일반논문-08-13-3-07

T-DMB/AT-DMB 서비스를 위한 부호화 모드 제한을 갖는 공간 확장성 부호기의 성능 비교

김진수^{a)}, 박종갑^{a)*}, 김규석^{a)}, 최성진^{a)}, 서광덕^{b)}, 김재곤^{c)}

A Performance Comparison of Spatial Scalable Encoders with the Constrained Coding Modes for T-DMB/AT-DMB Services

Jin-soo Kim^{a)}, Jong-kab Park^{a)*}, Kyu-seok Kim^{a)}, Sung-jin Choi^{a)}, Kwang-deok Seo^{b)},
and Jae-Gon Kim^{c)}

요 약

최근에 고품질 이동 멀티미디어 서비스에 대한 사용자의 요구가 증대되고, 계층 변조 전송 기법을 통하여 추가적인 전송 대역폭을 확보할 수 있게 됨에 따라, 스케일러블 비디오 부호화(Scalable Video Coding)를 이용하여 기존의 T-DMB(Terrestrial DMB)의 화질을 개선한 고품질 지상파 DMB (Advanced Terrestrial DMB) 서비스를 제공하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 T-DMB와 AT-DMB의 호환적인 서비스를 지원하는 SVC 계층 부호기는 매우 복잡한 구조를 갖게 되므로, 조기 서비스 도입을 위하여 부호기의 복잡도 감소에 대한 연구가 요구된다. 본 논문에서는 기존의 T-DMB와 호환성을 갖는 공간 확장성 SVC 부호기에서 매크로블록 계층의 부호화 모드 제한을 통한 고속 부호화 모드 결정 기법을 제안 한다. 제안된 기법은 매크로블록 계층의 부호화 모드 결정 함수의 구조 분석을 통한 기저 계층과 향상 계층, 그리고 계층 간에 사용되는 부호화 모드의 통계적 특성에 기초한다. 모의실험을 통하여, 제안된 기법이 우수한 성능을 유지하면서, 수행시간을 크게 단축시킬 수 있는 호환적인 부호기를 얻을 수 있음을 보인다.

Abstract

Recently, 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. But, in order to realize a compatible video service and to accelerate the successful standardization and commercialization, it is necessary to simplify the compatible encoder structure. In this paper, we propose a fast mode decision method by constraining the redundant coding modes in the spatial scalable encoder that keeps the current T-DMB video in base layer. The proposed method is based on the statistical characteristics of each coding mode at both base and enhancement layers, inter-layer predictions, which are derived by investigating macroblock-layer coding modes of the spatial scalable encoder's functional structure. Through computer simulations, it is shown that a simplified encoder model that reduces the heavy computational burden can be found, while keeping the objective visual quality very high.

Keywords : T-DMB, AT-DMB, SVC, Encoder Model

1. 서 론

현재 대도시 중심으로 서비스되고 있는 지상파 DMB (T-DMB: Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting)는 CD 수준의 고음질 오디오와 비디오 및 교통여행정보 등의 다양한 데이터 서비스 제공과 양방향성 및 우수한 이동수신 품질 등을 제공하는 차세대 멀티미디어 방송 서비스로 자리 잡아가고 있다^[1,2]. T-DMB 단말기 보급은 지속적으로 증가하고 있으며, 미래의 중요한 방송통신 서비스 중의 하나가 될 것으로 기대된다. 그러나 현재 T-DMB의 비디오 규격은 최대 CIF(352x288)급 화면 해상도와 프레임율 30을 지원하도록 하고 있어, 고해상도 단말기의 보급에 따른 높은 화면 해상도를 원하는 소비자의 수요에 부합할 수 없고, 또한, 기존의 T-DMB망을 그대로 이용하면서 확장형 서비스를 제공 할 수 있는 추가적인 전송 대역폭을 확보할 수 있게 됨에 따라 국내에서는 연구소 및 학계를 중심으로 고품질 지상파 DMB (AT-DMB: Advanced Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting) 서비스를 제공하기 위한 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다^[2,3,4].

한편, ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG)과 ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG)의 Joint Video Team (JVT)은 Scalable Video Coding (SVC) 표준화를 진행하여, H.264/MPEG-4 AVC의 개정표준(Amendment)으로 완료하였다^[5,6]. SVC(Scalable Video Coding)는 표준화가 완료된 H.264/AVC를 기반으로 시간, 공간, 화질 측면의 확장성(scalability)을 추가적으로 제공하는 국제 표준이다. SVC 코덱은 JSVM(Joint Scalable Video Model)이라는 검증 소프트웨어를 통해 세 가지 확장성 (Scalability)을 제공하기 위한 핵심 방안들을 마련하였으며, 2007년 7월에 표준안이 발표 되었다^[6]. SVC는 기존의 어떠한 스케

일러블 비디오 압축 표준보다 획기적인 압축률을 제공하며, 국내 T-DMB의 표준으로 선정된 H.264 (MPEG-4 Part 10, AVC)를 근간으로 하고 있으며, 미래의 영상 압축 응용 분야에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 특히, SVC 표준안이 발표된 현재 국내에서는 ETRI를 중심으로 AT-DMB에 대한 기술 개발이 이루어지고 있는데, T-DMB서비스는 기저 계층(Base Layer)으로 제공하고, 추가된 대역은 공간 향상계층 (Enhancement Layer)으로 사용하는 방식으로서, 계층 변조가 적용되면, 작은 전력의 간섭신호에 의해 기존의 T-DMB서비스에서는 다소의 열화가 초래될 수 있으나, 서로 다른 화면 크기를 가지는 이기종 단말을 지원할 수 있는 AT-DMB 개발을 진행하고 있다^[2,3].

그런데, 공간 확장성을 갖는 SVC 부호화 기법은 화면내 예측 및 화면간 예측 뿐 만아니라, 계층간 예측 기법 등을 사용하여, 부호화 효율을 극대화시킬 수 있는 장점이 있으나, 이와 같이 지원 가능한 모든 부호화 모드에서 최적인 모드를 선택하기 위해서는 매우 많은 연산량을 필요로 한다^[7, 8, 9]. 따라서 SVC 부호화 기법을 바탕으로 추진 중인 AT-DMB 서비스의 표준화와 상용화를 촉진하기 위해서는, 기저 계층과 향상 계층의 비트율, 공간 해상도, 시간 해상도 등의 응용 특성과 규격에 기초하여, SVC 부호기를 최적화할 필요가 있다. 이와 같은 응용분야와 유사하게, [10]에서는 CGS와 공간적 확장성을 갖는 SVC 기법에서 계층 적응형 부호화 모드 결정 알고리즘과 움직임 탐색 기법을 제시하고 있으나, 본 논문의 공간적 확장성과 차이가 있다. 그리고, [11]에서는 공간적 확장성을 갖는 SVC 부호화기법에서 향상 계층에서 화면내 모드 결정시 하위 계층에 대한 모드를 판별하여 향상 계층에서 부호화 모드를 줄여나가는 알고리즘을 채택하고 있고, [12]에서는 공간 계층간 잔차 신호 부호화를 선택적으로 수행하고 그 정보를 바탕으로 향상 계층에서 모드를 고속으로 결정하는 방법을 제시하고 있다. [13]에서는 화면 내 예측 부호화 수행 여부에 대한 조기 결정 방법과 화면 내 예측 부호화 수행 시 부호화하고자 하는 블록의 영상 내용 특성과 양자화 계단 크기값의 변화에 따른 부호화 대상 주변 블록 모드 정보를 이용하여 만들어진 조건부 확률을 이용하여 화면 내 예측 부호화를 고속화하는 방법을 제안하고 있다.

이와 같은 기존의 연구 방식과 달리, 본 논문에서는 현재

a) 한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과
Dept. of Multimedia Engineering, Hanbat National Univ.

b) 연세대학교 컴퓨터정보통신공학부
Computer and Telecommunication Engineering Division, Yonsei Univ.

c) 한국항공대학교 전자정보컴퓨터공학부
School of Electronics, Telecommunications and Computer Engineering
교신저자 : 박종갑(jkpark@kopo.ac.kr)

* 본 논문은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT 성장 동력 기술 개발사업의 일환으로 수행하였음. [2006-S-017-01. 지상파 DMB 전송 고도화 기술 개발]

표준화되고 있는 T-DMB와 AT-DMB의 호환적인 서비스 규격 특성에 기초하여, 매크로블록 계층의 부호화 모드의 통계적인 특성을 조사하여, 매크로블록 부호화 모드의 연산 제한을 통하여, 계산량이 적은 부호기 모델을 제시한다. 제시된 부호기 모델은 수행시간을 크게 단축시키면서, 성능은 최적에 가깝도록 선택될 수 있음을 모의실험을 통하여 확인한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 II절에서는 SVC 기법에서 T-DMB와 AT-DMB의 호환적인 서비스를 위한 계층 구성과 계층간 예측 부호화 방식에 대해 설명하고, III절에서는 먼저, JSVM에 기초하여 각 부호화 프레임별 사용되는 부호화 모드에 대해 분석하고, 간단한 고정 비트율 제어기법을 제안한다. IV절에서는 모의실험을 통하여 각 계층의 부호화 모드와 계층간 부호화 모드의 통계적인 특성을 분석하고, 이를 바탕으로 V절에서는 계층별 그리고 계층간 부호화 모드의 예측을 제한하는 계산량이 적은 부호기 모델을 제안하고, 모의실험을 통하여 수행 시간 및 성능을 비교 분석한다. 끝으로, VI장에서는 결론을 맺는다.

II. 공간 확장성 AT-DMB 비디오 부호화의 계층 구성과 예측 방식

기존의 T-DMB 서비스를 유지하면서, AT-DMB 서비스를 제공하기 위한 SVC부호화 기법은 H.264/AVC 부호화

기법을 사용하는 기저 계층과 기저 계층에 의한 서비스 품질을 개선하기 위한 추가적인 비트스트림인 향상 계층으로 구성된다. 현재 국내 T-DMB 서비스는 H.264/AVC의 베이스라인 프로파일의 레벨1.3을 기준으로 표준화되어 제공되고 있으므로, 4CIF급, 30Hz의 공간 및 시간 해상도 서비스 제공을 목표로 하고 있는 AT-DMB 서비스는 T-DMB와 호환성을 유지하는 것이 요구된다. 그림 1은 T-DMB와 AT-DMB 서비스를 위한 SVC의 부호화 프레임 구조를 나타내고 있다. 기저 계층은 우선순위가 높은 비트스트림으로서, 각 방송사별로 차이가 있지만, 대략 512kbps에서 550kbps의 범위 내에서 현재 서비스되고 있다. 표준화될 향상 계층은 IPP... 구조로서, 화면내 예측, 화면간 예측 뿐 아니라, 기저 계층의 부호화 정보를 효과적으로 이용하여 부호화 효율을 극대화할 수 있는 장점이 있다. 현재 채널 전송량 연구 자료에 의하면, 지상파 DMB 고도화방에서의 가용 대

그림 1. T-DMB 및 AT-DMB 비디오의 부호화 프레임 구성
Fig. 1. Video Coding Frame Structure of T-DMB and AT-DMB

그림 2. T-DMB/AT-DMB를 위한 부호기 구조도
Fig. 2. A Block Diagram of Compatible T-DMB/AT-DMB Encoder

이터율은 2Mbps이고, 이중에서 항상 계층의 서비스는 대략 900kbps에서 1.1Mbps 정도일 것으로 보고 되고 있다^[9]. 이와 같은 크기의 대역을 이용하여, 부호화 효율을 극대화하면서 AT-DMB 서비스를 제공하기 위해서는, 그림 2에 나타난 것과 같이, 항상 계층을 부호화할 때, 공간 확장성 SVC 기법이 갖는 장점을 최대한 활용하는 것이 필요하다. 즉, 계층간 화면 내 텍스처 예측 (Intra-BL), 계층간 움직임 예측, 그리고, 계층간 잔여신호 예측 등을 효과적으로 활용하는 것이 필요하다. 각각의 예측 기법에 대한 특징을 요약하면 다음과 같다.

1. 계층간 화면내 텍스처 예측

동일한 화소 위치의 기저 계층의 8 x 8 서브 매크로블록이 화면내 부호화모드로 부호화된 경우에 계층간 화면내 텍스처 예측을 허용하며, 이를 Intra_BL모드라고 한다. Intra_BL모드에서는 기저 계층의 동일 대응 지점에 위치한 블록의 복원된 화소 값에 대해 상향 표본화와 디블록킹 필터를 적용하여, 현재 항상 계층의 원 영상 블록과의 차이 값만을 부호화한다. 이러한 Intra_BL 모드는 SVC 기법에서 부호화 효율을 높이는 주된 기술 중에 하나로 제안되어 있다. 그러나 상향 표본화 및 디블록킹 필터를 사용함으로써, 많은 연산량이 요구된다.

2. 계층간 움직임 예측

기저 계층의 대응 위치 블록이 화면간 부호화된 경우에 항상 계층의 블록은 하위 계층으로부터 움직임 정보 및 모드 정보를 참조할 수 있다. 항상 계층에서는 움직임 정보 및 매크로블록의 분할 정보, 참조 영상 정보 등을 매크로블록 헤더에 부호화하지 않을 수 있다. 영상시퀀스를 낮은 비트율로 부호화할 때, 이러한 구문요소 정보들의 비중이 상당히 높기 때문에, 구문요소에 할당된 비트량을 대부분 줄일 수 있는 장점이 있다.

3. 계층간 잔여신호 예측

기저 계층의 8 x 8 서브 매크로블록을 기저 계층의 대응

위치 블록이 화면간 부호화된 경우에, 이중 선형 (bilinear) 필터를 이용하여 상향 표본화하여 상위 계층의 잔여 신호 예측으로 사용한다. 이 예측 기법은 항상 계층의 양자화 파라미터 값이 34이하인 경우에, 공간적 하위 계층의 잔여 신호가 항상 계층의 잔여 신호를 예측할 때 부호화 효율을 증대될 수 있다^[10].

T-DMB 및 AT-DMB간의 공간 확장성을 갖는 호환적인 부호기를 위해서는 위와 같은 예측 기법을 최대한 효과적으로 활용하는 것이 필요하나, 모드 결정을 위한 계산량이 많이 요구된다. 따라서 이러한 부호화 모드의 장점을 최대한 살리면서, 표준화와 상용화를 촉진하기 위해서는 성능은 우수하면서, 계산량이 적은 부호기를 구현하는 것은 필수적이다.

III. 매크로블록 계층의 부호화 모드 종류와 고정 비트율 제어 기법

1. T-DMB 및 AT-DMB 부호기의 매크로블록 계층의 부호화 모드

본 논문에서는 T-DMB 및 AT-DMB 호환적인 부호기에 대한 설명의 편의를 위해, 그림 1에 나타난 부호화 프레임에 대한 부호화 순서 및 부호화 모드의 설명은 JSVM 9.1에 사용된 함수기호를 사용한다^[6, 15]. 부호화는 기저 계층의 I프레임, 항상 계층의 I프레임, 기저 계층의 P프레임, 항상 계층의 P프레임 등의 순서로 수행되며, 이때, 기저 계층은 현재 표준화된 T-DMB 규격과 동일하며, 항상 계층은 기저 계층에 부호화된 정보를 최대한 효과적으로 활용함으로써 부호화 효율을 극대화시킬 수 있다. 표1은 기저 계층과 항상 계층에 대한 I프레임과 P프레임의 부호화에 사용되는 부호화 모드 결정 함수를 나타내고 있다. 기저 계층의 경우에 4x4블록단위 화면내 예측, 8x8블록단위 화면내 예측, 16x16화면내 예측 등을 수행하여, 이중에서 최적의 부호화 모드를 선택하며, 항상 계층의 경우에는 기저 계층에서 수행한 예측 모드와 더불어 IntraBL 모드를 통하여 최적의 모드를 찾게 된다.

또한, 표 1에서는 기저 계층과 항상 계층에 대한 P프레임

표 1. 기저 계층과 향상 계층의 부호화 모드 결정 함수

Table 1. Encoding Functions for Base-layer and Enhancement-layer

프레임종류	계층	사용 부호화 모드	의미	축약 기호
I프레임	BL	$\times\text{EstimateMbIntra4}\times4$	기저 계층의 화면내4x4 예측	$\times\text{EstimateMbIntra4}\times4$
		$\times\text{EstimateMbIntra16}\times16$	기저 계층의 화면내16x16 예측	$\times\text{EstimateMbIntra16}\times16$
	EL	$\times\text{EstimateMbIntra4}\times4$	기저 계층의 화면내4x4 예측	$\times\text{EstimateMbIntra4}\times4$
		$\times\text{EstimateMbIntra16}\times16$	기저 계층의 화면내16x16 예측	$\times\text{EstimateMbIntra16}\times16$
		$\times\text{EstimateMbIntraBL}$	계층간 화면내 텍스처 예측	$\times\text{EstimateMbIntraBL}$
P프레임	BL	Inter Frame Estimate	화면간 예측	IF
		$\times\text{EstimateMbSkip}$	화면간 MB의 Skip	$\text{IF}\times\text{EstimateMbSkip}$
		$\times\text{EstimateMb16}\times16$	화면간 16x16 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb16}\times16$
		$\times\text{EstimateMb16}\times8$	화면간 16x8 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb16}\times8$
		$\times\text{EstimateMb8}\times16$	화면간 8x16 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb8}\times16$
		$\times\text{EstimateMb8}\times8$	화면간 8x8 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb8}\times8$
		$\times\text{EstimateMb8}\times8\text{Frext}$	화면간 8x8 Frext 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb8}\times8\text{Frext}$
		8x8Sub Estimate	화면간 Sub 예측	
		$\times\text{EstimateSubMb8}\times8$	화면간 8x8 Sub 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateSubMb8}\times8$
		$\times\text{EstimateSubMb8}\times4$	화면간 8x4 Sub 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateSubMb8}\times4$
		$\times\text{EstimateSubMb4}\times8$	화면간 4x8 Sub 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateSubMb4}\times8$
		$\times\text{EstimateSubMb4}\times4$	화면간 4x4 Sub 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateSubMb4}\times4$
		Intra Estimate	화면내 예측	
		$\times\text{EstimateMbIntra16}\times16$	화면내 16x16 예측	$\times\text{EstimateMbIntra16}\times16$
		$\times\text{EstimateMbIntra4}\times4$	화면내 4x4 예측	$\times\text{EstimateMbIntra4}\times4$
	EL	Inter Layer Residual Estimate	계층간 잔여 예측	ILR
		$\times\text{EstimateMbBLSkip}$	기저 계층에 대한 잔여 데이터 Skip	$\text{ILR}\times\text{EstimateMbBLSkip}$
		$\times\text{EstimateMb16}\times16$	계층간 잔여 16x16 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateMb16}\times16$
		$\times\text{EstimateMb16}\times8$	계층간 잔여 16x8 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateMb16}\times8$
		$\times\text{EstimateMb8}\times16$	계층간 잔여 8x16 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateMb8}\times16$
		$\times\text{EstimateMb8}\times8$	계층간 잔여 8x8 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateMb8}\times8$
		$\times\text{EstimateMb8}\times8\text{Frext}$	계층간 잔여 8x8 Frext 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateMb8}\times8\text{Frext}$
		8x8Sub Estimate	계층간 잔여 Sub 예측	$\text{ILR}8\times8\text{Sub Estimate}$
		$\times\text{EstimateSubMb8}\times8$	계층간 잔여 8x8 Sub 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateSubMb8}\times8$
		$\times\text{EstimateSubMb8}\times4$	계층간 잔여 8x4 Sub 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateSubMb8}\times4$
		$\times\text{EstimateSubMb4}\times8$	계층간 잔여 4x8 Sub 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateSubMb4}\times8$
		$\times\text{EstimateSubMb4}\times4$	계층간 잔여 4x4 Sub 예측	$\text{ILR}\times\text{EstimateSubMb4}\times4$
		Inter Layer Estimate	계층간 예측	IL
		$\times\text{EstimateMbIntraBL}$	계층간 화면내 예측	$\text{IL}\times\text{EstimateMbIntraBL}$
		$\times\text{EstimateMbBLSkip}$	기저 계층의 데이터 Skip	$\text{IL}\times\text{EstimateMbBLSkip}$
		Inter Frame Estimate	화면간 예측	IF
		$\times\text{EstimateMbSkip}$	화면간 MB의 Skip	$\text{IF}\times\text{EstimateMbSkip}$
		$\times\text{EstimateMb16}\times16$	화면간 16x16 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb16}\times16$
		$\times\text{EstimateMb16}\times8$	화면간 16x8 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb16}\times8$
		$\times\text{EstimateMb8}\times16$	화면간 8x16 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb8}\times16$
		$\times\text{EstimateMb8}\times8$	화면간 8x8 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb8}\times8$
		$\times\text{EstimateMb8}\times8\text{Frext}$	화면간 8x8 Frext 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateMb8}\times8\text{Frext}$
		8x8Sub Estimate	화면간 Sub 예측	
		$\times\text{EstimateSubMb8}\times8$	화면간 8x8 Sub 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateSubMb8}\times8$
		$\times\text{EstimateSubMb8}\times4$	화면간 8x4 Sub 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateSubMb8}\times4$
		$\times\text{EstimateSubMb4}\times8$	화면간 4x8 Sub 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateSubMb4}\times8$
		$\times\text{EstimateSubMb4}\times4$	화면간 4x4 Sub 예측	$\text{IF}\times\text{EstimateSubMb4}\times4$
		Intra Estimate	화면내 예측	
		$\times\text{EstimateMbIntra4}$	화면내 16x16 예측	$\times\text{EstimateMbIntra4}$
		$\times\text{EstimateMbIntra16}\times16$	화면내 4x4 예측	$\times\text{EstimateMbIntra16}\times16$

의 부호화 함수를 나타내고 있다. 기저 계층의 P프레임 부호화를 위해서는 화면내 부호화모드뿐 만아니라, 화면간 부호화를 수행한다. 그리고 향상 계층의 부호화는 기저 계층의 부호화 모드 뿐 만아니라, 계층간 움직임 예측 및 잔여 신호 예측, IntraBL 등의 부호화를 수행함으로써 매우 많은 연산을 수행하게 된다. 이때, 향상 계층의 P프레임 부호화를 위해서는 기저 계층에서 수행된 연산에 대해 매우 중복적인 연산을 수행한다. 즉, 기저 계층의 화면내 예측과 향상 계층의 화면내 예측, 기저 계층의 화면간 예측과 향상 계층의 화면간 예측은 화면 해상도만 차이가 있을 뿐 매우 비슷한 연산을 반복적으로 수행한다고 볼 수 있다. 또한, T-DMB 및 AT-DMB는 CIF급과 4CIF급의 화면 해상도 차이로 인해, 계층간 예측 방식들이 크게 의존적이다. 그리고 기저 계층과 향상 계층은 550kbps와 약 1.1Mbps내에서 서비스율이 결정되므로, 제한적인 비트율에 따른 사용함수들의 통계적 특성을 조사하는 것이 요구된다.

2. 계층별 독립적 고정비트율 제어

기존에 SVC에 적용된 대표적인 비트율 제어 기법은 [14, 15, 16]에 주어진다. [14]에서는 매크로블록 단위의 2차 율-왜곡 모델을 구하고, MAD (Mean Absolute Difference) 선형 모델에 적용하여, 매크로블록 단위의 비트 할당 및 제어를 통하여 비트율을 제어한다. [15]에서는 JM에 적용된 율-왜곡 모델 기반의 일정 비트율 제어 기법을 기저 계층에 제한하여 적용하였으며, 향상 계층에서는 구현되지 않고 있다. [16]에서는 기저 계층에서 얻어진 MAD 값을 선형적으로 향상 계층에 적용하여 비트율을 제어하는 알고리즘이다. 그러나, 이러한 비트율 제어 방식들은 매우 복잡하고 구현이 어려우며, 계산량이 매우 많이 요구되는 단점이 있다. 본 논문에서는 T-DMB 및 AT-DMB 서비스를 위한 호환적인 부호기의 비트율 제어를 위해 MPEG-2 TM5에 기초하여, 간단한 고정 비트율 제어기법을 고안하여 사용한다.

먼저, 제안 기법은 프레임당 목표 비트율 할당 단계와 프레임당 할당 비트량의 제어 단계로 구성된다. I프레임과 P프레임에 할당된 비트량 즉, T_I 와 T_P 는 다음과 같이

계산된다.

그림 3. 고정비트율 제어 기법

Fig. 3. Constant Bit Rate Rate Control

(1)

여기서, R 은 I프레임 주기 동안에 할당된 비트량이며, 이전 I프레임 주기 동안의 부호화된 비트량 정보를 반영한 비트량이다. 그리고 $K_p=1.0$ 을 사용하고, N_p 는 다음 I프레임 이전까지 남아 있는 P프레임의 개수이며, X_I 와 X_P 는 바로 직전에 부호화된 동일 형태의 부호화 프레임의 평균 양자화 계단 크기와 발생 비트량의 곱으로 계산되며, 수식적으

로 다음과 같이 측정된다.

(2)

여기서 QI와 SI는 바로 직전 I프레임의 평균 양자화 계단 크기와 발생 비트량을 나타내고, QP와 SP는 바로 직전 P프레임의 평균 양자화 계단 크기와 발생 비트량을 나타낸다.

이렇게 할당된 프레임 비트량에 대해 매크로블록별로 가상 버퍼 충만도()에 기초하여 비트율을 제어한다. 즉,

(3)

(4)

(5)

(6)

초기 버퍼의 충만도가 d_0 는 각 프레임별로 첫 매크로블록을 부호화 직전의 버퍼 충만도를 의미하고, d_{i-1} 은 (i-1) 번째 매크로블록까지 부호화하여 발생된 비트량이다. 그리고 T와 MBno는 식(1)에서 할당된 프레임당 목표 비트량과 단일 프레임내의 매크로블록의 개수를 의미한다. 그림 3은 이상에서 설명한 프레임당 목표 비트량 할당 단계와 프레임당 할당 비트량의 제어 단계에 대해 요약하고 있다.

IV. 각 계층과 계층간 부호화 모드의 통계적 특성

1. 모의실험을 위한 제한 조건

3.1절에 나타난 부호화 모드의 통계적 특성을 추출하기 위해, 기저 계층과 향상 계층의 CIF 및 4CIF급 영상시퀀스로서 City(300프레임), Harbour(300프레임), Ice(240프레임)를 사용하였다. 사용한 소프트웨어는 JSVM 9.1이고, 3.2절에서 요약한 고정 비트율 제어 기법을 적용하여, 기저 계층과 향상 계층은 550kps와 950kbps로 제어하였다. 그리고 본 논문에서 사용한 모든 실험에 대해 참조 프레임 개수는 1개, 루프필터 사용, 고속탐색, 탐색영역크기 32, 심별 부호화는 CAVLC, 계층간 예측은 적응적 예측을 사용하였다. 이러한 부호화 파라미터의 규격은 기존의 T-DMB 규격을 만족하도록 설정하였다. 또한, 본 논문에서는 P슬라이스에 대한 부호화 모드의 통계적 특성 추출로 제한하고, 수행 시간 측정을 위해 Intel(R) Core(TM)2 CPU 6400 @ 2.13Ghz 1.00GB RAM에서 수행되었다.

2. 기저 계층의 부호화 모드의 사용 빈도수

그림 4는 기저 계층의 P슬라이스에 대한 부호화 모드

그림 4. 기저 계층의 P슬라이스의 부호화 모드의 빈도수

Fig. 4. Statistics of P-Slice Encoding Functions for Base-layer

그림 5. 향상 계층의 P슬라이스의 부호화 모드의 빈도수

Fig. 5. Statistics of P-Slice Encoding Functions for Enhancement-layer

의 사용 빈도수를 나타내고 있다. 기저 계층에서는 대부분의 블록들이 화면간 예측 부호화로 결정됨을 알 수 있으며, 이로 인한 스킵모드가 다수로 구성됨을 알 수 있다.

3. 향상 계층의 부호화 모드의 사용 빈도수

그림 5는 향상 계층의 P프레임에 대한 부호화 모드의 사용 빈도수를 나타내고 있다. 향상 계층의 부호화는 4CIF급의 고화질 공간 해상도의 정보는 CIF급의 공간 해상도에 대해 부호화 모드 의존성이 약 52% 정도가 관찰되며, 특히, 기저 계층의 잔여 신호 부호화 결과가 향상 계층의 부호화에 약 38%이상을 차지함을 알 수 있다.

4. 기저 계층의 부호화 모드에 대한 향상 계층의 부호화 모드의 사용 빈도수

제II절과 제III절에서 설명한 바와 같이, T-DMB와 AT-DMB의 호환적인 서비스를 위한 공간 확장성 부호기는 기저 계층의 연산과 유사한 연산을 향상 계층에서 반복적으로 수행하며, 향상 계층은 기저 계층의 부호화된 특성

에 크게 의존적이다. 그림6은 기저 계층에 사용된 매크로블록에 대한 부호화모드에 대응되는 위치의 향상 계층의 부호화 모드에 대한 사용 빈도수의 모의실험 결과 일부를 나타내고 있다.

이 결과에서 알 수 있듯이, 기저 계층의 매크로블록이 화면 간 예측 부호화에 의해 스킵으로 될 경우(이동량이 작고, 화면 복잡도가 낮은 경우)에는 대응되는 향상 계층의 매크로블록은 화면 간 부호화에 의해 스킵으로 될 가능성이 매우 높게 나오며, 그렇지 않으면, 계층간 잔여 신호 부호화로 결정될 가능성이 매우 높음을 알 수 있다. 그리고 기저 계층의 매크로블록이 화면 간 부호화된 경우에는 대응되는 향상 계층의 매크로블록은 화면 간 부호화와 계층간 잔여 신호 부호화로 결정될 가능성이 높음을 보여준다. 기저 계층에서 화면 내 부호화된 블록에 대해서는 향상 계층의 매크로블록은 IntraBL, 또는, 화면 내 부호화로 결정될 가능성이 매우 높음을 알 수 있다. 이 결과는 기저 계층이 4x4블록 화면 내 부호화 모드의 경우에도 비슷한 결과를 보인다. 따라서 기저 계층의 부호화 모드가 향상 계층의 부호화 모드를 결정함에 있어 매우 높은 상관성을 갖는 것을 알 수 있다.

(a) 기저 계층의 매크로블록이 IFxEstimateMbSkip인 경우

(b) 기저 계층의 매크로블록이 IFxEstimate16x16인 경우

(c) 기저 계층의 매크로블록이 `xEstimateMbIntra16x16`인 경우

그림 6. 기저 계층의 부호화 모드에 따른 대응되는 향상 계층의 부호화 모드 빈도수

Fig. 6. Statistics of P-Slice Encoding Functions for Enhancement-layer Corresponding to Base-layer Coding Mode

V. 부호화 모드의 제한을 통한 부호기 모델의 성능 비교

제 IV절에서 설명한 기저 계층과 향상 계층의 각각의 부호화 모드 결정에 대한 통계적 빈도수, 기저 계층의 부호화 모드 결정에 대응되는 향상 계층의 부호화 모드의 결정 빈도수에 대한 특성을 이용하여, 부호기 모델을 제시하고 모의실험을 통하여 그 성능을 분석한다. 모의실험에 사용된 영상은 기저 계층과 향상 계층의 CIF급 및 4CIF급 영상 시퀀스로서 Crew, Soccer에 대해 각각 300프레임을 사용하였고, 모의실험 조건은 IV절과 동일하다.

1. 계층별 사용된 부호화 모드의 빈도수를 고려한 부호기 모델

기저 계층과 향상 계층의 P프레임의 부호화에는 표1에 나타난 것과 같이, 최적의 부호화 모드 결정을 위하여, 매우 많은 연산량을 필요로 한다. 그림 4와 그림 5에 나타난 모의실험 결과에 기초하여, 각 계층에서 선택되는 부호화 모드에 대한 통계 특성을 고려한 부호기 모델을 표2와 같이 설정한다. 표 2와 유사하게 BE-simple은 모의실험 결과에서 빈도수가 약 80%를 차지하는 부호화 모드들로 구성되고, BE-medium은 약 95%를 차지하도록 BE-simple 모델에 포함된 부호화모드와 더불어 포함되는 추가적인 부호화모드로 구성하였다. 반면에, 비교를 위해, Complex 모델은 SVC에서 제공하는 모든 가능한 부호화 모드를 포함하도록 하여, 객관적 화질 측면에서 성능이 최적이 되도록 한다. 표3의 모의실험 결과에서 알 수 있듯이, Complex모델에 비해, medium모델과 simple모델은 전체 부호화 모드를 선택적으로 사용하는 방식에 비해 수행시간을 크게 줄일 수 있음을 볼 수 있다. 특히, medium모델은 성능 저하는 미미하나 수행 시간 측면에서 50%이하의 계산량으로 구현될 수 있음을 볼 수 있다. 또한, simple 모델의 결과를 알 수 있듯이, 부호화 모드를 제한하더라도 다른 부호화 모드로 결정함으로써, 부호화 효율은 우수하게 유지될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 각 모델의 수행 시간은 영상시퀀스에 무관하고, 각 모델별로 비슷한 특성을 가짐을 알 수 있다.

표 2. 기저 계층과 향상 계층의 부호화 모드의 빈도수를 고려한 부호기 모델
Table 2. Encoding Model for Base-layer and Enhancement-layer

모델 BL과 EL 부호화모드	BE-simple	BE-medium(추가 모드)
기저 계층	IFxEstimateMbSkip IFxEstimateMb16x16 IFxEstimateSubMb8x8 IFxEstimateMb8x16	IFxEstimateMb16x8 IFxEstimateSubMb4x8 IFxEstimateSubMb8x4
향상 계층	IFxEstimateMbSkip ILRxEstimateMbBLSkip LRxEstimateMb16x16 ILxEstimateMbBLSkip	ILxEstimateMbIntraBL ILRxEstimateMb8x16 ILRxEstimateMb16x8 xEstimateMbIntra16x16 IFxEstimateMb16x16 ILRxEstimateSubMb8x8 xEstimateMbIntra4x4

표 3. 표 2의 모델에 대한 모의실험 결과
Table 3. Simulation Results for Table 2

(a) Crew 영상시퀀스

Crew 시퀀스	bitrate (kbps)		평균PSNR (dB)		수행시간 (sec)	
	BL	EL	BL	BL+EL	BL	BL+EL
BE-Simple	550.41	949.34	34.12	34.56	50.26	228.91
BE-Medium	551.26	952.33	34.30	34.89	86.46	697.62
Complex	551.03	951.08	34.39	34.96	126.02	1537.76

(b) Soccer 영상시퀀스

Soccer 시퀀스	bitrate (kbps)		평균PSNR (dB)		수행시간 (sec)	
	BL	EL	BL	BL+EL	BL	BL+EL
BE-Simple	552.71	948.29	34.25	33.54	43.27	209.66
BE-Medium	550.36	953.21	34.57	33.74	79.62	621.38
Complex	549.21	952.92	34.60	33.82	115.66	1385.73

2. 기저 계층의 부호화 모드 결정에 따른 대응되는 향상 계층의 부호화 모드에 제한을 갖는 부호기 모델

T-DMB 및 AT-DMB 서비스는 공간적 확장성을 갖게 되므로, 기저 계층에서 결정된 부호화모드는 향상 계층의 부호화 모드 결정에 매우 높은 상관성이 있음을 4.4절의 모의실험 결과를 통해 확인하였다. 따라서 기저 계층의 부호화 모드 결정에 따른 대응되는 향상 계층의 부호화 모드에 대한 계산은 상관성이 높은 부호화 모드와 중복성이 높은 부

표 4. 기저 계층의 부호화 모드 결정에 따른 대응되는 향상 계층의 부호화 모드에 대한 모델

Table 4. Encoding Model of P-Slice Encoding Functions for Enhancement-layer corresponding to Base-layer

BL 부호화모드 \ 모델	EL-simple	EL-medium(추가 모드)
BL : IFxEstimateMbSkip	IFxEstimateMbSkip ILRxEstimateMb16x16	ILRxEstimateMbBLSkip ILxEstimateMbBLSkip xEstimateMbIntra16x16 ILRxEstimateMb8x16 ILRxEstimateMb16x8
BL : IFxEstimateMb16x16	IFxEstimateMbSkip ILRxEstimateMbBLSkip	ILRxEstimateMb16x16 ILxEstimateMbBLSkip ILRxEstimateMb8x16 ILRxEstimateMb16x8 xEstimateMbIntra16x16 IFxEstimateMb16x16
BL : IFxEstimateMb16x8	ILRxEstimateMbBLSkip IFxEstimateMbSkip ILRxEstimateMb16x16 ILxEstimateMbBLSkip ILRxEstimateMb16x8 ILRxEstimateMb8x16	xEstimateMbIntra16x16 IFxEstimateMb16x16 IFxEstimateSubMb8x8 xEstimateMbIntra4x4 IFxEstimateMb16x8 ILRxEstimateSubMb8x8
BL : IFxEstimateMb8x16	ILRxEstimateMbBLSkip IFxEstimateMbSkip ILRxEstimateMb16x16 ILxEstimateMbBLSkip ILRxEstimateMb8x16 ILRxEstimateMb16x8	xEstimateMbIntra16x16 IFxEstimateMb16x16 xEstimateMbIntra4x4 IFxEstimateMb8x16 IFxEstimateSubMb8x8 ILRxEstimateSubMb8x8
BL : IFxEstimateSubMb8x8	ILRxEstimateMbBLSkip IFxEstimateMbSkip ILRxEstimateMb16x16 ILxEstimateMbBLSkip ILRxEstimateMb8x16 ILRxEstimateMb16x8	IFxEstimateSubMb8x8 ILRxEstimateSubMb8x8 IFxEstimateMb16x16 IFxEstimateMb8x16 xEstimateMbIntra4x4 IFxEstimateMb16x8 xEstimateMbIntra16x16
BL : IFxEstimateSubMb8x4	ILRxEstimateMbBLSkip ILRxEstimateSubMb8x8 IFxEstimateSubMb8x8 ILRxEstimateMb16x8 ILRxEstimateMb16x16 ILxEstimateMbBLSkip	IFxEstimateMb16x8 IFxEstimateSubMb8x4 xEstimateMbIntra4x4 IFxEstimateMbSkip ILRxEstimateSubMb8x4 ILRxEstimateMb8x16 IFxEstimateMb16x16
BL : IFxEstimateSubMb4x8	ILRxEstimateMbBLSkip ILRxEstimateSubMb8x8 ILRxEstimateMb8x16 IFxEstimateSubMb8x8 ILxEstimateMbBLSkip ILRxEstimateMb16x16 IFxEstimateMbSkip	IFxEstimateMb8x16 xEstimateMbIntra4x4 IFxEstimateSubMb4x8 ILRxEstimateMb16x8 IFxEstimateMb16x16 IFxEstimateSubMb8x4 ILRxEstimateSubMb8x4
BL : IFxEstimateSubMb4x4	ILRxEstimateMbBLSkip ILRxEstimateSubMb8x8 IFxEstimateSubMb8x8 ILxEstimateMbBLSkip	ILRxEstimateSubMb8x4 IFxEstimateSubMb4x8 ILRxEstimateSubMb4x8 IFxEstimateSubMb8x4 ILRxEstimateMb16x8 ILRxEstimateMb8x16 ILRxEstimateMb16x16
BL : xEstimateMbIntra4x4	ILxEstimateMbIntraBL	xEstimateMbIntra4x4 xEstimateMbIntra16x16 ILRxEstimateMb16x16 IFxEstimateMbSkip
BL : xEstimateMbIntra16x16	ILxEstimateMbIntraBL	xEstimateMbIntra16x16 xEstimateMbIntra4x4 IFxEstimateMbSkip

표 5. 기저 계층 부호화 모드 결정에 따른 대응되는 향상 계층 부호화모드 결정모델의 모의실험결과

Table 5. Simulation Results for the Coding Mode Decision of Enhancement-layer Corresponding to Base-layer Coding Mode

Sequence	Model	BitRate (kbps)	평균 PSNR(dB)	수행시간 (sec)
CREW	EL-Simple	1501.3	34.62	253.38
	EL-Medium	1499.8	34.91	701.04
	Complex	1502.1	34.98	1537.76
SOCCER	EL-Simple	1501.9	32.86	228.72
	EL-Medium	1500.8	33.33	623.08
	Complex	1502.1	33.82	1385.73

호화 모드의 사용으로 제한을 하는 부호기 모델을 제안한다. 즉, 표 4에서는 EL-simple모델과 EL-medium 모델을 나타내고 있다. 그리고 앞서 언급한 것처럼, Complex모델은 기저 계층에 무관하게 표1에 나타난 모든 부호화 모드를 고려하는 경우이다. EL-simple 모델은 표 2에서 기저 계층의 부호화 모드에 대해 빈도수가 80% 정도를 포함하는 부호화 모드를 나타내고, EL-medium은 기저 계층의 부호화 모드에 대해 빈도수가 95%정도에 포함되는 부호화 모드들로 구성되도록 하였으며, EL-simple의 부호화모드와 추가적인 부호화모드를 포함하도록 설정하였다.

표 5에서 나타난 모의실험 결과에서 알 수 있듯이, medium모델과 simple모델은 전체 부호화 모드를 선택적으로 사용하는 방식에 비해 수행시간을 크게 줄일 수 있음을 볼 수 있다. 표 5에 사용된 기저 계층의 수행 시간, PSNR 등은 표 3에 나타난 Complex모델을 그대로 사용하였다. 이 결과에서 알 수 있듯이, medium모델은 전체 부호화모드를 사용하는 경우와 객관적 화질 측면에서 미미한 차이를 보이는 것을 볼 수 있다.

3. 계층간 및 계층별 부호화 모드의 빈도수를 고려한 통합 부호기 모델

표 2와 표 4에서 각각 제시된 모델을 결합한 모델을 정의한다. 즉, EL-simple모델과 BE-simple모델을 결합하여 All-simple모델로 정하고, EL-medium모델과 BE-medium모델을 결합하여 All-medium모델로 정한다. 이와 같이 설정한 모델에 대한 모의실험 결과는 표 6에 주어진다. 두 개의 모델을 결합함으로써, medium모델과 simple모델은 수행시간을 단축시킬 수 있음으로 보인다. 모의실험에서 Crew와

표 6. 결합 모델에 대한 모의실험 결과

Table 6. Simulation Results for Combined Model

(a) Crew 영상시퀀스 (300프레임)

Crew 시퀀스	bitrate (kbps)		평균 PSNR (dB)		수행시간 (sec)	
	BL	EL	BL	BL+EL	BL	BL+EL
All-Simple	548.21	942.16	34.12	34.48	50.25	208.72
All-Medium	552.72	949.34	34.30	34.86	86.41	673.64
Complex	551.03	951.08	34.39	34.96	126.02	1537.76

(b) Soccer 영상시퀀스 (300프레임)

Soccer 시퀀스	bitrate (kbps)		평균 PSNR (dB)		수행시간 (sec)	
	BL	EL	BL	BL+EL	BL	BL+EL
All-Simple	551.93	952.62	34.25	33.47	41.47	192.42
All-Medium	550.87	949.34	34.57	33.72	73.998	618.32
Complex	549.21	952.92	34.60	33.82	115.66	1385.73

(c) City 영상시퀀스 (150프레임)

City 시퀀스	bitrate (kbps)		평균 PSNR (dB)		수행시간 (sec)	
	BL	EL	BL	BL+EL	BL	BL+EL
All-Simple	511.9	1000.3	33.4	31.5	16.49	80.12
All-Medium	511.9	1000.2	33.6	31.71	29.78	201.62
Complex	511.7	1000.2	33.6	31.73	47.02	559.57

(d) ICE 영상시퀀스 (150프레임)

ICE 시퀀스	bitrate (kbps)		평균 PSNR (dB)		수행시간 (sec)	
	BL	EL	BL	BL+EL	BL	BL+EL
All-Simple	512.08	999.5	40.21	39.40	15.59	76.35
All-Medium	512.00	999.8	40.65	39.76	28.59	183.42
Complex	521.07	1000.1	40.69	39.81	44.0	522.28

Soccer시퀀스는 부호화 모드의 통계적 특성 추출에 사용되지 않은 영상시퀀스로서 모의실험에 300프레임을 사용하였으며, complex모델에 비해 화질 측면에서의 성능 저하가 크지 않음을 볼 수 있다. 그러나, 수행 시간 측면에서 medium모델은 50%이상 단축시킬 수 있으며, simple모델은 약 20%내로 단축시킬 수 있음을 보인다.

부호화 모드의 통계적 특성 추출에 사용된 City와 ICE시

퀵스는 150프레임을 모의실험에 사용하였으며, Crew와 Soccer시퀀스 보다 medium모델이 complex모델에 유사한 성능을 보임을 알 수 있고, 또한, complex모델에 비해 simple모델은 1/7배 그리고 medium모델은 약1/2에서 1/3의 비율로 수행 시간 단축 효과를 보인다.

한편, 비트율 제어 기법에 의한 특성을 비교 분석하기 위해 QCIF 및 CIF급의 300프레임으로 구성된 Foreman 시퀀스에 대해 [14]와 동일한 조건으로 모의실험을 수행하였을 때, complex모델에 의해 기저 계층과 향상 계층은 41.05dB와 38.63dB 이었으며, [14]에서는 41.28dB와 38.96dB로서 약 0.2dB와 0.3dB정도의 저하를 보였다. 그러나, 이러한 성능 차이는 미미함을 알 수 있다.

그림 7은 통합 모델에 대한 프레임별 수행시간을 나타내

고 있다. 이 결과에서 알 수 있듯이 medium모델은 개개의 프레임별로 수행시간을 낮출 수 있으며, 특히, 프로세스의 최대 처리 시간 측면에서도 크게 시간을 단축시킬 수 있음을 확인할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 분석 제안한 바와 같이, 공간적 확장성을 갖는 SVC 부호기에서는 계층간, 또는 계층별 통계 특성에 기반을 두어, 부호화 모드의 연산을 제한함으로써 성능은 최적에 가깝게 유지하면서, 수행시간은 크게 단축시킬 수 있음을 알 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서는 현재 서비스되고 있는 T-DMB서비스를 기저 계층(Base Layer)으로 제공하고, 추가된 대역은 공간 향상계층 (Enhancement Layer)용으로 사용함으로써, 고품질 서비스를 제공하기 위한 AT-DMB의 부호기에 대해 연구하였다. 그러나 공간 확장성을 갖는 SVC 부호화 기법은 화면 내 예측 및 화면 간 예측 뿐 만아니라, 계층간 예측 기법 등을 사용하여, 부호화 효율을 극대화시킬 수 있으나, 복잡도가 매우 높아지는 문제점이 있다. 이를 위해 본 논문에서는 기저 계층과 향상 계층간에 부호화 모드 연산에서 매우 많은 중복성이 존재하고, 더불어 계층간 부호화 모드 연산의 중복성을 제거함으로써 부호기의 복잡도를 크게 줄일 수 있음을 보였다. 즉, 기저 계층과 향상 계층의 부호화 모드의 통계적 특성과 계층간 부호화 모드의 통계적 특성에 기초하여, 부호화 모드 사용 빈도수가 매우 낮은 부호화 모드를 부호화 모드 결정 연산에서 제거함으로써, 성능은 우수하게 유지하되, 수행시간은 크게 절감할 수 있는 부호기를 얻을 수 있음을 보였다. 특히, 향상 계층의 매크로블록 부호화 모드는 대응되는 기저 계층의 매크로블록의 부호화 모드에 의존적인 특성을 갖게 된다는 통계적 성질을 효과적으로 이용함으로써, 제한적인 부호화 모드 연산을 이룰 수 있었고, 이러한 특성을 갖는 부호기 모델을 제안하였다.

본 논문에서 제안한 방안은 기존의 T-DMB 서비스를 그대로 유지하면서, AT-DMB 서비스의 표준화 및 상용화를 위한 호환적인 부호기의 연구에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 앞으로, 본 논문에서 제안한 방

(a) Crew 영상시퀀스의 프레임별 수행시간

(b) Soccer 영상시퀀스의 프레임별 수행시간

그림 7. 통합 부호기 모델의 프레임별 수행시간

Fig. 7. Encoding Time Per Frame for Combined Encoder Model

식을 부호화 중에 선택적으로 부호화 모드를 적응적으로 제한하는 방안에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 초단파디지털라디오방송(지상파 DMB) 비디오 송수신 결합 표준-정보통신단체표준 한국정보통신기술협회, TTAS.K0-07.0026.pdf, 2004
- [2] ETRI, "T-DMB White Paper," Dec. 2006.
- [3] 전동산, 광상민 외 5인, "지상파 DMB 고도화 망에서의 스케일러블 비디오 부호화 기술", 대한전자공학회 전자공학회지, 제 44권 TC편 제1호, pp.1-9, Jan. 2007.
- [4] 최해철, 강정원, 배성준, 유정주, "스케일러블 비디오 부호화Phase1 기술", 대한전자공학회 논문지, 제 34권, pp.18-26, Aug. 2007.
- [5] ISO/IEC 14496-10:2005/FDAM 3, Information Technology - Coding of Audio-Visual Objects - Advanced Video Coding: Scalable Video Coding, July 2007.
- [6] Joint Video Team, "JSVM Software Manual (version JSVM 9.1)," ITU-T document, June 2007
- [7] Segall, C. A, Sullivan, G. J, "Spatial Scalability Within the H.264/AVC Scalable Video Coding Extension," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 17 no. 9, pp.1121-1135, Sept. 2007
- [8] Heiko Schwarz, Deltev Marpe and Thomas Wiegand, "Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.17, No.9, pp.1103-1120, Sept. 2007.
- [9] C. Andrew Segall and Gary J.Sullivan, "Spatial Scalability Within the H.264/AVC Scalable Video Coding Extension," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.17, No.9, pp.1121-1135, Sept. 2007.
- [10] Hung-Chih Lin, Wen-Hsiao Peng, and Hsueh-Ming Hang, "Low-complexity Macroblock Mode Decision Algorithm for Combined CGS and Temporal Scalability," Joint Video Team JVT-W029, JVT 23rd meeting, San Jose, USA, April 2007.
- [11] H.Li, Z.Li and C.Wen, "Fast Mode Decision Algorithm for Inter-frame Coding in Fully Scalable Video Coding", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.16, No.7, pp.889-895, July 2006.
- [12] 이 범식의 4인, "스케일러블 비디오 부호화에서 선택적 계층간 차분 신호 부호화 및 공간적 향상 계층에서의 모드 결정", 방송공학회 논문지, 제12권, 제6호, pp.596-610, Dec. 2007.
- [13] 나 태영의 5인, "영상 내용 특성과 주위 블록 모드 상관성을 이용한 H.264/AVC 화면간 프레임에서의 화면 내 예측 부호화 결정 방법과 화면 내 예측 고속화 방법", 방송공학회 논문지, 제12권, 제6호, pp.610 - 623, Dec. 2007.
- [14] 지상파 DMB 고도화망에서의 스케일러블 비디오 전송 및 소비기술에 관한 연구, 한국전자통신연구원 위탁연구보고서, pp.34-75, Jan. 2007.
- [15] Joint Video Team, "JSVM Software Manual (version JSVM 9.12)," ITU-T document, April 2008.
- [16] Yan Liu, Zheng Guo Li and Yeng Chai Soh, "Rate Control of H.264/AVC Scalable Extension", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.18, No.1, pp.116-121, Jan. 2008.

저 자 소 개

김진수

- 1991년 : 경북대학교 전자공학과 공학사
- 1993년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학석사
- 1998년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학박사
- 1997년 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
- 2000년 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 부교수
- 주관심분야 : 멀티미디어스트리밍, SVC, Distributed Video Coding, 디지털방송

박종갑

- 1994년 한림정보대학교 전산정보처리
- 1996년 : 한국방송통신대학 전지계산 이학사
- 1997년 : 강원대학교 전자공학 공학석사
- 2008년 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 박사과정
- 1983년 ~ 1998년 : 하이닉스(주) 구:현대전자(주) 근무
- 1999년 ~ 현재 : 한국폴리텍IV대학 멀티미디어과 부교수
- 주관심분야 : 멀티미디어스트리밍, 멀티미디어 컨버전스, 디지털방송

저 자 소 개

김 규 석

- 2007년 : 한밭대학교 멀티미디어공학전공 공학사
- 2007년 ~ 현재 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 석사과정
- 주관심분야 : 멀티미디어스트리밍, 영상통신, SVC

최 성 진

- 2007년 : 한밭대학교 멀티미디어공학전공 공학사
- 2007년 ~ 현재 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 석사과정
- 주관심분야 : 멀티미디어스트리밍, 영상통신, SVC

서 광 덕

- 1996년 2월 : KAIST전기 및 전자공학과 학사
- 1998년 2월 : KAIST전기 및 전자공학과 석사
- 2002년 8월 : KAIST전기 및 전자공학과 박사
- 2002년 8월 ~ 2005년 2월 : LG전자 선임연구원
- 2005년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 컴퓨터정보통신공학부
- 주관심분야 : 영상부호화, 영상통신, 멀티미디어통신시스템

김 재 곤

- 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1992년 2월 : KAIST전기 및 전자공학과 석사
- 2005년 2월 : KAIST전기 및 전자공학과 박사
- 1992년 3월 ~ 2007년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원/팀장
- 2001년 9월 ~ 2002년 11월 : 뉴욕 콜롬비아대학교 연구원
- 2007년 9월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 조교수
- 주관심분야 : 비디오 신호처리/코딩, 디지털방송 미디어, 미디어 컨버전스, 멀티미디어 통신