

MPEG-4 심플 프로파일 비디오 코덱의 구현

김 승 환*, 정 옥 현*, 김 선 태**, 김 범 호**, 마 평 수**, 호 요 성*

*광주과학기술원, 한국전자통신연구원**

전화 : 062-970-2263 / 핸드폰 : 011-9052-5739

Implementation of MPEG-4 Simple Profile Video Codec

Seung-Hwan Kim*, Wook-Hyun Jung*, Sun-Tae Kim**

Bum-Ho Kim**, Pyung-Soo Mah**, and Yo-Sung Ho*

*Kwangju Institute of Science and Technology (K-JIST)

**Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

E-mail : {kshkim, whjeong, hoyo}@kjist.ac.kr, {pmah, stkim10, mots}@etri.re.kr

Abstract

The MPEG-4 simple profile has desirable functionalities to provide a solution for real-time multimedia services. The MPEG-4 simple profile codec requires less complexity than other profiles in the MPEG-4; therefore, it is advantageous for real-time applications. In this paper, we have implemented an MPEG-4 simple video codec for real-time multimedia services.

I. 서론

최근 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 크게 늘어나면서 초저속 오디오/비주얼 부호화 방식의 구현에 많은 관심이 모아지고 있다. 특히, 정보가전을 위한 홈서버 플랫폼 기술을 개발하기 위해 방대한 정보량을 가지는 멀티미디어 신호를 전송채널의 대역폭이 작은 유선 통신망이나 무선 채널을 통해 효율적으로 전송하기 위해서는 MPEG-4 비디오 데이터를 압축하고 복원하는 기술의 개발이 필요하다.

최근에 완성된 MPEG-4 객체기반 동영상 부호화 방식은 인터넷이나 이동통신, 또는 초고속정보통신망을 통한 다양한 멀티미디어 통신 서비스에 사용될 수 있으므로, MPEG-4 기술을 자체적으로 개발하여 확보하는 것이 매우 필요하다. 또한, MPEG-4 표준의 확장성과 호환성의 특징을 최대한 살리기 위해 MPEG-4 코덱을 S/W로 구현할 필요가 있다. 특히, 사용자 단말기의 성능에 맞는 서비스를 제공하고, 무선통신 환경

을 고려해 채널 오류가 많은 환경에서도 사용자가 기본적인 화질을 보장받을 수 있도록 하기 위해 심플 프로파일(Simple Profile) 부호화 기능을 제공하는 영상 부호화 코덱의 개발이 절실하다.

MPEG-4 비디오 신호를 포함한 멀티미디어 서비스를 위해 송신측에서 압축된 비트열을 서버를 통해 클라이언트 측에 보낼 경우, 서버와 클라이언트의 처리 능력이 서로 다를 수 있으며, 전송 채널의 가용 대역폭도 변할 수 있다. 이러한 환경에서 데이터를 효과적으로 전송하기 위해서는 시/공간 계위 부호화를 지원하는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 MPEG-4 비디오 심플 프로파일을 지원하는 인코더/디코더를 S/W로 구현하고, S/W 프로토타입을 DSP 기반으로 최적화하였다.

II. 부호기 최적화

MPEG-4 표준에서 지원하는 프로파일에는 심플, 코아, 메인, 심플 스케일러블 프로파일 등이 있다. 심플 프로파일의 경우에는 MPEG-4에서 제공하는 가장 기본적인 기능들만을 수행하는 경우이다. 심플 프로파일은 I-VOP, P-VOP, 오류내성 기능, 제한되지 않은 움직임 벡터 찾기(unrestricted motion vector), 역방향 VLC에 대해서 지원하고 B-VOP에 대해서는 지원하지 않는다.

B-VOP의 경우에는 양방향 예측을 사용하기 때문에 시간적인 지연과 많은 메모리를 요구하는 문제가 발생한다. 이러한 점에서 볼 때 현 시점에서 심플 프로파일은 실제적으로 DSP 기반으로 실시간 영상전송

을 위한 가장 적합한 프로파일이라고 할 수 있다. 그림 1에서는 각 프로파일에서 지원하는 기능들에 대해서 잘 나타내고 있다.

프로파일 지원기능	심플	코아	메인	심플 스케일러블
I-VOP, P-VOP, AC/DC예측, 오류내성, 4MV, 긴축해더	공통 지원			
B-VOP	X	지원	지원	지원
P-VOP기반 스케일러빌리티	X	지원	지원	X

그림 1. 각 프로파일에서의 지원 기능

2.1 함수 및 멤버변수의 최적화

현재 Momusys 코덱에서 제공하는 심플 프로파일의 경우에는 약 700개에 해당하는 함수와 멤버변수들이 있다. 이는 MPEG-4 심플 프로파일과 지원기능 면에서 비슷한 H.263에 비하여 수배에 이르는 양이다. 따라서, S/W 최적화 및 DSP로 구현했을 때 코덱의 성능을 고려한다면 함수와 멤버변수의 삭제가 필수적으로 이루어져야 한다.

MPEG-4 표준에서 기본적으로 객체단위의 부호화를 목적으로 코드가 생성되었기 때문에 객체 단위로 부호화가 진행된다. 따라서 프레임 단위로 부호화를 하는 경우에도 한 프레임이 하나의 객체로서 간주되어 부호화된다. 또한 스케일러빌리티 기능에 대한 확장을 위해서 기본계층과 향상계층의 두 가지 계층으로 분리되어서 부호화된다.

MPE-4 표준의 이러한 특징 때문에 부호화 과정에서 VO, VOP, VOL 과 같은 구조체들이 형성되어 객체단위의부호화 및 스케일러빌리티 기능의 확장을 위한 목적으로 사용된다. 하지만 심플 프로파일의 경우에는 객체단위의 부호화 및 스케일러빌리티 기능을 지원하지 않으므로 위의 기능들을 위하여 제공되었던 구조를 가능하다면 단순하게 바꾸는 것이 좋다. 본 논문에서는 이러한 구조의 단순화를 위하여 VO, VOL에 있는 모든 구조체 변수를 삭제하였고 부호화를 위하여 반드시 필요한 경우에는 VOP구조체 안에 변수를 선언하여 사용하였다. 각각의 구조체 안에 있는 변수들을 제거하기 위해 심플 프로파일에서 사용하지 않는

변수들을 제거하였고 제거된 변수와 관련된 Put 함수 Get 함수를 모두 제거하였다. 심플 프로파일에서 사용하는 변수들 역시 부호화 과정에서 변하지 않는 상수의 경우에는 새로운 구조체를 만들어서 그 값을 직접 해당하는 부분에 넣을 수 있도록 하였다.

2.2 함수들의 통합

위에서 최적화한 방법 외에도 추가적으로 VO와 VOL 을 초기화를 위하여 Momusys 코덱 안에 있는 Mom_vo.c, Mom_vol.c 그리고 Mom_vop.c 안에 수많은 함수들이 사용되고 있다. 이러한 함수들은 대부분 여러 함수들을 계층적으로 포함하면서 사용되어지고 있는데 이러한 경우도 계층적으로 포함된 함수들을 제거하면서 동시에 제거된 함수들이 리턴 하는 값들을 찾아 대치 시켜줌으로서 부호화에 사용되어지는 함수들 최소화 하였다.

2.3 DSP 기반의 움직임 예측기

MPEG-4 비디오 심플 프로파일을 지원하는 인코더/디코더의 S/W 프로토타입을 최적화를 위한 함수 및 멤버변수 최적화와 더불어 DSP 기반의 최적화 역시 고려해야 할 중요한 사항이다. 최적화된 코덱이 DSP와 연결되어 실시간으로 동영상을 부호화하고 복호화 하기 위해서는 더 많은 성능의 향상이 요구되어진다. 이러한 관점에서 볼 때 부호기에서 가장 많은 계산량이 요구되어지는 움직임 예측 부분을 DSP 기반에서 이미 최적화 되어있는 DSP 범용 움직임 예측기를 사용함으로써 성능의 최적화를 가져올 수 가 있다.

이러한 DSP 기반의 움직임 예측기를 사용하기 위해서는 많은 작업들이 선행 작업들이 수행되어야 한다. 왜냐하면 Momusys 코덱에서 제공하는 움직임 예측의 구조와 DSP 라이브러리에서 제공하는 움직임 예측의 구조에는 많이 차이가 있기 때문이다. 또한 각각의 움직임 예측기에 들어가는 입력이나 출력 변수가 모두 다르므로 이를 동일하게 맞추어 주는 작업도 추가적으로 요구되어진다.

그림 2에서는 Momusys 코덱에서 제공하는 움직임 예측기의 구조를 나타낸다. 그림 2와 같이 5개의 계층적인 구조로 움직임 예측기가 구성되어있다. 이러한 구조를 DSP 움직임 예측기 구조로 변화시키기 위하여 MotionEstimatePicture 함수와 하위 함수들을 제거하여 그림 3과 같은 DSP 움직임예측기 형태로 구현 하였다. 그림 3은 DSP 기반의 움직임 예측기 사용을 위해 DSP 라이브러리에서 제공하는 구조와 동일하게

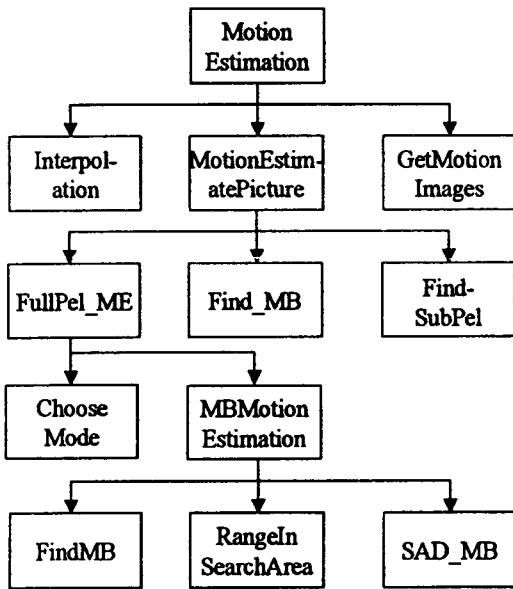


그림 2. Momusys 기반의 움직임 예측 변형한 Momusys 코덱의 움직임 예측기의 구조이다.

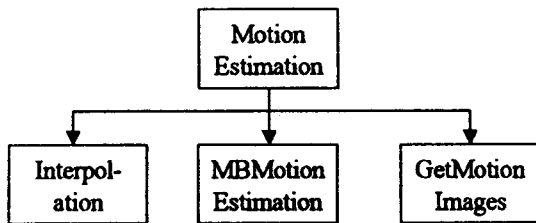


그림 3. DSP 기반으로 변형된 움직임 예측

III. 복호기 최적화

복호기 구현에서 우선되어야 할 사항은 복호기는 MPEG-4 심플 프로파일을 통해 부호화 된 어떠한 비트스트림도 복호할 수 있어야 하는 범용(public use) 복호기이어야 한다는 점이다. 따라서 심플 프로파일을 통해 생성 가능한 비트스트림의 종류를 다 처리할 수 있는 기능을 모두 보유하면서 동시에 DSP 구현의 목적에 적합하도록 충분히 각각의 기능과 함수들이 최적화되어 있어야 한다. 그러므로 우선 MPEG-4 심플 프로파일을 거친 비트스트림을 분류할 필요가 있다.

MPEG-4 심플 프로파일에서 구현된 부호기에서 부호화 된 비트스트림을 분류하면 크게 두 가지로 구분된다. 첫 번째는 오류 내성 부호화 기법이 적용되지 않은 비트스트림이고 두 번째는 오류 내성 부호화 기법을 통해 부호화 된 비트스트림이다. 이 오류 내성 부호화 기법에서는 세 가지 기능, 즉 재동기점(resynchronization marker), 데이터 분할, 그리고 양방

향 가변길이 부호화 기법이 지원된다. 현재 MPEG-4 심플 프로파일에서는 이 순서로 뒤쪽의 기능들은 반드시 자신보다 앞에 위치한 기능들을 반드시 수반하도록 설계되어있다.

그리고 이 두 가지 비트스트림에 모두 적용될 수 있는 기능을 살펴보면 먼저 동일 주기로 인트라 화면을 강제로 넣는 인트라 재생 기법이 있다. 인트라 재생 기법은 전송 오류의 시간적 전파 방지에 큰 기여를 하므로 큰 의미에서 오류 내성 부호화 기법으로 간주할 수 있지만 심플 프로파일에서 독립적으로 취급하지 않으므로 오류 내성 부호화 기법 안으로 포함시키지는 않는다. 또한 H.263 부호기를 통해 부호화 된 동영상 데이터를 복호하기 위한 short video header에 관련된 기능도 지원할 수 있도록 한다. 양자화 테이블 또한 H.263 기반의 양자화 테이블과 MPEG-1을 기반 하는 양자화 테이블 모두 지원하여야 한다.

하지만 보다 단순화된 복호기의 구현을 위해 블록화 현상 제거 필터(deblocking filter)를 비롯한 후처리 필터들의 함수들은 모두 제거하였다. 또한 현재 MPEG-4에서 동영상의 구조를 이루고 있는 vo, vol, vop에서 사용되지 않은 구조체 및 하위 멤버(member) 변수들을 제거하였다. 이 과정에서 복잡도 예측(complexity estimation)에 관련된 기능들과 변수들 역시 제거하였다. 그리고 이 세 구조에서 동일한 역할을 하는 많은 변수들을 하나로 통합하여 메모리 사용에 이득을 주었고, 이들 변수 하나하나를 접근(access)하는 메모리 관련 함수들을 대역 변수 사용으로 대체하여 DSP 구현에서 중요한 메모리 접근 빈도를 최소화시켰다.

IV. 심플 프로파일 구현 및 성능 평가

이번 절에서는 MPEG-4에서 제공하는 심플 프로파일 코덱을 최적화하고 DSP 움직임 예측기를 사용함으로써 얻은 성능의 향상에 대해서 설명한다. 성능을 비교함에 있어서 초당 부호화 율을 움직임이 많은 화면과 적은 화면에 대하여 각각 비교하였다. 코드 자체의 최적화 관점에서 변화된 함수와 구조체 내의 멤버 변수의 개수 및 실행파일의 크기를 비교하였다.

또 1은 목표 비트율을 300 kbps로 설정했을 때, 최적화된 심플 프로파일의 코덱과 최적화되기 전의 코덱과의 부호기 복호기에서 성능을 비교하였다. 실험에 사용한 영상은 Foreman 영상을 사용하였으면 사용한 영상은 352 × 288 해상도의 CIF 영상과 176 × 144 해상도의 QCIF 영상 300 프레임을 사용하였다. 시플레이션에 사용된 CPU는 펜티엄 IV 1.5GHz 이다.

표 1. 최적화된 코덱의 성능 비교(Foreman)

구분 코덱	영상 크기	최적화전 코덱 (sec)	최적화된 코덱 (sec)
부호기	CIF	22.3	9.9
	QCIF	10.2	4.1
복호기	CIF	10.0	7.8
	QCIF	4.2	2.3

표 2는 Akiyo 영상 300 프레임을 사용하여 표 1에서 비교한 바와 같은 최적화된 코덱의 성능을 비교하였다. 표 1에서 비교한 Foreman 영상은 같은 프레임을 비교하였을 때 Akiyo 영상에 비하여 움직임이 많아서 비교적 많은 시간을 요구하였다. 이러한 시간의 차이 문제는 최적화전 코덱이나 최적화된 코덱 모두에서 움직임 예측 방법을 사용할 때 다이아몬드 탐색 방법을 이용하면서 MAD 값이 일정한 임계값 내에 있을 경우 빠른 계산을 위하여 MV값을 바로 결정하기 때문에 움직임이 적은 영상에서는 더 적은 계산 량이 요구되기 때문이다. 표 2에서 보는 바와 같이 이와 같은 움직임이 적은 영상에 대해서도 최적화된 코덱에서 2배 이상의 성능 향상을 보이고 있다.

표 2. 최적화된 코덱의 성능 비교(Akiyo)

구분 코덱	영상 크기	최적화전 코덱 (sec)	최적화된 코덱 (sec)
부호기	CIF	20.3	8.3
	QCIF	9.1	3.4
복호기	CIF	9.5	5.8
	QCIF	3.9	2.3

표 3에서는 최적화된 코덱의 함수 및 멤버변수에서의 최적화된 정도를 양 적으로 잘 나타내주고 있다. 실제로 심플 프로파일에서 불필요한 함수를 제거하였으며 여러 초기화에 사용되는 함수들을 한 개의 함수로 통합하여 DSP 관점에서 최적의 성능을 갖도록 하였다. 실행파일의 크기도 부호기의 경우 최적화되기 전 210K 바이트(Byte)에서 108K 바이트(Byte)로 감소하였고 복호기의 경우에도 196K 바이트(Byte)에서 130K 바이트로 감소하였다. 복호기의 경우는 범용 복호기 구현을 바탕으로 하였기 때문에 상대적으로 부호기에 비하여 양적인 최적화 정도는 적을 수밖에 없다.

표 3. 최적화된 코덱의 함수 및 멤버변수

구분 코덱	타입	최적화전 코덱	최적화된 코덱
부호기	함수	678	155
	멤버변수	652	157
복호기	함수	234	170
	멤버변수	227	122

V. 결 론

본 논문에서는 MPEG-4에서 제공하는 심플 프로파일 S/W의 프로토타입을 만들고 심플 프로파일에 주어진 알고리즘을 부분적으로 최적화하여, MPEG-4 비디오 부호화 표준에 맞게 최적화된 소프트웨어 기술을 개발하였다. 이와 더불어 DSP 상에서 최적화된 성능을 위하여 소프트웨어 기반으로 DSP 움직임 예측기를 구현하였다. 그밖에도 최적화된 S/W가 DSP에 잘 호환되도록 하기 위한 기술에 대하여 분석하였다. 개발된 DSP 기반의 최적화된 MPEG-4 심플 프로파일 S/W 기술은 정보가전 뿐만 아니라 무선 인터넷 상으로 사용자의 단말기 성능과 효율을 고려하여 실시간으로 영상 데이터 전송이 가능하도록 한다.

감사의 글

본 연구는 광주과학기술원(K-JIST)과 광주과학기술원 실감방송 연구센터를 통한 대학IT연구센터(ITRC), 그리고 교육부 두뇌한국21(BK21) 정보기술사업단의 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC 14496-5/FDAM1 (MPEG-4 Video Reference Software), ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG01/N3769, Jan. 2001.
- [2] MPEG-4 Video Verification Model version 18.0, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG01/N3908, Jan. 2001.
- [3] Y. Wang, J. Ostermann, and Y.Q. Zhang, "Video Processing and Communications," Prentice Hall, pp. 442-453, 2002.
- [4] 영상정보 압축의 표준 기술 개론, 한국전자통신연구원, 2000.
- [5] 미키 스케이치, MPEG-4의 세계, 영풍문고, 1998.