

네트워크 모델 기반 공중화장실 범죄위험요소 가중치 산출

윤신숙* · 송정화**

Network Analysis for Crime Prevention in Public Restrooms: Weighting Factors

Shin-Sook Yoon* · Jeong-Hwa Song**

요 약

본 연구에서는 다양한 관련 데이터를 근거로, 네트워크 분석 기법을 적용하여 공중화장실 범죄와 연관된 시공간 요소들 간의 관계를 파악하였다. 그런 다음 이들 요소가 범죄 발생에 미치는 상대적 중요성을 평가하였다. 범죄 발생과 관련된 변수들을 도출하였으며 네트워크 분석을 위해 이 변수들 간의 연결성을 평가하여, 복잡한 관계 구조를 가진 데이터 기반 네트워크 모델을 구축하였다. 네트워크 모델은 각 요소의 가중치를 산출, 중요 요소를 식별하는데 기여하였다. 공중화장실의 위치, 이용 시간대, 주변 환경, 설비의 상태 등이 범죄 발생에 중요한 요소로 나타났으며, 조명의 질과 주변 지역의 치안 상태가 높은 가중치를 지닌 것으로 확인하였다. 이러한 결과는 공중화장실 설계 및 관리에 안전도 향상에 중요한 요소들을 식별하여 우선 조치하는데 활용할 수 있다. 네트워크 분석 방법론은 공중화장실을 포함한 공공장소에서의 범죄 예방 방안을 제시하고, 안전한 공공 환경 조성에 기여할 수 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

This study employed network analysis techniques to examine the relationships between spatiotemporal factors associated with crimes in public restrooms, drawing on diverse relevant data sources. We then evaluated the relative importance of these factors in crime occurrence. Variables related to crime incidence were identified, and their interconnectedness was assessed for network analysis, resulting in a data-driven network model with complex relational structures. The network model contributed to calculating the weight of each factor and identifying key elements. The location of public restrooms, usage time, surrounding environment, and facility conditions emerged as crucial factors in crime occurrence, with lighting quality and local security status showing high weightings. These findings can be utilized to prioritize interventions in public restroom design and management to enhance safety. The network analysis methodology demonstrated its potential in proposing crime prevention measures for public spaces, including restrooms, and contributing to the creation of safer public environments.

키워드

Public Restrooms, Crime Prevention, Network Analysis, Weight Calculation, Network Model
공중화장실, 범죄예방, 네트워크 분석, 가중치 산출, 네트워크 모델

* 남서울대학교 산학협력단 연구원(yss28@hanmail.net)

** 교신저자 : 남서울대학교 건축학과

• 접수일 : 2024. 07. 30

• 수정완료일 : 2024. 09. 05

• 게재확정일 : 2024. 10. 12

• Received : Jul. 30, 2024, Revised : Sep. 05, 2024, Accepted : Oct. 12, 2024

• Corresponding Author : Jeong-Hwa Song

Dept. Architecture, Namseoul University

Email : songjh@nsu.ac.kr

I. 서 론

공중화장실은 사용자들의 일상생활에서 필수적인 위생시설이다. 근래 공중화장실에서 충격적인 강력범죄가 발생하여 공중화장실이 안전하지 못한 공간으로 일반에게 인식되는 현상이 나타났다. 정부 관련기관 및 지방자치단체, 그리고 관련 연구자들은 공중화장실의 안전도 제고를 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 공공시설 안전보장은 중요한데, 공공시설에 안전을 위해하는 요소가 해소되지 않으면 공공 안전에 대한 인식을 저하시키고 사회 전반에 부정적 영향을 미칠 수밖에 없다. 2018년부터 공중화장실을 범죄로부터 안전한 공공시설로 개선하려는 노력이 본격화 되었는데, 강력범죄 재발 방지는 물론, 근래 증가하는 정보통신성범죄 예방 노력도 함께 추진되고 있다. 정부와 각 지방자치단체들은 다양한 분석과 해결 방안을 강구하고 있다. 그리하여, 공중화장실의 구조적인 문제, 관리 방안, 새로운 디자인 등이 제안되고 있으며 이를 적용하여 안전하고 새로운 공중화장실이 건축되고 있는 중이다. 새로운 공중화장실들은 기존 공중화장실의 공간 요소들에 대한 분석을 기초로 하였으며, 공중화장실 사용자들과 관련된 시간적, 관리적 분석 결과를 기반으로 위험요소를 제거하거나 범죄발생을 억제할 수 있도록 개선한 결과라고 할 수 있다.

이러한 노력 가운데서 점검하여야 할 것은, 공중화장실에 존재하는 환경 및 공간요소들 가운데 안전위협 요소들이 같은 위험도를 갖지 않는다는 것이다. 본 연구에서는 공중화장실 내 범죄 발생에 영향을 미치는 요소들을 식별하고, 이들의 상호작용 및 영향력을 분석하여, 각 요소들의 가중치 부여 방안을 제안하고자 한다. 이는 범죄 예방을 위한 전략 수립과 대응 방안을 모색하는데 기여할 수 있다. 이를 위하여 네트워크 모델링 방법론을 적용하여, 다양한 요소들의 상대적 중요성에 대한 가중치를 정량적으로 산출하고자 한다.

본 연구는 다음 세 가지 문제를 중점적으로 고려하여 진행한다. 첫째, 공중화장실에서의 범죄 발생에 영향을 미치는 주요 요소는 어떠한 것들이 존재하며, 이 요소들은 범죄 발생에 어떻게 영향을 미치는지 분석한다. 둘째, 이 요소들을 분석하며 각각의 요소들에 가중치를 할당할 수 있는지 여부를 판별한다. 셋째,

각 요소에 대한 가중치를 산출하고 이것이 공중화장실에 존재하는 시공간요소 개선 방안을 모색하는데 실마리가 될 수 있도록 한다.

이를 위하여 공중화장실 관련 범죄사건 자료, 사용자 행동 패턴, 환경적 조건 등 관련 근거 자료 및 데이터를 확보한다. 수집된 자료와 데이터를 기반으로 네트워크 분석을 실시, 요인들 간의 상호작용 및 구조적 연결성을 파악한다. 네트워크 분석 결과를 통하여 각 요소들의 가중치를 산출하고, 범죄 예방에 중요한 요소들을 차별화 하여 식별한다. 본 연구의 결과로 나타나는 공중화장실의 위험요소에 대한 가중치는 공중화장실 범죄 예방에 있어서 구체적인 전략을 수립할 수 있는 근거를 제공할 것으로 기대된다.

II. 선행연구

2.1 공중화장실 VR 체험을 통한 범죄 두려움 요소 도출

실제 공중화장실 요소를 투입한 VR 체험 시스템을 개발하였다. VR 체험 후 설문조사를 통한 범죄 두려움 요소를 도출하였다[1][2].

- 화장실 위치: 외딴 곳, 지하, 2층 이상 위치는 범죄 두려움 증가
- 남녀 공용 화장실: 여성의 범죄 두려움 증가
- 화장실 밝기: 어두운 환경은 범죄 두려움 증가
- 유지·관리: 청결하지 않은 환경은 범죄 두려움 증가

2.2 공중화장실 CCTV 설치 효과 분석

CCTV 설치 전후 범죄 발생 건수를 비교 분석하였다. 공중화장실 이용자 설문조사를 통한 안전 인지 변화를 분석하였다[3].

- CCTV 설치 후 범죄 발생 건수 감소
- 이용자의 안전 인지 향상

2.3 공중화장실 설계 및 관리 방안 연구

범죄예방을 위한 환경설계(Crime prevention through environmental design, CPTED) 원칙을 적용하여 공중화장실 설계 및 관리 방안을 제안하고자 하였다. 이용자 인터뷰 및 전문가 자문을 통한 설계 및

관리 방안을 제시하였다.

- 시각적 감시 강화: CCTV 설치, 창문 설치
- 자연스러운 감시 강화: 이용자 동선 설계, 개방형 공간 조성
- 범죄 기회 감소: 숨을 곳 제거, 출입구 관리 강화
- 피해자 지원 시스템 구축: 비상벨 설치, 구조 요청 시스템 구축

공중화장실의 시간적 요소와 공간적 요소는 범죄 발생에 유의미한 영향을 미친다고 보았으며, 범죄 예방을 위하여 환경적 요소를 고려한 설계 및 관리 방안이 필요하다고 하였다.

공중화장실 이용자의 시간적 취약성 연구도 진행하였다. 설문조사를 통하여 공중화장실 이용자들의 시간적 취약성을 측정하였는데, 단독 이용, 야간 이용, 주변 환경 인지 부족 등 시간적 취약성이 높을수록 범죄 피해 위험성이 증가하는 것으로 분석되었다. 특히, 야간 이용 시 범죄 피해 위험이 2.5배 증가하였다. 야간 조명 강화, CCTV 설치, 비상벨 설치 등 시간적 취약성 감소를 위한 방안 마련을 제안하였다[4].

공중화장실의 공간적 특성과 범죄 발생 패턴을 파악하고자 서울시 공중화장실을 중심으로 데이터를 수집하고 분석하였다. 서울시 공중화장실의 공간적 특성(위치, 구조, 시설 등)을 조사하고 범죄 발생 데이터와 공간적 특성의 연관성을 분석하였는데, 외딴 위치, 감시 부족, 탈출 경로 용이 등 공간적 특성이 범죄 발생 위험 증가와 관련이 있다고 보았다. 특히, 외딴 위치의 공중화장실에서 강도 범죄 발생 위험 3배 증가하는 것으로 분석하였다. 공중화장실 위치 선정 시 접근성 및 안전성을 고려하여야 하고, 감시 시스템 강화, 탈출 경로 차단 등 공간 특성 개선을 제안하였다[5][11].

공중화장실 디자인 요소가 사용자의 불안감과 범죄 인지에 영향을 미친다고 보고, 다양한 공중화장실 디자인 요소(조명, 색상, 소재 등)를 제시하고 사용자들의 불안감 및 범죄 인지에 대하여 조사를 실시 하였다. 음침한 분위기, 불투명한 벽, 좁은 공간 등 디자인 요소가 불안감 증가를 유발하는 것으로 분석하였다. 밝고 개방적인 분위기, 투명한 벽, 넓은 공간 등 디자인 요소가 불안감을 감소시키는 것으로 보았다. 공중화장실의 시간적 취약성 감소, 공간적 특성 개선, 심리적 안정을 높이는 디자인을 통해 공중화장실 안전성 증진이 가능하다고 하였다[6][12].

2015년 서울시 공중 화장실에서 발생한 범죄 데이터를 시간 요소(시간대별 범죄 발생률)를 고려하여 분석하였는데, 오전 10시부터 오후 12시까지, 오후 6시부터 오후 8시까지 범죄 발생률이 높은 것으로 나타났다. 여성 화장실보다 남성 화장실 범죄 발생률이 높았으며, 주말, 공휴일 범죄 발생률이 높은 것으로 분석하였다[7][13]. 서울시 공중 화장실 위치 데이터와 범죄 데이터를 공간 요소(화장실 위치와 범죄 발생률)별로 분석하였는데, 인적이 드문 곳, 숨겨진 곳에 위치한 화장실 범죄 발생률이 높은 것으로 나타났다. 감시가 부족하고 접근성이 용이한 위치는 범죄 발생 위험을 높일 수 있다고 보았다[8][14]. 서울시 공중 화장실 내부 구조 데이터와 범죄 데이터를 분석한 결과 칸막이가 낮거나 문이 없는 화장실 범죄 발생률이 높은 것으로 나타났으며, 사각지대가 많거나 CCTV가 없는 화장실 범죄 발생률이 높은 것으로 분석하였다. 범죄자가 숨을 수 있는 공간을 제공하고 감시를 어렵게 하는 구조는 범죄 발생 위험을 증가시킨다고 보았다[9][10].

선행연구를 통하여 공중 화장실 범죄 발생은 시간적, 공간적 요소에 의해 영향을 받는 것으로 분석되었으며 주요 위험 요소로는 시간 측면에서는 이용량 증가 시간대, 야간, 여름철로 나타났고, 공간 측면에서는 인적이 드문 곳, 접근성이 용이한 곳, 감시가 부족한 곳, 내부 구조가 복잡한 곳이 공중화장실의 안전을 위해하는 요소라고 분석하였다.

III. 공중화장실 안전도 제고를 위한 네트워크 분석 기반 요소 가중치 산출

3.1 네트워크 모델 구축을 위한 요소

공중화장실에 내제되어 있는 각종 시공간요소들 가운데, 공중화장실에서 발생할 수 있는 범죄와 관련 있는 요소들을 기존의 자료분석을 통하여 얻을 수 있다. 기존의 선행 연구들을 통하여 얻을 수 있는 요소는 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째는 사용자가 느끼는 두려움 관련 요소이고, 둘째는 이미 발생한 범죄사건 데이터나 이에 대한 분석결과로 나타나는 요소들이다. 공중화장실의 시공간 구성요소 중에서 공중화장실내에서 발생할 수 있는 범죄 위험과 연관 있는 것으로 써 가중치 부여 대상이 된다.

3.2 관계구조를 가진 데이터 기반 네트워크 모델 구축

관련 연구를 통하여 나타난 결과와 각종 자료를 바탕으로 ‘관계 구조를 가진 데이터 기반 네트워크 모델’을 구축할 수 있는데, 모델 구축을 위하여 먼저 ‘노드(Node)’와 ‘엣지(Edge)’를 정의한다.

‘노드’는 각종 자료에서 분석하여 도출한 다양한 공중화장실의 시공간요소이다. 화장실 위치, 남녀 공용 여부, CCTV설치, 취약시간, 각 공간들의 특성, 디자인 요소 등을 꼽을 수 있다. ‘엣지’는 노드 간의 관계를 나타낸다. ‘화장실 위치’는 ‘범죄 두려움 증가’와 연결되고, ‘조명’은 ‘사용자의 불안감’과 연결된다.

네트워크 구축 절차

노드 생성, 엣지 생성, 속성 할당의 순서로 네트워크 모델을 구축한다. 여기서 노드 생성은 선행 연구에서 분석한 각종 요소 및 결과로 나타난 것을 노드로 생성하는 것이며, 엣지 생성은 ‘외진 곳 위치’노드는 ‘범죄 두려움 증가’노드로 연결하는 방식으로 진행한다. 그런 다음 각 노드와 엣지에 속성을 할당하여 상세한 정보를 포함시킨다. 이러한 방식으로 네트워크 모델을 구축함으로써 공중화장실에서의 범죄 발생과 관련 있는 요소들을 뚜렷하게 식별할 수 있다. 다음 그림 1. 은 네트워크 모델 구축 예를 보여준다.

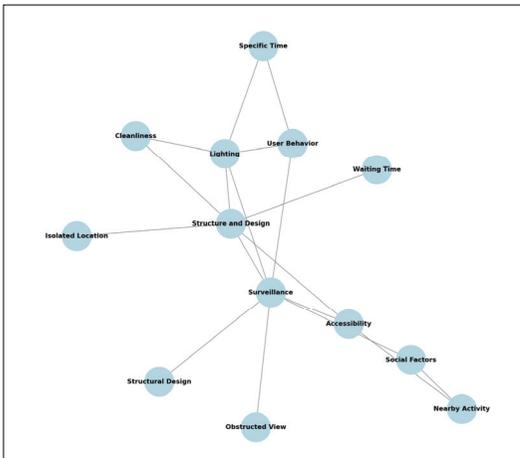


그림 1. 네트워크 모델
Fig. 1 Network model

이 네트워크 모델은 공중화장실에 존재하는 시공간 요소들과 그 사이의 상호작용을 이해하고 각 요소의 가중치를 산출하는 기반이 된다.

3.3 네트워크 모델을 분석하여 각 요소의 가중치를 산출, 중요 요소 식별

이 네트워크 모델을 기반으로 각 요소의 가중치를 산출할 수 있다. 이를 위하여, 가중치 부여 기준을 다음과 같이 제시한다.

가중치 부여 기준

- 위치 관련 노드와 엣지: 높은 가중치 (예: 가중치 = 2)
- 디자인 및 유지관리 관련 노드와 엣지: 중간 가중치 (예: 가중치 = 1.5)
- CCTV 설치 및 시각적 감시 관련 노드와 엣지: 가장 높은 가중치 (예: 가중치 = 3)
- 기타 요소: 기본 가중치 (예: 가중치 = 1)

이 기준에 따라 네트워크 모델의 각 요소에 위 기준을 적용하여 가중치를 산출하면 그 결과는 다음과 같다.

노드 가중치

- "Restroom Location - Secluded": 가중치 2
- "Restroom Location - Underground": 가중치 2
- "Restroom Location - Above 2nd Floor": 가중치 2
- "Unisex Restrooms": 가중치 1.5
- "Restroom Brightness - Dark": 가중치 1.5

엣지 가중치:

- ("Restroom Location - Secluded", "Reduced Crime Opportunities"): 가중치 2.0
- ("Restroom Location - Underground", "Enhanced Visual Surveillance"): 가중치 2.5
- ("Restroom Location - Above 2nd Floor", "Enhanced Natural Surveillance"): 가중치 1.5
- ("Unisex Restrooms", "Improved Safety Perception"): 가중치 2.25
- ("Restroom Brightness - Dark", "Design - Dark and Gloomy Atmosphere"): 가중치 1.5

다음 그림 2는 네트워크 모델 구축과 가중치 부여 절차를 그림으로 도식화 한 것이다. 데이터 수집으로부터 모델 구축 후 가중치 부여과정을 절차적으로 진행하고 있다.

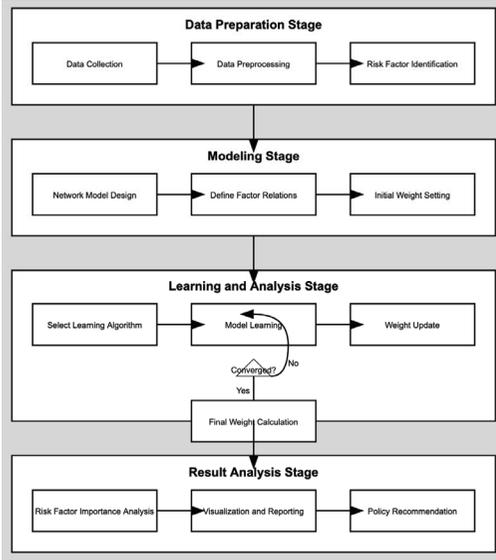


그림 2. 네트워크 모델 구축과 가중치 부여
Fig. 2 Network Model Construction and Weight Assignment

3.4. 적용

3.3절에서 제안한 바와 같이 공중화장실의 범죄관련요소들에 대한 가중치 부여 방안을 다음과 같이 가중치 부여에 활용할 수 있다.

먼저, 선행자료 기반 범죄위험관련요소들을 정리하고 이를 가중치 부여 대상으로 선정한다.

1) 공중화장실내 범죄 유형

- 개인 사생활침해 : 도촬, 엿보기
- 폭력 : 성폭력, 강도, 폭행
- 약물 : 마약판매, 마약사용

2) 공중화장실 사용자에게 두려움 느끼게 하는 요소

- 시간요소 : 특정시간대, 대기 시간
- 공간요소 : 격리된 위치, 구조 및 설계, 조명, 청결 상태

격리된 위치 : 공중화장실이 사람이 많이 다니지 않는 외딴 곳이나 시야에서 멀리 떨어진 곳에 위치하여 있는 것이다. 격리된 위치는 시야 확보의 어려움,

도움 요청의 어려움, 심리적 불안감, 범죄의 은밀성 증가와 관련성 있는 것으로 분석된다.

구조 및 설계 : 공중화장실의 전반적인 물리적 배치와 건축적인 측면을 의미하는데, 세부적으로 ‘출입구와 통로(출입구가 잘 보이고 접근이 용이한 구조), ‘재료와 내구성(벽, 문, 칸막이 재료)’을 포함한다.

조명 : 밝은 조명은 사용자에게 공중화장실 공간에서의 안도감을 주며, 주변상황과 환경에 대한 명확한 인지를 돕는다.

청결 상태 : 공중화장실의 청결 상태는 시설 및 공간이 관리되고 있음을 나타내고, 해당공간의 관리에 다수가 관여하고 있음을 인식하게 한다.

3) 공중화장실의 범죄발생 연관요소

- 위치 및 접근성 : 외진 위치, 시야 차단(설계적요소/조경 및 구조물), 접근 용이성, 인근 활동 등은 공중화장실의 범죄 발생과 연관성을 가진다.

- 조명 : 충분한 조명은 사용자에게 심리적 안정감을 주는 역할만 하는 것이 아니며, 범죄자가 범행을 저지르기 어렵게 하는 것으로 분석되어 왔다. 조명이 밝을수록 범죄자는 자신이 행동이 노출된다고 판단하기 때문에 범죄 억제 효과가 있는 것이다. 충분한 조명은 미끄럼 같은 단순 사고 예방에도 도움이 되며, 비상 상황에서 상황을 파악하고 대처하는데 도움이 된다.

- 구조적 디자인 : 공중화장실의 세부적인 디자인 요소를 말한다. 공간의 사용성과 시각적 측면을 포함한다. 시야 확보를 지지하는 ‘개방형 디자인’은 범죄 예방에 효과적이라 할 수 있다. 화장실 칸막이의 높이와 구조를 개선하여 사각지대를 최소화하고 비상 상황 시 외부에서 도움 받을 수 있다. 화장실 내부에서 외부로 소리가 잘 전달되게 하는 디자인도 필요하다. 공중화장실 내부의 색채디자인도 밝고 청결한 느낌을 주어 범죄 발생을 자연스럽게 억제하는데 기여할 수 있다.

- 감시 : 공중화장실 내외부를 관찰하고 모니터링함으로써 범죄를 예방하고 사용자의 안전을 보장하는 다양한 방법과 기술을 의미한다. ‘감시’는 범죄자의 행동을 억제하고 범죄 발생 시 신속하게 대응할 수 있는 요소로써, ‘자연 감시(공간 구조, 투명성, 개방적 환경)’, ‘기계적 감시(CCTV, 비상호출 벨, 입구 거울)’, ‘인적 감시(순찰, 보안인력)’가 있다.

- 사회적 요인 : 범죄 발생에 영향을 미치는 사회적 환경과 관련된 다양한 요인들로서, '지역사회 범죄율', '사회적 결속력', '빈곤과 실업' 등을 포함한다.

- 사용자 행동 : 화장실 사용자들의 행동과 습관을 의미한다. '개인 안전 의식', '시설 보호', '이상 상황 신고', '커뮤니티 감시' 등의 긍정적 요소와 '약물 복용', '폭력' 등이 부정적 요소가 있다.

4) 가중치 부여 대상 : 이와 같은 두려움 연관요소, 범죄발생 연관요소들이 존재하는데, 본 연구에서는 특정시간대, 대기 시간, 격리된 위치, 구조 및 설계, 조명, 청결 상태, 시야차단유발(조경 및 구조물), 접근 용이성, 인근 활동, 조명, 구조적 디자인, 감시(CCTV, 거울), 사회적 요인, 사용자 행동에 대하여 가중치 부여 대상으로 선정한다. 선정한 이유는 상호연관성이 존재하면서도 독립변수로서의 역할과 기능이 이전의 관련연구를 통하여 뚜렷하게 입증된 것을 근거로 하였다.

이 네트워크 모델에 대하여 대표적인 노드들과 그 연결의 내용은 다음과 같다.

① "구조 및 설계"의 연결성 : "구조 및 설계"가 네트워크의 다른 요소들에 미칠 수 있는 중요한 영향은 다음과 같다.

"격리된 위치"의 영향: 화장실의 위치는 화장실이 얼마나 고립되거나 노출되는지를 결정할 수 있다. 개방적이고 시야가 확보된 건축적 특성을 포함시키면 고립감을 완화할 수 있어 인과관계가 있다.

"접근 용이성"과의 연결성: 모든 사용자의 접근성을 보장하며, 접근 용이성을 증진시키는 것은 범죄 발생 위험 증감에 인과관계가 있다.

"감시 (CCTV, 거울)"에 대한 영향: 레이아웃과 구조적 설계는 감시 장치의 배치와 범위를 결정한다. 감시 도구가 공간을 얼마나 잘 모니터링할 수 여부는 공중화장실 안전에 영향을 미친다.

"대기 시간"과의 관계: 화장실의 설계, 시설의 수 및 그 배치는 사용자의 흐름에 영향을 미치며 대기 시간을 줄이거나 늘릴 수 있다.

② 조명은 공중화장실의 사용성과 안전에 많은 영향을 미치는 중요한 요소이다. 조명과 관련된 연결성을 평가하고 네트워크 모델에서 그 중요성을 반영하도록 연결성을 강화할 필요가 있다:

"청결 상태"와의 연결: 적절한 조명은 유지 관리 직

원이 더럽혀진 지역을 쉽게 발견하고 처리할 수 있게 함으로써 청결을 유지하는 데 도움을 준다.

"사용자 행동"에 대한 영향: 잘 조명된 환경은 부적절한 행동을 억제하고 범죄 발생률을 줄일 수 있다.

"안전감"에 대한 영향: 좋은 조명은 사용자에게 안전감을 제공하는 데 필수적이며, 특히 밤과 같은 특정 시간에 중요하다.

"감시 (CCTV, 거울)"와의 상호작용: 조명은 가시성과 녹화된 영상의 품질을 향상시켜 감시 시스템의 효과를 증가시킨다.

③ 사용자 행동 (User Behavior)

특정 시간대 (Specific Time): 사용자의 행동은 시간대에 따라 달라질 수 있으며, 특정 시간대에는 범죄나 부적절한 행동이 더 자주 발생할 수 있다.

④ 감시 (Surveillance)

조명 (Lighting): 조명은 감시 카메라의 가시성과 효과를 향상시킨다. 밝게 유지되는 환경은 감시의 질을 높이고, 사건 발생 시 명확한 영상 기록을 가능하게 한다.

사회적 요인(Social Factors) 및 사용자 행동(User Behavior): 감시의 존재는 사회적 요인과 사용자 행동에 영향을 미친다. 감시가 체계적으로 이루어지는 환경은 부적절한 행동을 억제하고, 사용자들이 안전한 행동을 유지하도록 독려한다.

구조적 디자인 (Structural Design): 구조적 디자인은 감시 장치의 효과적인 배치를 지원하여 전반적인 감시 능력을 강화한다.

⑤ 접근 용이성 (Accessibility)

인근 활동 (Nearby Activity): 화장실의 접근 용이성은 주변 활동과 밀접하게 연결되어 있으며, 활발한 지역에 위치할수록 접근성이 좋아진다.

위의 네트워크 모델을 제시한 것은 공중화장실의 위험요소들에 대한 가중치를 부여하기 위함이다. 다음은 1차 기준으로서 네트워크 모델의 연결성(연결개수)을 기반으로 가중치를 부여한 결과이다.

노드에 대한 연결성 기반 가중치를 다음과 같이 부여할 수 있다.

감시 (Surveillance): 가중치 7

구조 및 설계 (Structure and Design): 가중치 6

조명 (Lighting): 가중치 5

사용자 행동 (User Behavior): 가중치 3

접근성 (Accessibility): 가중치 3
 청결 상태 (Cleanliness): 가중치 2
 특정 시간대 (Specific Time): 가중치 2
 사회적 요인 (Social Factors): 가중치 2
 인근 활동 (Nearby Activity): 가중치 2
 구조적 디자인 (Structural Design): 가중치 1
 고립된 위치 (Isolated Location): 가중치 1
 가시적 장애 (Obstructed View): 가중치 1

이 가중치들은 각 노드가 네트워크 내에서 얼마나 중심적인 역할을 하는지를 나타낸다. "감시" 노드는 가장 많은 연결을 가지고 있으므로 공중화장실 안전성에 있어 가장 중요한 요소 중 하나라고 볼 수 있다. 반면, "대기 시간", "고립된 위치", "가시적 장애", "구조적 디자인" 등은 한 개의 연결만을 가지고 있어, 이 네트워크 내에서는 상대적으로 덜 중요하게 여겨진다.

그렇지만, 단순히 네트워크의 노드들 간의 단순 연결개수만을 기초로 가중치를 부여하는 것은 가중치 부여에 대한 전문가의 견해나 실제적인 논리적 근거 제시의 필요성을 제기하게 한다. 네트워크 모델 기반 가중치를 보완하기 위하여 2차 가중치 부여 방안이 필요한데, 그 기준으로 삼을 수 있는 것이 '선행 데이터'와 '관련연구'이다. 이와 관련된 직접적인 연구사례가 BMC Public Health의 연구이다.[13] 이 연구는 2014년 1월 1일부터 2020년 1월 1일까지 시행된 여러 공중화장실 개선 조치가 노출된 배설물 신고 건수에 미치는 영향을 평가하였다. 시민 서비스를 통해 접수된 노출된 배설물 신고 건수를 분석하여 샌프란시스코 10개 구역의 27개 위치에 설치된 31개의 피트스톱 휴게소를 대상으로 하였다. 화장실 주변의 문제에 대한 시민들의 신고율을 개선 조치 전과 후로 비교하기 위하여 분석하였다. 이 연구는 공중화장실의 위치와 구조적 디자인이 공중화장실 사용자의 안전도 제고에 영향을 준다는 것을 입증한 연구이다. 이러한 사례를 고려하여 "구조적 디자인"과 '고립된 위치'는 가중치를 조정할 수 있다. 또한, 최근 발생하고 있는 범죄사건 데이터 가운데(천안시 발생), 사용자가 만취상태임을 노출하였을 때 범죄 피해를 당하는 사례가 나타나고 있음을 알 수 있다. 만취 상태와 범죄 피해의 연관성 연구는 오래전부터 진행해왔던 연구이며 관련한 연구결과도 다수 발표된 바 있다[13][14]. 이러한 선행

연구 데이터를 고려할 때, 결과는 다음과 같다.
 감시 (Surveillance): 가중치 7
 구조 및 설계 (Structure and Design): 가중치 6
 사용자 행동 (User Behavior): 가중치 6
 조명 (Lighting): 가중치 5
 고립된 위치 (Isolated Location): 가중치 5
 구조적 디자인 (Structural Design): 가중치 4
 접근성 (Accessibility): 가중치 3
 청결 상태 (Cleanliness): 가중치 2
 특정 시간대 (Specific Time): 가중치 2
 사회적 요인 (Social Factors): 가중치 2
 인근 활동 (Nearby Activity): 가중치 2
 가시적 장애 (Obstructed View): 가중치 1

IV. 위험요소 가중치 부여

3.3절에서 네트워크 모델 기반 가중치 부여 알고리즘을 제안하였으며, 그에 따라 3.4절에서는 공중화장실의 시공간요소를 대상으로 하는 네트워크 모델을 구축하고 각 요소별 차등적인 가중치를 부여하였다. 본 연구에서 제안한 네트워크 모델 기반 가중치 부여는 타당성을 갖고 있다고 볼 수 있다.

3.3절에서 네트워크 모델 기반 가중치 부여 알고리즘을 제안하였으며, 그에 따라 3.4절에서는 공중화장실의 시공간요소를 대상으로 하는 네트워크 모델을 구축하고 각 요소별 차등적인 가중치를 부여하였다. 본 연구에서 제안한 네트워크 모델 기반 가중치 부여는 타당성을 갖고 있다고 볼 수 있다.

공중화장실에 존재하는 위험은 다양하다. 불법촬영, 강제추행, 폭력, 성폭행, 갈취, 약물복용 등 범죄들이 실행되기 쉬운 환경요소는 저마다 다르다. 불법촬영이 용이한 환경은 은닉에 용이한 환경이어야 하는 반면, 강제추행은 범죄 목표 객체에 대한 접근이 용이한 환경이 유리한 것이며, 성폭행은 범죄실행 단계에서 방해받지 않는 환경이 유리하다고 볼 수 있는 것이다. 이것을 공중화장실의 시공간요소 측면에서 본다면 어떤 요소들은 불법촬영에 관련성을 갖고 있으며, 어떤 요소들은 강제추행에 관련성을 갖고 있다고 볼 수 있고, 어떤 요소들은 갈취 범죄에 관련성을 갖고 있다고 볼 수 있는 것이다. 그렇다면 공중화장실의 각 시공간요소 중에는 여러 가지 범죄에 다중 관련하는 요소가

있을 수 있다. 네트워크 모델은 이러한 다중 연관성을 가진 요소를 식별해 내는데 적합한 모델이라 할 수 있다.

3.4절에서의 적용절차를 거쳐서 도출된 결과를 볼 때, 공중화장실의 ‘감시’관련 요소가 가장 가중치가 높은 것으로 나타났다. ‘감시’에 해당하는 요소의 대표는 시설감시 자산으로써 CCTV와, 입구 거울 등을 꼽을 수 있으며 자연감시가 이루어지는 공간도 해당된다고 할 수 있다. 그 다음으로 가중치가 높은 요소가 ‘구조 및 설계’인데, 공중화장실의 내부 구조가 범죄로부터의 안전을 보장하기 위한 시공간 요소로서 가중치가 높은 것은 범인의 은닉, 범행을 위한 접근, 범죄 실행 등의 여러 단계와 관련 있을 뿐 아니라 불법촬영, 추행, 폭행 등 여러 범죄 위협에 연관성이 있는 것이므로 이와 같이 높은 “6” 가중치는 타당성이 있다고 할 수 있는 것이다. ‘사용자의 행동’은 공중화장실의 시공간요소에 해당하지는 않으므로 본 장에서는 논외로 한다. ‘조명’이 가중치가 “5”로 높게 나왔는데, 이는 CEPTED 원리에서는 ‘자연감시’의 기본바탕이 되는 것이기도 하며, 강제추행, 폭행, ‘성폭행’ 등의 범죄 발생 환경으로 작용하는 것이 ‘낮은 조도’이므로 ‘조명’의 가중치가 높게 나온 것 역시 타당성이 있다고 하겠다. ‘고립된 위치’는 공중화장실의 내부 시공간요소는 아니다. 이것은 공중화장실의 대화적인 환경요소가 기 때문에 공중화장실 내부의 시공간요소와는 연결강도가 낮을 수밖에 없다. 그럼에도 이와 같이 높은 “5” 가중치를 부여한 것은 실제 사건들을 분석해볼 때, 공원과 같은 공공장소에서 공중화장실의 위치가 외지고 고립된 곳에 있을 때 위험성이 높아지는 것은 일반적인 사실이어서 미국 등 해외에서는 화장실을 보행자의 통행이 많은 곳에 위치시키는 추세가 이어지고 있는 실정이다. 따라서, 내부 환경요소와 연결강도를 매길 수 없으므로 네트워크 모델에서는 가중치가 낮게 나올 수 있지만, 전문가의 의견을 기반으로 가중치를 높게 부여한 것은 타당하다고 할 수 있다.

V. 결론

본 연구는 공중화장실에서의 범죄 발생과 관련된 요소들에 대하여 이전 연구에서 분석하고 입증한 것

들을 탐색하고 그에 대한 가중치를 산출하는 것이 목표이다. 이 연구에서 다양한 이전 연구자료를 통합하고 분석한 다음, 공중화장실에서의 범죄발생 연관요소를 네트워크 모델로 적용하여 공중화장실내에 존재하는 범죄관련 요소들 간의 관계를 파악하였으며, 요소들이 범죄 발생에 미치는 중요도를 가중치 부여를 통하여 평가하였다. 각종 자료를 기반으로 공중화장실에서의 범죄 발생과 관련된 다양한 요인들에 대한, 네트워크모델 분석을 위해 이 변수들 간의 복잡한 관계 구조를 명확히 하고자 하였으며, 이를 데이터 기반 네트워크 모델을 구축함으로써 나타내었다. 구축된 네트워크 모델은 공중화장실에 존재하는 각 시공간요소의 가중치를 부여하고 이를 기초로 중요 요소에 대한 차별화된 식별이 가능하였다.

연구 결과, 감시(시설), 공중화장실의 구조 및 설계, 사용자 행동, 조명 등이 가중치 높은 요소로 확인되었다. 이 결과는 공중화장실에서의 범죄 예방을 위하여 가중치가 높은 요소들에 대하여 적절한 조치를 취하는데 판단자료로 쓸 수 있으며 가중치가 높은 요소들에 대해서 공중화장실 건축 및 설계시 개선 우선순위를 부여할 수 있을 것으로 기대된다. 한편, 다양한 연구자들이 사회의 여러 가지 문제를 해결하는데 활용하고 있는 네트워크 모델 구축 방안이 범죄 예방 연구와 공공 안전 이슈에 대한 해결책을 강구하는 연구에도 활용할 수 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 논문은 2022년도 정부에서 교육부의 재원으로 한국과학재단 지원사업의 지원으로 수행된 기초연구사업임.(No. 2022R1I1A3053087)

References

- [1] Y. Cha, J. Song, “Deriving Fear of Crime Factors through VR Experience in Public Toilet”, *J. of Korea Crime Prevention Through Environmental Design Association*, vol.14, no.2, 2023, pp.153-188.
- [2] S. Yoon, J. Song, “A Study on the Interaction Factors in Implementing Virtual Reality to

- Solve Safety Problems in Public Toilets”, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*. vol.17, no.6, 2022 pp.1167-1174.
doi.org/10.13067/JKIECS.2022.17.6.1167
- [3] K. Oh, "Development of Checklist for Crime Prevention in Public Toilets," *J. of Korea Crime Prevention Through Environmental Design Association*, vol.11, no.3, 2020, pp.221-256.
DOI : 10.26470/JCSSED.2020.11.3.221
- [4] H. Park, S. Lim, and J. Lee, "A Study on Sustainable Design Elements of Public Toilets in Parks", *J. of Architectural institute of Korea*, vol.27, no.1, 2011, pp.47-54.
DOI : 10.35216/kisd.2023.18.6.81
- [5] D.J.K. Beavon, P. L. Brantingham, and P. J. Brantingham, "The influence of street networks on the patterning of property offenses.", *Crime prevention studies*, vol.2, no.2, 1994, pp.115-148.
- [6] H. Park, S. Lim, and J. Lee, "A Study on Sustainable Design Elements of Public Toilets in Parks", *J. of Architectural institute of Korea*, vol.27, no.1, 2011, pp.47-54.
DOI : 10.35216/kisd.2023.18.6.81
- [7] P. L. Brantingham, and P. J. Brantingham, "Nodes, Paths, and Edges: Considerations on the Complexity of Crime and the Physical Environment(1993)", *Classics in Environmental Criminology*. Routledge, 2010. pp.289-326.
- [8] D.B. Cornish, and V.C. Ronald, "The reasoning criminal: Rational choice perspectives on offending." 2014.
- [9] K. Oh, and J. Song, "Physical Environmental Elements in Alleys Causing Fear of Crime for Women - Focused on the Redevelopment District", *J. of Korea Crime Prevention Through Environmental Design Association*, vol.4. no.2 , 2013, pp.32-57.
- [10] Ministry of Strategy and Finance, "Korean Public Toilet Improvement Experience and its Implications", 2014, ISBN 979-11-5545-115-1
- [11] Seoul Metropolitan Government, *Universal Design Guidelines for Public Toilets for A*, 2023, ISBN 979-11-7177-020-5 (15650)
- [12] J. Ryu and D. Suh, "A Novel Weighting Method of Multi-sensor Event Data for the Advanced Context Awareness in the Internet of Things Environment," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol.17, no.3, 2022, pp.512-520.
- [13] J. Song, "Study on Priority of Business Crime Prevention for Establishing Safe Public Toilets -Focusing on Public Offering Business Targeting Municipalities," *J. of Korea Crime Prevention Through Environmental Design Association*, vol.11, no.3, 2020, pp.189-220.
- [14] S. Lee and D. Suh, "A Novel Way of Context-oriented data stream segmentation using Exon-Intron theory," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol.16, no.5, 2021, pp. 799-806.
<https://doi.org/10.13067/JKIECS.2021.16.5.799>

저자 소개

윤신숙(Shin-Sook Yoon)



1994년 단국대학교 화학과 졸업 (이학사)

2008년 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2018년 충북대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(공학박사)

2023년 남서울대학교 산학협력단 연구원

※ 관심분야 : 빅데이터, 상황인식, 사물인터넷

송정화(Jeong-Hwa Song)



1990년 연세대학교 주거환경학과 졸업(이학사)

2001년 연세대학교 대학원 주거환경학과 졸업(이학석사)

2006년 연세대학교 대학원 주거환경학과 졸업(이학박사)

2007년 남서울대학교 건축학과 교수

※ 관심분야 : CPTED, 도시환경재설계, 사물인터넷, 상황인식

