

# 사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Digital Space Design Process Using User's Motion Data

안신욱\* / Ahn, Shin-Wook  
박혜경\*\* / Park, Hey-Kyung

## Abstract

The purpose of this study is to develop 'a digital space design process using user's motion data' through a theoretical and experimental study.

In the progress of developing a digital design process, this study was concentrated on searching a digital method applying user's interactive reflections. As introducing a concept of space form being generated by user's experiences, we proposed 'a digital space design process using user's motion data'. In the experimental stage, user's motion data were extracted and transferred as digital information by user behavior analysis, optical motion capture system, immersive VR system, 3D softwares and computer programming.

As the result of this study, another useful digital design process was embodied by building up a digital form-transforming method using 3D softwares providing internal algorithm.

This study would be meaningful in terms of attempting a creative and interactive digital space design method, avoiding dehumanization of existing ones through the theoretical study and the experimental approach.

**키워드** : 디지털 공간디자인, 디지털 프로세스, 상호작용, 사용자 모션데이터, 모션캡처, 가상현실

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 목적 및 의의

정보화 시대인 21세기에 들어서면서 현대 사회는 급격한 컴퓨터 기술과 정보통신 기술의 발달로 정보혁명의 사회적 변화에 위치하고 있다. 현대사회의 정보는 디지털화된 형태로 존재하는데, 이러한 디지털 정보화는 공간을 설계하고 제작하는데 있어서도 과거와는 다른 차이점을 보이고 있다. 그 대표적인 사례인 디지털 공간디자인은 기존 공간이 가지는 조형성의 한계를 극복하고 새로운 개념의 공간을 창조하는 역할을 하며 공간디자인의 영역에 개념적, 조형적 전환점을 제공하고 있다. 그러나 이와 관련된 사례들을 살펴보면 주로 환경적 요인을 통한 외부맥락에 의해 공간의 형태형성이나 변형이 이루어지며 이러한 상황은 공간형태형성의 비인간화라는 관점으로 해석할 수 있다.

조형의 대상이 되는 공간과 그 공간을 사용하는 활동하는 대상 환경과의 상호작용으로 이해될 수 있다. 이러한 상호작용을 인간의 행위와 그에 따른 공간의 형태적, 감성적 표현으로 볼 때 공간의 근본적인 개념에 접근할 수 있는 것이다.<sup>1)</sup>

본 연구는 디지털 공간디자인의 개념에 관해 고찰한 후, 사용자와 공간의 상호작용 및 사용자 경험의 공간형태화 개념을 도입하여 '사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스' 개발을 목적으로 한다. 이러한 프로세스 개발과정은 사용자의 행위를 공간형태 도출과정에서 적극적으로 반영할 수 있는 실제적인 연구로, 사용자가 직접 참여하는 과정을 통해 디지털 공간디자인의 비인간화를 극복할 수 있는 하나의 방법이 될 수 있을 것이다. 또한 본 연구를 통해 디지털 공간디자인에 대한 보다 다양한 논의를 기대할 수 있을 것이다.

\* 정회원, 인제대학교 DID 연구소 연구원

\*\* 정회원, 인제대학교 디자인학부 조교수, DID 연구소 책임연구원

1) 박혜경·안신욱, 디지털 프로세스를 활용한 공간디자인의 장소성 표현에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집 제13권 3호 통권44호 2004년 6월, p.157

## 12. 연구의 범위 및 방법

디지털 공간디자인 프로세스는 일련의 공간디자인 과정에서 그 역할에 따라 생산성 향상과 설계개념의 도입을 위한 디지털 프로세스로 분류할 수 있으며, 공간구축의 실재성에 따라 사이버 공간에서의 구축과 실존적 공간에서의 구축으로 분류할 수 있다. 본 연구에서는 실제 설계단계에서 디지털 프로세스가 활용될 수 있는 방법론의 개발을 중심으로 접근하였다. 따라서 실존적 공간의 구축을 목적으로 하며 설계개념에 활용하는 디지털 프로세스를 연구의 대상으로 설정하였으며, 새로운 디지털 공간디자인 프로세스를 정립하고 그것을 보다 구체화하기 위한 과정으로, 실제적이고 실험적인 접근을 중심으로 진행되었다.

본 연구는 프로세스 개발을 위한 이론연구와 개발된 프로세스를 구체화하기 위해 실제공간에 적용하는 실험연구로 나누어 진행되었으며 그 세부사항은 다음과 같다.

### (1) 이론연구

첫째, 디지털 공간디자인의 개념을 살펴본 후 사용자를 통한 디지털 공간디자인 프로세스의 필요성을 살펴보았다.

둘째, 사용자와 공간의 상호작용적 관점을 도입하여 공간디자인 프로세스의 근본적 개념을 구체화하였다. 이러한 관점 중 사용자 경험의 공간형태화 개념을 통해 '사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스'를 설정하였다.

### (2) 실험연구

첫째, 실험대상 공간을 선정한 후 CCTV(Closed Circuit Television)와 관찰을 통해 사용자의 관람행위를 분석하고 유형화하였으며 변수로 활용될 사용자 모션데이터를 결정하였다.

둘째, 광학식 모션캡처 시스템(Optical Motion Capture System)을 통해 피실험자의 유형화된 모션데이터를 추출하였다. 또한 대상공간을 가상환경으로 제작한 후 몰입형 가상현실 시스템(Immersive Virtual Reality System)을 이용하여 피실험자의 관람동선을 추출하였다. 이를 조합하여 피실험자의 관람행위를 나타내는 사용자 관람체적을 추출하였다.

셋째, 대상공간의 형태변형 시뮬레이션(simulation)을 위해 변수적용의 범위를 설정하였으며 대상범위를 액상화 하였다.

넷째, 시뮬레이션 알고리즘을 설정한 후 변수화된 피실험자의 모션데이터를 공간형태에 적용하는 시뮬레이션을 진행하여 최종적으로 변형된 공간형태를 결정하였다.

## 2. 사용자를 통한 디지털 공간디자인

### 2.1. 디지털 프로세스를 통한 공간디자인

공간디자인의 영역에서 디지털 정보화를 통한 조형체계의 전환은 과거와는 다른 표현방식으로 나타나고 있다. 20세기 후

반부터 시작된 공간조형의 새로운 개념도입은 단순계적 사고에서 복잡계로의 조형적 전환을 맞이하고 있다. 기계론적 조형방식에서 유기적이고 생태학적인 사유로, 결정성에서 비결정적 가능성의 전환을 의미한다. 이는 기존의 유클리드 기하학(Euclidian geometry)의 한계를 벗어나 유기체적 본성에 대한 인식을 강조하며 전체형상의 복잡성속에서 질서와 특성을 찾으려 노력하는 것으로 나타나고 있다.<sup>2)</sup> 일련의 실험적 사례에서 보여 지듯, 대부분의 디지털 공간디자인에서는 비례나 스케일 등의 동질적인 패턴과 구조화를 통한 선형적 조형형태와 고정적인 조형체계에서 벗어나려 한다. 이러한 현상은 공간조형의 의미를 자연의 유기적인 생명체로 보는 동시에, 형태의 생성과 변형에서 자연적, 맥락적 경향을 나타낸다. 정보의 개념적, 실질적 영향력 확대와 테크놀로지의 발달을 통한 디자인 과정의 데이터베이스화, 유클리드적인 단순기하학에서 비유클리드 기하학(non-Euclidian geometry), 카오스(Chaos), 위상기하학(Topology), 리즘(Rhizome)<sup>3)</sup>적 전환은 과거의 공간디자인 표현방식과는 다른 분명한 차이를 보여주고 있다. 공간은 더 이상 비례와 균형을 통한 요소의 기능적 조합이라는 고정된 개념이 아니라 진화하고 변형되는 형태의 의미인 것이다.

### 2.2. 사용자와 공간의 상호작용

사용자 측면에서 디지털 정보화는 정보의 자동화 및 데이터베이스화를 가능하게 함으로써 새로운 양상을 맞고 있다. 이러한 상황은 정보화와 테크놀로지의 발달로 인해 다양성에 대한 사용자의 접근을 용이하게 하고 있다. 다니엘 벨(Daniel Bell)의 탈산업 사회론에서 테크놀로지의 혁신에서 오는 생산성의 증대가 농업으로부터 산업, 그리고 산업으로부터 서비스로의 이동을 초래한다고 설명한다. 벨은 정보와 지식을 탈산업사회에서의 핵심차원으로 본다.<sup>4)</sup> 이러한 정보는 사용자로 하여금 지식의 축적이나 이동의 전반적인 효율성을 지원하고 있는 동시에 사용자 구조의 의미를 정보를 통해 규정지으려 하고 있다. 디지털 정보에 의한 정보혁명은 정보 자체를 사회 권력의 핵심적 역할을 하는 것으로 인식하는 것이다.

현대 사회의 급속적인 정보화에 따라 인간 커뮤니케이션의 체계가 상호작용성에 의거한 쌍방향적 커뮤니케이션 과정으로 바뀌어가고 있다. 디자인 분야에서 '인간의 감성'과 '물질세계' 간의 쌍방향성은 현대적 사고와 기술의 발달로 공급자 중심에서 사용자 중심의 디자인으로 변화하는 것으로 볼 수 있다. 공

2)김주미, 복잡계로서의 건축개념과 조형적 특성에 관한 연구1, 한국실내디자인학회논문집 22호, 2000, pp.123-128, 재구성

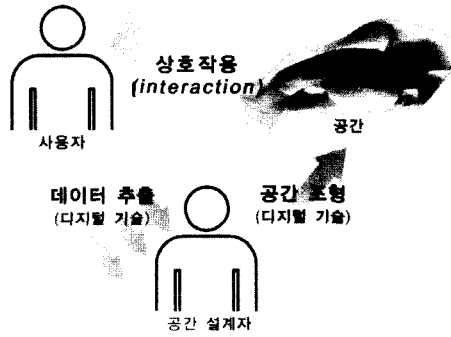
3)리즘적 사고는 '뿌리 없는 식물' 같은 것으로 특정한 영토(대지) 위에 뿌리내리지 않은 채 여기저기를 떠돌아다니는 식물처럼, 특정한 지만없이 다양한 힘들의 차이와 복수성에 따라 다원화되고 산포된다.(라도삼, 비트의 문명 네트워크 사회, 커뮤니케이션북스, 1999, p.144)

4)권태환·조형제, 정보사회의 이해, 미래미디어, 1997, p.60

간디자인의 관점에서 이러한 상호작용은 '상호적인 대응관계'에서 출발하며 사용자에 대한 접근성을 향상시키는 방법으로 활용될 수 있다.

오늘날 현상학적 존재론의 공간개념은 관념론적이거나 유물론적인 공간인식을 벗어나 인간을 중심으로 하는 공간개념으로 변화하였다.<sup>5)</sup> 인식의 주체를 사용자로 보고 그에 반응하는 공간을 디자인의 궁극적 대상으로 볼 때, 공간에서의 상호작용과 인터페이스는 정의되어질 수 있다. 이러한 개념에서 공간의 본질은 사용자를 통해 그 의미를 가질 수 있는 것이다.

앞에서 살펴본 디지털 공간디자인의 개념, 정보화와 기술의 발달을 통한 시대적 개념, 정보화를 통한 사용자 구조의 전환, 사용자와 공간의 상호작용적 접근을 통해 사용자를 통한 디지털 공간디자인의 개념을 다음과 같이 설정하였다.



<그림 1> 사용자를 통한 디지털 공간디자인의 개념

사용자를 통한 디지털 공간디자인은 데이터 추출의 대상인 동시에 형성된 공간을 사용하는 사용자에게 의한 공간형태 형성의 과정에 초점을 두고 있다. 즉, 사용자와 공간의 상호작용 향상을 위해 공간을 디자인하는 공간 설계자는 사용자에게서 적절한 데이터를 추출하고, 이를 공간에 반영시키는 과정에서 디지털 기술을 활용하는 일련의 과정이다. 이러한 개념으로 설정된 디지털 공간디자인의 과정은 도구로서의 기능뿐만 아니라 사용자의 역할과 참여를 통해 공간의 비인간화를 극복할 수 있는 방법 중의 하나로 볼 수 있는 것이다.

### 3. 사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스

#### 3.1. 정보의 형태화

공간디자인의 관점에서 형태에 정보를 담는 과정은 공간인지를 위한 정보의 감각화(感覺化)를 의미한다. 이는 형태를 통해서 공간을 시각화하고 촉감각(觸感覺)화 하여 표현하는 것이다. 이러한 형태의 정보화에 대해 그렉 린(Greg Lynn)은 본질

5)권영걸, 공간디자인 16강, 도서출판 국제, 2001, p.18

적인 형태를 유지하는 동시에 위상학적 변형으로 이루어지는 과정을 통해 해석한다. 그는 유연성의 혼합을 다른 자유로운 요소의 연속적인 분야와 혼합되는 반면, 그 자체적 성질을 유지하고 있는 이질적인 요소들로 구성되어 있다고 했다. 이러한 유연성은 차이점을 제거하는 것이 아니라 혼합을 통해 자유롭게 통합하는 것이다. 들뢰즈(G. Deleuze)는 유연성에 대해 연속적인 변화와 연속적인 형태의 발전이라고 묘사한다.<sup>6)</sup> 그렉 린은 또한 선박의 돛과 선체의 예를 통해 유연성의 위상기하학을 활용한 공간형태에 대해 언급하였다. 선체 자체의 형태는 방향의 변화에 의해 변형되지 않는 반면, 돛은 유연한 물성을 통해 방향성의 정보를 수많은 조절점을 통해 위상적 변형으로 포함한다고 했다.<sup>7)</sup> 앞에서도 살펴보았듯이, 공간 디자인의 관점에서 위상기하학적 사고를 도입하여 공간형태에 정보를 담아내는 과정은 구축된 환경의 기능적 측면 그 이상을 의미한다. 이러한 과정을 통해 구조적, 비구조적 표피는 정보전달 매체의 역할로 전환되는 것이다.

가시적, 비가시적 물성의 흐름은 어떠한 형태로 상호작용하는 대상에 영향을 준다. 이러한 개념의 공간형태로의 도입은 기능적 공간관을 넘어서는 의미를 제공한다. 공간에서 정보의 형태화는 상호작용하는 대상의 일련의 구조를 통해서 정보를 포함하게 된다. 이러한 과정을 거쳐 공간의 표피는 사용자, 공간내부특성, 주변환경 요인 등의 다양한 정보를 포함하는 정보구조체의 성향을 나타낼 수 있다.

#### 3.2. 사용자 경험의 공간형태화

사용자의 경험을 공간형태화 하는 것은 공간조형의 원천적인 요소를 공간에 대한 사용자의 실질적 경험으로 보는 일련의 과정을 의미한다. 이러한 공간개념에서 사용자의 신체적 움직임과 관련된 문제에 대해 아르헨티나의 평론가 호루게 질루스버그(Jorge Gilusberg)는 공간과 인간의 관계를 신체의 움직임에 의해 해석하려 하였다. 켄트 블룸머(Kent C. Bloomer)도 찰스 무어(Charles W. Moore)가 편집한 <Body, Memory and Architecture>라는 책에서 종래의 형태, 기능, 공간이라는 대상적인 공간관에서 벗어나 인간의 행동, 감정, 기억이라는 신체적인 관점을 통해서 인간의 관계를 밝히려고 했다. 인간의 행동과 가장 밀접하게 연결된 것이 공간이기 때문에 인간의 신체가 그 속에 들어가면 퍼포먼스와 공간이 일체감을 이루는 것이다.<sup>8)</sup> 이와 같은 공간과 인간의 관계는 인간뿐만 아니라 공간이 이러한 경험의 대상으로 규정될 때 그 상호작용적 개념에 접근할 수 있는 것이다.

6)임수영, 현대건축의 이해, 기문당, 2002, p.263

7)Greg Lynn, Animate Form, Princeton Architectural Press, 1999, p.10

8)황현숙·류호창, 디지털 매체를 적용한 퍼포먼스 행위적 공간연출에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회논문집 제3권 제3호, 2001, p.101, 재인용

공간개념의 본질에 대해 오션 노스(Ocean North)의 마이클 헨젤(Michael Hensel)은 운동과 공간이라는 관계를 통해 해석하고 있다. 그는 '개방적 작품' 혹은 '동적인 작품'을 움베르토 에코(Umberto Eco)식의 '예술의 특징이란 의미의 모호성을 의도적으로 도입하는 것'이라는 개념으로 보았다. 이 같은 '모호성의 장' 안에서 관람객과 작품간의 자유로운 감정이입이 이루어질 수 있으며, 이를 통하여 전통적 표현과 기성화된 해석을 탈피할 수 있음을 언급하였다. 또한 그는 '공간과 주제 간의 역동적 관계'를 추구하는 설계자는 개념형성의 연속적인 과정이 필요하며 '개방적 작품'이 암시하는 자유방임의 개념에 대해 건축학적 개념의 재정립이 필요하다고 하였다. 이러한 운동과 공간의 개념은 개인적, 집단적 경험과 공간 변형간의 피드백에 의해 생성되며, 개인적, 집단적 경험은 직접적, 간접적으로 주제에 영향을 미치는 것으로 보고 있다.<sup>9)</sup>

이상의 공간에 대한 사용자 경험의 역할에서 보여 지듯, 공간에서 사용자의 자유로운 감정이입은 공간개념의 역동성과 새로운 사용자의 경험을 유도할 뿐 아니라 공간 형태변형의 피드백을 유도할 수 있다. 이러한 공간의 개방적이고 동적인 개념은 참여행위라는 퍼포먼스를 통해 사용자와의 일체감을 이룰 수 있게 하는 것이다.

### 3.3. 사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스

본 연구에서는 앞에서 살펴본 상호작용적 공간개념과 사용자 경험의 공간형태화 개념에 기초하여 사용자의 공간에 대한 경험을 공간의 본질을 규정하는 중요한 요소로 보았다. 특히, 공간에 대한 사용자의 경험 중에서 공간경험 시 형성되는 사용자의 행위인 사용자 모션데이터를 통해 디지털 공간디자인 프로세스에서 공간형태에 영향을 미치는 변수로 보고 '사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스'를 정립하였다. 여기서 활용되는 사용자의 모션데이터는 공간에 대한 사용자의 참여행위를 의미하며, 동시에 공간의 개념을 단순한 물리적 대상이 아닌 유연한 상호작용적 대상으로 보는 것을 의미한다.

<표 1>의 '사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스'는 사용자의 공간에 대한 경험과정에서 발생하는 사용자의 모션데이터를 공간의 형태에 반영하기 위한 구조이다. 세부적인 내용은 다음과 같다.

#### (1) 시뮬레이션 변수추출 단계

첫째, 대상공간의 특성에 따라 프로세스에 활용될 사용자를 선정한다.

둘째, 대상공간에서의 사용자 행위를 분석한다.

셋째, 사용자 행위분석을 통해 사용자와 대상공간의 특징적인 상호작용 요소를 추출한다.

넷째, 상호작용적 특성 중 최종변수로 활용될 모션데이터를 결정한다.

다섯째, 최종변수의 대상인 사용자의 모션데이터를 디지털화한다.

여섯째, 형태결정 시뮬레이션을 위해 사용자의 모션데이터를 통합변수화 한다.

#### (2) 디지털 공간조형 단계

첫째, 형태결정 시뮬레이션을 위해 추출된 통합변수에 대한 대상공간의 적용범위를 설정한다.

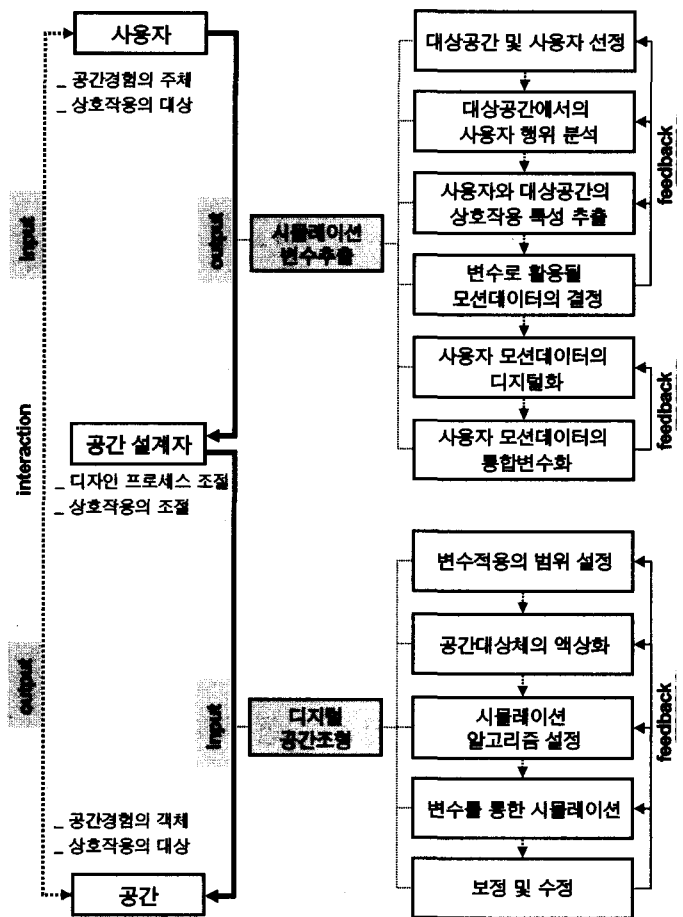
둘째, 변수작용을 세밀하게 표현할 수 있도록 설정된 대상공간의 적용범위를 액상화한다.

셋째, 시뮬레이션에 활용될 조형적 알고리즘을 설정한다.

넷째, 변수에 의한 형태결정 시뮬레이션을 진행한다.

다섯째, 공간 설계자의 의도에 적합하도록 보정 및 수정의 피드백을 거친다.

<표 1> 사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스 개요



위에서 설정된 개념적 프로세스를 보다 구체화하기 위해 본 연구의 4장과 5장을 통해 실제공간과 피실험자를 대상으로 한 실험연구가 진행되었다.

9)현대건축사 편, 현대건축시리즈12 디지털 건축, 2003, pp.30-33, 재구성

## 4. 대상공간의 사용자 모션데이터 추출

### 4.1. 대상공간의 선정

본 실험연구에서는 실험공간과 대상컨텐츠에 관련된 사항을 고려하여 대상공간을 다음과 같이 설정하였다.<sup>10)</sup>



<그림 2> 수가화량 및 실험대상 컨텐츠

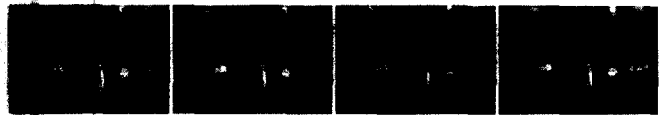
대상공간으로 설정된 수가화량은 전시공간의 크기, 전시규모, 전시물의 성격 등이 실험설계에 관련된 사항과 유사하였으며 정확한 형태의 시뮬레이션 공간을 제작하기 위한 설계도면 자료를 구하는데 비교적 용이하였다. 실험환경이 되는 전시공간은 단일블룸으로 구성된 대상건물의 3층 전시실로 설정하였다. 전시컨텐츠는 2D 이미지 전시로 구성되며 시각적 유사성이 강한 '전혁립展'을 대상으로 실험을 진행하였다.

### 4.2. 관람행위 분석 및 유형화

해당 전시공간에서 발생하는 사용자의 관람경험에 관련된 특징적 상호작용 요소를 결정하기 위해, 실제 대상공간에서 발생하는 관람행위를 분석하였다. 관람행위 분석은 해당 전시공간 관계자의 협조를 얻어 CCTV를 통한 분석과 본 연구자의 직접관찰을 통해 진행되었다.



- 개인 관람행위 (1)



- 그룹 관람행위 (2)

<그림 3> 개인 관람행위와 그룹 관람행위

10) 실내공간인지 분석의 기준틀이 되는 연결밀도, 시야 축, 공간분할도 등의 요소는 복합적인 인지과정을 거치게 하며 확장된 공간크기를 필요로 한다. 따라서 실험적 연구를 감안하고 측정된 피실험자의 효율적인 데이터 크기를 고려하여 단일한 블룸의 공간으로 결정하였으며, 사용자의 개방적이고 동적인 개념을 통해 참여행위를 높일 수 있는 전시공간을 대상으로 하였다. 또한 본 연구에서는 전시공간으로 한정된 실험대상 공간에서 사용자의 관람경험에 절대적인 역할을 하는 시각적 컨텐츠에 초점을 두었다.

개인 관람과 그룹관람에서 전시공간의 관람자는 주로 전시물에 근접하여 관람하기 위한 관람자의 보행을 통해 관람행위를 형성하였다. 전시공간의 주출입구 구조로 인해 주로 우측의 전시물을 관람하는데서 동선이 시작되었으며 관람자는 동선에 따른 시선의 영향으로 비교적 전시대상의 우측에서 전시물을 관람하였다. 관람시간은 개인별 4분 내외로 나타났다. 그러나 그룹 관람에서 관람인원이 많아지고 그에 따른 동선의 제약을 받아 개별적으로 사용자의 불규칙한 동선이 발생하였다. 개인 관람에서와는 달리 관람동선은 주출입구의 좌측과 우측에서 다양하게 시작되었으며, 그에 따라 전시컨텐츠의 좌우측에서 다양하게 전시물을 관람하였다.

이상의 CCTV분석과 관찰을 통한 관람행위 분석을 살펴보면 대상 전시공간의 사용자 관람행위는 주로 보행과 관련된 요소를 통해 표현됨을 파악할 수 있었다. 따라서 사용자의 보행과 관련된 관람행위를 사용자와 공간의 특징적인 상호작용 요소로 규정지을 수 있었다.



<그림 4> 직선 보행

<그림 5> 좌회전 보행

<그림 6> 우회전 보행

본 연구의 디지털 공간디자인 프로세스에 활용 가능한 상호작용적 특성인 사용자의 관람행위는 위의 그림과 같이 직선 보행, 우회전 보행, 좌회전 보행으로 유형화할 수 있었다.<sup>11)</sup> 이러한 보행과 관련된 관람행위는 '사용자를 통한 공간개념의 역동성'과 '새로운 사용자의 경험유도' 측면에서 본 실험연구에 사용될 디지털 공간디자인 프로세스의 최종적인 변수로 설정할 수 있었다. 따라서 사용자의 행위와 공간에서의 퍼포먼스를 위해 관람경험 시 측정되는 사용자의 모션데이터인 관람체적을 시뮬레이션에 활용될 디지털 프로세스 변수로 설정하였다.

### 4.3. 사용자 모션데이터 추출

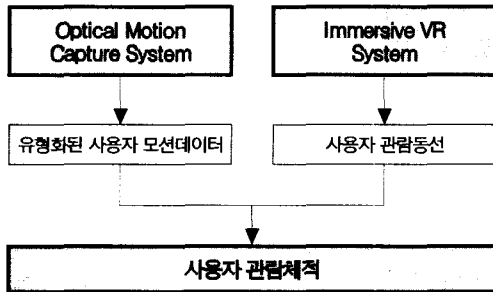
본 실험연구의 모션데이터로 활용될 사용자 관람체적은 VICON社의 광학식 모션캡처 시스템을 통해 측정되었다.<sup>12)</sup> 그러나 캡처할 수 있는 별도의 실험실이 있어야하는 장소적인 한계와 캡처가 가능한 범위인 캡처블룸(capture volume)의 한계

11) 유형화 과정 중 그룹 관람행위에서 관찰된 불규칙한 동선과 같은 관람행위는 공간의 시각적 컨텐츠에 대한 사용자의 행위 작용이 아니므로 사용자의 행위유형에서 제외하였다.

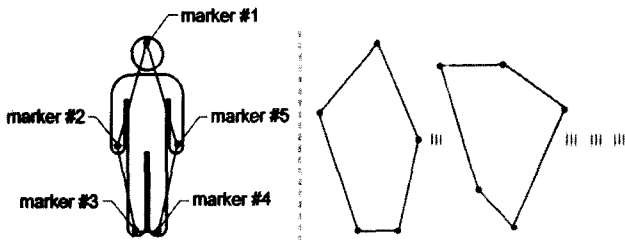
12) 모션캡처 방식에는 음향식(Acoustic), 기계식(Mechanic), 자기식(Magnetic), 광학식(Optical)의 4가지가 있다. 광학식 모션캡처 방식이 쓰인 이유는 사용자의 움직임을 포함하는 정보를 실시간으로 추출할 수 있을 뿐 아니라 정확하고 세밀한 디지털 데이터로 전환할 수 있기 때문이다. 광학식 모션캡처 시스템은 적외선 카메라를 통해 사용자에게 부착된 마커(Marker)의 위치를 파악하는 형태로 모션데이터를 추출한다.

가 있다. 그러므로 관람체적 추출 프로세스를 분리하여, 각각의 유형화된 모션데이터를 추출한 후 관람동선과 조합하여 최종적인 관람체적을 추출하는 형태로 실험을 진행하였다.

<표 2> 사용자 관람체적 데이터 추출개요



실험대상 전시공간에서 사용자의 관람행위를 나타내는 모션데이터인 관람체적의 초기설정은 사용자 신체의 외곽형태를 따라 연결된 폐곡선으로 볼 수 있다. 이러한 세밀한 폐곡선은 모션데이터를 추출함에 있어서 방대한 데이터로 인해 데이터 추출과 적용과정에 비효율성을 초래한다. 따라서 본 실험연구에서는 사용자의 물리적 영역인 관람체적의 초기설정을 다음과 같이 진행하였다.



<그림 7> 사용자 모션데이터 측정의 초기설정

피실험자의 머리, 양쪽 손목, 양쪽 발끝에 각각 마커(marker)를 부착하고 광학식 모션캡처 시스템을 통해 유형화된 사용자 모션데이터를 추출하였다. 각각의 마커로 연결된 폐곡선은 대상공간관람 시 신체의 물리적 범위를 동적으로 나타내는 외곽선이 된다. 또한 이렇게 설정된 각각의 조절점은 시간에 따른 사용자의 관람행위에 따라 다양하게 변화할 수 있는 가능성을 가지고 있다. 본 실험연구의 피실험자는 대상공간의 사용자 관람행위 분석에 따라 20대 남녀 2명, 30대 남녀 2명으로, 총 4명이 선정되어 모션데이터 및 관람동선을 추출하였다.<sup>13)</sup>

VICON의 광학식 모션캡처 시스템에 의해 보행에 관련된 사용자의 움직임은 데이터 효율성을 고려하여 60frame/sec의 데이터를 추출하였으며, 앞에서 설정된 4명의 피실험자에 대한

직선 보행, 우회전 보행, 좌회전 보행에 대한 모션데이터 측정이 각각 진행되었다.



<그림 8> 광학식 모션캡처 시스템을 활용한 사용자 모션데이터 측정

이러한 과정을 통해 추출된 데이터는 각 마커들의 디지털화된 정보를 나타낸다. 이러한 디지털 데이터는 Pipeline이라는 별도의 전환과정을 거쳐 관계형 데이터베이스 프로그램에 활용 가능한 CSV(Comma-Separated Values) 형태의 ASCII(American Standard Code for Information Interchange)로 변환하였다.

대상공간에 대한 사용자의 관람동선을 추출하는 과정에서 가상의 체험환경을 제공하기 위해 도면정보, 실측, 시각적 전시 콘텐츠 자료 등을 이용해 가상의 대상공간을 제작하였다. 도면과 실측데이터를 바탕으로 3차원 가상공간을 제작하였으며 피실험자가 가상공간을 관람하는데 최대한의 몰입감을 제공하기 위해 몰입형 가상현실 시스템이 사용되었다.<sup>14)</sup>



<그림 9> Immersive VR System



<그림 10> Immersive VR System을 활용한 사용자의 관람동선 추출

WorldUp R5를 통해서 사용자의 시선, 즉, 피실험자에게 디스플레이 되는 화면은 소프트웨어의 시점(viewpoint)과 연동될 수 있었다. 피실험자가 가상공간을 체험하는 동안 행하는 마우스 조작과 소프트웨어상의 시점파악을 통해 사용자의 관람동선을 수치화된 디지털 데이터로 전환하는 방식으로 진행되었다.

14) 몰입형 가상현실 시스템은 크게 소프트웨어를 통해 디스플레이 되는 시각콘텐츠, HMD, Position/Orientation Tracking System 등으로 구성된다. 본 실험연구에서는 WorldUp R5를 이용해 가상공간 콘텐츠와 각각의 하드웨어를 통제하였으며 5DT HMD 800S, POLHEMUS FASTRACK Position/Orientation Motion Tracking System이 하드웨어로 사용되었다.





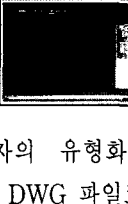
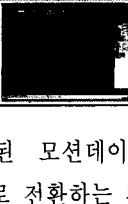

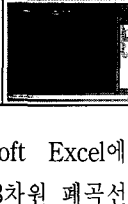
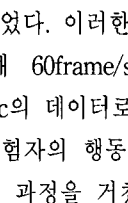
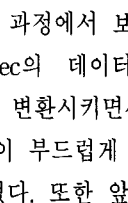
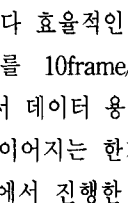
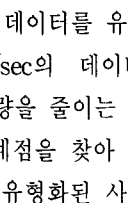
13) 대상 전시공간 관계자와의 인터뷰와 관람분석을 통해 관람대상의 연령대별 특이성은 뚜렷이 나타나지 않음을 파악할 수 있었다. 따라서 통계청 연령별 추계인구에 나타난 2003년 자료([http://www.nso.go.kr/cgi-bin/sws\\_999.cgi](http://www.nso.go.kr/cgi-bin/sws_999.cgi))를 이용해 인구비를 중 가장 많은 부분을 차지하는 동시에 잠재적 관람대상인 20대와 30대를 실험의 대상으로 설정하였다.

이러한 과정을 통해 4명의 피실험자 각각의 수치화된 관람동선 데이터를 추출할 수 있었다.

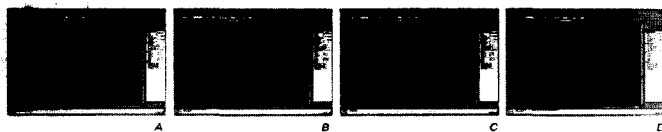
#### 4.4. 사용자 관람체적 추출

앞에서 사용자 모션데이터의 추출에서 진행된 각각의 피실험자 모션데이터를 AutoLISP<sup>15)</sup>을 이용하여 AutoCAD DWG 파일로 전환하였다.<sup>16)</sup> 이러한 과정은 수치화된 ASCII를 시각화하기 위한 것이다. 우선 추출된 ASCII를 Microsoft Excel로 데이터 전환 후 AutoLISP을 통한 변환과정을 거쳤다.

<표 3> AutoLISP을 통해 AutoCAD DWG File로 전환된 각 피실험자의 유형화된 모션데이터

	피실험자 A	피실험자 B	피실험자 C	피실험자 D
				
				
				

피실험자의 유형화된 모션데이터는 Microsoft Excel에서 AutoCAD DWG 파일로 전환하는 과정을 통해 3차원 폐곡선으로 표현되었다. 이러한 과정에서 보다 효율적인 데이터를 유지하기 위해 60frame/sec의 데이터를 10frame/sec의 데이터, 2frame/sec의 데이터로 변환시키면서 데이터 용량을 줄이는 동시에 피실험자의 행동이 부드럽게 이어지는 한계점을 찾아 피드백 하는 과정을 거쳤다. 또한 앞에서 진행한 유형화된 사용자 모션데이터의 시각화와 동일하게 피실험자의 관람동선을 AutoLISP을 이용하여 AutoCAD DWG 파일로 전환하였다.

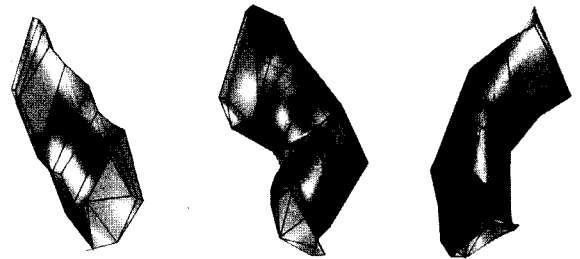


<그림 11> AutoLISP을 통해 Microsoft Excel에서 AutoCAD DWG 파일로 전환된 각 피실험자의 관람동선 데이터

사용자 관람체적의 시각화 과정에서는 앞에서 진행되었던 유형화된 사용자 모션데이터와 관람동선의 조합을 통해 사용자의 관람체적으로 전환하는 프로세스를 진행하였다.

15)AutoLISP은 AutoCAD R14이후에 사용되는 객체지향 언어이다. LISP은 'List Processing' 또는 'List Programming'의 약자로 list형식의 복합 데이터 처리에 적합한 프로그래밍 언어이며 대화식 개발환경을 통하여 구현할 수 있다. (김찬우, Visual LISP, 크라운출판사, 2000, pp.18-20)

16)Microsoft Excel 데이터를 AutoCAD DWG 파일로 전환하는 과정에서 AutoLISP으로 제작된 공개소스인 CAD-Excel Connector를 사용하였다.

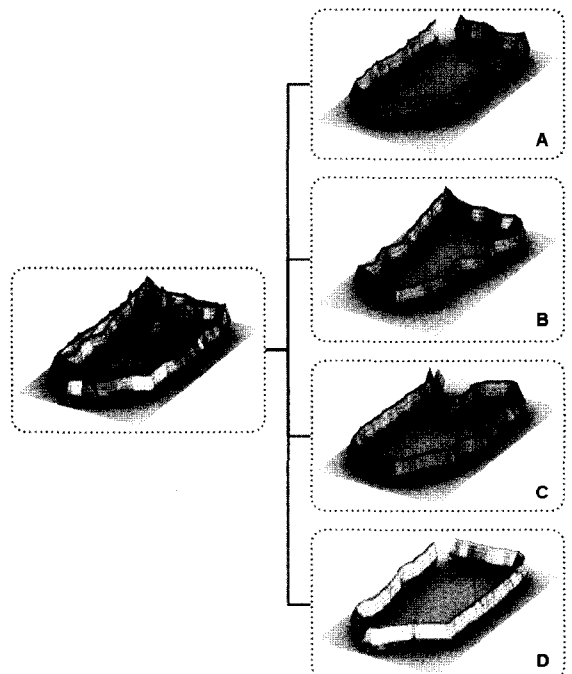


<그림 12> 피실험자 A의 직선 보행 관람체적

<그림 13> 피실험자 A의 좌회전 보행 관람체적

<그림 14> 피실험자 A의 우회전 보행 관람체적

각각의 유형화된 사용자 모션데이터는 AutoCAD DWG 파일에서 3D MAX R5.0의 Surface로 전환되었으며 위의 그림과 같이 3차원적인 체적으로 시각화하였다. 각각의 폐곡선은 소프트웨어에 의해 유연하게 연결되었으며, 사용자의 관람행위는 모션데이터로의 전환과정을 통해 시간에 따른 사용자의 체적으로 표현되었다. 위의 유형화된 관람체적과 같이 피실험자 4인의 대상공간에 대한 모션데이터인 3차원 폐곡선의 조합을 위와 같이 표현할 수 있었다. 이러한 과정에서 시각화된 모션데이터의 개별요소 추출과 조합을 통해 관람동선에 적합한 형태로 전환하였다. 초기 3차원 폐곡선으로 조합된 피실험자 4인의 관람행위 데이터를 소프트웨어에 의해 유연한 체적을 가지는 사용자 관람체적으로 전환하였다.



<그림 15> 각 피실험자 관람체적의 통합변수화

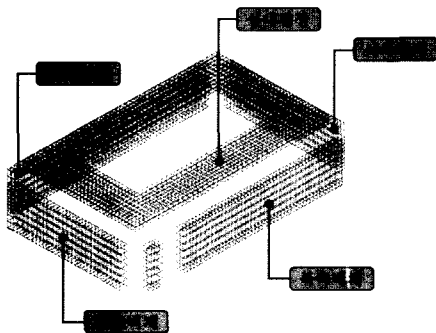
각각의 피실험자 관람체적은 동시다발적인 통합변수로 작용하기 위해 <그림 15>와 같이 통합되었다.

## 5. 사용자 관람체적에 의한 공간형태 변형 프로세스

### 5.1. 변수적용의 범위설정 및 공간구조의 액상화

4장에서 사용자 모션데이터를 추출하는 프로세스인 시물레이션을 위한 변수추출 과정이 진행되었다. 앞의 디지털 공간디자인의 개념에서 살펴본듯, 본 연구를 통해 개발된 디지털 공간디자인 프로세스에서도 공간의 형태결정과 변형에 대해 추출된 변수와 대상공간이 적절한 상호작용을 할 수 있도록 전반적인 프로세스를 조직하는 것이 필요하다. 즉, 변수에 영향을 받는 공간의 범위를 설정하는 동시에 공간의 의도에 맞게 형태결정이나 변형이 이뤄질 수 있도록 유도해야 하는 것이다.

본 실험연구에서는 이러한 변수에 영향을 받는 공간의 범위를 사용자의 관람행위에 영향을 받는 공간구조체로 설정하였다. 대상 전시공간과 사용자 관람행위와의 근접성을 기준으로 바닥을 제외한 벽체 및 실내천장을 그 대상으로, 각 피실험자의 관람체적에 의한 형태변형을 유연하게 표현하는데 적합하도록 3차원상의 조절점을 추가하는 방식으로 진행하였다.



<그림 16> 유연한 형태변형을 위한 공간구조체의 액상화

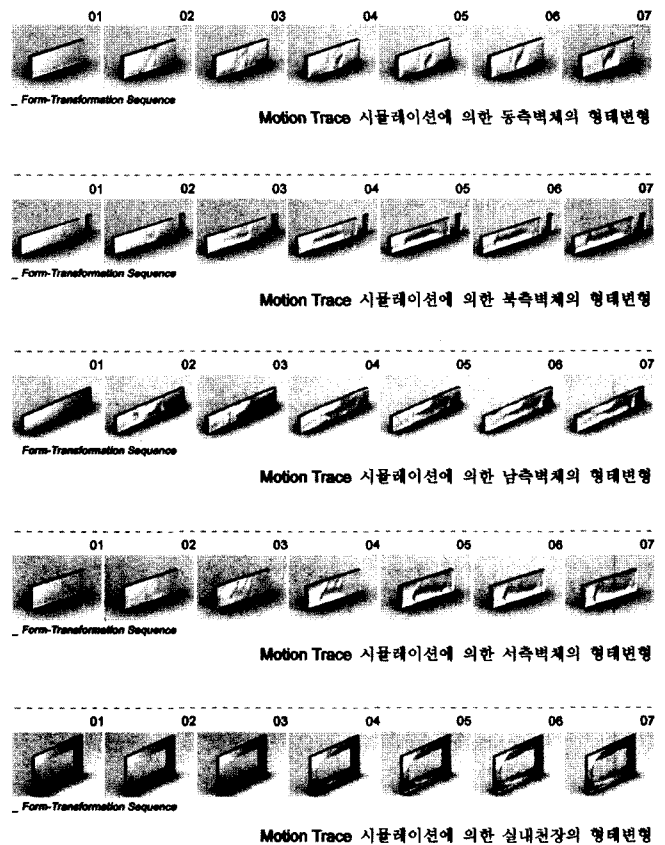
### 5.2. 사용자 관람체적에 의한 공간형태변형

액상화된 공간구조체는 3DS MAX R5.0의 Reactor<sup>17)</sup>에 의해 형태변형 프로세스가 진행되었다. 피실험자에 의해 추출된 관람체적은 동시다발적으로 공간형태변형에 작용하며, 액상화된 공간구조체는 변형에 유연한 대응을 하게 된다. 액상화된 공간구조체와 변수로 작용하는 사용자의 관람체적은 상호간 영향력을 미치는 범위에서 'Motion Trace 시물레이션<sup>18)</sup>'을 통해 형태변형 프로세스가 이루어졌다. 여기서 액상화된 공간구조체는 Soft Body로 치환되며 피실험자의 통합된 관람체적은 Rigid

17)3DS MAX R5.0에 플러그 인(plug in)형식으로 포함된 Reactor는 Havok Behavior를 기본으로 프로그래밍 되어있다. 이러한 내부논리는 충돌에 의한 변형이나 중력에 관련한 물리적인 특성을 시물레이션 하는데 활용된다.

18)Motion Trace 시물레이션은 사용자 행위를 통해 공간구조체에 사용자의 자취를 남기는 개념으로 공간형태변형에 활용되었다.

Body<sup>19)</sup>로 치환되어 시물레이션 되었다.



<그림 17> Motion Trace 시물레이션을 통한 공간구조체의 형태변형

Motion Trace 시물레이션에 의한 공간구조체의 형태변형은 개별구조의 시간에 따른 형태변화를 시각적으로 판단하며 조절할 수 있도록 각각의 공간구조체에 대해 개별적으로 진행되었다. Reactor에 할당된 조절 값을 통해 적정수준의 물리적 특성을 시물레이션 변수인 사용자의 관람체적과 그 적용대상인 공간구조체에 입력하는 방식으로 진행되었다. 또한 공간의 의도에 맞는 형태결정과 변형이 이뤄질 수 있도록 보정 및 수정의 피드백을 거쳤다.

### 5.3. 사용자 관람체적에 의해 변형된 대상공간

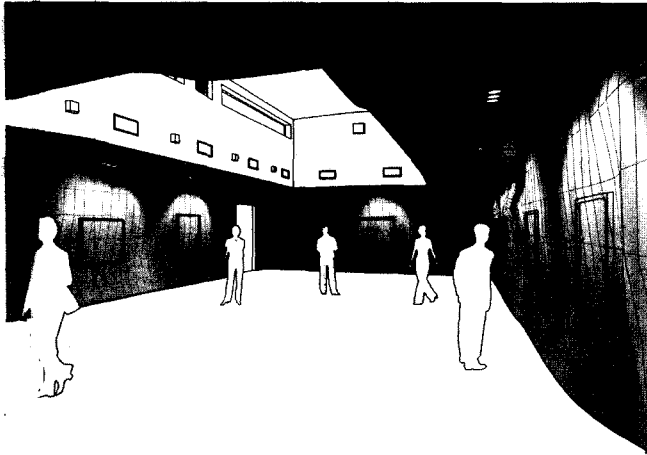
본 실험연구는 '사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스'의 구체화 과정으로, 실제 전시공간을 대상으로 사용자 관람행위 분석, 사용자 모션데이터 추출 및 공간형태변형 시물레이션 등 일련의 과정을 진행하였다. 이러한 프로세스를 통해 대상공간에서 사용자의 관람행위를 나타내는 모션데이터인 관람체적은 설정된 조형적 알고리즘에 의해 공간에 표현되는 것이다.

본 실험연구의 대상공간인 수가화랑 3층 전시실은 피실험자

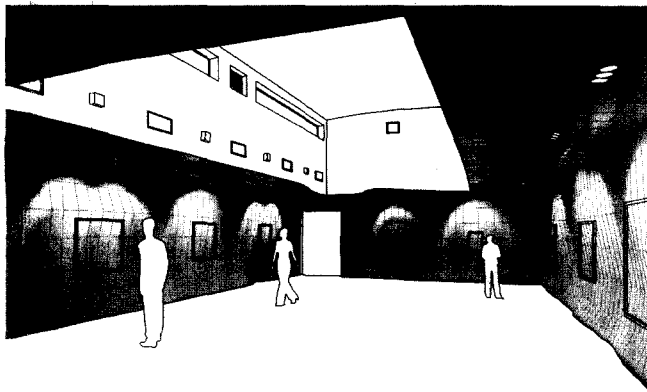
19)Reactor에서 Soft Body와 Rigid Body는 각각 부드러운 물성과 단단한 물성으로 치환하는 논리를 가진다.



의 모션데이터인 관람체적에 의해 다음과 같이 변형된 결과를 나타냈다.



<그림 18> 사용자 관람체적에 의해 변형된 대상공간의 서측 투시도



<그림 19> 사용자 관람체적에 의해 변형된 대상공간의 동측 투시도

앞에서 진행된 일련의 실험연구를 시뮬레이션 변수추출과 디지털 공간조형 단계로 구분하여 <표 4>와 같이 정리하였다.

<표 4> 실험연구에서 시뮬레이션 변수추출과 디지털 공간조형의 적용방식

시뮬레이션 변수추출					디지털 공간조형					
대상공간 선정 및 사용자 행위 분석	사용자와 대상공간의 상호작용 특성추출 및 변수로 활용될 모션데이터의 결정	사용자 모션데이터의 디지털화			사용자 모션데이터의 통합 변수화	변수적용의 범위 설정	공간 대상체의 액상화	시뮬레이션 알고리즘 설정	변수를 통한 시뮬레이션	보정 및 수정
디자인 대상의 구체화 및 대상공간의 사용자 행위분석	대상공간에 대한 사용자의 관람행위를 형성하는 물리적 변수설정	유형화된 사용자의 모션데이터 측정	사용자 관람동선의 디지털 데이터화	관람체적 추출을 통한 사용자 관람행위의 물리적 변수화	프로세스상의 시뮬레이션을 위한 통합적 변수적용	형태변형 프로세스에서 변수의 영향이 작용할 범위 결정	시뮬레이션 시 변수의 영향력을 세밀하게 표현	변수를 통한 형태변형의 원리 설정	추출된 사용자 관람체적의 공간 적용	설계자의 의도에 적합한 최종의 공간형태 도출
CCTV분석 및 관찰	CCTV분석 및 관찰	Optical Motion Capture System	Immersive VR System	Microsoft Excel AutoLISP AutoCAD 2002 3DS MAX R5.0	3DS MAX R5.0	3DS MAX R5.0	3DS MAX R5.0	Reactor (plug in)	3DS MAX R5.0	3DS MAX R5.0 Reactor (plug in)
수가화량 3층 전시실 선정 개별, 그룹 관람행위 선정	보행관련 관람체적 선정 (직선보행, 좌회전 보행, 우회전 보행)	ASCII로 유형화된 모션데이터 추출	ASCII로 관람동선 데이터 추출	소프트웨어상의 3차원 관람체적 추출	3차원 관람체적의 통합	대상공간의 바닥을 제외한 벽체 및 실내천장의 선정	대상공간의 벽체 및 실내천장의 3차원 조절점 추가	공간구조체를 Soft Body로 치환, 사용자의 관람체적을 Rigid Body로 치환	공간구조체의 개별적인 형태변형 시뮬레이션	설계자의 의도에 적합한 공간형태 도출을 위한 피드백

## 6. 결론

디지털 기술의 발전과 병행하여 진행된 정보화 사회의 가속화는 테크놀로지 및 뉴미디어의 집약과 동시에 사용자 환경을 급속히 변화시키고 있다. 이러한 환경에서 공간디자인을 수행하는 설계자는 과거의 디자인 프로세스와는 달리 디지털화된 데이터들의 다양한 활용을 통해 디자인과정에서 적용하고 있다. 디지털 프로세스를 통한 혁신적인 디자인은 창조적인 조형 작업의 기법이며, 한편으로는 공간디자인의 새로운 패러다임이라 볼 수 있다.

본 연구는 공간의 본질을 인간이 활동하는 환경이라는 상호작용의 대상으로 이해하고, 그 상호작용을 인간의 행위와 그에 따른 공간의 형태적, 감성적 표현으로 볼 때 공간의 근본적인 개념에 접근할 수 있음을 전제하였다. 본 연구에서는 디지털 공간디자인의 개념정립과 동시에 사용자와 공간의 상호작용 및 사용자 경험의 공간형태화 개념을 도입하여 '사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스'를 제시하였다. 또한 이와 같이 정립된 이론적, 개념적 프로세스를 보다 구체화하기 위해 실제 전시공간을 대상으로 실험연구를 진행하였다. 실험 연구에서는 사용자 모션데이터의 다양한 분석과 추출방법 및 적용을 통해 프로세스의 유용성에 접근하였다. 이러한 순서로 진행된 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 프로세스 개발과정에서 사용자와 공간의 상호작용 개념을 도입하여 사용자를 통한 디지털 공간디자인의 방향을 제시하였으며, 사용자 경험의 공간형태화 개념을 통해 '사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스'를 정립할 수 있었다. 이러한 프로세스는 공간조형의 과정에서 사용자의 직접적인 참여를 통해 디지털 공간디자인의 비인간화를 극복할 수 있는 하나의 방법이 될 수 있었다.

둘째, 실제 대상공간에 대한 실험연구에서 CCTV분석 및 관찰, 광학식 모션캡처 시스템, 몰입형 가상현실 시스템, 3차원 소프트웨어 및 컴퓨터 프로그래밍 등을 활용하여 사용자의 모션데이터를 디지털 정보로 나타낼 수 있었으며, 조형적 알고리즘을 포함하는 3차원 소프트웨어를 통해 디지털 공간조형의 과정을 진행하여 개발된 프로세스를 보다 구체화할 수 있었다.

셋째, 유형화된 모션데이터 추출과 가상공간을 활용하여 진행된 실험연구를 통해 '사용자 모션데이터를 활용한 디지털 공간디자인 프로세스'는 기존공간의 형태변형에 활용될 뿐 아니라 신축개념의 공간에 적용할 수 있는 가능성을 나타내었다.

공간디자인에서 사용자 모션데이터를 변수화 하는 프로세스는 공간형태의 변형으로 피드백 함과 동시에 사용자에게 새로운 공간경험을 제공하게 된다. 이와 같은 사용자 참여를 통한 사용자 경험체계와 심미성의 확장은 사용자와 공간의 상호작용을 향상시키는 하나의 방법으로 파악될 수 있는 동시에 사용자에게 열려진 공간의 의미를 찾을 수 있을 것이다.

공간디자인의 새로운 사고는 언제나 기존 디자인을 넘어서 실험적이고 창의적인 방법을 시도하는데 있다. 향후 공간형태의 결정과정에서 사용자 참여를 유도함으로써 공간의 비인간화를 극복하고, 보다 적극적으로 상호작용성을 높이는 디지털 공간디자인의 방법이 시도되어야 할 것이다. 본 연구는 이러한 사용자와 공간의 상호작용성을 향상시키려는 디지털 공간디자인 프로세스의 개발과 그 구체화 과정에서 실험적이고 창의적인 방법을 시도했다는 데 의의가 있을 것이며, 디지털 공간디자인에 대한 보다 다양한 논의를 기대할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. 권영걸, 공간디자인 16강, 도서출판 국제, 2001
2. 권태환, 조형계, 정보사회의 이해, 미래미디어, 1997
3. 김용운, 김용국, 도형에서 공간으로, 도서출판 우성, 1996
4. 김찬우, Visual LISP, 크라운출판사, 2000
5. 라도삼, 비트의 문명 네트의 사회, 커뮤니케이션북스, 1999
6. 임수영, 현대건축의 이해, 기문당, 2002
7. 현대건축사 편, 현대건축사리리즈12 디지털 건축, 현대건축사, 2003
8. Nicholas Negroponte, Being Digital, 백옥인 역, 커뮤니케이션북스, 1996
9. William J. Mitchell, e-topia, 강현수 역, 도서출판 한울, 2001
10. Christian Pongratz, Maria Rita Perbellini, Natural Born CAADesigners, Birkauer, 2000
11. Cyber space : the world of digital architecture, Images Publishing, 2001
12. Greg Lynn, Animate Form, Princeton Architectural Press, 1999
13. Luigi Prestinenza Puglisi, Hyper Architecture-Spaces in the Electronic Age, Birkauer, 1999
14. Migayrou Brayer, ArchiLab -Radical Experiments in GlobalArchitecture-, Thames & Hudson, 2001
15. Marie-Ange Brayer & Beatrice Simonot(ed.), ArchiLab's Future House, Thames & Hudson, 2002
16. Peter Zellner, Hybrid Space : New Forms in Digital Architecture, Thames&Hudson, 1999
17. Preece, Jenifer, Interaction Design : beyond human-computer interaction, John Wiley & Sons, 2002
18. 여명숙, 사이버스페이스의 존재론과 그 심리철학적 함축, 이화여자대학교 철학과 박사학위논문, 1998
19. 류무열, 디지털건축의 시간기반 프로세스에 관한 연구, 서울대학교 건축학과 석사학위 논문, 2002
20. 김주미, 복잡계로서의 건축개념과 조형적 특성에 관한 연구1, 한국실내디자인학회논문집 22호, 2000
21. 박혜경·안신옥, 디지털 프로세스를 활용한 공간디자인의 장소성 표현에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집 40호, 2003
22. 신흥경, 전시공간의 디스플레이 구성원리에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집 29호, 2001
23. 이철재, Liquidizing Form, 건축(대한건축학회지), v.46 n.1, 2001
24. 황현숙·류호장, 디지털 매체를 적용한 퍼포먼스 행위적 공간연출에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회논문집 제3권 제3호, 2001
25. Jakob Nielson, Why You Only Need to Test With 5 Users, Alertbox, 2000
26. <http://www.gform.com>
27. <http://www.nso.go.kr>
28. <http://www.vicon.com>

<접수 : 2004. 4. 27>