

VRmeeting : 웹상에서 실시간 화상 대화 지원 분산 가상 환경

정헌만*, 탁진현*, 이세훈**, 왕창종*

*인하대학교 전자계산공학과, **인하공업전문대학 전자계산기과
e-mail : hmjung@true.inhatc.ac.kr, tak2023@hanmail.net, seihoon@true.inhatc.ac.kr,
cjwangse@inha.ac.kr

VRmeeting : Distributed Virtual Environment Supporting Real Time Video Chatting on WWW

Heon-Man Jung*, Jin-Hyun Tak*, Sei-Hoon Lee**, Chang-Jong Wang*

*Dept. of Computer Science & Engineering, Inha University

**Dept. of Computer Engineering, Inha Technical College

요 약

다중 사용자 분산 가상환경 시스템에서는 참여자들 사이의 의사 교환을 위해 텍스트 중심의 채팅과 TTS 등을 지원하고 언어 외적인 의사교환을 지원하기 위해 참여자의 대리자인 아바타에 몸짓이나 얼굴 표정 및 감정등을 표현할 수 있도록 애니메이션 기능을 추가하여 사용한다. 하지만 아바타 애니메이션으로 참여자의 의사 및 감정 표현을 표현하는 데는 한계가 있기 때문에 자유로운 만남 및 대화를 지원할 수 있는 환경이 필요하다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 참여자의 얼굴과 음성을 가상 공간상에 포함시킴으로써 보다 분명하고 사실적인 의사교환과 감정표현이 가능할 것이다. 이 논문에서는 컴퓨터 네트워크를 통해 형성되는 다중 사용자 가상 환경에서 참여자들의 의사 교환 및 감정 표현을 극대화하고 자유로운 만남과 대화를 제공하는 실시간 화상 대화가 가능한 분산 가상 환경 시스템을 설계하였다. 설계한 시스템은 참여자들의 거리와 주시 방향에 따라 이벤트의 양을 동적으로 제어함으로써 시스템의 부하를 최적화할 수 있는 구조를 갖고 있다.

1. 서론

가상공간 내의 다수의 참여자 및 가상 공간과의 실시간 상호 작용을 제공하는 분산 가상 환경(Distributed Virtual Environment)은 인터넷 등의 통신망의 고속화와 개인 컴퓨팅의 고급화 등 통신 환경의 급격한 발달로 인해 대중적으로 수용할 수 있는 인프라가 갖추어지면서, 컴퓨터를 기반으로 보다 현실감 있는 상호 작용과 협력 작업을 원하는 모든 응용 분야에 중요 기술이 되고 있어, 인간의 사회적 활동을 지원하는 새로운 수단으로 자리잡고 있다[1]. 분산 가상 환경 응용으로는 팀 훈련, 협력 작업, 다중 참여자 게임, 쇼핑 몰이나 상품 전시장, 가상 도서관, 온-라인 무역 박람회, 학술회의, 원격 교육 등의 응용들이 있으며, 그 활용 범위는 인간사회에서 일어나고 있는 거의 모든 일들로써 그 활용 범위는 무궁하다고 할 수

있다[1, 2, 3].

기존 분산 가상환경 시스템에서는 참여자들 사이의 의사 교환을 위해 텍스트 중심의 채팅과 TTS(Text To Speech) 등을 지원하고, 언어 외적인 의사 교환(non-verbal communication)을 지원하기 위해 참여자의 아바타(avatar)에 몸짓이나 얼굴 표정 등을 표현할 수 있도록 애니메이션 가능한 아바타를 사용한다[4, 5]. 하지만 몇 가지의 미리 정해진 애니메이션만으로는 참여자의 기분이나 감정 상태를 표현하는데 한계가 있고 특히, 아바타로 감정을 표현하는 것은 표현이 지나치게 제한되어 있다[6]. 또한, 일반적인 화상회의 시스템은 화상과 음성을 단순히 전달하거나 프로그램을 공유하는 것으로서 매우 제한된 공간 영역의 가상 공간에서 만의 대화가 가능하다[7, 8]. 즉, 공원이나 회의실 같은 3 차원의 현실감 있는 가상공간에서의 만남과 대

화 또는 협업 작업등이 지원되고 있지 않다. 따라서 이 논문에서는 컴퓨터 네트워크를 통해 형성되는 가상 환경 내의 사이버 사회에서 참여자들의 의사 교환 및 감정 표현을 극대화하고 원하는 3 차원 공간을 만들어 그 속에서 자유로운 만남과 대화를 제공하는 실시간 화상 대화가 가능한 분산 가상 환경 시스템인 VRmeeting 을 설계 및 구현한다. VRmeeting 은 VRWork[3]을 기반으로 하여 확장한다.

2. 관련 연구

이 장에서는 분산 가상 환경의 특징과 다중 사용자 분산 가상 환경 시스템에 대해 고찰한다.

2.1 분산 가상 환경의 특성

분산 가상 환경은 지리적으로 떨어져 있는 여러 사용자가 실시간으로 상호 작용하는 소프트웨어 시스템으로 다음과 같은 공통적인 특성들을 갖는다[1, 2, 3].

- 공간에 대한 공유 감각 : 모든 참여자들은 같은 장소, 예를 들어 같은 방, 같은 건물, 같은 지대에 있다는 느낌을 받아야 한다.
- 존재에 대한 공유 감각 : 공유된 장소에 입장할 때, 각 참여자들은 아바타라 부르는 가상의 자아를 대동한다. 분산 가상 환경에 입장한 참여자는 공유 공간에 존재하는 다른 아바타들을 볼 수 있고, 기존의 참여자들은 새로운 참여자의 아바타를 볼 수 있다.
- 시간에 대한 공유 감각 : 참여자들은 서로의 행위가 발생하였을 때 이를 볼 수 있어야 한다. 즉, 분산 가상 환경은 실시간 상호 작용을 가능하게 하여야 한다.
- 공유 수단 : 참여자들은 환경 내의 아이템들을 집어 들고, 움직이고, 조작하고 다른 참여자에게 줄 수 있어야 한다.
- 의사 교환 수단 : 분산 가상 환경에서는 각 참여자들을 위한 존재의 시각화 뿐만 아니라 참여자들 간의 효율적인 의사 교환 수단을 제공하여야 한다.

2.2 분산 가상 환경 시스템의 고찰

다중 사용자 분산 가상 환경을 지원하는 많은 시스템들이 구현되었다. DIVE(the distributed Interactive Virtual Environment)[9]는 다중사용자를 제공하고, 참여자는 동적으로 가상세계에 참여하거나 이탈 할 수도 있고, 가상 세계간 이동할 수도 있다. 또한 객체의 행위를 동적으로 정의하기 위한 스크립트(script language)를 제공한다. Diamond Park[10]는 공원과 마을, 오픈-에어(open-air) 카페를 가지고 있으며, Community Place[11]는 브라우저를 통해 VRML 세계를 향해하고, 세계 안의 객체와 상호 작용할 수 있으며, 텍스트 채팅을 지원한다. 다중 참여자 지원은 클라이언트-서버 패러다임에 의해 지원되는데, 참여자들은 Bureau 라 불리는 서버에 인터넷으로 접속하여 다른 참여자와 상호 작용한다. CommunityPlace 의 설계 목적은 낮은 대역폭의 모뎀 접속자들이 Bureau 서버에 접속할 수 있는 구조를 개발하는 것이었다. InterSpace[12]는 온라인 쇼핑과 원격 교육 특성을 가진 CyberCampus 의 실

협적인 서비스를 위해 영상과 음성 대화를 제공한다.

이러한 분산 가상 환경에서의 연구 초점은 많은 종류의 가상 객체를 포함하는 현실감 있는 가상 환경의 구성과 다중 참여자 간의 상호작용을 지원하기 위해 3 차원 가상 공간에 대한 다중 참여자들의 뷰 일치 및 제한된 네트워크 대역폭과 시스템 자원상에서 대규모의 다중 참여자들을 지원하기 위해서 공간 관리의 효율성 증대 노력에 집중되어 있다. 또한 참여자들 간의 의사 교환을 위해 텍스트 채팅 및 TTS 등의 수단을 제공하고, 언어 외적인 의사 소통을 지원하기 위해 아바타의 몸짓이나 표정 등을 아바타 애니메이션으로 제공한다[4, 5]. 하지만 미리 정해진 애니메이션으로 참여자의 의사와 감정 상태를 표현하기에는 한계가 있다[6].

3. VRmeeting 설계

이 장에서는 VRWork[3]을 기반으로 화상 대화 기능을 확장한 웹 기반 분산 가상 환경에서 실시간 화상 대화 지원 시스템인 VRmeeting 을 설계한다.

3.1 공간 모델과 인식 관리

다중 사용자에게 공간, 존재 및 시간에 대한 공유 감각을 제공하기 위해서는 참여자가 속한 공유 가상 공간에서 발생하는 동적 상태 정보(dynamic state vector)에 대한 변경 이벤트가 발생하였을 때, 참여자의 사이트로 이벤트가 전달되어 변화가 반영되어야 하며, 참여자 간의 대화가 실시간으로 가능해야 한다.

가상 세계에 참여자 수가 많은 경우 네트워크 부하를 최소화 하면서 공유 감각을 제공하기 위해 가상 세계를 이벤트 전달 범위의 기본 단위가 되는 분할 영역인 존(zone)들의 집합으로 정의한다.

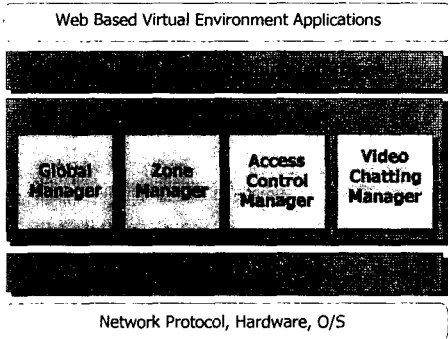
공간 분할의 단위인 존의 영역은 가상 세계 저작성에 물리적으로 결정되며, 존안에는 공간을 구성하는 정적 개체들과 행위를 갖는 동적 객체들을 포함한다.

동적 객체의 위치 속성을 그 객체의 3 차원 위치 좌표와 주시방향, 그리고 현재 속한 존의 이름을 포함하도록 하여 참여자나 공유 객체의 행위에 따르는 변화 이벤트를 해당 존 안의 참여자들에게만 전달하도록 제한하고, 이벤트의 전달 범위와 빈도를 참여자들 사이의 위치에 따른 거리와 주시 방향에 따라 결정되는 관심 정도(Degree Of Interest : DOI)에 따라 결정한다. 이 논문에서는 DOI 계산의 오버헤드를 줄이기 위해 존을 고정된 크기의 육각형 셀들로 매핑하고, 동적 객체의 위치 속성에 셀 ID 를 추가하여 동적 객체가 속한 셀의 ID 비교와 주시 방향에 따라 DOI 를 계산하도록 한다.

3.2 시스템 구조

VRmeeting 시스템의 전체 구조는 [그림 1]과 같다. 시스템은 VRWork 을 기반으로 설계하였으며, 이벤트 브로커를 중심으로 한 클라이언트 서버 구조를 갖는다. 클라이언트에는 참여자와 가상 세계와의 상호작용

과 다른 참여자와의 통신 수단을 제공하는 사용자 인터페이스가 자바 애플릿으로 제공되며, 다중 참여자들 간의 실시간 상호작용을 지원하는 서비스 모듈들은 서버에 위치한다.



[그림 1] 시스템 구조

- 이벤트 브로커는 이벤트의 동적인 공급(publishing)과 등록(subscribing)을 지원하여 실행시간에 변하는 DOI를 반영하여 동적으로 이벤트를 필터링할 수 있으며, 이벤트를 XML로 기술하여 이벤트의 내용에 기반한 필터링이 가능하다.

- 존 관리자(Zone Manager)는 존 안의 참여자들 간의 상호작용을 지원한다. 존 관리자에서는 현재 존 안에 있는 참여자들의 위치 속성인 셀 ID의 비교를 통하여 특정 이벤트에 대한 참여자들의 DOI를 계산하고, 이 결과에 따라 이벤트 전달 범위와 빈도를 결정한다.

- 전역 관리자(Global Manager)는 전체 가상 환경 안의 참여자들의 입장과 탈퇴를 관리하고, 존 관리자들을 조정한다. 참여자가 특정 존 안으로 진입하면 전역 관리자는 존 관리자로 참여자 정보를 전송한다.

- 접근 제어 관리자(Access Control Manager)는 참여자들의 역할에 따라 공유 공간 및 객체들에 대한 접근 권한을 제어한다.

- 화상 대화 관리자(Video Chatting Manager)는 참여자들 간의 화상 대화가 가능하도록 참여자들의 대화 화상과 음성 스트림을 전달하며, 네트워크의 부하를 줄이고 현실감 있는 3차원 대화를 제공하기 위해 화상 이미지의 전달 범위와 빈도, 음성의 크기를 참여자의 DOI에 따라 다르게 결정한다.

3.3 화상 대화 관리자

화상 대화 관리자는 존 안의 참여자들에 대한 화상 대화에 대한 지원을 담당한다. 화상 대화 관리자는 존 관리자로부터 발언하고 있는 참여자에 대한 다른 참여자들의 DOI를 전달 받고, 전달 받은 DOI에 따라 화상의 전달 범위와 빈도, 음성의 크기를 결정한다. 이를 위해 화상 대화 관리자는 발언자의 화상과 음성을 전달하는 처리 모듈과 전달 범위와 빈도, 음성의 크기를 결정하는 범위/형태 결정 모듈로 구성된다. 처리 모듈과 범위/형태 결정 모듈은 미디어에 따라 다

르게 구성된다.

- 범위/형태 결정 모듈

화상 또는 음성의 전달 범위와 빈도, 음성 크기 결정은 참여자들 간의 DOI에 따라 결정된다. DOI는 참여자들 간의 거리차이(distanceValue)와 주시 방향 차이(orientationValue)에 의해 다음과 같이 결정된다.

DOI (Observer, Observed)

$$= a \times \text{distanceValue} + b \times \text{orientationValue}$$

e

where, $a + b = 1$

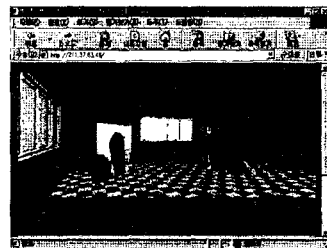
distanceValue와 orientationValue는 참여자들이 위치한 셀에 따라 셀 ID 비교를 통해 구해지며, 가중치 a와 b는 응용에 따라 개발자가 API를 통해 정할 수 있다. 예를 들어, 화상 데이터는 거리와 각도의 영향을 모두 받으므로 a와 b의 값을 비슷하게 설정하고, 음성 데이터는 거리의 영향을 더 많이 받으므로 a의 값을 b보다 크게 설정할 수 있다.

- 처리 모듈

대화 관리자는 클라이언트로부터 화상과 음성을 받아서 DOI내에 존재하는 화상 대화 참여자들에게 멀티캐스팅 한다. 화상 및 음성 데이터는 발언자 클라이언트에서 카메라와 마이크를 통해 연속적으로 받고 발언자의 화상은 JPEG 파일 포맷으로 화상 대화 관리자로 전달하고, 음성은 GSM610 포맷으로 전달한다. 대화 관리자는 연속적으로 업데이트되는 이 파일을 다른 대화 참여자들에게 전송한다. 관찰자 클라이언트의 VRML 브라우저는 클라이언트 사이트의 Java EAI를 통해 전송 받은 화상을 발언자의 아바타에 매핑시킨다.

4. 실험 및 평가

실험은 3차원 가상 환경에서의 자유로운 대화의 상호 작용 특성을 알아보기 위해 특정 주제에 대한 토론을 실제(Face-To-Face)대화, 화상 회의, 이 논문에서 구현한 VRmeeting 상에서 수행하여 참여자들이 결론을 이끌어 내기까지의 대화 패턴을 분석했다. [그림 2]는 3인의 참여자가 화상 대화를 하고 있는 실험 화면이다.



[그림 2] 화상 대화

- 실험 시나리오

21 명의 학생들이 실험에 참여하고, 그 학생들을 7 명씩 세 그룹으로 나누어 각각 실제 대화, 화상회의, VRmeeting 을 통해서 세가지 주제에 대해 각각 20 분씩 토론을 벌였다. 실험에 주어진 주제는 다음과 같다

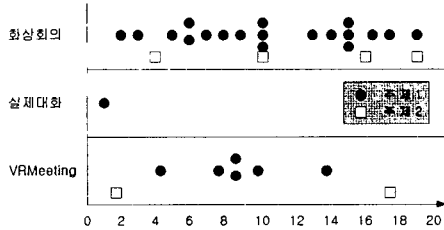
- 주제 1 : 1박 2일 일정의 MT 계획을 세울 것
 - 주제 2 : 의약 분업에 따른 문제점과 바람직한 해결 방법을 논의할 것.
 - 주제 3 : 자유 주제
- 실험의 결과는 다음과 같이 나타났다.

• 대화
 발언의 표준 편차 : 이 값은 전체 참여자의 발언 시간에 대한 각 참여자별 발언 율의 표준편차로 참여자들의 고른 대화 참여 여부를 알기 위해 측정하였다. 측정된 결과는 [표 1]과 같다.

[표 1] 실험간 대화 참여의 표준 편차 비교

| 구분 | 주제 1 | 주제 2 | 주제 3 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 실제 대화 | 13.45 | 20.52 | 16.39 |
| 화상 회의 | 12.28 | 18.21 | 19.27 |
| VRmeeting | 9.32 | 17.34 | 15.78 |

실험 결과는 모든 주제에 대해 참여자들이 VRmeeting 의 경우에 고른 대화 참여를 한 것으로 나타났다.
 잡담의 회수 : 이 값은 주제별로 결론 도출에 도움이 되지 않는 대화의 수를 측정한 것으로 결과는 [그림 3]과 같이 나타났다. 그림에서 오른쪽 화살표는 시간을 나타내고, 각 시간대 별로 잡담의 발생을 범주에 있는 기호로 표시하였다.



[그림 3] 잡담의 발생 빈도

실험의 결과 VRmeeting 에서 참여자들은 다른 대화 방법에 비해 고른 대화 참여율을 보였고, 실제 대화에 비해서는 떨어지지만 화상 회의에 비해 주제에 집중하는 것을 알 수 있었다. 이는 참여자들이 기존의 2차원 환경에서 보다 몰입적인 느낌을 받고, 자유로운 대화를 하기에 적합하다는 것을 보여준다.

5. 결론

이 논문에서는 가상 환경 내의 다중 사용자들의 의사 교환 및 감정 표현을 극대화하고 자유로운 대화를 할 수 있는 방법으로 실시간 화상 대화를 도입한 가상 환경 시스템을 설계하였다. 설계한 실시간 화상 대화 지원 분산 가상 환경 시스템은 참여자의 화상을 전달함으로써 기존 응용들에 비해 자유롭고 풍부한 의사 교환을 지원하고 있다. 또한, 화상 및 음성의

양을 거리와 주시 방향에 따라 동적으로 변화 시킴으로써 이벤트와 전달 데이터의 양을 최소화 할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Robert Rockwell, "An Infrastructure for Social Software," IEEE SPECTRUM, 1997.3
- [2] S. Singhal and M. Zyda, Networked Virtual Environments: Design and Implementation, Addison-Wesley, ACM Press, 1999.
- [3] 탁진현, VRWork: 웹 기반 분산 가상 환경 개발을 위한 프레임워크, 공학박사학위논문, 인하대학교, 2000. 8.
- [4] W. Lewis Johnson, Jeff W. Rickel, and James C. Lester, Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments, The International Journal of Artificial Intelligence in Education (2000) 11, 47-78.
- [5] Blaxxun Interactive's Web site: <http://www.blaxxun.de/products/index.html>
- [6] H. Nakanishi, C. Yoshida, T. Nishimura, and T. Ishida, FreeWalk : A 3D Virtual Space for Casual Meetings, IEEE Multimedia, April-June 1999, pp20-28.
- [7] K.Watabe et al., Distributed Multiparty Desktop Conference System Mermaid : Platform for Groupware, Proc. Int'l Conf. Computer Supported Cooperative Work(CSCW 90), ACM Press, New York 1990, pp. 27-38
- [8] R.W Root, Design of a Multimedia Vehicle for Social Browsing. Proc. Int'l Conf. Computer Supported Cooperative Work(CSCW 88), ACM Press, New York 1988, pp. 25-38
- [9] O. Hagsand, Interactive Multiuser Ves in the DIVE System, IEEE MultiMedia, Vol. 3, No. 1, Spring 1996, pp.30-39
- [10] R.C. Waters and J.W.Barrus, The Rise of Shared Virtual Environments, IEEE Spectrum, Vol. 34, No. 3. 1997, pp. 20-25
- [11] R. Lea et al., Community Place : Architecture and Performance, Proc. Symp. Virtual Reality Modeling Language(VRML97), ACM Press, New York, 1997, pp. 41-50
- [12] S. Sugawara et al., InterSpace:Networked Virtual World for Visual Communication, IEICE Trans. On Information and System, Vol. E77-D, No. 12, 1994, pp.1344-1349
- [13] C. Greenhalgh and S. Benford, Massive: A Collaborative Virtual Environment for Teleconferencing, ACM Trans. On Computer-Human Interaction, Vol. 2, No. 3, Sept. 1995, pp. 239-261