

중요도 기반의 네트워크형 가상현실 시스템의 설계 및 구현

강종호*, 임성수, 김은정, 오세웅
동명정보대학교 멀티미디어공학과

Design and Implementation of *IoP* based Networked Virtual Reality System

JongHo Kang*, SungSu Lim, UnJung Kim, SeiWoong Oh
Dept. of Multimedia Engineering, Tongmyong Univ. of Information Technology

요 약

오디오, 비디오를 취급하는 네트워크형 가상현실 시스템에서 가상공간의 품질은 사용 가능한 네트워크 및 컴퓨터의 자원에 크게 영향을 받는다. 본 논문에서는 가상공간의 품질을 제어하기 위해 *IoP*(Importance of Presence) 개념을 도입하고 이를 실제 네트워크형 가상현실 시스템에 적용하여 구현하였다.

1. 서론

가상현실에서 사람들은 컴퓨터가 만든 가상공간을 향할 수 있게 되었으며 더구나 네트워크를 이용하여 Virtual Reality Modeling Language(VRML)[1]라고 하는 가상공간을 표현한 데이터를 서로 교환함으로써 가상공간을 공유할 수도 있게 되었고 이러한 응용 프로그램을 제공하는 네트워크형 가상현실 시스템을 NVR(Networked Virtual Reality) 시스템이라고 한다.

DIS(Distributed Interactive Simulation)시스템[2]은 이러한 어플리케이션을 제공하기 위해서 아바타(avatar)의 움직임 및 상태 정보를 교환함으로써 공유공간에서 상대방을 인식한다[2].

그러나 이러한 시스템에서 어플리케이션이 수

행하는 도중에 네트워크의 가용 대역폭 혹은 CPU부하 같은 시스템의 자원이 부족하여 렌더링(rendering) 속도 및 각종 상호작용에도 영향을 미치기도 하며 동적으로 변화하는 네트워크 트래픽으로 인해 서로의 데이터를 공유하기가 힘든 상황이 발생하기도 하여 가상현실의 목적인 현실감에 커다란 장애요인으로 등장하고 있다. 만약 네트워크와 컴퓨터 시스템이 언제나 일정한 양의 자원을 확보하는 시스템일지라도 가상공간을 향하는 동안 필요한 자원 양이 동적으로 변화할 수 있다.

또한 VRML인 경우 새로운 공간에 대한 정보를 취득하기 위해서는 하나의 파일이 전부 다운로드될 때까지 기다려야만 한다. 더욱이 가상공간이 매우 크거나 그 공간을 구성하는 객체에 대한 데이터가 많은 경우, 사용자는 해당 파일이 모두 전송될 때까

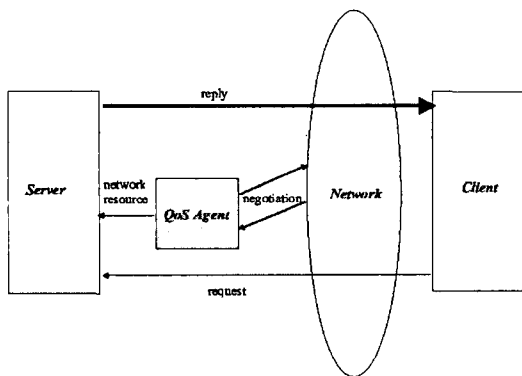
지 기다려야 하며 또한 모두 전송된 파일의 그래픽 처리를 마칠 때까지 항해를 할 수 없는 문제점이 발생한다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는, *IoP*(Importance of Presence) 개념을 도입하여 동적으로 변하는 가용 시스템 자원에 적응하는 네트워크형 가상현실 시스템에 대해 연구한다.

2. NVR 시스템의 개관

최근 QoS(Quality of Service)가 가능한 네트워크가 등장하게 되어 RSVP와 같이 네트워크 자원에 대한 예약이 가능한 프로토콜도 등장하였으며 패킷의 우선순위에 근거로 한 서비스를 하는 라우터도 개발되었다. 이러한 우선순위를 고려한 통신 메커니즘은 DiffServ라고 하는 IETF working group에서 논의되고 있다. 또한 일반적인 인터넷 환경과 같이 best-effort형의 네트워크도 현실적으로 공존하고 있다.

본 논문에서는 이와 같이 네트워크 자원이 예약 가능한 경우와 그렇지 않은 경우를 모두 고려하며 사용 가능한 자원에 따라 어플리케이션 수준의 품질을 조절하여 가용자원의 변동에 따른 전체 어플리케이션의 품질의 저하를 방지하는 NVR 시스템을 구축하며 그 개관은 그림 1과 같다.



[그림 1] NVR 시스템의 개관

그림 1에서 클라이언트가 서버에게 멀티미디어 데이터를 요구하면 서버는 QoS 에이전트와 대

역폭과 같은 네트워크 자원을 협상하거나 가용 자원을 검사한다. 결국 이러한 시스템에서는 서버가 멀티미디어 데이터의 품질을 조정하여 전송한다.

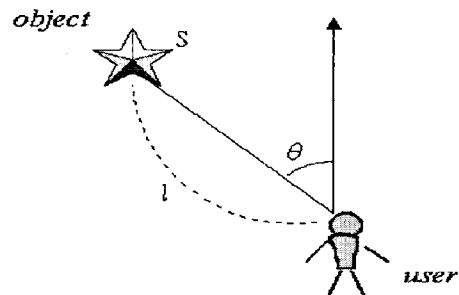
NVR 시스템은 컴퓨터 그래픽 데이터뿐만 아니라 오디오 및 동영상 자료와 같이 복합적인 데이터를 취급하므로 가상공간 내에서 각 객체의 품질을 조절하는 품질제어 메커니즘이 필요하다[3][4].

3. 가상공간의 품질제어

VRML을 사용하는 NVR 시스템에서의 가상공간은 3D 객체와 실시간 동영상을 포함한 동영상 객체로 구성되어 있다.

본 논문에서는 시스템의 자원을 예약할 수 있는 환경이나 그렇지 않은 일반적인 환경에서 가상공간 내에 존재하는 객체의 품질을 조절하여 갑작스러운 품질저하를 방지하는 방법을 제시한다. 따라서 사용자 측면에서의 중요도를 나타내는 *IoP* 개념[5]을 도입하여 각 객체의 품질조절을 하는 시스템을 제안한다.

3.1 *IoP*(Importance of Presence)



[그림 2] 사용자와 객체사이의 위치 관계

그림 2에서와 같이, 사용자와 객체사이의 거리를 l , 사용자와 객체사이의 각도를 θ , 사용자의 움직임 방향을 화살표, 컴퓨터 스크린에 투영되는 객체의 실제 크기를 S 라고 하자. 하나의 객체 *IoP*는

$$I = f(l, S, \theta)$$

로 정의하며, 가상공간의 객체가 N 개 있다고 가정하면 i번째 객체의 IoP 값을 IoP_i 라고 한다면

$$I_i = f(l_i, S_i, \theta_i),$$

$$IoP_i = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^N I_i}$$

라 할 수 있다. 또한 l_i, S_i, θ_i 은 i번째객체의 l, S 그리고 θ 를 의미한다. 앞에서 설명한 사용자의 인지도를 반영한다면

$$f(l_i, S_i, \theta_i) = \frac{S_i}{l_i} (\cos\theta_i + 1)$$

이라고 할 수 있다.

본 논문에서 제안한 NVR 시스템은 IoP 를 이용하여 어떤 객체의 품질을 의도적으로 저하시킬 것인가를 결정하는 것 뿐만 아니라 서버로부터 클라이언트에 전송하는 객체의 순서를 정하는 기준이 된다.

3.2 객체 품질 조절

정적인 객체 품질 조절

시스템의 자원이 예약이 가능한 환경에서는 자원의 할당으로 객체의 품질을 조절하며 그 방법은 다음과 같다.

- 각 객체의 IoP 를 계산한다.
- IoP 에 따라 각 객체에 대한 자원을 할당한다.
- 할당된 자원에 따라 적당한 품질을 선택하며 잉여자원이 남으며 반환한다.
- 잉여자원은 필요한 객체에 할당된다.

동적인 객체 품질 조절

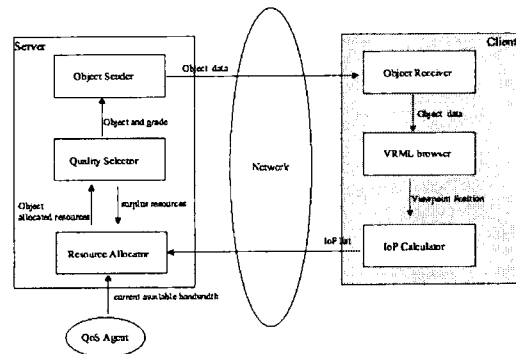
NVR 시스템에서는 시스템 가용자원이 동적으로 변하므로 자원 부족으로 인해 자연스러운 가상공간의 네비게이션이 불가능할 때가 있다. 이러한 시스템 자원은 자원 부족 감시 모니터에 의해 검사되며 가용자원이 부족할 경우, 하나의 가상공간에 사용자가 볼 수 있는 객체 중 IoP 값이 가장 작은 것을 먼저 스케일링하고 그래도 필요한 자원이 부족할 경우

그 다음으로 가장 작은 IoP 값을 갖는 객체의 품질을 조절하는 방법을 사용한다. 이렇게 함으로써 필요한 자원이 부족할 때, 사용자의 현재 위치 및 시선에 기인하여 인지도가 높지않는 객체의 품질을 의도적으로 저하시켜서 부족한 자원에 적응할 수 있게 된다.

4. 구현 및 고찰

4.1 구현

구현된 본 시스템의 구조는 그림 3과 같다.

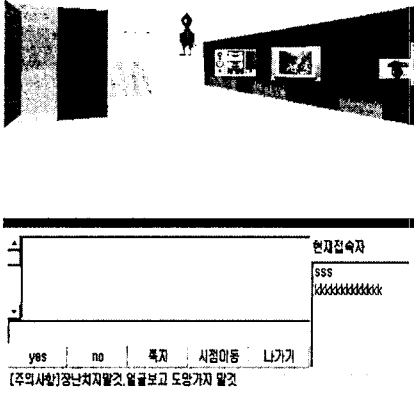


[그림 3] 시스템 구조

그림 3과 같이 서버는 자원 할당기, 품질 선택기, 객체 전송기 등으로 구성되어있고 클라이언트는 객체 수신기, VRML 브라우저 및 IoP 계산기로 구성되어 있다. 서버는 가용자원에 대한 정보를 QoS 에이전트를 통해 전달 받아 IoP 에 대응하는 자원을 할당한다. 또한 품질 선택기는 자원에 대응하는 각 객체의 품질을 선택하며 이를 객체 전송기를 통해 클라이언트로 전송한다. 또한 클라이언트는 주기적으로 사용자의 위치 및 상태정보를 검사하고 이를 중심으로 IoP 를 계산하여 이를 서버에 전송하는 역할을 한다. 자원 감시 모니터는 서버 및 클라이언트의 객체 전송부분에 포함되어 있다. 이러한 구조로 그림 4와 같이 실시간 동영상 및 채팅이 가능한 가상 쇼핑물을 설계하였으며 VRML과 Java로 구현하였다.

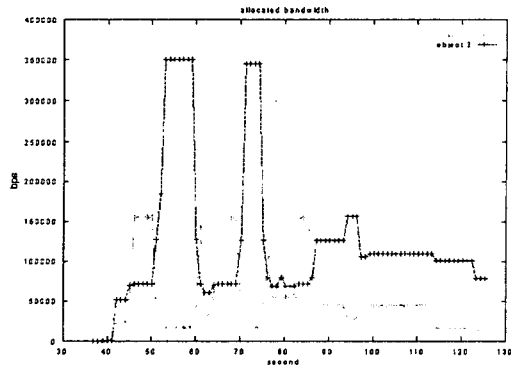
4.2 고찰

본 논문에서 두개의 동영상 객체를

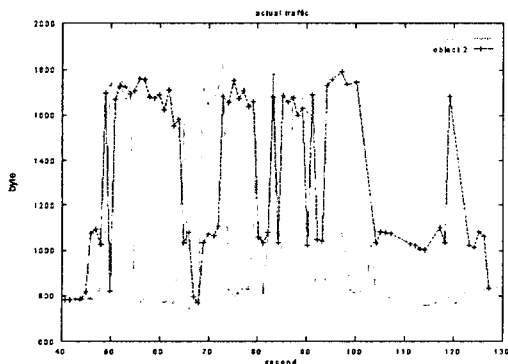


[그림 4] 가상 쇼핑몰

생성하여 각각에 대해 자원 할당 및 실제 네트워크 트래픽을 측정한 결과가 그림 5, 6이다.



[그림 5] 두개의 객체에 대한 자원 배분



[그림 6] 두개의 객체에 대한 실제 트래픽

그림5, 6에서 두 객체의 최대치가 겹치지 않게 자원을 할당하였음을 알 수 있었고 또한 실제 트래픽이 잘 배분되어 있는 것을 알 수 있었다.

5. 결론

IoP를 기반으로 하여 시스템 자원에 적응하는 네트워크형 가상현실 시스템을 제안하였고 구현하였다. 실험결과로 두개의 비디오의 트래픽이 잘 배분되어 있다는 것을 증명하여 본 논문에서 제안한 방식의 효율성을 입증하였다. 앞으로 다양한 미디어로의 확장에 대한 연구를 향후 과제로 남기고 있다.

[참고문헌]

- [1] "VRML97," <http://www.vrml.org/technicalinfo/specifications/vrml97>
- [2] M.R. Macedonia and M.J. Zyda, "A Taxonomy for Networked Virtual Environment," IEEE MultiMedia, Vol.4, No.1, pp.48-56, January-March 1997.
- [3] Kazutoshi Fujikawa, Tomohiro Taira, Seiwoong Oh, Daisuke Kado, Shinji Shimojo, and Hideo Miyahara, "A Quality Control Mechanism for Networked Virtual Reality System with Video Capability," Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, pp.214-217, Austin, TX, USA, June-July, 1998.
- [4] Seiwoong Oh, Hiroyuki Sugano, Kazutoshi Fujikawa, Toshio Matsuura, Shinji Shimojo, Masatoshi Arikawa, Hideo Miyahara, "QoS mapping mechanism for Networked Virtual Reality," Proceedings of SPIE conference on Performance and Control of Network Systems, pp.18-26, Dallas, USA, November 1997.
- [5] 오세웅, "확장성을 고려한 네트워크형 가상현실 시스템", 멀티미디어학회논문지, 제3권, 제12호, pp.157-163, 2000.