

멀티미디어 콘텐츠의 QoS를 개선한 전송 메커니즘

김 선 호[†] · 송 병 호^{††}

요 약

웹 사용자와 대용량 콘텐츠의 급증으로 웹 서버와 네트워크의 부하가 가중되고 웹 서비스의 질이 떨어지는 문제가 발생하였으며 이러한 문제를 해결하기 위해 콘텐츠를 다수의 지역서버에 복사하고 가까운 지역서버로 하여금 클라이언트의 요청을 처리하도록 하여 웹 서버의 부하를 줄이고 트래픽을 분산하는 콘텐츠 분산 네트워크 기술이 대두되고 있다.

본 연구에서는 이러한 분산 네트워크의 지역서버를 이용하여 클라이언트 그룹의 콘텐츠 요청을 가까운 지역서버가 담당하도록 하며, 전송에 있어서는 MDC 코딩과 다중채널에 의한 전송으로 전송 중 오류를 줄이고 지연시간을 단축할 수 있는 전송 메커니즘을 제안한다. 이러한 연구는 멀티미디어 웹 서비스의 성능 개선에 기여할 수 있을 것이다.

Transmission Scheme for Improving QoS of Multimedia Contents

Seonho Kim[†] · Byoungho Song^{††}

ABSTRACT

A rapid growth in the number of Internet users and in massive media contents tends to cause server overload and high network traffic. As a consequence, it can be safely assumed that the quality of service is on the brink of deterioration. A solution of this problem is the development of the Content Distribution Network.

Therefore, in this paper, we propose a transmission model using CDN. This model uses regional media server which closes to client, and uses MDC coding and multi-channel to reduce packet loss and delay. In conclusion, this study improved performance of multimedia service by reducing packet loss and delay.

키워드 : 지역서버(Regional Server), MDC, 다중채널(Multi-Channel), 멀티캐스트(Multicast)

1. 서 론

제한된 대역폭과 패킷 손실이 발생할 수 있는 네트워크 환경에서 멀티미디어 콘텐츠를 전송하는 데에는 많은 제약이 있다. 인터넷상에서 급격히 증가하고 있는 멀티미디어 콘텐츠의 빠르고 안정된 서비스를 위한 하나의 방법으로 콘텐츠를 지역서버에 복제하여 가까운 지역서버로 하여금 전송하도록 하는 콘텐츠 분산 네트워크가 사용되고 있다.

반면, 웹상에서 급증하고 있는 대용량 멀티미디어 콘텐츠의 전송을 위해서는 멀티캐스트 전송이 필수적이다. 멀티캐스트는 송신자가 해당 데이터를 받기를 원하는 수신자들(멀티캐스트 그룹)에게만 데이터를 전달하는 방식이다. 송신자 측에서는 하나의 데이터 패킷을 보냄으로써 대역폭의 낭비를 줄이고 네트워크상의 혼잡을 줄일 수 있으며, 수신자 측에서는 원하는 호스트에게만 데이터를 복사해줌으로써 불필요한 데이터 수신을 방지할 수 있다. 인터넷 생방송, 다자간

화상회의, 원격 강의 등과 같은 대역폭을 많이 차지하는 애플리케이션을 효율적으로 전달하기 위한 방법으로 멀티캐스트는 널리 이용되고 있다. 그러나 IP 멀티캐스트는 UDP 기반의 최선형 서비스(Best-effort Service)를 기반으로 하여 데이터를 전송할 뿐, 수신자들이 데이터를 제대로 받았는지에 대한 확인은 하지 않는다. 이를 해결하고자 유니캐스트 전송에서의 TCP 프로토콜과 같은 기능을 할 수 있는 신뢰적인 멀티캐스트 전송을 위한 연구가 이루어지고 있고 주로 ACK/NACK 기반의 재전송에 의한 오류 회복 기법이 연구되어 왔다[1, 2]. 그러나 재전송에 의한 오류 회복은 하나의 수신 노드에서의 손실이 전체 그룹에 영향을 주어 그룹의 크기가 클수록 손실에 대한 오버헤드가 증가하여 실시간적인 특성을 가진 멀티미디어 콘텐츠 전송에 적용하기에는 적당하지가 않다.

멀티미디어 콘텐츠는 지연에 매우 민감하기 때문에 전송률을 향상시켜 좋은 품질의 서비스를 가능하게 하기 위해서는 지역서버를 이용한 보다 향상된 전송기법이 필요하다. 본 연구에서는 MDC 코딩과 다중채널을 사용하여 전송함으로써 전송 중 오류를 줄이고 오류에 대해서는 빠른 회복이

[†] 정 회 원 : 서울시 소방방재본부전산개발팀 전문위원
^{††} 정 회 원 : 성명대학교 소프트웨어학부소프트웨어전공 부교수
 논문접수 : 2004년 6월 30일, 심사완료 : 2005년 3월 14일

이루어지도록 하는 전송 메커니즘을 제안함으로써 멀티미디어 콘텐츠의 QoS를 개선하고자 한다.

이러한 연구는 재전송으로 인해 지연이나 트래픽 발생량이 증가되는 문제를 해결함으로써 멀티캐스트의 성능을 향상시키고 결과적으로 멀티미디어 웹 서비스의 성능 향상에 기여할 것이다.

2. 관련연구

멀티미디어 서비스 요청을 위해 사용할 콘텐츠 분산 기술과 멀티캐스트 환경에서 빠른 오류 회복을 위한 코딩기술에 관한 관련연구를 살펴본다.

2.1 콘텐츠 분산 기술

서버의 부하와 네트워크 지연을 인터넷상에 콘텐츠를 분산시킴으로써 해결하기 위한 방안으로 캐싱(Caching), P2P(Peer to Peer), CDN(Content Distribution Network)과 같은 방법들이 제안되어 사용되고 있다. 대표적으로, CDN은 콘텐츠를 다수의 지역서버에 복사하고 클라이언트의 요청을 적절한 지역서버로 리다이렉션하여 지역 CDN 서버로부터 전송함으로써 원본(Origin) 서버의 부하를 줄이고 트래픽을 분산하는 기술이다. CDN은 네트워크 트래픽의 체증 원인이 되는 미들 마일¹⁾의 문제와 캐싱 전략의 한계를 극복하기 위해 등장한 새로운 개념의 콘텐츠 전송 기술이다[3].

CDN은 캐싱 기술을 한 단계 진보시킨 것으로 캐싱은 일반적으로 로컬 기반으로 사용하도록 설계 되어 클라이언트들이 빈번히 요청하는 콘텐츠를 저장하는데 반해 CDN은 네트워크 전반에 분산되어 있는 지역서버들을 관리하며 정책적으로 선택된 콘텐츠를 저장한다. 그러므로 CDN 서버의 히트율은 100%에 근접하여 접근 지연을 줄이고 네트워크 대역폭 소비를 줄일 수 있다.

CDN 네트워크의 일반적인 구조는 크게 클라이언트, 콘텐츠 제공자의 원본 콘텐츠가 저장되어 있는 원본 서버, 원본 콘텐츠를 복사해 놓은 지역서버, 클라이언트의 요청 전달 시스템, 원본 서버의 콘텐츠 분배 시스템, CDN 네트워크 사용에 대한 지불 시스템 등으로 구성된다[4]. 이러한 CDN 네트워크의 요소들과 여러 CDN 네트워크간의 연동을 위한 모델, 구조, 프로토콜에 관한 연구와 콘텐츠 분배 및 요청 전달 등에 관한 초안들과 RFC가 발표된 상태이며[14], 하나의 CDN 네트워크에 클라이언트가 집중될 경우 동적으로 클라이언트로 하여금 다른 CDN 네트워크로 옮겨 갈 수 있도록 하여 확장성을 제공하고자 하는 연구[5], CDN 네트워크 상에 최적의 지역서버 배치를 위한 연구[6, 7], 그리고 콘텐츠의 요청에 대해 가장 적절한 지역서버 선택을 위한 연구[8, 9] 등 인터넷을 통한 고품질의 멀티미디어 서비스 전송을 위한 CDN 네트워크 인프라에 대한 연구가 학계와 업계에서 활발히 진행 중에 있다.

2.2 데이터 코딩 기술에 의한 오류 회복

2.2.1 FEC와 Layered Coding

FEC(Forward Error Correction)는 (그림 1a)에서와 같이 송신자가 데이터 송신 단계에서부터 패리티 비트 등의 부가 정보를 추가하여 전송하는 방식이다. 즉, 패킷 손실이 발생했을 경우 수신자로부터의 피드백 없이 다른 패킷의 부가 정보를 이용하여 손실된 패킷을 복구하는 것이다. k 개의 패킷을 전송하기 위해 $k+\alpha$ 개의 패킷을 전송하며 이 중에서 k 개 이상을 수신하면 원래의 데이터를 복원할 수 있다[10, 11]. $\alpha-k$ 가 클수록 신뢰적인 전송이 가능하며 재전송 및 오류 회복을 위한 추가 지연시간이 소요되지 않는다. 인터넷과 같은 양방향 채널에서의 파일 전송 등에서는 전송 계층에서의 재전송을 통해 신뢰성을 보장하며 위성통신과 같은 단방향 채널이나 멀티미디어의 실시간 전송에는 FEC를 적용하는 것이 일반적이다. 하지만 FEC의 경우는 바로 앞뒤의 패킷으로 오류를 복구하므로 매우 동적이며 예측할 수 없는 네트워크 환경에서 네트워크 지연에 의해 연속적인 패킷의 손실이 발생할 경우에는 그 부분에 대한 복구는 할 수 없고 효율이 급격히 떨어지는 단점이 있다.

Layered Coding 방식은 패킷을 하나의 기본 레이어와 여러 개의 보조 레이어로 나누고 클라이언트의 환경에 따라 레이어를 선택하도록 하는 코딩 기술으로써 일반적으로 기본 레이어에는 기본 품질을 보장할 수 있는 중요한 멀티미디어 데이터를 포함하고 보조 레이어에는 높은 품질의 서비스를 위한 상태 정보 데이터를 포함한다[12]. 그러나 인터넷은 기본적으로 QoS를 보장하지 못하기 때문에 각 레이어에 대한 우선순위를 부여할 수 없으므로 기본 레이어를 손실하게 되면 보조 레이어의 수신은 의미가 없어지는 문제가 발생한다.

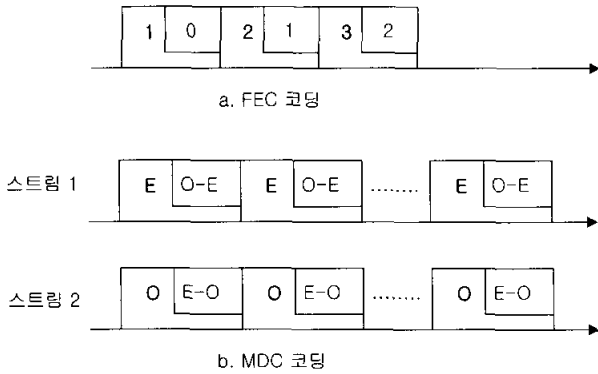
2.2.2 MDC

MDC(Multiple Description Coding)는 하나의 스트림을 여러 개의 분리된 비트 스트림으로 코딩하는 것을 의미한다. 즉, 하나의 스트림을 여러 개의 스트림으로 분할하고 각 스트림에는 자신의 정보와 다른 스트림에 관한 부가 정보를 추가하여 어느 하나의 스트림을 잃더라도 나머지 스트림으로 복구할 수 있고 모두를 수신하게 되면 송신 시와 똑같은 품질의 콘텐츠를 생성할 수 있는 코딩 기술이다[13]. 이것은 Layered Coding과는 달리 각 비트 스트림은 서로 독립적이며 어느 것이 더 중요한 것이 없이 각각 똑같은 중요도를 가지며 어떤 스트림을 수신하든 재생이 가능하고 수신되는 스트림이 많을수록 재생 품질이 좋아지는 장점이 있다.

예를 들어, (그림 1b)에서 보는 것과 같이 하나의 스트림을 Even 샘플과 Odd 샘플로 양자화 하여 스트림 1에는 고화질의 Even 샘플과 부가적으로 저화질의 인접한 Odd 샘플과 Even 샘플의 차이를 추가하고 스트림 2는 그 반대로 생성하는 것이다. 이 경우 원래 스트림에 비해 25% 정도의 부가 정보가 추가되지만, 만약 스트림 1에서 손실이 일어난 경우 스트림 2의 정보를 가지고 고화질의 Odd 샘플과 저화

1) 기간망과 기간망 또는 기간망과 가입자망 사이의 구간

질의 Even 샘플을 재생할 수 있으며 스트림 1, 2가 모두 수신된 경우 고품질의 Even 샘플과 고품질의 Odd 샘플을 재생함으로써 높은 품질의 결과를 얻을 수 있다.



(그림 1) FEC 코딩과 MDC 코딩

3. 제안하는 전송 메커니즘

3.1 전송모델

멀티미디어 콘텐츠는 시간적으로 연속적으로 제공되어야만 원하는 음질이나 화질을 재생할 수 있다. 또한 멀티미디어 데이터는 일반적으로 데이터 볼륨이 크기 때문에 높은 대역폭을 요구하며 지연에 매우 민감하기 때문에 재전송을 최소화해야 하는 특성을 갖고 있다. 그러므로 지연을 줄이고 재생 품질을 높일 수 있는 전송모델을 제안한다.

대역폭이 제한되어 있고 지연이 있는 네트워크 환경에서 연속되는 데이터인 스트리밍 콘텐츠의 수신 품질을 보장하기 위해서는 지연을 최소화해야 하므로 제안하는 전송모델의 요구 사항은 다음과 같다.

- 대역폭 사용을 줄이기 위해 가능한 전송 구간을 짧게 한다.
- 클라이언트에게 전송되는 패킷의 손실을 가능한 줄인다.
- 전송 중 손실된 패킷은 빠른 시간 내에 회복한다.

이러한 요구사항을 만족하기 위해 제안하는 전송모델은 다음을 가정한다.

- 클라이언트의 요청은 클라이언트와 가깝고 해당 콘텐츠를 저장하고 있는 지역서버로 리다이렉션된다.
- 멀티미디어 콘텐츠는 오디오, 비디오 등의 실시간 특성을 가진 데이터를 의미한다.
- 전송되는 콘텐츠는 멀티미디어 데이터이며 스트리밍 서비스를 한다.
- 지역서버와 클라이언트 간에는 복수 개의 채널이 존재하며 손실에 있어서 서로 독립적이다.
- 모든 채널에서 동시에 손실이 일어날 확률은 매우 적다.

제안하는 전송 시스템의 네트워크 모델은 다음과 같다.

- 지역서버와 n 개의 수신 노드로 구성된 네트워크를 그

래프 G 로 나타낸다.

그래프 $G=(V, E)$ 로 나타내며 V 는 노드들의 집합, E 는 링크 집합이다.

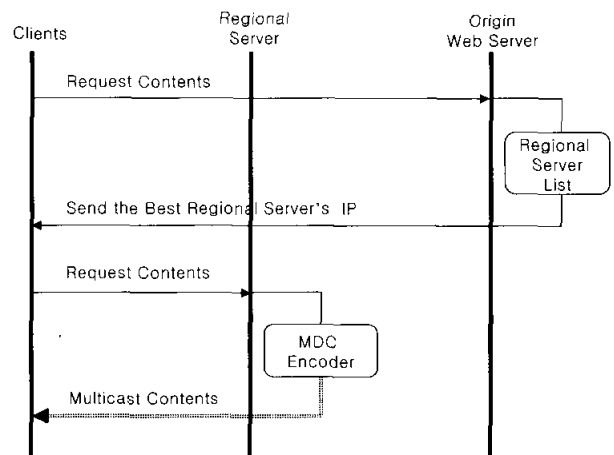
- 클라이언트는 멀티캐스트 그룹을 이루며 그룹 C_G 는 동일한 멀티캐스트 세션에 참여하는 클라이언트들의 집합이다. $C_G = \{C_1, C_2, \dots, C_n\} \subseteq V$
- 멀티캐스트 트리 $T(r, C_G) \subseteq G$ 는 지역서버 r 을 루트로 하고 그룹 C_G 의 모든 수신 노드들을 연결하는 스패닝 트리이다. $r \in V$.

수신 노드의 오류는 지역서버와 수신 노드 사이의 대역폭, 패킷 손실 확률, 전송 및 전파 지연 등에 영향을 받는다. 그러므로 멀티캐스트 전송에서 패킷의 손실과 지연을 줄이기 위해 제안하는 전송모델은 가까운 지역서버에 의한 MDC 코딩 전송을 제안한다.

3.2 전송 방식

제안하는 멀티미디어 콘텐츠의 전송 방식은 (그림 2)와 같다.

- 1) 클라이언트의 요청이 원본 웹 서버로 전달된다.
- 2) 원본서버는 지역서버 리스트를 참조하여 클라이언트와 가장 가까운 지역서버의 위치 정보를 알린다.
- 3) 클라이언트의 요청이 가까운 지역의 서버로 리다이렉션 된다.
- 4) 지역의 미디어서버는 멀티미디어 콘텐츠를 MDC 코딩으로 인코딩하여 복수의 채널로 멀티캐스트한다.



(그림 2) 지역서버에 의한 전송과정

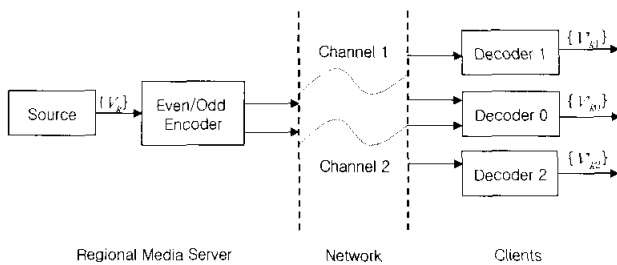
MDC 코딩의 장점은 하나의 스트림을 여러 레벨로 코딩할 수 있으며 코딩된 스트림은 각각 독립적이며 독립적인 채널 경로로 전송될 수 있다. 그러므로 얼마나 많은 레벨의 코딩과 얼마나 많은 수의 채널을 사용할 것인가를 결정해야 한다.

코딩 레벨에 있어서는 2 레벨의 코딩으로도 안정된 재생을 할 수 있으며 오히려 코딩 레벨이 증가할수록 비디오의

재생 효율은 떨어진다. 그러므로 독립적으로 디코딩된 2 레벨의 스트림이 오류 회복과 압축 효율성 측면에서 이상적이라고 할 수 있다[13]. 채널 수에 있어서는 채널의 수가 증가할수록 모두 손실될 확률은 급격히 감소한다. 그러나 채널 수를 n 이라고 할 때 그 손실 편차는 $1/\sqrt{n}$ 로 감소한다. 그러므로 채널 수를 크게 할수록 편차는 줄지만 이상적인 손실 확률과 편차에 도달할 수 있는 최소의 채널 선택이 필요하다. 예를 들어 채널의 수를 2로 하면 패킷이 손실될 확률을 상당히 줄이면서 동시에 편차도 $1/\sqrt{2}$ 로 크게 줄일 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 클라이언트의 요청이 지역 미디어 서버로 전달되면 미디어 서버에서는 스트림을 2 레벨로 코딩을 하여 2개의 채널로 전송한다.

선택된 미디어 서버에서 MDC 코딩에 의해 클라이언트로 전송되는 형태는 (그림 3)과 같다.

일련의 비디오 스트림($\{V_k\}_{k=1, \dots, N}$)을 MDC 인코더에 의해 홀수 짝수의 2개의 스트림으로 분할하여 코딩하고 코딩된 스트림을 각각 독립된 2개의 채널을 이용하여 수신 노드의 멀티캐스트 주소로 전송한다. 그룹의 수신 노드들은 수신된 스트림을 각각 디코딩하여 재생한다.



(그림 3) MDC 코딩에 의한 전송

n 개의 채널에 대해 2^n-1 개의 수신이 가능하며, V'_{k1} , V'_{k2} 와 같이 다른 채널에서 손실이 발생하여 하나의 채널에서만 수신하더라도 재생이 가능하며 모든 채널에서 모든 스트림이 수신된 경우(V'_{ko})는 송신 시와 똑같은 품질로 재생될 수 있다.

제안하는 전송모델은 네트워크 지연으로 인한 연속적인 패킷 손실을 줄이기 위한 방법으로 하나의 경로에서 지연이 발생할 경우 모든 스트림이 손실될 수 있으므로 2개의 채널을 이용하여 서로 독립된 채널로 스트림을 전송함으로써 모든 경로가 끊기거나 모든 경로에서 데이터 손실이 일어날 확률을 감소시켰다.

그리고 2 레벨의 코딩을 이용하여 오류 검출 및 회복을 각 수신 노드에서 독립적으로 수행하도록 함으로써 전송 중 패킷 손실에 대해 재전송에 의한 회복 과정이나 추가적인 대역폭을 요구하지 않으므로 신뢰성과 확장성을 향상시켰다.

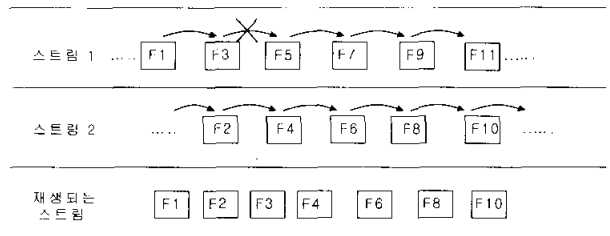
3.3 손실 회복

기존의 FEC, Layered Coding, MPEG와 같은 SDC(Single Description Coding)방식은 지연으로 인한 패킷 손실이 잦은

네트워크 환경에서는 안정적인 재생을 보장하지 못하며 손실된 스트림을 효율적으로 재구성할 수 없는 단점이 있지만 MDC 코딩은 각 코딩된 스트림이 서로 독립적이며 스트림 내에 부분적으로 손실이 있더라도 나머지 부분으로 복구가 가능하고 더 추가적으로 스트림이 수신되면 미디어의 질을 더욱 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

또한 단일채널을 사용하는 경우는 손실의 정도에 따라 수신 품질의 폭이 다양하고 하나의 채널에서 치명적인 문제가 있는 경우 모두를 수신할 수 없는 문제가 발생하지만 복수 채널의 사용으로 그러한 가능성을 대폭 줄일 수 있다.

(그림 4)와 같이 코딩된 스트림을 각각 독립된 채널로 전송한 경우 스트림 1의 프레임 F5부터 전송 중 손실이 일어난다 하더라도 스트림 2로 재생이 가능하다. 2개의 스트림을 이용하므로 최상의 품질은 아니지만 지연 없이 정해진 시간 내에 프레임 수신이 가능하다.



(그림 4) MDC에서의 프레임 손실

4. 성능 분석

4.1 실험 환경

제안하는 모델의 성능 평가를 위해 <표 1>과 같은 실험 변수를 사용하여 지역서버로부터 MDC 코딩을 이용하여 다중채널로 멀티캐스트 전송하는 경우와 FEC 코딩을 이용하여 단일채널로 멀티캐스트 전송하는 경우를 비교 분석하였다. 성능 평가 요인으로는 오류 발생 정도, 지연시간 등을 사용한다.

<표 1> 실험변수

변수	의의
D_t	전체 지연시간
D_o	평균 지연시간
D_{si}	스트림 s 의 i 번째 패킷의 네트워크 지연시간
D_i	i 번째 패킷의 전체 지연시간
P_t	전체 오류 확률
P_b	네트워크의 오류 비율
P_{si}	스트림 s 의 i 번째 패킷의 오류 비율
P_{lost}	2개의 스트림 모두에서 오류가 날 확률
P_{lost}	1개의 스트림에서 오류가 날 확률
E_i	i 번째 디코더에서의 평균 수신 오류 정도
E_c	각 수신 노드에서의 평균 수신 오류 정도

패킷의 전체 전송 지연시간은 수식 (1)과 같다.

$$D_t = D_i + \lambda_1 P_{2lost} + \lambda_2 P_{1lost}$$

$$= D_i + \lambda_1 P_{s1} P_{s2} + \lambda_2 (P_{s1}(1 - P_{s2}) + P_{s2}(1 - P_{s1})) \quad (1)$$

제안한 전송 방식에서 i 번째 디코더에서의 평균 수신 오류를 E_i 로 나타낼 때, E_i 는 수식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$E_i = \left\{ \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N d(V_{kr}, V_{ki}) \right\} \quad st \quad i = 0, 1, 2 \quad (2)$$

각 수신 노드는 2 레벨로 코딩된 스트림 중 하나의 스트림만 수신하여도 재생 가능하므로, 각 수신 노드에서의 평균 수신 오류 E_c 는 다음 수식 (3)과 같다.

$$E_c = P_{lost} * E_{0,0} + P_{1lost} * E_{1,0} + P_{2lost} * E_{1,1} \quad (3)$$

최소 오류값을 E_{min} 이라 하고 최대 오류값을 E_{max} 라 할때 모든 수신 노드에서 패킷을 정확히 수신하였다면 $E_c = E_{min}$ 이 되고 모듈을 수신하지 못했다면 $E_c = E_{max}$ 이 된다. 오류 없이 수신되는 패킷 수가 많아질수록 재생 품질은 높아지고 E_{min} 에 가까워진다. 그러므로 모든 패킷의 오류의 합은 수식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\sum_{p=1}^N E_p = E_{max} - E_{min} \quad (4)$$

i 번째 패킷의 수신 여부를 γ_i 라 할 때 $p_i = E[\gamma_i]$ 는 i 번째 패킷을 수신할 확률이며 $1-p_i$ 는 i 번째 패킷을 손실할 확률을 나타낸다. 그러므로 각 수신 노드에서 기대할 수 있는 손실은 수식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$E[E_C] = E[E_{max} - \sum_{i=1}^n \gamma_i E_i]$$

$$= E_{max} - p \sum_{i=1}^n E_i \quad (5)$$

$$= p E_{min} + (1-p) E_{max}$$

그러므로 수신 노드에서의 손실은 특정 패킷의 손실에 영향을 받지 않고 모든 패킷의 손실 확률은 동일하며 독립적이다.

R_i 은 i 번째 채널에서 전송되는 패킷의 크기이고 분산이 σ^2 일때, 패킷의 오류 범위는 수식 (6)으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{e}{\pi} \sigma^2 2^{-2R_i} \leq E(R_i) \leq \sigma^2 2^{-2R_i} \quad (6)$$

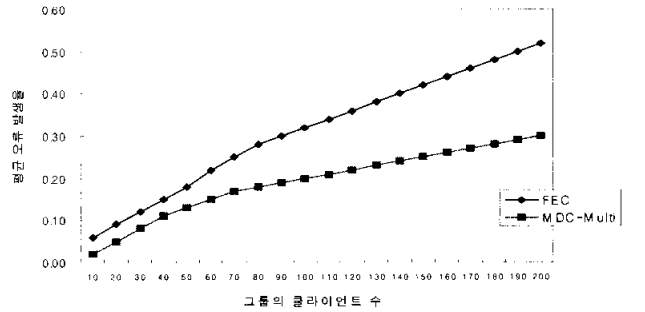
각 채널에서 지역서버와 수신 노드 사이의 지연은 각 링크에서의 지연의 합이며 링크를 l , 각 링크의 지연시간을 t 라고 할 때 채널 k_1 에서의 전체 지연시간 T_{k1} 은 수식 (7)과 같다.

$$T_{k1} = \sum_{\forall l_{u,v}} t_{u,v} \quad (7)$$

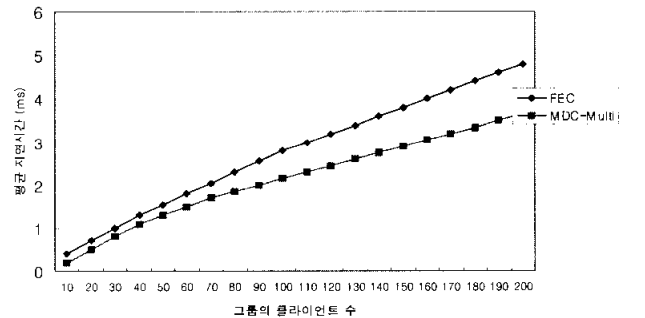
비디오, 오디오 등의 실시간적 특성을 가진 멀티미디어 콘텐츠 전송에 있어서는 일정 지연시간을 초과하는 패킷 도착은 의미가 없으므로 각 채널에서 전체 지연시간 T_{k1} 이 지연 한계값을 초과할 경우 재생하지 않는다.

4.2 실험 결과

(그림 5)와 (그림 6)에서 보듯이 제안한 MDC 코딩에 의한 다중채널 전송(MDC-Multi)이 기존의 FEC 코딩에 의한 단일채널 전송(FEC)에 비해 오류 발생 정도와 지연시간에 있어서 좋은 성능을 보였다. 이것은 패킷 손실에 의한 재전송을 억제함으로써 패킷 손실과 손실 회복을 위한 지연시간이 단축되기 때문이다.



(그림 5) 평균 오류 발생률



(그림 6) 평균 지연시간

5. 결 론

본 연구에서는 지역서버에서 MDC 코딩에 의해 미디어 스트림을 여러 개의 스트림으로 분할하여 코딩하고 각 스트림을 독립적으로 복수 채널로 클라이언트에게 전송하여 패킷 손실을 감소시키고 지연시간을 단축시켰다.

제안한 전송방식은 FEC 방식에 비해 지연시간이 단축되었으며 평균 오류 발생률도 61% 정도 낮은 결과를 보였다. 그러므로 멀티미디어 콘텐츠 전송에 있어 패킷 손실과 트래픽 발생량이 줄어 대역폭 소비가 줄고 지연시간이 단축됨에 따라 멀티미디어 콘텐츠의 전송률이 향상됨을 알 수 있다.

또한, 신뢰적인 전송을 위해 재전송기법이 주로 사용되고 있지만 확장성에 많은 제한이 따른다. 그러나 제안하는 방법은 수신 노드의 수가 증가하여도 재전송에 의한 오류 회복 절차를 수행하지 않기 때문에 많은 수의 수신 노드가 참여하는 환경에서 기존 방법보다 네트워크 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

그러므로 본 연구는 재전송으로 인해 지연이나 트래픽 발생량이 증가되는 문제를 해결함으로써 네트워크의 성능을 향상시키고 결과적으로 멀티미디어 콘텐츠의 전송품질 개선에 기여하였다.

참 고 문 헌

[1] Kadansky, M. and D. Chiu, "Tree-based Reliable Multicast," IETF Internet Draft, Jan. 2000.

[2] Whetton, B. and J. Conlan, "A Rate Based Congestion Control Scheme for Reliable Multicast," Technical White Paper, Oct. 1998.

[3] Akamai Technologies, Inc., "A Distributed Infrastructure for e-Business - Real Benefits Measurable Returns," White Paper, Aug. 2001.

[4] Peng, G., "CDN: Content Distribution Network," Stony Brook University, Tech. Report, TR-125, Jan. 2003.

[5] Bilibis, A., C. Cranor, F. Douglass, M. Rabinovich, S. Sibal, O. Spatscheck, and W. Sturm, "CDN Brokering," *Computer Communications*, Elsevier, vol.25, no.4, pp.393-402, Mar. 2002.

[6] Qiu, L., V.N. Padmanabham, and G.M. Voelker, "On the Placement of Web Server Replicas," In *Proceedings of INFOCOM*, pp.1587-1596, 2001.

[7] Radoslavov, P., R. Govindan, and D. Estrin, "Topology-Informed Internet Replica Placement," In *Proceedings of WCW'01*, pp.229-238, Jun. 2001.

[8] Shaikh, A., R. Tewari, and M. Agrawal, "On the Effectiveness of DNS-based Server Selection," In *Proceedings of INFOCOM*, pp.1801-1810, Apr. 2001.

[9] Wang, L., V. Pai, and L. Peterson, "The Effectiveness of Request Redirection on CDN Robustness," Princeton University, Tech. Report, TR-654-02, Jun. 2002.

[10] Huitema, C., "The Case for Packet Level FEC," In *Proceedings of Int'l Workshop on Protocols for High Speed Networks*, pp.109-120, Oct. 1996.

[11] Liang, YJ., EG. Steinbach, and B. Girod., "Multi-stream voice over IP using packet path diversity," In *Proceedings of IEEE 4th Workshop on Multimedia Signal Processing*, Oct. 2001.

[12] Xue, L., S. Paul, and M. Ammar, "Layered Video Multicast with Retransmission(LVMR): Evaluation of Hierarchical Rate Control," In *Proceedings of INFOCOM*, pp.1062-1072, Mar. 1998.

[13] Apostolopoulos, J.G., "Error-resilient Video Compression via Multiple State Streams," In *Proceedings of VLBV'99*, pp.168-171, Oct. 1999.

[14] <http://www.ietf.org/html.charters/cdi-charter.html>



김 선 호

e-mail : shkim2005@fire.seoul.kr

1987년 이화여자대학교 사범대학 수학교육전공(학사)

1992년 이화여자대학교 교육대학원 전자계산교육전공(교육학석사)

2004년 숭실대학교 컴퓨터학과 컴퓨터통신전공(공학박사)

1987년~1989년 대우전자부품(주) 전산실
 1990년~1993년 한국생산성본부 정보화사업부 선임연구원
 1998년~2004년 동덕여자대학교 정보과학대학 강의전임교수
 현재 서울시 소방방재본부 전산개발팀 전문위원
 관심분야 : Internet Protocol, Mobile IP, CDN, DRM



송 병 호

e-mail : bhsong@smu.ac.kr

1985년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)

1987년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

1994년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

현재 상명대학교 소프트웨어학부 부교수
 관심분야 : 데이터베이스, 멀티미디어 정보

검색, 컴퓨터 게임, 전자문서, 전자정부 및 정보화정책