

IMT-2000 서비스 위한 MPEG-4 비디오 압축 기술

1. IMT-2000과 MPEG-4 표준

최근 차세대 디지털 이동통신 서비스를 위한 IMT-2000 방식의 국제 표준화 작업이 활발히 진행되고 있다. 제3세대 IMT-2000 디지털 이동통신 방식에서는 범 세계적인 이동전화 가입자의 이동성을 보장하기 위한 국제적인 로밍(Global Roaming) 서비스뿐만 아니라, 음성과 저속 데이터 서비스에 머물고 있는 이동전화에서도 영상을 포함한 멀티미디어 신호 전송과 고속 데이터 서비스를 제공할 것으로 기대된다.

현재 제3세대 이동통신 시스템의 국제 표준화 작업을 담당하고 있는 3GPP(The Third Generation Partnership Project)와 3GPP2(The Third Generation Partnership Project 2)에서는 고속 데이터 전송에 관련된 표준화 작업을 진행하고 있다. 제2세대 이동통신 방식에서 지원하는 데이터 전송 속도는 9.6 kbps인데 비해, 제3세대 IMT-2000 방식에서는 10배에서 200배에 이르는 빠른 데이터 전송 속도를 지원할 예정이다. 구체적으로 말하면, IMT-2000 방식에서는 이동하는 차량 환경에서 144 kbps까지, 옥외의 보행자 환경에서는 384 kbps까지, 옥내의 정지 환경에서는 2 Mbps까지의 데이터 전송 속도를 지원한다.

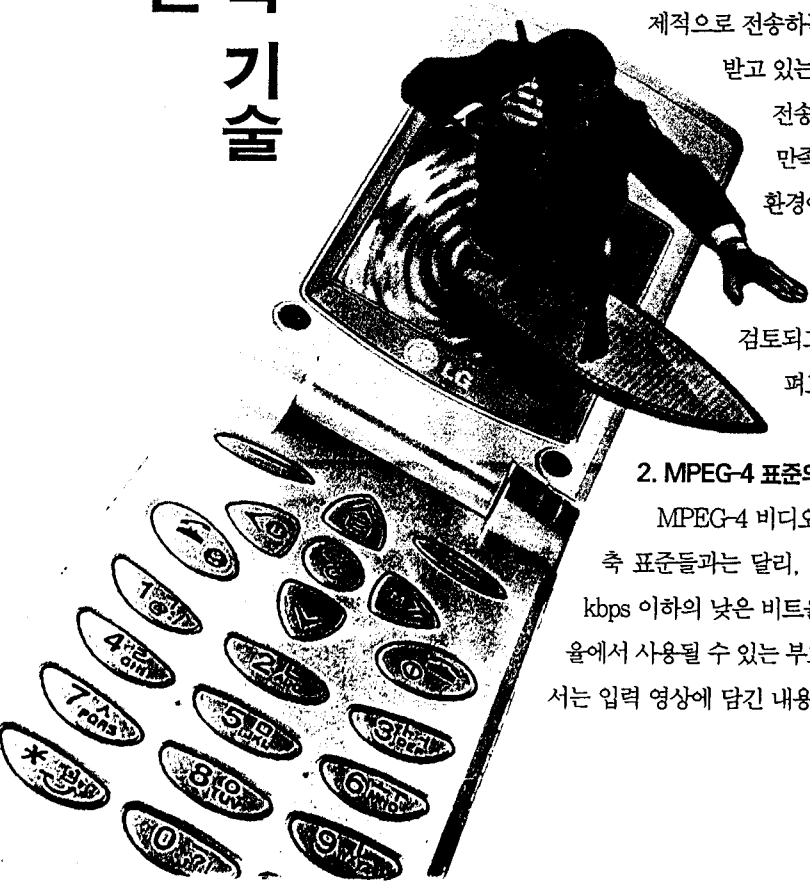
디지털 신호처리, 통신, 컴퓨터 기술이 발전함에 따라, 사람의 시각과 청각을 이용한 디지털 멀티미디어 정보 서비스들이 급속도로 확산되고 있다. 이에 발맞추어 멀티미디어 신호의 압축 부호화 방식을 담당하는 ISO/IEC의 JTC1/SC29/WG11에서는 MPEG-1 표준과 MPEG-2 표준을 제정하여 영상을 중심으로 한 비디오 CD, 영상 회의, 원격 강의, 주문형 비디오, 디지털 TV, 고선명 TV 등 여러 응용 분야에 성공적으로 이용하고 있다. 이러한 MPEG-1 표준과 MPEG-2 표준은 디지털 비디오/오디오 신호를 디지털 저장 매체에 효율

적으로 저장하거나, 일정한 전송률을 가지는 통신로를 이용하여 디지털 정보를 경제적으로 전송하는데 중점을 두고 있다. 하지만 이러한 표준들은 최근 각광을 받고 있는 인터넷이나 이동통신과 같이 전송 주파수 대역이 아주 작은 전송 채널에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 요구 조건을 만족시키지 못한다. 따라서 전송률이 제한된 이동통신과 인터넷 환경에서 영상신호를 포함한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 MPEG-4라고 불리는 새로운 표준을 만들고 있다.

본 논문에서는 IMT-2000 방식의 비디오 코덱 모듈로 검토되고 있는 MPEG-4 비디오 압축 표준의 특징과 주요 기능을 살펴보고 있다.

2. MPEG-4 표준의 주요 기능

MPEG-4 비디오 표준은, 단순히 블록 단위의 부호화를 수행하던 기존의 압축 표준들과는 달리, 압축 효율이 높은 차세대 영상 부호화 방식을 채택하여 64 kbps 이하의 낮은 비트율에서 수 Mbps의 높은 비트율에 이르기까지 광범위한 전송율에서 사용될 수 있는 부호화 기술을 포함하고 있다. 기존의 영상 압축 부호화 방식에서는 입력 영상에 담긴 내용과는 관계없이 영상의 화소 값만을 기본으로 데이터 압축을

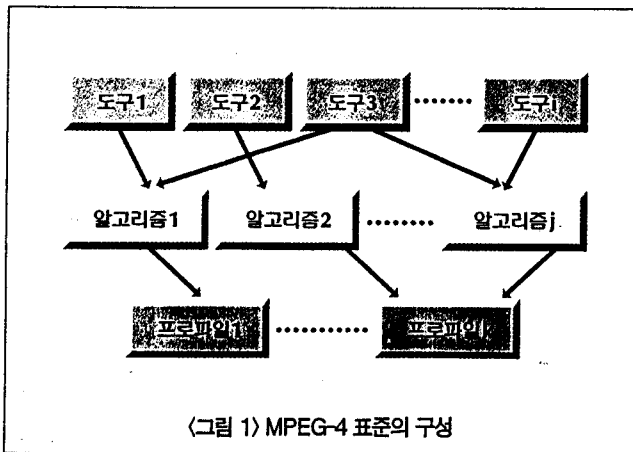


수행한다. 그러나 영상에 포함되어 있는 내용을 고려하지 않는 기존의 압축 방식은 그 성능에 한계가 있기 때문에, 통신, 방송, 컴퓨터 등의 다양한 멀티미디어 서비스의 응용 분야에서 요구되는 여러 가지 기능을 모두 충족시키기 곤란하다. 따라서 MPEG-4 표준에서는 영상의 내용에 대한 이해를 바탕으로 내용기반 부호화(Content-based Coding)에 중점을 두고 있다. 이 내용기반 부호화에서는 영상 내용을 객체(Object) 단위로 나누어 처리하여 전송하므로, 사용자의 의도에 따라 다양한 형태의 조작과 디스플레이가 가능하다. 즉, 사용자는 기존의 수동적인 입장에서 탈피하여, 사용하는 서비스의 내용을 자신의 기호에 따라 좀더 능동적으로 조작하여 자신에게 적합한 환경을 만들어 사용할 수 있다.

MPEG-4 표준화 활동에서는 그 동안 MPEG-4 표준의 응용 및 접근 방법에 대해 제안된 여러 가지 의견들을 검토하고 수렴하면서, MPEG-4 표준에서 갖추어야 할 주요 기능들을 정의하였다. 이러한 기능들은 앞서 설명한 MPEG-4 표준의 근본 취지를 뒷받

〈표 1〉 MPEG-4 표준의 주요 기능

기능 분류	주요 기능
내용기반 대화형 기능	멀티미디어 데이터의 접근 도구
	처리 및 비트열 편집
	복합영상 부호화
	향상된 시간 방향으로의 임의 접근
초 고압축 기능	향상된 압축 효율
	복수개 영상의 동시 부호화
광범위한 접근 기능	오류에 민감한 환경에서의 강인성
	내용기반의 다단계 등급 부호화



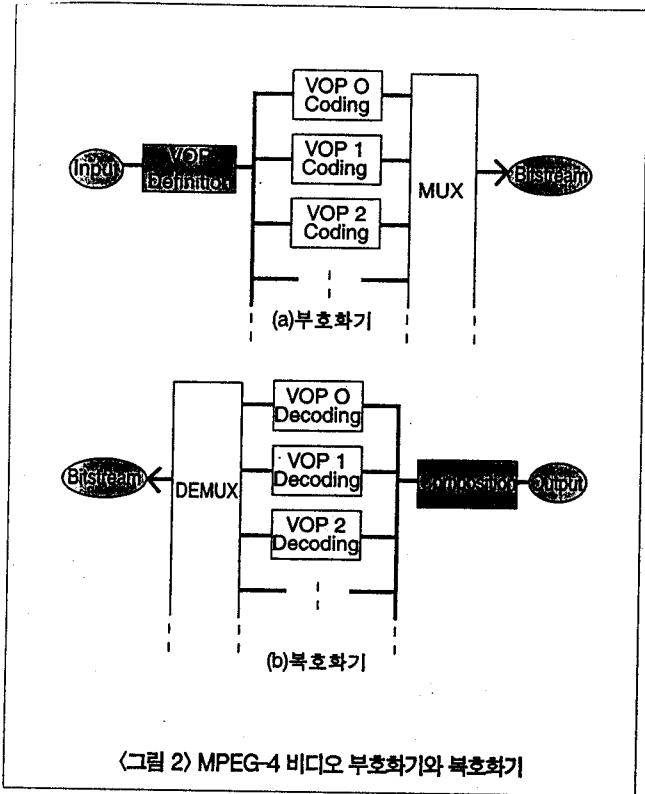
침하며, 기존의 표준 방식들이 지원할 수 없는 내용들을 포함하고 있다. [표 1]에는 MPEG-4에서 지원해야 할 주요 기능들을 세 개의 큰 범주로 나누어 정리하였다.

3. MPEG-4 표준의 구조

MPEG-4 표준은 멀티미디어 환경의 다양한 조건에서 디지털 데이터의 효율적인 저장, 전송, 조작을 가능케 하는 기능 도구와 알고리즘을 제공한다. 또한 MPEG-4 표준은 현재 빠른 속도로 확산되고 있는 저가격, 고성능 멀티미디어 통신 서비스를 고려해야 하며, 기존의 방식들도 모두 지원할 수 있다. 특히 양방향성(Interactivity), 높은 압축률(High Compression Ratio) 및 다채로운 접속을 포함하여 급속히 발전하는 관련 기술들을 쉽게 이용할 수 있도록 융통성(Flexibility)과 확장성(Extensibility)을 제공한다. 즉, MPEG-4 표준을 이용하면 기존의 단방향 통신에서 벗어나 사용자가 필요에 따라 정보를 요구하고 선택할 수 있는 양방향 서비스 실현할 수 있다.

MPEG-4 표준은 새로이 등장할 디지털 멀티미디어 신호처리 기술을 포용할 수 있으며, 어떤 문제에 대해서도 완전한 해결책을 제공할 수 있어야 한다. 따라서 MPEG-4 표준의 구조는, (그림 1)과 같이, 크게 기능 도구(Functional Tool), 알고리즘(Algorithm), 프로파일(Profile)과 구문 법칙(Syntax)의 네 개의 요소로 나눌 수 있다. MPEG-4 표준화 작업에서는 표준을 구성하는 기능 도구, 알고리즘, 프로파일 및 구문 기술을 위한 언어들 개발하고 검증하며, 실제 응용 분야에서 필요한 정보를 효율적으로 제공할 수 있도록 고려한다.

여기서 기능 도구는 구문 법칙을 기술하는데 사용되며, 움직임 보상이나 윤곽선 표현 등 한가지 기능만을 수행하는 기본적인 기법이다. 그리고 알고리즘은 한 가지 이상의 기능을 구현하기 위해 선택된 기능 도구들의 결합을 말한다. 알고리즘의 예로는 MPEG-2 다중화 방법이나 MPEG-1 오디오 압축 방법을 들 수 있다. 프로파일이란 구체적인 응용을 위해 특정한 동작을 수행하는 한 개 이상의 알고리즘을 조합한 규정이다. MPEG-2 표준에서 MP@ML(Main Profile at Main Level)이 그 좋은 예이다. 구문 법칙은 기능 도구, 알고리즘, 프로파일을 선택하거나 기술하는 규칙이며, 이를 확장할 수 있게 하는 기술 언어(Description Language)이다.



4. MPEG-4 비디오 코덱

MPEG-4 비디오 표준은 효율적인 압축(Efficient Compression), 내용기반 계위(Content-based Scalability), 시공간 계위(Spatio-Temporal Scalability), 에러 내성(Error Resilience)과 같은 기능을 제공할 수 있는 기능 도구들과 알고리즘으로 구성된다. 이를 위해 MPEG-4 표준에서는 내용에 기반한 영상 표현법을 사용하며, 이는 기존의 기법과는 달리 화면을 모양(Shape) 정보, 움직임(Motion) 정보, 질감(Texture) 정보의 속성을 가지는 비디오 객체로 분리하여 처리한다. 이러한 내용기반 표현법은 다양한 멀티미디어 응용에서 객체 사이의 상호 관계를 정립하여, 이들의 접근(Access)과 조작(Manipulation)을 수월케 한다. 따라서 사용자는 화면내의 임의의 객체에 쉽게 접근할 수 있고, 이러한 객체들을 마음대로 조작할 수 있다.

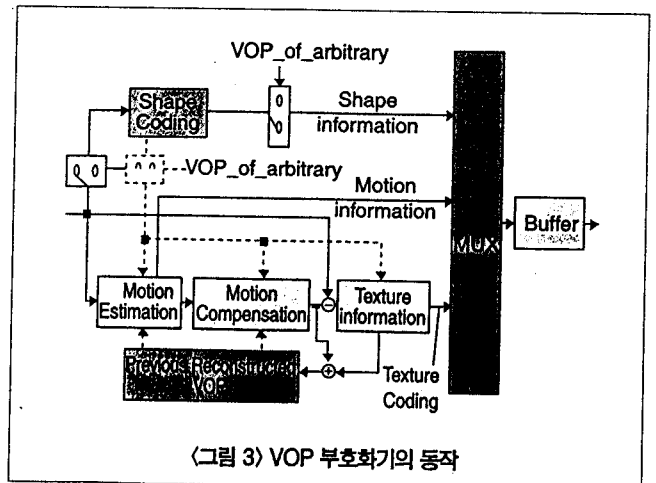
MPEG-4 비디오 표준에서 사용하는 VOP(Video Object Plane)란 사용자가 부호화된 비트열로부터 접근하거나 조작할 수 있는 비트열의 기본적인 구성 요소를 말한다. 부호화기에서는 VOP 자체의 재현을 위해 부호화된 정보와 함께, 복원된 VOP가

화면에 출력될 시간과 위치에 관한 편집(Composition) 정보를 보낼 수 있다. 복호화기에서 사용자가 임의로 재현된 VOP의 편집 정보를 변경하여 출력될 영상 화면을 바꿀 수도 있다. [그림 2]는 VOP를 사용하는 MPEG-4 비디오 표준의 부호화기와 복호화기 구조를 나타낸다.

VOP 정의부에서는 기존의 영상 신호를 VOP 단위로 분할하는데, 자동적으로 원하는 물체를 분할하여 만들 수도 있고, 인위적으로 분리해 낼 수도 있다. 여기서 VOP를 분리하는 객체 분할(Object Segmentation) 작업은 MPEG-4 표준화의 직접적인 대상은 아니다.

MPEG-4 표준에서는 객체별로 부호화를 수행하므로 각 객체에 따라 가장 적절한 처리 방법을 선택하여 사용할 수 있다. 따라서 부호화기에서는 다양한 처리 알고리즘을 모두 수용할 수 있어야 한다. 이와 같은 요구 조건을 해결하기 위한 가장 효과적인 방법은 부호화기는 단지 기본적인 부호화 도구만 가지고 있고, 복호화를 위한 알고리즘은 부호화기나 다른 분산망으로부터 전달받는 것이다. 따라서 부호화기는 압축된 데이터를 전송하기 이전에 사용된 알고리즘을 약속된 규약에 따라 표현하고, 이를 먼저 복호화기에 전달한다. 그러면 복호화기는 미리 약속된 규약에 따라 사용된 알고리즘을 구하여 객체 재현에 필요한 동작을 준비하고, 이를 이용하여 전송받은 데이터를 처리한다.

[그림 3]은 VOP 부호화의 일반적인 동작을 설명하고 있다. 먼저 부호화 동작이 시작되면 모든 VOP들에 대해 적절한 부호화 방법을 적용한다. VOP가 임의의 물체가 아니라 기존의 프레임으로 구성된다면, 모양 정보 부호화와 관련된 블록은 필요치 않으므로



로 모든 스위치가 오프(off)된다. 임의의 모양을 가진 물체인 경우에도 움직임 보상과 신호정보 부호화는 기존의 방식과 마찬가지로 16 x 16 혹은 8 x 8의 블록 단위로 수행된다. 그러나 VOP의 모양 정보가 전송될 경우, 물체 경계에 있는 블록의 내부에는 일부만이 물체로 채워지므로 임의의 모양에 맞는 신호정보 부호화 방식을 사용해야 한다.

MPEG-4 비디오 압축 표준의 기술적인 주요 내용을 간추려 보면 다음과 같다.

(1) 압축 효율

영상 회의, 인터넷 게임, 디지털 TV와 같이 영상 정보의 전송을 포함하는 대부분의 멀티미디어 응용에서는 부호화 압축 효율이 매우 중요하다. 따라서 MPEG-4 표준에서는 현재 존재하는 부호

화 표준 알고리즘을 개선하기 위해 많은 방법을 포함하고 있다.

(2) 에러 내성

다양한 종류의 저장 미디어나 전송 미디어에서 영상 정보를 이용할 때, 도중에 발생할 수 있는 전송 오류에 대한 강인함(robustness)이 문제가 된다. 특히 급속히 증가하는 이동통신의 무선 망을 통해 영상 정보를 접속할 경우 전송 오류에 대한 대책은 매우 중요하다. MPEG-4 표준에서는 한정된 주파수 대역을 이용하여 전송할 경우 에러 내성에 유용한 도구들을 포함하고 있다.

(3) 모양 정보와 알파 평면 부호화

VOP는 영상에서 의미를 가지고 있는 하나 혹은 그 이상의 객체들로 구성될 수 있는데, 각 물체의 신호 정보(Y, U, V)와 더불어

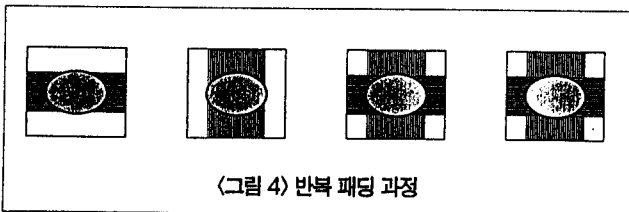
모양 정보도 함께 필요하다. 이와 같은 VOP 개념을 사용하는 MPEG-4 표준에서는 기존의 부호화 기술을 모두 포함한다. 즉 연속 영상에서 각 화면이 하나의 직사각형 VOP로만 구성되고 출력될 시간 간격도 일정하다면, 이것은 기존의 프레임 단위 부호화 기술과 같다.

한편, 출력 화면 구성을 위해 VOP들의 편집에 사용되는 모양 정보는 VOP의 투명도를 나타내는 알파 값으로 구성되는 알파 평면(Alpha Plane)으로 표현된다. 투명도는 두 VOP가 합쳐질 때 뒤에 있는 VOP가 어느 정도 보일 수 있는가를 나타낸다. 알파 값이 0이면 뒤에 있는 VOP가 완전히 보이는 것을 의미하며, 알파 값이 255이면 뒤에 있는 VOP가 완전히 가려짐을 의미한다. 알파 평면은 알파 값이 가질 수 있는 범위에 따라 8비트의 알파 평면과 1비트의 알파 평면으로 구분할 수 있다. 8비트의 알파 평면은 알파 값들이 0에서 255 사이의 값(8비트)으로 표현되며, 1비트의 알파 평면은 단순히 물체 밖을 0으로 물체 안을 255로 표현한다.

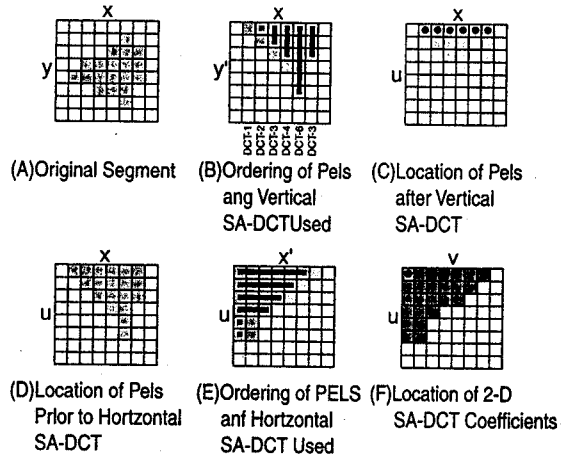
(4) 임의의 모양을 가지는 영역의 질감 부호화

VOP는 임의의 형태를 가지므로 경계 영역의 부호화 방식이 필요하다. 일반적으로 물체의 경계를 구분하여 부호화하기 때문에, 경계 영역에서 물체는 정방형 블록들로만 분할될 수는 없다. 즉, 경계 영역에서는 정방형 블록의 일부에만 물체 신호가 채워질 수 있다. 따라서 이와 같은 형태의 블록들에 대해서, [그림 4]에 도시한 것과 같은, 반복 패딩 기법 (Repetitive Padding Technique)을 이용하여 물체 신호가 채워지지 않은 정방형 블록의 일부 영역을 물체 경계의 신호 값으로 채운 뒤에 효율적 부호화 기법을 적용한다.

SA-DCT (Shape Adaptive DCT)에서는 물체 내부의 신호만을 이용하여 부호화한다. SA-DCT는 [그림 5]와 같이 임의의 모양을 가진 물체를 의미하는 VOP 개념에 일치하며, VOP내의 신호 정보만을 고려하여 부호화하므로 실제 신호의 중복성만을 효율



〈그림 4〉 반복 패딩 과정



〈그림 5〉 SA-DCT 부호화의 예

적으로 제거할 수 있다. 또한 변화 계수를 전송할 때 물체 내부만을 지그재그로 주사하여 길이를 줄일 수 있어 유리하다.

(5) 다중기능 부호화 도구와 알고리즘

다중기능 부호화는 여러 기능의 내용 기반 도구들을 제공하는 데 그 목적이 있다. 예를 들면, 인터넷이나 데이터베이스 응용에서 객체 기반의 시공간 계위는 내용 기반의 접근을 통해서 제공된다. 마찬가지로 멀티미디어 이동통신 응용에서 시공간 계위는 전송을 위한 채널 대역폭 계위를 위해 유용하다.

5. 맺음말

지금까지의 디지털 영상 기술은 주로 디지털 TV와 VOD와 같은 방송이나 통신 서비스에만 중점을 두어 왔다. 그러나 현재 완성되어 가고 있는 MPEG-4 표준에서는 일반 전화망이나 이동통신망과 같은 전송 주파수 대역이 작은 채널에서도 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있고, 인터넷상에서도 3차원 가상 현실을 구현할 수 있는 기술을 포함하고 있다. 따라서 MPEG-4 표준이 기존의 표준보다 훨씬 더 넓은 분야에 사용될 수 있으며, 추후 다양하게 확장될 수 있다. 그러나 요즘 멀티미디어 분야는 아주 방대하며 워낙 빠르게 발전하기 때문에, 이에 관련된 요소 기술들은 지속적으로 개발되어야 한다. 현재 완성되어 가고 있는 MPEG-4 표준은 멀티미디어 산업의 발전에 크게 이바지함은 물론, 이상적인 멀티미디어 통신 세계를 앞당기는데 크게 기여하리라 기대한다.