치입법을 위한 제안”, 『법학연구』, 27(1): 279-298.
- 조영진·한수경·김승남·박유나, 2021. “저층주거지 내 환경조성 시설·기법의 효과성 실증 연구”, 『대한건축학회 논문집』, 37(10): 23-34.
- 주일엽·조광래, 2009. “환경설계를 통한 범죄예방(CPTED)과 시큐리티시스템(Security System) 간 연계방안”, 『한국경호경비학회지』, 19(19): 165-185.
- 차정화·이주용·이지훈, 2015. “가로등 인프라를 활용한 안전한 스마트 방범 시스템”, 『한국통신학회 논문지』, 40(5): 851-856.
- 최우철·나준엽, 2017. “CPTED 평가지표를 반영한 다세대다가구 밀집지역의 범죄예방디자인 연구”, 『한국공간디자인학회 논문집』, 12(5): 263-273.
- 최우철, 2018. “다세대·다가구 주거지역 가로의 범죄예방 디자인요소 연구”, 『한국공간디자인학회 논문집』, 13(3): 117-130.
- 최우철·나준엽, 2019. “지능형 방범 실증지구 경제적 가치평가”, 『한국산학기술학회 논문지』, 20(11): 436-445.
- 한훈영·김광호·주민수·고동범·김정준·박정민, 2019. “1인 가구를 위한 맞춤형스마트 화재 및 방범시스템에 대한 연구”, 『한국인터넷방송통신학회 논문지』, 19(1): 295-304.
- Atlas, R., 2013. 21th Century Security and CPTED, : Designing for Critical Infrastructure Protection and Crime Prevention. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Cho, Y., Jeong, H., Choi, A., Sung, M., 2019. “Design of a Connected Security Lighting System for Pedestrian Safety in Smart Cities”, *Sustainability*, 11(5): 1308.
- Cozen, P., Saville, G., Hillier, D., 2005. “Crime prevention through environmental design (CPTED): a review and modern bibliography”, *Journal of Property Management*, 23(5): 328-356.
- Jacobs, J., 1961. The Death and Life of Great American Cities, London, UK: Jonathon Cope.
- Jang, Y., Kim, D., Pakr, J., Kim, D., 2018. “Conditional effects of open-street closed-circuit television (CCTV) on crime: A case from Korea”, *International Journal of Law, Crime and Justice*, 53: 9-24.
- Lee, J., Kim, K., Kim, K., 2019. “A Study on Improving the Location of CCTV Cameras for Crime Prevention

- through an Analysis of Population Movement Patterns using Mobile Big Data”, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 23(1): 376-387.
- Lim, H., Wilcox, P., 2017. “Crime-Reduction Effects of Open-street CCTV: Conditionality Considerations”, *Justice Quarterly*, 34(4): 597-626.
- Mahdi, A., Taraneh, S., Roghayeh, J., 2020. “Use All Generation of Crime Prevention through Environmental Design(CPTED) for Design urban Historical Fabric(Case Study: The central area of Tehran Metropolis, Eastern Oudlajan)”, *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2): 519-533.
- Newman, O., 1972, *Defensible Space : Crime Prevention Through Urban Design*, New York: Macmillan.
- Vogiatzaki, M., Zerefos, S., Tania, M., 2020. “Enhancing City Sustainability through Smart Technologies: A Framework for Automatic Pre-Emptive Action to Promote Safety and Security Using Lighting and ICT-Based Surveillance”, *Sustainability*, 12(15): 6142.
- Yeom, S., Hong, Y., 2017. “A Case Study on Application of CPTED of Park Development Guidelines”, *Journal of Environmental Science International*, 26(1): 97-107.
- <https://terms.tta.or.kr/> 정보통신용어사전(한국정보통신기술협회)
- <https://www.abc.net.au/> The Science of Crime Control(ABC Radio National)

<투고 2023.02.22., 1차심사 2023.03.21., 2차심사 2023.05.08., 게재확정 2023.08.17.>