

# 디자인 초기의 3D 모델링을 위한 직관적 인터페이스에 관한 연구

## A Study on the Intuitive Interface for 3D Modeling in the early Phase of Design

정희경

한국과학기술원 산업디자인학과

Jung, Hee-Kyoung

Dept. of Industrial Design, KAIST

남택진

한국과학기술원 산업디자인학과

Nam, Tek-Jin

Dept. of Industrial Design, KAIST

• Key words: Computer Aided Design Tool, Augmented Reality, 3D Modeling, 3D Sketcher, Intuitive Interface

### 1. 서론

디자인 작업에서 아이디어이션, 스케치, 그리고 모델링은 초기 컨셉 발전에 있어 중요한 과정이다. 특히 아이디어를 시각적으로 표현하고 바로 확인할 수 있는 컴퓨터 응용 도구의 지원은 순환적인 디자인 개선을 위해 필수적인 부분이다.

현재 사용되는 데스크탑 기반의 3D 모델링은 마우스, 키보드 등의 조작 방식과 평면 모니터로 결과물을 확인하는 인터페이스의 한계로 디자이너의 아이디어 발상에 제한을 주고 있다.

3D 모델을 공간에서 직관적으로 조작하기 위해 가상현실 및 혼합현실 환경과 위치 트래킹을 활용한 모델링 방식이 새롭게 제안되고 있으나, 대부분 기술 중심의 시스템 개발로 그 사용성과 효용성에 대한 충분한 고려가 부족하다.

따라서 본 연구는 관련기술현황과 현장조사를 바탕으로 한 3차원 공간상의 효과적인 인터랙션 모색을 목표로 한다. 특히 실제 디자인 작업의 맥락에서 손쉬운 조작으로 초기 단계의 아이디어 전개와 3D 모델링을 효과적으로 수행할 수 있는 직관적 인터페이스를 제안하는데 연구의 초점이 있다.

### 2. 관련 연구

CAD(Computer Aided Design)와 컴퓨터 그래픽 분야의 발전으로 다기능의 3차원 CAD 시스템이 출현하고 있다. 기존의 마우스, 키보드를 활용하는 GUI의 제한된 인터페이스를 넘어서 3D 모델을 3차원 공간에서 효과적으로 조작하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다.

이러한 연구들은 초기에 공간상의 위치 데이터를 처리하기 위한 트래킹 장치의 활용과 모델의 실제감 있는 조작을 위한 가상현실 지원에 관한 기술적인 접근으로 출발하였다[1]. 이후에는 제스처 인터랙션을 활용한 Surface Drawing[2]과 촉각적 피드백을 지원하는 Virtual Sculptor[3]등 손쉬운 조작에 중점을 둔 모델링 인터페이스가 개발되었다. 그리고 최근에는 자동차 디자인의 테이프 드로잉 방식을 응용한 Digital Tape Drawing[4], 형상 감지 센서가 내재된 물리적인 테이프를 매개체로 하는 Curve Input Device[5]등 새로운 개념의 모델링 인터페이스가 제안되고 있다.

이러한 연구들은 대부분 전문가들을 대상으로 제한된 기능을 제공하는 모델링 시스템으로, 디자인 초기 단계에 자유로운 아이디어 발상을 유도하며, 빠르고 쉽게 조작할 수 있는 모델링 도구에 관한 지원이 이뤄지지 않고 있다.

### 3. 현장조사

직관적이고 자연스러운 모델링 인터페이스의 모색을 위해 조소, 조각 등 기존의 조형 작업 현장을 방문하여 물리적 재료와 도구, 작업 습관에 대해 관찰했다. 충남대학교 예술대학 조소과 작업실과 수림 목각원 불상 제작실을 방문하여 다음과 같은 사항을 관찰하고 분석할 수 있었다.



[그림 1] 현장조사 (좌)찰흙을 이용한 인체조소 (우)목각 불상 조각

#### 3-1. 순환적 수정을 통한 아이디어 전개와 조형 과정

물리적 조형 작업에서는 간단한 연필 드로잉과 같은 스케치를 바탕으로 실제 모델을 수정하며 아이디어를 전개하고 있었다. 그런 의미에서 3차원 모델링은 실제 결과물을 제작하는 최종 마무리 작업으로서 뿐만 아니라, 2차원으로 표현된 아이디어를 공간상으로 전환하거나 수정하는 작업으로서의 의미를 가진다고 할 수 있다. 예를 들어 찰흙 덩어리에 바로 표시했다 지우는 일련의 반복 과정이라든지, 나무 위에 대강의 형태를 그리고 깎아내는 작업 등은 이러한 프로세스의 대표적인 경우이다. 이와 같은 발견점을 바탕으로 공간상에서 바로 진행되는 3차원 스케치 방식을 제안할 수 있다.

#### 3-2. 재료의 특징과 적절한 도구의 사용

기존의 물리적 모형 제작에 있어 재료의 특징과 그에 따른 적절한 도구의 사용이 작업 방식의 중요한 요소임을 알 수 있었다. 찰흙을 이용한 조소의 경우, 재료의 점성과 유연성을 이용하여 뼈대를 중심으로 한 자유로운 전체 형태 변형이 가능했다. 찰흙을 덧붙이고, 문지르며 표면을 정리하는 간단한 방식을 통해 세부 형태를 만들어 가는 것을 관찰할 수 있었다. 목조각의 경우, 단단한 재료의 특성에 따라 톱, 대패, 망치와 끌, 조각칼 등 작업의 단계에 따라 다양한 도구를 사용하고 있었다. 그리고 찰흙처럼 수정 및 되돌아가기가 용이하지는 않지만 비교적 정밀한 부분의 형태 조작이 가능하였다.

### 3-3. 3차원 모델링 인터페이스 컨셉의 모색

본 연구에서는 위와 같은 관찰 사항을 바탕으로 3차원 공간 스케치 방식을 모델링 인터페이스의 기본 컨셉으로 제안한다. 이를 시스템으로 구체화할 때 고려해야 할 사항은 사람들의 익숙한 습관과 멘탈 모델, 그리고 기존의 평면 데스크탑 사용의 인터페이스를 반영하여, 최대한 자연스럽게 직관적인 조작을 제공하는 것이다.

## 4. 시스템 설치 및 인터페이스 구현

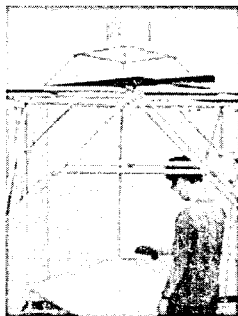
### 4-1. 가상현실 및 혼합현실 시스템 설치

3차원 모델의 공간 조작을 위해서는, 가상 및 혼합현실 시스템 설치가 필수적이다. 이러한 시스템은 입체 영상을 지원하고 사용자의 위치에 따라 보이는 뷰를 변화시킴으로써 실제감을 부여할 수 있다.

입체 영상(Stereoscopic Display)은 하나의 장면에 대해 양쪽 눈에 각각 보이는 영상을 각각 다르게 투사함으로써 실제와 같이 느껴지게 하는 방식으로 HMD를 착용하거나, 두 개의 프로젝터를 사용하여 편광효과를 주는 방식이 있으며, 각 방식에 따라 몰입감, 혼합현실 지원여부 등의 차이가 있다.

사용자 위치 추적(Motion Parallax)은 실제 사용자의 움직임에 따라 보이는 가상의 이미지를 변화시킴으로써 가상공간 네비게이션에 실제감과 몰입감을 주며, Magnetic Tracker, Hand Tracker, Head Tracker 등을 활용할 수 있다.

본 연구에서는 다양한 3차원 디스플레이 방식과 사용자 위치 추적 방식을 조합하여 가상공간 및 혼합현실 시스템을 설치하고 테스트한 후, 최종 시스템을 다음과 같이 구축하였다.



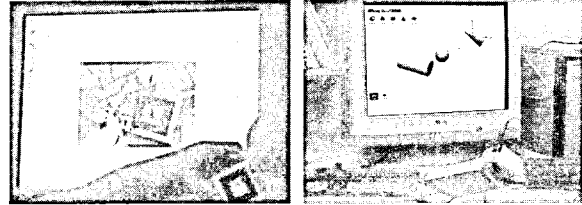
[그림 2] 시스템 설치  
(좌) 작업 구조물 전체 (겔로폼 제작)  
(중) 수직 투사되는 프로젝터 (X 2)  
(우) Hand Tracker (IS 900PC)

- Workspace: 사람 키 높이의 수평 스크린에 입체 영상을 디스플레이하여 작업할 수 있는 공간 구조물을 제작함.
- Stereo Vision: 두 대의 프로젝터를 구조물 위에 올려놓고 수직 아래로 입체 영상을 투사할 수 있도록 설치함.
- PC Tracker: 초음파 센서를 구조물 위에 설치하여, Head Tracker, Hand Tracker를 감지하도록 함.

### 4-2. 모델링 인터페이스 프로토타입 구현 및 평가

관련 연구 및 현장 조사를 통해 제스처를 활용한 공간에서의 스케치를 직관적인 모델링 기본 컨셉으로 제안하였다. 그리고 다양한 제작 틀을 이용해 프로토타입을 구현하고 평가의 반복을 진행하며 적절한 개발 방안을 모색하였다. 다음은 간단한 구현과 평가를 거친 3가지 방식의 프로토타입 컨셉이다.

[그림 3] 프로토타입 (좌)AR 3D Sketcher (우)Director 3D Modeling



- Vision Interaction을 활용한 3D Sketcher 개발 (ARtoolkit 활용): 카메라로 마커의 위치를 추적하여 마커가 움직이는 경로를 따라 가상의 궤적이 그려지는 3차원 스케치 방식.
- Tangible Interface를 활용한 3D 모델링 인터페이스 개발 (Macromedia Director, MIDAS[6], 근접센서 활용): 근접센서를 부착한 펜 마우스를 물리적 매개로 활용하여 원, 사각형 등 밑면의 모양을 그리고 펜을 수직으로 올린만큼 높이를 가진 입체로 만드는 기본 모델링 방식.
- 혼합현실에서 위치트래킹을 활용한 Simple Sketcher 개발 (Visualizaion Toolkit, Hand Tracker 활용): 앞서 설치한 혼합현실 환경에서 Hand Tracker를 사용하여 공간에서 스케치 제스처를 통해 입체를 그리는 방식.

## 5. 결론

프로토타입의 구현 및 테스트 결과, 제스처를 기반으로 한 3차원 스케치 방식을 활용했을 때 효과적인 형태를 쉽고 빠르게 표현할 수 있음을 확인했다. 특히 혼합현실 환경에서 입체 디스플레이를 통해 모델 제작의 시각화 효과가 증대되어, 더욱 활발한 아이디어 전개를 지원하는 것으로 드러났다. 그리고 카메라를 통한 마커 트래킹에 비해 Hand Tracker를 활용한 위치 추적이 공간에서 모델을 정확히 조작하기에 적당한 것으로 평가되었다. 향후 더욱 자연스러운 물리적 매개체를 이용한 Tangible Interface 컨셉과 햅틱 피드백 등을 추가할 계획이며, 혼합현실 환경과 위치 트래킹을 효과적으로 활용하여 디자인 초기 단계에서 자유로운 아이디어 발상을 지원하는 시스템으로 개발하고자 한다.

## 참고문헌

1. Emanuel Sachs, David Stoops, Andrew Roberts, "3-Draw: A Three Dimensional Computer Aided Design Tool", IEEE, 1989
2. Steven Schkolne, Peter Schroder, "Surface Drawing", ACM, 1999
3. Yan-Hong Lu, Wei-The Wang, Rung-Huei Liang, Ming Ouhyoung, "Virtual Sculptor: A Feature Preserving Haptic Modeling System", ACM, 2002
4. Tovi Grossman, Ravin Balakrishnan, GordonKurtenbach, George Fitzmaurice, Azam Khan, Bill Buxton, "Creating Principal 3D Curves with Digital Tape Drawing", CHI, 2002
5. Tovi Grossman, Ravin Balakrishnan, Karan Singh, "An Interface for Creating and Manipulation Curves using a High Degree-of-Freedom Curve Input Device", CHI, 2003
6. 임지동, 남택진 "디자이너를 위한 혼합 현실 및 실체적 인터랙션 개발 환경:MIDAS 2.0", Design 학술대회, 2004