

가상 댄싱 공간에 적합한 계층적 QoS 구현

김 범은⁰ 원 유집, 박 중일, 박 용진
(bekim, yjwon)@ece.hanyang.ac.kr, jipark@email.hanyang.ac.kr, park@hyuee.hanyang.ac.kr

Hierarchical QoS Architecture for virtual dancing environment

Beom-Eun Kim⁰ You-Jip Won, Jong-Il Park, Yong-Jin Park
Dept. of Electronic Engineering, Hanyang University

요 약

네트워크를 통해 현실 세계와 같은 몰입감을 느낄 수 있는 가상공간을 구현하기 위해서는 분산 환경 지원, 동일한 가상 공간 공유, 사용자 QoS 지원 등 선결해야 할 과제가 많다. 본 논문에서는 아바타의 위치와 영향 범위에 따라 계층적인 사용자 QoS를 지원하는 가상 댄싱 공간 시스템을 제안하였다. 즉 Visual QoS와 Oral QoS의 단계에 따라 서버에서 클라이언트에게 전송되는 데이터를 조절함으로써 적응적, 계층적인 QoS를 지원하게 하였다.

1. 서 론

온라인 가상 현실 공간의 경우 다수의 사용자가 공유하고 상호 작용이 가능한 가상 현실 지원을 위한 시스템이 아직 미흡하다. 또한 대부분의 가상 공간은 뷰어의 시점으로 아바타가 가상 공간을 이동한다. 이에 로컬 아바타의 시점을 고려하여 계층적인 사용자 QoS를 지원해주는 가상 공간 시스템이 필요하다.

기존에 연구된 가상현실 시스템인 MASSIVE[1]는 *aura*, *focus*, *nimbus* 개념을 도입하여 대규모 분산가상현실에서 사용자간의 상호작용을 효과적으로 제어하고자 개발되었다. *aura*는 객체의 상호작용이 일어날 수 있는 범위를 나타내므로 *aura*의 충돌에 의해 객체간의 상호작용이 가능하게 된다. 객체간의 상호작용이 이루어지면 *focus*, *nimbus*에 의해서 객체간의 인지를 조정하고 이에 따라 적절한 QoS가 할당되게 된다. 그러나 이 시스템은 대규모 분산 가상 현실에서의 가능성을 검증하고자 *spatial model* 을 설계하였기 때문에 *aura* 모델의 경우, 객체들의 밀집도가 높은 분산 공간에서는 별로 효용성이 없다. 또한 *focus*, *nimbus* 을 이용한 인지모델은 관찰자의 시점과 아바타의 시점이 동일한 가상환경에서 설계되었으므로 관찰자의 시점과 아바타의 시점이 다른 가상환경에서는 적용될 수 없다.

따라서 기존 연구의 개념들을 부분적으로 수용하면서 구현하고자 하는 가상 댄싱 공간에 적합한 새로운 이론이 필요하다. 본 논문에서 제시하는 가상 공간의 특징은 다음과 같다.

- 가상 댄싱 공간이므로 아바타들의 동작이 빠르게 변하고 처리해야 할 데이터량이 많다.
- 공간에 대한 아바타들의 밀집도가 높다.
- 자신의 대리인인 아바타를 관찰자(뷰어)가 보고 컨트롤할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 아바타의 특성을 고려하여 아바타의 시점에 따른 새로운 QoS 모델을 제시하였다. 이 연구는 TIE(Tele-Immersion/Emersion) 프로젝트의 서버 지원 기술의 일환이며 TIE 프로젝트는 3D 아바타와 실영상 기반의 상호작용이 극대화된 가상 댄싱 공간의 시스템 프로토타입을 구현하고자 한다.

본 논문은 2장에서 가상 댄싱 공간에 적합한 계층적 QoS 모델을 제시하고 3장에서는 이를 검증하기 위해 구현한 실험 환경을 설명할 것이다. 4장에서는 2장에서 제시한 이론을 적용하고 이에 따른 실험결과를 보여줄 것이다.

2. 계층적 QoS 모델

용어의 혼동을 막기 위해 자신의 대리인인 아바타를 로컬 아바타, 다른 아바타를 리모트 아바타 라고 정의한다. 또한 가상 현실에서 뷰어와 아바타의 시점이 같은 경우를 *Subjective Mode*라 하고, 뷰어와 아바타의 시점이 다른 경우를 *Objective Mode*로 구분한다. 이 논문에서는 *Objective Mode*를 취한다.

2.1 Visual QoS

*Subjective Mode*에서 아바타의 QoS는 뷰어로부터 아바타까지의 거리에 따라 결정된다. 또한 가상 공간 내에 로컬 아바타가 존재하지 않으므로 로컬 아바타의 QoS는 관심의 대상이 아니다. 그러나 *Objective Mode*인 경우 로컬 아바타가 가상 공간에 나타나 리모트 아바타에 비해 높은 QoS를 요청하게 된다.

따라서 다음의 특징을 가진 QoS 모델이 필요하다.

- 로컬 아바타는 임계값 이상의 QoS를 갖는다.
- 리모트 아바타의 QoS는 뷰어로부터의 거리에 따른다.

• 리모트 아바타가 로컬 아바타의 영향(Influence Region)* 범위 내에 있는 경우, 로컬 아바타가 리모트 아바타 QoS를 결정할 수 있다.

뷰어가 $z = \alpha$ 의 위치에 있고, 아바타가 $z = \beta$ 의 위치에 있을 때 뷰어와 아바타간의 거리는 $D = |\alpha - \beta|$ 로 정의한다. 리모트 아바타의 QoS는 뷰어로부터의 거리에 반비례하므로 리모트 아바타의 QoS 단계는 $VQ_R = \frac{1}{D^2}$ 이다. 로컬 아바타의 QoS 단계는 $VQ_L = \max(Q_T, VQ_R)$ 이 된다. 여기서 Q_T 은 임계값 QoS 단계를 나타낸다. Visual QoS는 [1, 2, 3, 4, 5] 단계를 가지며 각 단계는 QoS를 나타내는 실 값에 매핑된다.

여기서 3D 아바타의 Visual QoS는 3D 객체의 LOD (Level Of Detail)로 표시하며 실영상의 Visual QoS는 스트림의 Frame Rate와 Encoding Rate로 나타낸다

2.2 Oral QoS

가상 댄싱 공간에서 아바타는 댄싱 음악을 듣기도 하고 다른 아바타와 대화(말하고 듣는)를 하기도 한다. 이러한 가상 댄싱 공간에서의 Oral QoS를 나타내기 위해 Influence Region과 DOI를 정의한다.

Influence Region은 기존 연구에서의 focus, nimbus 개념을 일부 수용하면서 가상 댄싱 공간에 적합하게 변형하였다. Influence Region은 각 아바타와 음원의 영향 범위로서 아바타 중심의 좌표와 반지름으로 결정된다. Influence Region의 반지름은 Visual QoS, 엄밀히 말하면 아바타의 뷰어로부터의 거리에 따라 적응적으로 변한다. 예를 들어, 뷰어로부터 먼 거리에 있는 아바타일수록 뷰어의 Visual QoS가 줄어들게 되므로 아바타의 Influence Region도 줄어들게 된다.

DOI (Degree Of Interaction)는 아바타간의 거리에 따른 상호작용 정도를 나타낸다. DOI 값에 의해서 소스로부터 아바타가 받는 영향이 달라지게 되는데 즉 가까이 있는 아바타간의 경우 소리가 더 크게 들리며 멀리 있는 아바타간의 경우 더 작은 소리를 듣는다.

결국 아바타의 Oral QoS는 Influence Region과 DOI에 의해 결정된다. 아바타가 소스로부터 영향을 받고 영향을 주는 Oral QoS를 OQ 라고 하면, 다음과 같이 정의한다. γ 는 비례 상수이다.

$$OQ \propto \gamma * \frac{\text{Influence Region}}{DOI}$$

로컬 아바타의 거리 이동과 아바타간의 상호작용 정도에 따라 볼륨 크기가 조절되므로 가상 공간 내에 아바타와 뷰어간의 일체감을 느낄 수 있다.

3. 가상 댄싱 공간 시스템 구조

본 시스템은 서버-클라이언트 구조로 JAVA, JAVA3D 기반으로 개발하였고 분산 환경과 가상 공유 공간을 지원하도록 설계하였다

본 시스템에 대해서 간략하게 설명하면 클라이언트에서는 3D 아바타의 정보와 실시간으로 캡처한 사용자의 실영상을 서버로 전송한다. 서버에서는 각 클라이언트에서 전송된 스트림 정보를 하나의 스트림으로 Muxing 하고, 각 클라이언트의 3D 데이터에 따라 업데이트된 Scene을 생성하여 이 데이터를 각 클라이언트에게 IP 멀티캐스트 형식으로 재전송 한다. 서버로부터 하나의 스트림으로 전송된 실영상 스트림은 클라이언트에서 Demuxing하여 렌더링 하게 된다. 또한 3D 정보는 아바타 정보, 배경 정보, 오브젝트 정보로 이루어져 있으며 이 정보를 가지고 클라이언트 화면을 생성하게 된다. 서버와 클라이언트의 전송 아키텍처는 그림 2 와 같다.

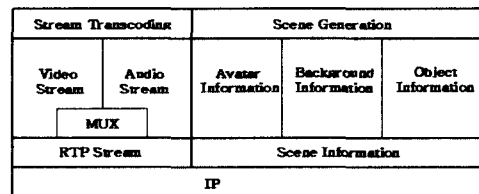


그림 1 서버 전송 아키텍처

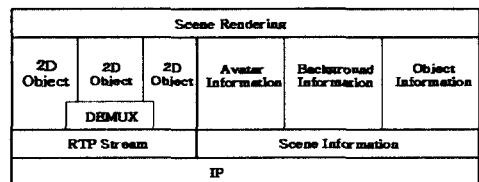


그림 2 클라이언트 전송 아키텍처

서버와 클라이언트의 주요 기능을 요약하면 다음과 같다.

가) 서버의 기능

- 다수의 클라이언트로부터 전송된 여러 개의 스트림을 하나의 스트림으로 처리하여 각 클라이언트에게 전송한다.
- 비디오, 오디오 스트림의 동기화를 수행한다.
- 사용자와의 인터랙션을 처리한다

나) 클라이언트의 기능

- 캡처 디바이스를 통해 사용자의 스트림 정보를 얻어 H.263으로 실시간 인코딩한다.
- 비디오와 오디오 스트림을 RTP를 이용하여 서버로 전송한다.
- 서버로부터 하나로 합쳐진 비디오, 오디오 스트림을 각각의 스트림으로 분리하여 렌더링한다.
- 서버로부터 3D Scene 정보를 받아서 렌더링한다.
- 서버를 통해 다른 클라이언트와의 인터랙션을 수행한다.

구현된 가상댄싱 공간 클라이언트의 실행화면을 나타내었다. 이 가상공간은 배경화면과 3D 오브젝트, 그리고 1명의 사용자가 실영상으로 참여하고 있다.

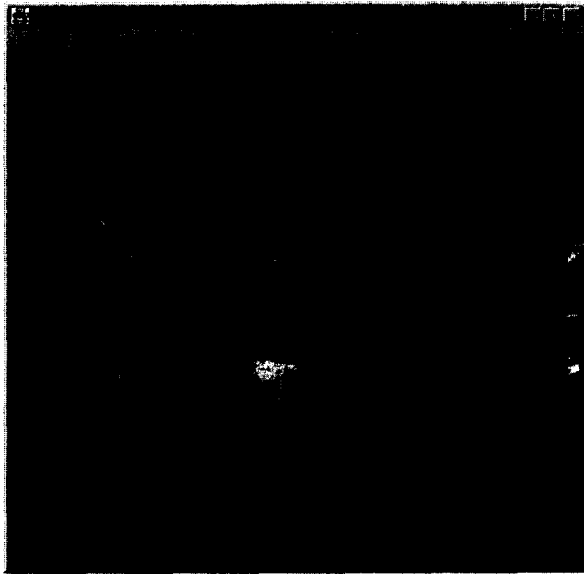


그림 3 가상 랜싱 공간 클라이언트 실행

4. 결과

구현한 가상 랜싱 공간에서 스트림은 사람의 영상을 이용하였으나 아바타는 3D 오브젝트로 실험을 대신하였다.

서버로부터 3D Scene을 전송 받아 가상환경을 구현한 클라이언트는 Visual QoS를 결정하기 위해 로컬 아바타의 뷰어로부터의 거리 D 를 계산하여 TCP 프로토콜을 통해 서버에 업데이트 한다. 서버에서는 D 에 의해 Visual QoS 요소인 LOD, Frame Rate의 단계를 결정하고 이에 대응하는 데이터를 각 클라이언트에게 전송한다.

Visual QoS인 LOD, frame rate에 대해 QoS를 [1,2,3] 세단계로 두어 실험하였다. Frame rate는 15Hz, 10Hz, 5Hz로 각각 매핑된다.

거리 D 에 의해 Influence Region의 반지름이 조절되는 데 Influence Region과 거리 D 의 제곱에 반비례한다. 프로세싱 로드를 줄이기 위해서 Influence Region이 충돌하는 아바타의 경우에만 Oral QoS를 계산하며 γ 값을 조정하여 OQ 가 0 ~ 1 사이의 값을 갖도록 하였다. OQ 와 불륨 크기와의 관계는 표 1에서 나타내었다.

표 1 QoS_v와 불륨과의 관계

OQ	불륨크기
0 ~ 0.2	1
0.2 ~ 0.4	2
0.4 ~ 0.6	3
0.6 ~ 0.8	4
0.8 ~ 1	5

클라이언트에서는 거리 이동에 따라 다른 크기의 소리를 듣게 되어 현실에 근접한 몰입감을 느낄 수 있다.

5. 결론 및 향후 과제

계층적 QoS 모델을 적용하여 결과적으로 네트워크를 통해 전송되는 데이터량을 줄임으로써 뷰어의 시점에 따른 효과적인 QoS 제어가 가능하게 하였다. 또한 QoS를 Visual QoS와 Oral QoS로 나누어 적용함으로써 현실 세계와 같은 몰입감을 느낄 수 있었다. 그러나 다수의 사용자가 참여한 실험이 이루어지지 않아 Scalability에 대한 논의는 없었다. 이 문제는 차후 시스템에서 개선되어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 한국 과학 재단 목적 기초 연구 (1999-1-303-001-3) 지원으로 수행되었습니다.

6. 참고문헌

- [1] Chris Greenhalgh, Steve Benford and Gail Reynard, *A QoS architecture for Collaborative Virtual Environments*, *Proceedings of the seventh ACM international conference on Multimedia*, 1999, Pages 121 - 130
- [2] Chris Greenhalgh and Steve Benford. *MASSIVE: a Distributed Virtual Reality System Incorporating Spatial Tracing*. In 15th International Conference on Distributed Computing Systems (DCS'95), Vancouver, Canada, May 30-June 2 1995. IEEE Computer Society Press.
- [3] Greenhalgh, C.M., *An Experimental Implementation of the Spatial Model*, Comic working paper COMIC-NOTT-4-15, available from Department of Computer Science, University of Nottingham, University Boulevard, Nottingham
- [4] Reynard, G., Benford, S., Greenhalgh, C. & Heath, C. *Awareness driven video quality of service in collaborative virtual environments*. *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1998. pp 464-471,
- [5] Houatra, D. *QoS-constrained event communications in distributed virtual environments*, *Distributed Objects and Applications*, 2000. *Proceedings. DOA '00. International Symposium on*. 2000. Page(s): 71-80
- [6] *Networked Virtual Environments : Design and Implementation*, Sandeep Singhal, Michael Zya
- [7] Macedonia, Michael R. Zyda, Michael J., Pratt, David R., Barham, Paul T. and Zeswitz, Steven, *NPSNET: A Network Software Architecture for Large Scale Virtual Environments*, *Presence*, Vol. 3, No. 4. Fall 1994
- [8] L. Gautier and C. Diot, *Design and evaluation of MiMaze, a multi-player game on the internet*, in *Proc. IEEE Multimedia Systems Conference*, June 1998
- [9] 김 승우, 박 종일, 원 유집, 박 용진, Java3D를 이용한 실영상 기반 분산 가상 환경 구축, 한국 정보 과학회 제 28회 추계 학술 발표회 (심사중)