

오버레이 네트워크를 이용한 MPEG-4 콘텐츠 스트리밍 시스템 개발

*김현철, 정세운, 차지훈, 김규현

한국전자통신연구원 방송미디어연구부

*kimhc@etri.re.kr

Development of MPEG-4 contents streaming system using overlay network

*Hyun-Cheol Kim, Seyoon Jeong, Jihun Cha, Kyuheon Kim

Broadcasting Media Research Department, ETRI

요약

본 논문에서는 대화형 기능을 가지는 MPEG-4 기반의 멀티미디어를 IP 네트워크를 통해 전송할 수 있는 대화형 멀티미디어 스트리밍 시스템을 제안한다. 제안한 대화형 멀티미디어 시스템은 MPEG-4 콘텐츠를 분석, 전송할 수 있는 스트리밍 서버와 전송되는 MPEG-4 콘텐츠를 수신, 재생할 수 있는 클라이언트, 그리고 효율적인 멀티미디어의 전송을 위해 도입한 오버레이 네트워크로 구성된다. 오버레이 네트워크는 실제 IP 네트워크 상에 콘텐츠를 중계하는 릴레이 노드와 릴레이 노드들을 관리하는 네트워크 분배 관리자로서 구성된다.

1. 서론

지난 몇 년간 정보기술 분야에서의 눈부신 발전은 다양한 전달 매체를 통한 디지털 멀티미디어의 시청을 가능하게 했을 뿐만 아니라, 멀티미디어가 현대 생활의 일부로서 자리를 잡게 하였다. 특히 인터넷이 급속히 보편화 되면서 인터넷을 통한 멀티미디어의 시청은 이제 사용자들에게 매우 익숙한 일이 되었으며, 멀티미디어 기술은 여기서 더 발전하여 대화형 방송처럼 사용자가 콘텐츠로부터 능동적으로 정보를 취득할 수 있도록 하는 대화형 기술에 대한 연구가 진행되고 있다[1][2]. 대화형 기능을 제공할 수 있는 대표적인 디지털 멀티미디어 표준으로 MPEG이 있으며, 대화형 기능은 MPEG-4 part1 systems 표준을 기반으로 하여 제공된다. MPEG-4 기반의 대화형 콘텐츠를 쉽게 제작할 수 있는 연구도 다수 진행되어 현재는 사용자 직관적인 인터페이스를 통하여 콘텐츠를 제작할 수 있는 수준에 이르고 있으며 [3][4], 대화형방송과의 접목, 디지털 멀티미디어 방송(DMB, Digital Multimedia Broadcasting)에서의 응용 등 여러 분야에서 MPEG-4를 이용한 연구가 진행되고 있다[5].

사용자가 MPEG-4 기반의 콘텐츠와 원격 대화를 통해 원하는 정보를 얻기 위해서는 사용자의 의도를 서버로 전달하는 리턴 채널이 필요한데, 양방향성을 가지며 또한 보편화되어 있는 인터넷이 리턴 채널로 아주 적합하다고 여겨진다. 그러나, MPEG-4 콘텐츠를 인터넷을 이용하여 서비스하기 위해서는 몇 가지 고려해야 할 문제점들이 있다. 즉, MPEG-4 기반의 대화형 콘텐츠는 일반적으로 다양한 종류의 다수 미디어 객체로 구성되기 때문에 오디오, 비디오가 각각 하나씩 존재하는 기존 형식의 멀티미디어 전송과는 다른 전송 기술이 요구된다. 또한 사용자는 시청 중인 장면의 구성을 Binary Format for Scene (BIFS)의 범위 내에서 언제든지 변경할 수 있으므로 사용자의 요구 처리를 위해 서버의 부하가 높아지게 되고, 다수의 클라이언트가 접속할 경우 이로 인해 원활한 대화형 서비스가 어려워 질 수 있다. 즉, 서버로 클라이언트의 접속이 폭주 할 경우, 네트워크 상의 혼잡에 따른 패킷 손실

이 발생하게 되며 이로 인한 품질 열화도 원활한 멀티미디어 서비스의 장애물이 될 수 있다. 본 논문에서는 인터넷을 통해 MPEG-4 기반 대화형 콘텐츠를 사용자에게 전달하고 사용자의 의도를 수신함으로써 사용자가 원하는 형태의 시청을 가능하고, 클라이언트의 접속 폭주에 의한 품질 열화를 감소시키기 위해 오버레이 네트워크를 도입한 대화형 멀티미디어 스트리밍 시스템을 제안한다.

본 논문의 나머지 부분은 아래와 같이 구성된다. 2 장에서는 대화형 멀티미디어 서비스를 위한 대화형 멀티미디어 스트리밍 시스템의 구성과 목표 서비스를 기술하고, 3 장에서는 제안한 스트리밍 시스템의 구조 및 기능을 기술한다. 4 장에서는 본 논문에서 제안한 시스템의 실행 결과를 보이고 마지막 5 장에서는 본 논문의 결론에 대해서 논한다.

2. MPEG-4 콘텐츠 스트리밍 시스템의 구성과 목표 서비스

본 장에서는 제안한 대화형 멀티미디어 스트리밍 시스템의 구성과 제공하고자 하는 목표 서비스에 대해서 설명하고자 한다.

제안한 스트리밍 시스템이 목표로 하는 서비스는 2가지로서 그 중 하나는 on-demand 서비스이며 다른 하나는 broadcast-like 서비스이다. On-demand 서비스에서, 사용자는 원하는 시간에 개별적으로 MPEG-4 콘텐츠를 요구할 수 있으며, 장면기술의 범위 내에서 원하는 형태의 장면으로 재구성하여 시청할 수 있다. 이와 같은 서비스를 위해 클라이언트가 접속하기 전, 스트리밍 서버에 저장되어 있는 각 MPEG-4 콘텐츠는 릴레이 노드로 전송 및 저장되고 사용자의 콘텐츠 시청요구가 있을 경우 가장 적합하다고 판단되는 릴레이 노드로부터 해당 MPEG-4 콘텐츠가 스트리밍 된다.

Broadcast-like 서비스는 정해진 방송 스케줄에 따라 실시간 스트리밍을 하기 위한 서비스이며, 클라이언트의 접속이 있을 경우 개별적인 세션이 형성되고 시청자는 방송중인 콘텐츠를 시청할 수 있도록 설

계되었다.

각 서비스에 있어서, 물리적 네트워크의 수정 없이 클라이언트의 접속 폭주로 인한 스트리밍 콘텐츠의 화질 열화를 해결하기 위해 어플리케이션 레벨의 오버레이 네트워크를 도입하여, 보다 고품질의 서비스를 사용자들에게 제공할 수 있도록 설계하였다. 즉, 기존의 물리적인 IP 네트워크 위에 어플리케이션 수준의 가상의 네트워크를 구성하여 데이터를 전송할 수 있도록 하였다. 따라서 제안하는 스트리밍 시스템은 크게 스트리밍 서버와 클라이언트, 오버레이네트워크로 구성되며, 오버레이 네트워크는 다시 네트워크 분배 관리자 (NDM, Network Distribution Manager)와 릴레이 노드(RN, Relay node) 들로 구성된다. 제안한 스트리밍 시스템에서의 오버레이 네트워크 배치를 그림 1에 나타내었다.

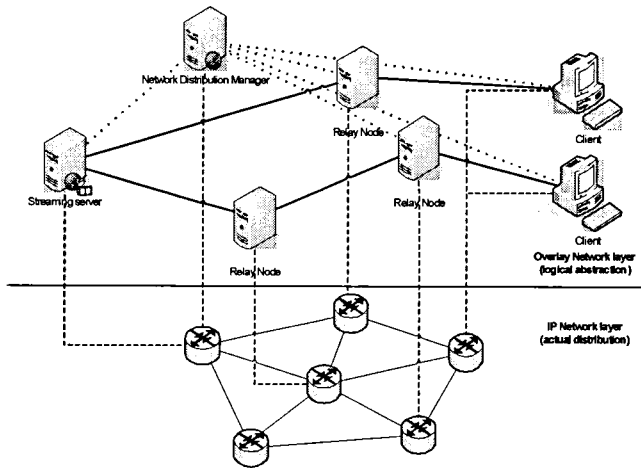


그림 1. 제안한 스트리밍 시스템에서의 오버레이 네트워크 배치

3. MPEG-4 콘텐츠 스트리밍 시스템의 구조 및 기능

본 장에서는 2장에서 설명한 스트리밍 시스템을 구성하고 있는 각 서브 시스템, 즉, 스트리밍 서버, 클라이언트, NDM, 그리고 릴레이 노드의 구조와 기능에 대해서 각각 기술하도록 한다.

가. 스트리밍 서버

스트리밍 서버는 2장에서 설명한 두 가지 서비스를 지원할 수 있도록 설계 및 구현되었다. On-demand 서비스의 경우, DMIF 메시지를 이용하여 클라이언트와의 세션 및 채널을 관리할 수 있으며, MPEG-4 systems 표준을 기반으로 저작된 대화형 콘텐츠를 분석, 처리하여 IP 네트워크로 전송할 수 있도록 설계 및 구현되었다. Broadcast-like 서비스를 위해 동작할 경우, on-demand 서비스를 지원하는 서버 구조와 거의 유사하나 방송 스케줄 관리를 담당하는 Bschedule Manager가 활성화되는 점이 다르다. 그림 2에 스트리밍 서버의 구조를 나타내었다.

그림 2에 나타난 것처럼, 스트리밍 서버는 GUI, Server Manager, Service Session Manager, Contents Manager, QoS Manager, Network Manager, Bschedule Manager로 구성되며, Bschedule Manager는 broadcast-like 서비스를 할 경우만 활성화된다.

GUI는 스트리밍 서버가 저장하고 있는 콘텐츠 종류, 클라이언트의 접속 상황, 방송 스케줄 등을 서버 관리자에게 알려주고, 스트리밍 서버 운용을 위한 옵션(Server option)을 선택할 수 있도록 하는 인터

페이스를 제공한다.

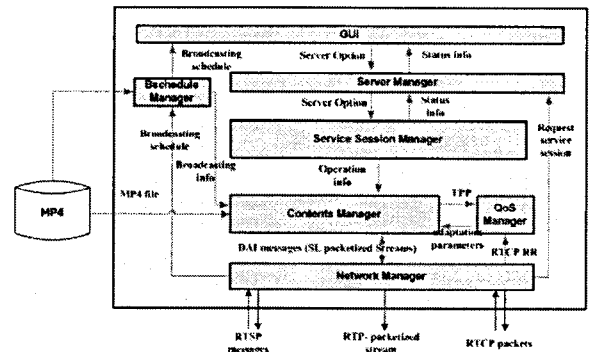


그림 2. 스트리밍 서버 구조

Server Manager는 스트리밍 서버와 클라이언트 간의 모든 세션을 관리하고 GUI와 각 세션 간의 정보를 전달하는 모듈로서, 각 세션의 상태(Status info)를 수집하여 GUI를 통해 서버 관리자에게 알리고, GUI를 통해 입력된 서버 운용을 위한 선택사항(Operation info)을 각 세션에 전달하여 알맞은 동작할 수 있도록 한다.

Service Session Manager는 클라이언트와 서버간의 하나의 서비스 세션을 관리하는 모듈로 Contents Manager와 QoS Manager의 관리를 담당한다.

Contents Manager는 현재 장면 구성을 위해 클라이언트가 요구한 객체들의 AU(Access Unit)를 시간 정보에 따라 분리하고 이를 SL packet으로 패킷타이즈(packetize) 하여 Network Manager로 전달하는 기능을 한다. Contents Manager와 Network Manager와의 통신은 DMIF에서 규정한 DMIF-Application Interface(DAI)를 통하여 이루어지도록 설계하였다.

QoS Manager는 세션 생성 초기에 Contents Manager로부터 단말의 CPU 성능, 사용 가능한 메모리 크기 등의 단말 성능 파라미터(TPP, Terminal Performance Parameter)를 입력 받고, Network Manager로부터 RTCP RR(Receive Report) 패킷을 이용하여 네트워크 상태 정보를 주기적으로 입력 받아, 전송되는 콘텐츠의 비트율을 변화시키기 위해 필요한 적정 비트율 정보를 생성하기 위한 모듈이다.

Network Manager는 크게 두 가지의 기능을 한다. 하나는 제어 평면(Control plane)과 관련된 기능이고 다른 하나는 사용자 평면(User plane)에 관련된 기능이다. 제어평면에 관련된 기능으로는 세션 및 채널의 생성과 종료 등이 있으며, 이의 수행을 위한 메시지는 Real Time Streaming Protocol (RTSP)를 통해 전달된다. 따라서, DMIF 메시지와 RTSP 메시지 사이의 매핑이 요구되며 이는 Network Manager에서 수행된다. 사용자 평면과 관련된 기능은 실제 데이터를 보내기 위한 것으로, Real-time Transport Protocol(RTP)[6]를 통해 이루어진다. 제어 평면에서 서비스 세션과 채널이 생성된 후, DAI를 통해 SL 패킷을 입력 받고, 입력 받은 SL 패킷을 RTP 패킷으로 패킷타이즈한 후, IP 네트워크를 통해 클라이언트로 전송한다. 또한 RTP control protocol(RTCP)를 통해 네트워크 상태를 감시하고 그 결과를 QoS Manager로 전달하는 기능도 수행한다.

Bschedule Manger는 broadcast-like 서비스의 경우에만 생성되며, 외부에서 입력된 방송 스케줄을 관리하고 방송시간이 되면 방송을 시작시키는 기능을 한다. 방송 시작 후 생성된 세션들의 Contents Manager는 Bschedule Manger로부터 방송 경과 시간, 현재 방송 중인

콘텐츠, 방송되어야 할 미디어 객체의 ID등의 방송정보(Broadcasting info)를 입력 받아 broadcast-like 서비스를 가능하게 한다.

나. 클라이언트

제한한 스트리밍 시스템의 클라이언트 설계 및 구현을 위해서 MPEG에서 제공하는 참조 소프트웨어를 이용하였으며, 그림 3에 클라이언트의 구조를 나타내었다. 클라이언트는 두 가지 목표 서비스에 상관없이 동일하게 동작하며, MPEG-4 표준을 따르는 콘텐츠의 재생이 가능하다.

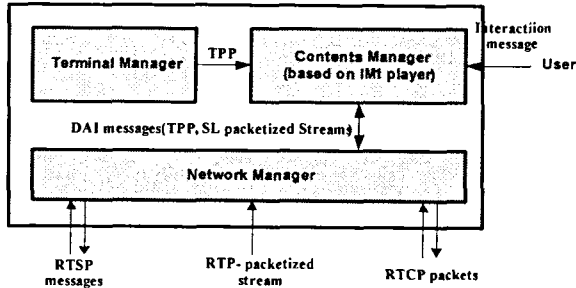


그림 3. 클라이언트 구조

Terminal Manager는 단말의 성능을 확인하고 이를 Contents Manager로 전달하기 위한 모듈이다.

MPEG-4 참조 소프트웨어를 기반으로 구현된 Contents Manager는 Terminal Manager로부터 입력 받은 단말 성능 파라미터와 사용자로부터 입력 받은 요구 메시지를 Network Manager로 전달한다. 또한 장면 구성을 위하여, Network Manager로부터 DAI를 통해 입력되는 SL 패킷 스트림을 디패킷타이즈(depckitize) 하여 AU 단위로 재구성하고 이를 해당 디코더로 전달한다. 디코더는 입력 받은 AU를 복호화하고 복호화된 결과를 장면기술에 따라 합성하고 렌더링함으로써 사용자가 대화형 장면을 볼 수 있도록 한다.

Network Manager는 서버의 Network Manager 기능과 대응되도록 설계되었다. 따라서, RTSP와 DMIF 메시지를 통해 세션 및 채널 관리를 수행하고, RTP를 기반으로 한 스트리밍 데이터의 수신 및 디패킷타이즈 기능, 그리고 RTCP를 통해 수신 상태를 보고하는 기능을 수행한다.

다. 네트워크 분배 관리자

네트워크 분배 관리자(NDM, Network Distribution Manager)은 오버레이 네트워크의 구성을 관리하는 서브시스템으로서, 오버레이 네트워크에 참여하고자 하는 릴레이 노드에게 현재의 접속 가능한 릴레이 노드 정보를 전달하여 이 중 하나를 선택할 수 있도록 한다. 그림 4에 NDM의 구조를 나타내었다.

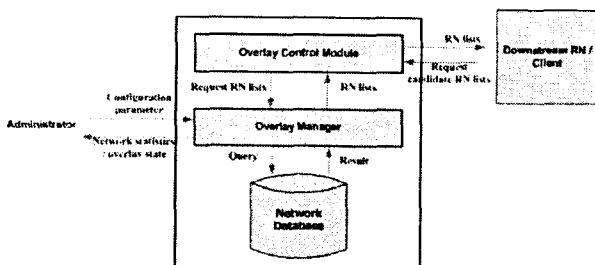


그림 4. 네트워크 분배 관리자 구조

그림 4에서, Overlay Control Module은 오버레이 네트워크와의 인터페이스 역할을 수행한다. 릴레이 노드 또는 클라이언트로부터 현재 접속 가능한 릴레이 노드 리스트의 전송 요구를 수신하여 이를 Overlay Manager 모듈로 전달하고, Overlay Manager 모듈로부터 그 결과를 돌려 받아 이를 요청한 릴레이 노드나 클라이언트로 전송하는 기능을 한다.

Overlay Manager는 서버 관리자로부터 입력되는 파라미터들을 처리하고 현재의 네트워크 및 오버레이의 상태를 보고하는 기능과 각 릴레이 노드의 정보를 저장하고 있는 네트워크 데이터베이스로부터 필요한 데이터를 읽어오는 기능을 수행한다.

라. 릴레이 노드

릴레이 노드는 on-demand 서비스를 위한 것과 broadcast-like 서비스를 위한 것 두 종류로 설계 및 구현되었다. 본 절에서는 두 종류를 각각 나누어 설명하고자 한다.

a. On-demand 서비스를 위한 릴레이 노드

On-demand 서비스를 위한 릴레이 노드의 동작은 크게 두 단계로 나누어 설명할 수 있다. 준비 단계와 서비스 단계가 그것인데, 준비 단계에서는 on-demand 서비스를 위한 MPEG-4 콘텐츠를 로컬 저장장치에 저장하는 단계로, 이를 위해서 가장 적합한 릴레이 노드를 선택해서 파일을 전송 받아 저장할 수 있다. 다음은 서비스 단계로서, 클라이언트와의 세션을 생성하고 사용자가 원하는 콘텐츠를 스트리밍 하는 과정이다. 이는 앞서 설명한 스트리밍 서버와 단말 사이에서 이루어지는 동작과 동일하다. 그림 5에 on-demand 서비스를 위한 릴레이 노드의 구조를 나타내었다.

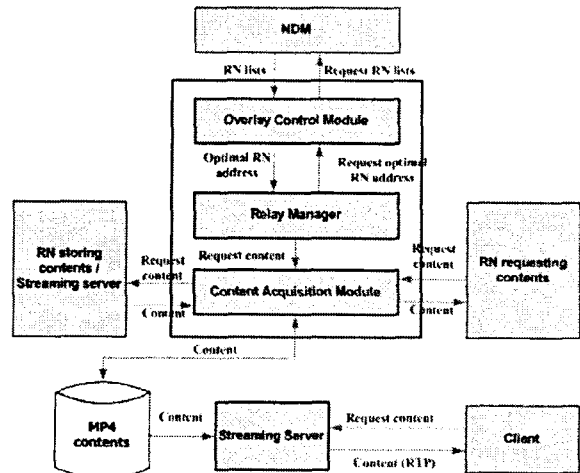


그림 5. On-demand 서비스를 위한 릴레이 노드의 구조

b. Broadcast-like 서비스를 위한 릴레이 노드

Broadcast-like 서비스를 위한 릴레이 노드는 on-demand 서비스를 위한 릴레이 노드와 달리 초기객체기술자와 객체기술자, BIFS만 저장할 뿐 미디어 객체는 저장하지 않는다. 입력되는 하나의 스트림을 다수의 출력 스트림으로 분배시키는 기능을 가지고 있으며, 분배시키는 동작의 복잡도가 낮아 다수의 클라이언트 및 릴레이 노드를 감당할 수 있게 설계 및 구현되었다.

그림 6에 broadcast-like 서비스를 위한 릴레이 노드의 구조를 나타내었다.

Call Manager는 수신 대기 상태로 있으면서 다른 릴레이 노드로부터의 콘텐츠 요구를 수신하여 이를 Relay Manager로 알림으로써 스트림을 분배하기 위한 필요 작업을 수행토록 한다.

Relay Manager는 릴레이 노드의 전체적인 동작을 관리하는 모듈로서, 릴레이 노드 내의 각 모듈의 생성 및 종료를 명령하고 필요한 정보를 각 모듈로 전달하는 기능을 한다.

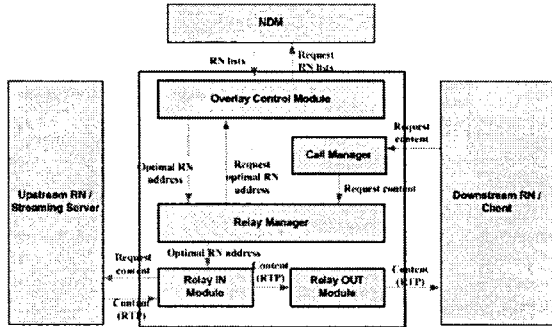


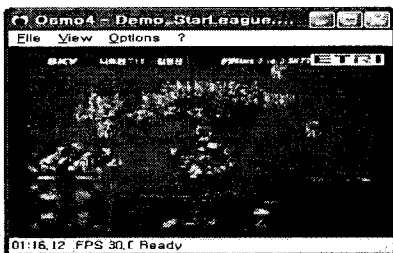
그림 6. Broadcast-like 서비스를 위한 릴레이 노드의 구조

Overlay Control Module은 오버레이 네트워크 구성을 위한 메시지를 송수신하기 위한 인터페이스로서 NDM으로부터 릴레이 노드의 리스트를 수신하고 이 중 어떤 릴레이 노드가 콘텐츠 스트림을 수신하기에 가장 적합한지를 판단한다.

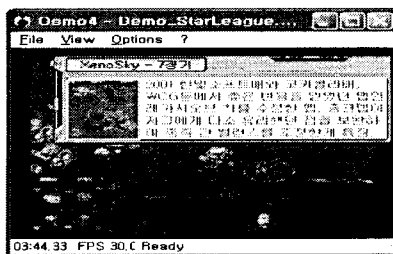
Relay IN Module은 스트림을 전송할 릴레이 노드 또는 스트리밍 서버와 세션을 형성한 후, RTP 기반의 스트림을 수신하고 이를 Relay OUT Module로 전달하는 기능을 한다.

Relay OUT은 스트림을 요구하는 릴레이 노드 또는 클라이언트와 세션을 형성한 후, Relay IN Module로부터 입력 받은 RTP 기반 스트림을 세션이 형성된 각 수신 릴레이 노드 또는 클라이언트로 전송하는 기능을 수행한다. 다수의 클라이언트가 접속될 경우 각 클라이언트마다 하나의 Relay OUT 모듈이 생성되어 하나의 입력 스트림을 다수의 출력 스트림으로 분배할 수 있도록 한다.

4. 실행 결과



a. 장면 변경 전



b. 장면 변경 후

그림 7. On-demand 서비스에서의 클라이언트 실행 결과

제한한 스트리밍 플랫폼의 동작 실험을 위해서 MPEG-4 AVC 비디오, MPEG-4 BSAC 오디오, JPEG 정지영상으로 이루어진 MPEG-4 systems 호환 가능한 MP4 파일을 사용하였다. 사용자는 인터넷을 통해 콘텐츠를 선택할 수 있으며, 콘텐츠 선택 후 제한한 클라이언트를 통해 선택한 콘텐츠를 시청할 수 있다. 특히 on-demand 서비스를 위한 콘텐츠를 선택한 경우 대화형 기능을 통해 장면을 원하는 형태로 재구성하여 시청할 수 있음을 알 수 있었으며, 그림 7에 진행 중인 게임의 지도 정보를 능동적으로 획득하는 장면을 나타내었다.

5. 결론

본 논문에서는 MPEG-4 기반의 멀티미디어를 스트리밍하고 사용자에게 원격 대화형 서비스를 제공할 수 있는 시스템을 제안하였으며, 제안한 시스템의 설계 및 구현 결과를 보였다. 제안한 스트리밍 시스템은 사용자가 개별적으로 콘텐츠를 선택하고 선택한 콘텐츠와 원격 대화를 할 수 있는 on-demand 서비스와 모든 사용자가 동일한 내용의 콘텐츠를 시청하게 되는 broadcast-like 서비스를 지원할 수 있으며, 효율적인 스트리밍을 위해서 오버레이 네트워크를 도입하였다. 오버레이 네트워크에 의해 클라이언트는 가장 적합하다고 판단되는 릴레이 노드로부터 스트리밍 받음으로써 패킷의 반복적인 전송에 따르는 네트워크의 부하를 줄이고, 사용자에게 보다 나은 품질의 서비스를 제공할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안한 멀티미디어 스트리밍 시스템은 MPEG-4 표준을 따르도록 설계되었으며, 진보된 원격 교육, 인터넷 홈쇼핑 등 다양한 분야에서 활용 가능하리라 예상된다.

참고문헌

- [1] Jong Myeon Jeong, et. al., "Development of Interactive Data Broadcasting System Compliant with ATSC Standards," ETRI Journal, vol.26, no.2, 2004.
- [2] 김진웅, "MPEG-4/7 기술과 대화형 방송," 한국통신학회지, 18권 10호, 2001.
- [3] Kyuheon Kim, et. al., "Interactive Broadcasting Contents Authoring System," Telecommunications Review, SK Telecom, vol. 12, no.2, 2002.
- [4] 김희선, 김상욱, "사용자 상호작용 지원 시간 제약 모델 기반 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템," 정보과학회논문지, 9권, 2호, 2003.
- [5] Bong-Ho Lee, et. al., "A Framework for MPEG-4 Contents Delivery over DMB," ETRI Journal, vol. 26, no.2, 2004.
- [6] RFC3640, "Transport of MPEG-4 Elementary Streams" Nov. 2003

Acknowledgement

본 연구는 과학기술부의 '대화형 멀티미디어 스트리밍 플랫폼 기술 개발' 과제의 지원을 받아 수행되었으며, ETRI(한국), UC Davis(미국), 그리고 NTUA(그리스)의 공동 연구 결과물임을 밝힙니다. 본 연구를 위해 노력을 아끼지 않으셨던 ETRI 대화형 미디어 연구팀 연구원들, UC Davis ProActive MediaNet Lab. 연구원들, NTUA Telecommunication Lab. 연구원들께 감사드립니다.