

論文2003-40CI-1-6

# VR 극장을 위한 관객인터랙션

## (Audience Interaction for Virtual Reality Theater)

安相喆\*, 金益載\*, 金炯坤\*

(Sang Chul Ahn, Ig-Jae Kim, and Hyoung-Gon Kim)

### 요약

최근에 우리는 가상현실과 IMAX 극장의 장점을 결합하기 위한 시도로 경주에 가상현실(Virtual Reality) 극장을 구축하였다. 이 가상현실 극장은 1명 내지 소규모 사용자를 대상으로 하는 가상현실 시스템과는 다르게 수백 명의 관객을 대상으로 가상환경을 구축해주는 시스템이다. 이 가상현실 극장은 하나의 커다란 공용 스크린과 관객 각각으로부터 입력을 받을 수 있는 여러개의 입력장치를 가지고 있다. 이러한 경우에 Multi-user 인터랙션(Interaction)은 지금까지 널리 연구되어왔던 networked VR 시스템에서의 인터랙션과는 다르게 된다. 본 논문에서는 이렇게 다수의 사용자가 들어가는 가상현실 극장에서 사용자 인터랙션을 관객 인터랙션(Audience Interaction)이라 정의하고, 이를 구현할 때 고려해야할 문제에 대해서 논한다. 또한, 경주 가상현실 극장의 구현 사례를 제시한다.

### Abstract

Recently we have built a VR(Virtual Reality) theater in Kyongju, Korea, which combines the advantages of VR and IMAX theater. The VR theater provides a virtual environment for several hundreds of people at the same time. The VR theater can be characterized by a single shared screen and by multiple inputs from several hundreds of people. In this case, multi-user interaction is different from that of networked VR systems and must be reconsidered. This paper defines the multi-user interaction in such a VR theater as Audience Interaction, and discusses key issues for the implementation of the Audience Interaction. This paper also presents a real implementation example in the Kyongju VR theater.

**Keywords** : Virtual Reality, Theater, Multi-user interaction, Audience Interaction

### 1. 서론

가상현실(Virtual Reality) 혹은 가상환경(Virtual Environment)이란 컴퓨터를 이용하여 가상의 세계를 만들어 그 속에서 사용자가 실제감을 느끼게 하고, 그 가상의 세계를 돌아다니거나 그 안에 있는 가상의 객

체(object)를 다룰 수 있게 해주는 시스템 혹은 환경을 말한다. 여기서 가상현실 시스템의 두 가지 중요한 요소는 사용자가 그 환경 안에 있는 것처럼 느끼게 해주는 몰입감 혹은 입장감(Immersive feeling)과 가상환경 혹은 가상 객체와의 인터랙션(Interaction)이다. 최근에 경주에는 가상현실 극장이 구축되었다. 이 가상현실 극장은 1명 내지 소규모 사용자를 대상으로 하는 시스템과는 다르게 수백 명의 관객을 대상으로 가상환경을 구축해주는 시스템이다. 이 가상현실 극장은 관객들에

\* 正會員, 韓國科學技術研究員 映像미디어研究센터  
(Imaging Media Research Center, KIST)  
接受日字:2002年1月29日, 수정완료일:2002年12月23日

게 시각적, 청각적, 후각적 입장감을 주기 위해서 초대형 스크린과 8채널 서라운드 3D 음향, 그리고 향기 발생 시스템을 갖추고 있다. 또한, 600명이 넘는 관객들이 인터랙션을 할 수 있는 시스템을 갖추고 있다. 이 극장은 대형 화면을 동시에 여러명이 즐길 수 있는 IMAX 극장의 장점과 가상환경과 인터랙션을 할 수 있는 가상현실의 장점을 합쳐놓은 극장이다. 가상현실 분야에서 다수 사용자를 위한 가상환경 시스템에 대한 연구는 협동 가상환경(CVE: Collaborative Virtual Environment)이라는 이름 하에 지금까지는 주로 분산되어 있는 1인용 가상현실 시스템을 네트워크로 연결하는 시스템에 대해서 연구되어 왔다. 이에 반해, 가상현실 극장은 다수의 사용자가 한 장소에서 동시에 가상현실 시스템을 이용한다는 점에서 위와 같은 CVE의 분산협동 가상현실(distributed collaborative VR) 시스템과 구별된다. 가상현실 극장에서 관객들은 같은 장소에서 하나의 스크린을 공유하기 때문에 가상현실 극장에서의 인터랙션은 기존의 1인용 가상현실 시스템에서와는 달라지게 되고 설계와 구현에 어려운 점이 발생하게 된다.

다수의 사용자에게 대해서 하나의 스크린을 사용하는 가상현실 시스템에 대한 기존의 연구는 몇몇 그룹에 의해서만 이루어져 왔는데, 그 중에는 eMUSE (electronic Multi User Stage Environment) 시스템이 있다<sup>[1]</sup>. 이는 유럽의 eRENA 프로젝트의 일환으로 연구된 결과인데 문화, performance, 예술, 오락 등 Multi-user VR의 다양한 가능성을 테스트하는 것이었다. 여기서 가상 공간은 무대 setting으로 사용되었고 사람들의 행동과 인터랙션이 연구되었다. 하지만, 이는 적은 수의 사용자를 위한 시스템이었다. 다른 재미있는 연구는 Inhabited TV이다<sup>[2]</sup>. 이는 multi-user 가상 환경을 TV와 연결하려는 시도였다. Inhabited TV는 사용자가 TV 쇼에 참여할 수 있도록 가상환경을 이용하였다. 또한, Inhabited TV는 '참여계층(layered participation)'이라는 개념을 도입하였는데, 가장 바깥쪽 계층은 제한된 인터랙션만이 허용되도록 하였다.

하나의 스크린을 이용한 multi-user 인터랙션에 대한 연구는 CSCW(Computer Supported Cooperative Work) 분야에서도 찾아볼 수 있다. 최근에 몇몇 연구 그룹이 가상현실 극장과 유사하게 하나의 스크린과 다수의 입력 장치 상황에서의 인터랙션을 연구하고 있다. 이 중 Stewart 등<sup>[3]</sup>은 이를 'Single Display Groupware

(SDG)'라고 정의하고 이의 장점과 단점에 대해서 연구하였다. 또한, 그들은 SDG 응용에 적합한 시나리오 등에 대해서도 논했다. Zanella와 그 동료들은 SDG에서 인터랙션을 할 때 사용자간의 간섭에 대해 연구하기도 하였다<sup>[4]</sup>. 하지만, 이들은 모두 한 대의 PC 환경을 가정하였고 적은 사용자 수 환경에 대한 연구였다. 경주 가상현실 극장과 가장 유사한 목적과 형태를 가진 것은 미국 디즈니랜드에서 만든 인터랙티브 쇼이다. 미국 디즈니랜드 사는 올랜도와 시카고에 있는 디즈니퀘스트(DisneyQuest)에 'Hercules in the Underworld'와 'Pirates of the Caribbean'쇼를 만들었는데, 이는 CAVE를 기반으로 하는 극장에서 공연하는 인터랙티브 쇼이다<sup>[5]</sup>. 이들 쇼에서는 공연중에 관객들이 하나의 스크린과 인터랙션을 하게 되어있다. 하지만, 이들 쇼는 사용자가 각각 4명으로 제한되어있다.

본 논문에서는 관객들의 수가 많은 가상현실 극장의 인터랙션 시스템을 설계할 때 고려해야 되는 점에 대해서 논하고, 경주 가상현실 극장의 구현 사례를 제시한다. 논문의 구성은 2장에서 관객 인터랙션 설계시 고려해야 되는 점을 논하고, 3장에서 경주 가상현실 극장의 인터랙션 시스템에 대해서 설명한다. 4장에서는 실제 운영시 얻었던 교훈에 대해서 논하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 관객 인터랙션의 고려사항

가상현실 극장이 IMAX 극장과 차별되는 것 중의 하나는 multi-user 인터랙션을 할 수 있다는 점이다. 이는 기술적으로 보면 영상을 만드는 과정에 더욱 커다란 차이점을 낳게 되는데, 이는 IMAX 극장은 필름을 기반으로 하기 때문에 영화의 즐거움이 고정되어있는 반면, 가상현실 극장은 관객들의 인터랙션을 영상에 반영하여야 하기 때문에 실시간 렌더링(rendering)이 필요하다는 것이다. 경주에 구축된 가상현실 극장은 관객과의 인터랙션을 위해서 관객 의자마다 키패드(Keypad)를 붙여서 인터랙션 feedback line을 제공하고 있다. 하지만, 이러한 경우 극장형 가상환경 시스템에서의 다수 사용자(관객)에 의한 인터랙션은 1인용 가상현실 시스템이나 CVE에서 주로 다루는 네트워크로 연결된 시스템과는 조금 다른 접근이 필요하게 된다. 본 논문에서는 이들을 구분하기 위해서 가상현실 극장에서의 multi-user 인터랙션을 '관객 인터랙션(Audience

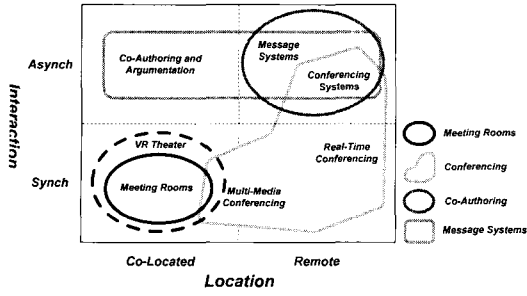


그림 1. CSCW 시스템의 분류  
Fig. 1. Classification of the CSCW systems.

Interaction)’이라고 정의한다.

가상현실 극장에서의 다수 관객에 의한 인터랙션은 하나의 가상환경에서 여러사람이 공동작업을 하는 것과 유사한 형태를 가지고 있다. 이러한 점에서 CVE나 CSCW (Computer Supported Cooperative Work)에서의 공동 작업 연구와 관련을 가지고 있다. CSCW 시스템의 연구에서 T. Rodden은 <그림 1>과 같이 Interaction과 Location을 두 축으로해서 CSCW 시스템을 분류하였다<sup>[6]</sup>.

이러한 분류 방법을 사용하면 가상현실 극장은 사용자들이 같은 장소에 모여있고, 동시에 인터랙션을 하기 때문에 Meeting Room 분야로 분류될 수 있다. 하지만, T.Rodden이 제시한 Meeting Room의 구조는 다수의 관객이 들어가는 가상현실 극장에는 적합하지 않은 구조를 가지고 있다. <그림 2(b)>는 T. Rodden이 제시한 Meeting Room의 전형적인 구조를 보여주고 있다. 이 구조에서는 전방에 사용자들이 모두 볼 수 있는 프로젝션 스크린이 있고, 개인이 각자의 컴퓨터를 가지며 이들 컴퓨터는 네트워크로 연결되어 있는 구조이다. 다수의 관객이 들어가는 가상현실 극장에 이러한 구조가 적합하지 않은 이유는 공간과 비용의 제약 때문에 각각의 의자에 컴퓨터나 비디오 터미널을 볼일 수 없는 경우가 많기 때문이다. 실제로 경주에 구축된 가상현실 극장에는 관객 인터랙션을 위해서 간단한 입력 장치인 키패드(Keypad)만을 각 의자에 장착하였다. <그림 2(c)>는 경주 가상현실 극장 인터랙션 시스템의 구조를 보여주고 있다. 여기서 보면 가상현실 극장은 T. Rodden의 그림을 변형한 <그림 1>과 같이 입력장치의 종류에 따라서 Meeting Room 클래스를 포괄하는 개념으로 놓을 수 있다.

관객 인터랙션을 설계할 때에 가장 먼저 고려해야하는 것은 바로 입력 장치이다. 이 입력 장치 설계에서

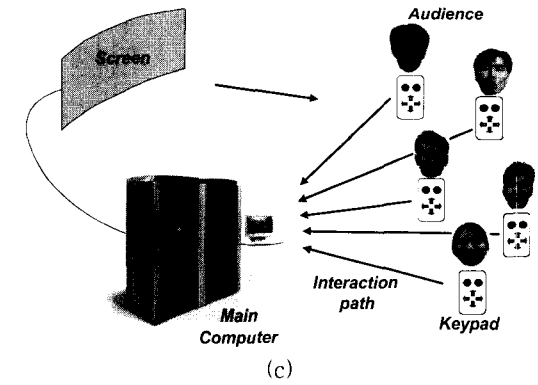
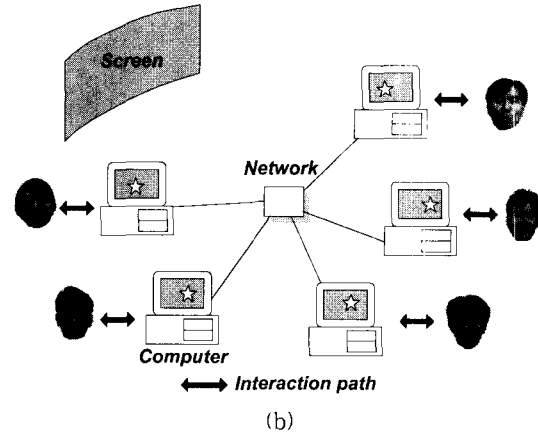
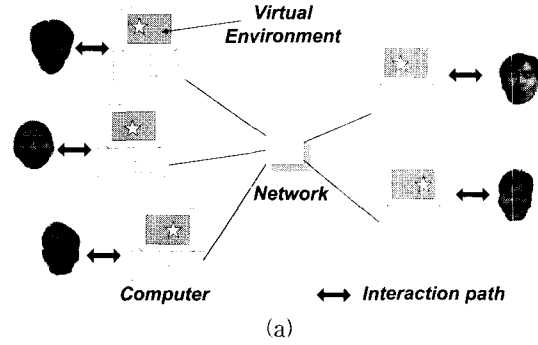


그림 2. 인터랙션 시스템 구조 비교 (a) CVE 시스템, (b) CSCW중 Meeting Room, (c) 경주 가상현실 극장

Fig. 2. Comparison of the structure of interaction systems. (a) CVE systems, (b) the Meeting Room in CSCW systems, and (c) the Kyongju VR theater

가장 중요한 것은 입력 장치의 기능이 관객들에게 보여줄 콘텐츠의 내용을 수용하여야 한다는 것이다. 상용화된 체험형 극장인 디즈니퀘스트의 'Hercules in the Underworld'에서는 4명의 관객이 각각 2축의 조이스틱

(joystick)을 사용하여 4개의 아바타(avatar)를 제어하고, 'Pirates of the Caribbean'에서는 인터랙션 장치가 배의 모양을 그대로 본따서 한명이 배의 조타를 잡고 3명이 6대의 대포를 조종하게 되어있다<sup>[5]</sup>. 그러나, 극장의 콘텐츠가 고정되지 않고 변화할 때 가능한 입력 기능을 일반화하기 위해서 컴퓨터에서 사용하는 마우스의 기능을 모방하는 것도 한가지 해결책이 될 수 있다.

관객 인터랙션을 설계할 때 두 번째로 고려되어야 할 사항은 관객과 가상의 물체와의 mapping 문제이다. 만일 가상현실 극장이 앞서 언급한 Meeting Room의 구조를 가지고 있다면 이러한 mapping 문제는 발생하지 않는다. 하지만, 개인용 비디오 터미널이 없어지면 관객과 가상의 물체와의 mapping 문제가 발생하게 된다. 사용자 개인용 컴퓨터 대신 인터랙션 키패드를 사용하는 데서 오는 차이점은 개인 전용의 화면과 커서(cursor) 등이 없어진다는 것이다. 이렇게 되면 가상현실 극장에서는 CSCW에서 말하는 WYSIWIS (What You See Is What I See)<sup>[6]</sup>의 개념을 그대로 구현하지만, 사용자(관객)들은 자신이 인터랙션을 통해 제어할 수 있는 대상이 어떤 것인지 알기가 힘들어 지게 된다. 결국, 개인 전용의 화면과 커서가 없어짐으로 해서 사용자들과 가상환경 혹은 가상환경 내의 인터랙션 객체와의 Mapping(Assignment)에 관한 문제가 생기게 되는 것이다.

다수의 사용자와 가상환경과의 인터랙션은 <표 1>에 나타낸 것과 같이 인터랙션에 영향을 받는 인터랙션 객체의 수를 기준으로 해서 구분 지을 수 있다. 인터랙션 객체의 수가 하나일 때는 하나의 화면을 모든 사용

자(관객)가 공유하고 있기 때문에 사용자와 인터랙션 객체와의 연결이 문제가 되지 않는다. 하지만 인터랙션 객체의 수가 늘어나게 되면 이들을 관객들에게 할당하여 관객들이 이를 인식할 수 있도록 하여야 한다. 이 문제를 해결하는 방법은 인터랙션 객체에 이름이나 특이한 모양, 색깔 등의 특징을 부여하여 관객들이 이를 통하여 자신에 해당되는 인터랙션 객체가 어느 것인지 구분할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 경우 우리는 이 특징들을 관객들에게 사전에 알려주어 숙지시킬 필요가 있다. 디즈니웍스트의 'Hercules in the Underworld'에서는 4명의 관객이 각각 4개의 서로 모양과 이름이 다른 아바타(avatar)를 제어하도록 하고 있다<sup>[5]</sup>. 많은 관객이 있는 가상현실 극장에서 인터랙션 객체의 수가 더욱 늘어나서 관객 수와 같거나 많은 N:N 관계나 N:L (L>N>>1) 관계로 늘어나게 되면 구분이 쉽게 될 수 있는 특징들의 수에 제한이 있기 때문에 특징을 이용한 인터랙션 객체와의 mapping 방법은 구현하기 어려워진다. 따라서, 사용자가 많은 가상현실 극장과 같은 구조에서 N:N이나 N:L 관계는 사용하는 것이 힘들고, N:1 이나 N:M (M<<N) 정도의 관계가 적당하다고 할 수 있다.

일단 관객과 인터랙션 객체 사이의 Mapping 방법이 정해지면 다수 관객들의 인터랙션을 어떤 식으로 처리하는가 하는 문제가 남게 되는데 이것이 세 번째 고려 사항이다. 이는 다수의 관객들로부터 들어오는 입력들에 어떠한 인터랙션 함수를 적용할 것인가 하는 인터랙션 기능에 대한 설계이다. 만약에 N:M (N>M>1) 관계를 사용하게 되면 관객들은 M 개의 그룹으로 나뉘게 되는데 이때 M 개의 그룹 각각에는 다시 N:1 관계와 같은 그룹 인터랙션이 적용되게 된다. 따라서, N:1이나 N:M 관계 모두 인터랙션의 기능을 정의하는 데 있어서는 N:1의 동일한 접근이 가능하다. 관객 인터랙션에 의한 기능은 일종의 함수로 정의할 수 있는데, N명의 관객으로부터 입력을 받아 출력이 생성되는 다음과 같은 함수이다.

$$y = f_I(x_1, x_2, \dots, x_N),$$

여기서 함수  $f_I(\cdot)$ 는 인터랙션의 기능을 나타내는 인터랙션 처리 함수이고  $x_i$  들은 관객의 입력이다. 인터랙션 처리 함수의 변화에 따라서 여러 가지 인터랙션이 구현될 수 있는데, 이 인터랙션 처리 함수는 서로 내포되어 다단계로 적용될 수도 있다. 인터랙션 처리

표 1. 인터랙션 객체 수에 따른 Multi-user 가상환경 시스템의 분류

Table 1. Classification of multi-user VR systems according to the number of interaction objects.

사용자 수	인터랙션 객체 수	설명
N	1	전체 사용자가 1개의 인터랙션 객체를 제어
N	M (< N)	N명의 사용자들이 M 개의 그룹으로 나뉘고 각 그룹에서 1개의 인터랙션 객체를 제어
N	N	1:1과 유사, 사용자 각자가 1개의 인터랙션 객체를 제어
N	L (> N)	사용자 각자가 1개 혹은 그 이상의 인터랙션 객체를 제어

함수는 콘텐츠의 내용에 따라 구현되어야 하겠지만, 이를 협동관계(cooperative)와 경쟁관계(competitive)의 두 가지 클래스로 구분할 수 있다. 기존의 협업에 대한 연구를 주로 해온 CVE나 CSCW 관련 시스템과는 다르게 가상현실 극장에서는 경쟁관계의 인터랙션이 대부분 컴퓨터 게임에서와 같이 관객들에게 즐거움을 더해줄 수 있다. 따라서, 협동관계의 인터랙션과 경쟁관계의 인터랙션의 적절한 선택과 조합이 관객 인터랙션(Audience Interaction)에서의 가장 중요한 설계 대상이라고도 할 수 있다. 이의 간단한 예로 관객들이 여러 개의 그룹으로 나뉘었을 때 각 그룹 내에서는 협동관계의 인터랙션 함수를 적용하고 그룹들 간에는 경쟁관계의 인터랙션 함수를 적용할 수 있을 것이다.

### III. 관객 인터랙션 시스템의 구현

경주에 구축된 가상현실 극장은 내부에 총 651명을 수용할 수 있는 규모로 건설되었다. 많은 관객들을 대상으로 인터랙션을 수행하는데 있어서 인터랙션 객체를 많이 넣기 어렵기 때문에 관객들을 세 개의 그룹으로 나누어 기본적으로 N:M = 651:3의 관계가 가능하도록 인터랙션 시스템을 구축하였다. 관객들은 관객들이 앉게 되는 좌석을 기준으로 좌측, 가운데, 우측의 세 가지 그룹으로 분류되었고, 이 분류는 관객들이 쉽게 인식할 수 있는 색깔을 이용하였다. 색깔은 빨강, 노랑, 파랑색을 사용하였고, 이는 객석 의자에 장착되는 인터랙션 키패드에 적용되어 관객이 의자에 앉자마자 자신에게 할당된 색깔이 어떤 것인지 쉽게 알 수 있도록 하였다. 이는 인터랙션 mapping에서 관객들이 미리 특징을 숙지해야 하는 부담을 덜도록 하는 효과가 있다. <그림 3>은 관객 인터랙션 시스템에 사용된 키패드의 모양을 나타낸 것이다.

관객 인터랙션을 위하여 사용된 키패드는 모두 6개의 키를 가지도록 디자인되었다. 이 중 4개는 전후좌우 4개의 방향을 나타내는 키이고 그 외에 2개의 선택키를 제공하였다. 이는 콘텐츠의 변경에 따른 인터랙션 기기의 변경을 없애기 위해서 컴퓨터 마우스의 기능을 모방한 것이었다. 총 651개의 키패드에서 들어오는 관객의 입력을 실시간으로 모니터링하기 위해서 키패드 컨트롤러 혹은 디지털 입출력 컨트롤러라고 불리는 데이터 수집장치를 설계하였다. 각 좌석마다 설치된 651개의 키패드는 10~30개당 하나의 키패드 컨트롤러가

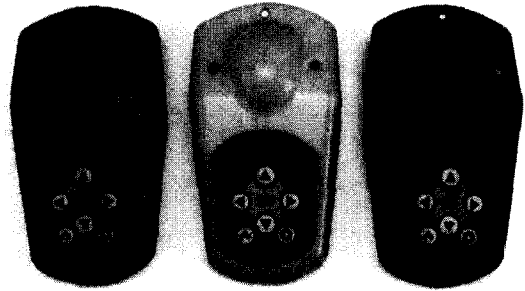


그림 3. 관객 인터랙션에 사용된 키패드  
Fig. 3. Newly designed keypads for the Audience Interaction.

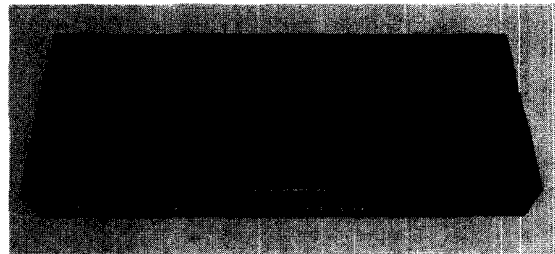


그림 4. 키패드 컨트롤러의 모습  
Fig. 4. Keypad controller.

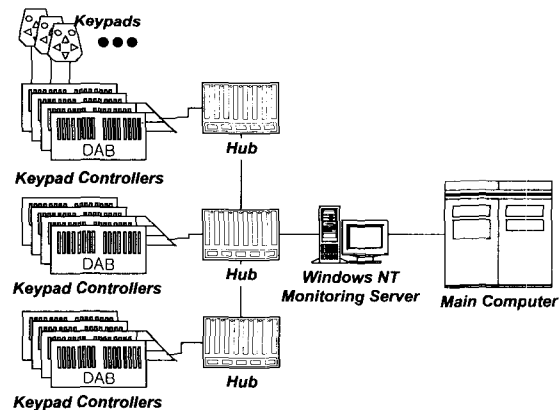


그림 5. 관객 인터랙션 시스템 구성도  
Fig. 5. System configuration of the Audience Interaction.

할당되어 여기에 연결되었다. <그림 4>는 사용된 키패드 컨트롤러의 모습이다. 키패드 컨트롤러는 1대당 최대 30개의 키패드가 연결 가능하고 키패드들의 전원 관리 기능을 가지고 있다. 이러한 키패드 컨트롤러는 총 24개가 사용되었는데, 이들은 객석들이 고정되어 있는 경사진 하부 판의 아래쪽에 설치되었다. 키패드 컨트롤러들은 이더넷을 통하여 전체 인터랙션을 모니터

링하는 서버에 연결되도록 구성되었는데, 키패드 콘트롤러는 자신에게 할당된 의자에 설치된 키패드의 키 상태를 실시간으로 읽어들이고, 이를 패킷(packet) 형태로 만들어 이더넷을 통해 모니터링 서버로 전송하는 역할을 담당하였다. <그림 5>는 이러한 관객 인터랙션 시스템 구성도를 보여주고 있다.

모니터링 서버에서는 24개의 키패드 콘트롤러에서 들어오는 패킷을 해석하여 키패드의 상태를 실시간으로 화면에 나타내주는 역할을 한다. 또한, 이를 원하는 기능에 맞게 인터랙션 처리 함수로 처리하여 그 결과를 영상을 제어하는 중앙 컴퓨터에 전송한다. 관객들의 키 상태는 30ms 주기로 스캔하여 관객들의 인터랙션 동작에 실시간으로 반응하도록 구성되었다. <그림 6>에는 모니터링 서버의 화면 모습을 나타내었는데, 각 cell은 객석 의자를 나타내며 키가 눌린 상태는 키의 종류와 개수에 따라 녹색, 보라색 등의 색깔로 구분되도록 되어있다.

모니터링 서버에 구현된 인터랙션 처리 기능은 크게 세 가지 분류로 나누어 볼 수 있는데 이는 <표 2>와 같다.

인터랙션 처리 기능의 첫 번째는 통계 처리이다. 이는 각 그룹별 혹은 전체 관객이 누른 키의 통계를 제공해준다. 또한, 각 키 각각에 대한 통계도 제공한다. 이 기능은 협동관계의 인터랙션에 사용이 가능하다. 두 번째는 선착순 기능이다. 여기서는 전체 혹은 그룹 별로 일정명의 키 입력만을 받는 기능을 제공한다. 일정명이 넘는 입력은 무시된다. 또한, 사람 수에 제한을 두는 방법 이외에 시간을 제한하는 기능도 제공한다. 일정 시간까지만 입력을 받고 그 이후의 입력은 무시하는 기능이다. 여기서 사람 수나 제한 시간은 명령을 통해서 임의로 조절이 가능하다. 이 기능은 경쟁관계의 인터랙션으로 사용이 가능하다. 세 번째 기능은 개인 인터랙션 정보 확인 기능이다. 이는 특정 위치의 사람이 어떠한 키를 눌렀는가를 확인하는 기능이다. 앞의 두 가지 기능에서는 키패드 콘트롤러에서 각 의자에 대한 정보를 확인하지 않고 통계적인 자료만 수집하지만, 세 번째 기능에서는 각 의자의 ID를 이용하는 기능이다. 이 기능은 협동관계와 경쟁관계의 인터랙션 모두에 사용이 가능하다. 경주 가상환경 극장에서는 콘텐츠의 변경에 대비하여 일반적으로 널리 사용될 수 있는 이상의 세 가지 인터랙션 처리 기능을 구현하였다.

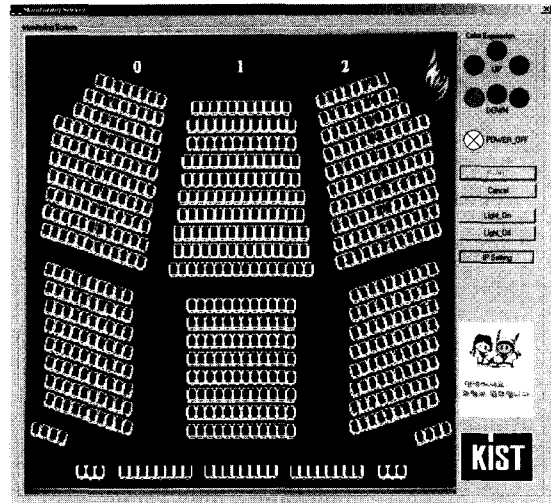


그림 6. 모니터링 서버의 화면 구성  
Fig. 6. A screen shot of the monitoring server.

표 2. 경주 가상환경 극장에 구현된 인터랙션 처리 함수의 기능

Table 2. Interaction processing functions implemented in the Kyongju VR theater.

서비스 구분	세부 서비스
통계	- 전체/Group 별 통계 - Key 별 통계
선착순	- 전체/Group 별 선착순 - 일정명 선발 - 시간제한형 선착순
개인정보확인	- 특정위치의 Key정보

#### IV. 시 연

경주 가상현실 극장은 관객들에게 인터랙티브 몰입형 영상 체험 환경을 제공하도록 건설되었다. 이를 위해 앞서 말한 관객 인터랙션 시스템 외에 몰입형 영상 환경을 제공하는데 이의 기본은 고해상도 대형 화면과 스테레오 영상이다. 기존의 1인용 가상환경 시스템들이 HMD나 사용자를 둘러싸는 화면(Display)를 사용하여 입장감을 주는데 반해, 경주 가상현실 극장은 27m x 8m 크기의 초대형 스크린을 사용하고 있다. 이 스크린은 실린더(cylinder) 타입으로 여기에는 3780x1024의 고해상도, 4000 ANSI Lumens 정도의 고선명 영상이 투사되도록 하였다. 영상은 6 channel Passive 방식의 스테레오 영상으로 시각적 몰입감 혹은 입장감을 주도

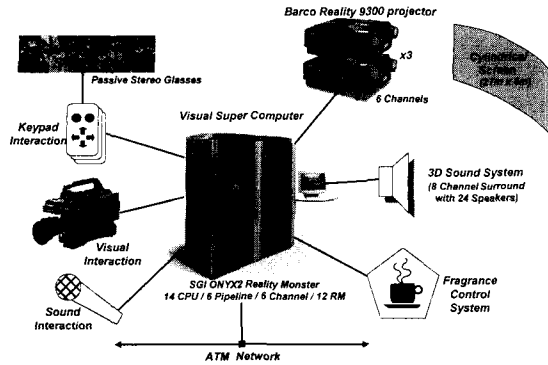


그림 7. 경주 가상현실 극장의 구성도

Fig. 7. System configuration of the Kyongju VR theater.

록 하였다. 음향 시스템은 24개의 스피커로 8 channel 서라운드 3차원 입체 음향이 가능하도록 구성하였다. 음향 시스템에서는 또한 객석의 밑을 지지하는 경사진 판을 커다란 우퍼(woofer)처럼 사용하여 관객들이 음을 온몸으로 느낄 수 있도록 하였다. 경주 가상현실 극장에서는 몰입형 환경 구성을 위한 또 한가지 시스템으로 향기 제어 시스템과 공조 시스템을 두어 관객들에게 시각, 청각 뿐만이 아니라 후각까지도 느낄 수 있게 하였다. <그림 7>은 경주 가상현실 극장의 구성도를 보여주고 있는데, 여기서 카메라를 이용한 Visual 인터랙션과 Sound 인터랙션은 아직 구축되지 않았고 앞으로의 연구과제이다.

경주 가상현실 극장에서는 2000년 9월 1일부터 11월 25일까지 “서라벌의 숨결 속으로”라는 제목으로 약 15분 길이의 가상현실 영화가 상영되었다. 이 가상현실 영화는 가상현실 기술로 복원된 1300년전 과거의 경주(서라벌)를 남산 탐골로부터 시작하여 월정교, 월성, 안압지(월지), 황룡사, 첨성대, 석굴암 등을 다니며 체험하게 하는 것이었다. 이는 경주 세계문화 엑스포의 주제 영상으로 제작된 것으로 약 100만 정도의 관객이 관람하였다.

이 가상현실 영화에서는 통계 처리 기능을 이용한 인터랙션이 적용되었다. 가상현실 영화에 익숙하지 않은 사람들이 영화가 상영되는 짧은 시간 내에 인터랙션을 배워야하기 때문에 쉽고 직관적인 인터랙션을 사용하였다. 키패드의 키는 6개 모두를 사용하지 않고 방향 키 4개만을 사용하도록 하였다. 나머지 2개의 선택 키에 대한 입력은 무시하였다. 구현된 인터랙션은 화면에 나오는 나비 떼를 관객들이 원하는 방향으로 움직

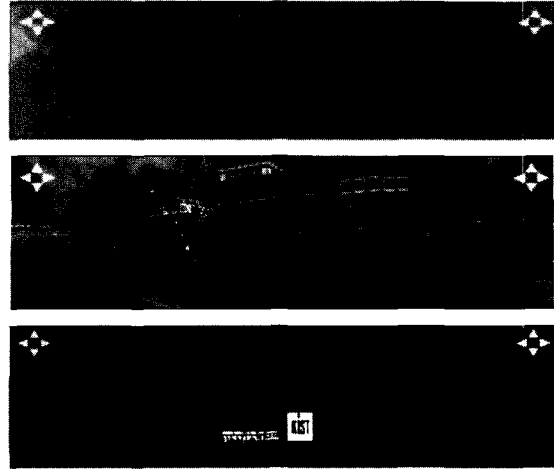


그림 8. 인터랙션이 수행되는 동안의 화면: 시작부분(상), 안압지 장면(중), 마지막 Credit 장면(하)

Fig. 8. The screen shots when the interaction functions were turned on: starting period (top), Anapji scene(middle), and credit part (bottom).

이게 하는 것이었다. 좌우 방향의 키는 나비 떼가 좌우로, 전후 방향의 키는 멀어지거나 가까워지는 명령이 되도록 하였다. 최종적인 나비 떼의 움직임은 다수의 관객이 원하는 방향이 되도록 하였다. 이러한 인터랙션은 영화 상영 내내 가능한 것은 아니고 영화 상영 중 일부 시간 동안만 가능하도록 하였다. 인터랙션이 가능한 시간이 되면 화면 양쪽에 화살표 표시가 나타나 인터랙션이 가능하다는 것을 관객들이 알도록 하였다. 화살표는 하얀색으로 나타내었는데 키 입력이 많아질수록 해당 방향의 화살표가 점점 더 하얗게 되도록 하였다. <그림 8>에는 인터랙션이 수행되는 동안의 화면의 모습을 나타내었다. 실제 공연 시에는 이 화살표가 관객들의 현재 키 입력을 나타내어 관객들이 다른 관객들이 원하는 방향을 알도록 하는 feedback 역할을 하는 것을 볼 수 있었다.

영화 상영 중 인터랙션은 총 3번 가능하게 하였는데, 처음 도입부에 약 40초 정도, 중간 안압지 영상에서 약 40초 정도, 그리고 마지막 Credit이 올라가는 동안 약 1분 정도 인터랙션이 되도록 하였다. 영화 상영기간 동안 관객들의 반응을 보면 처음 인터랙션 기간 동안에는 관객들이 인터랙션에 익숙하지 않아 나비들이 잘 움직이지 않다가, 마지막의 인터랙션 부분에서는 관객들이 이에 적응을 해서 나비가 화면 전체를 이리저리 왔다갔다하는 것을 볼 수 있었다. 이는 구현된 인터랙션이 직

관적이고 배우기 쉬운 인터랙션이었음을 나타내는 것이었다. 나비 인터랙션을 구현하면서 걱정했던 부분은 관객들의 반응이 통계적으로는 평균적으로 균형을 이루어 나비떼가 움직이지 않을지 모른다는 것이었는데, 관객들은 나비떼가 한쪽으로 치우치면 화면 밖으로 나갈 수 없다는 것을 알아채고 다른 쪽으로 움직이도록 시도하는 것을 볼 수 있었다. 즉, 영상으로부터의 시각적인 feedback이 평균 효과를 제거하는 모습을 볼 수 있었다. 인터랙션에 대한 반응으로 관객들은 다수결 원칙 때문에 자신이 원하는 대로 나비들이 날아가지 않았다고 말하기도 하였지만, 엑스포 참가자들을 대상으로한 설문에서 사람들은 가장 인상 깊었던 것으로 가상현실 극장과 그중에서도 나비 인터랙션을 꼽았다.

### V. 결 론

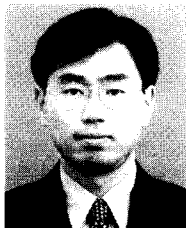
가상현실 극장은 가상현실을 실제 시스템에 적용할 수 있는 비교적 새로운 연구분야이다. 최근 들어 실감형 테마파크 극장들이 조금씩 문을 열고 있지만 이들은 대부분 소규모이고 이에 대한 연구는 별로 이루어지고 있지 않다. 본 논문에서는 대규모 가상현실 극장에서 관객 인터랙션을 설계할 때 고려해야할 점에 대해서 논하였고, 세계 최대의 규모로 지어진 경주 가상현실 극장(<http://www.sgi.com/features/2001/feb/kyongju/>)의 구현 사례를 제시하였다. 결론적으로 대규모 가상현실 극장에서의 관객 인터랙션은 제한점이 많지만, 콘텐츠에 상응하는 인터랙션 장치와 협동/경쟁관계의 인터랙션 함수의 적절한 설계가 따른다면 이를 극복할 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 오락(Entertainment)산업, 문화산업 등에 대한 관심이 증대되고 있는 이때, 콘텐츠에 어울리는 관객 인터랙션은 가상현실 극장을 훌륭

한 가상현실 응용분야로 대두시킬 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] Strauss, W., Fleischmann, M., Thomsen, M., Novak, J., Zlender, U., Kulesa, T. and Pragasky, F., "Staging the space of mixed reality--reconsidering the concept of a multi user environment," In Proceeding of VRML99, pp. 93~98, 1999.
- [2] Greenhalgh, C., Bowers, J., Walker, G., Wyver, J., Benford, S. and Taylor, I., "Creating a Live Broadcast from a Virtual Environment," In Proceeding of SIGGRAPH99, pp. 375~384, 1999.
- [3] Stewart, J., Bederson, B. and Druin, A., "Single Display Groupware: A model for co-present collaboration," In Proceeding of Human Factors in Computing Systems: CHI99, pp. 286~293, 1999.
- [4] Zanella, A. and Greenberg, S., "Reducing Interference in Single Display Groupware through Transparency," Tech Report 2001-683-06 (Dept. Computer Science, Univ. of Calgary, Alberta, Canada), Feb. 2001.
- [5] Mine, M., "Virtual Disney Worlds," in Advanced Topics in 3D User Interface Design, SIGGRAPH2001 Course Notes, Aug. 2001.
- [6] T. Rodden, "A survey of CSCW systems," Interacting with Computers, no. 3, pp. 319~353, 1991.

### 저 자 소 개

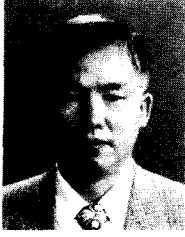


**安 相 喆(正會員)**  
 1988년 : 서울대 제어계측공학과 졸업(학사). 1990년 : 서울대 제어계측공학과 졸업(공학석사). 1996년 : 서울대 제어계측공학과 졸업(공학박사). 1996년~1997년 : Univ. of Southern California 방문연구원. 1997년~현재 : 한국과학기술연구원(KIST) 영상미디어연구센터 선임연구원. <주관심분야 : 인공지능, 컴퓨터비전, 영상처리, 얼굴인식, HCI 등임>



**金 益 載(正會員)**  
 1996년 : 연세대 전기공학과 졸업(공학사). 1998년 : 연세대 전기공학과 졸업(공학석사). 1998년 3월~현재 : 한국과학기술연구원(KIST) 영상미디어연구센터 연구원. <주관심분야 : 컴퓨터비전, 혼합가상현실, Human Computer Interface, IBMR 등임>





金炯坤(正會員)

1974년 : 한국항공대학 항공전자공학과 졸업(공학사). 1982년 : Univ. of Kent (England) U.K. 전자공학과 (M.Sc.). 1985년 Univ. of Kent (England) U.K. 전자공학과 (Ph.D.). 1993년 7월~1994년 6월 : 호주 Univ. of South Australia 초빙연구원. 1977년 12월~현재 : 한국과학기술연구원(KIST) 책임연구원. <주관심분야 : 영상 처리용 VLSI 구조, 센서 fusion, 대화형 영상처리, 스테레오 비전 시스템, 가상공간 interface, 영상-그래픽스 합성, MPEG-4 등임.>