

이질적환경을 위한 Temporal/Fidelity Layered Coding기법과 네트워크 QoS적응 기법

이흥기^U, 김현정^{*}, 유우종^{*}, 김두현^{**}, 유관종^{*}

^U충남대학교 전산학과

^{*}한국전자통신연구원 멀티미디어 연구부

{helius, hjkim, wjyoo, kjyoo}@nspplab.cs.cnu.ac.kr dhkim@etri.re.kr

Temporal/Fidelity Layered Coding and Network QoS Adaptation Techniques for Heterogeneous Environment

Heungki Lee^U, Hunjung Kim^{*}, Woojong You^{*}, Dohyon Kim^{**}, Kawngjong Yoo^{*}

^{*}Dept. of Computer Science, ChungNam University

^{**}Multimedia Dept. ETRI/CSTL

요 약

인터넷과 같은 이질적인 네트워크환경에서 대용량의 비디오 데이터를 실시간으로 전송하기 위해서 계층적코딩 기법에 관한 연구가 진행되고 있으며, MPEG-2 비디오에서도 Scalability를 제공하고 있다. 하지만 이러한 계층적 코딩기법을 사용한다 하더라도 기본계층의 데이터량이 크기 때문에 실시간 서비스를 위해서는 상당량의 네트워크 자원을 필요로 하게 된다. 이에 네트워크 대역폭 변화에 능동적으로 적응하면서 네트워크 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 새로운 계층적 코딩기법과 전송 기법을 제안한다. 제안된 기법은 MPEG 비디오를 픽처층을 이용하여 공간적 계층적 코딩 후 다시 DCT블록에 대한 공간적 계층적 코딩을 수행하여 15개의 레이어로 분할하게 된다. 이렇게 분할된 레이어는 네트워크의 상태에 따라 선별적으로 전송되게 된다.

1. 서론¹⁾

현재 널리 사용되고 있는 인터넷과 같은 일반 네트워크는 대역폭과 같은 네트워크자원을 보장해줄 수 없기 때문에 대용량의 비디오 데이터를 실시간으로 서비스하기 위해서 계층적 코딩 기법이 연구되고 있다.

계층적 코딩이란 네트워크 자원이나 사용자 컴퓨터의 상태에 따라서 서로 다르게 전달해 줄 수 있는 기법으로, 재생에 필요한 최소한의 데이터를 가지는 기본계층(Base Layer)과 사용자의 환경에 따라 추가될 수 있는 고위계층(Enhancement Layer)으로 구성이 되어 있다.

국제 동영상 압축의 표준인 MPEG-2 비디오에서는 이를 위해 4가지의 계층적 코딩기법을 제공하는데, 이는 SNR/Spatial/Temporal Scalability, Data Partition이다 [1-2]. 하지만 이러한 계층적 코딩 기법을 사용하더라도 기본계층의 데이터량이 많기 때문에 낮은 대역폭이나 대역폭의 변화가 심한 환경에서는 사용되기 어렵기 때문에 보다 세분화된 계층적 코딩 기법이 필요하다.

따라서 본 논문은 인터넷과 같은 이질적인 네트워크 환경에서 네트워크 환경에 능동적으로 적응하며 네트워크 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 새로운 계층적 코딩 기법과 전송 기법에 대해 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안한 계층적 코딩 기법에 대해 설명하고, 3장에서는 이를 이용하여 네트워크 상태에 따라 전달하는 기법에 대해 기술한다. 4장에서는 2,3장에서 소개한 기법을 이용한 실험 결과를 분석한다. 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 연구방향에 대해 언급하기로 한다.

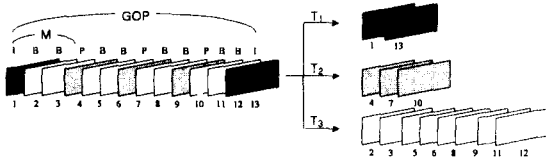
2. Temporal/Fidelity Layered Coding

MPEG-2 비디오에서는 SNR/Spatial/Temporal Scalability 와 Data partition의 4가지 Scalability를 지원하고 있다. 하지만 재생에 필요한 최소한의 데이터만으로 이루어진 기본계층만의 데이터량이 상당히 크기 때문에, 대역폭의 변화가 심하거나 낮은 대역폭의 네트워크에는 적용하기가 힘들다. 따라서 이러한 환경에서 사용될 수 있도록 데이터를 보다 세분된 레이어들로 정의할 필요가

1) 본 연구는 한국전자통신연구원과 충남대와의 공동연구과정에서 수행된 결과임

있다.

MPEG 비디오는 I, P, B의 3가지 형태의 픽처타입으로 이루어진다[3]. I-픽처는 독립된 형태의 픽처이며, P-픽처는 순방향 예측을 통하여 만들어진 픽처이고, B-픽처는 양방향 예측을 통하여 만들어진 픽처이다. 이러한 특성을 이용하여 재생되는 프레임의 수를 조절하는 계층적 코딩 기법인 Temporal Layered Coding 기법을 제안하며, 기본계층으로는 I-픽처를 정의하였고, 2개의 고위계층으로서 P-픽처와 B-픽처를 정의하였다.

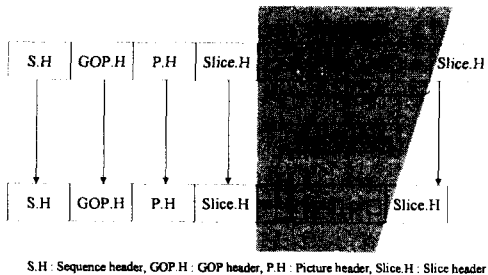


[그림 1] Temporal layered coding의 개념

이러한 Temporal 레이어의 구성은 다음과 같다.

- T Layer-1 (T₁) : I-픽처, 픽처층 상위헤더 정보
- T Layer-2 (T₂) : P-픽처
- T Layer-3 (T₃) : B-픽처

MPEG 비디오의 마지막 계층인 블록은 8×8 형태의 매트릭스로 영역내의 평균값을 나타내는 DC와 이 DC 값과의 차이 값을 나타내는 AC값들로 이루어져 있다[3]. Fidelity Layered Coding 기법은 이 블록의 계수를 이용하여 계층화 시키는 기법이다.



S.H : Sequence header, GOP.H : GOP header, P.H : Picture header, Slice.H : Slice header

[그림 2] Fidelity layered coding 기법의 개념

Fidelity Layered Coding 기법에서 정의하는 레이어는 다음과 같다.

- F Layer-1 (F₁) : AC0 or DC , 블록층 상위헤더 정보
- F Layer-2 (F₂) : AC1 , AC2
- F Layer-3 (F₃) : AC3 ~ AC5
- F Layer-4 (F₄) : AC6 ~ AC9
- F Layer-5 (F₅) : AC10 ~ AC63

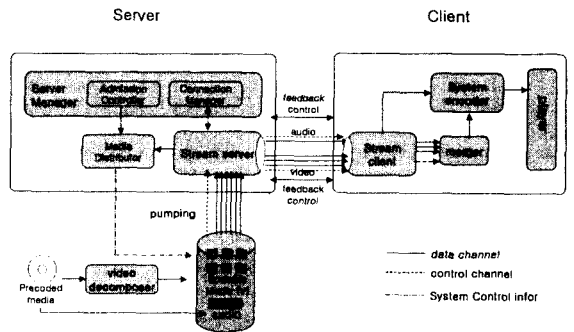
MPEG 비디오 스트림을 먼저 Temporal Layered Coding을 수행한 후, 분할된 각 픽처에 대해 다시 Fidelity Layered Coding을 수행하여 15개의 레이어 파일을 생성하게 되는데, 레이어 파일의 구성은 아래와 같다.

<표 1> 레이어 파일별 구성 요소

	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
T ₁	S, G, I	DCT 계수 1-2	DCT 계수 3-5	DCT 계수 6-9	DCT 계수 10-63
T ₂	P	DCT 계수 1-2	DCT 계수 3-5	DCT 계수 6-9	DCT 계수 10-63
T ₃	B	DCT 계수 1-2	DCT 계수 3-5	DCT 계수 6-9	DCT 계수 10-63

3. 네트워크 QoS 적응 기법

QoS 적응 시스템은 Temporal/Fidelity Layered Coding 기법으로 생성된 레이어 파일을 이용하여 15개의 레이어로 분리된 비디오 스트림을 제공하는 서버와 그 스트림을 다시 하나의 비디오 스트림으로 만들어 주는 클라이언트로 구성된다.[그림 3]



[그림 3] 전체 시스템 구성

서버는 계층화 되어있는 비디오 스트림을 클라이언트에 제공하는 일을 수행하게 된다. 이때 네트워크의 상태에 따라 전송되는 레이어가 달라지게 되며, 이를 위해서는 각 레이어의 현재 전송중인 시점의 데이터에 대한 임

의의 접근이 가능해야 한다. 그렇지 않은 경우 데이터를 찾기 위해 모든 레이어에 대해 파싱해야 하며, 이는 서버측에서 볼 때 큰 오버헤드로 작용된다.

이렇게 임의의 접근이 가능하도록 하기 위해서 서버는 각각의 레이어에 대한 정보를 가지고 있어야 한다. 즉, 일정 시점에서 T Layer-1 대하여 원래의 스트림에서 그 다음에 위치한 T Layer-2와 T Layer-3에 대한 위치 정보를 가지고 있어야 한다. 그리고 Fidelity에 대한 것 역시 마찬가지로 임의의 F Layer-1 에 대응되는 F Layer-2에서 F Layer-5까지의 정보도 가지고 있어야 한다.

본 연구 과제에서는 이러한 정보를 GOP단위로 저장하였는데, 이는 네트워크의 상태를 클라이언트로부터 피드백 받아서 반영할 경우, 서버의 오버헤드를 감소 시키기 위해서는 n GOP($1 \leq n$)단위로 수행을 하는 것이 좀더 효율적이라는 판단에 의해서이다.

클라이언트는 서버로부터 전송받은 레이어를 이용하여 하나의 비디오 스트림을 재구성하는 작업을 수행한다. 이때 네트워크의 상태에 따라서 전송되어야 하는 레이어가 달라지게 되며, 만약 전송이 되지 않은 T Layer에 대해서는 Skipped-macroblock으로 이루어진 Skipped-picture로 대체된다.

4. 실험 결과

본 논문에서 제안한 계층적 코딩 기법을 이용하여 MPEG 비디오파일을 계층적으로 코딩하였을 때 [표2]와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

<표 2> Temporal/Fidelity layered coding수행 결과

	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
T ₁	5	9	13	16	25
T ₂	16	21	28	35	59
T ₃	37	43	52	62	100

(단위: %, 누적)

이 실험에서는 N=15, M=3, 프레임율(Frame Rate) = 30frame/sec인 MPEG 비디오파일을 이용하였다. N은 GOP에 포함된 픽처의 개수를 말하며, M은 I, P가 다음에 나올 주기를 의미한다.

실험결과에 의하면, 15개의 레이어중 T1F1만을 이용하여 전송할 경우 전체 비디오 스트림의 5%에 해당하는 데이터만을 전송할 수 있음을 볼 수 있었으며, 약 50%의 데이터를 전송할 경우(T3F3) 원래 스트림과 유사한 형태의 스트림을 볼 수 있음을 알 수 있었다.

이렇게 다양한 레이어를 네트워크 환경의 변화에 맞추어서 동적으로 전송함으로써, 네트워크 환경에 보다 능동적으로 대처할 수 있었다.

5. 결론 및 향후 연구방향

대용량의 비디오 데이터를 이질적인 인터넷을 통해 전달하기 위해 계층적 코딩에 관한 많은 연구가 진행 중이며, 이를 위해 본 논문에서는 이질적인 네트워크 환경에서 MPEG 비디오 스트림을 전달하기 위해 15개의 레이어로 분할 한 후, 네트워크의 상태에 따라 그에 적합한 레이어들을 전송하는 기법에 대해 제안하였다.

이 기법을 이용하여 MPEG 비디오 스트림을 전달하였을 때, 네트워크 자원을 효율적으로 사용하면서 네트워크 상태에 따라 적합한 비디오 스트림을 서비스할 수 있음을 실험을 통해 알 수 있었다.

향후 연구과제로는 RTP, RTCP등과 같은 실시간 프로토콜을 이용하여 동적으로 변화하는 네트워크 QoS정보를 얻고, 이에 따라 임의 접근 정보를 이용하여 전송하는 기술을 설계 및 구현하여 [그림 3]의 시스템을 완성 시킴으로써, 인터넷 방송과 VOD와 같은 다양한 응용분야에서 활용할 수 있는 기반기술을 제공하는 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] International Standard ISO/IEC 13818: MPEG-2, 1996
- [2] 정재창, 그림으로 보는 최신 MPEG, 교보문고, 1995
- [3] H.H.I Berin, "MPEG-1 and MPEG-2 Digital Video Coding Standards," http://www.am.hhi.de/mpeg-video/paper/sikora/mpeg1_2/mpeg1_2.htm
- [4] MPEG Committee, "MPEG Software Simulation Group(MSSG) Video Codec," <http://www.mpeg.org/MPEG/MSSG>
- [5] S. R. McCanne, Scalabel Compression and Transmission of Internet Multicast Video, Report No. UCB/CSD-96-928, 1996