

고품질 AT-DMB 서비스를 위한 계층적 미디어 처리용 시뮬레이터 개발

*전도영, 김민성, 장승민, 유홍연, 홍성훈
*전자컴퓨터공학과

Development of Hierarchical Media Processing for High Quality AT-DMB Service

*Doyoung Jun, Minsung Kim, Seungmin Jang Hongyeon You, Sung-hoon Hong
Electronic Computer Engineering

지상파 방송(DMB: Digital Multimedia Broadcasting)은 음성, 영상, 데이터와 같은 다양한 멀티미디어 신호를 디지털 방식으로 변조하여 이동 중에 방송을 청취 할 수 있는 차세대 디지털 방송 서비스이다. 하지만 한정된 대역폭으로 인한 비디오 전송율의 한계에 따라 최대 CIF(Common Interleaved Frame)급 화면 해상도까지 서비스가 가능하다. 그러나 지상파 DMB 전송 고도화에서는 계층 변조(Hierarchical Modulation)전송 기법을 통하여 추가의 전송대역폭을 확보할 수 있다. 또한 스케일러블 비디오 코딩(Scalable Video Coding)부호화 방식을 이용하여 고 전송효율/고품질의 이동 멀티미디어 방송서비스를 제공할 수 있는 고품질 AT(Advanced Terrestrial)-DMB 시스템이 가능하다. 이러한 고품질 AT-DMB의 개발에 있어서 여러 방식들이 제시됨에 따라 시뮬레이터를 통한 다중화 시스템의 분석이 필요하다. 본 논문에서는 고품질 AT-DMB가 가능한 스케일러블 비디오 방식을 JM8.8을 사용하여 구현하였으며, 다중화 시스템의 실험을 하였다. 또한 시뮬레이터를 통하여 복호된 계층 간의 화질 차이와 엔지니어를 위해 비트스트림의 분석화면 및 PSNR을 제공 하였다.

Keyword - AT-DMB, T-DMB, Scalable Video Coding

1. 서 론

디지털 방송기술의 실현 이후 방송과 통신의 융합으로 인해 언제 어디서나 고화질 디지털 TV 서비스와 고품질 오디오 및 영상을 포함한 부가데이터 서비스가 가능한 차세대 디지털 멀티미디어 전송 방식 개발을 다양하게 시도하고 있다. 또한 독립적-고정 이용환경에서 통합-이동 이용환경으로, 서로 다른 정보형태(비디오/오디오/텍스트) 서비스 제공에서 통합 정보형태(멀티미디어) 서비스 제공 방향으로 변화하고 있다. 이러한 환경변화의 일환으로 이동환경에서 CD 수준의 고품질 오디오 서비스, 교통 및 광고 등 다양한 부가 데이터 서비스는 물론 선명한 화질의 영상 서비스를 언제 어디서나 제공할 수 있는 디지털 멀티미디어 방송 기술의 개발이 전 세계적으로 급격히 이루어지고 있다. 하지만 현재의 지상파 DMB 서비스에서는 최대 CIF(352x288)급 화질의 비디오를 전송할 수 있도록 설계되어 있는 반면, 출시되는 이동단말은 고해상도를 지원하는 추세이므로 디스플레이에 보다 나은 화질의 표현이 요구된다. 따라서 기존 지상파 DMB와의 호환성을 유지하며 보다 나은 화질의 디지털 방송서비스와 광대역 네트워크의 보편화에 따른 사용자들의 요구에 부응하는 고품질의 이동 멀티미디어 서비스가 필요하다. 따라서 본 논문에서는 지상파 DMB 고도화 망에서 고품질 비디오 서비스를 제공하기 위한 시스템 분석 시뮬레이터를 제시한다.

2. 고품질 AT-DMB 시스템

지상파 DMB의 고전송효율/고품질의 서비스를 제공하기 위한 방법인 스케일러블 비디오(SVC: Scalable Video Coding)는 통방향 환경에서의 다양한 시변의 망 특성 및 이종 단말 성능에 효과적으로 대응하기 위하여 다양한 계층(layer)와 스케일러블리티(scalability)를 내재하고 있는 비디오 부호화 포맷이다. SVC는 여러 개의 비디오 계층을 하나의 비트열로 부호화하며, 각 층은 각각의 비트율, 프레임율, 영상크기 및 화질을 가지고 있다. 즉 비디오를 공간적/시간적/화질적 차원의 임의 값을 가지는 비트열로 부호화하며, 그 세가지 차원의 조합에 따라 폭넓은 스케일러블리티를 제공할 수 있다.

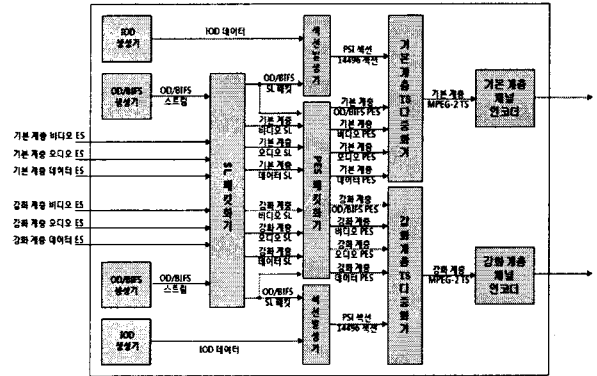


그림 1. AT-DMB 다중화시스템

그림 1은 AT-DMB 다중화 시스템 방식으로 비디오 시퀀스를 여러 개의 계층, 즉 기본 계층(Base layer)과 강화 층(Enhancement layer)들을 함께 압축한다. 기본 계층이란 독립적으로 복호 가능한 비트스트림인데 기존지상파 DMB에서 사용하는 H.264와 같은 Non-scalable비디오 부호화는 기본 계층만으로 구성된다. 상위 계층은 기본 계층에 있는 비트스트림을 개선하기 위해서 사용되는 추가 비트스트림이며, 독립적으로 복호할 수 없고, 기본 계층을 참조하여 복호할 수 있다. 각 계층의 IOD와 SL패킷 등은 각 계층에 개별적으로 SL패킷화기에서 부호화되며, SL패킷화기를 거친 데이터는 다시 각각의 선택과 함께 기본계층과 강화계층으로 다중화 하게 된다. 또한 여러 개의 비디오 계층을 하나의 비트스트림으로 부호화 가능하며, 각 층은 각각의 비트율, 프레임율, 영상크기 및 화질을 가질 수 있다. 하지만 지상파 DMB 고도화 망에 적합한 스케일러블 비디오 기술을 적용하기 위해서 아래와 같은 몇 가지 고려사항을 가진다. 첫 번째는, 기존 지상파 DMB와의 하향 호환성 및 서비스 품질의 유지를 위해 기본계층은 최대 CIF급 해상도에 30Hz를 지원할 수 있어야 하며, 기존 지상파 DMB에서 채택한 H.264 Base-line Profile규격(ITU-T Rec.H.264 | ISO/IEC 14496-10 AnnexA.2.1)에 맞게 부호화 되어야 한다.

nal_unit_type	
1	Coded slice of non-IDR picture
5	Coded slice of an IDR picture
6	Supplemental enhancement information(SEI)
7	Sequence parameter set(SPS)
8	Picture parameter set(PPS)
20	Coded Slice of a non-IDR picture in scalable extension
21	Coded slice of an IDR in scalable extension

표 1. nal_unit_type 정의

두 번째는, DMB망에서 DMB 단말의 성능 제약으로 인해 SVC가 지원하는 화질 스케일러빌리티 중 복잡도가 큰 FGS(Fine Granular Scalability)에 대한 실시간 복호는 고려하지 않는다. 따라서 지상파 DMB 고도화 망에서는 고품질/고해상도의 비디오 서비스를 지원하는 공간적 스케일러빌리티 기술을 적용할 수 있다. 세 번째로 고려될 점은, 스케일러블 비디오 비트스트림의 생성 후 지상파 DMB 고도화 망에 적합하게 전송될 수 있도록 송신단에서 기본 전송신호인 HP 및 추가 전송신호인 LP에 스케일러블 비트스트림을 분할(Splitter) 할 수 있어야 하며, 수신단은 HP 및 LP 신호를 수신 후 복호가능한 비트스트림으로 재구성(Compositor) 할 수 있어야 한다.

가. Splitter

스케일러블 비디오 비트스트림을 분할하기 위해서는 SVC NAL Header의 Syntax정보를 분석하는 과정이 필요하며, 이때 필요한 Syntax element는 다음과 같다.

(1) nal_unit_type: NAL 단위를 포함하는 한 패킷의 타입을 의미하며, SEI, SPS, PPS, Slice를 구별할 수 있도록 하며 각 nal_unit_type은 표 1과 같이 정의된다.

(2) dependency_id : H.264에서 확장된 NAL header에 있는 정보로써 복호화 과정에서 사용되며, 계층 간 예측(inter-layer prediction)을 위해 사용된 하위계층을 나타낸다. 따라서 2개의 계층으로 부호화된 비트스트림에서 Base Layer는 dependency_id=0, Enhancement Layer는 dependency_id=1로 나타내어진다. Splitter를 이용하여 스케일러블 비트스트림을 분할 하는 과정은 그림 2에 나타난다. 입력 비트스트림에 대한 NAL Header Parsing 과정을 통해 nal_unit_type과 dependency_id를 알 수 있다. 두 개의 계층을 가지는 비트스트림이므로 CIF 해상도를 갖는 기본 계층의 dependency_id는 0을, 4CIF해상도를 갖는 향상 계층의 dependency_id는 1을 갖는다. 따라서 dependency_id를 이용하여 비트스트림을 분할 할 수 있다

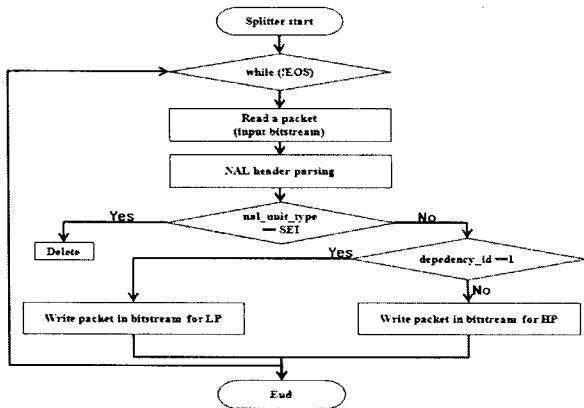


그림 2. 지상파 DMB 고도화 망에서의 SVC 부호화

나. Compositor

Compositor는 HP채널과 LP채널을 통해 전송된 2개의 비트스트림을 복호 가능한 하나의 스케일러블 비트스트림으로 재구성하는 기능을 제공한다. 스케일러블 비트스트림을 재구성하기 위해 Splitter에서 사용한 Syntax element 뿐만 아니라 Slice header에 있는 frame_num element 정보를 이용한다. Compositor에서 사용되는 Syntax element는 다음과 같다.

(1) nal_unit_type

(2) frame_num: 각 Picture의 ID로써 사용되며 Slice header에서 사용된다.

Compositor를 이용하여 비트스트림을 재구성하는 과정은 그림 3와 같다. Splitter에 의해 분할된 두 개의 입력 비트스트림에 대한 NAL header parsing 과정을 통해 nal_unit_type을 알 수 있다. 먼저 두 개의 입력 비트스트림에서 하나의 NAL씩 끊어서 읽어온 후, 그림 3의 첫 번째 조건문을 사용하여 NAL header의 nal_unit_type을 보

고 SPS와 PPS와 같은 파라미터 NAL들을 구하여 비트스트림을 재구성한다. 단 향상계층의 경우, PPS가 2개를 사용하므로 두 번째 PPS를 구하기 위해 그림 3의 두 번째 조건문을 사용하게 되며 그 외 나머지의 경우 실제 Slice 정보를 담은 NAL Units에 해당하므로 각각의 NAL units의 slice header에 있는 frame_num을 구하여 비트스트림의 순서를 결정한다.

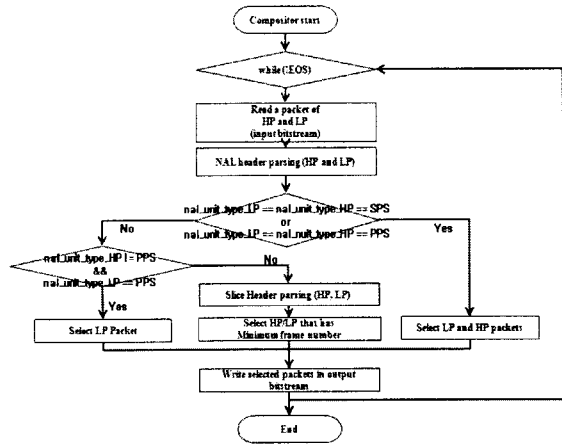


그림 3. Compositor 알고리즘

3. AT-DMB용 계층적 미디어 처리 시뮬레이터

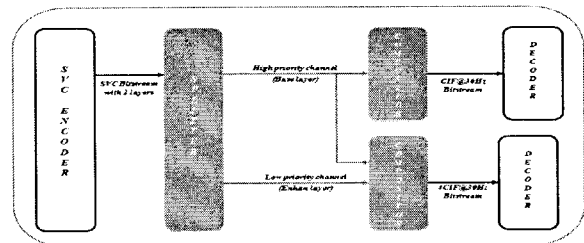


그림 4. 고품질 AT-DMB의 SVC 적용도

그림 4는 제안된 Splitter 및 Compositor 알고리즘의 고품질 AT-DMB에서의 SVC 적용도를 도시한다. 스케일러블 비디오 비트스트림은 생성 후 지상파 DMB 고도화 망에 적합하게 전송될 수 있도록 송신단에서 기본 전송신호인 HP 및 추가 전송신호인 LP에 스케일러블 비트스트림을 분할(Splitter) 할 수 있어야 한다. 따라서 Splitter 알고리즘은 Encoder 처리 후 HP에 nal_unit_type과 dependency_id를 통해 적용하도록 하였다. 또한 수신단은 HP 및 LP 신호를 수신 후 복호 가능한 비트스트림으로 재구성(Compositor) 하기 위해 복호 Splitter 알고리즘을 통해 비트스트림에 변환 후 Compositor를 통하여 비트스트림의 순서를 결정하도록 하였다.

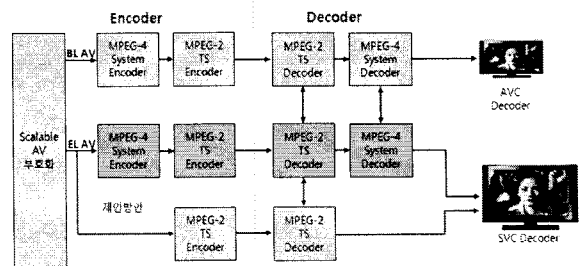


그림 5. AT-DMB 시뮬레이터 구성도

그림 5은 계층적 미디어 처리 시뮬레이터의 구조를 도시하며 AT-DMB 시스템의 계층적 전송을 위하여 스케일러블 비디오 부호화(SVC) 방식을 사용한다. SVC 부호화를 거친 BL A/V와 EL A/V는 각각의 MPEG-4 System Encoder를 통해 패킷화되며 패킷화된 스트림은 MPEG-2 Encoder를 통하여 다중화를 거쳐 송신하게 된다. 송신된 비트스트림은 Encoder의 처리 역순으로 Demux 처리하여 A/V와 SVC의 Decoding을 한다. 따라서 그림 5과 같이 BL 계층과 EL 계층의 시스템을 구분하여 기존 지상파 DMB와의 하향 호환성 및 서비스 품질의 유지할 수 있다. 또한 시뮬레이터 프로그램에서의 SVC적용을 위하여 Layer의 설정과 Filter, MCTF, Motion 등의 인코딩 처리과정에서의 Parameter를 설정하여 BL 계층과 EL 계층의 미디어 처리를 변화시킬 수 있으며 계층간의 PSNR을 표시토록 하였다.

4 실험

지상파 DMB 고도화 망에서 고품질의 비디오 서비스를 위해 JSVM 8.8 기반의 스케일러블 비디오 생성 후 Splitter 및 Compositor 알고리즘을 통해 HP 및 LP 채널에 적응적인 비트 스트림을 분할하였다. 또한 Compositor를 통해 분할된 2개의 비트스트림을 재구성 후 정상적인 복호화가 동작함을 확인 할 수 있었다. 구현된 시뮬레이터를 통하여 2개의 비트스트림을 Compositor를 통해 복호 가능한 하나의 스케일러블 비트스트림으로 재구성한 후 복호하였다.

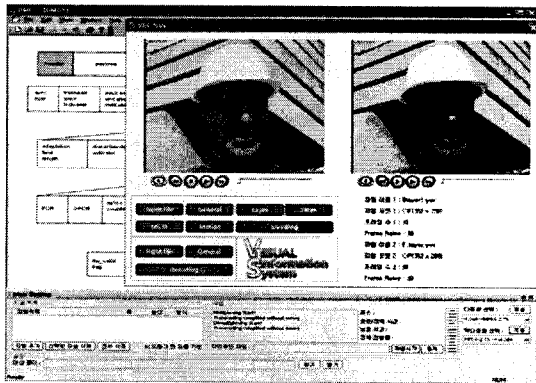


그림 6. AT-DMB SVC 설정 및 뷰어



그림 7-(a) 그림 7-(b)

그림 7. 비디오의 전체 화면 화질

그림 6은 시뮬레이터의 실행화면으로 작은 윈도우 화면은 AT-DMB에 대한 기능 검증을 위한 뷰어와 BL 계층과 EL 계층의 부호화를 위한 화면이며, 큰 윈도우 화면은 비트스트림에 대한 분석과 MPEG-4와 MPEG-2의 시스템으로 부호화와 복호화 하는 화면이다. 그림 7의 좌측의 foreman 화면은 기존 지상파 DMB에서 수신 받을 수 있는 CIF급 비디오이며 평균 PSNR은 약 32.5db이다. 오른쪽은 지상파 DMB 고도화 단말에서 기본 전송채널 및 추가 전송

채널을 통해 서비스되는 4CIF급 비디오이며 평균 PSNR은 약 34.5 db이다. 그림 6에서 우측의 4CIF급 비디오의 경우 하나의 Viewer상에서 보여주기 위해 CIF급으로 줄여서 재생하고 있지만 각각을 큰 화면으로 확대할 경우, BL 계층의 화면과 BL계층 및 HL 계층의 화질차를 그림 7을 통해 확인 할 수 있다. 그림 8은 Foreman 영상에 대해 Layer 별 복호화 후 화질 비교를 한 그래프이며 Base Layer의 평균 PSNR은 약 32.4db였으며, Enhancement Layer의 평균 PSNR은 약 35.5db였다. 또한 Base Layer의 비디오를 확대하게 되면, Enhancement Layer에 비해 품질의 열화가 두드러지게 보여짐을 알 수 있었다.

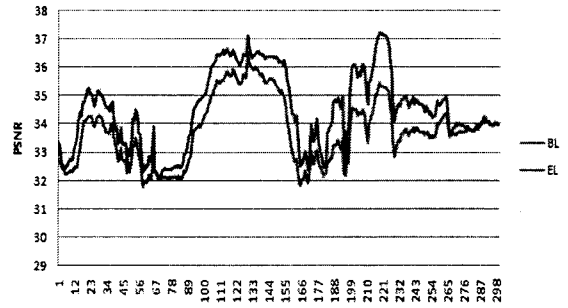


그림 8 foreman layer간 PSNR

5. 결 론

지상파 DMB 전송 고도화 망에서는 계층변조 기법을 적용하여 기존 지상파 DMB 서비스에 비해 채널 용량이 커졌으며, 이로 인해 더욱 다양한 콘텐츠를 향상된 품질로 즐길 수 있게 될 뿐만 아니라 스케일러블 비디오(SVC)를 활용하여 비디오의 품질을 향상시킴으로써 고해상도에서 고품질의 멀티미디어 서비스를 즐길 수 있다. 기존 지상파 DMB와의 호환성과 보다 나은 화질의 디지털 방송서비스에 따른 사용자들의 요구에 부응하는 고품질의 이동 멀티미디어 서비스가 개발됨에 따라 본 논문에서는 지상파 DMB 고도화 망에서 고품질 비디오 서비스를 제공하기 위한 시스템 분석 시뮬레이터를 제시 하였다. 향후 지상파 DMB 송수신 체계를 중심으로 유비쿼터스 환경의 수용이 가능한 방송/통신 융합 환경에서의 이동 멀티미디어 방송의 개발의 기술로 활용될 수 있을 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전자공학회 논문지, "지상파 DMB 고도화 망에서의 스케일러블 비디오 부호화 기술", 전동산, 곽상민, 임형수, 최해철, 김재근, 임종수, 홍진우, 제 44 권 TC 편 제 1 호
- [2] 전자공학회 논문지, "스케일러블 비디오 코딩에서의 실시간 스케일러블리티 변환", 이동수, 배태면, 노용만, 제 44 권 TC 편 제 6 호
- [3] ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 Information technology-Coding of audio-visual objects-part 10: Advanced video coding, 2003.
- [4] ITU-T document, "Joint Draft 7 of SVC Amendment", Joint Video Team JVT-T201, JVT 20th meeting, Klagenfurt, Austria, July, 2006.