

스케일러블 비디오 부호화를 이용한 IPTV 시스템

김문수*, 윤희용*

*성균관대학교 컴퓨터공학과

e-mail : spdng@skku.edu, youn@ece.skku.ac.kr

IPTV system using Scalable Video Coding

Kim Moonsoo*, Hee Yong Youn*

*Dept. of Computer Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

SVC(Scalable Video Coding)는 다양한 장치와 변화하기 쉬운 대역폭을 가지는 네트워크 환경에서 만족할 수 있는 스트리밍 환경을 제공하기 위해서 디자인되었지만, 본 논문에서는 SVC를 간단하면서도 효율적으로 채널 변경시간을 감소시킬 수 있도록 IPTV시스템에 응용하였다. 제안하는 시스템에서는 IPTV 헤드엔드와 LHR(Last Hop Router)사이의 네트워크 대역폭 일부분에 SVC 기본 계층으로 압축된 채널들을 정적 채널에 할당한다. 따라서 사용자가 정적 채널에 속하는 채널을 선택하면 짧은 네트워크 지연 시간 이내에 기본 계층을 전송 받아 동영상을 볼 수 있으며, 곧바로 향상 계층을 전송 받아 사용자는 정상 품질의 영상을 시청할 수 있다.

1. 서론

빠른 기술 발전을 이루어 온 비디오 코딩 표준과 네트워크의 발달, 저장 장치의 기록밀도 향상, 연산 속도의 향상은 멀티미디어 환경을 발전시켰다. 그와 관련된 어플리케이션은 멀티미디어 메세징, VoIP, 모바일 TV를 사용한 화상회의, 무선 또는 유선을 사용한 인터넷 비디오 스트리밍, 고품질 TV방송 등이 있다. 그 중 IPTV는 IP망을 통해 기존의 TV 서비스보다 향상된 고품질, 양방향 서비스를 제공하는 기술로 최근 국내에서 본격적인 IPTV 서비스를 시작하였다[1-2].

고품질의 서비스를 제공하는 IPTV 서비스는 기존의 방송 서비스와는 달리 대역폭이 한정되어 있기 때문에 모든 채널을 동시에 전송 받을 수 없다. 따라서 STB(Set Top Box)에서 전송 받지 못한 채널로 변경하게 되면 영상을 전송받기 위해서 시간이 걸리게 되는 문제점을 가지고 있다.

채널 변경 시간을 줄이기 위해 여러 연구들이 진행되었다. Adjacent Groups Join-Leave Method는 현재 채널과 동시에 인접한 채널의 멀티캐스트 그룹에 합류하여 영상을 수신함으로써 채널 변경 시간을 줄이는 방법이다. 이 방식은 사용자가 현재 시청중인 채널에서 인접한 채널로 이동할 경우에만 채널 변경 시간이 감소하는데 비해 많은 대역폭을 차지하는 단점이 있다[3]. Fast Channel 알고리즘에서는 채널 변경 시간을 최소화하기 위해 정적 채널(Static channel)과 동적 채널(Dynamic channel)을 구분하고, 사용자의 채널 선호정보에 기초하여 인기도가 높은 채널에 추가적으로 프레임의 더해 정적 채널에 배치하는 방법을 사용하고 있다. 이 방식은 Adjacent

Groups Join-Leave Method보다 대역폭을 24% 덜 소모하지만 평균 채널 변경시간이 30% 느리다[4]. 다른 연구에서는 SVC를 이용하여 미리 보기 모드(Preview mode)와 시청 모드(Watching mode)로 나누어 채널 변경 시간을 줄이는 방법이 소개되었다[5]. 이 방법은 미리 보기 모드에서 후보 채널을 선택할 때에는 채널 변경 시간이 감소하지만 미리 보기 모드와 시청 모드 사이의 전환에 관한 문제가 존재한다.

본 논문에서는 SVC를 간단하면서도 효율적으로 채널 변경시간을 감소시킬 수 있는 IPTV 시스템을 제안한다. 이 시스템에서는 네트워크 대역폭 일부분에 SVC의 기본 계층으로 압축된 채널들을 정적 채널에 할당한다. 따라서 사용자가 정적 채널에 속하는 채널을 선택하면 적은 네트워크 지연 시간으로 기본 계층을 전송 받아 동영상을 볼 수 있으며, 곧바로 향상 계층을 멀티캐스트 그룹으로부터 전송을 받아 사용자는 정상 품질의 영상을 시청할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 SVC와 IPTV 시스템에서의 채널 변경시간에 대한 내용과 관련 연구를 알아본다. 3장에서는 SVC의 특징을 IPTV 시스템에 응용하여 채널 변경시간을 감소시킬 수 있는 방법을 제안한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

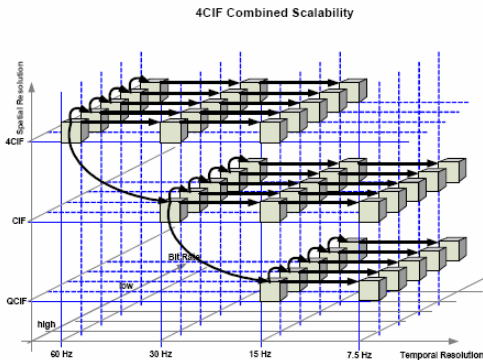
2. 관련 연구

2.1 Scalable Video Coding

H.264/AVC의 확장이라고 할 수 있는 SVC는 하나

의 기본 계층(Base layer)과 하나 또는 그 이상의 향상 계층(Enhancement layer)으로 구성되어있다. 기본 계층은 기존의 디코더와 호환이 되도록 H.264/AVC와의 하위 호환을 따르게 하고 있다. 또한 상위 계층의 압축 효율을 향상시키기 위하여 계층간 예측 방법(Inter-layer prediction)을 이용한다. 계층 간 예측 방법은 기본 계층의 텍스처 정보, 움직임 정보, 잔여신호 정보 등을 이용하여 상위 계층의 부호화 시 계층 간 중복되는 정보를 제거하여 압축 효율을 향상시킨다[6].

SVC에서는 그림 1[7]에서 보듯이 공간 스케일러빌리티(Spatial scalability), 시간 스케일러빌리티(Temporal scalability), 품질 스케일러빌리티(Quality scalability)를 지원한다. 공간 스케일러빌리티는 상위 계층으로 갈수록 해상도가 2배로 높아지게 되며, 향상 계층은 하위 계층을 참조할 수 있기 때문에 압축 효율이 높다. 시간 스케일러빌리티는 I프레임과 그 다음 I프레임 사이의 간격인 GOP(Group Of Pictures)의 크기를 조절함으로써 이루어진다. 기본 계층은 이전 프레임을 참조하고, 향상 계층은 하위 계층의 이전 프레임과 그 다음 프레임을 참조하여 압축 효율을 높이고 있다. 품질 스케일러빌리티는 CGS(Coarse Grain Scalability)방식과 MGS(Medium Grain Scalability)방식이 있다. CGS방식은 공간 스케일러빌리티의 특수한 경우로 생각할 수 있는데 각각의 계층이 해상도는 같고 품질은 다르게 압축된다. MGS의 경우 양자화 오차에 대한 점진적 부호화 기법을 사용하여 압축한다[7]. 스케일러빌리티는 혼합하여 사용이 가능하기 때문에 다양한 조건에 따라 다른 대역폭을 가지는 비디오 스트림을 제공할 수 있다.

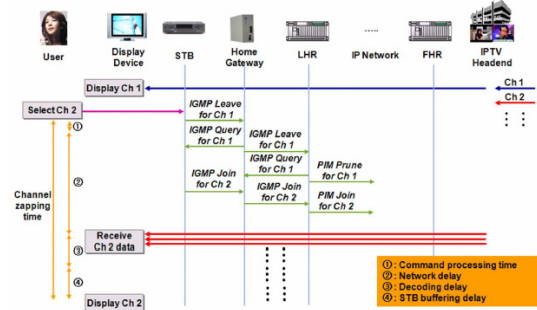


(그림 1) 공간, 시간, 품질 스케일러빌리티를 지원하는 비트스트림

2.2 IPTV

기존의 방송 서비스에서는 STB가 모든 채널을 수신했기 때문에 즉시 선택된 채널을 표시해 줄 수 있었다. 그러나 IPTV에서는 대역폭이 한정되어 있기 때문에 모든 채널을 전송할 수 없다. 따라서 채널을 변경할 때 마다 어느 정도의 시간이 걸리게 되는데 이것을 채널 변경시간(Channel zapping time)이라고

한다[4]. 채널 변경시간은 명령 처리시간, 네트워크 지연시간, STB 계층 지연시간, STB 버퍼링 지연 시간, 비디오 디코딩 지연 시간으로 이루어진다[3].



(그림 2) IPTV 채널 변경과정

채널 변경시간을 줄이기 위해서 정적 채널(Static channel)과 동적 채널(Dynamic channel)을 구분하고, 사용자의 채널 선호정보에 기초하여 인기도가 높은 채널에 추가적으로 I프레임을 더해 정적 채널에 배치하는 Fast Channel 알고리즘이 제안되었다[4]. 정적 채널이란 LHR(Last Hop Router)에서 바로 스트림을 받아 올 수 있는 채널을 말한다. 이 경우에 네트워크 지연 시간은 상대적으로 짧지만 네트워크의 대역폭을 계속해서 차지하고 있기 때문에 만약 해당 채널을 아무도 보지 않을 경우에는 대역폭을 낭비하게 된다. 동적 채널은 FHR(First Hop Router)에서 스트림이 존재하는 것을 말한다. 이 경우에는 정적 채널과는 반대로 네트워크 지연 시간은 큰 대신에 아무도 보지 않을 경우 대역폭 낭비를 막을 수 있다.

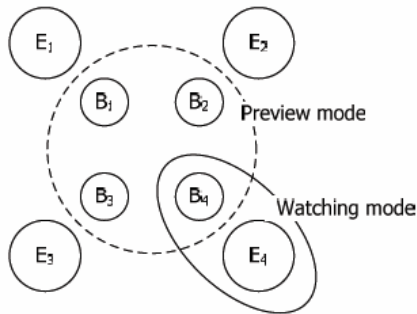
또한 다른 연구에서는 현재 채널과 동시에 인접한 채널의 멀티캐스트 그룹에도 합류하여 영상을 수신함으로써 채널 변경 시간을 줄이려고 시도하였다[3]. 사용자가 현재 채널과 인접한 채널을 선택할 경우 사용자는 네트워크 지연 시간 없이 채널을 시청할 수 있다.

<표 1> 채널변경시간의 측정

알고리즘	측정	핵심 네트워크를 사용하는 평균 대역폭	최대 채널 변경시간의 평균값	모든 사용자의 평균 채널 변경 시간
모든 채널이 동적이고 추가적인 I프레임이 없을 때		86.492 Mbps	1.177 sec.	0.974 sec.
모든 채널이 정적이고 추가적인 I프레임이 없을 때		165.804 Mbps	0.271 sec.	0.199 sec.
[5]에서 제안한 빠른 채널 변경 알고리즘		125.730 Mbps	0.939 sec.	0.493 sec.
상하 1채널을 가지는 인접채널 알고리즘		149.729 Mbps	0.574 sec.	0.344 sec.
상하 2채널을 가지는 인접채널 알고리즘		163.316 Mbps	0.363 sec.	0.233 sec.

표1[4]은 Fast Channel 알고리즘에 대한 실험 결과를 Adjacent Groups Join-Leave Method 등의 다른 경우와 비교하여 나타낸 것이다. 사용하는 대역폭이 클수록 채널 변경 시간이 짧아 대역폭과 채널 변경 시간은 반비례함을 볼 수 있다.

SVC를 이용하여 채널 변경시간을 줄이는 방법이 제안되기도 했다. 미리 보기 모드(Preview mode)와 시청 모드(Watching mode)로 나누는 방법이다[5]. 그림 3[5]에서 보듯이 사용자가 영상을 볼 때에는 기본 계층과 향상 계층을 동시에 수신하는 시청 모드가 되고, 채널을 바꾸면 미리 보기 모드로 자동으로 전환되어 현재 보고 있던 채널의 기본 계층만을 수신하게 된다. 그리하여 남은 대역폭을 이용해 다음에 바꿀 것으로 예상되는 후보 채널의 기본 계층을 STB의 버퍼로 수신한다. 이렇게 하면 사용자는 버퍼에 수신하고 있던 채널을 선택하는 동안에는 네트워크 지연이 없으므로 채널 변경시간을 체감하기 어렵게 된다.



(그림 3) 시청 모드와 미리 보기 모드에 대한 대역폭 할당

3. SVC를 이용한 IPTV 시스템

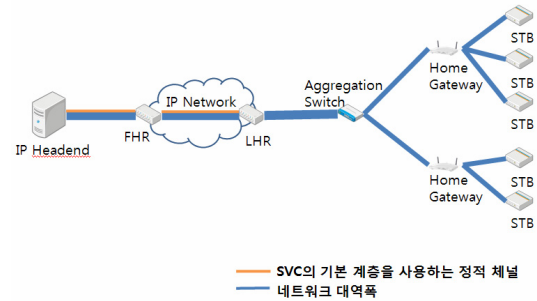
표1에 의하면 IPTV 채널 변경 시 걸리는 시간은 동적 채널일 때와 정적 채널일 때 많은 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 즉 FHR에서 LHR까지 도착하는 데 걸리는 시간이 약 0.6초에서 0.9초까지 더 걸리게 된다. 모든 채널을 정적 채널로 설정하면 모든 채널이 동적 채널일 때 걸리는 시간의 약 77%를 절약할 수 있다. 그러나 이 경우 대역폭은 정적 채널이 동적 채널에 비해 2배나 더 소모하는 것을 알 수 있다.

사용자들은 네트워크 대역폭이 얼마가 소모되든지 자기가 원하는 채널을 빠르게 이동하는 것을 원할 것이다. 그러나 IPTV 서비스 제공자는 네트워크 대역폭이 많이 소모되는 것을 원하지 않을 것이다.

본 논문에서 제안하는 IPTV 시스템의 기본 개념은 그림 4와 같이 정적 채널을 SVC의 기본 계층으로 구성하여 제공하는 것이다. SVC의 기본 계층은 품질은 떨어지나 차지하는 대역폭이 작기 때문에 같은 대역폭에 더 많은 채널을 배치할 수 있다. 또는

같은 수의 채널을 배치한다면 단일 계층으로 압축된 비디오 스트림으로 구성된 정적 채널보다 대역폭을 더 절약할 수 있다.

사용자가 정적 채널에 속해있는 채널로 변경할 경우 비디오 스트림이 LHR에 존재하기 때문에 멀티캐스트 그룹에 합류하는 시간이 줄어들 뿐만 아니라, 전송 받는 구간이 짧기 때문에 네트워크 지연시간을 줄일 수 있다. 또한 기본 계층은 비트율이 낮기 때문에 STB에서 버퍼링 지연 시간과 비디오 디코딩 지연 시간도 동시에 줄일 수 있다.

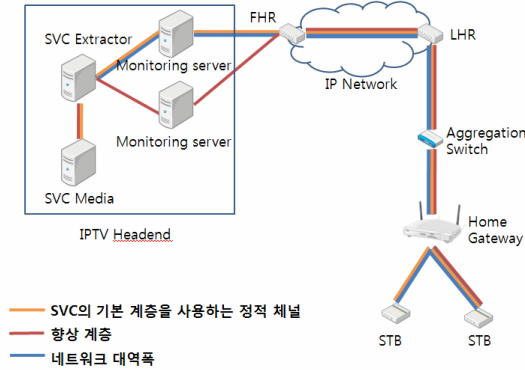


(그림 4) SVC의 기본 계층을 정적 채널로 사용하는 IPTV 시스템

본 시스템에서는 그림 5와 같이 정적 계층과 향상 계층을 각각의 멀티캐스팅 그룹으로 설정한다. SVC 비트스트림 추출기를 통하여 기본 계층과 향상 계층으로 나누어진 비트스트림은 각각의 모니터링 서버를 거친다. 모니터링 서버에서는 멀티캐스트 세션 제어, 멀티캐스트 사용자 프로파일 관리 기능을 한다. 멀티캐스트 세션 제어 기능은 사용자에게 멀티캐스트 서비스 정보를 제공해 주며, 멀티캐스트 서비스에 대한 사용자의 요청을 서비스 제공시 반영한다. 멀티캐스트 사용자 프로파일 관리 기능은 각종 멀티캐스트 서비스 정보와 요금, 인증, QoE 정보 등과 같은 각종 사용자 정보를 관리한다[8].

사용자가 채널을 선택하게 되면 STB에서 정적 계층과 향상 계층에 합류하기 위한 IGMP 쿼리를 LHR로 보내게 된다. 그러면 LHR에 존재하는 기본 계층의 멀티캐스팅 그룹에 합류하게 되는 동시에, 해당 채널의 향상 계층의 멀티캐스팅 그룹에 합류하기 위해 해당 IGMP 쿼리를 상위 라우터에 보내게 된다. 향상 계층의 멀티캐스팅 그룹에도 합류하게 되면 두 개의 계층을 디코딩하여 본래 품질을 가지는 영상을 제공하게 된다. 그러므로 기본 계층만으로 영상을 보는 시간은 기본 계층의 멀티캐스팅 그룹에 합류한 다음부터 선택 향상 계층의 멀티캐스팅 그룹에 합류하기 전까지의 시간이 된다. 따라서 사용자는 기본 계층을 짧은 네트워크 지연 시간 내에 시청함으로써 빠르게 채널을 탐색할 수 있고 이어서 향상 계층의 비디오 스트림을

수신하기 때문에 사용자는 비디오 품질이 나빠지는 것을 채널을 바꿀 때 처음 순간에만 느끼게 된다.



(그림 5) SVC를 사용하는 IPTV 시스템

[5]에서는 미리 보기 모드에서 다시 시청 모드로 진입하는 조건을 한 채널에 한동안 머물러 있는 경우라고 정의하였다. 하지만 STB에서 너무 빠르게 미리 보기 모드에서 시청 모드로 바뀌게 되면 이후에 채널을 바꿀 때 또 다시 미리 보기 모드로 진입하면서 채널 변경시간이 길어지게 될 것이다. 만약 너무 느리게 시청 모드로 바뀌게 된다면 사용자는 오랜 시간 동안 낮은 품질을 갖고 있는 미리 보기 모드에서 영상을 보아야 할 것이다. 제안하는 IPTV 시스템은 채널을 바꿀 때마다 채널 변경시간이 존재하기는 하지만 정적 채널은 LHR에서 준비하고 있으므로 그 시간은 크지 않다. 사용자는 동시에 멀티캐스트 그룹에 항상 계층에 대한 스트리밍을 요청함으로써 정상 품질의 비디오를 볼 수 있다. 또한 LHR과 FHR사이의 대역폭은 홈 게이트웨이와 STB사이의 대역폭보다 일반적으로 더 크기 때문에 미리 보기 모드에서 준비되는 후보 채널의 개수보다 정적 채널의 개수를 더 많이 배치할 수 있다.

4. 결론

성공적인 IPTV 서비스를 위해서 고품질 영상의 제공과 빠른 채널 변경시간은 매우 중요한 요소이다. 고품질 영상은 IPTV에서도 HD급 서비스를 제공하기 시작하여 사용자들의 만족을 이끌어 내는데 성공하였지만 빠른 채널 변경시간에 관해서는 아직도 많은 연구가 진행 중이다.

SVC의 주요 목적은 다양한 장치와 변화하기 쉬운 대역폭을 가지는 네트워크 환경에서 만족할 수 있는 스트리밍 환경을 제공하는 것이다. 본 논문에서는 기본 계층과 항상 계층을 가지는 SVC의 다중 계층 특성에 착안하여 네트워크에 기본 계층을 정적 채널로 배치하는 것을 제안하였다. 이 시스템은 적은 대역폭의 소모로 빠른 채널 변경시간을 가능하게 할

수 있었다.

더욱 완벽한 연구를 위해서 제안한 시스템을 직접 구현하여 정적 채널에 기본 계층을 적용함으로써 채널 변경 시간을 얼마나 줄일 수 있을지, 정적 채널에 수용하는 기본 계층의 개수에 따라 채널 변경 시간이 얼마나 소요되는지, 어느 정도의 기본 계층의 품질을 제공해야 사용자가 납득할 수 있는 수준이 될 것인지 연구해 볼 필요가 있다. 또한 IPTV에서 제공하는 수많은 채널들 중에 어떤 채널을 정적 채널에 수용해야 채널 변경 시간을 최소화 할 수 있을 지에 대해서도 충분히 연구해 볼 만하다.

참고문헌

- [1] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Overview of the scalable extension of the H.264/MPEG-4 AVC video coding standard", Joint Video Team, doc. JVT-U145, Hangzhou, China, October 2006
- [2] 박수홍, 황철주, "IPTV 이동성 지원 기술과 Mobile IPTV 표준화 동향", TTA저널/정보통신표준화소식, pp. 54~58, 2006년 10월
- [3] C. Cho, I. Han, Y. Jun, and H. Lee, "Improvement of channel zapping time in IPTV services using the adjacent groups join-leave method," in International Conference on Advanced Communication Technology, Vol. 2, pp. 971~975, 2004
- [4] Hyunchul Joo, Hwangjun Song, Dai-Boong Lee, Inkyu Lee, "An Effective IPTV Channel Control Algorithm Considering Channel Zapping Time and Network Utilization", IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 54 Issue 2, pp. 208-216, June 2008
- [5] Yonghee Lee, Jonghun Lee, Inkwon Kim, Heonshik Shin, "Reducing IPTV channel switching time using H.264 scalable video coding", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 54 Issue 2, pp. 912-919, May 2008
- [6] 강진미, 김성민, 정기동, "H.264/AVC SVC에서 DCT 기반의 계층 간 잔여 신호 예측 구조", 한국정보과학회, Vol. 34 No.2(D), pp.580-584, 2007
- [7] 최해철, 이경일, 강정원, 배성준, 유정주, "스케일러 불 비디오 부호화의 개요 및 성능 분석", 방송공학회논문지, 제12권 제6호, pp. 542~554, 2007년 11월
- [8] 박주영, 강신각, "멀티캐스트 통신 표준기술 동향" 전자통신동향분석, 제 22권 제 6호, pp. 10~23, 2007년 12월