

---

# 3차원 VR 콘텐츠의 마우스-키보드 조작 UI 개선

## The Improvement of Mouse-Keyboard Control UI for 3D VR Contents

---

서중환\*, 노환범\*\*

동아대학교 산업디자인학과\*, (주)The DNA\*\*

Jong-Hwan Seo(designstudy@korea.com)\*, Hwan-Bum Roh(wailow@empal.com)\*\*

---

### 요약

인터넷상에서 공간을 표현하는 가장 효과적인 방법은 3차원 가상현실(VR) 콘텐츠를 활용하는 것이다. 그러나 2차원 정보를 입력하는 장치를 이용하여 3차원 VR을 조작하는 것은 매우 어려운 일이다. 현재 많은 콘텐츠 제작사들은 나름대로의 UI 조작 방식을 개발하여 서비스를 제공하고 있으며 이로 인해 사용자들에게 많은 혼란과 어려움을 야기하고 있다. 따라서 본 연구는 사용자들이 쉽게 사용할 수 있는 효과적인 3차원 콘텐츠의 Control UI 개선안을 제안하고자 한다. 이를 위해 PC와 모바일 정보기기에서 활용되고 있는 3차원 콘텐츠의 Control UI들을 분석해서 3 가지 유형으로 정리하였으며 각각의 문제점을 분석하였다. 이어서 분석 결과를 근거로 Control UI의 개선 방향을 도출하고 이를 만족시키는 새로운 Control UI 모델을 설계했으며 사용자 실험을 통해 그 효율성과 활용가능성을 검증하였다. 본 연구의 결과가 3차원 VR Control UI의 개선 및 표준화 작업을 위한 중요한 토대로 활용되기를 기대한다.

■ 중심어 : | 사용자 인터페이스 | 가상 현실 | Web 3D |

### Abstract

The best way to express space effectively on internet is to use 3D VR(Virtual Reality) contents. But it is too difficult to control the 3D VR space with the 2D device. So the content makers cannot solve this problem easily. Besides they define the UI control in their own subjective way which makes the users confused. The purpose of this study is to present the grounds for the Control UI standardization by studying the deriving improvement direction. First of all, we categorize current control UI designs for space-VR on web service by controlling method features into three Types. Next we itemize the main improvement direction that is based on our analysis. First, the UI design that maintains for a typical 2D Input Device method to help the beginner users. Secondly, the concise UI that allows users to immerse easily in VR. Thirdly, the control level construction that satisfies both users who are skillful at 3D games and users who have little experience with these devices. In this way, we propose the most suitable control UI model that satisfies these improvement directions. We expect the result of our study to serve as an important basis for the standardization of VR services.

■ keyword : | User Interface | Virtual Reality | Web 3D |

---

## 1. 서론

인터넷을 이용한 건축, 관광 정보 제공 및 원격 학습(e-learning) 등과 같은 서비스에서는 공간의 표현이 매우 중요하다. 현재 인터넷에서 공간을 표현하는 방법으로는 동영상 및 이미지를 이용하는 것과 VR(Virtual Reality) 기술을 이용하는 방법이 있다. 그 중에서 모델 하우스, 사이버 견학 시스템 그리고 원격 학습을 위한 커뮤니티 공간을 구성하는 데는 3차원 VR 콘텐츠가 가장 이상적인 수단이라고 할 수 있다. 그러나 그 콘텐츠적 가치에도 불구하고 현재 3차원 VR 콘텐츠를 효과적으로 구현하는 데는 인터페이스상에 여러 가지 어려움이 따르고 있으며 그 중에서도 특히 마우스나 키보드와 같은 2차원 입력 장치로 3차원 공간 내에서의 행위를 조작해야만 하는 문제점들이 발생하고 있다.

지금까지 수많은 3차원 VR 브라우저 제작사들과 콘텐츠 제작사들은 나름대로 개발한 다양한 Control UI를 적용시켜 3차원 VR 서비스를 제공해왔다. 하지만 논리적인 연구 없이 개발된 Control UI 때문에 사용자들은 어려운 인터페이스 방식을 익혀야만 했다. 더욱이 제작사에 따라 제각기 개발된 Control UI들을 사용하기 위해서는 적용된 솔루션 별로 사용법을 다시 익혀야만 했기 때문에 사용자들의 불만은 가중될 수밖에 없었으며 이는 자연스럽게 사용자들이 3차원 VR 서비스를 기피하는 이유가 되었다. 이러한 이유로 3차원 VR은 많은 장점을 가지고 있음에도 불구하고 관련 산업에 적절하게 활용되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 3차원 VR 콘텐츠의 적극적인 활용을 위해서는 Control UI의 논리적인 표준화에 관한 연구가 시급한 상황이다.

본 연구는 사용자들이 3차원 VR 콘텐츠 서비스를 보다 용이하게 사용할 수 있는 UI 방식과 환경을 연구하고자 하며 특히 현재 대다수의 사용자들이 활용하고 있는 2차원 입력 장치의 특성에 적합한 Control UI 디자인의 개선안을 제안하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 현재 시장에서 서비스되고 있는 3차원 VR 콘텐츠의 특성을 파악해서 그에 따라 필요한 조작 행위를 정의하였다. 그리고 현재 서비스되고 있는 Control UI들의 장단점을 분석해 개선 방안을 도출하였다. 또한 도출된 개

선 방안에 따라 제작된 Control UI 모델과 기존의 Control UI 모델들을 대상으로 사용자 테스트를 실시하여 그 결과를 검증하는 과정을 거쳤다. 마지막으로 3차원 VR 콘텐츠 조작을 위한 2차원 입력 장치의 가장 효과적인 Control UI 가이드라인을 제안하였다.

## II. 3차원 VR 콘텐츠 Control UI의 현황

### 1. Control UI의 특성

고사양의 하드웨어 및 3차원 구현 기술의 개발과 초고속 인터넷 서비스가 가능해지면서 점차 3차원 콘텐츠의 활용이 증가하고 있다. 이에 따라 3차원 입력 장치와 표현 장치에 대한 개발이 꾸준히 진행되고 있으나 비용과 기술상의 문제로 아직까지 대중적인 상용화 단계까지는 이르지 못하고 있다. 현재로서는 가장 일반적인 장치인 키보드와 마우스가 3차원 VR 서비스의 주요 입력 장치로 활용되고 있으며 이에 따르는 Control UI 상의 문제점들이 나타나고 있다. 2차원의 공간적 특성을 가지고 있는 콘텐츠들은 마우스와 키보드와 같이 2차원을 기반으로 설계된 입력 장치를 사용함에 큰 어려움이 없었다. 그러나 Z축에 대한 이동과 회전까지 고려해야 하는 3차원 콘텐츠의 등장은 6 자유도를 지원하는 Control UI를 요구하기 시작하였다[1][그림 1].

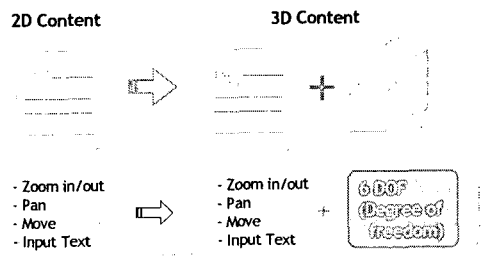


그림 1. 2차원/3차원 조작 방법 비교

특히 3차원 콘텐츠는 사용자를 가상공간에 몰입시켜 입체적인 정보를 제공한다. 따라서 복잡한 3차원 공간에서도 사용자가 원하는 곳으로 쉽게 이동할 수 있도록

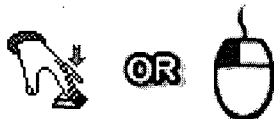
Control UI를 디자인하는 것이 중요하다. 이때 3차원 공간에서 가장 중요한 동작은 이동(Movement), 회전(Rotation), 선택(Selection)이라 할 수 있다. 이는 3차원 VR 서비스를 위한 Control UI를 디자인하는데 있어 가장 고려해야 될 기본 동작이 된다.

## 2. Control UI의 유형

국내의 시장에서 서비스되는 3차원 VR 브라우저는 매우 다양하다. 기반이 되는 기술을 기준으로 분류하면 OpenGL 기반의 VRML97을 이용한 브라우저와 MS Direct X 기반의 Game 엔진을 이용한 브라우저로 구분할 수 있다[2]. 두 기술을 이용해서 Blaxxun, Cosmo Player, Iworld3D, VirTool, Click3D와 같은 브라우저들이 등장했다. 이와 같이 다양한 브라우저들은 각자 독자적인 방법으로 디자인된 Control UI를 채택하고 있다. 본 연구에서는 3차원 VR 콘텐츠의 세 가지 주요 동작을 마우스와 키보드에 적용하는 방식을 기준으로 하여 현재 활용되고 있는 Control UI를 다음과 같이 세 가지 유형으로 분류한 후 그 내용을 정리하였다.

### 2.1 One 버튼 방식

마우스의 왼쪽 버튼만 이용하여 조작하는 방식이다. 마우스의 왼쪽 버튼을 누른 후 드래그하면 브라우저는 방향 정보와 길이 정보를 실시간으로 산출해 그 값에 따라 카메라의 이동방향과 이동속도를 결정한다. 그리고 마우스 왼쪽 버튼 클릭은 오브젝트를 선택할 때 사용된다. 마우스의 오른쪽 버튼은 추가 메뉴를 불러오는 부가적인 기능을 수행하기도 한다. 마우스뿐만 아니라 키보드도 독자적으로 방향키와 Ctrl/Shift 키를 이용해서 원하는 방향으로 이동이 가능하다. 그러나 마우스와 키보드를 동시에 사용하지는 못한다.



적용 예 : Blaxxun, Active World, Cosmo Player 등

### 2.2 방향키 + One 버튼 방식

카메라를 회전시키고 특정 오브젝트를 선택하는 기능은 'One 버튼 방식'과 동일하다. 그러나 카메라 이동은

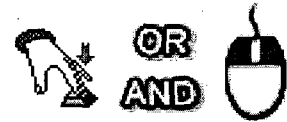
키보드 방향키를 통해서만 가능하다. 따라서 원활한 조작을 위해서는 반드시 마우스와 키보드를 모두 사용해야 한다. 마우스 오른쪽 버튼은 추가 메뉴를 불러오는 부가 기능을 하는 경우도 있다.



적용 예 : Iworld3D, Cube3D, Cult3D, TurnTool 등

### 2.3 Two 버튼 방식

카메라 회전과 이동 및 오브젝트 선택은 '방향키+One 버튼 방식'과 동일하다. 그러나 마우스 오른쪽 버튼을 통해서 카메라의 전진이 가능하다. 오른쪽 버튼을 누르고 있으면 앞으로 전진 할 수 있어서 마우스의 두 버튼을 모두 사용해야 원활한 동작이 가능하다. 이와 같은 Two 버튼 방식은 키보드와 함께 사용할 수도 있다. 반대로 키보드와 마우스의 독자적인 컨트롤 역시 가능하다.



적용 예 : Click3D

## 3. Control UI의 유형별 분석

이상과 같이 분류된 3차원 VR 콘텐츠의 Control UI의 특성과 장단점을 [표 1]과 같이 분석/정리하였다.

표 1. Control UI의 유형별 장단점

	장점	단점
One 버튼 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>•한 손이 자유로워 화면 집 중심성이 높음</li> <li>•오른쪽 버튼으로 추가 메뉴 확인 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•주요 동작을 한 버튼으로 처리하여 반응에 민감하고 섬세한 동작 어려움</li> <li>•마우스/키보드 동시 사용 불가</li> </ul>
방향키+ One 버튼 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>•주요 동작을 분산 시켜 조작하기 쉬움</li> <li>•오른쪽 버튼으로 추가 메뉴 확인 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•마우스/키보드를 동시에 사용해야 함으로 화면 집 중심성이 떨어짐</li> </ul>
Two 버튼 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>•한 손이 자유로워 화면 집 중심성이 높음</li> <li>•주요 동작을 분산 시켜 조작하기 쉬움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•두 버튼을 동시에 사용하면 원활한 움직임 가능</li> <li>•마우스로는 전진 이동만 가능</li> </ul>

'One 버튼 방식'과 'Two 버튼 방식'은 마우스로 모든

조작이 가능하므로 한 손이 자유로운 장점을 가지고 있다. 그러나 ‘방향키 + One 버튼 방식’의 경우는 양 손을 모두 사용해야 하기 때문에 초보자의 경우는 화면에 집중하기 어렵다. 한편, 왼쪽 버튼에 모든 기능을 포함시킨 ‘One 버튼 방식’은 정확하고 민첩한 조작이 필요하다. 그러므로 조작 기능을 분산시킨 ‘Two 버튼 방식’에 비해서 사용법이 까다롭다. ‘Two 버튼 방식’은 마우스의 두 버튼을 동시에 사용해야 하므로 일반적인 마우스 조작 습관을 가진 사용자들은 쉽게 익숙해지기 어렵다. 이와 같이 현재 활용되고 있는 3차원 VR 콘텐츠의 Control UI들은 각자의 장점과 단점을 모두 가지고 있다.

### III. 3차원 VR 콘텐츠 Control UI의 개선 방안

#### 1. 주요 개선 방향

분석된 Control UI의 특성 및 유형별 장단점을 종합하여 Control UI의 개선을 모색하였고 이를 다음과 같은 세 가지 방향으로 정리하였다.

##### 1.1 학습된 조작 방식의 유지

인터넷 상의 콘텐츠들은 아직도 거의 대부분이 2차원 환경에 기반을 둔 상태에서 서비스되고 있다. 따라서 3차원 기반 콘텐츠의 Control UI를 설계함에 있어서 사용자들에게 이미 익숙해져 있는 기존의 2차원 환경의 조작 방식을 최대한 유지시키는 것은 학습성이라는 관점에서 큰 효과를 얻을 수 있다.

표 2. Input Device의 일반적인 사용법의 예

입력 장치	조작 행위	기능
마우스	왼쪽 버튼 클릭	선택
	왼쪽 버튼 드래그	영역 지정
	오른쪽 버튼 클릭	추가 기능 불러오기
키보드	방향키	커서위치 이동
	Ctrl/Shift/Alt키	특수 기능 제어
	WASD 키	이동방향 제어 (3D Game)

[표 2]는 대표적인 입력 장치인 마우스와 키보드의 일반적인 기능 조작 방식을 정리한 것이다. 이와 같은 기능 조작 방식은 이미 대부분의 인터넷 사용자들에게 학습되어서 일반화되어 있으며 따라서 이를 최대한 참고해서 주요 기능과 추가적인 기능들을 효과적으로 매칭시켜야 한다[3]. 또한 일반적으로 사용되지 않는 버튼-기능 조합은 가급적 피해야 한다.

#### 1.2 화면 집중성

가상 환경에 최대한 몰입할 수 있도록 조작 중 시선을 분산시키지 않는 버튼-기능 조합이 필요하다. 도움말을 지속적으로 참고하거나 키보드의 해당 키를 찾아 시선을 이동시켜야 하는 디자인은 피해야 한다.

#### 1.3 Control 레벨의 이분화

사용자의 경험과 숙련도에 따라 Control 레벨을 이분화시키는 것도 필요하다[4]. 3차원 환경에 익숙하지 않은 초보 사용자가 쉽게 조작할 수 있도록 [표 2]에 근거한 단순하고 평이한 레벨의 Control UI도 필요하지만, 반대로 3차원 게임과 같은 고도의 3차원 조작 환경에 익숙한 경험 많은 사용자들을 위해 다소 난해하지만 풍부한 조작 정보를 전달할 수 있는 Control UI 역시 제공할 수 있다면 효과적일 것이다.

#### 2. Control UI 제안

앞서 정리된 Control UI의 개선 방향을 기반으로 하여 3차원 VR 콘텐츠를 효과적으로 조작할 수 있는 개선된 Control UI 모델을 [표 3]과 같이 설계하였다.

##### • 학습된 조작 방식의 유지

X, Y 축으로 커서를 이동시키는 기능인 마우스 왼쪽 버튼 드래그를 화면을 좌우상하로 이동시키는 카메라 회전 기능에 매칭시켰다. 또한 오브젝트 선택은 기존 조작 방식을 유지하여 마우스 왼쪽 버튼에 할당하였다.

##### • 화면 집중성

키보드와 마우스를 동시에 사용해야만 하는 방식에서 벗어나 두 장치를 독자적으로 사용 가능하게 하였다. 또

한, 양쪽 버튼을 동시에 눌러야만 했던 ‘Two 버튼 방식’의 단점을 개선하여 오른쪽 버튼으로 이동과 시선 제어 기능을 동시에 처리할 수 있게 하였다. 이러한 방식을 통해 마우스의 독립적인 조작 기능을 최대화시킴으로써 화면 집중성을 높이는 효과를 얻고자 하였다.

◦ Control 레벨의 이분화

3차원 게임의 Control UI에서 주로 사용하는 ‘WSAD’ 키에 방향성과 이동성을 부여했으며 특수 키와 자판을 이용해서 추가 기능을 수행 할 수 있도록 개선하였다. 이를 통해 사용자들이 각자의 수준과 필요에 따라 이동 중 마우스 왼쪽 버튼과 키보드를 선택적으로 사용할 수 있게 하였다.

표 3. 3차원 VR 콘텐츠 Control UI의 개선안

입력 장치	조작 행위	기능
마우스	왼쪽 버튼 클릭	특정 오브젝트 선택
	왼쪽 버튼 드래그	카메라 회전 (시선 제어)
	오른쪽 버튼 클릭	카메라 회전 + 이동
키보드	↑↓, WS 키	전/후진
	←→, AD 키	좌우 회전
	Ctrl키 +	그래픽 환경 메뉴 열기, 채팅창 열기 등
	Shift키+이동	이동 중 가속

IV. 사용자 실험

본 연구에서 제안한 3차원 VR 콘텐츠 Control UI 개선안의 효용성에 대한 객관적인 검증을 위해 다음과 같은 사용자 실험을 실시하였다.

1. 실험 목적

본 사용자 실험의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- Control UI 유형별 Task 수행 속도 비교를 통한 개선안의 성능 검증
- 유형별 성능 차이를 나타내는 요인 분석

- 동일 실험을 반복 실시하여 유형별 학습효과 분석
- 설문 조사를 통한 유형별 사용자 선호도 분석

2. 실험 모형 및 Task 설계

실험은 사용자들로 하여금 앞서 조사되었던 세 가지 기존 Control UI 방식들과 제안된 Control UI 방식을 동일한 환경 아래서 사용하게 한 후 그 결과를 비교 분석하는 방법으로 진행되었다. 실험에 사용된 Control UI의 모형은 다음과 같다.

- A Type : 기존의 One 버튼 방식. 마우스 왼쪽 버튼에서 세 가지 동작을 모두 지원. 이동시에는 전후진을 모두 지원
- B Type : 기존의 키보드 + One 버튼 방식. 키보드의 전후 방향키를 이용해서 전후이동을 하며 마우스 왼쪽 버튼으로 선택과 회전 구현
- C Type : 기존의 Two 버튼 방식. 마우스 왼쪽 버튼으로 선택과 회전 구현. 오른쪽 버튼으로 전진이동 가능. 두 버튼을 동시에 사용하면 이동과 회전이 동시에 가능.
- P Type : 본 연구에 제안하는 개선안. 마우스 왼쪽 버튼으로 선택과 회전 구현. 마우스 오른쪽 버튼의 기능을 강화시켜 회전과 전진이동이 동시에 가능.

표 4. 실험에 사용된 Control UI 모형의 구성

Type	키보드 방향키	마우스 버튼			구분
		왼쪽		오른쪽	
		클릭	드래그	드래그	
A	-	선택	전후이동 회전	-	기존 방식
B	전후 이동	선택	회전	-	
C	-	선택	회전	전진이동	
P	-	선택	회전	전진이동 회전	개선 방식

실험을 위한 가상공간은 WildTangent SDK를 이용해서 구현되었다[그림 2]. 3차원 가상공간에 세 개의 오브젝트를 배치하였으며 카메라는 바닥에서 이격시켜 피실험자의 눈높이에 설치해서 실제 공간에 있는 것과 같

은 환경을 구성하였다. 실험은 피실험자가 마우스와 키보드를 이용해서 전체 박스를 통과하는 시간을 1/100초 단위로 측정하였다. 또한 사용자의 학습성에 대한 결과를 얻을 수 있도록 실험은 2회에 걸쳐서 진행되었다.

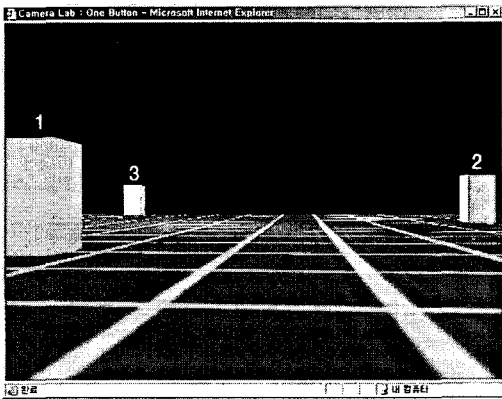


그림 2. WildTangent SDK로 구성된 실험 환경

### 3. 실험 대상 선정

실험 대상자로는 20, 30대의 연령을 가지며 일주일에 최소 1시간 이상 인터넷을 활용하고 있는 40명을 선정하였다. 다시 [표 5]와 같이 3차원 VR 콘텐츠 이용 경험에 따라 각각 10명씩 네 그룹으로 구분하였다.

### 4. 실험 진행 과정

피실험자 일인당 실험 소요시간은 약 20분 정도가 소요되었으며 실험은 다음과 같은 순서로 진행되었다.

- 1) 조작 방법 교육 : 각 유형별 조작 방법을 설명
- 2) 1차 테스트 : 각 유형별로 지정된 Task를 완수하는데 소요되는 시간을 측정
- 3) 개인 신상 정보 수집 : 나이, 성별, 3차원 콘텐츠 경험, 일일 인터넷 사용량, 운전 경험 정도 등을 조사
- 4) 2차 테스트 : 1차 테스트와 마찬가지로 각 유형별로 지정된 Task 완료에 소요되는 시간을 측정
- 5) 선호도 조사 : 각 유형에 대한 주관적인 선호도를 10점 리커트 척도로 조사

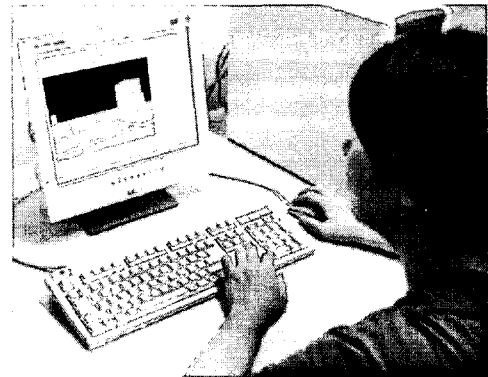


그림 3. 사용자 실험 진행 장면

## 5. 실험 결과 및 분석

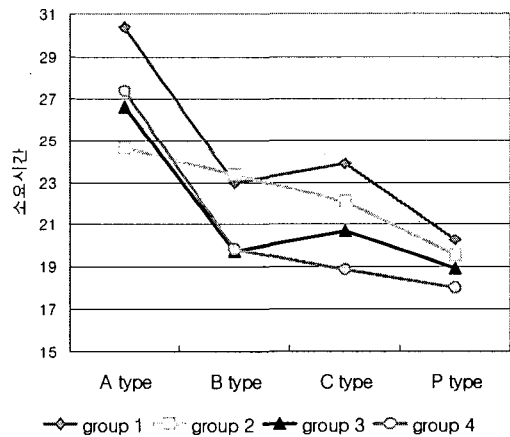


그림 4. Control UI 유형별 Task 소요 시간

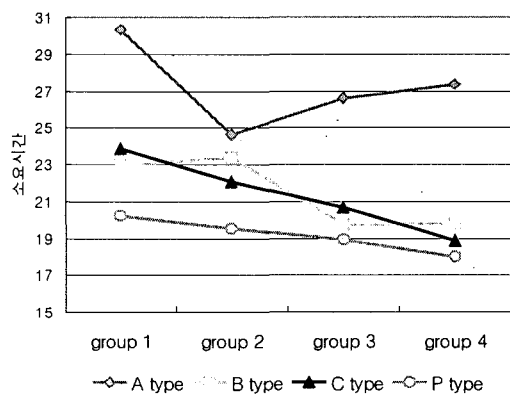


그림 5. 사용자 그룹별 Task 소요 시간

네 가지 Control UI 유형에 따라 동일한 Task를 수행하는데 걸리는 시간과 설문지를 통한 선호도를 분석하였다. SPSS v12를 통해 신뢰수준 95% 이내에서 T-검정과 ANOVA 분석을 실시하였다.

5.1 Control UI 유형별 차이를 나타낸 요인 분석

실험 결과를 살펴보면 주요 기능을 입력 장치에 맵핑(mapping)시키는 방식에 따라 Task 수행 속도에 차이가 있음을 알 수 있다. 이를 몇 가지 요인으로 구분하여 비교 분석해 보았다.

1) 입력 장치의 분산에 따른 효율성 분석

키보드를 사용하지 않고 마우스만 사용하는 P Type과 키보드와 마우스를 동시에 사용하는 B Type의 실험 결과를 비교해서 입력 장치의 분산에 따른 효율성을 분석하였다[표 6].

표 6. P Type과 B Type의 Task 수행 시간

유형	인원	평균시간(초)	표준편차	유의확률
P Type	40	20.84	4.13	0.03
B Type	40	23.41	5.88	

(95% 신뢰수준, T-검정, SPSS)

평균 수행 시간이 2.57초 차이를 보이며 유의 확률이 0.03으로 P Type의 실험 결과가 B Type의 실험 결과보다 우수하다고 할 수 있다. 그러므로 조작 시 키보드와 마우스를 함께 사용하는 것보다 마우스를 독립적으로 사용하여 모든 동작을 처리할 때가 더 효과적이라는 것을 알 수 있다.

표 7. 사용자 그룹별 Task 수행 시간

사용자 그룹	유의수준=0.05에 대한 부집단		유의확률
	1	2	
Group 1		24.49	0.02
Group 2		24.09	
Group 3	20.76		
Group 4	20.40		

(95% 신뢰수준, ANOVA(Duncan사후분석), SPSS)

3차원 VR 콘텐츠 사용 경험 정도에 따라 분류된 사용자 그룹별로 다시 결과를 분석하면 C Type의 초보자 집단(Group 1, 2)과 숙련자 집단(Group 3, 4) 사이에 상당한 차이가 있음을 알 수 있다[표 7]. 이를 통해 3차원 VR 콘텐츠에 익숙한 숙련자 집단은 키보드와 마우스를 동시에 사용하는 것에 익숙하다는 것을 유추할 수 있다. 즉, 입력 장치가 분산되면 초보자의 사용성은 현저히 떨어지지만 숙련자는 이미 두 장치를 함께 사용하는 것에 익숙하므로 장치의 분산에 크게 영향을 받지 않는다.

2) 이동 방식에 따른 효율성 분석

마우스 버튼을 드래그함으로써 회전 및 전/후진 이동이 동시에 가능한 A Type과 전진 이동만 가능한 C Type, 그리고 전진 이동에 회전까지 가능한 P Type을 서로 비교 분석하였다.

표 8. A Type과 C Type의 Task 수행 시간

유형	인원	평균시간(초)	표준편차	유의확률
A Type	40	30.22	11.68	0.01
C Type	40	24.03	7.97	

(95% 신뢰수준, T-검정, SPSS)

마우스 버튼을 이용해서 전진 이동만 가능한 C Type이 전/후진 이동이 동시에 가능한 A Type에 비해서 사용성이 높다는 것을 알 수 있다.

표 9. A Type과 P Type의 Task 수행 시간

유형	인원	평균시간(초)	표준편차	유의확률
A Type	40	30.22	11.68	0.00
P Type	40	20.84	4.13	

(95% 신뢰수준, T-검정, SPSS)

앞선 실험 결과와 유사하게 P Type 역시 마우스 버튼을 이용해서 전진이동 및 후진이동이 함께 조작되는 A Type에 비해서 사용성이 월등히 높다는 것을 알 수 있었다. 이 두 비교 분석으로 마우스 버튼을 이용한 이동은 전진이동만을 지원할 때 사용성이 향상된다는 것을 알 수 있다.

또한, 마우스 버튼에 전진 이동을 맵핑할 때 회전 동작을 동시에 적용하는 것이 바람직한지에 대해 알아보기 위해 C Type과 P Type의 실험 결과를 비교 분석해보았다.

표 10. C Type과 P Type의 Task 수행 시간

유형	인원	평균시간(초)	표준편차	유의확률
C Type	40	24.03	7.97	0.03
P Type	40	20.84	4.13	

(95% 신뢰수준, T-검정, SPSS)

마우스 오른쪽 버튼을 이용해서 전진 이동과 회전을 동시에 처리할 수 있도록 정의한 P Type이 버튼을 분리한 C Type에 비해서 사용성이 우수하다는 것을 알 수 있었다. 즉, 마우스 왼쪽 버튼에는 선택과 회전 기능을 맵핑하고, 오른쪽 버튼에는 전진 이동과 회전 기능을 맵핑했을 때 사용성이 가장 뛰어나다는 것을 알 수 있다.

5.2 유형별 피실험자의 학습효과 분석

첫 번째와 두 번째 실험 결과를 비교해서 각 유형별 학습 효과를 분석해보았다. 각 유형별 실험 결과는 [표 11]과 같다.

표 11. 각 유형에 따른 실험 차수별 소요시간

	실험차수	인원	평균시간(초)	표준편차
A Type	1st	40	30.22	11.68
	2nd	40	27.25	7.97
	Significance Probability : 0.19			
B Type	1st	40	23.41	5.88
	2nd	40	21.46	4.58
	Significance Probability : 0.10			
C Type	1st	40	24.03	7.97
	2nd	40	21.37	5.19
	Significance Probability : 0.08			
P Type	1st	40	20.84	4.13
	2nd	40	19.17	2.79
	Significance Probability : 0.04			

A, B, C Type의 평균 시간은 1차에 비해 2차에서 단축되었지만 유의확률이 0.05보다 크게 나타나(0.19, 0.10, 0.08) 통계적으로 측정 시간이 단축되었다고 할 수는 없다. 0.04의 유의확률을 나타내는 P Type만이 95% 신뢰수준에서 유의성을 가지고 있다. 그러므로 네 가지 유형 중에서 P Type 만이 학습효과가 있다고 할 수 있다.

5.3 유형별 선호도 분석

유형별 선호도를 10점 척도로 조사했다. 결과는 사용성이 우수한 P Type(개선안)이 선호도에서도 높은 평가를 받았다. 그리고 사용경험에 따라 사용성에서 차이를 나타내었던 B Type은 선호도 평가에서도 표준편차(STDEV)가 가장 크게 나타나 숙련자와 비숙련자의 차이를 나타내었다.

표 12. 각 유형별 선호도

	A Type	B Type	C Type	P Type
Group 1	20	53	70	90
Group 2	31	54	73	88
Group 3	26	67	67	80
Group 4	21	77	79	86
평균	24.5	62.8	72.3	86
표준편차	5.1	11.4	5.1	4.3

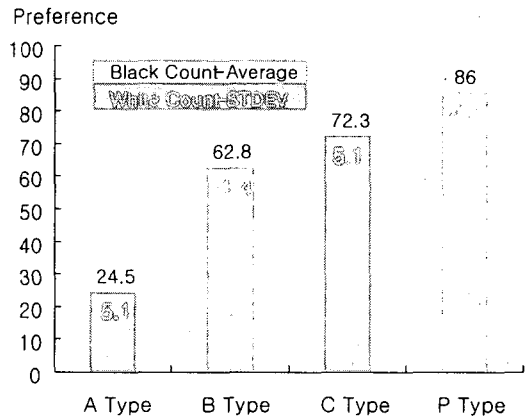


그림 6. Control UI 유형별 선호도



## V. 결론

본 연구에서는 마우스 및 키보드와 같은 2차원 입력 장치에 적합한 3차원 가상 VR Control UI의 가이드라인을 제안하였다. 이를 위해 우선 3차원 VR 콘텐츠의 특징을 분석해서 주요 요구 동작들을 정의하였다. 그리고 현재 사용되고 있는 3차원 VR 브라우저에 대한 벤치마킹을 통해서 조작 장치와 기능 사이의 맵핑 유형을 정리하였다. 이러한 과정을 통해서 각 Control UI 유형의 장, 단점을 분석한 후 개선 방안을 제안하였다. 마지막으로 개선안을 실제 사용자 테스트를 통해 검증하고 그 세부적인 특성들에 대해서 논의하였다.

이와 같은 연구 결과를 통해 본 연구는 2차원 입력 장치를 이용한 효율적인 3차원 VR Control UI를 설계하기 위한 가이드라인을 다음과 같이 제안하였다.

첫째, 사용자들에게 이미 학습된 Control 방식을 최대한 유지할 수 있도록 마우스 왼쪽 버튼의 드래그 동작을 화면을 좌우상하로 이동시키는 카메라 회전 기능에 맵핑하며 오브젝트 선택 기능은 마우스 왼쪽 버튼에 할당한다.

둘째, 키보드와 마우스를 동시에 사용해야만 하는 방식에서 벗어나 두 장치 모두 독자적으로 사용이 가능하게 한다. 이러한 방식을 통해 마우스의 독립적인 조작 기능을 최대화시킴으로써 화면 집중성을 높인다.

셋째, 숙련자와 비숙련자를 위한 이분화된 Control 레벨을 제공한다. 이를 위해 사용자들이 각자의 수준과 필요에 따라 이동 중에 마우스 왼쪽 버튼과 키보드를 선택적으로 사용할 수 있게 한다.

이와 같은 Control UI 개선 방안이 사용자들이 3차원 VR 콘텐츠에 편안하게 몰입할 수 있는 조작 환경을 개발하는데 있어서 중요한 지침과 근거로 활용되기를 기대한다. 아울러 본 연구의 개선 방안은 주요 입력 장치를 키보드와 마우스로 한정하여 제안된 것이다. 현재 상황에서는 경제적, 기술적인 문제로 인해 2차원 기반의 입력 장치가 주로 사용되고 있지만 가까운 시일 내에는 보다 발전된 3차원 기반의 입력장치들이 대중화될 것으로 예상된다. 따라서 3차원 기반의 입력 장치들에 대한 효과적인 Control UI에 대한 연구 역시 활발하게 이루어져야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] D. Bowman, E. Kruijff, and La Viola, "An Introduction to 3D User Interface Design," Presence : teleoperators and virtual environments, Vol.10, No.1, pp.96-108, 2001.
- [2] <http://www.web3d.org>
- [3] N. A. Stanton and C. Baber, "Error by design: methods for predicting device usability," Design studies, Vol.23, No.4, pp.363-384, 2002.
- [4] Jef Raskin, *The Humane Interface: New Directions for Designing Interactive Systems*, Addison-Wesley, 2000.

## 저자 소개

서 중 환(Jong-Hwan Seo)

정회원



- 1993년 2월 : 한국과학기술원 산 업디자인학과(공학사)
- 1995년 2월 : 한국과학기술원 산 업디자인학과(공학석사)
- 2005년 3월~현재 : 동아대학교 산업디자인학과 조교수

<관심분야> : 사용자중심인터랙션디자인, PUI

노 환 범(Hwan-Beom Roh)

정회원



- 2003년 2월 : 동명정보대학교 컴 퓨터그래픽학과(학사)
- 2005년 8월 : 동명정보대학교 멀티미디어공학과(공학석사)
- 2005년 1월~현재 : (주)The DNA 선임연구원

<관심분야> : 사용자중심인터랙션디자인, 모바일기 반UI,