

대역폭 할당 방식에 따른 T-DMB와 AT-DMB간의 스케일러블 부호화 성능 분석

최성진* · 김진수* · 김재곤** · 최해철*** · 유정주***
*한밭대학교 · *항공대학교 · ***한국전자통신연구원

Performance Analysis of Scalable Video Coding between T-DMB and Advanced T-DMB on Bandwidth Allocation Method

Sung-jin Choi* · Jin-soo Kim* · Jae-gon Kim** · Hae-chul Choi*** · Jeongjoo Yoo***
*Hanbat National University · **Korea Aerospace University · ***ETRI
E-mail : stargenie@nate.com

요 약

현재 국내에서는 지상파-DMB(T-DMB)가 거의 모든 대도시를 중심으로 서비스가 되고 있으나, 한정된 대역폭으로 인하여 최대 CIF급 화면 해상도까지 서비스가 가능하다. 고품질의 이동 멀티미디어 서비스에 대한 사용자의 요구가 증대되고, 계층 변조 전송 기법을 통하여 추가적인 전송 대역폭을 확보할 수 있게 됨에 따라, 고품질-DMB(Advanced Terrestrial-DMB) 서비스를 SVC(Scalable Video Coding) 기법으로 제공하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 모의실험을 통하여, 기존의 T-DMB 비디오 서비스를 그대로 수용하면서 AT-DMB 비디오 서비스를 제공하기 위한 대역할당 크기에 따른 품질 특성을 조사 분석한다. 또한, T-DMB와 AT-DMB간의 동적인 대역 할당 방식에 따른 각 계층 간 성능 변화를 영상 시퀀스별로 조사 분석한다.

ABSTRACT

T-DMB (Terrestrial-DMB) service is now available in the metropolitan area, but due to the bandwidth limitation, it is allowed to provide up to CIF resolution. As users' requests for high-quality mobile multimedia services are rapidly increasing and additional bandwidth can be provided by adopting the hierarchical modulation transmission technology, the research on the Advanced Terrestrial-DMB(AT-DMB) service using the SVC(Scalable Video Coding) scheme is being actively studied. In this paper, through computer simulations, first, while keeping the current T-DMB service unchanged, the visual qualities of AT-DMB services are investigated by varying the additional bandwidth. Then, by considering the cases that the overall bandwidth can be allowed to dynamically allocate to the T-DMB/AT-DMB video services, the performance characteristics between two layers are compared over the different kinds of video sequences.

키워드

T-DMB, AT-DMB, SVC, Bandwidth Allocation

1. 서 론

현재 국내에서는 T-DMB가 거의 모든 대도시를 중심으로 서비스 되고 있으며, 단말기 보급이

급격히 늘어나고 있는 추세에 있다. 단말기 수요의 상승에 따라 더 나은 품질의 이동 멀티미디어 서비스에 대한 사용자의 요구가 증대됨에 따라 T-DMB와 호환성을 유지하면서 보다 나은 화질의 디지털 방송서비스와 고품질의 이동 멀티미디어 서비스에 대한 기술인 AT-DMB의 표준 개발에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT성장동력기술개발사업의 일환으로 수행하였음.

[2006-S-017-01, 지상파 DMB 전송 고도화 기술 개발]

그 중 T-DMB의 대역폭 한정에 따른 최대 CIF급 화질의 비디오 전송을 계층변조 기법을 적용함으로써 데이터 전송속도를 향상 시키며 스케일러블 비디오 부호화를 활용하여 비디오 품질을 향상 시키는 AT-DMB는 더욱 다양한 콘텐츠를 향상된 품질로 즐길 수 있게 될 뿐만 아니라 고해상도에서 고품질의 멀티미디어 서비스를 즐길 수 있게 되었다[1].

따라서 본 논문에서는 [1]에서 제안된 AT-DMB 방식을 기반으로 현재 제공되고 있는 T-DMB 비디오 서비스를 그대로 기저계층으로 제공하면서, 공간 확장성을 갖는 향상계층의 AT-DMB 비디오 서비스를 수용하기 위한 대역폭 할당에 따른 영상 품질 특성을 조사 분석하였다. 또한, T-DMB와 AT-DMB의 전체 대역폭을 고정시키고, 기저 계층과 향상 계층 간에 대역폭을 동적으로 조절 가능한 경우를 위해 대역폭 분배에 따른 성능 변화를 비교 분석하였다. 끝으로, 이질적인 영상 시퀀스 별로 할당 대역폭에 따른 성능 특성을 분석하였으며, 기저 계층 대비 향상 계층의 대역폭 설정 방식을 제시하였다.

II. SVC를 이용한 AT-DMB 기술

AT-DMB에서는 계층변조 기법을 적용한 추가 전송 신호로 인해 기존 T-DMB 대비 약 2배의 전송 대역폭을 확보할 수 있다. 기존 T-DMB는 한 채널당 1.536MHz의 전송대역폭을 가지는데 외부 호화를 제외한 순수 오디오, 비디오, 데이터 전송에 할당 되는 가용 채널용량(Useful data rate)은 약 1.062Mbps이므로 그림 1과 같이 보통 2개의 CIF급(352x288) 비디오 및 하나의 오디오, 데이터 서비스를 할 수 있다. 반면에 AT-DMB는 가용 채널용량이 기존보다 2배 증가함에 따라 SVC를 사용하여 그림 2와 같이 SD급(720x576)의 고품질 비디오 서비스를 할 수 있다. 그림 2는 계층변조 방식으로 인해 기존 T-DMB보다 약 2배 늘어난 가용 채널용량을 가질 수 있으며, 이때 기존 T-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[1].

스케일러블 비디오 부호화(SVC)는 공간/시간/화질 확장성 부호화 방식으로 비디오 시퀀스를 그림 3과 같이 여러 계층으로 나누어 압축하여 어떤 비트율에서도 복호화가 될 수 있는 하나의 비트스트림을 생성한다. 여러 계층은 하나의 BL(Base Layer)과 하나 이상의 EL(Enhancement Layer)로 구성되어 있다. BL이란 독립적으로 복호 가능한 비트스트림이며 EL은 BL의 비트스트림을 개선하기 위해서 사용되는 추가 비트스트림이다. EL은 BL을 참조하여 확장성을 갖는 영상을 복호화 할 수 있다[2].

AT-DMB에서는 복잡도가 큰 화질 확장성에 대해서는 고려하지 않고 고품질/고해상도의 비디오 서비스를 지원하는 공간적 확장성을 적용한다. 기존 T-DMB에서는 AVC, 즉 SVC의 기본 계층으로 부호화되며 AT-DMB는 이 기본 계층과 기본계층을 참조하여 부호화된 향상계층으로 구성된다. 즉 기존 비디오 부호화 기법인 H.264/AVC 대신 SVC를 사용하여 하나의 AV 프로그램에 대해 기저계층에 해당하는 CIF급 신호를 HP에 할당하고, 향상계층에 해당하는 SD급 신호를 LP에 할당하여, 기존 지상파 DMB 단말기는 HP채널을 통해 CIF급 서비스를 제공받음과 동시에 AT-DMB 전용단말기는 LP채널을 통해 SD급의 비디오 서비스를 추가로 제공받을 수 있다[1].

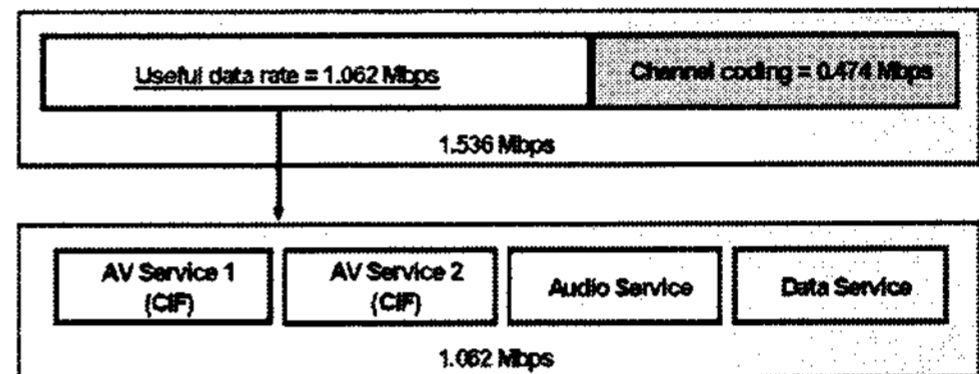


그림 1. T-DMB 서비스 구성도

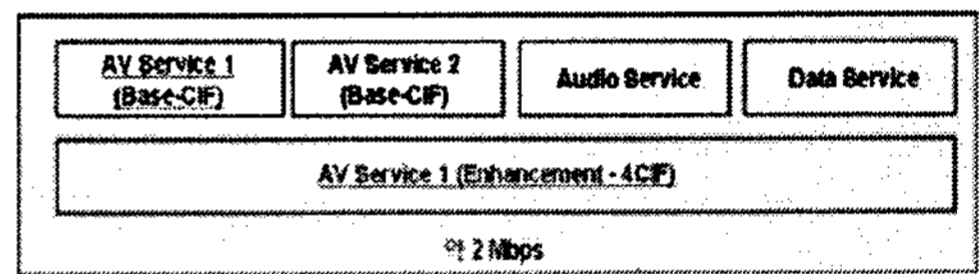


그림 2. AT-DMB 서비스 구성도

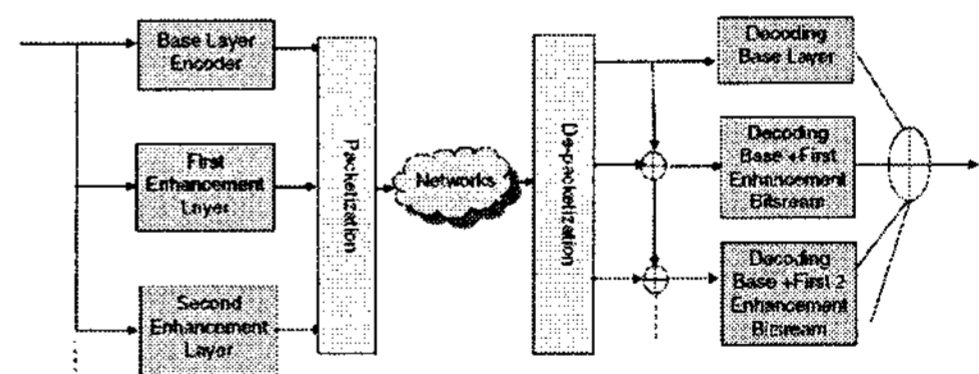


그림 3. SVC 구조

III. SVC를 이용한 대역폭 할당 모델

본 논문에서는 대역폭 할당에 따른 영상의 품질 특성 및 성능 변화를 비교 분석하기 위해서 두 가지 모델을 가정하였다. 그림 4는 기존 T-DMB 영상을 전송할 채널의 대역폭을 512Kbps로 고정시키고 AT-DMB의 위한 추가 신호를 전송할 채널의 대역폭을 가변시켜 단말기에 맞는 채널의 영상을 수신하는 모델이다. 이 모델은 T-DMB 비디오 서비스를 그대로 BL로 제공하면

서, 공간 확장성을 갖는 EL의 AT-DMB 비디오 서비스를 수용하기 위한 대역폭 할당에 따른 영상 품질 특성을 조사 분석하는 실험에 사용되었다. 그림 5는 그림 4처럼 각 서비스에 따라 전송하는 채널이 다른 것이 아니라 하나의 채널로 전송하여 수신 단말기의 종류에 따라 다른 품질의 영상을 수신할 수 있는 모델이다. 계층변조 전송 방식을 적용하였을 때 약 2Mbps의 대역폭을 확보할 수 있다[1]. 본 논문의 실험에서는 오디오 및 데이터의 전송은 배제하고 비디오에 대한 전송만 수행 하였으므로 전체 대역폭을 약 1.5Mbps로 고정시켰다. 이 모델은 T-DMB와 AT-DMB의 전체 대역폭을 고정시키고, BL과 EL 간의 대역폭을 동적으로 조절 하여 대역폭 분배에 따른 성능 변화를 비교 분석하는 실험에 사용되었다.

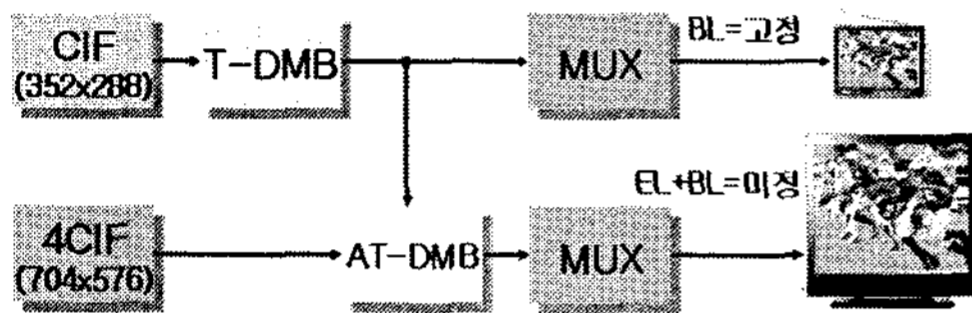


그림 4. 실험모델 1

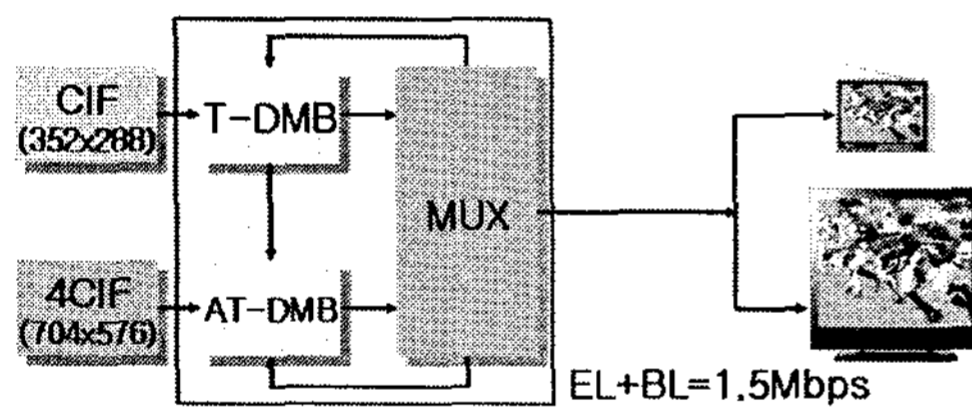


그림 5. 실험모델 2

IV. 모의실험

본 모의실험은 3장에서 가정한 대역 할당 모델 별로 실험 1과 실험 2로 구성되었다. 2가지의 모의실험에 SVC 코덱은 JVT 공식 Reference Software 인 Joint Scalable Video Model(JSVM) 9.1을 사용하였다[3]. 테스트 시퀀스 영상은 표 1과 같다. 화질을 비교하기 위해서 객관적 화질 척도인 PSNR을 사용하였고 JSVM에서 제공하는 PSNR 계산 툴(PSNRStatic.exe)로 측정하였다.

표 1. 실험영상의 정보

시퀀스	해상도	프레임수
Crew	CIF(352x288), 30Hz	300
	4CIF(704x576), 30Hz	
Soccer	CIF(352x288), 30Hz	
	4CIF(704x576), 30Hz	

4.1 실험 1

실험 1은 가정한 대역 할당 모델 중 실험모델 1에 근거하여 수행되었다. BL의 양자화 파라미터를 가변시켜 512Kbps에 가장 가까운 bit-rate 값을 찾아 낸 후 EL의 양자화 파라미터를 가변시켜 고정된 EL의 PSNR값과 가변된 EL의 PSNR값의 차이를 비교하였다.

그림 6의 (a)와 (b)에서 EL의 bit-rate가 적을수록 고정된 BL보다 화소 단위의 PSNR값이 감소하는 것을 확인하였다. 또한 Crew 영상에 비해 영상의 물체 움직임이 많은 Soccer 영상의 경우 PSNR값이 떨어지고, EL의 bit-rate가 증가함에 따라 PSNR값의 상승폭이 낮았다. 따라서 AT-DMB 서비스의 품질 성능이 T-DMB 서비스보다 화소 단위의 객관적 화질 측정을 했을 때 우수하지 못하다는 점을 알 수 있다.

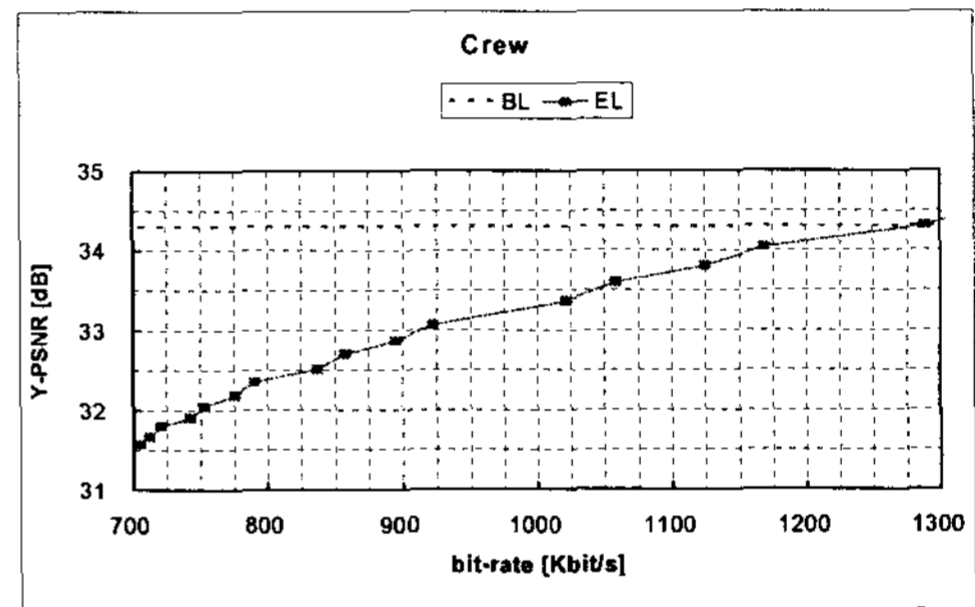


그림 6-(a). 실험 1의 Crew PSNR

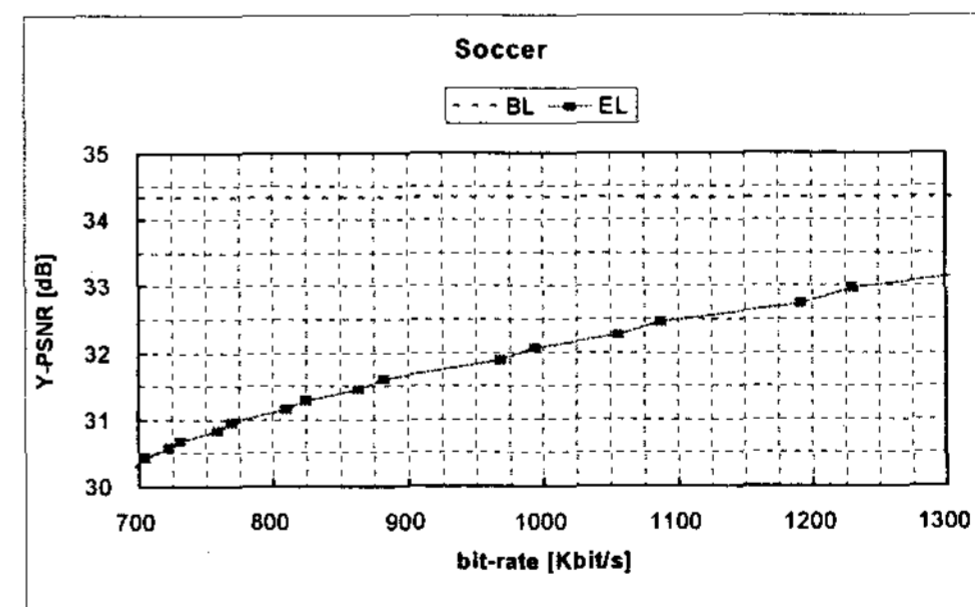


그림 6-(b). 실험 1의 Soccer PSNR

4.2 실험 2

실험 2는 가정한 대역 할당 모델 중 실험모델 2에 근거하여 수행되었다. BL과 EL의 양자화 파라미터를 가변시켜 발생하는 bit-rate를 얻은 후 두 계층의 bit-rate의 합이 1Mbps, 1.25Mbps, 1.5Mbps, 1.75Mbps, 및 2Mbps에 근사한 EL과 BL의 bit-rate 찾아내어 위의 5가지 bit-rate별로

BL과 EL의 화질을 비교하는 실험을 수행하였다.

그림 7의 (a)와 (b)는 BL과 EL의 bit-rate가 1.5Mbps 일 때 각 테스트 시퀀스별로 실험을 수행한 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 그림 7에서 BL과 EL의 PSNR값과 두 계층의 평균 PSNR값이 교차하는 지점을 중심으로 BL의 bit-rate가 감소할수록 EL의 PSNR값이 증가했다. 따라서 AT-DMB 서비스가 T-DMB 서비스 보다 품질의 성능의 높기 위해선 그림 7의 교차점을 중심으로 왼쪽 부분과 같이 대역폭을 분배해야 한다. 또한 Soccer 영상처럼 움직임이 많은 영상일 경우 상대적으로 움직임이 적은 Crew 영상에 비해 EL에 더 많은 대역폭을 할당해야 AT-DMB 서비스의 품질 성능이 T-DMB 서비스와 비슷하게 유지됨을 알 수 있다.

전체 대역폭이 1.5Mbps를 기준으로 1Mbps, 1.25Mbps, 1.75Mbps, 및 2Mbps에 대해 그림 7의 교차점과 같이 동일한 화질일 때의 EL의 bit-rate와 BL의 bit-rate의 비율은 그림 8과 같다. 1.5Mbps일 때 Crew 영상의 경우는 BL의 대역폭이 EL보다 약 3.5배가 되어야 하고 Soccer 영상의 경우 약 2.3배가 되어야 한다. 따라서 두 DMB 서비스가 동일한 품질 성능을 보여주기 위해서는 AT-DMB 서비스의 대역폭이 T-DMB의 서비스의 대역폭보다 약 2.3 ~ 3.2배 이상이 되어야 한다.

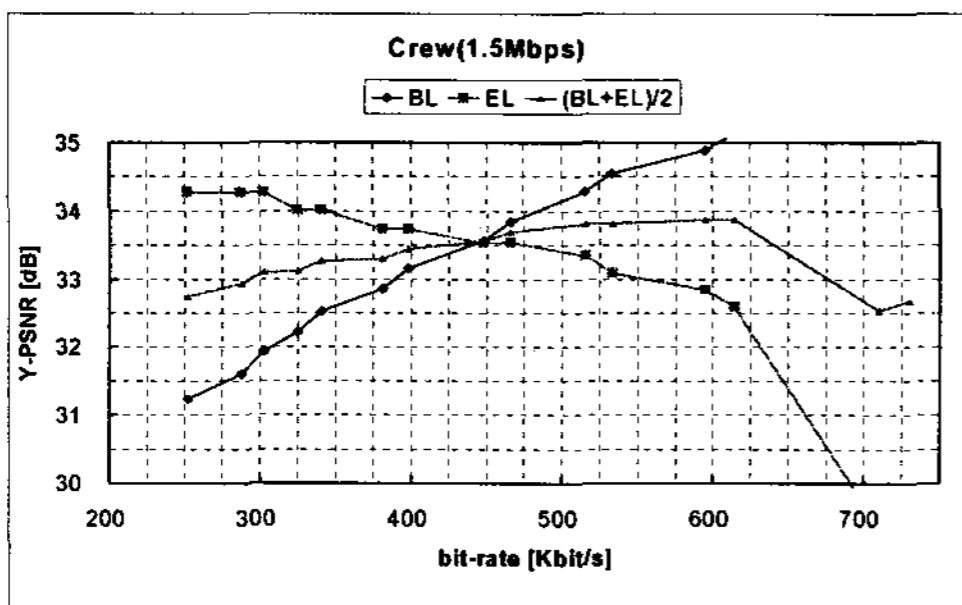


그림 7-(a). 실험 2의 Crew PSNR

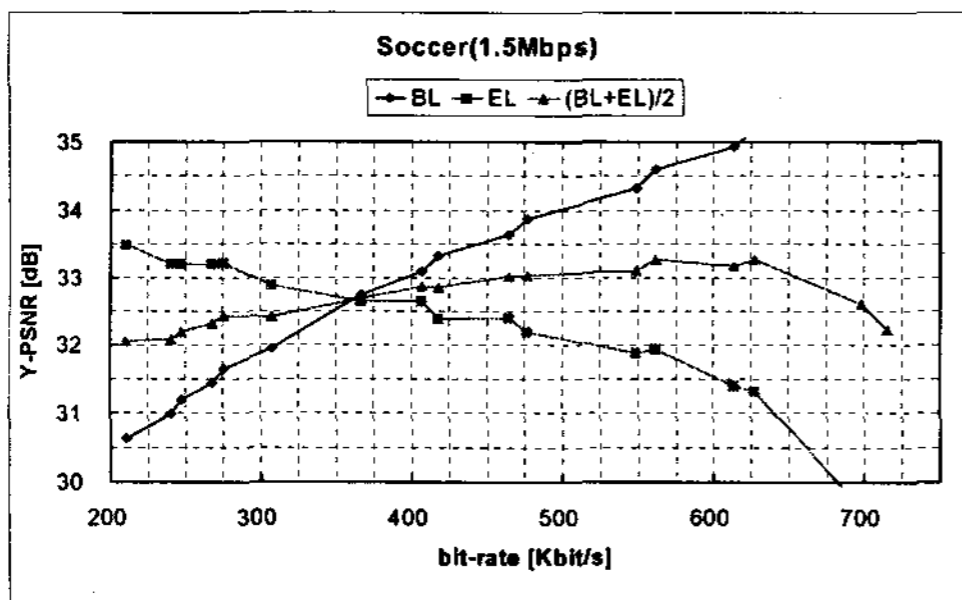


그림 7-(b). 실험 2의 Soccer PSNR

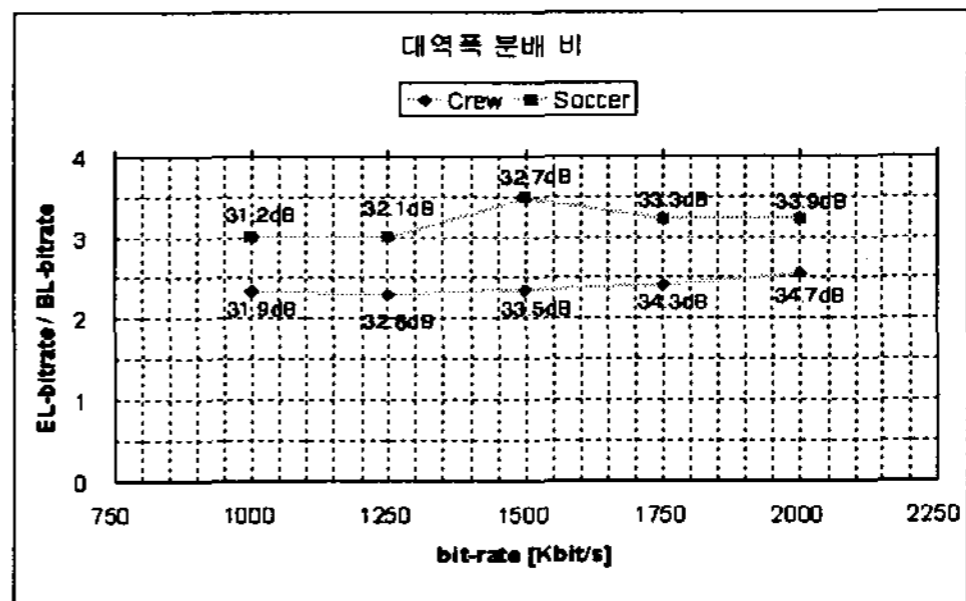


그림 8. 실험 2의 동일 화질에서 대역폭 분배 비

V. 결론

본 논문에서는 T-DMB와 AT-DMB를 수용하기 위해, SVC 부호화 기법에 기초하여 이들 서비스를 수용하기 위한 2가지 대역 할당 모델을 가정하였다. 이 모델을 근거로 이질적인 영상 시퀀스별로 대역폭 할당에 따른 영상 품질을 조사 분석하였다.

모의실험을 통하여 T-DMB 비디오 서비스의 대역폭을 기존과 거의 동일하게 고정하고 AT-DMB 비디오 서비스 대역폭 크기에 따른 품질을 조사한 결과, 화소 단위의 PSNR값은 기존의 T-DMB 서비스 품질보다 우수하지 못한 것으로 나타났다. 또한, 전체 대역폭을 약 1.5Mbps로 고정시키고 T-DMB와 AT-DMB의 대역폭을 동적으로 가변시킬 수 있는 환경에서 거의 동일한 PSNR값을 얻기 위해서는 항상계층의 대역폭이 기저계층의 대역폭에 비해 약 2.3 ~ 3.2배 이상이 되어야 한다는 점을 확인하였다.

한편, 본 논문의 모의실험은 가변 비트율 제어를 수행한 것이므로, 앞으로 고정 비트율 제어가 가능하도록 비트율 제어 기법을 개발하여야 한다. 그러나 본 논문의 결과는 향후 AT-DMB의 대역폭 설정 및 표준 규격 설정에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 전동산, 곽상민 외 5인, "지상파 DMB 고도화 망에서의 스케일러블 비디오 부호화 기술", 전자공학회 논문지, 제 44권 TC편 제 1호, pp. 1-9, Jan. 2007
- [2] Huifang Sun, Anthony Vetro, Jun Xin, "An overview of scalable video streaming", Wirel. Commun. Mob. Comput., Vol. 7 Issue 2, pp. 159-172, Jan. 2007
- [3] Joint Video Team, "JSVM Software Manual(version JSVM 9.1)", ITU-T document, June 2007