논문 2007-44TC-1-1

# 지상파 DMB 고도화 망에서의 스케일러블 비디오 부호화 기술

## ( Method of scalable video application in the advanced T-DMB )

전 동 산*, 곽 상 민**, 임 형 수**, 최 해 철*, 김 재 곤*, 임 종 수*, 홍 진 우*

( Dong-San Jun, Sang-Min Kwak, Hyung-Soo Lim, Hae-Chul Choi, Jae-Gon Kim, Jong-Soo Lim, and Jin-Woo Hong)

요 약

디지털 멀티미디어 방송(DMB: Digital Multimedia Broadcasting)은 음성, 영상, 데이터와 같은 다양한 멀티미디어 신호를 디지털 방식으로 변조하여 이동 중에 방송을 청취 할 수 있는 차세대 디지털방송 서비스이다. 하지만 한정된 대역폭으로 인한 비디오 전송율의 한계에 따라 최대 CIF(Common Interleaved Frame)급 화면해상도까지 서비스가 가능하다. 지상파 DMB 전송고도화 망에서는 계층 변조(Hierarchical Modulation) 전송 기법을 통하여 추가의 전송대역폭을 확보할 수 있으며, 스케일러블 비디오 코딩(Scalable Video Coding) 부호화 방식을 이용하여 고전송효율/고품질의 이동 멀티미디어 방송서비스를 제공할 수 있다. 본 논문에서는 기존의 지상파 DMB가 제공할 수 있는 품질 및 기능을 뛰어넘어, 고품질의 이동 멀티미디어 방송서비스가 가능한 지상파 DMB 전송고도화 망에서의 스케일러블 비디오 적용 방법을 제안한다.

Abstract

Digital Multimedia Broadcasting is the next generation broadcasting service which enables various digital multimedia contents, i.e., audio and video, and data access for mobile users. However, due to the bandwidth limitation, the spatial resolution is limited to CIF(Common Interleaved Frame). The Advanced Terrestrial DMB (AT-DMB) secures additional bandwidth by adopting hierarchical modulation transmission technology and provides high data rate and quality for mobile multimedia broadcasting services with scalable video coding(SVC). This paper proposes scalable video coding technology for AT-DMB which enables high quality mobile multimedia broadcasting services that exceeds current DMB service's quality and contents capability.

**Keywords**: DAB, T-DMB, Scalable Video Coding, Hierarchical Modulation

## I. 서 론

디지털 방송기술의 실현 이후 방송과 통신의 융합으로 인해 전 세계적으로 언제 어디서나 고화질 디지털 TV 서비스와 고품질 오디오 및 영상을 포함한 부가 데이터 서비스가 가능한 차세대 디지털 멀티미디어 전송방식 개발을 다양하게 시도하고 있다. 또한 방송매체의 다양화와 프로그램의 확대 및 이용자 취향에 따라 디지털 방송서비스의 사회적-기술적 변화가 급속히 이루어지고 있으며, 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(DMB: Digital Multimedia Broadcasting) 기술의 개발이 전 세계적으로 급격히 이루어지고 있다. 디지털 멀티미디어 방송(DMB: Digital Multimedia Broadcasting)은 음성방송의 디지털화가 됨에 따라 종전의 AM과 FM 라디오 형태를 넘어 고품질 CD 수준의 음질, 다양한 데이터 서비스, 양방향성, 우수한 이동수신 품질 등을 제공하는 차세대 디지털방송 서비스이며, 더욱이 기존의 '듣는 방송'의 개념을 '보고 듣는 방송'으로 라디오 방송 개념을 확장 시켰으며, 음악방송 외에도 뉴스, 교통정보, 기상정보, 지리위치정보,

* 정회원, 한국전자통신연구원 전파방송연구단
(Radio & Broadcasting Research Division, ETRI)
** 정회원, 세종대학교 정보통신공학과
(Dept. of Information & Communications Engineering, Sejong University.)
접수일자: 2006년12월10일, 수정완료일: 2007년1월15일

동영상 정보 등 다양한 멀티미디어 정보를 문자와 그래픽으로 전송할 수 있다. 국내의 디지털 라디오 방송(DAB)은 초기의 음성 및 데이터 서비스에서 동영상 멀티미디어 서비스까지 개념이 확대되어 2003년 초에 명칭도 '디지털오디오방송(DAB)'에서 '디지털멀티미디어 방송(DMB)'으로 변경한 바 있으며, 지상파 DMB의 경우 국내 기술기준 및 표준화 작업을 통하여 2005년 사업자 선정을 거쳐 2006년부터 시범서비스를 제공하고 있다. 본격적으로 위성 및 지상파 DMB의 상용서비스가 개시되는 디지털 방송시대에는 지상파 이동 멀티미디어 방송에 대한 사용자의 요구수준이 매년 증가하여, 현 시스템에 대한 추가적인 요구사항이 발생될 수 있으며, 이에 따라 국제적인 신기술 표준화도 진행될 것이다. 하지만 현재의 지상파 DMB 서비스 에서는 아래 표 1[1]과 같이 최대 CIF(352x288)급 화질의 비디오를 전송할 수 있도록 설계되어 있는 반면, 향후 출시될 이동단말은 고해상도를 지원하는 추세이므로 디스플레이에 보다 나은 화질의 표현이 요구될 것으로 전망된다.

따라서 기존 지상파 DMB와의 호환성을 유지하며 보다 나은 화질의 디지털 방송서비스와 광대역 네트워크의 보편화에 따른 사용자들의 요구에 부응하는 고품질의 이동 멀티미디어 서비스 기술의 개발이 필요하다. 또한 빠른 기술진보를 바탕으로 기존 지상파 DMB가 제공할 수 있는 품질 및 기능을 크게 뛰어 넘는 대용량, 고품질의 실질적인 통방융합형의 이동멀티미디어 서비스를 다양한 단말을 통하여 서비스 할 수 있는 기술에 대한 연구 및 개발로 지속적인 지상파 DMB 기술의 경쟁력을 유지할 수 있어야 한다. 이러한 필요성에 의하여 향후 새롭게 진화되는 지상파 DMB 전송고도화 망에서는 기존 지상파 DMB와의 하향호환성을 유지함과 동시에 고전송효율/고품질의 서비스를 제공할 수 있어야 하며, 본 논문에서는 기존 지상파 DMB와 하향호환성을 유지하면서 지상파 DMB 전송고도화 망에서 고품질의 DMB 서비스를 위한 스케일러블 비디오 부호화

표 1. 지상파 DMB 지원해상도
Table 1. Spatial Resolution in T-DMB.

| Format | PicWidthInMbs | FrameHeightInMbs | PicSizeInMbs |
|---|---|---|---|
| QCIF | 11 | 9 | 99 |
| QVGA | 20 | 15 | 300 |
| WDF | 24 | 14 | 336 |
| CIF | 22 | 18 | 396 |

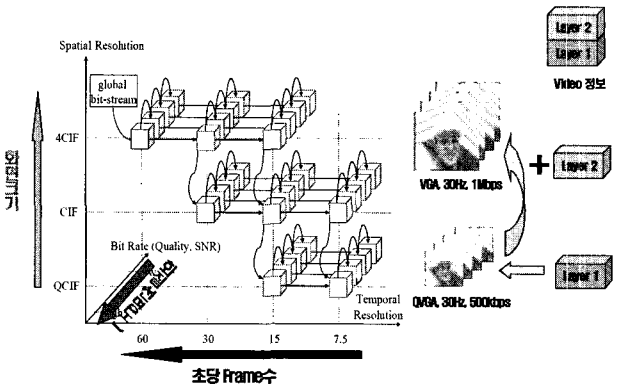



그림 1. 스케일러블 비디오 부호화 개념도
Fig. 1. Scalable Video Coding Structure.

기법을 적용하는 방법을 고안한다. 스케일러블 비디오(SVC: Scalable Video Coding)는 통방융합 환경에서의 다양한 시변의 망 특성 및 이종 단말 성능에 효과적으로 대응하기 위하여 다양한 계층(layer)의 스케일러빌러티(scalability)를 내재하고 있는 비디오 부호화 포맷(format)이다. 2003년 3월 ISO/IEC MPEG-21에서 표준화를 시작하여, 2005년 1월 홍콩 회의에서부터 ITU-T VCEG과 함께 JVT(Joint Video Team)에서 MPEG-4 Part 10 AVC(H.264) Amd. 3로 표준화가 진행 중이다. 그림 1과 같이 SVC는 여러 개의 비디오 계층을 하나의 비트열로 부호화하며, 각 층은 각각의 비트율, 프레임율, 영상 크기 및 화질을 가지고 있다. 즉 비디오를 공간적/시간적/화질적 차원의 임의 값을 가지는 비트열로 부호화하며, 그 세 가지 차원의 조합에 따라 폭넓은 스케일러빌러티를 제공할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 지상파 DMB 고도화 망에서 고품질 비디오 서비스를 제공하기 위한 스케일러블 비디오 적용 방법을 제안하며, 구체적으로 송신단 스케일러블 비디오 비트스트림 분할(Splitter) 및 수신단 스케일러블 비디오 비트스트림 재구성(Compositor) 방법을 제안한다.

## Ⅱ. 지상파 DMB 고도화망 전송 기법과 스케일러블 비디오 적용 방법

### 1. 계층변조 기술

계층변조 기법을 적용함으로써 지상파 DMB 시스템의 데이터 전송속도를 향상할 수 있다. 그림 2는 계층변조기법을 적용한 각 부반송파 신호의 성상도 예를 기존 지상파 DMB 시스템에서의 각 부반송파 신호의 성상도와 함께 보인 것이다. 그림 2-(a)의 $\pi/4$-DQPSK 변조된 기존 지상파 DMB 신호의 성상도에서 X로 표

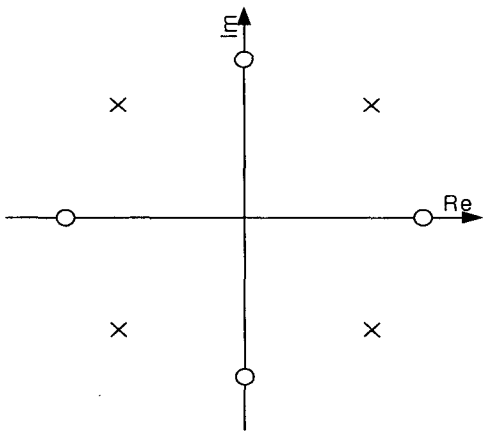



그림 2-(a) $\pi$/4-DQPSK 변조된 부반송파 성상도
Fig. 2-(a) Constellation of π/4-DQPSK modulated subcarriers.

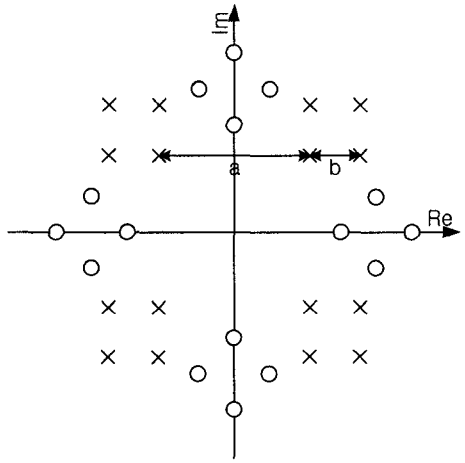



그림 2-(b) 계층변조에 의해 변조된 부반송파 성상도
Fig. 2-(b) Constellation of hierarchically modulated subcarriers

시한 성상점들은 전송프레임의 제일 첫 번째 OFDM 심벌에 해당하는 PRS(Phase Reference Symbol)로부터 홀수번째 OFDM 심벌의 부반송파 신호의 경우에 해당하며, O로 표시한 성상점들은 짝수번째 OFDM 심벌의 부반송파 신호의 경우에 해당한다. 이 신호에 계층변조 기법을 적용하게 되면, 각 기존 성상점이 복수개의 성상점군으로 확장되어 그림 2-(b)와 같은 형태를 가지게 된다. 이때, 확장된 성상점군의 형태는 계층변조 기법 적용방법에 따라서 그림 2-(b)와 다른 변형된 형태가 될 수도 있다. 계층변조 성상도 를 결정짓는 파라미터는 그림 2-(b)의 예에서 a와 b의 비율인 $\alpha = a/b$ 로 정의될 수 있다. 기존의 지상파 DMB 수신기의 경우 계층변조를 고려하지 않고 설계가 되어 있으므로 계층변조가 적용된 신호를 수신하게 되면 기존 지상파 DMB 신호에 작은 전력의 간섭 신호가 함께 더해져서 수신되는 것으로 인식하게 된다. 즉, 계층변조가 적용될 경우에는 기존 지상파 DMB 단말기의 수신 성능은 어느 정도 열화 될 수밖에 없으며, $\alpha$의 값이 클수록 그 열화 정도는 감소한다. 반면, $\alpha$의 값이 작을수록 계층변조를 통하여 추가 전송되는 신호의 상대적인 전력이 감소하므로 계층변조를 고려하여 설계된 새로운 지상파 DMB 단말의 경우에는 추가 전송되는 신호에 대한 수신 성능이 열화 된다. 계층변조 방식의 설계에서의 이러한 trade-off를 고려하여 기존 단말의 수신 성능 열화가 허용 가능한 범위 내에서 새로운 단말의 수신 성능을 최대화 하는 값으로 설계되어야 한다. 한편, 기존의 $\pi$/4-DQPSK 변조 신호에 대한 수신과는 달리, 계층변조가 적용된 그림 2-(b)와 같은 경우에는 추가 전송 신호를 제대로 복조하기 위해서는 동위상 복조(coherent demodulation)를 사용하여야 한다. 즉, 채널 추정을 통하여 기본전송 신호 값을 추정하여 수신 신호로부터 뺀 뒤 추가전송 신호를 복조한다. 기존 지상파 DMB 시스템은 수신기에서 차동 복조(differential demodulation)를 사용하도록 설계되어서 PRS 외에는 파일럿 신호가 존재하지 않으므로, 최대 96 ms에 달하는 전송 프레임 구간 동안의 채널 변화를 추적, 보상하기 위해서는 파일럿 부반송파를 주기적 또는 비주기적으로 전송 프레임 내에 삽입하여 전송해야 한다. 특히, 추가전송 신호는 기본전송 신호에 비해 상대적으로 전력이 낮아서 채널 추정 오차에 대해 더욱 민감하여 작은 오차에 대해서도 성능이 크게 열화 될 수 있다. 따라서 계층변조 신호의 수신에 있어서 채널 추정 및 등화부의 설계는 높은 정밀도가 요구된다. 계층변조를 고려하여 설계되는 새로운 수신기는 주파수 동기에 있어서도 기존 지상파 DMB 수신기에 비하여 더욱 정밀한 오차 범위 내에서 동작하여야 한다. 주파수 오차가 있을 경우, 상대적으로 큰 전력을 가지는 기본전송 신호가 겪는 부반송파간 간섭(inter-subcarrer interference)은 기존 지상파 DMB 단말의 경우와 크게 차이 나지 않지만, 상대적으로 작은 전력을 가지는 추가전송 신호의 경우에는 그 간섭의 영향이 크기 때문이다. 그러므로 계층변조를 위해 설계되는 새로운 단말의 설계에 채택되는 반송파 주파수 동기회로는 기존 지상파 DMB 단말보다 더욱 안정되고 정밀한 성능을 가지도록 설계되어야 할 것이다. 지상파 DMB 고도화 망에서는 계층변조 기법을 적용한 추가전송 신호로 인해 기존 지상파 DMB 대비 약 2배의 전송 대역폭을 확보할 수 있다. 기존 지상파 DMB 서비스는

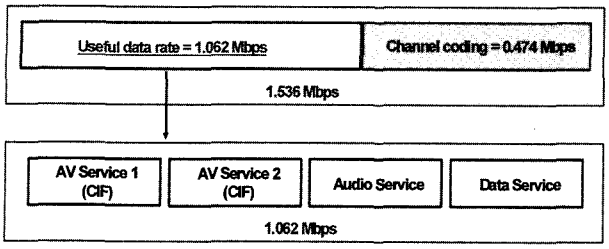



그림 3. 지상파 DMB 서비스 구성도
Fig. 3. T-DMB Service Structure.

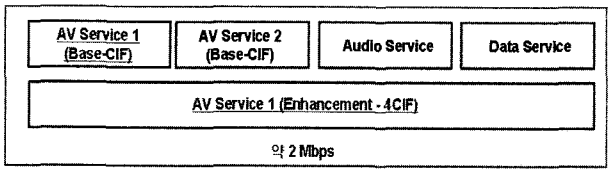



그림 4. 지상파 DMB 고도화 망에서의 서비스 구성도
Fig. 4. Advanced T-DMB Service Structure.

한 채널당 1.536MHz의 전송대역폭을 가지는데 외부호화를 제외한 순수 오디오, 비디오, 데이터 전송에 할당되는 가용 채널용량(Useful data rate)은 약 1.062Mbps 이므로 한 사업자는 그림 3과 같이 보통 2개의 CIF급 비디오 및 하나의 오디오, 데이터 서비스를 할 수 있다. 반면에 지상파 DMB 고도화 망에서는 가용 채널용량이 기존보다 2배 증가함에 따라 스케일러블 비디오 부호화를 사용하여 그림 4와 같이 SD급(720x480)의 고품질 비디오 서비스를 할 수 있다. 그림 4는 계층변조 방식으로 인해 기존 지상파 DMB보다 약 2배 늘어난 가용 채널용량을 가질 수 있으며, 이때 기존 지상파 DMB 서비스는 기본전송 신호인 HP(High Priority Channel)을 통해 전송하고, 고품질 비디오는 추가전송 신호인 LP(Low Priority Channel)을 통해 전송함으로써 고품질의 서비스가 가능하다. 즉 기존 비디오 부호화 기법인 H.264 대신 스케일러블 부호화(SVC) 기법을 사용하여 하나의 AV 프로그램에 대해 기본계층(Base layer)에 해당하는 CIF급 신호를 HP에 할당하고, 향상계층(Enhancement layer)에 해당하는 SD급 신호를 LP에 할당하여, 기존 지상파 DMB 단말기는 HP채널을 통해 CIF급 서비스를 제공받음과 동시에 지상파 DMB 고도화망 전용단말기는 LP채널을 통해 SD급의 비디오 서비스를 추가로 제공받을 수 있다. 또한 사업자의 선택에 따라 추가전송 신호인 LP에 기존 지상파 DMB 서비스와 동일한 규격으로 멀티미디어 서비스 할 수 있으며 이 경우 고품질의 고해상도 비디오 서비스는 지원할 수 없다. 결론적으로 지상파 DMB 고도화 망에서는 계층변조 기법을 사용한 추가전송 신호로 인해 기존 지상파 DMB 보다 높은 전송대역폭을 확보하여, 고품질의 고해상도 비디오 서비스를 할 수 있다.

## 2. 스케일러블 비디오 부호화 기술

스케일러블 비디오 부호화(SVC) 방식은 비디오 시퀀스를 여러 개의 계층, 즉 기본 계층(Base layer)과 향상계층(Enhancement layer)들을 함께 압축한다. 기본 계층이란 독립적으로 복호 가능한 비트스트림인데 기존 지상파 DMB에서 사용하는 H.264와 같은 Non-scalable 비디오 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. 따라서 SVC는 여러 개의 비디오 계층을 하나의 비트스트림으로 부호화 가능하며, 각 층은 그림 1과 같이 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 하향호환성 및 서비스 품질의 유지를 위해 기본계층은 표 1과 같이 최대 CIF급 해상도에 30Hz를 지원할 수 있어야 하며, 기존 지상파 DMB에서 채택한 H.264 Base-line Profile 규격(ITU-T Rec.H.264 | ISO/IEC 14496-10 Annex A.2.1)에 맞게 부호화 되어야 한다. 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.

본 논문에서는 그림 5와 같이 지상파 DMB 고도화 망에서 스케일러블 비디오 생성을 위해 JSVM(Joint

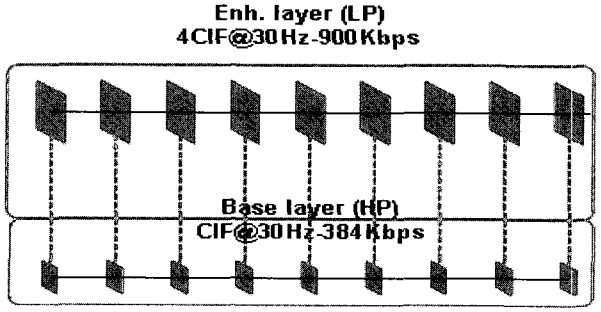



그림 5. 지상파 DMB 고도화 망에서의 SVC 부호화
Fig. 5. SVC Encoding in Advanced T-DMB.

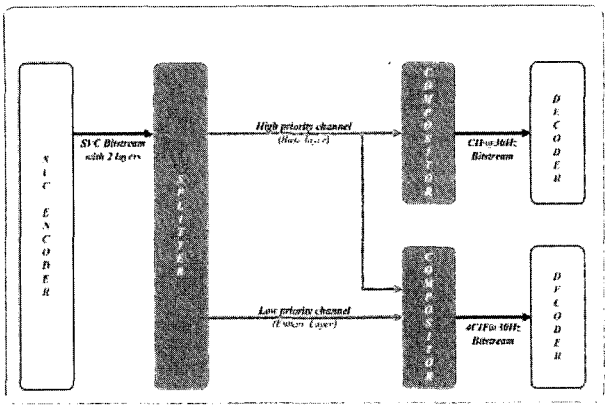


그림 6. 지상파 DMB 고도화 망에서의 SVC 적용도
Fig. 6. SVC application in Advanced T-DMB.

Scalable Video Model) 5.2 기반에서 기본 계층은 CIF급에 30Hz, 384Kbps의 목표 비트량(Target bit-rate)으로 부호화하며, 향상계층은 4CIF(704x576)급에 30Hz, 900Kbps로 부호화 하였다. 또한 각 계층에 맞는 목표 비트량을 맞추기 위해 H.264에서 사용한 Rate-Control 기법을 적용하였다. 세 번째로 고려될 점은, 그림 6과 같이 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

2개의 계층을 가지는 비트스트림의 구조는 그림 7에서 나타낸 것과 같이(1), (2)의 순서로 나열되어 있다. 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 2[2]와 같이 정의한다.

(2) dependency_id[3]: 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 기본 계층은 dependency_id=0, 향상계층은 dependency_id=1로 나타내어진다. 또한 그림 7에서 Lid는 계층 간 구별을 위한 dependency_id를 나타낸다.

Splitter를 이용하여 스케일러블 비트스트림을 분할하는 과정은 그림 8에 도시된다. 입력 비트스트림에 대한

표 2. nal_unit_type 정의
Table 2. Definitions of nal_unit_type.

| nal_unit_type | Content of NAL unit |
|---|---|
| 1 | Coded slice of a 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 picture in scalable extension |

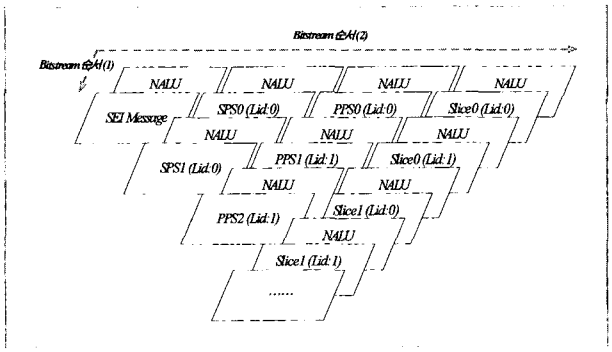



그림 7. SVC 부호화된 비트스트림 순서
Fig. 7. The order of SVC bit-stream.

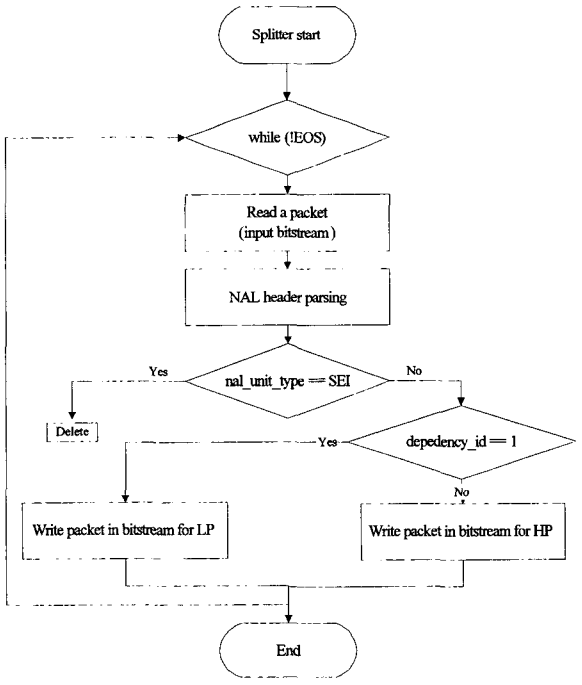



그림 8. Splitter 알고리즘
Fig. 8. Splitter Algorithm.

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. 예외적으로 SEI(Supplemental Enhancement Information) 메시지인 경우, 실제 복호화 과정에 필요한 것이 아니라 SVC 에서 지원하는 Extractor에서 비트스트림을 추출 할 때 사용되므로 Splitter 분할 시 SEI 메시지는 전송하지 않는다. 참고로 향상계층을 위한 PPS(Picture Parameter Set)는 single-loop 복호화[4] 시 Intra_BL MB mode를 Key-picture 및 non Key-picture에 따로 적용하기 위해 2개가 생성된다. 최종적으로 Splitter 알고리즘을 통해 스케일러블 비디오의 기본 계층과 향상 계층에 해당하는 2개의 비트스트림을 얻을 수 있으며 각각 HP 및 LP 채널을 통해 전송하게 된다.

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 9와 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 9의 첫 번째 조건문을 사용하여 NAL header의 nal_unit_type을 보고 SPS와 PPS와 같은 파라미터 NAL들을 구하여 그림 7과 같은 순서로 비트스트림을 재구성한다. 단 향상계층의 경우, PPS가 2개를 사용하므로 두 번째 PPS를 구하기 위해 그림 9의 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 5와 같은 I/P slice만

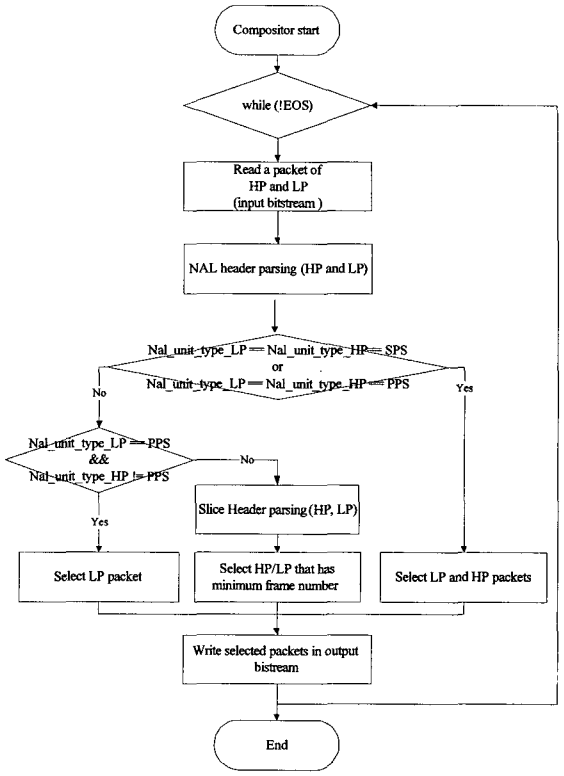



그림 9. Compositor 알고리즘
Fig. 9. Compositor Algorithm.

사용하여 스케일러블 비디오 부호화 하였으므로 frame_num이 실제 비트스트림의 Display time에 해당하는 POC(Picture Order Count)를 나타낸다. 따라서 HP 및 LP에서 얻은 Slice NAL Units들의 작은 frame_num을 가지는 NAL unit부터 그림 7과 같은 순서로 비트스트림을 재구성하게 된다.

## III. 실 험

지상파 DMB 고도화 망에서 고품질의 비디오 서비스를 위해 JSVM 5.2 기반의 스케일러블 비디오 생성 후 Splitter 알고리즘을 통해 HP 및 LP 채널에 적응적인 비트스트림을 분할하였다. 또한 Compositor를 통해 분할된 2개의 비트스트림을 재구성 후 정상적인 복호화가 동작함을 확인할 수 있었다. 사용된 콘텐츠는 MBC "뮤직캠프"이며, 총 1800프레임에 대해 실험하였다. 현재 계층변조 방식에 따른 송수신 구현이 진행 중으로 인해, 실제 지상파 DMB 고도화 망에서의 송수신 검증을 할 수 없었으며 검증용 송수신 플랫폼을 독립적으로 구현하였다. 구현된 검증용 송수신 플랫폼 환경에서 Splitter를 통해 분할된 2개의 비트스트림의 정상적인 송수신을 확인하였으며, 현재 JSVM 5.2 복호화기가

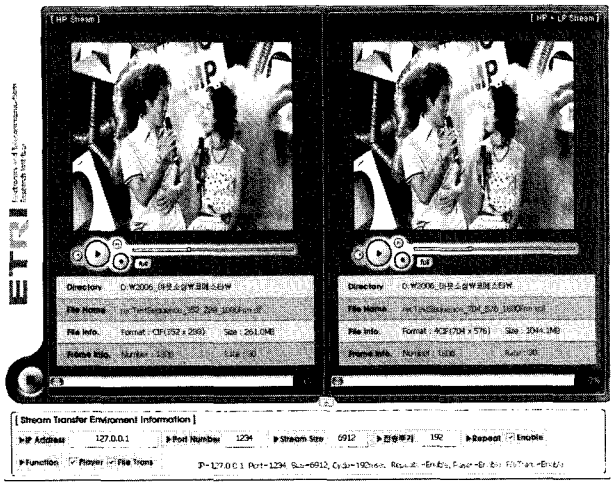



그림 10. 지상파 DMB 고도화망 기능검증뷰어
Fig. 10. Viewer in Advanced T-DMB.

그림 11-(a). CIF급 비디오의 전체 화면 화질
Fig. 11-(a). Quality of CIF in full size.

그림 11-(b). 4CIF급 비디오의 전체 화면 화질
Fig. 11-(b). Quality of 4CIF in full size.

4CIF@30Hz에 대해 실시간 복호를 지원하지 못하므로, 수신된 2개의 비트스트림을 실시간 Compositor를 통해 복호 가능한 하나의 스케일러블 비트스트림으로 재구성한 후 오프라인 상에서 복호하였다. 아래 그림은 검증용 지상파 DMB 고도화망에서의 고품질 비디오 서비스에 대한 기능검증 Viewer 이다. 아래 그림 10의 좌측은 기존 지상파 DMB에서 수신 받을 수 있는 기본 전송채널(HP)을 통해 서비스되는 CIF급 비디오이며 평균 PSNR은 약 31.5db이다. 오른쪽은 지상파 DMB 고도화 전용단말에서 기본 전송채널(HP) 및 추가 전송채널(LP)을 통해 서비스되는 4CIF급 비디오이며 PSNR은 약 33.2 db이다. 그림 10에서 우측의 4CIF급 비디오의 경우 하나의 Viewer상에서 보여주기 위해 CIF 급으로 줄여서 재생하고 있지만 각각을 전체 화면으로 확대할 경우, HP 채널을 통해 전송된 화면과 HP 및 LP 채널을 통해 전송된 화면간의 화질차를 그림 11의 (a), (b)에서 확인할 수 있다. 따라서 지상파 DMB 전송고도화망에서는 SD급의 고해상도/고품질 비디오 서비스가 가능하다. 마지막으로 지상파 DMB 고도화 망에서의 고품질 비디오 서비스가 가질 수 있는 경쟁력을 확인하기 위해 동일한 SD급의 화면해상도에서 비디오 품질 비교를 하였다. 아래의 1은 일반적으로 지상파 방송에서 SD급 방송서비스에 사용되는 MPEG-2 부호화 방식을 사용하였으며, 실제 방송과 유사하게 초당 6Mbps로 부호화 하였다. 2는 기존 지상파 DMB에 사용되는 비디오 부호화 규격인 H.264로 초당 384Kbps로 부호화 하였으며, SD급 화면해상도에서 화질비교를 위하여 6-tap filter를 사용하여 Up-sampling 하였다. 3과 4는 지상파 DMB 고도화 망에서 적용되는 SVC를 사용하여 기본계층은 QVGA, 향상 계층은 VGA로 계층을 구성한 후, 약 1.3Mbps 및 2Mbps로 부호화하여 화질 테스트를 하였다. 3과 같이 약 1.3Mbps로 부호화 한 경우, 그림 4와 같이 지상파 DMB 고도화 망에서 기존 DMB 서비스와 같이 2개의 AV 프로그램을 전송할 수 있지만 2Mbps로 부호화 한 경우에 비해 화질의 열화가 있다. 마찬가지로 2Mbps로 부호화 한 경우, 화질은 좋지만 단지 하나의 AV 프로그램만 전송할 수 있는 단점을 가진다.

1. MPEG-2: VGA(640x480)@30Hz
2. T-DMB: QVGA(320x240)@30Hz
3. SVC for AT-DMB
   - QVGA@30Hz[384Kbps] + VGA@30Hz[900Kbps]
4. SVC
   - QVGA@30Hz[384Kbps] + VGA@30Hz[1416Kbps]

아래 그림 12는 City, Crew 영상에 대해 위 4가지 모드로 부호화 후 화질 비교를 한 그래프이다. 그림 12를 통해 몇 가지 사실을 확인할 수 있는데, 첫 번째는 일반적

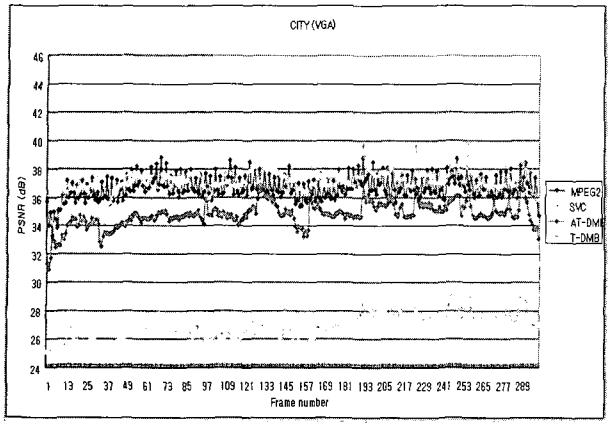



그림 12-(a). CITY PSNR
Fig. 12-(a). CITY PSNR.

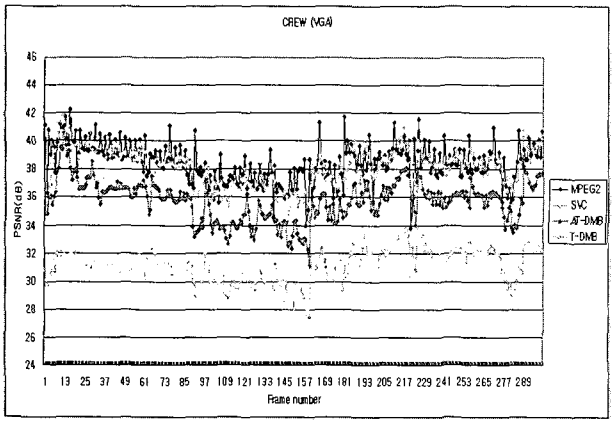



그림 12-(b). CREW PSNR
Fig. 12-(b). CREW PSNR.

인 SD급 방송을 위해 6Mbps로 부호화 된 MPEG-2 방식과 SVC로 인코딩 된 방식간의 화질차가 크지 않다는 것이다. 다시 말하면, 6Mbps의 전송대역폭을 요구하는 SD급 품질의 방송서비스를 지상파 DMB 고도화 망을 통해 2Mbps 이하의 전송대역폭에서 서비스가 가능하게 된다. 두 번째는 기존 지상파 DMB에서 수신한 방송콘텐츠를 보간 후 확대하게 되면, SD급에서 SVC로 부호화된 방송콘텐츠에 비해 품질의 열화가 두드러진다는 것이다. 즉 기존 지상파 DMB 전송망에서 고해상도 서비스를 위한 보간 방법은 고품질의 비디오 서비스가 힘들다. 따라서 SVC는 지상파 DMB 전송 고도화 망에서 SD급의 고품질 비디오 서비스가 가능할 수 있으며, 동시에 기존 지상파 DMB와의 호환성을 유지할 수 있는 훌륭한 부호화 기법이 될 수 있다.

## Ⅳ. 결 론

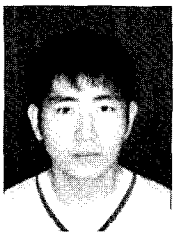
지상파 DMB 전송 고도화 망에서는 계층변조 기법을 적용하여 기존 지상파 DMB 서비스에 비해 채널 용량이 커졌으며, 이로 인해 더욱 다양한 콘텐츠를 향상된 품질로 즐길 수 있게 될 뿐만 아니라 스케일러블 비디오(SVC)를 활용하여 비디오의 품질을 향상시킴으로써 고해상도에서 고품질의 멀티미디어 서비스를 즐길 수 있다. 또한 지상파 DMB 전송 고도화 기술은 1세대 지상파 DMB 기술에 이어 장래에도 지상파 DMB 기술의 국제 경쟁력을 유지할 수 있으며, 향후 지상파 DMB 송수신 체계를 중심으로 유비쿼터스 환경의 수용이 가능한 방송/통신 융합 환경에서의 이동 멀티미디어 방송 프레임웍을 위한 기반 기술로 활용될 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

[1] 초단파 디지털라디오방송(지상파 DMB) 비디오 송수신 정합표준, 2004.
[2] ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 Information technology-Coding of audio-visual objects-part 10: Advanced video coding, 2003.
[3] ITU-T document, "Joint Draft 7 of SVC Amendment", Joint Video Team JVT-T201, JVT 20th meeting, Klagenfurt, Austria, July, 2006.
[4] ITU-T document, "Joint Scalable Video Model JSVM-7", Joint Video Team JVT-T202, JVT 20th meeting, Klagenfurt, Austria, July, 2006.

저 자 소 개

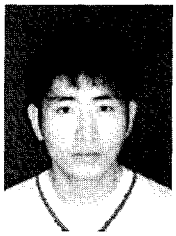
전 동 산(정회원)
2002년 부산대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
2004년 KAIST 전기및전자공학과 졸업 (공학석사)
2004년~현재 한국전자통신연구원 전파방송연구단 방송미디어연구그룹 연구원
<주관심분야 : 영상통신, 비디오 신호처리, 디지털방송시스템>



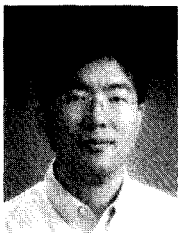
곽 상 민(정회원)
2005년 세종대학교 정보통신공학과 졸업 (공학사)
2005년~현재 세종대학교 정보통신공학과 석사과정
<주관심분야 : 비디오 신호처리 및 압축, 트랜스코딩, 스케일러블 비디오 부호화>

## 저 자 소 개

**전 동 산**(정회원)
1993년 연세대학교 전자공학과 학사 졸업.
1995년 포항공대 전자전기공학과 석사 졸업.
2004년 현재 연세대학교 전기전자공학과 박사 과정.
<주관심분야: 통신신호처리, MIMO 시스템>

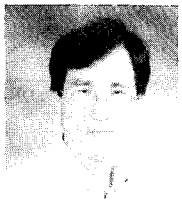


**곽 상 민**(정회원)
2005년 세종대학교 정보통신공학과 졸업 (공학사)
2005년~현재 세종대학교 정보통신공학과 석사과정
<주관심분야 : 비디오 신호처리 및 압축, 트랜스코딩, 스케일러블 비디오 부호화>

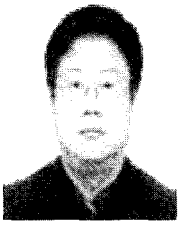


**임 형 수**(정회원)
1992년 포항공과대학교 전자전기공학과 졸업 (공학사)
1994년 포항공과대학교 전자전기공학과 졸업 (공학석사)
1999년 포항공과대학교 전자전기공학과 졸업 (공학박사)
1999년~2000년 한국전자통신연구원 전파방송연구단 선임연구원
2000년~2001년 DXO텔레콤 선임연구원/과장
2002년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
<주관심분야 : 디지털방송시스템, 무선통신, 신호처리>

**최 해 철**(정회원)
1993년 연세대학교 전자공학과 학사 졸업.
1995년 포항공대 전자전기공학과 석사 졸업.
2004년 현재 연세대학교 전기전자공학과 박사 과정.
<주관심분야: 통신신호처리, MIMO 시스템>



**김 재 곤**(정회원)
1990년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
1992년 KAIST 전기및전자공학과 졸업 (공학석사)
2005년 KAIST 전기및전자공학과 졸업 (공학박사)
2001년~2002년 뉴욕 콜롬비아대학교 연구원
1992년~현재 한국전자통신연구원 방송미디어 연구그룹 방통융합미디어연구팀장 (선임연구원)
<주관심분야 : 스케일러블 비디오 부호화, 멀티미디어통신, 비디오 신호처리, 디지털 방송>



**임 종 수**(정회원)
1988년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
1990년 경북대학교 정보통신공학과 졸업 (공학석사)
1990년~1995년 SK 텔레콤(주) 중앙연구소 근무
1995년~1999년 한국통신기술(주) 근무
1999년~현재 한국전자통신연구원 방송시스템 연구그룹 지상파전송기술연구팀장 (선임연구원)
<주관심분야 : 지상파 이동방송 전송기술, 디지털 방송시스템, 영상통신>

**홍 진 우**(정회원)
1982년 광운대학교 응용전자공학과 졸업 (공학사)
1984년 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)
1993년 광운대학교 대학원 전자계산기공학과 졸업 (공학박사)
1998년~1999년 독일 프라운호퍼연구소 (파견연구원)
1984년~현재 한국전자통신연구원 방송미디어연구그룹장 (책임연구원)
2000년~현재 한국방송공학회 이사, 한국해양정보통신학회 이사, 한국음향학회 편집위원
<주관심분야 : 통방융합 프레임워크 기술, 디지털방송 기술, 미디어 처리 기술, 디지털 콘텐츠 보호관리 기술