

컨텍스트 기반 분산 상호작용을 위한 가상 환경 프레임워크*

이석희¹, 장세이², 홍동표³, 정석민⁴, 우운택⁵
광주과학기술원 U-VR 연구실^{1 2 3 4 5}
{sheelee¹, jangsei², dhong³, sjung⁴, wwoo⁵}@kjist.ac.kr

A Network Virtual Environment for Context-based Distributed Interaction

Seokhee Lee¹, Seie Jang², Dongpyo Hong³, Seokmin Jung⁴, Woontack Woo⁵
KJIST U-VR Lab^{1 2 3 4 5}

요약

가상현실 기술의 발전과 함께 몰입형 콘텐츠에 대한 관심이 증가하고 있다. 이와 더불어서 몰입형 콘텐츠에 대한 원격지의 참여자간 분산 상호작용에 관한 연구가 진행되고 있다. 하지만 사용자의 컨텍스트를 활용하여 다양한 분산 상호작용을 제공하는 연구는 아직 미흡하다. 본 논문은 컨텍스트 기반 분산 상호작용을 위한 가상 환경 프레임워크를 제안한다. 제안된 프레임워크는 현실과의 인터페이스를 포함한 가상 환경, 컨텍스트 기반의 입력단, 그리고 다양한 정보에 기반한 출력단으로 이루어진다. 가상 환경을 구현하기 위하여 NAVERLib 을 이용하였고, 현실과 가상간의 인터페이스로 XML 기반 컨텍스트 서비스 매니저를 구현하였다. 입력단에 컨텍스트를 파악하기 위해서 ubi-UCAM 을 사용하였고 현실감있는 사용자의 참여를 위해서 비전과 PDA 기반 사용자 인터페이스를 추가하였다. 출력단에는 웹 서버를 이용하여 가상 환경의 정보 공유 및 증강을 시도하였다. 제안된 프레임워크는 사용자들의 요구를 정확히 파악하여 사용자 중심의 차별화 된 상호 작용을 제공할 수 있다는 장점이 있다. 본 시스템은 사용자에게 따라 다양한 메타포가 정의될 수 있는 가상 유적지 답사나 가상 교육 시스템 같은 응용에 적용될 수 있다.
Keyword : VR, Context-Aware, Context Service Manager, UI, Distributed Interaction

1. 서론

가상현실 기술의 발전과 함께 몰입형 콘텐츠에 대한 관심이 증가하고 있다. 또한, 네트워크의 급속한 보급과 함께 실시간으로 원격지에서 상호 작용할 수 있는 환경이 구축되고 있고, 사용자들은 경주 가상 극장과 같은 특정한 장소에서 단순히 가상의 객체를 보는 것 이상을 요구하고 있다.

이러한 요구를 수용하기 위해 가상현실에서 사용자간의 분산 상호작용을 효과적으로 제공하고자 하는 다양한 노력이 진행 중이다. 독일의 Heinrich-

Hertz-Institute (HHI)에서는 "Interactive Streaming of Cylindrical High-Resolution Panoramas"라는 과제를 통해 네트워크로 연결된 가상공간에 3 차원 비디오 모델을 사용한 상호작용에 대한 연구를 진행하고 있다[1]. 또한, University of Illinois at Chicago 의 Electronic Visualization Laboratory (EVL)에서는 문화유적과 잊혀진 시가지를 복원하여 여행할 수 있도록 하였으며, tele-immersive collaboration 을 실현하기 위해 CALVIN, NICE 등의 과제를 진행하였다[2][3]. 그러나 이러한 연구에도 불구하고, 분산 상호작용을 위한 표준 플랫폼이 제시되지 않고 있으며, 상호작용을

* 이 연구는 KIST와 KJIST 지원에 의해 수행 되었음

위한 입력장치의 복잡성과 이에 따른 사용자의 부자연스러운 행동 등이 문제점으로 여전히 남아 있다. 또한, 몰입형 디스플레이와 햅틱 디바이스에 의존한 출력 시스템은 가상 환경에 존재하는 다양한 정보를 효율적으로 전달하지 못한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 컨텍스트 기반 분산 상호작용을 지원하는 가상환경 프레임워크를 제안한다. 제안된 프레임워크는 현실과의 인터페이스를 포함한 가상 환경, 컨텍스트 기반의 입력단, 그리고 다양한 정보에 기반한 출력단으로 이루어진다. 가상 환경을 구현하기 위하여 NAVERLib[5]을 이용하였고, 현실과 가상간의 인터페이스로 XML 기반 컨텍스트 서비스 매니저(Context Service Manager)를 구현하였다. 입력단에 컨텍스트를 파악하기 위해서 ubi-UCAM[4]을 사용하였고 현실감있는 사용자의 참여를 위해서 비전과 PDA 기반 사용자 인터페이스를 추가하였다. 출력단에는 웹 서버를 이용하여 가상 환경의 정보 공유 및 증강을 시도하였다.

제안된 프레임워크는 현실과 가상간의 인터페이스를 통하여 현실 세계의 사용자 정보나 주변 환경 정보를 가상 세계에 반영 함으로써 현실세계와 가상세계의 상호작용을 제공한다. 또한, 가상 세계는 사용자가 있는 환경 속의 서비스를 동작 시킴으로써 다시 현실 세계를 변화 시킬 수 있다. 입력단에 있는 컨텍스트 인식 모듈은 사용자나 주변 환경에 따라 차별화된 입력 신호를 생성한다. 따라서 상호작용을 위한 사용자의 부자연스러운 행동들을 최소화 할 수 있으며 사용자 중심의 상호작용을 지원할 수 있다. 출력단에 있는 다수의 서버는 가상 세계 및 현실 세계에서 발생하는 다양한 정보를 저장 및 관리한다. 따라서 사용자들간에 실시간으로 다양한 정보를 공유하고 증강할 수 있으며, 몰입형 디스플레이와 햅틱 디바이스에 의존한 출력 시스템의 단점을 보완하였다. PDA 나 비전기반과 같은 컨텍스트 기반 인터페이스는 현실감을 저해하지 않으면서 사용자의 컨텍스트를 입력 받게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 제안한 컨텍스트 기반 가상 환경에 대한 정의를 내리고 요구사항을 나열한다. 3 장에서는 제안한 프레

임워크의 구현과 각 컴포넌트들에 대해서 설명한다. 4 장에서는 가상 문화 유적 답사 시스템으로의 적용과 그 실험 결과에 대해서 설명하고 5 장에서는 결론 및 추후과제에 대해 언급한다.

2. 컨텍스트 기반 가상환경

2.1 컨텍스트 기반 가상환경의 정의와 컴포넌트

전통적인 가상 환경은 현실 세계와는 또 다른 세계로 인식된다. 사용자는 그 안에서 현실 세계를 초월할 수 있는 장점이 있지만 현실 세계와 단절되는 문제점을 나타낸다. 제안한 컨텍스트 기반 가상 환경(CVE : Context-based Virtual Environment)은 현실 세계의 사용자의 정보나 주변 환경의 정보를 가상 세계에 반영 함으로써 현실과 별개인 가상 환경이 아니라 현실과 연결되어 있는 가상 환경을 말한다. 따라서 가상 세계는 현실 세계를 반영하여 변화되고, 변화된 가상 세계는 다시 현실 세계를 변화 시키는 상호작용을 보장한다.

CVE 는 현실과의 인터페이스를 포함한 가상 환경, 컨텍스트 기반의 입력단, 그리고 다양한 정보에 기반한 출력단으로 이루어진다. 입력단에는 기존의 가상 환경에 컨텍스트 인식 모듈이 첨가된다. 출력단에는 가상 환경이나 현실 환경의 정보를 저장 및 관리하는 정보 서버(IS : Information Server)둔다. 입력단과 출력단에는 각각 컨텍스트의 생성을 위한 컨텍스트 기반 사용자 인터페이스를 포함한다. 컨텍스트 인식 모듈은 사용자나 주변 환경에 따라 차별화된 입력 신호를 생성한다. 따라서 상호작용을 위한 사용자의 부자연스러운 행동들을 최소화 할 수 있으며 사용자 중심의 상호작용을 지원한다. 출력 단에 있는 웹 서버와 데이터베이스 서버와 같은 정보 서버는 기존의 몰입형 디스플레이 환경과 햅틱 디바이스에 추가하여 가상환경에 대한 다양한 정보를 제공한다. 또한 현실감을 저해하지 않으면서 사용자의 컨텍스트를 입력 받기 위해서 비전과 PDA 를 이용한 사용자 인터페이스를 사용한다.

2.2 컨텍스트 기반 인터렉션과 요구 조건

전통적인 가상 환경에서의 상호 작용은 친숙하고

자연스러운 직관적 상호 작용에 중점을 둔다. 제안한 CVE 에서는 이에 컨텍스트 기반 상호작용을 지원한다. 컨텍스트 기반 상호작용은 CVE 의 각 컴포넌트들 간의 컨텍스트 교환 작업이라 정의한다. 컨텍스트 기반 상호작용은 사용자나 주변 환경 혹은 가상 환경 내에서의 컨텍스트에 의한 무의식적이면 서도 보다 현실에 가까운 상호작용에 중점을 둔다. 이러한 컨텍스트 기반 상호작용에 의해서 제공되어 지는 서비스를 컨텍스트 기반 서비스라 정의한다. 그림 1 은 컨텍스트 기반 가상환경에서의 컴포넌트들의 위치와 상호작용이 가능한 방향을 보여준다.

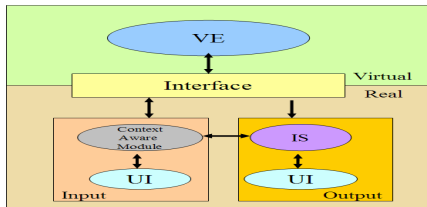


그림 1. CVE 컴포넌트와 상호 작용

이를 고려하여 컨텍스트 기반 가상 환경의 요구 조건을 다음과 같이 정의 하였다. 첫째, 서로 다른 데이터 타입과 처리 방식을 가지고 있는 각각의 컴포넌트들간의 효율적인 데이터 동기화가 필요하다. 둘째, 네트워크 가상 환경에서 원격지에 있는 다른 사용자와의 분산 상호작용을 지원하여야 한다. 마지막으로 일관성있게 다양한 컨텍스트 기반 서비스를 제공할 수 있는 확장성이 있어야 하고 다양한 응용 프로그램에 쉽게 적용할 수 있는 투명성이 필요하다.

3. CVE 의 구현

3.1 ubi-UCAM 과 NAVERLib 기반의 CVE

위에 언급한 요구 조건을 바탕으로 그림 2 와 같은 CVE 구조를 구현하였다. 가상 환경의 구현을 위한 VR 기술로 NAVERLib 을 사용하였다. 사용자나 주변 환경의 컨텍스트를 수집하고 이를 기반으로 사용자 중심의 컨텍스트 기반 상호작용을 수행하기 위해서 ubi-UCAM 을 사용하였다. 현실감을 더욱 증가 시키는 사용자 인터페이스로써 비전과 PDA 를 추가하였고 웹 서버와 데이터베이스 서버를 이용하여 특정한 가상 환경에 대

한 정보를 제공하였다. 가상 환경과 현실 환경을 연결 하는 인터페이스로 컨텍스트 서비스 매니저(Context Service Manager)를 구현하였다.

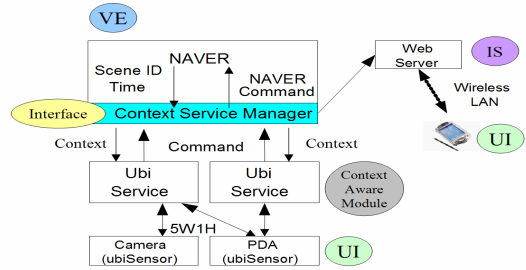


그림 2. ubi-UCAM 과 NAVERLib 기반의 CVE 구조

분산 상호작용을 충족시키기 위해서 그림 3 과 같은 네트워크 프레임워크를 구현하였다. 본 시스템에서는 데이터 통신과 동기화를 위하여 가상 공유 메모리 서버(VSMS : Virtual Shared Memory Server)를 두었다. VSMS 는 각각의 클라이언트들로부터 들어오는 데이터를 모든 클라이언트에게 전달하는 역할을 수행하였다. 따라서 가상 공유 메모리 서버에 의해서 클라이언트들간에 투명성이 제공되었다. 또한 네트워크 가상 환경에서는 가상 환경을 제어하려는 클라이언트들간에 충돌이 있을 수 있었다. 가상 공유 메모리 서버는 Lock 을 사용하여 이러한 동시성을 제어한다. 유비서비스들 간의 동기화는 ubi-UCAM 내부의 서비스간 네트워크에 의해서 각각 수행되어질 수 있었다.



그림 3. VSMS 를 기반으로 클라이언트들간의 투명성을 보장하는 네트워크 CVE 구조

3.2 컨텍스트 인식 모듈과 가상 환경의 생성

가상 환경의 구현을 위한 VR 기술로 NAVERLib 을 사용하였고, 사용자나 주변 환경의 컨텍스트를 수집하고 이를 기반으로 사용자 중심의 컨텍스트 기반 상호작용을 수행하기 위해서 ubi-UCAM(a Unified Context-Aware Application Model for ubiHome)을 사용하였다.

ubi-UCAM 은 본 연구실에서 연구중인 ubiHome 을 위한 컨텍스트 기반 응용 서비스 모형으로써 지능화

된 센서와 응용 서비스를 이용하여 그림 4 와 같이 유비서비스(ubiService)와 유비센서(ubiSensor)로 구성된다. 유비센서와 유비서비스는 각각 프로세싱 및 네트워킹 모듈을 이용하여 필요한 정보를 생성하고 서로 교환한다. 그리고 유비센서는 감지된 신호정보를 분석하여 모든 유비서비스가 사용할 수 있는 5WIH 형태의 초별 컨텍스트를 생성한다. 유비서비스는 여러 유비센서가 제공하는 초별 컨텍스트들을 결합하여 통합 컨텍스트를 만들고, 통합 컨텍스트를 통해 사용자의 상태를 보다 정확하게 파악한다. 그 후 통합 컨텍스트를 유비서비스의 현재 상태 정보에 반영하여 서비스 실행에 필요한 최종 컨텍스트를 직접 생성한다. 또한 유비서비스는 현재 연결된 유비센서에 통합 컨텍스트를 제공함으로써 각각의 유비센서가 보다 정확한 초별 컨텍스트를 결정할 수 있게 한다.

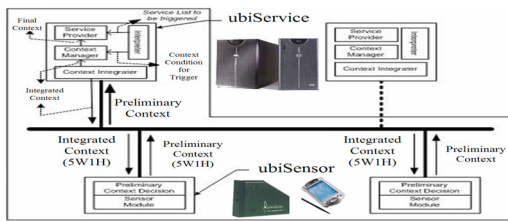


그림 4. 유비센서와 유비서비스로 이루어진 ubi-UCAM의 구조

NAVERLIB 은 KIST 에서 연구중인 가상현실 라이브러리로써 네트워크로 연결된 다수의 컴퓨터들을 연결하여 구성하는 분산 마이크로커널 아키텍처 프레임워크이다. NAVERLIB 아키텍처는 3 차원 가상공간과 다양한 인터페이스, 인터랙션을 통합하여 원하는 형태의 가상현실 콘텐츠를 제작하도록 한다. XML 을 기반으로한 NAVERLIB 스크립팅 언어는 시스템 구성 뿐만 아니라 가상공간(scenegraphs), 더 나아가 다양한 상호작용 및 시나리오를 스크립트로 작성할 수 있게 한다. NAVERLIB 은 2 차원 및 3 차원 그래픽 응용프로그램을 개발하기 위한 API 인 OpenGL 을 기반으로 한 OpenGL Performer 를 그래픽 라이브러리로 사용한다. 그림 2 는 서버와 매니저 형식의 NAVER 커널의 구조와 컴포넌트들을 나타낸다.

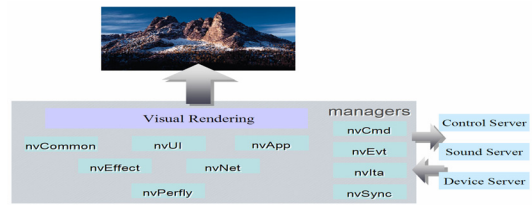


그림 5. NAVERLib 의 커널의 구조와 컴포넌트들

3.3 인터페이스의 구현

가상 세계와 현실 세계를 연결 시키시기 위해서 XML 기반의 컨텍스트 서비스 매니저를 구현하였다. 컨텍스트 서비스 매니저의 역할 및 CVE 상에서 이루어질 수 있는 컨텍스트 기반 서비스들의 예는 그림 6 과 같다. 컨텍스트 서비스 매니저는 현실 세계로부터 오는 커맨드나 컨텍스트를 분석하여 가상 세계를 변화 시키는 서비스를 수행한다. 이를 위해서는 상호작용을 담당하는 상호작용 관리자와 통신하여야 한다. 또한 가상 환경에 가상의 센서를 두어 가상 환경의 컨텍스트 정보를 생성할 수 있다. 컨텍스트 생성자는 이런 정보들을 취합하여 5WIH 의 초별 컨텍스트로 만들고, 컨텍스트 매니저는 만들어진 초별 컨텍스트를 현실 세계에 되돌려 주어서 각 컴포넌트들이 그 컨텍스트를 기반으로 다양한 서비스를 수행할 수 있도록 도와준다.

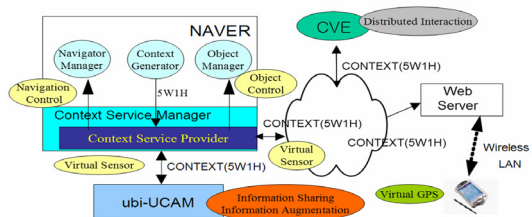


그림 6. CVE 상에서의 컨텍스트 기반 서비스들의 예와 컨텍스트 서비스 매니저의 역할

또한 컨텍스트 서비스 매니저는 CVE 를 구축하려는 사용자들이 프로그래밍을 하지 않고도 기존의 기술들을 쉽게 가상 환경에 결합할 수 있도록 지원한다. 이를 위해서 CVE 를 구성하는 각 컴포넌트들을 XML 기반으로 모듈화를 하였다. 현재 컨텍스트 서비스 매니저는 그림 7 과 같은 DTD

구조를 가지고 있다. 각각의 Context Service Manager 는 사용자 그룹의 이름을 명시하는 WHO 태그를 가지고 있다. 또한 Virtual Sensor 태그를 이용하여 가상 세계에 가상의 센서를 넣을 수 있고 Context Service 태그를 이용하여 가상 세계가 수행할 수 있는 컨텍스트 기반 서비스들을 정의 할 수 있다. Distributed Interaction 태그는 네트워크 가상 환경에서의 분산 상호작용을 정의한다.

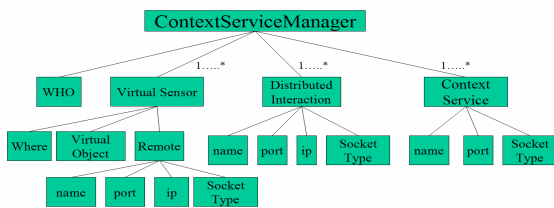


그림 7. 컨텍스트 서비스 매니저의 DTD

3.4 비전 및 PDA 기반의 사용자 인터페이스

3.4.1 비전 기반 사용자 인터페이스

사용자의 제스처를 기반으로 자연스러운 입력을 유도하기 위하여 비전 기반 3 차원 공간 센서를 이용한다. 3 차원 공간 센서는 정확한 사용자 제스처를 위해서 사용자 주변에 생성된 가상의 공간을 그림 8 처럼 격자 형태로 분할하고 적절한 공간을 공간 센서로 지정한다. SS{1,...,8}은 사용자의 제스처를 감지할 수 있는 공간센서 영역이다. 그리고 이 영역을 사용자가 직접 접촉함으로써 공간센서를 이용한다. 제안된 공간센서의 디자인은 사용자의 상,하,좌,우 공간뿐만 아니라 전,후를 사용할 수 있기 때문에 기존의 2 차 영상에 기반한 비전 시스템들이 갖는 한계를 극복하고, 보다 다양한 사용자의 제스처를 감지할 수 있다. 공간 센서는 사용자로부터 복잡한 센서나 기기를 제거하고, 전형적인 컴퓨팅 환경으로부터 사용자를 자유롭게 만든다. 따라서 제안한 공간 센서는 사용자가 환경과 상호작용을 하기위해서 대표적인 사용자 입력 장치인 wand, 3D Joystick 등보다 사용자의 의사를 효과적으로 전달할 수 있다.

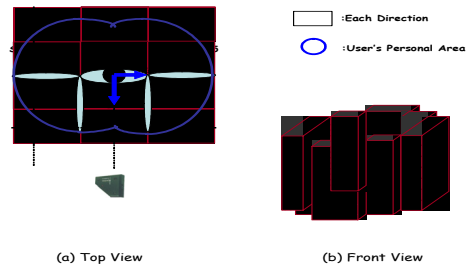


그림 8. 공간 센서의 배치

3.4.2 PDA 기반 사용자 인터페이스

최고 사양의 디스플레이 장비를 사용하더라도, 사용자에게 가상의 물체에 대한 정보를 문자로 제공하기에는 적합하지 않다. 따라서, 가상의 물체에 대한 다양한 정보를 문자 및 상호작용적으로 표현하는 방안에 대한 연구가 필요하였다. 이를 위해 구현된 시스템은 그림 9 와 같다. 본 시스템은 웹 기반으로 PDA 를 이용한 정보의 공유 및 증강을 할 수 있다. PDA 는 또한 사용자의 컨텍스트를 효율적으로 입력하거나 wand, 3D Joystick 같은 입력 장치에 추가하여 보다 자연스러운 사용자 인터페이스를 구현할 수 있다.

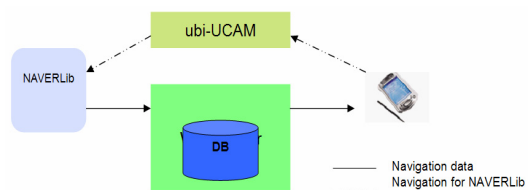


그림 9. 웹기반 PDA 사용자 인터페이스

4. 실험 및 결과

우리는 제안된 시스템을 그림 10 과 같이 가상 유적 답사 시스템에 적용하여 그 유용성을 확인 하였다. 가상 유적 답사 시스템은 가이드 부분과 다수의 관람객 부분으로 이루어진다. 가이드 부분의 사용자 인터페이스로는 공간 센서를 사용하였고 컨텍스트 기반 서비스로는 가이드의 제스처로 네비게이션을 하는 Navigation_Control 과 가상 환경을 변화 시켜주는 Scene_Control 을 두었다. 또한 가이드의 컨텍스트는 관

람객의 가상 환경으로 전해져서 관람객과 분산 상호작용을 지원하도록 하였다. 이를 통해 가이드는 부자연스러운 입력 장치를 사용하지 않고 현실 세계의 가이드 처럼 자연스러운 몸 동작만으로 관람객들을 원하는 장소로 안내할 수 있었다. 또한 관람객 중심의 가이드를 제공하여 줄 수 있었다. 본 실험에서는 관람객의 컨텍스트가 가이드에게 전달되어서 관람객의 나이 및 선호도에 따라 자동적으로 네이게이션에 사용된 교통 수단 및 속도가 바뀌는 것을 확인 할 수 있었다.



그림 11. 가상 GPS



그림 10. 가상 문화 유적 답사 시스템 구조

관람객 부분의 사용자 인터페이스로는 PDA 를 두었고 컨텍스트 기반 서비스로는 PDA 를 기반으로 네비게이션을 지원하는 Navigation_Control 을 두었다. 관람객은 유적 답사 중에 자신의 위치나 방향에 둔감해져서 몰입감이 떨어질 수 있었다. 따라서 그림 11 과 같이 관람객의 컨텍스트를 웹 서버에 전달하여 PDA 를 통한 가상 GPS 서비스를 제공 하였다. 관람객은 가상 GPS 를 이용해서 자신의 위치는 물론 원격지의 다른 관람객의 위치와 방향을 확인하였다. 또한 데이터베이스 서버를 두고 가상 환경 안의 사용자의 컨텍스트를 사용하여 특정 문화 유적에 대한 정보를 PDA 를 통해서 공유하고 증강시켰다. 가상 환경에 의해 제공되는 컨텍스트 뿐만 아니라 사용자 PDA 에 입력되어 있는 사용자 컨텍스트를 사용하여 사용자 중심의 정보를 제공하였다. 본 실험에서는 같은 문화 유적이라도 사용자의 국적에 따라 틀린 언어로 정보를 표시하고 연령에 따라 수준이 다른 정보를 표시하는 사용자 중심의 서비스를 제공하였다. 또한 컨텍스트는 다른 관람객과 가이드의 가상 환경에도 전달이 되어서 떨어져 있는 사용자들간에 분산 상호작용을 유도하였다.

5. 결론 및 추후 과제

본 논문은 컨텍스트 기반 분산 인터랙션을 위한 가상 환경 프레임워크를 제안하였다. 또한 ubi-UCAM, NAVERLib, 컨텍스트 서비스 매니저, 공간 센서, PDA, 그리고 웹 서버와 데이터베이스 서버를 이용하여 CVE 를 구현 하였다. 구현된 CVE 는 가상 문화 유적 관람 시스템에 적용하여 그 유용성을 입증하였다. 추후에 많은 컨텍스트 기반 서비스들을 구현하고 많은 어플리케이션에 적용을 하면서 지속적인 수정 및 보완이 요구된다. 또한 가상 현실 기술, 컨텍스트 인식 기술, 그리고 사용자 인터페이스 기술의 자체적인 연구 개발이 필요하고 이들을 연결시켜줄 수 있는 인터페이스 기술의 연구 역시 계속 되어야 한다.

6. 참고 문헌

- [1] C.Grünheit, A.Smolic, T.Wiegand, "Efficient Representation and Interactive Streaming of High-Resolution Panoramic Views", Proc. ICIP 2002, IEEE International Conference on Image Processing, Rochester, NY, USA, September 22-25, 2002.
- [2] Jason Leigh, Andrew E.Johnson, Thomas A.DeFanti. "CALVIN: an Immersimedia Design Environment Utilizing Heterogeneous Perspectives", Proc. IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems'96.
- [3] Johnson, A., Roussos, M., Leigh, J., Barnes, C., Vasilakis, C., Moher, T., "The NICE Project: Learning Together in a Virtual World,". In the proceedings of VRAIS '98, Atlanta, Georgia, March 14-18, 1998, pp.176-183.
- [4] S.Jang, W.Woo, "ubi-UCAM: A Unified Context-Aware Application Model," Context03, pp. 178-189, 2003.
- [5] C.Park, H.Ko, H.Ahn, J.Kim "NAVER : design and implementation of XML-based VR Framework on a PC cluster", Virtual Systems and MultiMedia(VSMM) pp 967 - 975, 2002