

이기종 네트워크에서 능동 네트워크를 이용한 실시간 영상기반 가상환경 QoS 지원

박정민⁰*, 박용진*, 박종일*, 원유집*, 지정훈**

한양대학교 전자전기컴퓨터공학부*, 한국전자통신연구원**

{jmpark⁰, yjpark}@hyuee.hyu.ac.kr, jipark@hyu.ac.kr, yjwon@ece.hyu.ac.kr, jhjie@etri.re.kr

QoS Support on Real-Time Image Based Virtual Reality using Active Network Technology in Heterogeneous Networks

Jung-Min Park⁰, Yong-Jin Park, Jong-Il Park, Yoo-Jip Won, Jung-Hoon Jee

Division of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University*, ETRI**

요 약

본 논문은 능동네트워크기술을 적용한 가상환경시스템에 대하여 논한다. 가상환경에서는 실시간 영상이 사용 되면 대용량 실시간 영상 데이터의 전송에 따른 네트워크부하와, 데이터 렌더링에 따른 시스템 부하가 문제점으로 지적된다. 본 시스템에서는 능동네트워크 기술을 적용하여 네트워크의 중간 라우터에서 실시간 영상 데이터의 프레임 레이트(Frame Rate)를 동적으로 변화시켜 이러한 문제점을 해결하였다. 가상환경상의 객체들 사이의 물리적인 거리를 고려한 인지모델에 따른 전송기법을 채택하고, 또한 멀티캐스트 그룹에 가입하고 있는 시스템의 네트워크대역폭 정보를 라우터에서 관리하여 각 시스템에 적합한 형태로 실시간 영상 데이터를 전송하는 방법을 사용하여 가상환경의 몰입도를 높임과 동시에 네트워크의 부담을 감소시켰다. 이러한 시스템을 통하여 대용량의 영상 데이터의 전송을 실시간적으로 전송해야 하는 가상환경을 매우 효과적으로 지원할 수 있다.

1. 서론

컴퓨팅 능력의 폭발적인 증가와 인터넷 기술의 발전에 힘입어 인터넷 사용자는 머지않은 장래에 고품질의 실시간 서비스를 원 거리에서 현실감 있게 제공받을 수 있게 될 것이다. 이러한 추세에 따라 많이 언급되고 차세대 서비스로는 원격교육, 원격진료, 가상 쇼핑물, 가상 실험실 등이 있다. 언급된 차세대 서비스들은 가상 환경을 통해 사용자들에게 보다 높은 몰입감을 제공하여 보다 나은 체험, 교육, 서비스 등을 사용자들에게 경험할 수 있게 해줄 것이다.

이러한 서비스를 위해서 일대다 데이터의 전송 방법 중에 하나인 멀티캐스트가 각광을 받을 것으로 보인다. 멀티캐스트를 사용하면 네트워크 자원을 효율적으로 사용하여 여러 사람에게 동시에 동일한 데이터를 보낼 수 있다는 장점이 있지만, 한 서비스를 받는 사용자들이 연결된 링크의 대역폭은 상이하게 다를 수 있다. 멀티캐스트로 고정된 전송속도를 가진 데이터는 특정 사용자에게는 처리 할 수 없는 속도로 전달되어져서 그 사용자가 서비스를 받을 수 없을 수 있다. 그 해결책으로 기존 연구들에서는 데이터를 보내는 쪽에서 전송속도를 조절하거나, 계층화된 실영상 데이터를 보내, 받는 호스트 쪽에서 받는 데이터양을 조절할 수 있는 방법을 제안하였다.[1]. 하지만 첫 번째 방법은 가장 낮은 대역폭을 가진 사용자의 상황에 맞게 데이터가 변환되므로, 상황이 가장 나쁜 한 사용자 때문에 전체 서비스의 품질이 떨어지는 문제점을 가지고 있다. 두 번째 방법은 여분의 멀티캐스트 주소가 더 필요하고, 또한 잦은 멀티캐스트 참가와 탈퇴에 따른 시그널링 오버헤드(Signalling Overhead)의 문제점이 지적된다.

그래서 본 논문에서는 실영상을 기반으로 하는 가상환경에서 이기종 네트워크(Heterogeneous Network)에 연결되어 있는 사용자들에게 적절한 양의 데이터들을 전달 할 수 있도록 능동 네트워크(Active Network)[2]를 채용하여 이러한 문제를 해결하고자 한다.

구성은 다음과 같다. 2장에서는 능동 네트워크와 네트워크 가상현실 시스템 및 관련 연구에 대해 알아본다. 3장에서는 본 논문에서 제안한 시스템의 서비스 방식에 대해서 설명하며, 4장에서는 본 시스템의 라우터에 설치되는 프로그램을 모듈별로 서술하고 난 다음, 5장에서 결론을 언급한다.

2. 관련 기술 및 연구

능동네트워크는 DARPA의 주도하에 그 기반 구조와 응용 등이 개발되어 왔다. 그 중 이기종 네트워크상에서 실시간 영상 데이터를 멀티캐스트 하는 연구는 AMNET[3]등 여러 연구가 선행되어 왔다. 앞서 언급한 바와 같이 기존 멀티캐스트는 동일한 양의 데이터를 모든 호스트에게 전달할 수 밖에 없는 제한점을 가지고 있다. 그래서 선행 연구들은 능동 노드(Active Node)가 자신의 링크에 대한 대역폭 정보를 얻을 수 있다는 점에 착안하여, 멀티캐스트 되는 영상 데이터중 일부를 링크의 대역폭에 맞게 가공함으로써 좀 더 효율적인 전송이 가능하게 했다[3].

네트워크 가상현실시스템[4]은 군인을 가상 현실에서 훈련시키기 위한 프로젝트인 SIMNET[4]이후로 꾸준한 발전이 이루어 졌으며, 현재에는 CG나 실영상을 이용한 가상 현실상의 대리인인 아바타를 이용해서 사용자들이 가상현실상에서 몰입감

본 논문은 한국 과학 재단 목적 기초 연구 (r01-1999-000002320) 지원으로 수행되었습니다.

을 높이는 방법들이 연구되고 있다. 또한 더욱 몰입감 있고 현실감 있는 가상환경 구현을 위해 사용자들의 가상현실상의 거리에 따라 상호간의 아바타가 보이는 윤곽의 정도를 달리하는 QoS의 개념도 채택하고 있다. 이는 사용자의 인지모델에 기반한 방법으로 네트워크로 전송되는 데이터의 양을 줄일 수 있다는 이점과 사용자 시스템의 처리 부하도 낮출 수 있는 이점도 있다.

현재 가상 현실 상에서 능동 네트워크를 이용하여 멀티캐스트되는 정보를 사용자의 관심 영역에 따라 필터링하여 각 사용자에게 전달하는 연구는 SANDS[6]등이 있으며, 여기서는 사용자의 시야 범위에 있는 오브젝트들을 필터를 통해서 걸러 가져옴으로써 트래픽과 프로세싱 양을 줄이는 방법을 사용하고 있다. 하지만 가상 환경에서 더한 몰입감을 줄 수 있는 실시간 영상 데이터와 멀티캐스트에 참여하고 있는 호스트들의 경로가 서로 다를 수 있음을 고려하지 않았다.

본 논문에서는 실시간 영상 기반의 가상현실 시스템에 능동 네트워크를 적용하여 가상 현실상의 인지모델에 기반하고 동시에 네트워크 용량도 고려한 실시간 영상 데이터를 사용자에게 전달하여, 보다 몰입감을 높히면서 네트워크 부하도 줄일 수 있는 시스템을 제안한다. 이 시스템에서는 이기종 네트워크에 접속되어 있는 사용자의 대역폭 정보와 가상현실상에서 인지모델에 기반한 보이는 정도(Level Of Sight)를 나타내는 QoS값을 중간 라우터에서 관리하여, 실시간 영상 데이터가 라우터를 지날 때 라우팅 경로와 사용자 시스템을 고려하여 데이터를 실시간으로 프레임 레이트를 조절한다. 이를 위해 중간 라우터에 대역폭과 QoS정보를 관리하기 위한 모듈과, 멀티캐스팅 주소 관리 모듈, 프레임 레이트를 조절을 위한 필터를 구현 하였다.

3. 시스템의 서비스 방식

전체적인 서비스 구성과 각 정보의 흐름을 살펴보면 그림1과 같다.

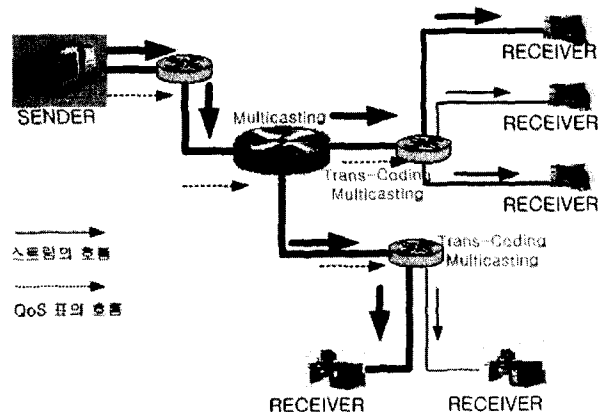


그림 2 서비스의 개념도

그림에서 이 시스템에서 가장 핵심적인 부분을 차지하는 라우터의 역할을 상술하면 다음과 같다. 라우터는 우선 자신에게 본 논문은 한국 과학 재단 목적 기초 연구 (r01-1999-00002320) 지원으로 수행되었습니다.

스트림이 들어오면, 그 스트림에 대한 레퍼런스를 얻어온다. 그리고 이와 더불어 프레임을 조절할 수 있는 필터를 적재하게 된다. 그 후 서버에서 보내주는 QoS표를 받아들여 이의 값을 저장한다. 그리고 멀티캐스트 매니저 모듈에서 계위 정보(Topology Data)를 가져와서 자신 주변 링크에 대한 적절한 정보를 얻는다. QoS표와 계위 정보 이 두 가지를 사용하여 들어오는 스트림을 멀티캐스트를 위해 적절하게 복사하거나, 필터링 하여 보내게 된다. 여기에서 멀티캐스트는 어플리케이션 레벨에서 구현했다. 그림에서 알 수 있듯이 라우터는 자신의 하위 단에 링크가 복수개가 있을 때 멀티캐스트 그룹에 속해 있는 클라이언트들을 고려해서 패킷을 복사해서 보내게 된다.

본 시스템은 가상 환경 시스템과 연동해서 동작하며, 가상 상 환경 시스템은 초기화 작업과 QoS표 계산을 위해 서버 클라이언트 구조로 동작한다[5]. 서버에서는 가상현실의 초기 주변 정보인 장면정보, 객체정보 등을 가지고 있다. 이 정보는 사용자가 서버에 접속을 할 때 다운로드 되어, 초기화 된다. 서버의 다른 역할은 각 사용자들의 가상 환경 내에서의 위치 정보의 유지와 QoS표의 계산이다. 클라이언트가 서버에 접속하고 난 다음 모든 초기화 작업이 끝나고 나면 사용자는 자신의 위치 정보를 서버에게 보내게 되는데, 이 정보를 토대로 서버는 현재 가상 현실에 참여하고 있는 사용자들간의 거리에 따라 QoS표를 계산하고, 이를 인접 라우터로 보낸다. 그림2은 클라이언트가 실시간 영상 데이터를 보내는 경우를 초점으로 하여 그런 데이터 흐름도 이다.

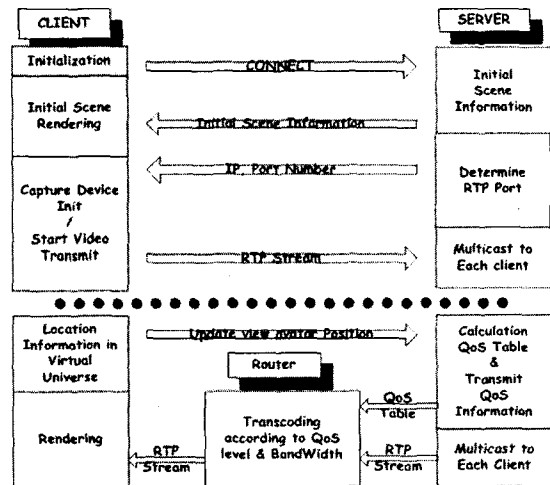


그림 3 서버, 클라이언트, 라우터간의 데이터교환

각 라우터에 전파되는 QoS 표는 가상 환경 상에서 사용자들의 인지모델에 기반 한 QoS 모델에 의해서 만들어진다. 이는 아바타들 간의 거리를 인수로 하는 함수의 형태로 이루어지며, 그 결과 값이 각 사용자들간의 QoS 레벨이 된다.[5] QoS 레벨 값은 사전의 정의된 방식으로 실시간 미디어의 프레임 비율에 할당되며, 라우터들은 이 값을 사용하여 실시간으로 프레임 비율을 바꾼다.

4. 라우터의 구조

라우터는 그림 3와 같이 크게 멀티캐스트를 관리하는 멀티캐스트 관리자, 가상 환경 사용자들의 QoS 관리를 나타내는 QoS표를 관리하는 QoS관리자, 그리고 스트림을 관리하는 스트림 관리자, 그리고 능동 엔진으로 나뉠 수 있다.

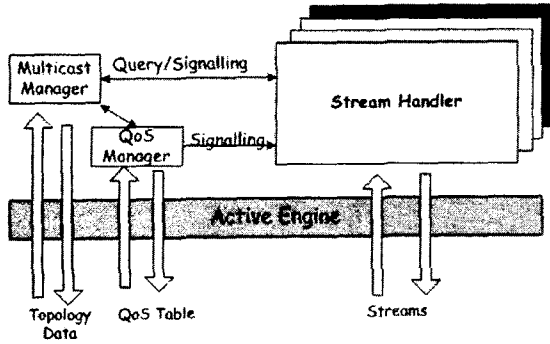


그림 4 라우터의 구조

능동 엔진은 시스템의 가장 기본이 되는 모듈로서, 능동 라우터로 들어온 제어 정보와 실시간 영상 데이터를 각 모듈에 전달하는 역할을 한다.

멀티캐스트 관리자는 계위 데이터의 교환을 통해, 자신의 하위단에 있는 어떤 노드들이 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있는지 관리한다. 또한 이 모듈은 자신에게 연결되어 있는 링크에 대한 대역폭 정보를 가지고 있다. 이 값들은 추후 스트림 핸들러에 의해 스트림을 복제해서 아랫단으로 보내줄지 또한 어떤 하위 링크가 어떤 대역폭을 가지고 있어서 프레임율 줄여서 보낼지를 결정하는 참고값으로 쓰이게 된다.

QoS 관리자는 QoS표를 관리하며, QoS 정보를 윗 노드에서 받고 또한 다음 노드로 전파하는 역할을 한다. QoS정보는 행렬형태로 되어 있다. 참가 호스트와 행렬의 열과 행값의 대치를 통해 각 호스트들과 다른 호스트들과의 설정된 QoS 레벨을 나타낸다. 가상 환경내에서 사용자가 움직임으로써 서로간의 거리가 달라지며, 이 때문에 인지 QoS 레벨이 달라지므로, QoS변화가 이루어질 때마다 서버에서 라우터로의 QoS 표가 전파되며, 이 값은 하위단의 라우터로도 전파된다. QoS표가 갱신되면 QoS 관리자는 스트림 핸들러에게 알려준다.

스트림 핸들러는 실영상 스트림을 직접 다루는 역할을 한다. 처음으로 서버측에서 분배하는 스트림이 들어왔을때 그 참조를 유지하고 그후 멀티캐스트가 필요한 호스트가 있는 링크로 스트림을 보내준다. 이때 멀티캐스트 관리자에게 질의를 하여 자신의 아래쪽에 어떤 곳으로 보내야 하는지를 결정하게 된다. 그렇게 서비스를 하는 도중에 QoS관리자를 통해서 QoS표가 갱신되면 그 값을 사용하여 스트림을 트랜스 코딩한다. 스트림의 프레임 레이트 결정 과정에서는 세가지 사항이 고려된다. 첫째는 대역폭, 둘째는 QoS 값, 셋째는 QoS값의 변경 여부이다. 스트림 핸들러는 QoS값에 의한 프레임 레이트와 대역폭에 의한 프레임 레이트 적용값중에서 가장 낮은 값으로 트랜스 코

딩 하게 된다. 그리고 이 작업은 QoS 표가 갱신되었어도, 해당 호스트에 대한 QoS값이 변했을때만 수행되게 된다. 그리고 이 작업은 라우터의 인터페이스에 직접적으로 가상 환경에서 참여하고 있는 호스트가 연결되어 있을 때만 트랜스 코딩이 진행된다. 이는 프레임 레이트를 줄일 수는 있지만 늘릴 수는 없다는 제약점 때문에 호스트와 가장 가까운 라우터에서 트랜스 코딩을 수행하여, 다른 호스트로 전달될 수 있는 스트림의 품질을 저하시키지 않기 위해서 이다.

5. 결론

본 논문은 능동네트워크기술을 적용한 가상환경시스템에 대하여 제안했다. 가상환경에서는 실시간 영상이 사용 되면 대용량 멀티미디어 데이터의 전송에 따른 네트워크부하와, 데이터 렌더링에 따른 시스템 부하가 문제점으로 지적된다. 이러한 문제점은 사용자 시스템이 처리할 수 없는 양의 데이터가 전달됨에 따라 몰입감을 현저하게 줄여 들고, 또한 네트워크 부하는 타 시스템에 적절한 양의 데이터를 전달할 수 없게 만드는 요소가 될 수 있다. 본 시스템에서는 능동네트워크 기술을 적용하여 네트워크의 중간 라우터에서 멀티미디어데이터의 프레임 레이트를 실시간으로 변화시켜 이러한 문제점을 해결하였다. 가상환경상의 객체들 사이의 물리적인 거리를 고려한 인지모델에 따른 QoS 레벨을 고려하고, 또한 멀티캐스트 그룹에 가입하고 있는 호스트의 네트워크대역폭 정보를 라우터에서 관리하여 각 호스트에 적합한 양의 멀티미디어 데이터를 전송하는 방법을 사용하여 가상환경의 몰입도를 높임과 동시에 네트워크의 부담을 감소시켰다. 제안된 시스템을 사용한다면 대용량의 멀티미디어를 실시간으로 전달해야 하는 가상 환경 시스템을 효과적으로 지원할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Dapeng WU, Yiwei Th. HOU, WenwuZhu, et al, "Streaming Video over the Internet: Approaches and Directions", IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 11, Num 3, March 2001, pp. 282-300
- [2] D. Tennenhouse, et al "A Survey of Active Network Research", IEEE Communications, January 1997
- [3] "Hector Akamine and Naoki Wakamiya and Masayuki Murata and Hideo Miyahara. "An Approach for Heterogeneous Video Multicast Using Active Networking", IWAN2000, P157-170, 2000
- [4] Singhal, Sandeep; Zyda, Michael, "Networked Virtual Environments (Design and implementation)", ADDISON-WESLEY, 1999
- [5] 김범은, 원유집, 박용진, 박종일, "Hierarchical QoS Architecture for virtual dancing enviroments", 한국정보과학회 제28회 추계 학술 발표회, 2001