

WAN(Wide Area Network)상에서 Proxy Cache를 이용한 연속미디어 전송 기법

최태욱*, 박성호*, 김영주**, 정기동*
 *부산대학교 전자계산학과
 **신라대학교 멀티미디어공학과
 {tuchoi, shpark, yjkim, kdchung}@melon.cs.pusan.ac.kr

Continuous Media Delivery Scheme using Proxy Cache over WAN(Wide Area Network)

Tea-Uk Choi*, Seong-Ho Park*, Young-Ju Kim**, Ki-Dong Chung*
 *Dept. of Computer Science, Pusan National University
 **Dept. of Multimedia Engineering, Silla University

요 약

인터넷과 같은 WAN환경에서 멀티미디어 전송품질을 향상시키기 위해서 Proxy Cache가 많이 이용되고 있으며, 이에 기반하여 클라이언트에게 실시간으로 연속미디어를 서비스하기 위한 여러 가지 전송기법들이 요구되어지고 있다. 본 논문에서는 Proxy Cache안에 일정량의 메모리를 Relay Buffer로 할당하고 이를 이용한 흐름제어기법을 구현하며, RTSP서버의 전송스케줄러의 idle time을 이용하는 재전송기법을 제안하고 구현한다. 실험 결과, 제안된 기법은 WAN상에서의 RTSP서버와 Proxy Cache사이 패킷손실량 현저하게 줄일 수 있음을 확인하였다.

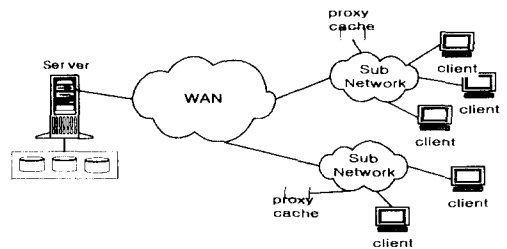
1. 서론

초고속정보통신망과 디지털 처리 기술의 발전은 수많은 정보를 인터넷을 통해 사용자에게 제공한다. 또한 인터넷상에서의 정보 표현 방식이 기존의 텍스트 및 이미지 위주의 방식에서 동영상이나 오디오와 같은 연속된 미디어를 포함하는 방식으로 변화됨에 따라 인터넷상의 멀티미디어 데이터양은 급증하고 있다. 그러나 현재 인터넷이 멀티미디어 데이터의 원활한 서비스를 제공하기 위해서는 많은 문제점을 지니고 있다. 첫째로 인터넷은 제한적인 대역폭을 가진다. 둘째, 전송 메카니즘이 실시간보다는 best effort 방식으로 동작한다. 따라서, 동화상 서비스를 위한 통신 대역폭 확보, 서버와 사용자의 물리적 거리에 따른 데이터 전송 지연 및 서비스 품질 보장 등이 힘들어 진다.

현재까지의 주요 연구는 인터넷에서 프락시 서버를 이용하여 통신량과 서버의 부하를 줄이는 방향으로 진행되었으나 이는 텍스트와 이미지 데이터에 적합한 방법을 제시하고 있으며 연속적이고 대용량인 멀티미디어 데이터에 대한 연구는 미비한 상태이다. 또한 현재 인터넷에서 연속미디어 전송을 위해서 사용되는 실시간 전송 프로토콜인 RTSP[1]나 Real-Network사의 PNM 등은 WAN상에서 실시간성은 어느

정도 보장되는 반면에 패킷 손실률과 전송 초기 지연 시간은 사용자가 요구하는 품질을 만족시키지 못하고 있다. 특히, RTSP의 하위 전송프로토콜로 많이 이용되는 RTP[2]는 실제로 UDP를 기반으로 하기 때문에 본질적으로 손실된 패킷을 복구할 수 있는 메카니즘이 없다.

위에서 제시한 문제점들을 해결하기 위하여 실시간 데이터의 특성을 이용하여 네트워크의 대역폭을 효율적으로 사용하는 대역폭 smoothing 기법[3]과 Layered coding에 기반하여 네트워크의 상태에 따라서 전송품질을 조절하는 기법[4], 그리고 Proxy Server를 활용하여 서버의 과부하를 줄이고 네트워크의 대역폭을 효과적으로 활용하는 연구가 수행되었다[5][6][7].



[그림1] Server, Client, Proxy Cache의 구조

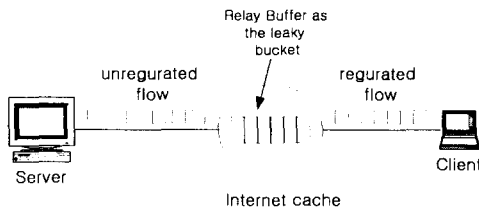
* 이 논문은 1998~1999년 한국 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

본 연구는 인터넷상의 멀티미디어 데이터의 효율적인 서비스

를 위하여 [그림1]과 같은 인터넷 캐쉬를 가정하고, IETF의 표준안인 RTSP를 이용하여 서버/클라이언트 및 proxy cache의 프로토타입(prototype)을 구현한다. 또한, proxy cache안의 일정량의 메모리를 Relay Buffer로 사용하여 기본적인 흐름제어를 수행하고, 클라이언트 도착 패킷 손실률을 최소화하도록 RTSP 서버의 전송스케줄의 idle time을 이용하는 재전송기법을 제안한다. 실험결과, RTSP서버와 Relay Buffer간에 제안된 기법을 적용할 경우 상당량의 패킷 손실을 줄일 수 있었다.

2. Relay Buffer를 이용한 흐름제어

인터넷 캐쉬는 기본적으로 자주 접근되는 데이터를 캐싱하고 이를 재사용한다. 이를 위하여 데이터를 저장 및 검색하는 기능이 있어야 하며, 효율적인 재배치 전략이 요구되어진다. 그러나 대용량의 연속미디어의 경우 전체를 인터넷 캐쉬에 올리기가 힘들기 때문에 일부분만을 Prefixed Caching을 하기도 한다[5]. 이 경우 캐싱되지 않은 부분은 실시간으로 서버에서 직접 클라이언트에게 서비스를 해야하므로 전송품질이 떨어질 수 있다. 본 논문에서는 인터넷 캐쉬에서 서비스중인 데이터의 전송 품질을 향상시키기 위해 캐쉬서버의 일정량의 메모리를 Relay Buffer로 이용한다. 즉, 이것은 네트워크 leaky bucket 역할을 함으로써 기본적인 흐름제어 기능을 제공한다. 서버와 인터넷 캐쉬사이에는 Relay Buffer수준을 보고 가변적으로 전송률을 조정하며, 캐쉬서버와 클라이언트 사이는 일정한 전송률로 실시간 전송을 하게 된다. [그림2]는 Relay Buffer의 기본적인 기능을 보여준다.



[그림2] Relay Buffer as a leaky bucket

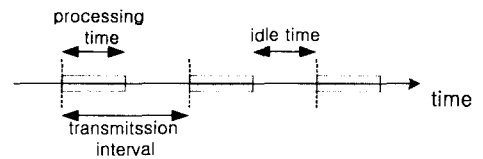
실제로 Relay Buffer를 이용한 흐름제어를 구현하기 위하여 RTSP를 표준안에 따르는 새로운 SETRATE 메시지를 추가하였다.

3. 실시간 재전송기법

현재의 인터넷은 단순히 텍스트 또는 그래픽과 같은 비연속 미디어를 다루도록 설계되어 있어 실시간 특성을 가지는 연속 미디어를 전송하는데 적합하지 못하다. TCP는 신뢰성있는 전송을 보장하지만, 이를 위한 에러복구나 재전송 메커니즘은 실시간성을 파괴할 수 있다. 또한 UDP는 전송시간은 매우 빠르나 네트워크 과부하되거나 WAN상에서 전송시 패킷손실이 많

이 일어난다. 최근에 많이 사용하는 RTP는 연속미디어의 전송을 위해 제안되어 실시간 전송과 피드백을 이용하여 흐름제어 메커니즘을 제공하지만, 하위 전송 프로토콜로서 UDP를 사용하기 때문에 네트워크 과부하될 경우 패킷 손실을 발생하게 된다. 따라서, WAN상에서 UDP기반으로 멀티미디어데이터를 전송할 때 손실된 패킷을 보상할 수 있는 메커니즘이 요구되어진다.

Proxy Cache의 Relay Buffer안에서 패킷들은 자신의 전송 순서가 될 때까지 큐안에서 일정시간을 대기하게 되며, 이 대기시간 안에 손실된 패킷을 재전송 받을 경우 클라이언트에게 실시간성을 지키며 보낼 수가 있다. 또한 서버는 [그림3]과 같은 전송스케줄링을 이용하여 주기적으로 패킷을 전송하는데, 전송주기는 실제 데이터를 처리하여 보내는 시간인 processing time과 다음 전송주기까지 기다리는 idle time으로 구성된다. 따라서, 이 idle time을 활용한다면 현재 전송중인 패킷간의 시간성을 파괴하지 않고 손실된 패킷을 재전송할 수 있다.



[그림3] RTSP서버의 전송 스케줄

```

Transmission_Schedule_Algorithm(time t)
{
    Relay Buffer로부터 현재 ACK메시지를 받는다;
    if ( |이전 ACK - 현재 ACK| > 1 ) {
        이전 ACK와 현재 ACK사이 sequence number를
        가진 패킷을 재전송리스트에 추가한다;
    }
    if (전송리스트의 패킷이 전송시간 <= t) {
        /* processing time */
        패킷크기만큼의 데이터를 파일에서 읽는다.
        RTP패킷헤더를 붙인다.
        Relay Buffer에게 전송한다.
    } else {
        /* retransmitting during idle time */
        재전송리스트에서 하나의 패킷을 가져온다.
        Relay Buffer에게 전송한다.
    }
}
    
```

[그림4] RTSP서버의 재전송스케줄 알고리즘

제안된 재전송메커니즘은 RTSP서버와 Relay Buffer사이에서 수행되어진다. Relay Buffer는 서버로부터 RTP패킷을 받을 경우 서버에게 ACK신호를 보내며, 서버는 ACK신호를 바탕으로 패킷손실여부를 판단하게 된다. 서버는 최근에 전송된 패킷들

로 구성된 재전송 패킷 윈도우를 유지하고 있으며, 패킷이 손실이 됐다고 판단될 경우 이 윈도우안의 패킷을 재전송하게 된다. 이 재전송패킷윈도우는 일정한 크기이며 가장 최근에 전송된 패킷으로 계속 갱신된다. [그림4]는 서버의 재전송 스케줄러의 알고리즘을 나타낸다.

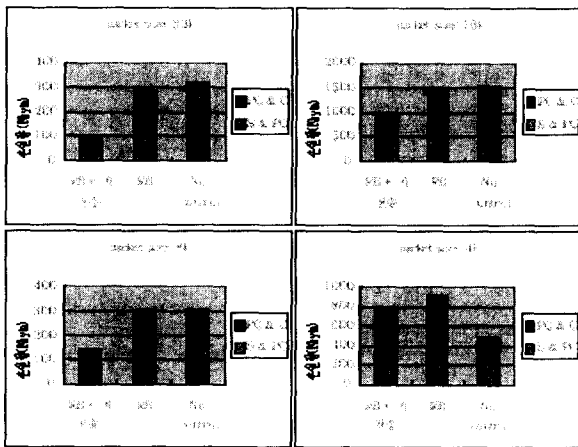
5. 실험

서버와 클라이언트는 RTSP프로토콜을 따르며 전송모듈은 RTP 프로토콜을 따라서 구현하였다. RTSP서버와 Proxy Cache는 Soraris 2.5.1에서 C로 구현하였고, 클라이언트 Widnow98상에서 Visual C++를 사용하여 작성하였다. Proxy cache는 Relay Buffer기능만을 구현하여 실험하였다. 실험 데이터는 뮤직비디오 한편을 선정하여 사용하였으며, [그림5]는 자세한 사양을 보여준다.

압축 형식	MPEG I
데이터 크기	45 Mbyte
총상영시간	4분 30초
초당 요구프레임 수	25 f/s
평균 전송률	172 KByte

[그림5] 실험 데이터

제안된 흐름제어와 재전송기법의 성능을 보이기 위해서 비교 대상으로는 Relay Buffer와 재전송기법을 함께 적용한 경우 (RB+재전송), Relay Buffer만을 이용한 경우(RB), Proxy Cache없이 바로 클라이언트와 서버가 직접 통신하는 경우(No control)의 3가지 기법을 비교 실험하였다. 그리고 성능적으로서 서버와 Proxy Cache사이(S&PC)에서의 패킷손실량과 Proxy Cache와 클라이언트사이(PC&C)에서 패킷손실량을 측정하였다.



[그림6] 패킷손실량의 측정

[그림6]은 전송패킷의 크기에 따라서 전송기법들의 패킷손실량을 나타낸다. 직관적으로 알 수 있듯이 Relay Buffer(RB)와

제안된 재전송기법을 함께 적용할 때가 가장 패킷손실률이 작음을 알 수 있다. 또한 RTSP서버와 Relay Buffer사이 재전송기법을 적용할 때 패킷손실을 상당히 줄일 수 있음을 확인할 수 있다. 그러나 패킷 크기가 작아짐에 따라 제안된 기법의 성능이 Relay Buffer없이 서버와 클라이언트사이 직접 데이터를 전송할 때보다 떨어짐을 알 수 있는데, 이는 서버의 idle time이 작아지고, 패킷 전송오버헤드가 증가하기 때문이다.

6. 결론

현재 인터넷과 같은 WAN환경에서 멀티미디어 전송품질 향상시키기 위해서 Proxy Cache가 많이 이용되고 있으며, 이에 기반하여 클라이언트에게 실시간으로 연속미디어를 전송하기 위해 여러 가지 전송기법들이 요구되어진다. 본 논문에서는 Proxy Cache안에 Relay Buffer를 가정하고 이를 이용한 흐름 제어기법을 구현하였고, RTSP서버의 idle time을 이용하는 재전송기법을 제안하였다. 실험 결과, 제안된 기법은 이를 사용하지 않을 때보다 패킷손실량을 상당히 줄일 수 있음을 확인하였다. 특히, WAN상에서의 RTSP서버와 Proxy Cache사이 패킷손실은 현저하게 줄일 수 있음을 확인하였다. 향후, 인터넷 캐쉬서버의 전송 기능을 강화하고, 효율적인 프리캐칭기법과 저장 및 재배치기법을 제안하고자 한다.

7. 참고 논문

- [1] H.Schulzrinne, S.Rao, R.Lanphier, "Real Time Streaming Protocol(RTSP)", RFC-2326, 1998
- [2] H.Schulzrinne, S.Casner, R.Frederick, V.Jacobson, "RTP:A Transport Protocol for Real-time Applications", RFC-1889, 1996
- [3] Y. Wang, Z.-L. Zhang, D. Du, and D. Su, "A Network-Conscious Approach to End-to-End video Delivery over Wide Area Networks Using Proxy Servers", In proc. IEEE Infocom, April 1998
- [4] Reza Rejaie, Haobo Yu, Mark Handely, Deborah Estrin, "Multimedia Proxy Caching Mechanism for Quality Adaptive Streaming Applications in the Internet ", To Appear in Proceedings of IEEE Infocom'2000 , Tel-Aviv, Israel, March 2000
- [5] S. Sen, J Rexford and D. Towsley, "Proxy prefix caching for multimedia streams," In Proc. IEEE Infocom, March 1999
- [6] S. Sahu, P. Shenoy and D. Towsley, "Design considerations for Integrated Proxy Servers", In Proc. IEEE NOSSDAV'99, June 1998
- [7] J. Wang, "A Survey of Web Caching Schemes for the Internet", Technical Report TR99-1747, Cornell Univ. Dept. of Computer Science, 1999