

《主 題》

# 영상부호화 기술 동향

남 재 열 · 안 치 득 · 정 주 흥

(한국전자통신연구소 영상통신연구실)

■ 차

레 ■

I. 서 론

II. 디지털 영상 부호화 기술

III. 영상부호화 기술 국제 표준화 동향

IV. 결 론

## I. 서 론

컴퓨터와 통신, 방송등 다중매체가 결합, 통합된 다중미디어 환경이 다양하게 발전하여 급세기 말부터는 정보통신 분야의 꽃이라할 수 있는 멀티미디어 시대가 열릴 것이다. 멀티미디어를 지원해주는 핵심 요소 기술로는 디지털화와 더불어 디지털 영상 압축 기술이 있다.

디지털 영상 압축 기술의 필요성을 간단히 논하자면 현재의 NTSC 방식의 TV 신호는 초당 180M비트의 데이터량을 갖고 있는데, 이를 CD(Compact Disk, 용량: 약 6.25G비트) 한장에 담으면 약 35초의 분량이 된다. 이 정도의 정보 저장 능력으로는 충분한 길이의 동영상 데이터를 저장할 수 없게 된다. 따라서 CD 한장에 많은 영상 데이터를 저장하기 위한 기술이 개발되었는데, 이것이 바로 디지털 영상 압축 기술이다. 디지털 영상 압축 기술을 이용하면, 그 압축 정도에 따라 많은 데이터를 저장할 수 있어 매우 효율적이라 할 수 있다. 압축을 한마디로 요약하면, 영상등이 갖는 공간적, 시간적 중복성을 제거함으로써 영상을 표시하는데 필요한 데이터량을 줄이는 것이다.

디지털 영상 압축 기술로는 크게 영상의 예측성(Predictability), 불규칙성(Randomness) 및 평탄성(Smoothness) 등의 특성을 이용하는 예측부호화와 영상을 다른 영역으로 변환함으로써 많은 정보들이 몇개의

샘플들에 집중되는 에너지 집중 현상(Energy packing effect)을 이용하는 변환부호화로 나눌 수 있다. 이러한 압축 방식들은 일반적으로 손실허용(Lossy) 압축 기법들인데 엔트로피 부호화와 같은 디지털 데이터를 손실없이 압축하는 기법들도 많이 개발되었다.

또한 디지털 영상 압축기술의 발달과 ISDN, B-ISDN, 위성등 전송매체의 발달에 힘입어 다양한 A/V(Audio/Video) 서비스 수요가 등장함에 따라 다양한 시스템간, 지역간의 interoperability 등을 보장하기 위한 영상 코덱 기술 표준화의 필요성이 자연스럽게 대두되었다. 영상 부호화 관련 표준화는 맨 먼저 정지 영상 부호화를 위한 표준방식인 JPEG 방식 개발을 시작으로 영상회의 및 영상전화용의 H.261 이 완성되었으며 디지털 매체 뿐만아니라 통신, 방송용으로 이용될 수 있는 동영상 압축 방식인 MPEG 표준이 완성되었다. 특히 동영상 부호화 표준인 MPEG 방식은 향후 디지털TV, HDTV, ATM용 비디오 코덱등 다양한 분야에서 표준 방식으로 채택되어 이용될 것이다.

본고에서는 먼저 디지털 영상 압축 기법들 중에서 Waveform 부호화 기법에 속하는 변환부호화, 벡터양자화, 대역 분할 부호화, 예측부호화 및 엔트로피 부호화에 대해서 간단히 살펴보고, 영상 코덱 관련 표준화동향을 간단히 소개하고자 한다. 특히 이들 표준화 활동 중에서 최근 많은 관심을 모으고 있는 MPEG-비디오 표준화 활동, 알고리즘 및 응용에 대해서도 간

단히언급하고자 한다.

### II. 디지털 영상 부호화 기술

일반적인 TV 영상은 약  $512 \times 512$ 의 공간 해상도를 갖고 있다. 각 색신호를 8비트로 표현하고 1초에 30프레임을 전송할 경우 원영상은 거의  $180 \times 10^6$  비트/초의 데이터량을 전송하여야 한다. 따라서 디지털 영상 전송 및 저장을 위한 넓은 채널 대역폭 및 많은 메모리 요구사항은 자연스럽게 영상 압축 기법의 개발을 필요로 하게 되었다. 디지털 영상 압축 기법들은 크게 영상의 예측성(Predictability), 불규칙성(Randomness) 및 평탄성(Smoothness) 등의 특성을 이용하는 예측 부호화와 영상을 다른 영역으로 변환함으로써 많은 정보들이 몇개의 샘플들에 집중되는 에너지 집중 현상(Energy packing effect)을 이용하는 변환부호화 나눌 수 있다. 또한 디지털 데이터를 손실없이 압축하는 기법들도 많이 개발되었다. 본 절에서는 이들 중 영상코덱 및 표준화 등에 널리 이용되고 있는 변환부호화, 벡터양자화, 대역분할부호화, 예측부호화 및 엔트로피부호화에 관하여 간략히 살펴보고자 한다.

#### 2.1 변환부호화 [1]

변환부호화는 원래의 신호를 여러개의 블럭으로 분할한 후 각각을 블럭 변환하여 변환계수를 구한 뒤, 각 계수들을 양자화하여 부호화 효율을 증가시키는 압축 기법이다. 변환계수로 표현한다는 것은 각 블럭을 그에 해당하는 입력영상의 주파수 성분으로 나타내는 것이다. 영상 압축을 포함한 여러가지 응용에서 변환의 특성은 선형성, 분리가능 및 작은 블럭 크기를 갖는 것이다. 또한, 변환계수의 전체 개수는 원영상의 전체 표본수와 같다. 대표적인 변환들은 일변환 가능한데, 이는 블럭의 변환 계수들로부터 원래 신호가 재생될 수 있음을 의미한다. 영상 데이터 압축에는 여러가지 직교변환 알고리즘이 많이 이용되는데 그 이유는 영상 신호의 통계적인 특성인 자기 상관성이 크다는 점을 이용하여 영상 신호를 주파수 영역으로 변환하면, 낮은 주파수 성분 쪽으로 에너지가 집중되는 에너지 집중현상을 이용하여 압축효율을 향상시킬 수 있기 때문이다. 이러한 특성을 영상 부호화에 이용하여 큰 값을 갖는 계수에는 비트수를 많이 할당하고, 작은 값을 갖는 계수에는 비트수를 적게 할당하거나 전혀 할당하지 않으므로써 중복되는 정보를 억제함과 동시에 비트율을 낮출 수 있다.

실제의 시스템에 사용되고 있는 변환 방법에는 최적의 변환 방법인 KLT(Karhunen Loeve Transform), 가장 기본적인 방법인 DFT(Discrete Fourier Transform) 및 최적의 변환 방법은 아니지만 준최적의 방법으로 DWHT(Discrete Walsh Hadamard Transform), DCT(Discrete Cosine Transform) 등이 있다. 이 중 KLT는 최적의 변환이 가능하나 역행렬을 찾는 때 입력 신호에 따라 기본 벡터를 구해야 하기 때문에 이를 실질적으로 구현하기는 힘들다. 이에 비해, DCT는 성능이 KLT와 거의 비슷하며 하드웨어 구현이 용이하고 실시간 처리가 가능하며 에너지 집중 효율이 높아 중복되는 정보를 감축하는 측면에서도 우수하여 영상 부호화에 많이 이용하고 있다. 또한 DCT 방식은 처리속도, 압축성능 및 하드웨어 복잡도등에서 최적화가 상당히 실현된 많은 실시간 상용 칩들이(Thomson사의 ST13220, LSI Logic사의 164735 외 10여종) 개발되었기 때문에 요사이 개발되는 대부분의 움직임 보상된 예측부호화와 변환부호화 형태가 결합된 하이브리드 압축알고리즘을 이용하는 시스템 및 영상압축 관련 국제표준(JPEG, H.261, H.262, MPEG-1, MPEG-2)에서는 대부분 DCT를 변환부호화 방식으로 이용하고 있다.

#### 2.2 벡터양자화(Vector quantization) [2]

벡터양자화는 비교적 최근에 많은 연구가 진행된 부호화 방식이다. 벡터양자화를 통한 압축이 요구되는 영상 부호화에 적용할 경우 많은 장점을 제공한다. 이러한 응용분야에서 부호화 성능 측면의 목적은 원영상과 부호화된 영상간의 정확한 일치 보다는 좋은 주관적인 화질을 얻는 것이다. 벡터양자화의 장점중 하나는 디코딩 구현이 간단하기 때문에 비디오텍스, 영상데이터베이스 등과 같은 single-encoder, multiple-decoder 응용분야에 효과적으로 이용될 수 있다.

기본적인 벡터양자화기의 블럭도는 그림1과 같다.

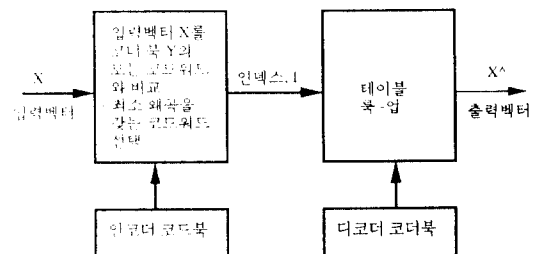


그림 1. 일반적인 벡터 양자화기 블럭도

벡터양자화는  $k$ -차원 Euclidean 공간  $R^k$ 로 부터  $R^k$ 의 finite subset으로의 mapping이다. Finite set,  $Y$ , 를 벡터양자화의 코드북 또는 코드테이블이라 부른다. 벡터양자화기 코덱은 2부분 1)  $R^k$ 에 속하는 각각의 입력데이터,  $X$ , 에 하나의 인덱스를 부여하는 인코더와 2) 전송된 인덱스를  $Y$ 에 속하는 코드벡터( $Y_i; i=1, 2, \dots, N^2$ )로 mapping 시켜주는 디코더로 구성된다. 코드북  $Y$ 의 크기를 적절히 선택함으로써 벡터양자화의 전송율을 제어할 수 있다. 벡터양자화기에서 설계 목표는 같은 크기의 모든 가능한 코드북들 중에서 가장 작은 왜곡을 주는  $N^2$  크기의 최적 코드북  $Y$ 를 찾는 것이다. 인코더에 입력되는 벡터  $X$ 는  $k$ -차원의 벡터인데, 영상부호화에서는 영상의 화소들로 이루어진 한 블록(예,  $2 \times 2, 3 \times 3, 4 \times 4$ )이다. 한영상은 중복되지않는 정방블럭으로 분할된다. 인코더는 입력벡터  $X$ 와 코드북  $Y$ 의 각 코드워드 사이의 왜곡,  $d(X, X')$ 을 계산한다. 최적 인코딩 규칙은 Nearest neighbor rule을 이용하는데, 코드벡터  $Y_i$ 가 최소 왜곡을 준다면 인코더는 인덱스  $I$ 를 디코더로 전송한다. 최소 왜곡을 주는 코드벡터가 여러개 있을 경우에는 가장 작은 인덱스를 선택하는 것과 같은 Tie-breaking rule을 적용한다. 만약 고정비트율로 인덱스  $I$ 를 전송하기 위해서는  $\log_2 N^2$ 의 비트가 필요하다.  $r = (1/k) \log_2 N^2$ 는 인코더의 화소당 비트율(bpp)을 나타낸다(예, 벡터크기 =  $4 \times 4$  ( $k = 16$ ), 코드북 크기 = 256 :  $r = 0.5$ bpp). 디코더는 인코더와 같은 코드북  $Y$ 로 부터 단순히 코드벡터  $Y_i$ 를 룩업해서  $Y_i$ 를  $X'$ 으로 출력한다. 일반적으로 벡터양자화기에서 인덱스  $I$ 를 구하기 위해서는 각 벡터에 대해서  $N^2$  왜곡값을 구해야 하는데  $N^2$ 는  $r$ 과  $k$ 값에 따라 기하급수적으로 증가하기 때문에( $N^2 = 2^{kr}$ ), 높은 비트율과 큰차원의 벡터양자화

기는 비현실적이다.

벡터양자화기 설계방법으로는 여러가지가 있으나 일반적으로 Linde, Buzo 및 Gray에 의해서 제안된 실험적인 설계방법인 LBG 알고리즘을 많이 사용한다. 이 방법은 기본적으로 2단계(1. 훈련데이터의 분할 2. 코드북 갱신)의 작업을 반복적으로 수행하면서 미리 설정된 정지기준에 맞으면 반복과정을 정지한다. 이때 코드북은 주어진 오류 허용범위 안에서 결정된 것으로 여겨지며, 이 코드북은 부호화 오류를 최소한 국부최소치로 줄여준다. LBG 알고리즘은 기본수행과정이 왜곡측도에 관계없고 또한 영상 벡터의 명확한 확률적 모델이 필요하지 않는 장점들을 갖고있다. 그러나 LBG 알고리즘은 1) 잘못 선택한 초기 코드북은 바람직하지 않는 최종 코드북을 야기시키수 있고 2) 완전한 코드북 설계는 매우 많은 계산을 요구하는 단점을 갖고 있다.

요사이 벡터양자화는 계산복잡도 및 메모리 요구사항등을 줄일 수 있는 방식에 관한 연구가 많이 진행중에 있으며, DCT 뿐만아니라 대역분할 부호화 및 DPCM 등 다른 부호화 기법과의 결합을 이용한 변형된 벡터양자화가 많이 연구되고 있다.

### 2.3 대역 분할 부호화(Subband coding) [3]

대역 분할 부호화는 1976년 Crochiere등이 음성 부호화의 한 방법으로 소개한 이후 연구가 영상으로 확장되었다. 대역 분할 부호화의 기본 개념은 QMF (Quadrature Mirror Filter) 뱅크를 사용하여 대상신호의 주파수 대역을  $N$ 개의 subband 신호로 분리한 후, 각 subband의 신호는 그 주파수 영역에서 인간의 시각 특성을 적합한 PCM 또는 DPCM 등을 적용하여 대역압축을 하며 비트율은 각 밴드의 통계에 따라 정

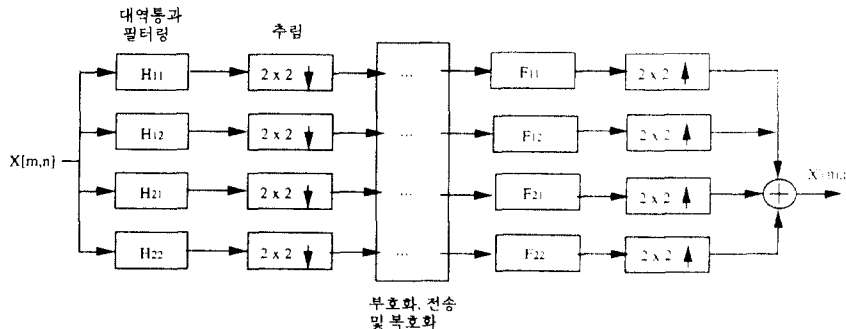


그림 2.4 채널 대역 분할 부호화기 블록도

확하게 조정된다. 수신단에서는 각 주파수 대역 신호들에 대하여 표본 사이에 영(zero)을 삽입함으로써 분할되기 전의 원래의 Nyquist rate의 대역 위치로 환원 및 복원하는 interpolation과 대역 통과 필터링 과정을 수행하고 이들의 출력을 합함으로써 재생 신호를 얻는다. 그림2는 일반적인 4채널 대역 분할 부호화기의 블록도이다.

대역별 분할과 분할된 영상의 재구성에 이용되는 QMF 뱅크는 대역분할 필터링과 간축을 행하는 Analysis bank 와 모간과 재구성을 행하는 Synthesis bank 로 구성되어 있다. 기본적으로 재구성된 영상의 화질은 사용된 대역분할 필터의 성능에 좌우된다.

대역 분할 부호화는 예측부호화의 변환부호화의 중간적인 방식이며, DCT로 대표되는 변환부호화와 동일한 공간 주파수영역에 대응하는 한당이 가능하며 DCT 뿐만아니라 VQ, DPCM 등 다른 부호화 기법과의 결합이 용이하다. 또한 낮은 비트율에서 다른 방법들에 비해 블록현상의 감소, 공간주파수에 따른 인간 시각 특성의 효과적인 반영이라는 잇점을 갖고 있다. 그리고, 분할된 각 subband에 할당되는 비트수를 조정함으로써 양자화 스펙트럼의 형태를 변화시켜 주관적으로 우수한 신호를 재생시킬 수 있다. 이 외에도 대역분할 부호화의 장점으로는 분할된 각 subband 별로 가장 적합한 부호화 방법을 선택할 수 있으며 특정 밴드에서 생성된 양자화 잡음이 다른 밴드로 넘어가지 않으며 또한 하드웨어 구현시 각 밴드에 대해 줄어들어 갈수록 속도로 병렬처리 가능한 장점을 들 수 있다.

대역 분할 부호화의 응용분야를 살펴보면, 영상의 대역압축은 물론, 주파수 분할로써 나타나는 계층구조를 전송에 이용할 수 있다. 계층 구조를 이용한 이동기 통신망(ATM networks)의 선택적 전송 및 복구와 정지영상의 계층적 전송(Progressive transmission) 등이다. 최근 들어서 HDTV, GA 팩스, 영상전화 및 영상회의등의 영상코드 개발 분야에서 활발한 연구가 이루어지고 있다.

2.4 예측 부호화[1, 4]

앞에서 언급한 변환부호화, 벡터양자화 및 대역분할 부호화는 기본적으로 프레임내(Intraframe) 부호화 기법들이다. 이러한 프레임내 부호화 기법들은 공간상의 중복성은 줄일 수 있으나 동영상은 부호화할 시에는 동영상이 갖고 있는 시간상의 중복성을 감축할 수가 없어서 압축 효율을 많이 높일 수가 없다. 동

영상이 갖고 있는 시간상의 중복성을 효과적으로 감축하기 위해서는 프레임간(Interframe) 부호화 기법을 이용할 수 있다. 프레임간 부호화 기법으로는 단순히 같은 공간상의 위치의 화소를 비교하여 차신호를 구하고, 차신호를 양자화한 후 전송하는 단순 DPCM 방식이 일찍부터 프레임간 부호화 기법으로 이용되어 왔다. 그러나 단순 DPCM은 움직임이 많은 동영상 부호화시에는 예측오차의 증가에 따라 예측성능이 많이 떨어지기 때문에 움직임이 많은 동영상을 낮은 비트율로 감축시의 예측방법으로 이용하기에는 부적절하다. 이러한 문제점을 보완하면서 예측성능을 향상시키기 위하여 요사이에는 이웃한 영상간의 불체의 움직임을 감출한 후 보상해줌으로써 예측성능을 크게 향상시킨 움직임 보상 예측 부호화 방식이 널리 이용되고 있다.

움직임 추정 보상 부호화(Motion estimation/compensation coding)는 인접한 영상과 현재의 영상을 비교하여 불체의 움직임에 관한 정보인 움직임 벡터를 추출해 내고, 이 움직임 벡터를 이용하여 현재의 영상을 예측하는 방식이다. 움직임 추정 보상 예측 부호화 기법의 핵심 기술은 움직임 벡터를 감출하는 것으로 일반적으로 블럭 정합 알고리즘(Block Matching Algorithm, BMA)과 화소 순환 알고리즘(Pel Recursive Algorithm, PRA)으로 나누어진다. 데이터 감축 능력면에서는 PRA 방식이 BMA 방식보다 우수하나 시스템의 복잡도 측면에서는 블럭단위로 처리하는 BMA 방식이 화소단위로 처리하는 PRA 방식보다 훨씬 간단하여 비디오 코덱을 위한 국제표준화 그룹(H.261, H.262, MPEG 1, MPEG 2)에서도 움직임 보상 방식으로 BMA 방식을 채택하고 있다.

블럭 정합 알고리즘은 한 영상을 여러개의 작은 블럭으로 나눈 후 각 블럭 단위로 움직임 벡터를 찾아서 그 벡터를 그 블럭 화소 전체에 적용하는 방법이다. 움직임 보상 기법으로 블럭 정합 알고리즘을 이용할 때에는 한 영상을 여러 블럭으로 나누어 현재 부호화되는 블럭과 가장 오차가 적은 블럭을 이웃 영상에서 찾아서 그 블럭을 현재 부호화되는 블럭의 예측으로 이용한다. 이때 두 블럭사이의 왜곡(Distortion)의 정도를 나타내는 척도로는 여러가지가 이용될 수 있으나 MSE(Mean Square Error)와 MAE(Mean Absolute Error)가 많이 사용된다. 특히 하드웨어 구현시에는 계산이 간단하고 하드웨어 구현이 용이한 MAE를 왜곡 척도로 많이 이용한다. 블럭 정합 알고리즘은 블럭영역의 크기에 따라 계산량이 달라지는데 정합

될 수 있는 모든 경우에 대해 왜곡을 구하여 그중 가장 작은 왜곡값을 갖는 움직임 벡터를 찾는 방법을 전체 탐색(Full search)이라 한다. 이 방법은 탐색영역 내에서 움직임 벡터를 가장 정확하게 찾을 수 있으나 그 정합될 수 있는 경우의 수가 탐색영역에 따라 크게 증가하여 많은 계산량을 요구함에 따라 하드웨어 구현시 탐색영역의 크기에 제한조건이 된다. 따라서 계산량을 줄이면서 정확한 움직임 벡터를 찾기 위한 고속 탐색 기법들이 많이 연구되어 왔는데, 대표적인 것으로는 계층 탐색방법(Hierarchical Search Algorithm), TSS(Three Step Search) 등이 있다.

블록 정합 알고리즘을 이용한 움직임 보상 부호화 기법은 복호기에 움직임 벡터에 대한 정보를 전송해 주어야 하는데, 부호화 효율을 증대시키기 위하여 움직임 벡터 부호화시 먼저 전송된 움직임 벡터와의 차를 구한 후 부호화하여 전송하는 차분 부호화 방식을 많이 이용하고 있다. 현재 상용 움직임 추정 칩은 하드웨어 구현의 용이성 때문에 주로 전체탐색 방식을 많이 이용하고 있으며 대표적인 상용칩으로는 Thomson사의 ST13220, LSI Logic사의 L64720 등이 있다.

## 2.5 엔트로피 부호화[1]

양자화된 화소의 발생빈도가 다르게 분포되어있으며 그들의 엔트로피가 B 보다 작다면, Bbpp 보다 작은 코드가 존재한다. 이와 같이 입력영상의 통계적 특성을 이용하여 비트 발생율을 최소로 감축시키기 위한 무손실 부호화 알고리즘을 엔트로피 부호화라 한다. 엔트로피 부호화 기법에는 허프만 부호화 기법을 이용한 가변장 부호화(Variable Length Coding, VLC) 기법, 줄길이 부호화(Run Length Coding, RLC) 기법 및 비트 플레인 부호화(Bit Plane Coding, BPC) 등 여러가지가 있으나, 가변장 부호화 및 줄길이 부호화 기법이 가장 널리 이용되고 있다. 이러한 기법들은 H.261 이나 MPEG과 같은 영상 압축 관련 국제표준에서도 엔트로피 부호화 기법으로 사용되고 있다.

### 2.5.1 가변장 부호화

가변장 부호화는 부호화되는 심볼의 확률적 분포에 따라 자주 발생하는 심볼은 작은 비트를 할당하고 발생빈도가 낮은 심볼에 대해서는 많은 비트를 할당함으로써 전체적으로 비트 발생율을 최소화하는 기법이다. 가변장 부호를 이용하면 고정길이 부호를 사용하는 것 보다 효과적으로 비트발생율을 감축할 수 있다. 가변장 부호의 종류에는 여러가지가 있으나 구

현이 용이한 허프만 부호가 가장 널리 이용되고 있다. 가변장 부호를 이용하여 부호화되는 데이터는 여러가지가 있으나, MPEG의 경우 양자화된 DCT계수, 움직임 벡터, 매크로블럭 주소, 매크로블럭 타입, 및 부호화된 블록 패턴등을 가변장 부호화 함으로써 발생비트율을 많이 감축하고 있다.

그러나 가변장 부호를 사용하면 입력영상의 통계적 특성에 따라 발생비트량이 일정하지 않고 가변적이기 때문에 고정된 대역폭으로 부호화된 데이터를 전송하기 위해서는 어느 정도 크기의 전송버퍼 및 발생비트율에 따라 버퍼의 넘침 및 결핍을 방지하면서 화질의 균일성을 유지시킬 수 있는 적절한 버퍼 제어가 필요하다. 또한 수신 복호기에서 수신된 부호의 동기 맞추기가 복잡해지고 전송채널에서 오류가 발생할 경우 동기 정보 손실등에 따라 복호가 어려워지므로 채널오류에 Robust한 오류정정 부호화가 필요하다.

### 2.5.2 줄길이 부호화

줄길이 부호화는 주로 DCT 와 같은 변환 부호화의 압축효율을 증가시키기 위하여 사용된다. 변환된 DCT 계수들은 일반적으로 대부분의 에너지가 낮은 주파수에 집중되고 높은 주파수 성분들은 거의 0에 가까운 값을 갖는다. 이때 0 근처에서 Dead-zone 을 갖는 양자화기를 사용하여 양자화하면 고 주파수의 계수들은 0의 값을 갖는다. 양자화된 DCT 계수들은 일반적으로 라플라시안 형태의 분포를 갖기 때문에 가능한 한 긴 0의 1차원 데이터 열로 만들기 위해서 Zig-zag 주사 또는 Alternate 주사를 한다. 이렇게 만들어진 1차원 데이터 열은 0의 값을 갖는 데이터 수가 많으므로 계속되는 0의 갯수와 바로 연속되는 0이 아닌 계수값으로 구성된 2차원(연속된 0의 갯수, 0이 아닌 계수값) 심볼로 만든다. 이 2차원 심볼에 가변장 부호화를 적용하여 비트발생율을 최소화 한다.

### 2.5.3 비트 플레인 부호화

비트 플레인 부호화 방법은 256 회색도(Gray-level)를 갖는 영상을 8개의 1비트 플레인의 세트로 생각하고 각각의 플레인을 줄길이 부호화하는 기법이다. 8비트 휘도영상에 대해서 일반적으로 약 2:1 정도의 압축 효율을 얻을 수는 있으나, 각 플레인을 오류에 대해 잘 보호하지 않으면 채널오류에 매우 민감한 단점을 갖고 있다.

### III. 영상부호화 기술 국제 표준화 동향

#### 3.1 영상부호화 국제표준화

앞 절에서 언급한 디지털 영상부호화 기술을 이용한 디지털 영상서비스의 확산을 위해서는 서비스간, 시스템간의 interoperability 가 중요하게 되었고 따라서 영상부호화 기술의 국제표준화의 필요성이 자연스럽게 대두되었다. 1980년 초반부터 방송, 통신, 멀티미디어용 디지털 부호화 기술 표준화가 여러개의 기구에서 시작되었으며 대부분의 표준들의 영상압축 기본 알고리즘들은 DCT를 이용한 변환부호화 및 DPCM 형태의 예측모드와의 결합형태인 하이브리드 부호화 알고리즘을 이용하였다. 본 절에서는 현재 개발되었거나 진행중인 영상관련 국제표준화 활동을 표준화 기구별로 간단히 언급하고자 한다.

##### 3.1.1 JPEG 표준화[5, 6]

JPEG(Joint Photographic Experts Group) 표준화는 1982년 컬러 정지영상 부호화 표준을 목표로 시작하였다. JPEG 설립후 표준화를 위한 여러가지 부호화 방식이 제안되었으나 화질평가, 하드웨어 복잡도 및 구현성, 부호화 정보량등의 비교분석을 통하여 최종적으로 ADCT(Adaptive Discrete Cosine Transform)를 기초로한 알고리즘을 표준부호화 방식으로 하는 것이 1988년 결정되었으며, 이방식을 JPEG base-line 알고리즘이라 부르기로 하였다. 1989년 JPEG 부호화 방식의 초안을 결정하여 수정작업을 가진 후, 1990년 12월에 CD(Committee Draft)가 완성되었으며 최종적으로 1992년에 국제 표준으로 확정되었다.

JPEG 부호화방식은 화질 손상이 없는 부호화(Lossless compression) 와 손실 허용 부호화(Lossy compression) 방식을 모두 포함하고 있어서 여러가지 응용 목적에 맞게 부호화 방식을 선택해서 적용할 수 있도록 고려된 점이 특징이다. 손실없는 예측 부호화 방식을 이용할 경우는 정보량의 약 2:1 정도로 줄일 수 있으며, 손실 허용 부호화의 경우 시각적인 화질 손상을 주지않고(Visually acceptable quality) 약 20:1 까지, 그리고 최대 50:1 까지 정보량을 압축할 수 있다. 현재 JPEG 방식은 ADCT base-line 알고리즘을 이용하여 실시간 부/복호화 할 수 있는 상용 칩 및 멀티미디어 PC 에서 컬러 정지영상 부/복호화[7]를 위해서 이용할 수 있는 모토 레벤의 상용칩이 시중에 나와 있는 상태이다. 또한 JPEG 기본 부호화 방식은 상용 DSP를 이용해서도 쉽게 구현할 수 있으며 소프트웨

이 만으로도 구현 가능하기 때문에 멀티미디어, 영상 데이터 베이스, 오디오 텍스, 칼라팩스등의 영상통신에 널리 사용되고 있다.

##### 3.1.2 ITU-T 전문가 그룹[7, 8, 9]

앞에서 언급한 것처럼 비디오 압축 표준화 활동은 영상회의 및 영상전화 응용을 위해서 처음 시작되었다. ISDN 개념 및 서비스 계획은 px64 Kbits/s 급(p: 1~32)의 영상 압축기술 표준화의 계기가 되었다. ITU-T SG15 산하의 영상전화 전문가 그룹이 표준화를 담당했으며, ITU-T 권고 H.261 "Video Codec for Audio-visual Services at px64 Kbits"를 만들었다. H.261 방식은 DCT를 기본으로한 예측부호화 방식으로 150msec 이하의 지연(delay)을 갖는 실시간 부호화/복호화 시스템에 초점을 맞추었다. 또한, 약 64 Kbits/s 정도의 낮은 비트율에서의 동작 중요성 때문에 부가정보(overhead)는 매우 엄격히 다루어졌다. H.261 방식을 이용한 영상회의 및 영상전화 상용시스템을 이용한 이러한 시마들은 실용단계에 와 있다.

또한 ITU-T 에서 차세대 ISDN으로서 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 방식에 근거한 B-ISDN(Broadband ISDN)을 기본 권고함에 따라 ATM 환경하에서 적합한 영상 부호화 표준이 필요하게 되었다. ATM 영상 부호화를 위한 전문가 그룹은 1990년 7월 ITU-T SG15 회의에서 만들어졌으며, ATM 환경하에서 사용될 비디오 코덱 표준화를 목표로 하고 있다. 전문가 그룹은 현재 15개국의 대표로 이루어져 활동 중이다. 이 그룹은 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11(MPEG) 과 공동으로 비디오 코덱 부호화를 연구하며 비디오부는 H.262, 다중화부는 H.222로 DIS(Draft for International Standardization)를 완성하였다. 1994년 말에 H.262, H.222 IS (International Standardization) 완성을 목표로 연구 중이다.

##### 3.1.3 ITU-T SG9(구 CMTT)[9, 10]

디지털 비디오 압축은 영상회의 또는 영상전화 응용과 같은 통신 분야 뿐만 아니라 방송 분야에서도 압축된 TV신호 전송을 위해서 이용될 수 있다. ITU-T SG9는 34M 와 45Mbits/s 급의 TV신호 압축에 관해서 연구하고 있다. ITU-T SG9 표준화 활동은 송단품질(contribution quality) 코덱 개발에 초점을 두고 시작되었다. SG9에는 4개의 Task Group이 있는데 각 TG의 활동 영역은 다음과 같다.

• TG1: 국제간 코덱코덱 전송에 관한 보호기능

- (Privacy) 연구
- TG2: TV/HDTV의 디지털 호환전송 및 2차 분배에 대한 연구 MPEG-2의 Spatial Scalability를 근간으로 한 호환방식 연구  
HDTV 국간 전송을 위한 사전 연구
- TG3: B-ISDN에서의 TV 전송 방식 연구
- TG4: TV와 관련된 오디오 전송 방식 연구

3.1.4 MPEG

MPEG 위원회 활동은 1988년에 MPEG-1 CD(1990년)를 만드는 목표를 갖고 시작되었다. 1988년에 처음 위원회가 열렸을 때에는 15명이 참가했으나 1990년에 접어들면서 매회 약150명 정도 참가해 왔으며, 1994년 7월 현재 MPEG 위원회는 MPEG-1 IS 및 MPEG-2 DIS를 완성하였으며 1994년 11월 MPEG-2 자체 IS 완성을 목표로 표준화가 진행 중이다. MPEG 표준은 복호기가 아니라 복호화 과정(Decoding process)을 정의하고 있으며, 멀티미디어, 통신, 방송등 A/V 서비스 관련하여 많은 분야에서 국제 표준으로 이용될 것이다. 본 고에서는 그 중요성을 감안하여 다음절에서 현재 표준화가 진행중인 MPEG-2 비디오 표준방식을 간략히 설명하고자 한다.

3.2 MPEG 비디오 부호화 기술 [10-13]

3.2.1 MPEG 비디오 프로파일

현재 한창 진행중인 MPEG-2 표준화 작업의 한 부분인 "요구사항 소그룹 (Requirement Subgroup)"에서는 비디오, 오디오, 시스템등 MPEG-2 표준 방식안의

다른 부분들을 다루는 소그룹들이 처리해야 할 여러 항목들에 대한 정의, 기본 방향 및 제약 조건들을 제시하는 중요한 몫을 담당한다. 또한 각 소그룹 안에서 생기는 문제점들을 MPEG-2내의 다른 소그룹들과의 합동회의를 통하여 서로 상충되지 않도록 중재하는 역할을 한다. 본 절에서는 MPEG-2에서 도입된 Profile과 Level에 대한 개념을 알아보고, MPEG-2의 비디오에 대한 요구 사항들을 살펴해보도록 한다.

(1) Profile과 Level의 개념

MPEG-2에서 Profile이란 특정한 이용을 목적으로 MPEG-2 표준에 포함되어 있는 여러가지 기능(Functionality)들 중에서 필요한 부분만을 모아서 만든 특정 기능들의 집합을 말한다. 특히 기능과 가격면을 고려하여 MPEG-2 표준방식이 도입될 초창기에 가능한 대로 넓은 응용범위에서 사용될 수 있도록 MPEG-2 Main Profile을 정의하고 있다. 나중에라도 필요에 따라 기존에 존재하는 Profile을 확장 또는 축소하여 새로운 Profile을 정의할 수는 있지만, 가능한 한 Profile의 종류를 제한하여 국제 표준화의 여러 잇점을 최대한으로 유지하도록 권고하고 있다. 현재 MPEG-2모임에서는 Main Profile 외에도 Simple Profile, SNR Profile, Spatial Profile 및 High Profile을 정의하고 있다.

MPEG-2의 특정 Profile에서 관련되는 변수들에 대한 제한 조건을 두어 몇가지 다른 Level들을 정의 한다. 예를들면, 수행할 수 있는 기능은 비슷하더라도 입력으로 수용할 수 있는 영상의 크기를 제한함으로써 서로 다른 응용 분야에 보다 경제적으로 이용할

표 1. MPEG-2 Profile 및 Level

Profile \ Level	Simple	Main	SNR Scalable	Spatial Scalable	High
High [1920x1080x30 or 1920x1152x25]		MP@HL (US ATV)			HP@HL
High-1440 [1440x1080x30 or 1440x1152x25]		MP@H1440		SSP@H1440 (EC HDTV)	HP@H1440
Main [720x480x29.97 or 720x576x25]	SP@ML (digital CATV)	MP@ML (digital DBS, video disc)	SNP@ML		HP@ML
Low [352x288x29.97]		MP@LL	SNP@LL		

: Unused     
  : 추진중인 서비스 계획

수 있게 한다. MPEG-2에서는 기능과 가격면을 고려하여 Main Level을 정의하고 있으며, Low Level과 High Level등도 정의해 가고 있다. 아래의 표1은 MPEG-2에서의 Profile과 Level의 관계를 잘 설명하고 있다.

(2) 비디오 요구사항

MPEG-2의 비디오 요구사항은 ATM영상 압축을 위한 ITU-T 전문가 그룹과 디지털 TV 및 고선명TV의 재 분배를 위한 ITU-T SG9 산하의 특별 그룹들과 긴밀한 관계하에 결정되었다. MPEG-2에서 핵심을 이루고 있는 Main Profile에 포함되어 있는 주요사항을 정리해 보면 표2와 같다.

3.2.2 MPEG-2 비디오 알고리즘

MPEG 2 비디오 압축 알고리즘은 두 가지 기본 기술을 바탕으로 한다 (1)시간 중복성(Temporal redundancy)을 줄이기 위해서 블록 단위의 움직임 추정 및 보상(Motion estimation and compensation)을 이용하고, (2)공간 중복성(Spatial redundancy)을 줄이기 위해서 변환(Discrete Cosine Transform, DCT) 압축 기법을 이용한다. 움직임 보상 기법들은 순수 예측 부호화 및 공간 부호화 예측기를 이용한다. 예측오차(Prediction error)는 DCT에 의해서 더욱 압축된다. 움직임 정보(벡터)는 16×16 블록을 기본으로 구해지고 변환계수 정보와 함께 전송된다. 움직임 정보는 최대의 부호화 효율을 얻기 위해서 가변 길이 부호화

표 2. Main Profile의 주요 특성

항 목	내 용	비 고
해상도	- 720 x 480 x 59.94 - 720 x 576 x 50 Interlaced	- Aspect ratio 4 : 3
주사 방식	- Interlaced - Progressive	
색도 형식	4 : 2 : 0	
Data rate	up to 15Mbps(비디오)	
VBV buffer 크기	1.75M bits	
Scalability	없음	수용하지 않음
예측모드	- Adapter Field/Frame - Dual' only for 2 successive P-frames	
Skipped Frames	Only allowed for M = 1	
호환성 (Compatibility)	MPEG - 1 forward compatibility	
Leaky Prediction	없음	수용하지 않음
DCT	- only 8 x 8 DCT	
움직임 추정 블록크기	- only 16 x 16 (frame) - 16 x 8 (for field)	
양자화 Matrix	- 2 down loadable Matrix	
계수 주사방법	- zig-zag scanning - alternate scanning	
양자화	- linear quantizer - nonlinear quantizer	
Data 분리	없음	수용하지 않음
입력 Data 표시	8 Bits/Pel	
Low Delay	고려됨	B-Frame 수용 여부와 관련



(Variable-length coding, VLC)된다.

### 1) 시간 중복성

감축 저장된 비디오의 랜덤 액세스 및 움직임 보상된 보간에 의한 상당한 비트율 감축의 중요성을 고려하여, MPEG에서는 Intra 영상(I-영상), Predicted 영상(P-영상), 그리고 Interpolated 영상(B-영상, 양방향 예측)의 3가지 영상 타입을 이용하고 있다. I-영상은 랜덤 액세스를 위한 액세스 점을 제공하나 압축률은 높지 않다. P-영상은 이전 영상(I 또는 P)을 기준 영상으로 이용한다. B-영상은 가장 높은 압축을 제공하나 예측을 위해서 이전영상 및 다음영상이 기준 영상으로 필요하며 기준 영상으로 이용되지는 않는다. MPEG에서는 이와 같은 영상 타입들의 조합으로 랜덤 액세스를 보장하는 GOP(Group of Pictures) 구조를 도입했다.

#### (1) 움직임 추정

움직임 추정은 비디오 시퀀스로부터 움직임 벡터를 추출하기 위해서 사용된 여러가지 방법들을 포함한다. MPEG 비디오 신덱스는 움직임 벡터를 어떻게 표현하느냐를 명문화한다(움직임 보상 방법에 따라 각 매크로 블럭당 하나 또는 두개의 움직임 벡터). 그러나 어떻게 움직임 벡터들을 찾느냐는 MPEG 비디오에서는 표준화하지 않는다. 하지만 블럭 기본으로 움직임 벡터를 표현하기 때문에 블럭 정합 기법(Block matching algorithm, BMA)들이 많이 이용된다. 블럭 정합 기법들에서 가능한 움직임 벡터 탐색범위(Search range)와 현 블럭과 각 예측기 후보 블럭 사이의 부조화를 측정하는 비용 함수(Cost function) 선택은 완전히 구현상의 문제로 표준화되지 않는다. 움직임 벡터의 정확도와 움직임 추정 과정의 복잡도 사이의 절충은 시스템 구현자가 내려야 한다.

#### (2) 움직임 보상

##### a) 예측

시간 중복성을 이용하는 기술들 중에서 가장 널리 이용되는 것은 움직임 보상된 예측 기법이다. 움직임 보상된 예측은 국부적으로 현 영상을 이전 영상의 이동(Translation)으로 모델화할 수 있다고 가정한다. 국부적이란 변위(Displacement)의 크기나 방향이 영상의 모든 곳에서 같을 필요는 없음을 의미한다. 움직임 정보는 영상을 복구하는데 필요한 정보로서 차분 부호화되어 전송된다.

### b) 보 간

움직임 보상된 보간은 MPEG 비디오 알고리즘의 핵심기능이다 움직임 보상된 보간은 랜덤 액세스를 향상시키고 동시에 영상화질을 상당히 개선시키면서 오류 영향을 감소시킨다. 보간에 의해서 복구되는 영상은 이전 및 미래 기준 영상의 결합으로 얻어진다. 움직임 보상된 보간(MPEG에서는 양방향 예측이라 함)은 보간 부호화에 의한 높은 압축률을 얻을 수 있는 장점 뿐만 아니라 아래와 같은 장점들이 있다.

- 미노출 영역(Uncovered area)을 잘 처리할 수 있다. (미래 기준 영상을 이용함으로써 가능)
- 더 많은 정보들을 이용할 수 있기 때문에 더욱 좋은 통계적특성을 갖는다.(과기 및 미래 기준 영상을 평균함으로써 잡음의 영향을 줄일 수 있음)
- 예측과 부호화를 분리할 수 있다.(오류가 전파되지 않음)

#### (3) 움직임 벡터 부호화

움직임 정보에 의해서 얻어지는 부호화 이득과 움직임 정보 부호화에 필요한 데이터량은 절충되어야 한다.  $16 \times 16$  블럭을 움직임 보상 기본단위로 정한 것은 그와 같은 절충의 결과이며, 그와 같은 움직임 보상단위를 매크로블럭(Macroblock)이라 한다. 각 매크로 블럭의 움직임 벡터는 이웃하는 전 매크로 블럭의 움직임 벡터에 대해서 차등부호화(Differentially coded)된다. 차등 움직임 벡터(Differential motion vector)의 범위는 영상마다 달리 선택될 수 있으며, 공간 해상도, 시간 해상도 및 특정 시퀀스의 움직임 특성에 따라 선택된다. 최대범위는 가장 움직임이 많은 상황(영상)을 수용할 수 있도록 충분히 크게 선택해야 한다. 차등 움직임 벡터는 움직임 벡터 필드의 높은 공간 상관도(Spatial correlation)를 이용하여 더 높은 부호화 효율을 얻기 위해서 가변길이 부호화(variable-length coding)된다.

#### 2) 공간 중복성 감축

정지영상이나 예측오차 신호들은 매우 높은 공간 중복성을 갖고 있다. 중복성 감소를 위해 사용할 수 있는 기법들은 상당히 많으나, 움직임 보상 과정이 블럭 기본으로 수행되므로 블럭 기본의 압축 알고리즘이 선호된다. 시각적으로 가중된(Visually weighted)된 스칼라 양자화 및 런-길이 부호화(Run length coding)를 결합한 변환 부호화 기법(DCT)이 이용되었다. 그 이유는 DCT가 상대적으로 장점을 갖고 있고 비교적

구현하기가 간단하기 때문이다. DCT의 장점을 간단히 살펴보면 아래와 같다.

- DCT는 고속 알고리즘을 갖는 직교변환(Orthogonal transform)으로 많은 종류의 영상들에 대해서 최적에 가까운 성능을 갖는다.
- DCT 기본함수(Basis function)는 시각 특성기준(Psychovisual criteria)의 효과적인 이용을 매우 용이하게 한다.

DCT를 이용한 압축 수행 기술은 세 단계로 수행된다.

- DCT 수행(변환계수 계산)
- 변환계수의 양자화
- Zigzag 주사 또는 Alternate 주사 후 양자화된 계수들의 (런-크기)쌍으로의 변환

(1) Discrete Cosine Transform

MPEG에서는 8x8 블록에 대해서 DCT 변환 및 역변환을 수행한다. DCT 입력 및 IDCT 출력은 9비트로 표현되며([-255, 255]), 변환계수들은 12비트로 표현된다. DCT 계수들의 생동폭(Dynamic range)은 [-2048, 2047]이다. 8x8 IDCT는 H.261 Draft Standard "Specification for the Implementation of 8x8 inverse Discrete Cosine Transform," pp. 1180/D2, July 18, 1990을 따른다.

(2) 양자화

양자화와 런-길이 부호화의 결합으로 대부분의 압축을 이룰 수 있기때문에, DCT 계수들의 양자화는 매우 중요한 과정이다. 또한 양자화를 통해서 부호화는 주어진 비트율을 맞출 수 있다. 적응양자화(Adaptive quantization)는 좋은 화질을 얻는 중요한 수단인 하나이다. MPEG 표준은 JPEG 표준과 같은 Intra 부호화된 영상과 ITU-T 권고 H.261과 같은 차등부호화된 영상들을 모두 갖고 있기 때문에, DCT 계수 양자화를 더욱 정확히 수행하기 위해서 두표준의 특성들을 결합하였다.

(a) 시각적 가중에 의한 양자화

양자화 오류의 주관적인 인식은 주파수에 따라 크게 변하며 고주파신호에 대해서는 거친(Coarser) 양자화기를 이용하는 것이 유리하다. 양자화 매트릭스(Quantization matrix)의 정확도는 디스플레이 매체 특성, 시청거리 및 소스의 잡음정도 등과 같은 많은 외부적인 변수들에 영향을 받는다. 따라서 응용분야에 따라 또는 각각의 시퀀스에 따라 특별한 양자화 매트

릭스를 설계 할수도 있다.

(b) Intra 및 non-intra 블록 양자화

Intra 양자화된 블록과 Non-intra 부호화된 블록들의 차이는 두개의 다른 양자화 구조를 사용한다. 두 양자화기는 모두 기의 균일(Uniform) 양자화기(일정한 양자화 간격을 가짐)이면서도 영(Zero) 근처에서는 서로 다른 동작 특성을 갖는다. Intra 부호화된 블록의 양자화기는 Dead-zone을 갖지 않으나, Non-intra 부호화된 블록은 영 근처에서 Dead-zone을 갖는다.

(c) 수정된 양자화기

영상의 모든 공간 정보들이 인간의 시간특성에 의해서 똑같이 인식되지는 않으며, 따라서 어떤 블록들은 다른 블록들보다 더욱 정밀하게 부호화되어야 한다. 블록들사이의 이러한 불균일성을 해결하기 위해서 양자화 간격을 블록 기준으로 수정될 수 있다. 이러한 기법을 이용함으로써 매우 유연한율조절(Rate control)이 가능하다.

(3) 엔트로피 부호화

DCT의 효율을 더욱 증가시키고 전체 비트율에 대한 움직임 벡터 정보의 영향을 줄이기 위해서 가변길이 부호화를 이용한다. DCT 계수들을 위한 Huffman-like 표를 이용하여 (런, 크기)쌍을 부호화 한다. 비교적 높은 발생확률을 갖는 부호어만 가변길이 부호화되고 상대적으로 작게 발생하는 부호어는 극단적으로 긴 부호어를 피하고 또한 구현 비용을 줄이기 위해서 "ESCAPE" 심볼과 고정길이 부호어(Fixed length code)로 부호화된다. DCT 계수를 위한 가변길이 부호어는 ITU-T 권고 H.261에 사용된 부호어의 수퍼 세트인데, 이 둘 표준을 한 프로세스로 구현할 때 불필요한 비용을 피하기 위함이다.

3) 계층구조, 신택스 및 비트 스트림

(1) 목적

계층구조의 목적은 논리적으로 애매함을 방지함으로써 부호화 과정을 쉽게 하기 위하여 비트 스트림에서 구성 정보들을(entities)을 차별화하기 위함이다.

(2) 계층 신택스

MPEG 비디오 비트 스트림은 6개의 계층을 갖는다. 각각의 계층은 한정적인 기능을 지원한다: 신호 처리 기능(DCT, MC) 또는 논리적 기능(재동기, 랜덤

액세스점)등.

(3)비트 스트림

MPEG 신택스에 따라 부호화된 이진수의 시퀀스를 MPEG 비트 스트림이라 정의한다. 또한 그러한 비트 스트림은 적당한 크기의 버퍼를 갖고 복호화가 가능할 수 있도록 특별한 몇가지 조건들을 만족해야 한다. 모든 비트 스트림은 두필드(비트율 및 버퍼크기)에 의해서 시퀀스 계층에서 특징지어진다. 버퍼크기는 비트 스트림을 "Video buffer verifier" 조건하에서 복호화하는데 필요한 최소 버퍼크기를 말한다.

a) Video buffer verifier(VBV)

Video buffer verifier는 한 MPEG 비트 스트림이 적절한 버퍼크기와 지연 요구조건을 만족하면서 복호화 가능한 것을 검증하기 위한 복호화의 가상적인 모델(Abstract model)이다. 이 모델을 이용해서 MPEG은 복호화가 버퍼의 결핍(Underflow)이나 넘침(Overflow)의 발생없이 이루어질 수 있도록, 버퍼의 충만도(Buffer fullness)를 이용하여 비트 스트림에 대한 제약 조건을 만들었다.

b)복호화 과정

MPEG 표준은 복호기가 아니라 복호화 과정(Decoding process)을 정의하고 있다. 복호기를 구현하는

방법은 여러가지가 있으며, 표준은 특별한 한 방법을 추천하지 않는다.

3.2.3 MPEG-2 칩 및 시스템 개발 현황[ 14, 15]

MPEG-2 비디오 표준은 1994년 7월 현재 DIS가 완성되어 실질적으로 MPEG-2 비디오 표준이 결정된 셈이다. 따라서 세계적으로 많은 칩 제조업체들이 우선 MPEG-2 비디오 디코더 칩 개발에 박차를 가하고 있으며 이미 많은 회사에서 샘플칩을 생산하고 있는 실정이다. 현재 MPEG-2 비디오 디코더 칩은 AT&T, C-Cube, Hitachi, Fujitsu, IIT, LSI Logic, Matsushita, Mitsubishi, NEC, Pioneer, SONY, SGS-Thomson, Toshiba, GCT, Oki등의 외국회사에서 개발 중에 있으며, 국내에서는 주요 전자업체와 연구소에서 개발에 박차를 가하고 있는 중이다. 현재 개발중인 MPEG-2 비디오 디코더 칩들중 스펙이 공개된 대표적인 회사의 주요 설계 특성은 표3과 같다.

이들이 개발하고 있는 MPEG-2 비디오 디코더 칩과 개발이 완료되어 상용칩이 시판되고 있는 MPEG-1 칩과의 대표적인 기술적 특성 비교는 표4와 같다.

또한 GCT, NTL, AT&T, C-Cube 등 외국회사와 국내연구소에서는 MPEG-2 코덱 시스템을 개발 중이며 대부분이 1994년말 또는 1995년 초에 상용품을 발표할 예정이다. 현재 CD-ROM 타이틀 제작 및 DSM 용으로 개발이 완료된 GCT 사의 실시간 MPEG-2 인

표 3. 주요 MPEG-2 비디오 디코더칩 설계 특성

특성	개발사	C-Cube Microsystems	LSI Logic	SGS-Thomson
모델명		SD-4(개발 코드명)	L64000	STI3500
기본 표준방식		MP@ML(Dual' 지원)	MP@ML(Dual' 지원)	MP@ML(Dual' 지원)
부호화 비트율		최대 16Mbits/s	최대 15Mbits/s	최대 15Mbits/s
프레임포맷(30장/초)		720 x 480 화소	720 x 480 화소	720 x 480 화소
오류정정		매크로블럭 단위	지원	지원
외부메모리 접속		64-bit bus	64-bit bus	32/64-bit bus
외부메모리 크기		16/8Mbits	16/8Mbits	32/16Mbits
출력신호		Y, Cb, Cr(4 : 2 : 2)	Y, Cb, Cr(4 : 2 : 2)	Y, Cb, Cr(4 : 2 : 2)
디스플레이 포맷		Interlace	Interlace/non-interlace	Interlace/non-interlace
컨트롤러 접속		3:2 pull-down, 16:9, OSD	3:2 pull-down, 16:9, OSD	3:2 pull-down, 16:9, OSD
사용CMOS 공정 기술		8bit parallel	8bit parallel	8bit parallel
칩 크기		NA	0.7um CMOS	0.7um CMOS
트랜지스터 수		NA	NA	130 제곱밀리미터
동작 주파수		NA	NA	700,000
외부 입력 클럭		최대 81MHz	최대 27MHz	최대 55MHz
동작 전원		최대 81 MHz/40.5 MHz	최대 27 MHz	최대 55 MHz/27 MHz
최대 전력 소모		+5V for I/O, 내부 +3.3V	+5V	+5V
패키지		최대 2W	최대 1.5W	최대 1W
상용화 시기		160-pin plastic QFP	160-pin metal QFP	144-pin plastic QFP
		샘플:1994년2사분기	샘플:1994년2사분기	샘플출하중

표 4. MPEG-1과 MPEG-2 비디오 칩 특성 비교

기술적특성	MPEG-2(MP@ML)	MPEG-1
영상포맷(30 프레임/초)	최대 720 x 480 화소	최대 350 x 240 화소
부호화된 최대 데이터율	15 ~ 40 Mbit/s	3 M ~ 21 Mbits/s
부호화된 영상	프레임, 필드 영상	프레임 영상
움직임벡터 예측방법	interframe, interfield 예측	interframe 예측
외부 DRAM 크기	8 M ~ 32 Mbits	4 M ~ 16 Mbits
CMOS 처리 기술	0.5 ~ 0.8 um CMOS	0.7 ~ 1.0 um CMOS
트랜지스터 수	800,000 ~ 2.5 million	300,000 ~ 1.2 million
전력 소모	1 ~ 3 W	1 ~ 2.5 W

코디의 주요 시스템의 주요 사항들은 표5와 같다.

표 5. GCT사의 MPEG-2 MP@ML 칩시간 인코더 특성

항목		기술적 특성
비디오	영상부호화 방식 비디오 부호화 비트율 GOP 구조 영상포맷 움직임 추정 움직임벡터 범위 주사 패턴 전처리 필터	MPEG-2 비디오 MP@ML 1, 5, 10, 15 Mbps M=1, 2, 3, N=12, 15, 18 4:2:0 720x480, 352x240 전체탐색, BMA H/V -32.5 ~ +31.5 화소 Zig-zag, Alternate 주사 프로그래머블 5x7 탭 필터
	오디오	MPEG-1 오디오 계층 2 224, 256, 384Kbps 32, 44.1, 48kHz
시스템	시스템 스트림 타입 전송 비트율 오류 정정 방식 저장 및 재생 방식 외부 인터페이스	MPEG-2 시스템 PS 1.5, 6, 12, 18Mbps RS FEC, Interleaved 외부 HD 시스템 스트림 또는 비다중화된 스트림 저장/재생 비디오: CCIR601 오디오: CP-1201 전송기: RS422/449

3.2.4 응용 분야

1) 디지털 저장 매체

1 ~ 1.5Mbps/s(MPEG-1 경우) 대역폭을 확보하면 비디오 압축 기술은 디지털 저장 매체 및 통신에 많은 응용 분야를 갖고있다. CD-ROM은 높은 저장능력 및 저가적 때문에 매우 중요한 저장 매체이다. DAT는 압축된 비디오 저장에 적합한데, 기록 능력에 있어서는 이점이 있으나 랜덤 액세스가 요구되는 응용에

서는 순차액세스(Sequential access) 특성때문에 단점이 있다. Winchester type 컴퓨터 디스크는 최대의 용량성(기록능력 및 랜덤 액세스빈에서)을 제공하나, 상당히 높은 가격 및 제한된 이동성(portability)의 단점이 있다. Writable optical disk는 다른 매체들의 장점들(기록능력, 랜덤 액세스, 이동성 및 저가적)을 결합한 잠재력을 갖고 있기 때문에 향후 상당히 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. ISDN, LAN 및 다른 통신 채널들도 좋은 새로운 응용분야가 될 것이다.

2) 비대칭 응용

비대칭 응용분야는 신장(Decompression)과정은 번번이 요구된다. 압축(Compression)과정은 프로그램 제작시 한민만 수행되는 분야이다. 이러한 비대칭 응용분야에는 전자출판(Electronic publishing), 방송, VOD, 미니오 게임 및 영화(Entertainment ; movies) 등이 있다.

3) 대칭 응용

대칭 응용들은 기본적으로 압축 및 신장 과정이 동일하게 번번히 사용된다. 대칭 응용에서는 카메라를 통해 가나(Video mail, video phone) 또는 미리 기록된 자료들을 편집함으로써, 비디오 정보를 만들어낸다. 이러한 응용으로는 Playback-only 응용(Desktop video publishing)을 위한 자료생성, 전자우편 형태(Video mail) 또는 Interactive face to face 응용형태(Video-phone, Videoconferencing)의 통신 이용을 할 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 디지털 영상 압축 기법들 중에서 Waveform 부호화 기법에 속하는 변환부호화, 벡터양자화, 대역 분할 부호화, 예측부호화 및 엔트로피 부호화 및 영상 코덱 관련 표준화동향을 간단히 소개하였다. 특히 이들 표준화 활동 중에서 최고 많은 관심을 모으고 있는 MPEG-비디오 표준화 활동, 알고리즘 및 응용에 관해서도 간단히 기술하였다. 오늘날에는 디지털 영상 압축기술의 발달과 ISDN, B-ISDN, 위성등 전송매체의 발달에 힘입어 다양한 A/V(Audio/Video) 서비스 수요가 급증하고 있는 추세이다. 이러한 다양한 시스템간, 지역간, 서비스간의 interoperability 등을 보장하기 위한 영상 코덱 기술 표준화가 결실을 맺어감에 따라 디지털 영상 통신 기술 및 관련 서비스는 앞으로 한층 더 발전하게 될 것이다.

특히 동영상 부호화 표준인 MPEG 방식은 향후 도입될 디지털TV, HDTV, 및 VOD등 다양한 영상관련 서비스용 코덱의 표준 방식으로 이용될 것이다. 향후 전개될 막대한 영상관련 서비스 분야의 시장을 위해서는 현재 선진외국에 비해 많이 뒤떨어진 고속 영상 압축 시스템 기술 및 핵심 ASIC 기술 개발에 더 한층 노력해야될 것이다. 또한 정보통신 분야의 세계적 추세인 개인통신 분야에도 서서히 영상통신의 수요가 증가일로에 있는 현실에서 MPEG-4 등 표준기구에 서 활발히 연구되고 있는 Segmentation을 이용한 영상 압축, Object based 부호화 기법, Fractal 부호화 기법등 차세대 압축기법에 대한 연구도 적극적으로 수행되어야할 것이다.

#### 참 고 문 헌

1. A. K. Jain, "Fundamentals of digital image processing," Prentice Hall, 1989.
2. K. R. Rao and P. Yip, "Discrete Cosine Transform, Algorithms, Advantages, Applications," Academic Press, 1990.
3. J. W. Woods, "Subband image coding," Kluwer Academic Publisher, 1990.
4. Didier Le Gall, "MPEG: A video compression standard for multimedia applications," Commun. ACM, Vol. 34, No.4, pp. 47-58, April 1991.
5. JPEG digital compression and coding of continuous-tone still image, Draft ISO 10918, 1991.
6. Wallace, G.K., "The JPEG still picture compression standard," Commun. ACM, Vol. 34, No. 4, pp. 31-44, April 1991.
7. Liou, M. L., "Overview of the px64 Kbps video coding standard," Commun. ACM, Vol. 34, No. 4, pp. 60-63, April 1991.
8. Video codec for audio visual services at px64 Kbits/s, CCITT Rec. H.261, 1990.
9. Digital transmission of component coded television signals at 30-34 Mb/s and 45 Mb/s using the discrete cosine transform, CCIR-CMTT/2, Document CMTT/2, July 1988.
10. 남재열 외 4명, "영상신호 압축을 위한 MPEG 표준화 동향," 전자공학회지 제20권 제10호, 1993년 10월.
11. 김재균, 김민규, "MPEG-2 표준 영상 압축기법의 최근동향," 전자공학회지 Vol. 19, No. 12, pp. 44-58, 1992년 12월.
12. Test model 3, Document AVC-400, Dec. 1992.
13. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "MPEG-2 Video Working Draft," July 1993.
14. Nikkei Electronics, July 1994.
15. K. Shomura, M. Ichikawa, N. Nakamura and K. Takikawa, "Development of real time encoder based on MPEG-2," ITE'94, pp. 177-178, July 1994.



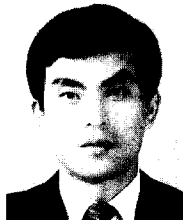
남 재 열

- 1960年 8月 12日生
- 1991년 8월 : 미국 University of Texas at Arlington 전기공학과(공학박사)
- 1985년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학 석사)
- 1983년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1985년 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 선임연구원
- 1993년 7월 ~ 현재 : MPEG-Korea 의장
- 주관심분야 : 신호처리, 영상통신



안 치 득

- 1956年 8月 15日生
- 1980년 2월 : 서울대학교 공대 전자공학과 (학사)
- 1982년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 (석사)
- 1991년 7월 : 미국 University of Florida 전기공학과 (박사)
- 1982년 12월 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 책임연구원
- 주관심분야 : 신호처리, 영상통신



정 주 홍

- 1957年 11月 3日生
- 1976년 3월 ~ 1984년 2월 : 고려대학교 전자공학과
- 1984년 3월 ~ 1986년 2월 : 한국과학기술원 전기및 전자공학과
- 1986년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 선임연구원  
연구소 선임연구원