

# 가상현실 시스템 개발을 위한 기반

박창훈\*, 김태윤\*, 고희동\*\*

\*고려대학교 컴퓨터학과

\*\*한국과학기술연구원 영상미디어연구센터

e-mail : [chpark@imrlab.com](mailto:chpark@imrlab.com)

## A Framework for VR System Development

Chang-Hun Park\*, Tai-Yun Kim\*, Heedong Ko\*\*

\*Dept. of Computer Science, Korea University

\*\*IMRC, Korea Institute of Science and Technology

### 요 약

본 논문은 가상현실 시스템 개발을 위한 새로운 기반을 제시한다. 우리는 먼저 가상환경을 3 차원 가상공간과 외부 모듈의 구성으로 정의하고 이들의 통합을 위하여 융통성, 확장성, 그리고 재구성 가능성을 제공하는 기반을 제공한다. 이 기반은 다양한 가상현실 응용의 개발을 지원할 뿐 아니라 성능의 최적화를 지원할 것으로 기대한다.

### 1. 서론

최근 사용자들을 3 차원 가상공간으로 인도하는 가상현실은 컴퓨팅 분야에서 매우 많은 관심을 모으고 있다. 특히 국방, 교육, 의료 그리고 오락 산업과 같은 응용 영역에서 매우 인기 있는 기술이다. 앞으로 가상현실은 기존의 멀티미디어를 포함하면서 쌍방향 상호작용을 지원하는 매체로서 새로운 커뮤니케이션의 장을 열 것이다.

지금까지 가상현실 시스템의 개발은 많은 장애물이 있었다. 먼저 하드웨어적인 측면에서 상호작용을 위하여 실시간 렌더링을 제공하는 고가의 그래픽 전용 워크스테이션을 필요로 한다. 그리고, 몰입감을 높이기 위하여 HMD, CAVE 등과 같이 두개 이상의 이미지 생성을 지원하는 특수한 디스플레이 시스템이 요구된다. 다음으로, 소프트웨어적인 측면에서 실시간 처리와 제한된 컴퓨팅 자원을 최대한 활용하는 것은 매우 어렵다. 더욱이, 가상현실은 3 차원 그래픽의 생성 뿐 아니라 다양한 인터페이스를 위하여 기계 공학, 컴퓨터 비전(Vision), 음성 인식 등과 같은 매우 다양한 기술을 함께 요구한다.

하지만, 개인용 컴퓨터의 그래픽 가속기 성능이 매우 급속하게 발전하면서 저가의 컴퓨터로 가상현실

시스템을 구성하는 것이 가능해졌다. 따라서 본 논문은 네트워크에 연결된 저가의 PC 들로 구성된 클러스터를 이용하여 가상현실 시스템 개발을 위한 기반을 제안한다.

이 기반은 융통성, 확장성 재구성 가능성을 제공하기 위하여 먼저 클러스터를 구성하는 PC 를 렌더 서버, 장치 서버, 제어 서버로 분류한다. 렌더 서버는 가상현실 시스템의 핵심적인 기능으로 3 차원 그래픽 데이터를 실시간으로 렌더링한다. 장치 서버는 렌더 서버와 지속적이며 정기적인 통신을 요구하는 외부 모듈들을 포함한다. 예를 들어, 사용자가 가상공간을 탐험할 수 있도록 제공되는 조이스틱 장치는 장치 서버에 포함된다. 이에 반하여 제어 서버는 비정기적인 통신을 요구하는 외부 모듈들을 포함한다. 예를 들어, 가상공간의 기상환경을 조정하도록 제공되는 GUI 는 제어 서버에 포함되도록 한다.

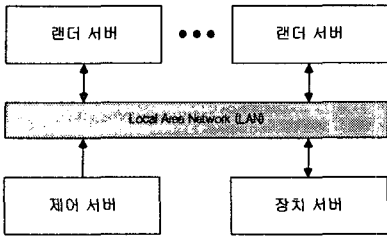


그림 1. 시스템 구성

따라서, 첫째, 이 기반은 3 차원 실시간 영상의 제어 외에 새로운 인터페이스를 제공하기 위하여 전체를 수정하지 않고 이를 담당하는 외부 모듈을 별도로 개발하고 그 특징에 따라 제어 서버 또는 장치 서버에 포함시키는 것으로 해결될 것이다. 즉, 각 서버에 포함될 외부 모듈에 따라 서버들 사이의 미리 정의된 통신 메커니즘을 그대로 이용하여 새로운 모듈의 추가가 용이하다. 둘째, 응용 영역에 따라 선택적으로 외부 모듈들을 구성하여 컴퓨터 자원의 효율적인 이용을 지원할 것이다. 즉, 별도의 코드 수정 없이 미리 정의된 외부 모듈들의 재구성이 가능하다.

우리는 이 기반이 저가의 PC 클러스터를 이용하여 다양한 영역의 가상현실 시스템 개발을 지원할 것으로 생각한다.

2. 커널 설계

본 논문에서 제안하는 기반은 3 차원 그래픽의 실시간 렌더링을 지원하는 렌더 서버를 중심으로 설계되었다. 인간의 오감 중 가장 많은 정보 전달을 담당하면서 상대적으로 민감한 시각이 가상현실 기술에 있어서 그 역할이 매우 중요하기 때문에 나머지 제어 서버와 장치 서버에 대한 운영이 렌더 서버의 처리에 종속되도록 고려한 것이다.

아래 그림에서 커널은 렌더 서버 상에서 처리되며 이벤트 관리자, 상호작용 관리자, 시나리오 관리자 그리고 명령어 관리자로 구성된다. 그리고 이들과 제어 서버 그리고 장치 서버와의 연결을 설명한다.

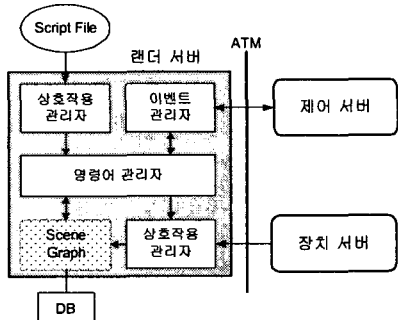


그림 2. 커널 구조

먼저 이벤트 관리자는 비정기적인 통신을 요구하는 외부 모듈을 포함하는 제어 서버와 이벤트 교환을 담당한다. 이때 이벤트는 양방향으로 교환되어 가상공간의 갱신을 요청하는 명령의 전달 또는 가상공간으로부터 제어 서버의 장치를 조작하기 위한 제어 코드의 전달을 처리한다. 이때 이벤트는 비정기적이며 렌더 서버의 갱신을 보다 낮아야 한다.

상호작용 관리자는 정기적인 통신을 요구하는 외부 모듈을 포함하는 장치 서버와 스트림 교환을 담당한다. 이때 스트림은 이벤트와 같이 양방향으로 전달될 수 있으며 렌더 서버의 갱신과 동기화 되어 전달된다. 즉, 매 프레임마다 데이터의 교환이 이루어질 수 있도록 상호작용 관리자는 폴링 메시지를 장치 서버에 전달하여 데이터 전달을 요청하도록 한다. 따라서, 불필요한 데이터가 렌더 서버에 도착하여 대기하는 현상을 막을 수 있다. 일반적으로 자연스러운 움직임을 위하여 초당 30 - 60 번 정도의 갱신을 요구하는데 이더넷(Ethernet)을 이용하는 경우 임의의 두 호스트들 사이의 메시지 왕복 시간은 1 ms 미만이다. 따라서, 네트워크로 인한 지연이 장치 서버의 외부 모듈과 렌더 서버의 프레임 동기화가 가능하다.

다음으로, 시나리오 관리자는 스크립트 파일을 사용자에게 제공하여 가상공간의 정적, 동적 정의를 기술하도록 한다. 시나리오 관리자는 스크립트 파일에 의하여 가상공간을 구성하고 시간에 따라 가상환경에 포함된 다양한 객체들에 대한 제어 뿐 아니라 외부 모듈들에 대한 제어를 단일 스크립트 안에서 통합 운영하는 것이 가능하다. 예를 들어, 스크립트 파일을 이용하여 임의의 시각에 가상공간의 조명을 키면서 제어 서버 상에서 3 차원 음향을 생성하는 외부 모듈에 제어 코드를 전달하여 배경 음악을 동작시킬 수 있다.

마지막으로, 명령어 관리자는 장치 서버와 시나리오 관리자로부터 생성되는 명령을 처리한다. 즉, 외부 모듈에서 동적으로 전달되는 명령을 포함하는 이벤트와 스크립트 파일을 통하여 예약된 명령을 함께 처리한다. 이때 명령들은 3 차원 그래픽에 의한 위치 이동과 같은 낮은 수준에서부터 응용 영역에 따라 보다 복잡한 의미를 포함하는 명령으로 확장될 수 있다. 예를 들어, 군사 훈련과 같은 응용 영역에서 시나리오 관리자와 이벤트 관리자에게 제공되는 명령은 다를 것이다.

결국, 우리는 융통성, 확장성 그리고 재구성 가능성을 지원하는 가상현실 시스템 개발의 기반을 위하여 이벤트 관리자, 상호작용 관리자, 시나리오 관리자 그리고 명령어 관리자로 구성된 커널을 설계 하였다.

3. 구현

우리는 아래 그림과 같이 6 대의 PC 로 구성된 클러스터를 이용하여 제안하는 기반을 구현하였다. 먼저 PC 3 대는 랜더 서버로 할당하여 다중 채널을 제시하도록 하였다. 다중 채널의 지원은 몰입감 있는 디스플레이 시스템을 위하여 필수적이다. 그리고 각각 제어 서버, 장치 서버 그리고 대용량 데이터 저장소를 위하여 PC 1 대씩을 할당하였다.

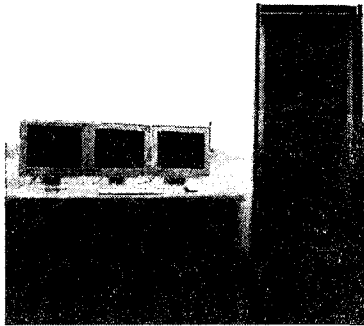


그림 3. 시스템 구성

먼저 랜더 서버는 실시간 렌더링을 위하여 운영체제 자체의 부담이 낮은 리눅스를 기반으로 개발하였다. 리눅스는 마이크로소프트 사의 윈도우 운영체제와 비교하여 상대적으로 적은 컴퓨팅 자원을 요구한다. 또한 소스 코드의 공개로 동기화된 다중 채널을 제시하기 위한 운영 체제의 수정이 가능하다. 그리고, 3 차원 그래픽을 처리하기 위하여 SGI 사에서 제공하는 OpenGL Performer 라이브러리를 이용하였다. 이 라이브러리는 다양한 형식의 3 차원 그래픽 데이터에 대한 로더(Loader)를 제공할 뿐 아니라 대용량 데이터의 실시간 처리를 위하여 다양한 기능을 제공하고 있다.

이에 반하여 제어 서버와 장치 서버는 윈도우를 기반으로 한다. 리눅스와 비교하여 다양한 장치와 호환성을 제공하며 이를 처리할 수 있는 라이브러리들이 있다. 또한 사용자 측면에서 보다 익숙하다는 장점이 있다. 시각 제시 외에 다양한 외부 모듈을 개발하기에 윈도우 개발환경이 보다 효율적이다.

마지막으로, 대규모 데이터와 프로그램들을 저장하기 위하여 리눅스 기반의 PC 가 할당된다. 이 PC 는 각각 Samba 와 NFS(Network File System)을 통하여 윈도우 기반 PC 인 장치 서버와 제어서버 그리고 리눅스 기반 PC 인 랜더 서버와 하드 디스크를 공유하도록 한다.

우리는 외부 모듈들을 랜더 서버와의 연결에 따라 장치 서버와 제어 서버로 분류하였다. 이때 외부 모듈은 HCI(Human Computer Interface)의 측면에서 제시 인터페이스와 조정 인터페이스로 구별할 수 있다. 제시

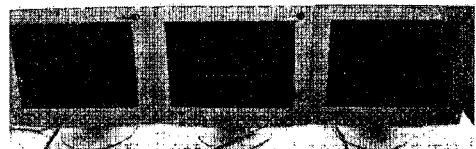
인터페이스는 인간의 오감을 자극하여 현실과 유사한 착각을 일으킨다. 조정은 참여자로 하여금 가상공간의 갯신을 일으키도록 한다. 또한, 이와 같은 두 가지 성격을 동시에 가지고 있는 모듈들도 있었다. 아래 표는 우리가 지금까지 제안하는 기반을 이용하여 개발해 왔던 외부 모듈을 위의 분류 방식에 의하여 정리한 것이다.

표 1. 개발된 외부 모듈들

Name	장치 서버	제어 서버
제시	3 차원 음향	향기
	모션 베드	효과음
	풍량	
조정	휠체어	음성 인식
	자전거	손짓 인식
	키패드	
	폴리머스	
	DDR	
통합	FF 자전거	GUI
	FF 조이스틱	
	FF 휠	

(FF: Force Feedback, DDR : Dance Dace Revolution )

아래 그림은 제안된 기반을 이용하여 구현한 3 개의 동기화된 채널과 개발한 장치들 중 일부를 보여준다.



(a) 3 채널 디스플레이



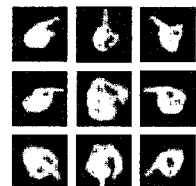
(b) FF 조이스틱



(c) FF 게임 패드



(d) 휠체어



(e) 손짓 인식

그림 4. 구현 사례

#### 4. 결 론

제안하는 시스템은 저가의 PC 서버로 구성된 클러스터로 가상현실을 구현하도록 지원한다. 서버는 기능에 따라 VR 서버, 장치 서버 그리고 제어 서버로 분류한다. 이때 LAN 으로 연결된 서버들은 UDP 를 통하여 통신한다. 제안하는 시스템의 핵심 기능은 다중 디스플레이를 위한 채널 동기화, 외부 장치를 통한 가상공간의 연속적인 갱신을 지원하는 상호작용 관리자 그리고 가상공간갱신 명령의 처리를 위한 이벤트 관리자에 의하여 구현된다.

향후 연구 과제는 다중 디스플레이와 함께 입체 영상을 제시하는 것이다. 채널 동기화는 VR 서버들 사이의 시점(Viewpoint)를 일치시킨다. 하지만, 입체 영상을 제시하기 위하여 각 디스플레이 장치의 비디오 갱신의 일치를 보장해야 한다. 또한, 우리는 제안하는 시스템을 기반으로 4 면의 CAVE 를 구현할 것이다. 또한 PDA 와 무선 인터넷을 이용하여 새로운 외부 모듈 장치를 개발할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] Sandeep Singhal, Michael Zyda, "Networked Virtual Environments", ADDISON-WESLEY, 1999
- [2] 장상철, 박창훈, 서형준, "분산 시뮬레이션을 위한 기반기술 소개", '97 Seminar and Exhibition for EW & Simulation Systems, 1997
- [3] 박창훈, 박경동, 고희동 "가상현실 시스템을 위한 외부 모듈 인터페이스의 개발", HCI 학회, 1999
- [4] Benjamin Schaeffer, "A Software system of inexpensive VR via Graphics Clusters", 1999