

공중화장실의 안전문제 해결 위한 가상현실 구현 시 상호작용 요소 연구

윤신숙* · 송정화**

A Study on the Interaction Factors in Implementing Virtual Reality to
Solve Safety Problems in Public Toilets

Shin-Sook Yoon* · Jeong-Hwa Song**

요 약

본 연구에서는 실제문제 해결을 위한 가상현실 모델링에서 물리적 형태를 전자적으로 모사하는 것 뿐 아니라 모사의 대상이 되는 객체와 사용자의 상호관계까지 다루어야 한다고 보았다. 이를 위하여 실제공간에서 일어나는 사용자와 공간의 상호작용 요소를 가상현실 적용에 추가하는 방안을 제안하였다. 본 연구는 공중화장실의 안전문제 해결을 위한 가상현실 모델링을 배경으로 하는데, 가상현실 모델링에 사용자와의 상호작용 요소를 추가하기 위하여 합리적인 원칙이 있어야 한다고 보고 범죄예방을 위한 환경설계 기본전략을 활용하였다. 공중화장실 위험도 평가를 위한 가상현실 모델을 구축하기 위하여 자연 감시, 영역성 강화, 활동 활성화, 유지관리를 기준으로 공중화장실과 사용자간의 상호작용요소를 도출하였다. 또한, 도출한 상호작용요소의 타당성을 검증하고자 전문가의 의견과 각 요소에 대하여 산출한 위험도와 비교하였다. 그 결과, 범죄예방을 위한 환경설계 기본 전략과 같이 일정한 원칙에 따라 상호작용 요소를 도출한 것이 타당성 있음을 보였다.

ABSTRACT

In this study, it was considered that not only the physical form should be electronically copied in virtual reality modeling for real problem solving, but also the interrelationship between the object and the user to be simulated. To this end, a plan was proposed to add user-space interaction elements that occur in real space to virtual reality application. This study is set in virtual reality modeling to solve safety problems in public toilets, and there should be a reasonable principle to add interaction elements with users to virtual reality modeling, and the basic environmental design strategy for crime prevention was used. As a result, it was shown that it was reasonable to derive interaction elements according to certain principles, such as the basic strategy for environmental design for crime prevention.

키워드

Virtual Reality, Crime Prevention, Public Toilets, Data Modeling, Interaction
가상 현실, 범죄 예방, 공중 화장실, 데이터 모델링, 상호 작용

* 남서울대학교산학협력단연구원(yss28@hanmail.net) · Received : Sep. 11, 2022, Revised : Oct. 27, 2022, Accepted : Dec. 17, 2022
** 교신저자 : 남서울대학교 건축학과 · Corresponding Author : Jeong-Hwa Song
· Dept. Architecture, Namseoul University,
· 접수일 : 2022. 09. 11 · Email : songjh@nsu.ac.kr
· 수정완료일 : 2022. 10. 27
· 게재확정일 : 2022. 12. 17

I. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

가상현실은 초기에는 가상공간의 체험, 실제세계의 모사에 초점을 두었다면 이제는 실제세계의 문제를 분석하고 개선된 대안을 마련하는 용도로 활용되고 있는 것이다. 현실세계의 객체는 다른 객체와 상호작용하는 경우가 많다. 몰입도를 높이기 위한 가상현실 모델을 구축하기 위하여 물리적 형태 모사에서 나아가 실제세계의 객체 간 상호작용까지 가상현실 공간에 모사할 필요가 있다.

이를 위하여 본 연구에서는 공중화장실 위험도 평가를 위한 가상현실 모델을 구축함에 있어서 실제 세계에서의 객체에서 실행되는 상호작용 요소를 추가하는 방안을 일정 범위 내에서 강구하고자 한다. 이를 위하여 실제공간에서의 상호작용을 적합하게 정의한 이전의 검증된 이론을 적용하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 범죄 예방을 목표로 하므로 공간과 사용자의 상호작용을 설명하기 위하여 CPTED(Crime Prevention Through Environmental Design)이론의 기본전략에 부합하는 정도를 측정하여 이를 문제해결을 위한 가상현실 활용에 적용한다.

1.2 연구의 방법

① 상호작용 요소를 도출하기 위하여 이전 관련 연구에서의 위험요소 리스트를 활용한다.

② 기존 공중화장실의 안전 저해요소를 도출하고 이를 개선하기 위한 공중화장실 가상현실 구현을 위하여 사용자와 공중화장실 간의 상호작용 요소를 도출한다. 이 때, 이론적으로 근거 있는 기준을 마련한다. CPTED 기본전략을 채택한다.

③ 도출한 상호작용 요소의 타당성을 검증하기 위한 비교 방법으로 '전문가의 판단'과 연관도 산출 알고리즘을 활용한다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서 선행 연구에 대하여 정리하고 3장에서 본 연구에서 제안하는 사항을 기술한다. 4장에서 제안한 내용에 따라 실행하고 그 결과를 평가하며 5장에서 결론을 맺는다.

II. 공중화장실의 안전과 가상현실 활용

2.1 공중화장실 안전 연구

이한솔 외 2인은 범죄예방을 위한 소규모 근린생활 시설 공중화장실을 연구하였다. 범죄 가능성이 있는 화장실을 안심화장실로 개선하기 위한 방향을 모색하였다. 공통설비 내용에는 'CCTV, 비상벨, 조명'으로 구분하여 평가기준을 만들었다. 총 19개의 개선안을 제안하였다[1].

송정화는 지자체별로 시행하는 안심공중화장실 조성을 위한 범죄예방사업의 우선순위를 연구하였다. 안심공중화장실 조성을 위해 지자체에서 범죄예방을 위해 공통적으로 인식하고 있는 것을 기준으로 하여 단계별로 사업의 우선순위를 제안하였다[2].

오건수는 최근 범죄예방을 위한 시설로 비상벨이나 CCTV 등을 주로 설치하고 있으나 범죄발생에는 다양한 요인이 있어 범죄예방을 위한 방법들이 종합적으로 검토될 필요가 있다고 보았다. 공중화장실에서 범죄예방의 효과를 효율적으로 올릴 수 있는 체크리스트를 개발함으로써 이를 기준으로 안심공중화장실을 확대하여 안전한 사회를 조성할 수 있다고 분석하였다[3].

손해성 외 2인은 공중화장실에서의 범죄예방을 위한 건축계획요소를 도출하고, 서울시 근린공원 화장실에 대한 실태조사와 설문조사를 실시하여 현 공중화장실의 계획 및 운영 실태를 조사하고 각 계획요소에 대한 중요도와 만족도를 분석하였다. 환경의 질에 대한 만족도와 공중화장실에서의 안전감을 비교분석한 결과, 환경의 질적 측면에 대한 만족도가 높을수록, 범죄에 대한 전반적 불안감은 낮아지는 것으로 분석하였다[4].

이태운 외 2인은 공중화장실이 개선 사항들을 잘 반영하고 있는지를 확인하기 위해 수원시 권선구 권선동 어린이공원 중 공중화장실 11개소를 대상으로 분석을 실시하였다. 수원시 공공디자인 가이드라인과 공원 조성 가이드라인의 범죄예방 설계, 그리고 화장실에 적용 가능한 친환경적 요소로 구성된 분석틀을 통해 수원시 공중화장실은 범죄예방을 고려한 디자인과 친환경적 계획을 필요로 함을 보였다[5].

최승철은 공중화장실을 누구나 이용 가능하도록 유니버설디자인개념과 배리어프리 지침을 적용하고 여

성이용자도 안심하고 이용할 수 있도록 섹테드 개념을 적용할 필요가 있음을 보였다. 외부 디자인은 대전시 표준형디자인의 모티브를 적용하고 내부는 휠체어 사용자, 시각장애인 등 사회적 약자가 편리하게 사용할 수 있도록 설계하였고 여성이용자가 안심하고 사용할 수 있도록 지능형 안심벨 설치를 제안하였다[6].

손해성 외 1인은 근린시설 공중화장실을 유형화하고 범죄불안요소를 분석하여 근린시설 공중화장실을 개선하는 데 활용하도록 하였다. 근린시설의 화장실을 유형화할 때 남녀분리형과 남녀공용을 분리하여 분석하였다. CPTED 계획요소를 반영하여 범죄 불안감을 감소시킬 수 있다고 하였다[7].

2009년 서울시에서는 공원, 산, 하천 변에 공중화장실 개선사업이 증가하고 있는 상황에서 제한된 예산 규모 내에서 공중화장실의 설계수준을 향상시킬 수 있는 디자인가이드라인을 개발하였다[8].

안심화장실은 화장실 내의 강력범죄발생에 대한 안전대책 수립의 일환으로 각 시군구에서 운영 중인 제도이다. 각 시군구의 담당 경찰서와 행정기관에서 관할 구역 내의 공중화장실에 안심 비상벨과 CCTV를 설치하고 화장실 실태 점검표를 이용하여 안심화장실을 운영, 유지하고 있다[9].

2013년 호주 브리즈번에서 개발한 공중화장실 가이드라인은 공중화장실을 설계할 때 CPTED 원칙에 근거하여 가시성, 접근성, 자연채광의 최적화, 다른 시설과의 근접성, 건물의 방향, 조경, 건축자재 및 마감재, 칸막이의 구성과 배치, 유지관리 등으로 체계화하여 제시하였다[10].

2.2 가상현실 활용 문제해결

디지털 트윈이란 현실세계에 존재하는 사물, 시스템, 환경 등을 가상공간에 동일하게 표현하고 현실세계와 가상세계를 통합 연결하여 모니터링, 운영, 제어 등 상호작용이 가능하게 하는 기술이다[12]. 제3차 스마트도시 종합계획에서는 스마트시티 시범도시를 선정하고 현실과 동일한 가상도시 구축을 위한 디지털 트윈 설계 및 개발 사업을 중점적으로 계획하여 실행하고 있다. 도시 문제를 해결하고 삶의 질을 개선할 수 있는 도시 플랫폼으로 스마트시티를 활용하는 예가 있다[13]. 스마트시티를 구성하는 여러 요소들 중 핵심은 현실세계와 가상세계를 실시간으로 연결하는 디지털 트윈의 구축이

다. 디지털 트윈을 기반으로 하는 스마트시티에 있어서 공간정보 기술이 매우 요긴하게 활용된다[10,16-18].

데이터 가시화, 시뮬레이션 등의 요소를 담은 3차원 가상환경(Virtual Environment: VE)은 대규모의 도시 환경이 가시적으로 표현되어 있어 계획까뿐만 아니라 시민들에게도 실시간의, 높은 자유도를 제공하여 ‘시민 참여’를 가능하게 한다[14].

2.3 안전한 공중화장실 모델 개발

이전의 관련 연구를 볼 때, 공중화장실의 안전에 대한 관심이 높으며, 안전성 높은 공중화장실 모델을 개발하기 위하여 CPTED 기본 원리를 적극 활용하고 있는 것을 볼 수 있다.

한편, 디지털 트윈 시티와 같이 실제 도시의 시공간적 데이터와 환경요소를 모두 포함하는 가상공간을 실현함으로써 실제 도시공간의 여러 가지 문제를 해결하려는 연구가 진행되고 있음을 알 수 있다[11].

III. 문제해결 위한 가상공간 활용에서 고려하여야 할 요소 추가 방안

본 연구에서는 안심 공중화장실 구현을 위하여 가상현실을 활용하고자 할 때 기존 공중화장실의 안전상 취약점을 분석하고 안심 공중화장실 구현에 필요한 요소를 도출하고자 가상현실 구현에 포함시킬 실제세계의 공간적 특징 뿐 아니라 시공간과 사용자의 상호작용 요소까지 포함하고자 한다.

3.1 고려 가능한 각종 요소

실제세계에 존재하는 공공시설물의 문제점을 개선하기 위한 가상현실 활용 시에 포함시켜야 하는 각종 요소를 II에서 정리한 선행연구를 근거로 하여 표2와 같이 도출하였다.

표 1. 가상현실 활용 시 포함 요소
Table 1. Factors included when using virtual reality

a	Time	b	Noise	c	floating population
d	Positional characteristics of public toilets (openness)				

e	Emergency bell	f	Safe mirror	g	Landscape tree height
h	Landscape tree management	i	Entrance illumination	j	Internal illuminance
k	Ambient noise	l	Logo jector	m	Music
n	Police patrol activity indication			o	CCTV installation

3.2 공중화장실의 안전 문제 해결 위한 가상현실 구현 시 고려하여야 할 사항(제안사항)

본 연구에서는 공중화장실의 안전 문제 해결을 위한 가상현실 구현이 보다 실효적으로 이루어질 수 있도록 CPTED 원리에 근거하여 상호작용 요소를 도출한다.

가. CPTED 원리

1) 환경설계를 통한 범죄예방(CPTED) : 기본원칙으로 자연감시, 영역성 강화, 유지보수, 접근통제, 활동활성화를 들 수 있다.

나. 모델링에 반영하여야 할 상호작용 요소

본 연구의 범위는 공중화장실에서의 범죄를 예방하는 방안을 모색하기 위함이다. 따라서 범죄 발생과 관련된 있는 요소를 가상현실 모델링에 반영 한다. 가상현실 모델링을 통하여 이러한 요소의 영향 유무를 검증하고자 한다.

- a. 자연감시와 관련한 요소 : 주변소음, 유동인구 많은 곳에 위치하는 것 / 시각적 개방성, 안심거울
- b. 영역성 강화와 관련한 요소 : 로고젝터, 안전스티커
- c. 유지보수와 관련한 요소 : 조경수의 무성한 정도/조경수 관리 여부
- d. 접근통제와 관련한 요소
- e. 활동 활성화와 관련한 요소

3.3 공중화장실의 가상현실 구현 시 고려할 요소 판별 알고리즘

가상현실 구현에 포함시킬 상호작용 요소가 공중화장실 안전과 관련 있는지 정량적으로 판별하는 방안을 확보하는 것이 본 연구의 타당성을 뒷받침할 수 있다.

가. 공중화장실의 범죄위험을 증가 시키는 요소인지 판별

나. 가상현실 구현 시 고려할 요소로 판별하기 위하여 다양한 각 요소들이 CPTED이론에 기반 하여 얼마나 관련 있는지 연관도를 산출하고, 일정 수준의 연관

도를 가질 때, 이를 가상현실 구현에 고려할 요소라 판별한다.

다. 가상현실 구현을 위한 범죄위험도 산출은 다음과 같이 도출할 수 있다.

S는 요소를 인식하기 위한 센서(Sensor)이다. e는 센서에서 인식하는 보고하는 이벤트(Event)이다. TS(Time Slot)는 시간대별로 나눈 것이다.

$e(TS)$: 시간대(Time Slot)의 이벤트

$n(e(TS))$: 시간대에서 일어난 이벤트 개수

$\max(e_1(TS)_j)_1^3$: 특정시간대에서 센서 S₁ 이 보고한 이벤트 중에서 최대 변화

$\max(e_2(TS)_j)_1^3$: 특정시간대에서 센서 S₂ 이 보고한 이벤트 중에서 최대 변화

$\max(e_3(TS)_j)_1^3$: 특정시간대에서 센서 S₃ 이 보고한 이벤트 중에서 최대 변화

여기서, 각 요소들에 가중치를 부여 한다.

유동인구와 관련된 요소는 가중치(w) 3을 부여한다.

시각적 요소는 가중치(w) 2를 부여한다.

청각적 요소는 가중치(w) 1.5를 부여한다.

$$S_1 \rightarrow e_1(TS)_1 + e_1(TS)_2 + e_1(TS)_3 = (\sum e_1(TS)_j) \cdot w \dots\dots\dots(1)$$

$$S_2 \rightarrow e_2(TS)_1 + e_2(TS)_2 + e_2(TS)_3 = (\sum e_2(TS)_j) \cdot w \dots\dots\dots(2)$$

$$S_3 \rightarrow e_3(TS)_1 + e_3(TS)_2 + e_3(TS)_3 = (\sum e_3(TS)_j) \cdot w \dots\dots\dots(3)$$

$(\sum_{k=1}^n e_i(TS)_j) \cdot w$ 한 다음

다른 센서의 값을 구하여 서로 비교한다.

$\frac{(\sum e_i(TS)_j \cdot w}{n(TS)}$ 는 전체 시간대에서의 이벤트 평균값에 가중치를 추가한 것이다.

결국, 다음 조건에 따라 5가지 위험도를 부여한다.

if

$$n|e(TS)| \cap \frac{\sum e_1(TS)_j \cdot w}{n(TS)} \cap \max(e_1(TS)_j) ,$$

then 5

if $\frac{(\sum e_1(TS)_j) \cdot w}{n(TS)} \cap \max(e_1(TS)_j)$, then 4

if $\frac{(\sum e_1(TS)_j) \cdot w}{n(TS)} \cup \max(e_1(TS)_j)$, then 3

if $\min(\frac{1}{n|e(TS)|})$, then 2

if $\Delta(e(TS))$, then 1

라. 공중화장실 문제 해결을 위한 가상현실 구현에 포함하여야 하는 다양한 요소들을 도출하고 이를 평가하는 절차를 정리한다.

IV. 실험 및 평가

4.1 실험목표

- ① 가상현실 구현에 반영할 상호작용 요소 도출
- ② 도출한 각 요소에 대한 타당성 평가

4.2 실험내역

① 공중화장실의 각종 요소들을 리스트로 만들고 그에 대하여 CPTED기준 부합 여부를 나타낸다.

가. 소음(:Noise 1) : 가상현실 구현에서 형태와 외관 모사에 치중하느라 누락하는 것이 소음이다. 소음의 많고 적음은 공중화장실 범죄 안전에 영향을 주는 요소로 도출할 수 있다. 주변 소음은 자연감시 기능을 수행하기 때문이다.

나. 조경수 관리(:Landscape tree) : 조경수 관리가 철저하게 이루어지는 것은 해당 공중화장실이 잘 유지되고 보수되고 있는 것을 보여주는 것이므로 ‘유지보수’ 원칙과 연관 있는 요소라 할 수 있다.

다. 로고젝터(:Logo projector) : 영역성 강화 요소

라. 내부/외부조명, 내부구조, 안심거울 : 자연감시 강화에 기여하는 요소.

마. 비상벨(:Emergency bell) : 접근통제 요소.

바. 안심스티커(:Safety sticker) : 영역성 강화 요소.

사. 위치/개방성(:Location/Openness) : 자연감시 강화에 기여하는 요소.

아. 보안시설(:Security facility) : 파출소, 방범초소 유무와 거리는 유지보수와 관련된 요소이다.

자. CCTV : 시설감시 장비로 접근통제에 기여한다.

차. 음악(:Music) : 공중화장실에서의 음악 재연은 영

역성을 강화.

카. 놀이터와 거리(:Playground's distance) : 자연감시 강화 요소이다.

타. Digital Signage : 영역성 강화 요소.

파. 시설관리(:Facility management) : 공중화장실이 잘 관리되고 있음을 나타내는 것은 유지보수 요소.

② 다음 표2는 위에서 도출한 CPTED기반 상호작용 요소를 다른 방법과 비교한 것이다

표 2. 상호작용 요소 도출 비교
Table 2. Interaction element derivation comparison

No.	Element	Expert evaluation	Risk Assessment	CPTED standard
1	Noise 1 (everyday)	High	3	nature monitoring
2	Landscape tree	Mid.	2	Maintenance
3	Logo projector	Mid.	2	territorial reinforcement
4	Interior lighting	High	3	nature monitoring
5	External lighting	Mid.	2	nature monitoring
6	Floating population	High	5	nature monitoring
7	Internal structure	Mid.	3	nature monitoring
8	Safe mirror	High	2	nature monitoring
9	Emergency bell	High	5	access control
10	Safety sticker	Mid.	2	territorial reinforcement
11	Location/Openness	Mid.	4	nature monitoring
12	Security facility	Mid.	3	Maintenance
13	CCTV	High	4	access control
14	Music	Low	3	territorial reinforcement
15	Playground's distance	Mid.	1	nature monitoring
16	Digital Sin.	Mid.	5	territorial reinforcement
17	Facility management	Mid.	2	Maintenance

CPTED 기본원리에 입각하여 공중화장실과 사용자간의 안전과 관련한 상호작용 요소를 표2에서와 같이 도출하였는데, 이러한 요소들에 대한 타당성을

평가하였다. 첫 번째 비교평가 대상은 ‘전문가의 평가’이며 두 번째 비교평가 대상은 ‘범죄위험도 평가’이다.

전문가의 평가는 CPTED 기본원리에 입각하여 도출한 상호작용 요소가 타당한 것으로 보았다. 다만, 표의 14항인 음악의 재연에 대해서는 영역성 강화와 관련이 크지 않다는 의견을 개진하였다. 한편, 위험도 평가는 식1~식3을 기반으로 한다.

① 위험도는 다음과 같이 하여 산출하였다.

‘소음’은 청각관련 요소이므로 가중치(w)는 1.5를 부여한다. 시간은 10초 간격으로 Time Slot를 설정하였고 음향센서가 보고하는 전체시간은 30초로 하였다. 따라서 $n(TS)=3$. 3개의 Time Slot에서 음향센서가 보고한 전체 이벤트(e)는 6회였다. $n(e(TS))=6$. 각 Time Slot에서 일어난 이벤트에서 가장 큰 차이를 보이는 이벤트를 음향센서가 보고 하였으므로 $\max(e_1(TS)_j)_1$ 는 ‘소음’요소이다.

‘조경수’는 시각관련 요소로 가중치(w)는 2를 부여한다. 공중화장실의 조경수 관련 이벤트(e)는 1이었다. Time Slot는 소음 요소 계산과 동일하다. $TS=10$, $n(TS)=3$.

‘유동인구’는 가중치(w) 3을 부여한다. 공중화장실의 유동인구 관련 이벤트(e)는 10이었다. Time Slot은 소음 요소 계산과 동일하다. $TS=10$, $n(TS)=3$.

이 때, 소음, 조경수, 유동인구 모두 $\Delta(e(TS))$ 가 존재하므로 1을 부여할 수 있다.

이벤트가 가장 많이 발생한 것이 ‘유동인구’이므로 $\min(\frac{1}{n|e(TS)|})$ 에 해당되어 ‘유동인구’는 2등급으로 상향된다. 이벤트 가운데 최대 변화는 ‘소음’요소이므로 3등급으로 상향(III장 다항 참고). 한편, ‘유동인구’요소는 위험도 5를 부여하는 모든 조건을 충족하므로 다시 위험도 5로 상향할 수 있다

$$n|e(TS)| \cap \frac{\sum e_1(TS)_j \cdot w}{n(TS)} \cap \max(e_1(TS)_j) \dots\dots\dots(4)$$

이와 같이 위험도를 산출하여 표2로 정리한 것이다.

4.3. 평가

전문가의 평가는 전문가의 오랜 경험과 전문적 지식을 근거로 하였다. 두 번째 항의 위험도는 등급별

수치로 1~5까지 다섯 등급으로 하였다. CPTED 기본 전략에 근거하여 각 요소들을 기초이론에 해당되는지 판단함으로써 해당 요소를 가상현실 구현에 포함할지 여부를 결정하는 근거로 삼을 수 있었다.

V. 결 론

본 연구에서는 특정 문제를 해결하기 위하여 가상현실을 구현할 때, 실제 세계의 다양한 요소들을 가상현실 구현에 포함하고 고려하여야 함을 제안하였다. 이를 위하여 각 요소를 채택하는 근거로 삼을 수 있도록 CPTED 기본원리를 채용하였다. 이와 같이 CPTED 기본원리에 입각하여 도출한 상호요소에 대한 검증을 위하여 전문가의 판단과 위험도 수식을 마련하여 타당성을 평가하였다. 향후 연구과제로는 각 요소의 가중치를 인공지능의 기계학습을 통하여 결정하고 결과를 이전의 방안과 비교해 보는 것이 의미가 있을 것으로 전망된다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 임 (No. 2022R111A3053087)

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Education(No. 2022R111A3053087).

References

[1] H. Lee, K. Oh, and J. Song, "A Study on the Public Restroom in Small Neighborhood Facilities for Crime Prevention," *J. of Korea Crime Prevention Through Environmental Design Association*, vol. 10, no. 3, 2019, pp. 151-180.
 [2] 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.
- [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.
- [4] H. Son, K. Kang, and K. Lee, "A Study on the Architectural Design Elements for CPTED in Public Toilet," *J. of Korea Crime Prevention Through Environmental Design Association*, vol. 10, no. 2, 2019, pp. 141-170.
- [5] T. Lee, K. Kim, and S. Kim, "An Analysis of Children's Parks in Gwonseon-Gu, Suwon-Si," *J. of Basic Design & Art*, vol. 19, no. 1, 2018, pp. 447-460.
- [6] S. Choi, "A Study on Public Toilets Convenient and Safe to Everyone in Daejeon," *J. of Cultural Product & Design*, vol. 52, 2018, pp. 105-114.
- [7] H. Son and K. Lee, "Crime fear factors based on public toilet types in neighborhood facilities," *Int. Conf. Architecture & City*, Gyeongju, Korea, Oct. 2017, pp. 70.
- [8] Ministry of Government Administration and Home Affairs, "Amendment to the Act on Public Toilets, etc.," 2017. https://moleg.go.kr/lawinfo/nwLwAnInfo.mo?mid=a10106020000&ccs_seq=419210&rowIdx=6
- [9] Seoul, "Design guidelines for public toilets in Seoul parks," *Guidelines*, 2009.
- [10] Brisbane City, "Public Toilet Design Guidelines," *Guidelines*, 2013.
- [11] I. Jang and I. Joo, "Spatial Information Technology in Smart City based on Digital Twin," *Information and Communication magazine*, vol.37, no.12, 2020, pp. 64-71.
- [12] Korea Research Institute for Human Settlements, A Strategy to build a Digital Twin Space (DTS) that leads the 4th industrial r evolution, *national land policy brief*, Apr. 2018. http://www.krihs.re.kr/issue/cbriefList.do?pageIndex=2&q_idx=27588
- [13] Ministry of Science and ICT, "Trends and Implications for Digital Twin Promotion in Major ICT Countries," *Science Technology & ICT Policy and Technology Trend*, no. 160, Feb. 2020, pp.1-10
- [14] H. Kim and Y. Lee, "Digital Twin for Smart City," *Building/Construction of Future City for Smart City Realization, Architecture*, vol. 63, no. 12, Dec. 2019, pp. 29-34.
- [15] D. Suh and Y. Oh, "A Novel Way of Safety Awareness on the Walking with Single Sensor," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 2, 2016, pp. 197-202.
- [16] D. Suh and K. Park, "IoT based office environment improvement plan," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 1, 2020, pp. 61-70.
- [17] J. Choi, "Nonlinear speech enhancement method for reducing the amount of speech distortion according to speech statistics model," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 3, 2021, pp. 465-470.

저자 소개

윤신숙(Shin-Sook Yoon)



1994년 단국대학교 화학과 졸업 (이학사)

2008년 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2018년 충북대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(공학박사)

2022년 남서울대학교 산학협력단 연구원

※ 관심분야 : 사물인터넷, 바이오인포메틱스

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

2021년 ~현재 국토교통부 중앙건설기술심의위원회 위원

※ 관심분야 : CPTED, 도시환경재설계, 사물인터넷, 상황인식

