

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.6.1089>

JCCT 2023-11-130

## 가상환경의 구현을 위한 가상창문의 현실감 향상 요소 탐색

### Exploration of Factors that Improve Realism of Virtual Windows for Implementation of Virtual Environments

김종국\*

Kim, Jong Kouk\*

**요약** 창문은 건축공간이 구성되기 위해 필수적이고 중요한 건축요소이며 공간에 성격을 부여하고 이용자들의 반응에 큰 영향을 미친다. 가상창문은 창문의 설치가 불가능한 지하공간과 같은 건축공간을 활성화하고 병원의 진료실 등에서 사용자에게 심리적인 안정감을 제공하기 위하여 설치된다. 본 연구에서는 가상창문의 현실감 향상을 위하여 필요한 요소를 논의하기 위하여 문헌을 연구하고 가상창문의 선례를 수집하고 분석하였다. 가상창문의 현실감에 영향을 미치는 요소는 1. 조망을 위해 재현한 이미지나 영상의 사용, 2. 시간성의 표현, 3. 관측자의 시점 변화에 대한 반응성, 4. 일조의 사실적인 재현, 5. 비시각적 감각 요소의 제공의 5가지로 세부적으로 분류된다. 가상창문은 단순히 전통적인 창문을 대체하기 위한 것만 아니라 디지털 매체를 활용하여 가상환경을 구현하기 위한 하나의 방안이며 가상환경의 구현과 건축요소와의 관계성으로 논의의 영역을 확장할 필요가 있을 것이다.

**주요어** : 가상창문, 가상환경, 가상현실, 디스플레이 스크린, 건축 개구부

**Abstract** Windows are essential and important architectural elements for the organization of architectural spaces, and they give character to the space and have a great impact on the reaction of users. Virtual windows are installed to activate architectural spaces such as underground spaces where windows cannot be installed, and to provide a sense of psychological security to users in hospital clinics, etc. In this study, we reviewed the literature and collected and analyzed the precedents of virtual windows to discuss the factors necessary to improve the realism of virtual windows. The factors that affect the realism of virtual windows are further grouped into five categories: 1. Use of reproduced images or videos for views, 2. Representation of temporality, 3. Responsiveness to changes in the observer's perspective, 4. Realistic reproduction of sunlight, and 5. Provision of non-visual sensory elements. Virtual windows are not just a replacement for traditional windows, but a way to realize a virtual environment using digital media, and it is necessary to expand the discussion to the realization of the virtual environment and the relationship with architectural elements.

**Key words** :Virtual Window, Virtual Environment, Display Screen, Architectural Openings

\*정회원, 경성대학교 건축학과 조교수  
접수일: 2023년 10월 7일, 수정완료일: 2023년 10월 20일  
게재확정일: 2023년 11월 5일

Received: October 7, 2023 / Revised: October 20, 2023

Accepted: November 5, 2023

\*Corresponding Author: jongkouk@ks.ac.kr

Dept. of Architecture, Kyung Sung Univ, Korea

## I. 서론

창문은 건축물의 구성요소 중 개구부에 속하며 채광, 환기, 통풍과 조망 등을 목적으로 설치된다. 벽으로 둘러싸여 내부와 외부가 구분되는 건축물에서 개구부는 벽이 없는 부분을 말한다. 개구부는 건축공간이 존재하기 위한 필수적인 요소로 공간의 성격을 부여하기도 하고 그 크기, 형태, 위치, 개폐방식 및 구조 등 환경 조절적 방법을 통하여 목적에 맞는 공간을 창출하며 이용자의 심리적 반응에도 영향을 줄 수 있는 매우 중요한 요소이다. [1]

창문은 우리가 많은 시간을 보내는 건축공간에 필수적인 요소로 여겨진다. 창문을 설치하지 못하는 특별한 이유가 없다면 건축물 에너지성능 등의 불리한 점에도 불구하고 가능한 위치에 보편적으로 설치된다. 이것은 거주자가 창문이 제공하는 다양한 기능을 매우 중요하게 생각한다는 것을 의미한다. 실제로 여러 연구에서 창문이 사람들의 신체적, 심리적 건강에 미치는 긍정적인 영향이 밝혀졌다. 창문의 모든 기능 중에서 외부 조망이 가장 중요하며 특히 창문을 통해 자연 경관을 조망할 때 거주자의 건강에 유익한 것으로 나타났다. [2]

위와 같은 장점에도 불구하고 불가피한 사정으로 조망을 위한 창문의 접근이 어려운 건축환경에 거주하는 인구도 늘어나고 있다. 사회의 발전에 따른 급격한 도시화의 진행으로 도시의 밀도가 증가하여 질 높은 자연 경관을 조망할 수 있는 창문의 면적이 부족해지기도 하고, 병원이나 교도소처럼 안전상의 이유로 창문을 통한 시야를 제한해야 하는 경우도 있으며 잠수함이나 우주선 혹은 앞으로 건설될 가능성이 있는 달이나 화성의 기지처럼 고립된 환경에서 제한된 조망만이 제공된 상태에서 장기간 거주해야 하는 경우도 있을 것이다. 이러한 상황에서는 디지털 디스플레이를 활용한 가상창문을 통하여 인위적인 조망을 제공하는 것이 거주자의 스트레스 감소와 정신적, 신체적 건강의 회복에 도움이 될 수 있음을 예상할 수 있다.

또한 가상창문은 창문을 통해서 조망하던 실제하는 현실을 스크린에 투영된 가상의 현실로 바꾸고 사용자가 현실을 경험한다는 착각을 일으키게 하여 대체된 현실의 체험을 가능하게 한다. 이러한 측면에서 존재하지 않는 실재를 재현해 온 기술을 비롯한 예술분야와의 교차점에서도 논의점을 찾을 수 있을 것이다. [3]

본 연구에서는 가상건축환경의 구현이라는 큰 틀에서 가상창문을 통하여 사용자에게 보다 현실감있는 경험을 제공하기 위해서는 어떤 요소들이 필요한지 탐색하였다. 가상창문을 통한 논의가 더 나아가 가상환경의 구현에 까지 확대되기 위한 초기 연구로써 가상창문의 사례를 수집하고 분석하여 구성요소를 추출하고 논의하는 방식으로 연구를 진행하였다.

## II. 가상창문의 사례 선정 및 분석

현재 많은 관련업체들이 가상창문을 생산하고 있으며 저마다 다른 특성을 가지고 있다. 본 연구에서는 가상창문 제작회사들을 조사하여 각 제품들의 특성을 통해 가상창문의 효용을 높일 수 있는 요소를 추출하였다. 아래 나열된 현황은 서로 다른 특성을 대표하는 업체를 중복되지 않도록 선정한 것이다.

### 1. 스카이 팩토리 루미너스 스카이스리링

의료시설에 설치되었으며 반투명 사진을 창문이 없는 중환자실이나 진료실의 천장에 배치하고 뒤쪽에 광원을 설치하여 환자가 누워서 검사를 받거나 휴식할 때 마치 숲속에 있는 것처럼 느끼게 하는 원리이다. 하늘과 나무를 볼 수 있는 가상 조망은 환자가 치료를 받는 동안 긴장을 완화하는 효과가 있을 것으로 기대하였다. [4]



그림 1. 스카이팩토리 가상창문  
Figure 1. Sky Factory Luminous Skyceiling

### 2. 에트모프 윈도우 2

창문 형태의 스마트 디스플레이를 사용하여 세계 각지의 유명한 조망점에서 촬영된 15분 길이의 영상을 구독제로 제공하는 것이 특징이다. 최대 5개의 디스플레이

이를 연결하여 하나의 영상을 연결하여 재생할 수 있는 확장성을 갖추고 있다. 선택사양으로 위쪽 창틀에 LED 모듈을 설치하여 일조를 재현할 수 있으며 디스플레이에 스피커를 내장하고 있어 현장의 소리를 재생할 수 있다. 디스플레이에 날씨, 뉴스, 달력 등의 정보를 표시하는 것이 가능하다. [5]



그림 2. 애트모프 윈도우 2  
 Figure 2. Atmosph Window 2

### 3. 리퀴드 뷰 윈도우즈

고해상도의 대형 디스플레이를 사용하며 건축공간의 실내 디자인과 조화를 이루도록 설치하는 데 비중을 두는 것이 특징이다. 또한 가상창문의 콘텐츠인 영상을 24시간 동안 고품질로 촬영하여 사용하고, 가상창문이 실제로 사용되는 지역의 시간과 일치시켜 창문이 없는 공간에서도 실제 시간의 흐름을 감지할 수 있게 작동하는 것이 특성이다. [6]



그림 3. 리퀴드 뷰 윈도우즈  
 Figure 3. Liquid View Windows

### 4. 래셔널 크래프트 윈스케이프

상용화된 제품이 아니라 개인이 취미로 제작한 프로젝트이나 사용자의 위치를 추적하여 디스플레이에 표시되는 조망을 맞춤형으로 조절해 주는 특성이 있어 선

정하였다. 마이크로소프트 엑스박스 게임 콘솔용으로 제작된 키넥트라는 센서를 사용하여 사용자의 위치에 따라 변하는 조망을 프레이밍하여 표시한다. 창틀과 풍경의 움직임의 차이는 모션 패럴랙스(Motion Parallax)라고 하는 효과에 의해 나타나게 되는데 이를 사실적으로 구현했다는 점에 의의가 있는 프로젝트이다. 단, 사용자 1인에 한해서만 적용된다. [7]



그림 4. 래셔널 크래프트 윈스케이프  
 Figure 4. Rational Craft Winscape

### 5. 코이룩스

가상의 천창(Skylight)을 만들어 지하실과 같은 공간에 마치 자연채광이 가능한 것처럼 만들어 건축공간의 이용을 활성화시키고 분위기를 바꿔주는 역할을 한다. 천창에 있는 창이므로 하늘과 태양을 볼 수 있도록 하였고 다른 조망은 해당되지 않는다. 태양광과 같은 폴스펙트럼의 LED 광원을 자체 연구개발한 방법으로 산란시켜 실제 직사광선이 실내에 비치는 것처럼 재현하며 천창의 디자인과 하늘의 재현을 정교하게 하여 사용자가 투명한 유리창을 통해 무한히 초점거리가 먼 하늘을 바라보게 하는 효과를 구현하였다. 조명의 방향은 조절할 수 있으나 한 번 정하면 시간에 따라 자동으로 변하는 기능은 없다.[8]



그림 5. 코이룩스  
 Figure 5. CoeLux

### 6. 파나소닉 플러스윈도우

미래 주거의 비전을 제시하는 전시를 위하여 프로토타입을 제작한 컨셉 프로젝트이다. 창문이 없는 공간에 빛, 바람, 소리를 제공하여 열악한 여건의 건축공간 거주자의 정서적 안정을 목적으로 개발하였다. 디스플레이 스크린을 사용하지는 않아서 조망을 위한 이미지는 표시하지 않고 빛의 세기와 색온도 등을 통하여 분위기를 조절한다. 바람을 일으키는 팬이 설치되어 있어 함께 패브릭으로 만들어진 커튼이 흔들리는 시각적인 효과와 피부에 바람이 닿는 촉각적인 자극을 함께 경험하게 한다. [9]



그림 6. 파나소닉 플러스윈도우  
Figure 6. Panasonic (+)Window

### III. 가상창문의 현실감 연관 요소

가상창문의 사례 수집 후 구성 요소들에서 대표성을 가지는 사례를 선정한 후 분석을 통하여 도출한 현실감 연관 요소와 그에 대한 논의는 다음과 같다. 크게는 공간성 및 장소성과 시간성에 영향을 미치는 요인으로 나누어 볼 수 있다.

#### 1. 조망을 위해 재현한 이미지나 영상의 사용

창문 밖의 풍경을 재현하는 이미지나 영상을 사용하였는지의 여부를 말하며 이미지나 영상을 투사할 수 있는 디지털 디스플레이, LED 스크린 등을 사용하는지의 여부와 직접적인 관련성이 있다. 가장 단순한 단계로는 반투명 필름에 고정 이미지를 인쇄하고 뒤에 조명을 설치하는 방법이 있으며 일반적으로 건축요소인 창문의 프레임이 있고 유리창이 들어가는 자리에 디지털 디스플레이를 부착하는 방식으로 활용된다.

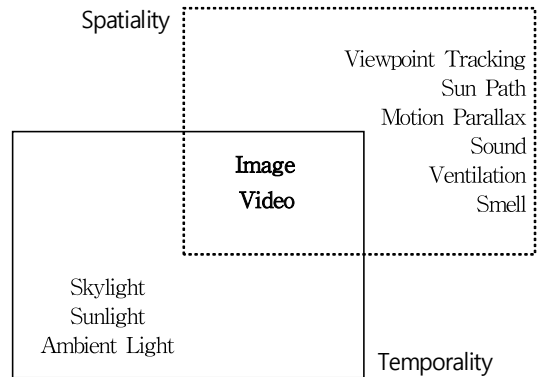


그림 7. 가상창문의 현실감 연관 요소  
Figure 7. Factors Related to Realism in Virtual Window

스크린에 나타나는 영상과 이미지는 실제 카메라를 사용하여 촬영된 것일 수도 있고, CGI(Computer Generated Imagery) 프로그램에 의해서 렌더링된 가상의 영상이나 이미지가 사용될 수도 있다. 어느 경우에도 카메라나 가상카메라의 시점을 통해 제작된 콘텐츠가 사용되므로 그 시점과 사용자의 시점이 일치할 때 가장 사실감이 높아진다.

이와 반대로는 이미지나 영상 없이 천공광과 태양광 같은 빛과 색채로만 창문의 역할을 하는 가상창문 시스템이 존재한다. 앞서 언급한 시점의 일치 문제가 발생하지 않지만 장소성의 표현이나 구체적인 시간과 날씨의 표현 등에서 불리한 점이 있다.

#### 2. 시간성의 표현

하루 24시간동안 시간의 흐름에 따른 영상이나 이미지의 장면 변화나 천공광(skylight), 산란광(ambient light)의 세기 및 색온도의 변화를 말한다. 태양광을 재현한 가상창문이라면 태양의 위치, 광선의 방향등이 날짜와 시간에 따라 달라진다면 사용자가 시간의 흐름을 감지할 수 있어 더욱 몰입감이 높아지게 된다. 더 나아가 계절의 변화, 과거와 미래와 같은 시간의 변화도 포함된다. 이처럼 가상창문은 영상이나 이미지를 활용하여 사용자의 장소성과 시간성에 관한 지각을 조작하고 가상의 환경을 창조할 수 있는 가능성을 보여준다.

#### 3. 관측자의 시점변화에 대한 반응성

알베르티는 그의 저서 회화론에서 그림의 화면을 투

표 1. 가상창문 구성요소 분석

Table 1. Analysis of the selected examples of virtual windows

	Sky Factory Luminous Skyceilings	Atmosph Window 2	Liquid View Windows	Rational Craft Winscape	CoeLux	Panasonic (+)Window
1. 조망을 위해 재현한 이미지나 영상의 사용	단순 스틸 이미지 사용	15분 길이의 세계각지 조망집 영상 활용	24시간 촬영한 고해상도 영상 사용	영상 사용	이미지 없이 하늘의 색상과 태양빛을 사실적으로 재현	이미지나 영상 없이 LED 광원만 사용
2. 시간성의 표현	없음	없음	24시간 영상으로 사용자의 장소와 시간 일치시킴	없음	시간에 따라 태양의 세기 조절가능. 야간에 달빛으로 전환 가능	LED광원의 밝기와 색온도로 분위기 조절가능
3. 관측자의 시점 변화에 대한 반응성	없음	없음	없음	게임용 센서를 사용하여 사용자 추적 후 시점에 맞추어 반응	없음	없음
4. 일조의 사실적인 재현	단순 백라이팅	선택사양으로 LED 광원 설치하여 태양광 모방	없음	없음	직사광선이 실내에 드리우는 빛과 하늘에 떠 있는 태양을 사실적으로 재현	LED 밝기를 통하여 일조 모방
5. 소리, 환기, 냄새 등 비시각적 감각요소 제공	없음	스피커가 프레임에 포함되어 영상의 소리 재생	없음	스피커로 소리 재생	없음	팬이 설치되어 창문개방시 바람이 불어오는 상황 모방

명한 유리창처럼 생각하고 화가의 시점으로부터 원근법에 맞는 이미지를 재현할 것을 제안하였다. [10] 이는 관측자의 단안 심도 단서(monocular depth cue) 중 일부이며 가상창문의 경우에는 정확한 3D 이미지나 실사 촬영한 영상에 관측자의 시점이 일치하는 단 하나의 점이 있음을 의미한다. 그 시점이 일치할 때 가상창문의 영상이나 이미지가 현실과 유사한 깊이 감각을 가지게 된다. 따라서 관측자의 실내 위치를 추적하여 실시간으로 관측자의 위치와 가상창문의 이미지나 영상의 시점을 일치시켜주는 시스템을 도입한다면 현실감을 극대화 할 수 있다.

이 경우 한계점은 1인 사용자에게만 적용할 수 있어서 다중 사용자를 위한 공간에는 적용하기 어렵다는 점이다. 같은 디스플레이 스크린을 통해서 서로 다른 이미지를 보게 할 수 있는 기술이 개발 되고 동시에 여러 관측자의 위치를 추적해서 반영할 수 있는 디스플레이 기술이 개발된다면 이 한계점을 극복할 수 있을 것이다.

#### 4. 일조의 사실적인 재현

일조는 태양이 제공하는 전자기 복사의 스펙트럼이며 대기를 통해 걸러져 지표면에 도달한다. 맑은 날 창문을 통해 유입된 직사광선은 실내에 창문의 형태에 따른 밝은 부분과 그림자를 생성하며 가시광선, 적외선, 자외선 등에 포함된 복사에너지로 밝기와 온기를 전달한다. 가상창문중 몇몇은 LED조명을 통하여 햇빛을 사실적으로 재현하고 있으며 이 경우에는 창문 주변의 식물의 광합성을 촉진시키는 역할도 겸하여 거주자의 심리적 안정에 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

사용자가 가상창문을 통하여 하늘을 바라볼 때 계절에 따른 태양의 고도, 시간에 따른 방향, 날씨에 따른 밝기와 산란정도 등도 사실감있는 태양의 재현을 위해 고려해야 할 점이다.

#### 5. 소리, 환기, 냄새 등 비시각적 감각 요소 제공

가상창문의 현실감에 주된 영향을 미치는 것은 빛, 조망과 같은 시각적인 요소들이지만 현실의 창문은 그 외에도 인간의 다른 감각에 영향을 미치는 요소를 다수 제공한다. 먼저 소리는 영상의 재생을 기능으로 하는 대부분

분의 가상창문 제품에서 스피커를 포함하고 있어 자연이 나 도시에서 녹음된 소리를 함께 재생하여 사실감을 높이는 방법을 사용하고 있다. 최근 널리 보급되고 있는 돌비 애트모스와 같이 인간이 청감으로 3차원 공간을 파악하는 원리 그대로를 재현하는 공간음향 등을 활용한다면 더욱 몰입감을 높일 수 있을 것이다.

현실의 창문은 문을 개방하면 환기의 기능도 수행하게 된다. 가상창문을 설치하게 되는 상황에서는 대부분 외기와 먼하지 않는 장소일 가능성이 크므로 팬을 설치하여 창문을 열었을 때 작동되도록 하여 마치 바람이 부는 것처럼 느껴지게 하기도 한다. 환기의 목적으로 활용한다면 환풍설비를 설치할 수도 있을 것이다. 가상환경에 후각을 활용하려는 시도는 가상현실 분야에서 활발히 연구 되고 있으며 특히 자연환경을 조망하는 것을 재현할 때 향기를 발생시키는 장치를 고려할 수 있을 것이다.

#### IV. 결 론

가상창문은 급격히 발전하고 있는 디지털 매체를 활용하여 가상환경을 구현하기 위한 하나의 방안이다. 따라서 단순히 현실의 창문을 모방하여 사용자를 착각하게 만들어 소기의 목적을 달성하는 지엽적인 대상으로 치부할 것이 아니라 가상환경의 구현과 공간을 구성하는 건축요소와의 관계성으로 논의의 영역을 확장할 필요가 있다.

일례로 최근 코로나19 팬데믹 사태를 거쳐 OTT 시장의 눈부신 성장세에 따른 영상 엔터테인먼트 산업의 발전으로 버추얼 프로덕션 스튜디오가 빠른 속도로 늘어나고 있다. 버추얼 프로덕션은 배경을 LED 스크린으로 채우고 카메라 시점의 위치를 추적하여 촬영 무대의 소품(props)과 매끄럽게 연결한 영상을 도출하는 제작 시스템이다. [11] 따라서 사용자의 위치를 추적하여 시점에 맞게 가상창문내의 영상을 조절한다는 측면에서 유사성이 있다. 또, 게임 엔터테인먼트나 레이싱 산업을 위하여 사용되는 레이싱 시뮬레이터[12]와 비행기나 헬리콥터의 조종사 훈련을 위해 활용되는 플라이트 시뮬레이터[13]는 실제 존재하는 차량이나 기체의 구조물과 가상의 배경 영상을 조작에 맞추어 재생하므로 가상창문의 원리와 매우 흡사하다.

본 연구에서는 가상창문의 건축요소와 연관된 가상

환경이라는 측면에서 논의를 확장시키기 위하여 선례를 수집하고 사실감을 향상시키기 위한 세부 요소를 분석하였다. 특히 시각적인 요소의 중요성이 높은 가상창문의 특성을 고려하여 후속 연구에서는 인간의 시지각과 관련하여 사실감을 높일 수 있는 방안이 구체적으로 탐색되어야 할 것이다.

#### References

- [1] A Study on the Space Design to Apply Psychological Determinant Factors of Openings : Focused on Mental Healthcare Center
- [2] W.A. Ijsselsteijn, W. Oosting, I. Vogels, Y. De Kort, and E. Van Loenen, " A Room with a Cue: The Efficacy of Movement parallax, Occlusion, and Blur in Creating a Virtual Window," *Presence*, Vol. 17, No. 3, pp. 269-282, June 2008
- [3] H.Y. Kim, "From the Picture Plane to the Screen: Building on a Communal Space," *Journal of the Association of Western Art History*, vol. 39, pp. 179-203, 2013
- [4] Sky Factory Luminous Skyceilings, Available online: <https://www.skyfactory.com/products/luminous/>
- [5] Atmosph Window 2, Available online: <https://atmosph.com/en/products/aw102>
- [6] Liquid View Windows, Available online: <https://www.theliquidview.com>
- [7] Rational Craft Winscape, Available online: <http://rationalcraft.com/Winscape.html>
- [8] CoeLux, Available online: <https://www.coelux.com/>
- [9] Panasonic (+)Window, Available online: <https://channel.panasonic.com/contents/23106>
- [10] L. Alberti, "On painting," Penguin UK, March 2005
- [11] K.C. Choi, S.C. Kwon, and S.H. Lee, " A Study on the Adequate HD Camera Focal Length in the Broadcasting Studio using LED Video Wall," *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 8, No. 5, pp. 713-721, September 2022, <http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.5.713>
- [12] Y. Lee, and Y.H. Lim, "Comparison of simulation racing reality using simulation racing data based on racing equipment," *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 8, No. 5, pp. 393-398, <http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.2.393>

- [13]Y. Na, and Y. Cho, "Development of Motion-Based Helicopter Flight Simulation Training Device," The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT), Vol. 8, No. 3, pp. 477-483, <http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.3.477>

※ 이 논문 또는 저서는 2019년 대한민국 교육  
부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연  
구임 (NRF-2019S1A5A2A03053391)