

# 프로토콜 혼용을 통한 실시간 데이터 전송 기법

김기영                      원성만<sup>u</sup>                      강필용                      신용태  
                                         송 실 대 학 교                      컴퓨터학부  
(ganet89, wsm, kangpy, shin)@cherry.soongsil.ac.kr

## A Real Time Transmission by Mingling Protocols

Kiyoung Kim, Sungman Won, Pilyong Kang, Yongtae Shin  
Department of Computing, Soongsil University

### 요 약

인터넷을 통한 실시간 멀티미디어 전송시 패킷손실에 따른 재생지연과 서비스 질이 낮아지는 문제가 발생한다. I-frame만을 전송하는 경우 패킷손실에 따른 에러전파를 제거할 수 있지만 네트워크의 대역폭이 작은 경우에는 압축율을 높여 I-frame을 전송하기 때문에 압축과정에서 데이터의 손실이 발생하게 된다. 본 논문에서는 압축된 비디오 데이터를 멀티캐스트와 유니캐스트를 동시에 사용하여 I-frame을 FEC방식으로 전송하는 프로토콜을 제안한다. 기존의 단일 프로토콜을 사용하는 방식과는 달리 유니캐스트기법을 동시에 사용하여 허용범위 내에서 수신자들의 에러제어를 가능하게 한다. 유니캐스트 연결을 선별적으로 흐름제어하여 추가적인 작업 없이 우선순위로 QoS를 보장한다.

### 1. 연구배경

인터넷 장비의 성능향상과 폭 넓은 보급에 따라 인터넷을 멀티미디어 데이터 전송 매체로 사용하려는 연구가 활발히 진행중이다. 특히 QoS를 지원하지 않는 IP네트워크의 특성 때문에 멀티미디어 데이터를 효율적으로 전송할 수 있는 프로토콜 개발을 중심으로 진행되고 있다. 현재 해결해되어야 하는 문제점들은 기존의 신뢰성만을 보장하는 프로토콜들이 멀티미디어 데이터 전송에 적용하는 경우 시간 제약을 갖는 데이터의 특성을 수용하지 못한다는 점에서 기인한다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 네트워크 상의 대역폭을 예약하는 방법과 네트워크의 상태변화에 따라 전송하는 데이터의량을 조절하는 방법이 제안되었다[1]. 하지만 첫 번째 방법은 예약된 대역폭 내에서 일정한 QoS를 보장받을 수 있지만 대역폭의 사용은 비효율적이다. 두 번째 방법은 대역폭을 네트워크의 상태에 따라 효율적으로 사용할 수 있지만 프로토콜이 복잡하고 현재의 네트워크 상태를 감시하는데 추가적인 작업이 필요하게 된다. 또한 제한된 대역폭을 이용하여 멀티미디어 데이터를 전송하기 위해 데이터를 압축하는 방법을 사용하지만 현재의 압축과 복원을 하는 인코더와 디코더는 네트워크 상에서 발생한 에러를 고려하지 않기 때문에 네트워크 전송에서 발생하는 에러로 인해 데이터 손실이 커지게 된다.

본 논문에서는 상호의존적인 정보를 갖는 압축된 실시간 데이터의 특성을 고려하여 신뢰성을 향상하고 제한된 대역폭에서 일정한 수준의 QoS를 지원하는 멀티캐스트 스트림 방법을 제안한다. 논문의 구성은 2

장에서 연구동향 3장에서 제안하는 프로토콜, 4장에서 문제점과 향후 관련연구에 대해 서술한다.

### 2. 관련 연구

데이터 압축의 방법은 비디오의 연속된 화면 사이의 변화는 일반적으로 작다는 사실을 이용한다. 압축 기술들은 화면간의 중복된 데이터를 제거하고 변동값만을 인코딩 한다. 따라서 연속된 프레임간의 의존성이 생성되고 전송 도중에 패킷의 손실이 발생하면 경우 여러 프레임에 걸쳐 에러를 발생하게 된다. 따라서 네트워크 에러로 인한 실시간 데이터의 품질이 저하되는 것을 방지하기 위해서는 압축된 데이터 스트림의 에러 회복력을 높이는 것이 중요하다.

H.263의 블록 다이어그램은 그림1과 같다. 인코더는 비디오 이미지를 16\*16 픽셀으로 구성된 매크로블럭으로 구분하고 각 매크로블럭에 대해 코딩 제어 함수는 이전 매크로블럭과 현재 매크로블럭에서 가장 유사한 부분을 찾아 변환한 값만을 인코딩한다[4]. 변환값이 많은 경우 이전 데이터를 참조하지 않고 독립적으로 매크로 블록을 인코딩하는 것이 더 효율적인 경우가 있다. 이런 경우를 intra-code된 매크로블럭이라고 하며 inter-code는 P-block, intra-code는 I-block으로 표시한다. 인코딩 과정후 데이터는 주로 inter-code로 구성되기 때문에 한 개의 패킷 손실이 발생하는 경우 에러 전파가 시작되고 회복되지 않는다. 에러회복력을 높이기 위한 방법으로 스트림을 모두 I-frame으로 구성할 수 있다. 이 경우 한 개의 프레임 에러는 다른 프레임에 영향을 미치지 않는다. 하지만 압축율이 낮아지기 때문에 전송속도 제약이 발생한다. 화질 역시 I-frame을 인코딩하는

데 필요한 비트의 개수를 줄이기 위해 높은 정량화 레벨을 이용하기 때문에 낮아지게 된다.

두 번째로 I-frame을 삽입시켜서 주기적으로 갱신해주는 방법으로 구현할 수 있다. I-frame은 이전 프레임에 영향을 받지 않기 때문에 여러 전파가 효과적으로 차단된다. MPEG 표준에서 GOP(Group Of Picture)들은 한 개의 I-frame을 포함한다. GOP의 크기는 대개 12에서 15까지의 값이 사용된다. 따라서 여러 전파는 최대 15프레임 내에서 회복될 수 있다. I-frame은 P-frame보다 많은 비트를 필요로 하기 때문에 낮은 비트 속도를 사용하는 경우 I-frame 삽입의 구조는 비효율적이다.

세 번째 방법은 압축된 비디오 스트림에 I-block의 개수를 증가하여 이미지를 갱신하도록 하여 강건성을 증진시키는 것이다. H.323에서는 한 프레임의 갱신을 위해 I-block을 사용한다. 이런 방법은 보다 부드러운 작업과 프레임간의 대역폭 요구량을 유지한다. 잘못 사용된 DCT에러의 축적을 회복하기 위해 표준안은 최소 132 프레임마다 I-block을 삽입하도록 정하고 있다.

지금까지의 고정된 대역폭에서의 에러회복력을 높이는 방법의 단점으로는 첫 번째는 낮은 질의 비디오 화질을 제공하지만 한 개의 프레임에서 발생한 에러는 다음 프레임에 영향을 미치지 않는다. 두 번째 방법은 프레임간의 변화가 많은 경우 전송 데이터의 양이 많아지고 한번의 I-frame 갱신 기간 내에 에러회복을 할 수 있다. 속도 제어는 흐름을 부드럽게 할 수 있지만 프레임 속도를 느리게 한다. 더욱이 제한된 대역폭으로 인해 미세하지 못한 정량화를 이용하여 I-frame을 코딩하는 경우 화질이 낮아진다.

세 번째 방법은 대역폭을 효율적으로 이용하지만 패킷손실 발생시 완전한 복구에 필요한 시간이 길어진다.

본 논문에서는 4장에서 주기적인 I-frame을 삽입하는 방법으로 신뢰성과 대역폭의 효율성을 높이는 전송 기법을 제안한다.

에러제어 기법 중 신뢰성이 낮은 네트워크 환경에서는 ARQ(Auto Repeat reQuest)는 FEC보다 효율성이 높다. 실시간 데이터 전송의 경우는 에러 발생시 손상된 데이터 프레임의 재전송에 따른 지연이 발생하게 된다. 지연은 실시간 데이터 전송시 수신측에서 심각한 문제를 발생시킨다. 높은 전송속도를 지원하는 네트워크에서는 약간의 재전송은 허용할 수 있지만 무선 데이터망과 같은 저속의 네트워크망은 이러한 방법은 불가능하다. IP네트워크의 경우 멀티캐스트 스트림을 사용하면 상대적으로 낮은 대역폭을 사용하게 된다. 따라서 추가 대역폭 없이 부분적인 FEC방식을 적용할 수 있다.

### 3. 분리 결합 전송기법(Split & Merge Protocol)

수신한 P-frame에 손상이 있는 경우 디코딩되는 데이터는 다음의 I-frame을 수신하기 전까지 에러가 전달되게 된다. 따라서 에러전파를 억제하기 위해 주기적인 I-frame의 삽입이 필요하게 된다. 제안하는 전송방법은 인코딩된 전송데이터를 프레임의 형식에

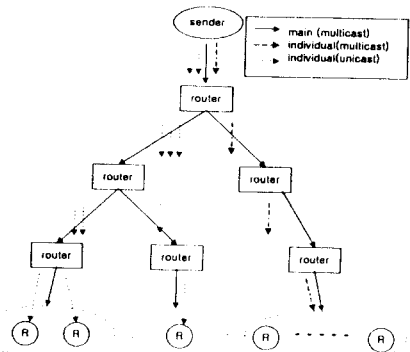


그림 1 분리 전송 병합 전송

따라 두 개의 스트림으로 전송한다. 스트림의 구성은 I-frame으로 구성되는 주스트림(main stream)과 P 또는 B-frame으로 구성되는 개별스트림(individual stream)으로 구성된다. 인코딩된 데이터는 두 개의 스트림으로 분리되어 전송한다. I-frame들은 FEC방식으로 주스트림을 통해 전송하여 재전송에 따른 시간제한 문제를 해결하여 신뢰성을 향상한다. 멀티캐스트 스트림으로 전송하기 때문에 전송되는 I-frame의 크기는 단지 두 노드에 전송하는 데이터의 크기를 갖기 때문에 확장성과 대역폭의 사용 효율이 높다.

그림 1과 같이 P-frame으로 구성된 스트림은 개별적으로 연결을 설정하여 중단간 서비스를 지원한다. 개별스트림은 UDP를 이용하여 실시간 데이터를 전송한다. 서버의 용량이 허용하는 범위 내에서 개별 스트림의 수를 제한하여 선별적인 QoS를 지원할 수 있다. 제안하는 구조는 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 0 송신자는 한 개의 멀티캐스트 스트림을 전송
- 0 수신자는 네트워크의 변화에 따라 수신 스트림간의 이동을 위한 추가 작업 제거
- 0 중복된 I-frame의 전송으로 재전송에 따른 손실 감소
- 0 P-frame, B-frame은 유니캐스트 전송
  - 그룹 내의 수신자가 임계치(threshold)이상인 경우는 멀티캐스트

인코딩된 데이터를 분리된 스트림으로 전송하기 위하여 송,수신측에 스트림을 분리하고 합치는 기능이 인코더와 디코더에 추가되어야 한다. 그 위치는 그림2와 같다.

분리된 스트림은 각각의 버퍼를 이용하여 네트워크로 일정한 속도로 전송되게 된다. 네트워크의 성질이 CBR(Constant Bit Rate) 또는 VBR(Variable Bit Rate)인가에 따라 흐름제어에 적용방법이 차이가 날 수 있다. 본 논문에서는 VBR의 특성을 갖는 IP네트워크에 대해서만 고려한다.

#### 3.1. 전송 데이터 생성

인코딩된 데이터를 분리자(splitter)를 이용하여 I-frame 스트림과 보조 스트림으로 분리하여 비퍼링

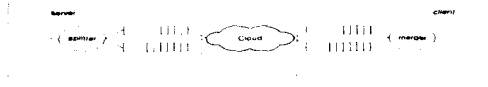


그림 2 스트림 분리 및 합병

한다. I-frame 스트림은 멀티캐스트 주소를 할당하여 전송하고 보조 스트림은 임계값 미만의 경우 유니캐스트를 사용하고 멤버의 수가 임계값 이상이 되는 경우 보조 스트림도 멀티캐스트 그룹 주소로 전송하게 된다. 임계값은 서버의 용량에 따라 지정되는 값으로 통신 초기에 설정된다. 과정은 그림3과 같다.

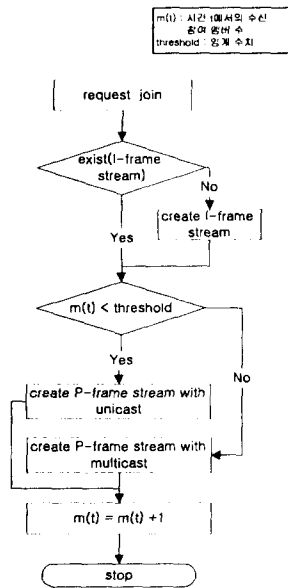


그림 3 연결설정 절차

데이터 전송방법은 송신자는 두 개의 버퍼에 분리된 데이터를 멀티캐스트 그룹 주소로 전송하고 새로운 멤버가 가입하는 경우에 유니캐스트 연결을 생성한다. 각각의 수신자의 상태에 따라 I-frame을 제외한 frame에 대해 재전송을 수행한다. 임계값 이상의 멤버가 참여하는 경우에는 보조 스트림을 새로운 멀티캐스트 그룹 주소로 전송한다. 기존의 유니캐스트 연결을 모두 해제하거나 임계값 이후 참여하는 멤버들만 멀티캐스트 주소를 사용하게 할 수 있다. I-frame은 FEC방식으로 전송하여 QoS를 높이는 방식을 사용한다. 멀티캐스트 방식을 이용하여 전송하기 때문에 멤버의 수가 일정 수 이상이면 대역폭 효율성이 높아진다.

FEC 방법 적용시에도 최소 123 frame마다 I-frame을 전송하기 때문에 중복되는 데이터의 양이 증가되지 않는다.

### 3.2. 수신 데이터 디코딩

분리된 스트림을 수신하여 인코더에서 생성한 형태

로 동기화하여 재구성한다. 디코더는 합병자(merger)를 통과한 데이터를 재생한다. 디코더는 송,수신자간의 네트워크를 투명(transparent)하게 고려하며 해당 디코딩 방식에 의해 화면을 구성하여 출력한다.

### 3.3. QoS 보장방법

I-frame, P-frame을 서로 다른 스트림으로 구성하며 허용 범위 내에서는 개별적 흐름제어를 제공하여 시간제약을 허용하는 범위내의 재전송을 하도록 한다. 수신측은 I-frame의 갱신 주기 내에 에러회복을 할 수 있기 때문에 최소의 QoS를 보장받을 수 있다. 멀티캐스트 전송 방법에서 개별적 흐름제어의 문제점을 선별적인 유니캐스트를 이용하여 해결한다. 기존의 RSVP, DS은 생성된 스트림을 독립적인 데이터로 인식하고 우선순위에 따라 대역폭을 할당할 수 있기 때문에 네트워크 단계에서의 QoS기법을 이용할 수 있다.

### 4. 결론 및 향후 연구계획

기존의 실시간 데이터 전송에 있어서 고려해야할 시간성과 신뢰성을 향상할 수 있는 방법들은 제한된 대역폭 때문에 개별적인 흐름제어가 비효율적이었다. 본 논문에서 제안한 방법은 실시간 데이터의 상호의존적인 특성과 중요성을 고려하여 제한된 대역폭에서도 선별적인 흐름제어는 물론 많은 수신자가 발생하여도 선별적 흐름제어를 통한 확장성도 보장하였다. 수신자와 송신자간에 두 개의 스트림을 사용하기 때문에 라우터는 멀티캐스트 트리의 구성과 변경사항만을 담당하여 실시간 데이터 전송을 가능하게 하였다.

신뢰성 향상을 위한 I-frame의 전송시 삽입 주기 및 위치 결정 방법은 지속적인 연구가 필요한 사항이다.

### 5. 참고문헌

- [1] Xue Li, Mostafa H. Ammar, "Video Multicast over the Internet", *IEEE Network*, pp. 46-60, Mar. 1999.
- [2] Marc H Willebeek-LeMair and Zon-Yin Shae, "Robust H.263 Video Coding for Transmission over the Internet", *Proceedings of the IEEE Inforcome'98*, vol. 1, V.1, 29, Mar. 1988.
- [3] W.-M Lam, A.R. Reibman, and B. Lin, "Recovery of lost or erroneously received motion vectors", in *Proc. ICASSP*, vol. 5, Apr. 1993.
- [4] Eckehard steinbach, Niko Faber, Bernd Girod, "Standard Compatible Extension of H.263 for Robust Video Transmission in Mobile Environments", vol. 7, no. 6, pp. 872-881, Dec. 1997.
- [5] Y. Ofek and B. Yener, "Reliable concurrent multicast from bursty source", *Proceedings of the IEEE infocom'96*, pp. 1433-1441, Mar. 1996.