

QoS 적응형 스트리밍 서비스를 위한 네트워크 에러 감내 기법

김상형*, 원유재*, 유관중*
*충남대학교 컴퓨터공학과
e-mail:kims@cnu.ac.kr

A Scheme of Network Error Tolerance for QoS Adaptive Streaming Service

Sang-Hyong Kim*, Yoo-Jae Won*, Kwan-Jong Yoo*

*Dept of Computer Science & Engineering, ChungNam National University

요 약

현재의 멀티미디어 스트리밍 서비스는 무선 환경 같은 여러 형태의 단말에게 동시에 서비스를 제공하고 있다. 그러나 이러한 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서는 이질적인 네트워크에서 발생하는 에러를 최소화한 적응형 QoS 기술을 제공해야 하는 것이 우선적으로 고려되어야 한다. 본 논문은 스트리밍 미디어의 효율적인 전송을 향상시키기 위한 방법을 제안한다. 클라이언트의 피드백 정보를 이용하여 전송량에 따라 적응적인 전송 알고리즘을 제시하고, 계층화된 데이터의 중복 전송을 통하여 에러를 감소시키고, 데이터의 전송 효율을 높이는 방법에 대해서 설명한다. 제안되었던 알고리즘이 적용된 적응형 MPEG 시스템의 전송 모듈을 설계하고, 실험을 통해서 우수성을 증명한다.

1. 서론

다양한 형태의 이질적인 통신망과 스마트 기기 등을 포함하는 시스템들이 공존하는 네트워크 환경에서 멀티미디어 스트리밍 서비스를 실시간으로 제공하는 기술에 대한 연구가 광범위하게 이루어지고 있다. 서로 다른 대역폭에서 상호 연동하고 있는 네트워크 상황은 QoS(Quality of Service)가 보장되는 전송 기술인 스케일러블 전송(Scalable Transmission) 기술이 필요하게 되었으며, 이를 통해 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공하게 되었다[1-3].

스트리밍 서비스에서의 스케일러블 전송 기술은 가변적인 네트워크 상황에 적용할 수 있는 데이터의 손실을 최소화시켜 원활한 서비스를 제공하기 위한 방법으로 사용되어 왔다. 그러나 멀티미디어 스트리밍 서비스의 효율성을 높이기 위한 지속적인 연구에도 불구하고 서비스 품질에 대한 사용자의 만족에는 여전히 상당한 제약이 존재하고 있다. 따라서 효율적인 스트리밍 미디어 전송을 위한 다양한 연구가 지속되고 있으며, 스트리밍 미디어의 계층화 기법을 이용한 전송이 필수적인 요소로 필요하게 되었다.

본 논문에서는 이질적인 네트워크 환경의 대역폭에 따라 전송 중에 발생하게 되는 패킷 손실을 방지하기 위해 계층화된 데이터 간의 상관관계에 따라 중요 데이터를 중복 전송하는 FEC(Forward Error Correction) 방법을 활용한 알고리즘을 제안한다[4-6]. 본 논문의 구성은 다음과

같다. 제2장에서는 변화하는 대역폭에 따라 스트리밍 데이터를 분할하는 계층적 코딩 기법과 적응형 스트리밍 전송 모듈에 대해 알아보고, 제3장에서는 제안된 멀티미디어 데이터 전송을 위한 FEC기반의 적응형 QoS 알고리즘 방법에 대해 알아보고, 제4장에서는 제안된 알고리즘을 통한 성능 측정 결과를 보이고, 마지막으로 제5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 계층적 코딩 기법

가변적인 네트워크 환경에 적응하기 위한 대처 방안이 스트리밍 미디어의 분할 기법이다. 디코딩 과정에서 필요한 기본 데이터가 추가되어지면, 품질이 우수한 확장 데이터로 분할하는 것이다. 네트워크 품질이 우수한 상황에서는 모든 스트리밍 데이터를 전송하여 높은 품질의 서비스를 제공하고, 상대적으로 우수하지 않은 상황에서는 기본 스트리밍 데이터만을 전송함으로써 최소한의 서비스를 제공하도록 하는 것이다.

공간분할방식은 공간 해상도가 낮은 부분과 높은 부분으로 기본 계층과 확장 계층으로 나누는 것이다. 기본 계층을 먼저 부호화한 후에 기본 계층의 보간 성분과 확장 계층의 차이 성분을 부호화하여 이용한다.

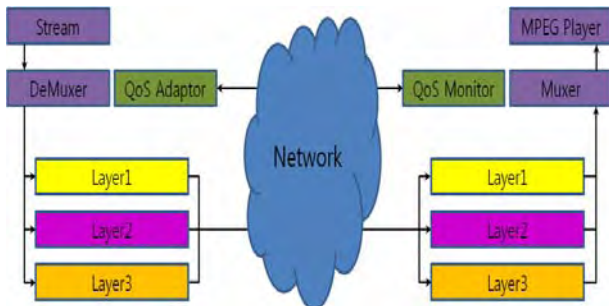
시간분할방식은 기본 계층과 확장 계층 간의 시간차를 이용하여 나누는 것이다. 서로 프레임이 표현되어지는 주기가 다른 스트림을 생성하여, 스트림을 분할하는 기법이다. 연속

된 내용을 재생하면서 기본 계층만을 이용하는 경우 큰 움직임만을 확인할 수 있다. 확장 계층이 더해지면 큰 움직임의 프레임 간에 보강할 수 있는 프레임이 추가되어 좀 더 부드러운 화면을 재생할 수 있다.

2.2 적응형 MPEG 시스템에서의 전송

이질적인 네트워크에서 수시로 변화하는 대역폭을 측정하여 미디어 데이터 전송을 최적화시킬 수 있는 스트림 데이터 전송 모듈로 개선하였다.

(그림 1)은 기존의 MPEG 시스템의 데이터 전송 구조에서 제한된 알고리즘에 적합하도록 개선된 전송 모듈이다. 전송될 하나의 멀티미디어 스트림을 DeMuxer에 의해 다수의 분할된 스트림으로 생성하여 클라이언트에게 전송하며, 전송된 분할 스트림은 Muxer에 의해 하나의 스트림으로 통합된다. 사용자는 각 단말의 MPEG player를 통해 스트림을 재생되게 된다. 사용자에게 최적의 스트리밍 서비스가 보장되도록 전송되는 데이터의 양을 실시간으로 모니터링하여 데이터의 손실을 줄이고, 네트워크의 부하를 최소화시킴으로써 네트워크 대역폭에 따라 동적으로 데이터의 전송량을 조절토록 하였다. 수정된 시스템의 전송 모듈에서는 대역폭이 실시간으로 측정되도록 하였으며 대역폭 변화에 따라 분할된 스트림의 정보를 바탕으로 스트림 요청이 있을 경우에 해당 스트림의 메타 정보를 읽어 요청한 클라이언트에게 메타 정보를 우선 전송하고, 수신된 스트림을 이용하여 스트리밍 서비스를 개시하게 된다. 이러한 방식으로 대역폭 변화를 알 수 있으며, 서버와 클라이언트 사이에 전송을 수행하여 사용자가 원하는 서비스를 받을 수 있도록 하였다.



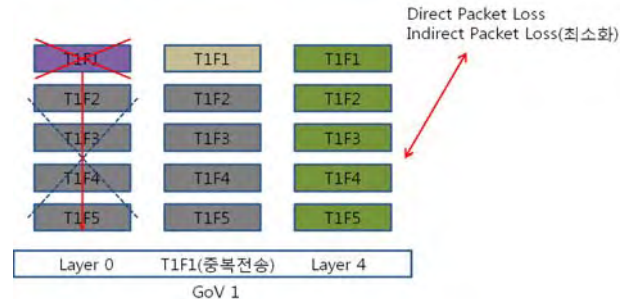
(그림 1) 적응형 MPEG 시스템 전송 모듈

3. 에러 제어를 고려한 QoS 전송 알고리즘

기존의 FEC방식은 단순 중복 전송 방식으로 클라이언트의 피드백 정보 없이 서버에서 데이터 전송을 위한 처리가 없어 네트워크 자원의 낭비를 초래하게 된다. 이러한 특징으로 네트워크 대역폭을 가중시켜 가변적인 네트워크 환경에 적응하기 쉽지 않아 일률적으로 중복량이 결정되게 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 클라이언트의 피드백 정보를 이용하여 현재의 네트워크 상태를 예측할 수 있도록 하였다. 또한, 중요 데이터에 대해서 중복량을 결정하여 상관관계에 있는 데이터의 손실을 최소화하여 네트워크

의 대역폭 상태에 따라 전송량을 조절할 수 있도록 하였다.

(그림 2)는 서버의 데이터 전송 과정 중에 발생하는 데이터의 직접유실(Direct Loss)와 데이터 전송이 완료되었음에도 불구하고 상위 계층의 데이터가 없어 사용할 수 없는 간접유실(Indirect Loss)을 나타낸다.



(그림 2) 간접패킷 손실 최소화하는 과정

가령, T1F1~T1F5의 계층화된 5개의 데이터를 이용하여 T1F1 > T1F2 > T1F3 > T1F4 > T1F5와 같이 중요도에 따라 상관관계를 표시한다. 즉, T1F2 이하의 계층들은 T1F1이 반드시 있어야 이용이 가능하다는 것을 의미한다. 따라서, 중요 데이터(T1F1)을 중복 전송함으로써 간접 손실을 예방할 수 있는 것을 알 수 있다.

본 논문에서 제안한 알고리즘은 클라이언트 측의 피드백 정보를 통해서 QoS를 재설정하는 방식이다. 피드백 정보를 이용하여 서버가 전송한 양과 클라이언트가 수신된 양을 비교하여 현재의 네트워크에서 발생하는 에러율을 계산할 수 있다. 전송 중에 발생하는 에러율을 감소시키기 위해서는 데이터의 중복 수행 횟수를 증가시킬 수 있지만, 네트워크 자원을 낭비하는 결과를 초래하게 된다. 이에 제안된 알고리즘은 클라이언트에서 전송되어진 피드백 정보에 적합한 양의 데이터를 전송하는 것이다. 따라서, QoS 양에 대한 설정과 이를 통한 중복량 결정을 반영하는 것이 중요한 부분이다. 이미 기술한 바와 같이 QoS의 양은 클라이언트에서 전송되어지는 피드백 정보에 의해 결정되며, 전송되어진 양만큼 추후에도 전송되어진다고 가정할 때 얼마의 데이터가 전송되어질 수 있는지를 결정하는 것이다. 이와 같은 특성을 이용하여 데이터의 전송량을 결정하는 알고리즘은 <표 1>과 같이 제시하였다.

전송량 결정 알고리즘은 현재 네트워크에서 발생하는 전송 데이터의 에러율을 측정하고, 에러 발생에 따른 데이터의 중복량도 결정하여야 한다. 이와 함께 실제 사용 가능한 MPEG 스트림 위해서는 계층 간의 상관관계에 따라 상위 계층의 데이터들이 전송되도록 하여야 한다. 제안된 알고리즘에서는 이 상위 계층이 임의로 설정된 값 이상으로 전송되어지도록 보장하는 것이다. 또한 일정 수준 전송 확률을 가지기 위해서는 중복 전송량을 알 수 있어야 한다.

<표 1> 전송량 결정 알고리즘

```
// iSizeofNet : 예상 네트워크 Bandwidth
for (Temporal layer의 처리) {
    for (Spatial layer의 처리) {

        iSizeofLayer = 계층의 크기;
        iSizeofSend = 0;

        if (확장 계층인 경우)
            iSizeofSend += iSizeofLayer ;
        else (중요 계층인 경우)
            iSizeofSend += (iSizeofLayer * 중복량)

        if (iSizeofSend > iSizeofNet) break;
    }
    if (iSizeofSend > iSizeofNet) break;
}
```

4. 실험 환경 및 결과 분석

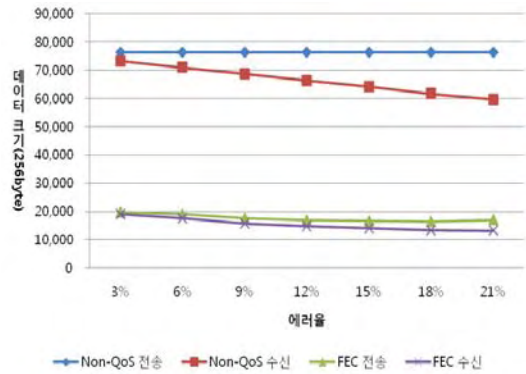
4.1 실험 환경 구성

본 장에서는 제안된 QoS를 고려한 전송 알고리즘 기법을 이용하여 비디오 스트림의 전송 과정을 구현하고 이를 통해 성능을 분석하였다. QoS가 보장되지 않은 시스템과 제안된 적응형 QoS 알고리즘을 적용한 시스템 각각에 대해서 클라이언트 측의 Muxer의 양을 비교 분석하여 제안한 QoS를 고려한 전송 알고리즘에 대한 우수성을 입증하였다. 성능 비교 평가는 클라이언트에게 전송된 GoV내 패킷 크기(256byte, 512byte, 1024byte)에 따라 전송량 대비 병합량을 비교함으로써 전송 중의 패킷 간접 손실률, 패킷 크기별 간접 손실률을 비교하였다. 이러한 결과를 바탕으로 제안된 적응형 QoS 알고리즘의 우수성을 입증하였다.

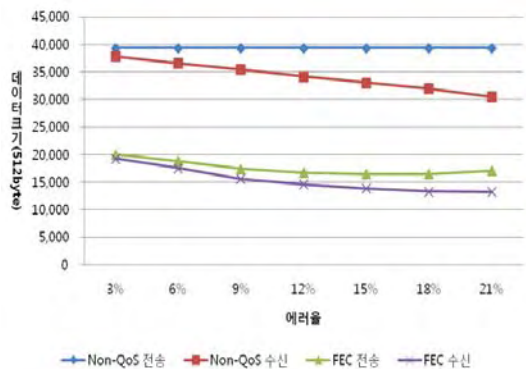
4.2 실험 결과 분석

(그림 4-6)은 개선된 FEC를 이용한 적응형 QoS 알고리즘과 Non-QoS 시스템에 대해 실험을 수행한 결과를 비교한 것이다. FEC를 이용한 적응형 QoS 알고리즘의 전송 결과가 대체적으로 Non-QoS에 비해 작게 나오고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 FEC를 이용한 적응형 QoS 알고리즘의 흐름 제어 영향이라고 할 수 있다. 따라서 비교 실험을 위해서 가능한 Non-QoS와 같은 양이 전송되도록 실험하였다. 모든 계층의 크기가 일정하지 않은 관계로 (그림 4-6)처럼 전송되어지는 양이 일정하지 않게 나오고 있다. 따라서 FEC를 이용한 적응형 QoS 시스템에서 수신되는 양도 Non-QoS 보다 적은 양이 수신되어짐을 알 수 있다. 그러나 전체 전송량에서 유실되어지는 양의 비율은 비슷하다. 이와 같은 상황은 직접손실에 의해 발생하게 된다. 그러나 실제적으로 사용되어진 양을 비교해보면 오히려 FEC를 이용한 적응형 QoS 시스템 방식이 우수하게 나오고 있다. 이와 같은 결과는 FEC의 중복 전송의 영향이라고 할 수 있다. 즉, 상관관계에서 상위 데이터를 중복 전송함으로써, 상위 데이터의 전송 실패 확률이 Non-QoS 시스템보다 감소하였기 때문이다. 결론적으로 FEC를 이용

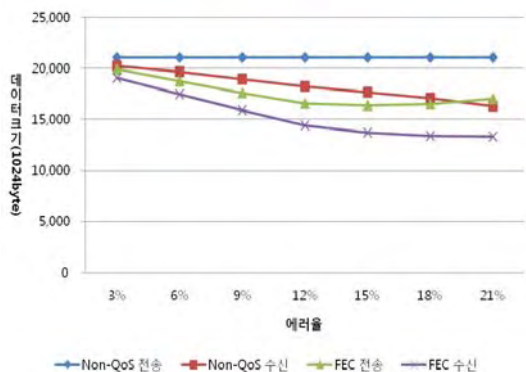
한 적응형 QoS 방식은 간접 손실의 양을 감소시켜 준다.



(그림 4) FEC를 활용한 적응형 QoS와 Non-QoS 비교



(그림 5) FEC를 활용한 적응형 QoS와 Non-QoS 비교



(그림 6) FEC를 활용한 적응형 QoS와 Non-QoS 비교

지금까지 본 논문에서 제안한 FEC를 이용한 적응형 QoS를 전송 알고리즘 기법을 구현한 후 기존의 시스템에 적용시켜 실험하였다. 시험결과를 통해, QoS를 고려한 전송의 형태가 고려하지 않는 경우보다 더 우수함을 알 수 있다.

대용량 멀티미디어 데이터를 전송하는 경우 네트워크의 한계로 간접적인 유실의 양은 직접적인 유실의 양과 비슷한 양을 보일 정도로 상당히 크다. 직접적인 유실을 각 사용자 단말기에서 처리하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에 전송되어지는 데이터의 특성을 이용하여 간접적으로 유실되어지는 양을 줄일 필요성이 있다. 이를 위해 상위 계층의 전송 보장율을 높여 전체적인 전송 효율 상승을 도모해야 한다.

서버는 클라이언트에게 전송되어진 대역폭 정보를 바탕으로 전송량을 결정하게 하였다. 이러한 형태의 서비스 구성을 통해 효율적인 데이터 전송 모듈을 구현할 수 있게 되었다. 나아가 시스템의 효율성을 증명하기 위하여 발생할 수 있는 모든 에러율에서 데이터를 측정하였다. 이와 같은 과정을 거친 본 논문의 실험결과를 통해 제안한 적응형 QoS 알고리즘을 적용한 시스템이 사용하지 않은 시스템에 비해 보다 우수한 결과를 가져오게 되었다.

5. 결론

본 논문은 가변적인 네트워크 환경에서 전송 데이터의 직접 손실에 의한 간접 패킷 손실을 줄이고, 네트워크의 대역폭에 따라 데이터의 중요도를 고려하여 전송하는 QoS를 고려한 전송 알고리즘 제안하였으며, 멀티미디어 스트리밍 서비스를 필요로 하는 여러 형태의 이질적인 망에 QoS를 고려한 알고리즘이 적용된다면 여러 문제점을 해결할 수 있다.

또한, 본 논문에서 제시하고 있는 MPEG 시스템의 전송 모듈은 유·무선의 경계가 허물어지고 있는 상황에서 데이터 전송의 문제점을 보완한 적응형 QoS 알고리즘을 제안함으로써 멀티미디어 데이터를 원활하게 전송할 수 있도록 설계하여, 네트워크 자원의 낭비를 제거하고 능동적인 환경에 대응할 수 있는 방안을 제시하였다.

참고문헌

- [1] S. H. Kim, J. S. Cho, and K. J. Yoo, "A Reliable Layered Data Transmission Method for MPEG-4 Seamless Streaming Service," in Proc. the 10'th Asia-Pacific Conference on Communication and 5th International Symposium on Multi-Dimensional Mobile Communication(APCC/MDMC'04), pp.696-699, Aug. 2004.
- [2] H. Sun, A. Veto and J. Xin, "An overview of scalable video streaming," Wireless Communications and Mobile Computing, Wiley InterScience, pp.159-172, 2007.
- [3] J.-P. Wagner, J. Chakareski, and P. Frossard, "Streaming of scalable video from multiple servers using rateless codes," in Multimedia and Expo, 2006 IEEE International Conference on. IEEE, pp.1501-1504, 2006.
- [4] C. Hellge, D.G. Barquero, and T. Schierl, "Layer-Aware Forward Error Correction for Mobile Broadcast of Layered Media," Journal of Multimedia, IEEE Transactions on, Vol.13, No.3, pp.551-562, Jun. 2011.
- [5] A. Nafaa, T. Taleb and L. Murphy, "Forward Error Correction Strategies for Media Streaming over Wireless Networks," IEEE Communications Magazine, pp.72-79, Dec. 2007.

- [6] Y. Shan, I. Bajic, J. Woods and S. Kalyanaraman, "Scalable video streaming with fine-grain adaptive forward error correction," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol.19, No.9, pp.1302-1314, Sep. 2009.