

MPEG-2 블록층 변환을 이용한 Multi-Resolution Layered Coding에 관한 연구

손호신*, 유우중*, 김형철**, 정찬근**, 유관중*

충남대학교 컴퓨터학과*, 한국전자통신연구원 멀티미디어연구부**

Multi-Resolution Layered Coding for Real-Time transmission using block transforms on MPEG-2 Video stream

Hoshin Son*, Woojong Yoo*, Hyungchul Kim**, Chan Gun Jeong** and Kwanjong Yoo*

Dept. of Computer Science, Chungnam Nat'l Univ*, Multimedia Dept., ETRI/CSTL**

요 약

MPEG-2는 Layered coding 방식을 채택하여 하나의 base layer와 4개의 enhancement layer로 이루어져 있으나 동영상 재생을 위해 필요한 최소한의 layer인 base layer만으로도 데이터양이 많기 때문에 인터넷 환경에 적용하기가 어렵다. 이에 base layer를 다시 세분화된 layer로 나누기 위해 인코딩 중에 또는 인코딩 결과로 만들어지는 MPEG-2 Video stream의 하부 구조인 블록층에 존재하는 8×8 블록의 AC 계수들을 layering한다. Layered 된 base layer의 데이터는 통신망 및 단말기의 QoS에 따라 서로 다른 전송 채널을 통해 서버에서 클라이언트 디코더로 전송된 후 디코더에서 실시간적으로 병합한 후 재생된다.

본 논문에서 제안하는 기법을 이용하여 기존에 encoding된 MPEG-2 Video stream의 AC계수를 layering 할 경우 QoS에 따라 가변적으로 데이터양을 서버 쪽에서 조절할 수 있었고, 통신 선로 상에 이동하는 데이터 양이 원래의 MPEG-2 Video stream을 이용했을 때보다 인코딩 중에 블록을 변환하면 51% 정도 감소하고 인코딩 되어진 데이터를 이용했을 경우에는 25% 정도 감소하는 것을 알 수 있었다.

1. 서 론

MPEG-2는 Layered coding 방식을 채택하여 하나의 base layer와 4개의 enhancement layer로 구성되어 있으며 이 4개의 enhancement layer는 공간 / 시간 / SNR / Data Partitioning scalability로 응용에 따라 선택하여 사용할 수 있도록 되어 있다.

하지만 동영상 재생을 위해 필요한 최소한의 layer인 base layer만으로도 데이터 양이 상당히 많기 때문에 다양한 QoS를 가지는 환경에 효율적인 적용이 어렵다는 문제점으로 인해 이 base layer를 다시 여러 개의 layer로 나누어야 할 필요성이 발생하게 되었다.

본 논문에서는 MPEG-2 Video stream의 하부 구조인 block층의 8×8 블록의 AC 계수들을 layering하는 기법을 이용해 기존에 encoding된 멀티미디어 데이터를 다양한 QoS에 대해 효율적인 Scalable 전송의 가능성을 보이고자 한다.

본 논문은 2장에서 블록층 변환을 통한 Layered Coding의 설계 및 구현에 대해 기술하고, 3장에서 이 방법의 실험 결과를 알아본다. 마지막으로 4장에서 결론 및 앞으로의 연구 방향에 대하여 논의한다.

2. 블록층 변환을 이용한 Layered Coding

블록층 변환을 적용하는 방법에는 2가지가 있을 수 있는데 하나는 인코딩시 DCT를 수행한 블록의 계수들을 이용하여 블록을 변환하는 방법이고, 다른 하나는 기존의 MPEG-2 비디오 파일을 디코딩 과정을 이용해 변환하는 방법이다. 전자의 경우 인트라 블록과 인터 블록에 대해 변환하여 계층화하기 때문에 데이터 양이 상대적으로 줄어들지만 인코딩 시간이 길기 때문에 인코딩을 위한 특별한 H/W가 필요로 하게 된다. 후자의 경우 인코딩 되어진 데이터를 이용하여 가변장 복호화와 역양자화를 통해 얻어진 블록의 성분을 계층적 변환을 수행한 후 다시 양자화와 가변장 부호화를 하는 방법이 존재한다. 이 경우 인트라 블록에 대해서만 layering하기 때문에 데이터양의 감소가 전자에 비해 크지는 않지만 기존의 MPEG-2 데이터를 이용할 수 있다는 장점과 실시간으로 계층화하여 서비스를 제공할 수 있다는 장점을 들 수 있다.

이제부터 MPEG-2 비디오 데이터의 인코딩/디코딩 과정을 살펴보고 본 논문에서 제안하는 DCT를 수행한 블록을 이용하여 AC 성분을 layering하는 과정의 설계 및 구현 기법에 대해 좀더 구체적으로 기술하겠다.

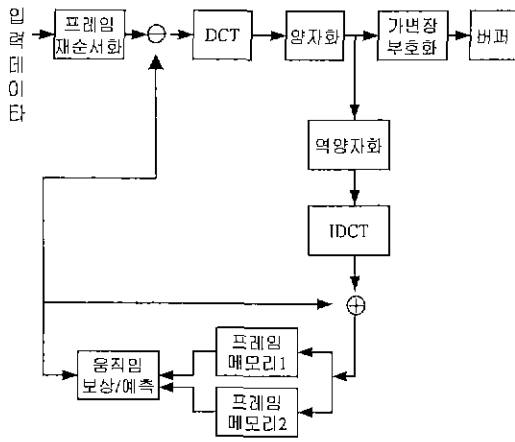
1) 본 연구는 한국전자통신연구원과의 학·연 공동연구과제의 연구결과임

2.1 비디오 인코딩/디코딩 과정

인코더는 입력된 데이터를 MPEG-2 비트열로 만드는 것으로 MPEG-2 비디오 표준에는 인코더의 역할과 기능에 대해 자세히 언급하고 있지 않다 이는 비트열을 만드는 방법보다는 어떤 비트를 만드는지가 중요하기 때문이다

우선 입력 데이터는 양방향 예측을 하는 B프레임 때문에 프레임 재순서화를 거치게 된다. 프레임 재순서화를 거친 데이터는 DCT를 이용해 DCT 계수로 코딩되고, 양자화를 거친후 가변장 부호화 된다. 대부분의 압축은 DCT보다는 양자화와 가변장 부호화에서 일어나게 되며 이 결과에 따라 압축률이 결정된다. 여기의 출력 데이터는 버퍼를 거쳐 비트 스트림으로 출력되며(이것이 MPEG-2 인코딩 회일) 이 과정이 인트라 블록 코딩이다[그림 1]

양자화를 거친 데이터가 역양자화의 IDCT(역 DCT)를 거치면 다시 DCT를 거치기 전의 데이터와 거의 같은 데이터로 복원된다 이 때 DCT를 거치기 전과 데이터의 차이는 양자화 오류로 이 데이터들은 프레임 메모리와 움직임 보상/예측기를 거쳐서 움직임 벡터를 추출하게 된다 이 값과 IDCT를 결합한 값으로 데이터를 복원한다 이 데이터를 재생된 데이터(Reconstructed Data)라고 한다 이 과정이 인트라 블록 코딩이다[그림 1].

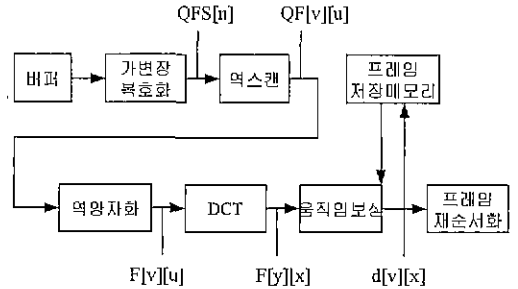


[그림 1] 전형적인 비디오 인코딩 과정

비디오 디코딩 과정이라는 것은 인코더에서 코딩된 데이터(즉, MPEG-2 비디오 스트림으로 만들어진 데이터)를 바로 화면에 출력할 수 있는 데이터로 만드는 것을 의미한다 대체적으로 디코딩 과정은 인코딩 과정의 역순으로 각 과정을 간단히 살펴보면 우선 코딩된 데이터를 저장할 수 있는 버퍼가 있고 이 버퍼는 인코더에서 디코더에 있다고 가정된 VBV버퍼 크기와 동일하거나 커야한다.

버퍼를 거친 데이터는 가변장 복호화(Variable Length Decoding) 과정을 통해 인트라 블록에서의 DC계수와 나머지 AC계수들로 나누어 디코딩한 다음 역스캔(Inverse Scan)을 한다. 이때 역스캔은 zigzag 스캔과 대체 스캔중 하나이다. 그런 후 역양자화와 IDCT(Inverse DCT)를 거치면 디코딩된 샘플이 나오게 된다. 이때

움직임 보상을 하기 위해서는 참조 프레임이 필요한데 참조 프레임은 프레임 메모리에 저장되어 있다. 물론 여기서 나온 디코딩된 샘플들은 화면에 디스플레이하기 위해서는 프레임 재순서화(Reordering)을 거쳐야 한다 이 과정이 [그림 2]에 나타나 있다.



[그림 2] 일반적인 디코딩 과정

인코딩 과정에서는 예측과정이 필요하기 때문에 실시간적으로 데이터를 전송할 수 없다. 또한 두 과정이 인코딩/디코딩의 차이이지 방법상 키다란 차이는 없다.

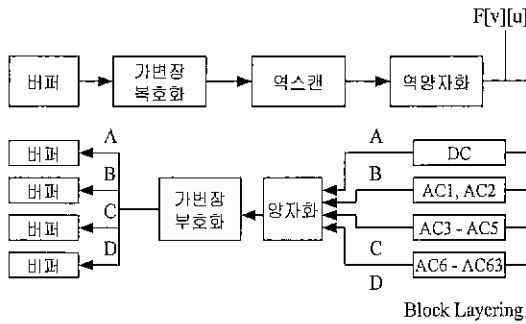
본 연구에서는 블록층에 대한 layering 변환을 인코딩 과정과 디코딩 과정 2가지 모두에서 수행하여 보았다 블록 변환 후의 데이터 압축률은 인코딩 과정이 좋으나 시간이 많이 요소되므로 여기서는 디코딩 과정을 이용한 블록층 변환에 대해 구체적으로 살펴보기로 한다

2.2 제안된 블록층 변환 설계 및 구현

디코딩과정을 이용한 계층화는 기존의 인코딩 되어진 데이터를 이용하여 블록층을 변환하기 때문에 블록층을 제외한 나머지 부분 (Sequence, GOP, Picture, Slice Header와 Macroblock)은 원래의 데이터 그대로를 사용하게 된다. 이는 기본 전송 채널을 통해 데이터가 그대로 전송 되어짐을 의미한다. 이때 블록을 디코딩하고 다시 양자화하는데 필요한 양자화 특성치와 양자화 매트릭스 등의 정보가 이 부분에 포함되어 있으므로 블록 변환기에 이 정보가 저장된다

블록을 디코딩 할 때 역양자화 후 인코딩시 DCT를 수행한 8x8 블록과 유사한 블록 F[v][u]를 얻게 된다. 인트라 블록내에는 영역내의 평균값인 하나의 DC계수와 영역내의 평균값으로부터 매우 정교한 최고 주파수의 영상 성분인 63개의 AC 성분이 배열되어 있으며 이 블록을 [그림3]과 같이 layer로 나누어 layer별로 양자화와 가변장 부호화를 통해 버퍼에 출력되게 된다. 본 연구에서는 4개의 layer로 나누었으며 각 Layer의 구성은 다음과 같다

- Layer-1 : 블록층을 제외한 기존 데이터 + DC
- Layer-2 : AC1, AC2
- Layer-3 : AC3, AC4, AC5
- Layer-4 : AC6 - AC63



A : Layer 1, B : Layer 2, C : Layer 3, D : Layer 4

[그림 3] 블록층 변환을 이용한 Layered Coding

Layer-1에는 재생을 위해 필요한 최소한의 성분인 DC 성분이 포함되어 있으며 비디오 데이터의 경우 layer-1만으로도 재생이 가능하다. 이 layer-1을 기본으로 하여 주어진 QoS에 따라 나머지 layer의 일부 또는 전부가 전송채널을 통해 MPEG 디코더로 전송된 후 재생을 위해 전처리기(Preprocessor)를 거쳐 하나의 블록으로 만들어진 후 재생된다.

기존의 인코딩된 데이터를 이용하여 블록층을 변환하기 때문에 실시간에 가깝게 계층적 코딩(layered coding)과 전송이 가능하다.

3. 실험 결과

본 연구에서 설계한 블록변환 기법의 타당성을 검증하기 위해 이미 언급한 2가지 방법 모두를 구현한 후 다양한 MPEG 파일에 대해 실험하여 보았다.

첫째, 인코딩시 블록층 변환을 통해서서는 인트라 블록과 인터 블록을 변환하여 다음의 표와 같은 결과를 얻었다. 크기는 원래의 MPEG 파일을 100으로 보았을때의 비율로 DC 성분만을 변환한 결과의 데이터 양은 50% 이상 줄었으며, 그밖에 layer-2와 layer-3의 경우도 상당한 크기 감소 효과를 가져왔다

따라서 통신선로 상태와 단말기 상태를 고려하여 본 연구 결과의 layered coding 기법을 응용에 활용하면 상당한 통신 트래픽 감소 효과를 기대할 수 있다

블록 변환			
크기	49% (layer-1)	57% (layer-2)	69% (layer-3)

[표 1] 인코딩시 블럭변환 계층별 데이터크기

둘째, 디코딩시 인트라 블록에 대한 변환을 통해서 DC 성분만을

포함하는 layer를 사용할 경우 기존 데이터에 비해 25%정도 데이터가 감소한 것으로 나타났다. 이는 인코딩 경우보다는 데이터 감소율이 다소 떨어지지만 인터 블록간 변환 과정을 좀더 연구하여 이를 가능하게 하면 전자보다 좋은 성능을 발휘할 것으로 기대된다

따라서 본 논문에서 제안한 2가지 방법 모두는 서버와 클라이언트가 이질적 통신망으로 연결된 경우 다양한 응용에서 QoS를 고려한 비디오 데이터 전달 기법으로 활용할 가치가 크다는 것을 알 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 블록층 변환을 이용한 Layered Coding을 제안하였다. 제안된 방법으로는 서버는 DCT 결과로 생성되는 블록을 4개의 layer로 나눈 후, 동적인 QoS 변화에 따라 선택된 layer 만을 전송채널을 통해 클라이언트로 전송하면, 클라이언트에 있는 진처리기는 도착한 layered data를 하나의 MPEG 파일로 assemble하는 과정을 거친 후 자신의 디코더를 통해 재생한다. 클라이언트에 도착하는 데이터는 QoS에 따라 layer-1만 도착할 수 있고, layer-1/2가 도착할 수도 있으며 layer-1/2/3 또는 layer-1/2/3/4의 데이터가 도착할 수도 있다.

본 연구 결과를 비디오 데이터 재생시 활용하면 네트워크 전송불이나 사용자 시스템 환경에 적합한 최소한의 비디오 데이터만을 전송하므로 리소스의 낭비를 줄일 수 있고 통신 대역폭 변화에 동적으로 적응할 수 있다

추후 연구 방향으로서는 동적인 QoS 관리 기법을 개발하여 본 연구 결과와 접목을 시도하고, 비디오 데이터 이외의 다양한 멀티미디어 데이터에도 layered coding 기법을 적용하는 것과 WEB피의 연구를 시도하는 것이다.

참고문헌

- [1] Harrick Vin, "Heterogeneous Networking," IEEE Multimedia, pp. 84-89, 1995
- [2] International Standard ISO/IEC 13818-2, Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video, 1996.
- [3] 정제창, 그림으로 보는 최신 MPEG, 교보문고, 1995
- [4] HHI Berin, "MPEG-1 and MPEG-2 Digital Video Coding Standards," http://wwwam.hhi.de/mpeg-video/paper/sikora/mpeg1_2/mpeg1_2.htm
- [5] MPEG Committee, "MPEG Software Simulation Group(MSSG) Video Codec," <http://www.mpeg.org/MPEG/MSSG/>
- [6] R. Arvind, R. Civanlar, and R. Reibman, "Packet Loss Resilience of MPEG-2 Scalable Video Coding Algorithms," IEEE Trans. on
- [7] S. R. McCanne, Scalable Compression and Transmission of Internet Multicast Video, Report No. UCB/CSD-96-928, 1996