

사용자 중심의 인터페이스를 위한 다중 스트리밍 시스템에 관한 연구

이석원*, 황종선**

*고려대학교 컴퓨터학과

e-mail:lswoesba@korea.ac.kr

A Study on Multi-Streaming System for User-centered Interface

Suk-Won Lee*, Chong-Sun Hwang**

*Dept of Computer Science and Engineering, Korea University

요 약

인터넷의 대중화로 고속·고용량의 멀티미디어 서비스가 가능해졌으며 이러한 서비스를 제공하기 위해 여러 형태의 스트리밍 시스템이 운영되고 있다. 하지만 이들은 단순히 멀티미디어 데이터의 전달에만 목적이 있어 네트워크 변화나 다양한 사용자 환경에 최적의 서비스를 제공하지 못한다. 본 연구에서 제안하는 다중 스트리밍 시스템은 단일 스트리밍 패킷이 아닌 여러 개의 다중 스트리밍 패킷을 동시에 생성하여 송신함으로써 네트워크 환경변화에 능동적으로 적응하고 사용자 환경에 최적으로 멀티미디어 데이터를 서비스 할 수 있도록 한다. 이를 통해 관리자는 네트워크와 사용자에게 적합한 대역폭 및 스트리밍 방법을 찾을 수 있고, 사용자는 보다 안정된 멀티미디어 서비스를 받을 수 있다.

1. 서 론

네트워크 기술과 멀티미디어 데이터(동영상, 오디오, 그래픽 등)의 저장 및 전송기술의 발달로 인터넷을 통한 스트리밍 서비스가 인터넷방송과 같은 형태로 보편화되어 서비스되고 있다. 현재 서비스되는 스트리밍 기술은 Apple사의 Quicktime을 비롯하여 여러 가지가 있지만, RealNetworks사의 RealMedia 기술과 Microsoft사의 WMT(Windows Media Technology)가 주로 사용되고 있다. 하지만 스트리밍 서비스와 같은 멀티미디어 데이터 서비스는 높은 QoS(Quality of Service)를 요구한다. 일반적으로 스트리밍 서비스에서 사용되는 멀티미디어 데이터들은 처리해야 할 양이 매우 많다. 따라서 멀티미디어 데이터들을 효과적으로 전송하기 위해서는 높은 전송률을 가진 네트워크 회선이 요구된다. 하지만 현재 사용되는 인터넷은 그 탄생 배경에서 알 수 있듯이 일반적인 데이터를 전송하기 위해 만들어졌기 때문에 고용량의 멀티미디어 데이터를 전송하기에는 그 기능의 제한이 있다. 즉, 시간적인 연속성을 요구하는 멀티미디어 데이터들을 안정적으로 전송할 만한 대역폭을 보장하지 못하며 수시로 가용대역폭이 변화한다[1][2]. 인터넷의 대

역폭 제한으로 인하여 야기된 멀티미디어 서비스 제공의 문제점을 해결하기 위한 방법으로 네트워크 구조를 개선하여 전송대역폭을 확보하는 방법이나 높은 압축률을 가진 코덱(Codec)의 개발 등 여러 가지 연구 등이 지속적으로 이루어지고 있다[3][4].

본 연구에서는 WAN 및 LAN 구간에서 다양한 환경을 갖는 사용자들에게 효율적인 멀티미디어 데이터 서비스를 위한 다중 스트리밍 시스템에 대하여 제안한다. 즉, 다중 스트리밍 시스템을 통해 시간에 따라 가변적인 네트워크 대역폭과 운영환경이 다양한 사용자에게 효율적인 멀티미디어 서비스를 제공한다. 본 논문의 구성은 2장에서 관련된 다른 연구들과 기존의 운영중인 스트리밍 시스템의 문제점에 대해서 확인한다. 3장에서는 다중 스트리밍 시스템에 대해서 설명하고 4장에서는 제안된 시스템에 대한 성능 및 평가를 통해 개선점을 도출하고 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 연구과제를 말한다.

2. 관련 연구

2.1 실시간 전송 프로토콜(RTP/RTCP)[5]

RTP(Real-Time Protocol)는 스트리밍 데이터를 전

송하기 위해 일반적으로 가장 많이 사용되는 프로토콜의 하나이다. 이것은 UDP 패킷에 순서번호, 압축방법 등의 정보를 담은 10바이트의 헤더를 추가하여 목적지에서 시간을 동기화 시키고, 패킷의 순서를 바로잡고, 패킷을 디코딩 할 수 있게 해준다. 이것을 이용해 멀티미디어 스트리밍 패킷을 동시에 전송할 수 있으며, 이는 TCP 혹은 IP 멀티캐스트와 같은 프로토콜과 함께 사용 될 수도 있다. RTSP(Real-Time Streaming Protocol)는 멀티미디어 스트리밍 패킷을 효율적으로 전송하고 컨트롤 할 수 있는 어플리케이션 레벨의 프로토콜이다. 이 프로토콜은 데이터 자원이 라이브 오디오와 비디오 같은 라이브 데이터 공급(Live Data Feeds)과 녹화이벤트와 같은 저장된 콘텐츠를 모두 포함 할 수 있도록 한다.

2.2 스트리밍 기술(유니캐스트/멀티캐스트/CDN)

그림 1에서 볼 수 있듯이 유니캐스트는 클라이언트가 서버에서 원격 스트리밍 패킷을 수신하는 1:1 사용자 / 서버 연결방식이다. 즉, 사용자가 직접 미디어 서버에 접속하여 콘텐츠를 이용하는 전송방식이다.

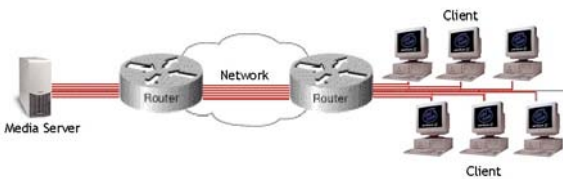


그림 1. 유니캐스트 방식

멀티캐스트는 스트리밍 패킷 주소를 하나두고 그곳을 통해서 스트리밍 패킷을 전송시켜주는 방식으로 그림 2와 같은 구성을 가지며, 서버는 여러 사용자가 데이터를 수신 할 수 있도록 하나의 스트리밍 패킷을 제공하는 1:N 연결방식이다. 멀티캐스트에서는 각각의 이벤트에 대해 스트리밍 패킷이 하나씩만 만들어지기 때문에 네트워크 대역폭이 절약되고 서버에 부과되는 부하가 줄어든다.

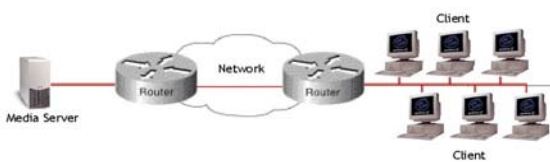


그림 2. 멀티캐스트 방식

그림 3과 같이 CDN(Content Delivery Network)은 사용자에게 보다 가까운 서버에서 데이터 전송을 수행함으로써 높은 수준의 서비스를 제공하고, 분산된 서버에 의해 병목현상을 회피하도록 하는 기술이다.

기술의 핵심은 데이터를 전송할 서버를 복제하여 여러 지점에 분산해 놓고 사용자의 요청이 발생하면 가장 가까운 지점의 서버에서 전송되도록 함으로써 서버에 발생할 수 있는 병목을 회피하고 전송경로에서 발생할 수 있는 문제의 발생 여지를 줄이는 것이다.

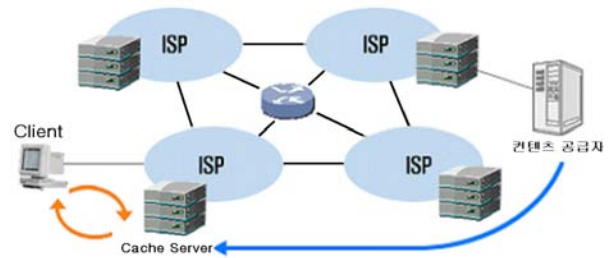


그림 3. CDN 방식

2.3 기존 스트리밍 시스템 구성 및 문제점

기존 스트리밍 시스템은 원 동영상을 인코딩 서버를 통하여 스트리밍을 위한 형태로 인코딩 한 후 스트리밍 서버에서 스트리밍 패킷을 전송하는 구조이다. 이때 인터넷으로의 스트리밍 패킷은 유니캐스트 방식을 사용하는데 이 경우 네트워크간의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜 및 구성이 상이하고 네트워크 스위치간 멀티캐스트 프로토콜을 지원하지 않는 경우가 대부분이기 때문에 실제 스트리밍 시스템 운영시에는 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 특히 사용자의 다양한 요구사항을 충족하기 위해 사용자 환경에 따른 대역폭 조절의 문제는 많은 연구가 필요한 부분이다. 고대역폭을 사용하는 Gigabit LAN, ATM LAN등의 사용자와 무선랜, PDA등의 저대역폭을 사용하는 사용자의 대역폭을 동시에 만족시킬 수 없다. 즉, 고대역폭 사용자에게 맞는 스트리밍 패킷이 서비스 될 경우 저대역폭 사용자들에게는 제대로 서비스되지 못하는 문제점들이 나타나게 되며, 반대로 저대역폭 사용자에게 서비스를 맞출 경우 고대역폭 사용자에게는 네트워크 대역폭의 낭비와 데이터 수신에 따른 질적인 저하를 초래하게 된다. 표 1은 LAN 환경에서의 스트림 수신을 보여준다. 이러한 서비스의 이질성의 문제는 네트워크의 변화와 사용자 시스템의 처리 능력이 발전할수록 더 심화되고 있다.

표 1. Gigabit 및 무선 LAN 환경에서의 스트림 수신

| 구 분 | Gigabit LAN 환경 | | 무선 LAN 환경 | |
|---------|----------------|-------------|-----------|-------------|
| | 1Mbps 대역폭 | 300Kbps 대역폭 | 1Mbps 대역폭 | 300Kbps 대역폭 |
| Loss 패킷 | 없음 | 없음 | 150~200 | 없음 |
| 버퍼링 시간 | 2~3초 | 1~2초 | 5~10초 | 2~3초 |

3. 다중 스트리밍 시스템 구성

스트리밍 시스템을 보다 효율적으로 활용하기 위해서는 사용자 PC의 성능이나 네트워크 환경을 모두 만족시킬 수 있도록 시스템을 구성하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 하나의 동영상을 대역폭이 다른 여러 개의 데이터로 인코딩해서 동시에 스트리밍 할 수 있는 다중 스트리밍 시스템을 제안한다. 이는 네트워크 상에서 사용 가능한 대역폭의 변화를 동적으로 확인하게 되며 네트워크가 정체되는 경우에도 낮은 대역폭에서 최적의 멀티미디어 데이터를 보장받을 수 있도록 한다. 그림 4는 본 연구에서 제안하는 다중 스트리밍 시스템의 개념도를 나타내고 있다.

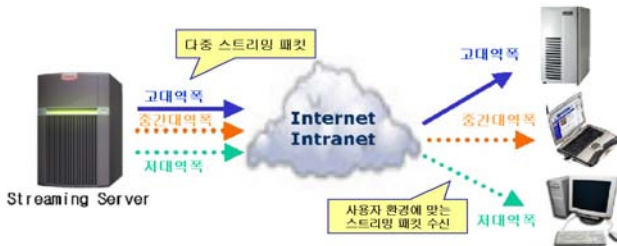


그림 4. 다중 스트리밍 시스템 개념도

다중 스트리밍 시스템에 의해 사용자가 스트리밍 패킷을 수신하게 되는 단계를 간략하게 살펴보면 다음과 같다. 스트리밍 서버는 사용자 환경의 다양성을 고려하여 다중 스트리밍 패킷을 생성한다. 사용자는 웹 브라우저를 통해 해당 스트리밍 서버와 연결된 웹 서버의 링크를 이용하여 데이터 수신을 요청한다. 이때 웹 서버에서는 스트리밍 서버에 접근하기 위한 메타파일을 사용자에게 전달한다. 수신 받은 메타파일을 이용하여, 사용자의 재생 Player가 실행되게 되며 메타파일에 있는 정보로 소속되어 있는 라우터에 해당 스트리밍 패킷을 요청한다. 라우터는 서버로부터 필요한 스트리밍 패킷을 수신 받은 후 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 이용하여 사용자에게 송신한다. 송신할 사용자가 없을 경우 Up-Link에 Prune 메시지를 전송하여 더이상 스트리밍 패킷을 이용할 대상이 없음을 알린다.

4. 실험 및 평가

본 연구에서 제안한 다중 스트리밍 시스템의 성능을 측정하기 위하여 시스템 환경을 구성하였는데 주요 구성도는 그림 5와 같다. 먼저 동영상 소스를 인코딩 하기 위한 인코딩 시스템, 인코딩 시스템으로부터의 스트리밍 패킷을 전송해 줄 수 있는 스트리밍 서버, 스트리밍 서버간에 사용자 접속에 대해 Load balancing을 하는 L4 스위치, DB 저장을 위한 NAS, 웹서버, 그 외 L2, L3 스위치로 구성된다.

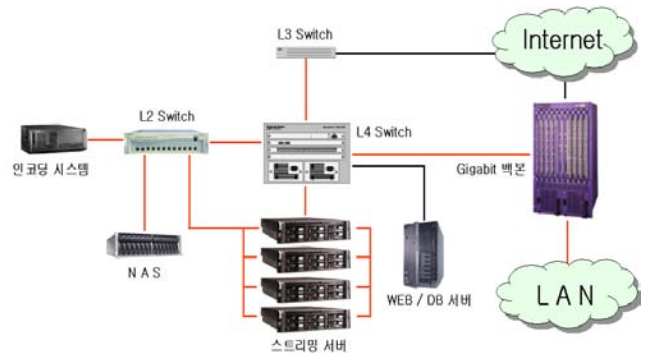


그림 5. 다중 스트리밍 시스템 구성도

인코딩 시스템은 Windows 2003 Server와 Windows Media Encoder 9을 사용하여 동영상 소스를 다중 스트리밍 패킷으로 인코딩하고, 서버측 스크립트 어플리케이션으로는 ASP와 JSP를 사용하였다.

본 연구에서 사용한 인코딩 방식은 WMT 기반의 다중 인코딩 방식으로 다양한 사용자 환경을 고려하여 5개의 대역폭(100K, 300K, 500K, 700K, 1M)으로 동시에 인코딩 하였다. 스트리밍 서버는 인코딩 시스템의 다중 스트리밍 패킷을 원활하게 전송하기 위해 Windows 2003 Enterprise Server를 사용하였고 L4 스위치를 이용해서 4대의 서버들을 각각 Load balancing 하였다. 각각의 서버들은 L2 스위치와 Gigabit으로 연결되며, 원활한 테스트 환경 구성을 위해 기본시스템 (웹서버, NAS) 외에는 연결 및 접속을 금지하였다. L4 스위치는 Gigabit 백본과 직접 연결하여 최적의 환경을 구성하였다. 다중 스트리밍 시스템 시험을 위해 구성한 네트워크 환경은 Gigabit 기반이며 그 하단부는 Gigabit Edge 스위치 및 Fast Ethernet 스위치로 구성한다. 원거리 이격부서는 ADSL 및 무선 LAN으로 구성하였고 WAN 구간 시험을 위해 T3(45Mbps) 전용선을 사용하였다. 다중 스트리밍 시스템의 성능시험은 그림 6에 명시한 네트워크 구조에서 이루어졌다. 성능시험의 중점은 LAN 및 WAN 구간에 있어 다양한 네트워크 변화와 사용자 시스템에 따라 적절한 대역폭의 스트리밍 패킷의 수신과 QoS 정도를 측정하는데 있으며 성능시험에 사용된 사용자 PC 환경은 표 2와 같다.

표 2. 성능시험용 사용자 PC 환경

| 구분 | | 사양 | 수량 |
|--------|-------|-------------------|----|
| 노트북PC | PC #1 | P-3 650MHz(128MB) | 5 |
| | PC #2 | P-4 1.5GHz(256MB) | 5 |
| 데스크탑PC | PC #3 | Cel-466MHz(64MB) | 48 |
| | PC #4 | P-4 2.4GHz(512MB) | 24 |

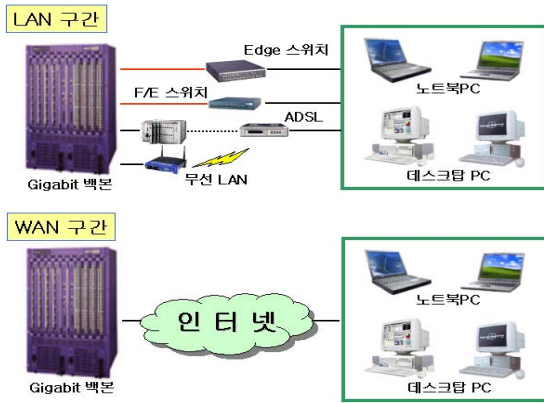


그림 6. 시험 네트워크 환경

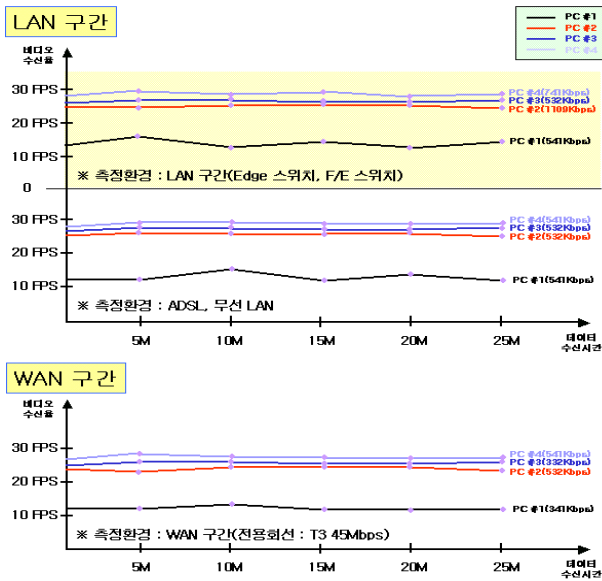


그림 7. 시간 경과와 스트리밍 패킷 수신율

성능측정 결과는 LAN 환경과 WAN 환경과 구분해서 확인할 수 있다. 그림 7에서 알 수 있듯이 사용자 접속속도가 100Mbps로 보장되는 Edge 및 Fast Ethernet 구간에서는 평균 500Kbps~1Mbps의 대역폭과 25.4fps~29.5fps의 변화로 스트리밍 패킷을 수신하였다. 이때의 패킷 Loss는 0(Zero)이었다. 그리고 같은 LAN 구간인 ADSL이나 무선 LAN 환경에서의 측정결과도 마찬가지로 사용자가 사용하는 대역폭이나 스트리밍 패킷의 수신률은 비슷하였다. 하지만 전자의 측정과 달리 상이한 네트워크 속도에 따른 버퍼링 시간이 최소 3~4초정도 소요되었다. 성능측정전 LAN 환경에서는 스위치간 멀티캐스트 프로토콜을 지원할 수 있도록 Trunking 구성 등의 조치를 하였는데 그 결과 대역폭 사용률은 거의 동일한 수준이었다. WAN 환경에서는 LAN 환경에서와는 달리 평균 300Kbps~500Kbps의 대역폭 분포를 보였다. LAN 환경보다 WAN 환경이 적은 대역폭으로 스트리밍 패킷을 수신한 이유는 앞서 설명했듯이 스트리밍 패킷을

전달하는데 있어서 WAN 환경에서는 스위치간에 멀티캐스트 프로토콜을 보장받지 못하였고 유니캐스트 기반에서 사용자까지 도달되는 네트워크가 WAN 구간이 LAN 보다는 적은 대역폭이며, 이 같은 대역폭에서 스트리밍 패킷을 수신하기 위해 사용자까지의 네트워크에 가장 최적화된 대역폭이 적용되었기 때문이다. 즉, 스트리밍 시스템으로부터 복수개의 다중 스트리밍 패킷중에 네트워크의 가용성과 사용자 PC 성능에 맞는 패킷이 적응적으로 수신된 것이다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 기존의 스트리밍 시스템의 단점을 극복하기 위한 하나의 시도로, 다중 스트리밍 시스템을 제안하였다. 이를 위해 하나의 동영상상을 다중 인코딩 방식을 통해 LAN 및 WAN 구간에 서비스함으로써 사용자 환경에서 끊김 현상이나 서비스 지연 등에 대해 개선됨을 보여 주었다. 본 연구에서는 다중 인코딩을 위해 하드웨어 지향적인 방법을 사용하였는데 이 방법은 서비스 향상을 위해 보다 많은 비용이 소요되게 되어 서비스에 대한 실효성이 감소하게 된다. 그러므로 스트리밍 서비스에 대해 적절한 QoS를 만족시켜 주기 위해서는 하드웨어에 독립적인 스트리밍 소프트웨어에 대한 개발과 더불어 동영상 대역폭을 자동으로 관리 할 수 있는 네트워크 분야의 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Y.Zhang, "Streaming video over internet issues and new development", Proc. IEEE Workshop on Signal Processing Systems, Taipei, Taiwan, Oct. 2000.
- [2] T.Hou, D.Wu, W.Zhu, H.Lee, T.Chiang, Y.Zhang, "An end-to-end architecture for MPEG-4 video streaming over the Internet", Proc. Int. Conf. Image Processing Vol. 1, Kobe, Japan pp. 254-257, 1999.
- [3] J.C.Bolot and T.Turletti, "A rate control mechanism for packet video in the Internet", INFOCOM '94, pp.1216-1223, 1994.
- [4] I.Busse, B.Deffner and H. Schulzrinne, "Dynamic QoS control of multimedia applications based on RTP", Computer Communications, VOL. 19, NO. 1, Jan. 1996.
- [5] H.Schulzrinne, S.Casner, R.Frederick, and V.Jacobson, "RTP : A Transport Protocol for Real Time Applications," RFC 1889, IETF Audio and Video Transport Working Group.