

《主 題》

JPEG / MPEG 표준화 동향

이 부 호, 함 진 호, 임 주 환

(한국전자통신연구소 정보통신표준연구센터)

■ 차 례 ■

I. 서 론

II. 화상정보 부호화에 대한 표준화그룹

III. JPEG 표준

IV. MPEG 표준

V. 결 론

I. 서 론

'백문이 불여일견'이라는 말은 화상정보의 중요성을 한마디로 표현하고 있다. 인간은 오감중에 시각을 통하여 약 70%의 정보를 받아들인다고 한다. 귀로 듣는 것 보다 눈으로 직접 확인한 내용에 대하여 훨씬 오래도록 기억한다. 사실 우리가 전화를 통하여 대화할 때 그림도 보낼 수 있었으면하고 생각한 경우가 많을 것이다. 화상정보를 통신로를 통하여 전달하는 팩시밀리와 같은 개념은 상당히 오래 전에 등장한 것으로서, 전화의 등장보다도 오랜 역사를 갖고 있다. 그러나 화상정보는 음성정보에 비하여 보내야 할 정보량이 훨씬 많고 처리도 복잡한 까닭에 실제적으로 서비스가 이루어지게 된 것은 비교적 최근의 일로서, 세계각국에서는 팩시밀리 서비스가 현재 매우 빠르게 성장되고 있다.

1980년대에 들어오면서 화상처리 및 통신을 위한 기술들은 비약적으로 발전하게 되었는데, 컴퓨터의 성능이 비약적으로 발전하여 수 MIPS에 달하는 CPU가 등장하게 되었고, 음성이나 화상을 처리하기 위한 디지털 처리기술이 개발되었으며, 화상정보와 같은 대규모의 정보 - 보통 용지크기에 기록된 텍스트 정보는 대략 수 K바이트에 해당하는 데 비하여 컴퓨터 화면에 표시되는 자연색의 화상정보는 수백 K바이트

정도의 용량을 필요로 한다 - 를 저장할 수 있는 대용량의 하드디스크나 CD-ROM이 등장하게 되었을 뿐 아니라, LAN이나 ISDN과 같은 고속으로 데이터를 전송할 수 있는 네트워크가 등장하게 되었다. 이 결과, 중앙에 보관된 화상정보를 네트워크를 통하여 검색한다든지, 화상회의를 통하여 멀리 떨어진 사람들과 회의를 진행하는 등의 새로운 서비스들이 등장하게 되었다.

이러한 화상통신서비스를 위한 가장 중요한 기술중의 하나는 화상정보를 압축하는 기술로서, 현재 CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee)나 ISO (International Organization for Standardization)에서 표준화가 수행되고 있는데, JBIG (Joint Bi-level Image Experts Group), JPEG (Joint Photographic Experts Group), MPEG (Moving Picture Experts Group)등을 통하여 관련 표준화작업이 진행되고 있다.

흑백 정지화상 부호화에 대한 표준화작업은 JBIG을 중심으로 진행되고 있는데 팩시밀리에서 널리 사용되고 있는 MH(Modified Huffman) / MR(Modified Relative Edge Address Designate) / MMR(Modified MR) 방식에 추가하여, 컴퓨터 화면과 같은 소프트카피 통신에 사용하기 위한 방식이 표준화되고 있다.

JPEG은 칼라나 그레이 레벨의 정지화상 부호화를

다루고 있으며, 무손실 부호화(lossless compression)와 손실허용 부호화(lossy compression) 방식 모두에 대하여 작업이 이루어지고 있어 목적에 맞는 방식을 선택할 수 있도록 하고 있다. 무손실 부호화는 화상정보를 부호화할 때 원래의 정보를 잃지 않도록 부호화하는 방식으로 주로 의료 정보와 원래의 정보가 손실되면 중대한 결과를 초래할 수도 있는 화상정보를 압축하는데 사용되며 압축률은 약 2:1 정도로 그다지 높지 않다. 손실허용 부호화는 사람이 느끼는데 지장을 주지 않는 범위내에서 일부 정보의 손실을 허용하는 것으로서 평균 20:1, 최대 50~60:1까지의 높은 압축률을 얻을 수 있다. 이러한 압축방식은 화상정보를 취급하는 이미지 화일링, 비디오텍스 등에 사용할 수 있다. JBIG이나 JPEG이 모두 정지화상의 부호화를 대상으로 하고 있는데 반하여, MPEG은 동화상정보를 부호화하는 것으로서, 동화상의 프레임과 프레임 사이에 존재하는 정보의 중복성을 줄여서 보다 높은 압축률을 얻도록 하고 있다. MPEG과 같은 방식은 동화상정보의 검색이나 화상회의 등에서 사용할 수 있다.

이외에도, CCITT의 H.261 방식이 있는데, 이 방식은 64Kbit의 배수로 화상정보의 부호화를 수행함으로써 ISDN과 같은 통신망에서 유용하게 사용할 수 있는 방식이다.

II. 화상정보 부호화에 대한 표준화그룹

화상정보 부호화에 대한 여러 표준화동향을 살펴보면 다음과 같다.

2.1 JPEG/ MPEG 표준화그룹

JPEG의 표준화는 1982년 화상정보에 대한 부호화를 주로 담당하고 있는 ISO / TC97 / SC2 / WG8 내에서 표준화가 시작되었다. 이무렵 CCITT SG VIII에서는 텔리마티크 서비스의 하나인 비디오텍스에 대한 표준화가 한창 진행되고 있었는데, 비디오텍스에서 갈라 이미지 정보를 처리해야 할 필요성에 따라서, 화상정보 부호화에 대한 표준화를 공동으로 수행하기 위한 JPEG을 결성하게 되었다. 화상정보에 대한 표준화가 부각됨에 따라, JPEG의 조직은 현재는 멀티미디어 정보에 대한 부호화를 담당하는 SC29의 독립된 WG10으로 확장되어 운영중에 있다. JPEG이 결성된 후 여러가지 부호화방식이 제안되어 비교검토되었는데, 부호화된 화질의 평가, 하드웨어로 구성되는 부호

기 / 복호기에 대한 성능, 압축률등을 상호 비교하여, 최종적으로 ADCT(Adaptive Discrete Cosine Transform)을 기초로 하는 알고리즘을 채택하기로 1988년에 결정하였으며, 이러한 부호화방식을 JPEG 방식이라고 하기로 결정하였다.

이후 1989년에 JPEG 부호화방식 초안을 채택하여 수정작업을 거친 후, 1990년 12월에 CD(Committee Draft) 초안이 완성되었으며, 최종적으로 1992년에 국제표준으로 JPEG 알고리즘이 확정되었다.

동화상 정보의 부호화에 대한 표준화를 담당하는 MPEG 활동은 1988년에 처음으로 시작되었으며, 처음 위원회가 열렸을 때에는 소수 인원만이 참가했으나 1990년에 접어들면서 매회 약 150명 정도의 많은 인원이 회의에 참석하고 있으며, 특히 MPEG-1의 DIS(Draft International Standard)가 완성되고 MPEG-2 CD의 작업이 이루어지고 있는 요즘에 와서는 관련업계와 학계에서 더욱 많은 관심을 보이고 있다.

2.2 화상전화를 위한 CCITT 전문가그룹

화상정보 압축에 대한 표준화활동은 화상회의 및 화상전화 응용을 위하여 처음 시작되었다. ISDN 통신방식에 대한 개념이 등장하고 여기에서 필요한 서비스가 개발됨에 따라 ISDN의 기본전송속도인 64 Kbps의 배수로 처리되는 방식인 px64Kbps (p:1~20)가 영상압축 표준화의 기틀이 되었다. 이에 대한 작업은 CCITT SG XV 산하의 화상전화 전문가그룹이 담당했으며, CCITT H.261 "Video Codec for Audio-Visual Services at px64 Kbps"가 권고되었으며, 이 작업은 150msec 이하의 지연을 갖는 실시간 부호화/복호화 시스템에 초점을 맞추었다.

약 64Kbps 정도의 낮은 비트율에서 동작되어야 하는 제한성 때문에, 부가정보의 조건은 매우 엄격히 취급되었다. MPEG 위원회에 의하여 H.261 표준은 동화상 표준으로 매우 우수하다고 평가되었고, 단지 화질만 1~1.5 Mbps 정도에서 최적화가 되도록 개선함으로써 제한된 대역폭을 갖는 저장매체에서의 저장 방식으로 사용될 수 있도록 보완되었다.

MPEG 표준은 엄격히 판단하면 H.261의 슈퍼세트는 아니라할지라도 많은 공통부분을 갖고 있으며, 여러 표준화 회원들이 MPEG과 H.261과의 호환성이 보장되기를 원하고 있다.

2.3 CCIR의 CMTT/ 2 활동

화상정보의 압축은 화상회의 또는 화상전화등과 같은 전기통신 분야의 응용뿐만 아니라, 압축된 TV 신호 전송과 같은 방송분야에서도 이용될 수 있다. CMTT(Committee for Mixed Telephone and Television) / 2는 현재 34Mbps와 45Mbps의 속도로 TV 신호를 압축하는 연구를 수행중에 있다. CMTT / 2 표준화활동 역시 송달품질(contribution quality) 코덱 개발에 초점을 두고 시작되었다. 사용된 기술들은 MPEG에서 고려하는 방법들과 상당히 많은 공통점을 가지고 있으나 목표 대역폭 및 요구사항들은 상당히 다르다.

2.4 ATM 비디오 부호화를 위한 CCITT 전문가 그룹

CCITT에서 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 방식에 근거한 B-ISDN(Broadband-ISDN)을 권고함에 따라 보다 고속통신이 이루어질 수 있는 ATM 환경에서 적합한 영상부호 표준화 방식의 개발이 필요하게 되었다. 따라서, 이를 위하여 ATM 영상부호화에 대한 표준을 개발할 전문가그룹을 1990년 7월 CCITT SG XV 회의내에 구성하였으며, ATM 환경하에서 사용될 비디오코덱 표준화를 목표로 작업을 수행하고 있다.

ATM 비디오부호화 전문가 그룹은 현재 15개국의 구성원들로 이루어져 있으며, 1994년 ATM 영상 부호화 표준화에 관한 권고 H.26X의 완성을 목표로 지금까지 여러 차례의 모임을 가졌으며 MPEG과도 여러 차례 합동회의를 가져 H.26X / MPEG-2 요구사항 및 Test Model 3(TM3)을 완성하고 TM3의 개선작업 및 WD(Working Draft) 작성을 수행 중에 있다.

III. JPEG 표준

3.1 개요

JPEG 화상압축 알고리즘은 순차(sequential) 재생과 점진(progressive) 재생으로 나뉘어 표준화가 이루어졌다. 정지화상을 전송하는 화상통신은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 팩시밀리와 같이 종이 위에 화상을 기록하는 하드카피 방식과 비디오텍스와 같이 모니터 위에 화상을 표시하는 소프트카피 방식의 통신이다.

하드카피방식에서는 일반적으로 화상이 전송되는 과정을 지켜볼 필요가 없는 경우에 사용되며, 화상전송이 완료된 후의 결과에만 관심이 있다. 이경우에서는 일반적으로 선명한 화상을 위해서 아래 방향으로

차례차례 전송하여 재생하는 순차재생 방법이 사용된다. 순차 재생은 적은 메모리와 하드웨어로 구현이 가능하나 최종결과를 보기 위해서는 정보를 모두 수신하여 표시할 때까지 기다려야 한다는 단점이 있다.

그러나 이러한 순차재생은 어떤 사용자가 화상 데이터베이스를 검색하는 경우와 같이 소프트카피 방식으로 사용하는 경우에는 적합하지 않다. 찾고자하는 내용이 모두 전송되어 화면에 표시될 때까지는 원하는 정보를 찾고 있는지 판단할 수 없기 때문이다. 우리는 어떤 사물의 대략적인 윤곽만을 보고도 자기가 원하는 내용인가를 알 수 있는데, 예로 자동차를 구입하기 위하여 화상 데이터베이스를 검색하고 있는 경우 자동차의 희미한 윤곽만을 보고서도 자기가 원하는 스타일의 자동차인가 아닌가를 판단하여 원하는 형태의 자동차가 아닌 경우, 화상정보의 수신을 중단하고 다음 화상의 전송을 요구할 수 있다.

소프트카피에서의 이와 같은 요구사항을 만족하기 위한 알고리즘이 점진재생 방식으로, 점진재생은 전체 모습을 파악할 수 있는 화상을 보내어 표시하고, 점차로 화질을 향상 시키면서 표시하는 방식이다. 이 방식을 이용하면 초기에 전체 화상의 윤곽을 볼 수 있기 때문에 이용자는 곧바로 내용을 알 수 있게 되어서 화상 데이터베이스 검색 서비스나 원격 통신회의 등 모니터를 통한 소프트카피 영상통신에 적용하기에 적절하다.

3.2 DCT-Based 부호화 알고리즘

JPEG 표준안은 DCT-Based 부호화 알고리즘을 기본으로 하여 화상의 압축방법을 표준화할 목적으로 다음과 같은 사항을 고려하였다.

- 압축률에 따른 화질의 상태를 고려하여 사용자의 목적에 따라 화질과 압축률을 선택할 수 있도록 하였다.
- 화상의 색상범위나 화소의 중횡비(aspect ratio)등에 대한 제한이 없이 어떠한 종류의 화상에도 JPEG 알고리즘을 적용할수 있게 하였다.
- 알고리즘 수행시의 성능을 향상시키기 위해 하드웨어로 구현할 수 있을 뿐만아니라 CPU의 성능에 따라 알고리즘 계산의 복잡성을 변화시켜 소프트웨어로도 구현할 수 있도록 하였다.
- JPEG 알고리즘은 4가지의 동작 모드를 제공한다.
 - 1) 좌에서 우로, 상에서 하로의 순차적 부호화를 할 수 있도록 한다.
 - 2) 화상을 수차례에 걸쳐 부호화함으로써 원거리에서

전송받는 사용자가 지루하지 않도록 한다.

3) 압축된 데이터로부터 원화상을 완벽하게 복원할 수 있도록 무손실(lossless)부호화를 가능하도록 한다.

4) 화상을 여러 종류의 해상도로 부호화하여 사용자가 낮은 해상도의 화상을 취할 수 있도록 한다.

3.2.1 FDCT, IDCT

DCT는 고속 알고리즘을 갖는 최고의 직교변환(orthogonal transform)으로 여러 종류의 화상에 최적의 성능을 발휘한다. 그림 1은 DCT-Based 부호기와 복호기의 처리과정을 나타낸다. 부호기의 입력에서 원화상은 8x8의 블록으로 분할되고 블록내의 각 화소 f(x,y)에 대하여 아래의 식에 의해 FDCT(Forward DCT)변환을 수행한다.

$$F(u,v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \left[\sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x,y) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{16}\right) \right]$$

반대로 복호기의 출력단에서 복원되는 화소 f(x,y)는 아래와 같은 IDCT(Inverse DCT)변환에 의해 8x8

의 화상이 복원된다.

$$F(x,y) = \frac{1}{4} \left[\sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v)f(u,v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{16}\right) \right]$$

두식에서 $C(u)C(v) = 1/\sqrt{2} : u,v = 0$ 일 때;
 $C(u)C(v) = 0 : \text{기타}$;

3.2.2 양자화/ 역양자화

FDCT변환을 수행하면 64개의 DCT 계수 F(u,v)가 얻어진다. 여기에서 F(0,0)를 DC계수라 하고 나머지를 AC 계수라 한다. JPEG 알고리즘은 정보량을 줄이기 위해 시각적으로 무시할 만한 정도의 화질 손상을 감수하고 AC 계수들에 대해 양자화(quantization) 과정을 수행하는 데 양자화는 DCT 계수를 양자화 스텝의 크기로 나누었을 때 가장 근접한 정수로 정의한다.

$$F^Q(u,v) = \text{Inter Round} \left[\frac{F(u,v)}{Q(u,v)} \right]$$

역양자화(Dequantization)는 양자화 과정의 역변환으로 다음 식에 의해 간단히 계산된다.

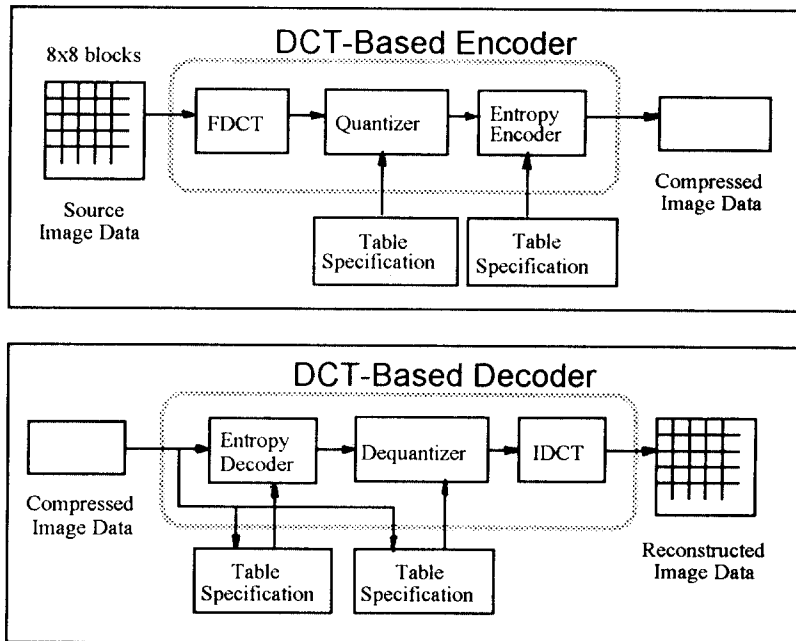


그림 1. DCT-Based 부호기와 복호기의 처리과정

$$F^Q(u,v) = F^Q(u,v) Q(u,v)$$

3.2.3 엔트로피(entropy) 부호화

DCT-Based 부호화과정의 마지막 단계는 엔트로피 부호화 과정이다. 엔트로피 부호화는 DCT 계수들의 통계적인 특성을 바탕으로 정보의 손실없이 DCT 계수들을 좀더 압축할 수 있도록 한다. JPEG 알고리즘은 두가지의 엔트로피 부호화 방법 - Huffman 부호화 방법과 산술 부호화 방법 - 을 제시하고 있다.

DCT 계수중에서 DC 계수는 8x8 블록내 64개 화소들의 평균값으로 나머지 63개의 AC계수들과는 별개로 취급된다. DC 계수의 부호화는 한 블록의 DC 계수와, 그와 인접한 블록의 DC 계수와의 차(difference)에 따라 Huffman 부호화 테이블로부터 코드를 할당한다.

AC 계수의 부호화를 위해 AC 계수를 zigzag로 스캔한다. 그림 2는 AC 계수의 스캔방식을 나타낸다. 스캔된 AC 계수를 RL(Run Length) 부호화하여 이에 따라 Huffman 코드를 할당한다. 연속되는 0의 길이가 16이상이면 16개 단위로 끊어 ZRL(Zero Run Length) 코드를 할당한다. 맨 마지막 AC 계수(F(7, 7)) 가 0인 경우에는 한 블록의 부호화가 끝난 후에 EOB (End of Block) 코드를 추가한다. 산술 부호화 방법은 Huffman 부호화 방법에 비해 5-10%의 압축률을 증가시킬 수 있지만 압축 방법에 있어서 구현하기가 복잡하다는 단점이 있다.

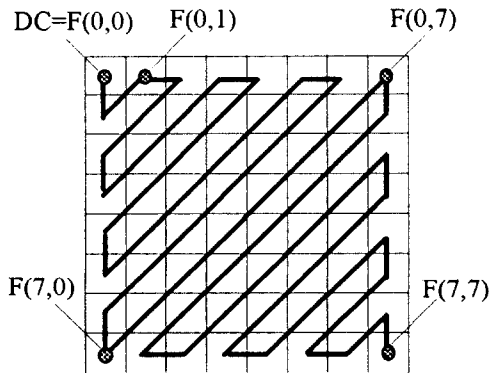


그림 2. 계수의 스캔방식

3.3 무손실(lossless) 부호화 모드

DCT-Based 부호화 방식으로는 화질의 손실을 배제할 수 없기 때문에 JPEG에서는 무손실 부호화를 위한 알고리즘을 제공한다. 그림 3은 무손실 부호화 알고리즘의 처리과정을 나타낸다. 예측기(predictor)는 인접한 3개의 화소로부터 다음 화소값을 예측한다. 엔트로피 부호기에서는 예측된 화소값과 실제의 화소값을 비교하여 두 값의 차에 대해 Huffman 부호화 또는 산술 부호화 알고리즘을 적용한다. 무손실 부호화 알고리즘은 약 2:1의 압축률로 부호화한다.

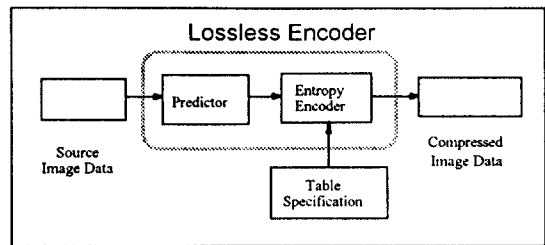


그림 3. 무손실 부호화 알고리즘의 처리과정

3.4 DCT 점진(progressive) 모드

점진 부호화는 스캔방식을 제외하면 앞에서 언급한 DCT-Based 부호화 알고리즘과 동일하다. DCT 순차(sequential) 부호화는 한 화상에 대해 한번 스캔하는데 비해 점진 부호화는 한 화상에 대해 여러번 스캔하면서 부호화한다.

3.5 DCT 계층(hierarchical) 모드

계층 모드는 다중 해상도에서의 피라미드 부호화를 제공하는데, 그 과정은 다음과 같다.

- 1) 먼저 원화상의 해상도를 가로, 세로 각각 2의 배수로 축소한다.
- 2) 축소된 화상에 순차 DCT, 점진 DCT, 또는 무손실 부호화 방법을 적용하여 부호화한다.
- 3) 축소된 화상을 보간법(interpolation)을 이용하여 2배로 확장한다. 여기에서 사용되는 보간법은 수신측에서도 동일하게 사용되어야 한다.
- 4) 3)에서 얻어진 화상과 같은 해상도에서의 원화상과의 차(difference)를 부호화한다.
- 5) 원화상이 완전히 부호화될 때까지 3),4)의 과정을 반복한다.

3)과 5)에서의 부호화 과정은 동일한 알고리즘을 사용하여야 한다.

IV. MPEG 표준

4.1 개요

MPEG 표준화 활동은 MPEG-비디오, MPEG-오디오 및 MPEG-시스템에 대한 활동으로 구성되어 있다. MPEG-비디오는 비디오 신호 압축 알고리즘에 대한 표준화를, MPEG-오디오는 디지털 오디오신호 압축 알고리즘에 대한 표준화를, 그리고 MPEG-시스템은 압축된 다단 비디오 및 오디오 비트 스트림의 동기 및 다중화 문제에 대하여 다루고 있다.

MPEG 표준화 활동은 비디오 및 관련 오디오 압축 알고리즘에 따른 응용 코덱의 데이터율에 따라, MPEG-1 및 MPEG-2 (MPEG-3 포함) 단계로 나눈다. MPEG-1은 비디오와 관련 오디오를 약 1.5 Mbps 이하로 압축하는 알고리즘에 대하여, MPEG-2는 약 15Mbps 정도로 압축하는 알고리즘에 대하여 연구하고 있다.

현재 MPEG-1에 대하여는 표준안이 DIS 상태에 있으며, MPEG-2에 대하여는 CD 완성을 위해서 요구사항의 수립이 이루어지는 단계에 있다.

4.2 MPEG-비디오 요구사항

4.2.1 일반 표준(generic standard)

ISO위원회에는 다양한 업체들이 참여하고 있기 때문에 디지털 저장매체에서의 비디오 표현방식이 많은 분야의 응용을 충족시킬 수 있어야 하는데 그러기 위해서는 MPEG표준이 일반표준이 되어야 한다. 여기서 일반표준이란 MPEG표준이 특정 응용에 종속되지 않는 표준을 의미한다. 오디오를 포함한 비디오가 1.5Mbps의 대역폭에서 만족스러운 화질을 얻을 수 있다는 가정하에 여러 응용들이 제안되었다.

4.2.2 디지털 저장매체에서의 압축비디오 응용

1) 저장 매체

많은 저장매체와 통신 채널에는 1-1.5Mbps의 대역폭을 목표로 한 비디오 압축기술이 적합하다. CD-ROM은 가격에 비해 고용량의 정보를 저장할 수 있다. DAT(Digital Audio Tape) 역시 압축비디오에 적합한데, 저장능력면에서는 장점이 있으나 랜덤 액세스가 어렵다는 단점이 있다. Winchester-type의 하드디스크는 저장능력이나 랜덤액세스 면에서 장점이

있지만 값이 비싸고 휴대하기가 쉽지 않다는 단점이 있다. writable 광디스크는 여러 매체들의 장점들을 모두 갖추고 있어 앞으로 저장매체로서 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

2) 대칭/ 비대칭(symmetric/ asymmetric) 응용

디지털 비디오 압축 응용은 대칭응용과 비대칭응용으로 분류한다. 비대칭 응용은, 복원(decompression) 과정은 자주 수행되지만 압축(compression) 과정은 단 한번만 수행된다(교육훈련, 비디오 텍스트, 여행안내, 게임등). 대칭응용은 기본적으로 압축 및 복원과정이 동일하게 수행된다(비디오 메일, 화상전화, 화상 회의등).

4.2.3 비디오 압축 알고리즘의 특징

1) 랜덤 액세스(random access)

랜덤 액세스는 디지털 저장매체에서의 비디오정보 검색에서 필수적인 기능으로 비트 스트림내의 중간 또는 어떤 프레임에서도 검색하고 제한된 시간(약 5초) 내에 복호가 가능해야 한다. 이를 위해서는 액세스 포인트가 존재해야 한다.

2) 고속 순방향/ 역방향 탐색(fast forward/ reverse search)

저장매체에 따라 압축된 비트스트림을 스캔할 수 있어야 하고 적절한 액세스 포인트를 이용하여 고속 탐색을 위해 선택된 화상을 디스플레이할 수 있어야 한다. 이러한 기능을 위해서도 저장매체의 랜덤액세스 기능이 반드시 필요하다.

3) 역방향 재생(reverse playback)

인터랙티브 응용에서는 영상 신호를 역방향으로 재생할 수 있어야 한다.

4) 오디오/ 비디오 동기화

비디오 신호와 관련 오디오 신호는 동기가 정확히 맞아야 하는데 이 기능은 MPEG-System 그룹에서 다루고 있다.

5) 오류에 대한 강건함

대부분의 디지털 저장매체나 통신채널에는 오류가 존재한다. 여러 응용에서 적절한 채널 부호화 기법이 사용될 수 있지만 소스 부호화 과정에서는 오류가 없어야 한다.

6) 부호화/ 복호화 지연

화상전화와 같은 응용에서 자연스런 대화를 유지하기 위해서는 지연이 150ms이내가 되어야 한다. 화질과 지연은 어느정도 절충될 수 있기 때문에 부호화/복호화 알고리즘은 만족스러운 지연범위내에서 수행되어야 한다.

7) 편집 가능성

모든 화상들이 독립적으로 압축되지는 않지만 짧은 시간 동안의 편집단위를 구성하여 그들만의 참조(reference)로써 부호화(편집)할 수 있어야 한다.

8) 포맷 유연성(format flexibility)

래스터 크기(width, height)와 프레임비율(frames per second)에 많은 유연성이 제공되어야 한다.

9) 비용 절충

제안된 많은 부호화/복호화 알고리즘은 1990년대의 기술에 의해 소수의 칩으로 구현될 수 있어야 하고 부호화/복호화 과정이 실시간에 수행될 수 있어야 한다.

4.3 MPEG 압축 알고리즘

MPEG 알고리즘은 프레임내(intraframe) 부호화만으로는 얻을 수 없는 높은 압축률을 필요로 하는데

랜덤 액세스 기능은 프레임내 부호화 기법을 사용하는 것이 적절하다. 따라서 MPEG 알고리즘은 프레임간(interframe) 부호화 기법을 쓰면서 랜덤 액세스 기능을 충족시켜야 하는 어려움이 있다.

MPEG 비디오 압축 알고리즘은 두가지 기술을 바탕으로 한다. 시간상의 중복성을 줄이기 위해 블럭단위의 움직임 보상을 하고 공간상의 중복성을 줄이기 위해 DCT-Based 압축 알고리즘을 사용한다. 움직임 보상기술은 순수 예측부호화와 보간 부호화 기법을 적용하고 예측오류는 DCT 알고리즘을 적용해서 압축한다. 그림 4는 MPEG 복호기의 처리과정을 나타낸다.

4.3.1 시간 중복성 감축

저장된 비디오의 랜덤 액세스 및 보간에 의한 비트율 감축의 중요성때문에 MPEG에서는 Intra 화상(I, Intrapictures), 예측화상(P, Predicted pictures), 보간화상(B, Interpolated pictures)의 3가지 화상이 고려된다. Intra 화상은 랜덤 액세스를 위한 액세스 포인트를 제공한다. P 화상은 이전화상(I 또는 P화상)을 참조하여 부호화되고 미래 예측화상에 대한 참조(reference) 화상으로 사용된다. B 화상은 압축률은 가장 높지만 예측을 위해 이전화상과 미래화상을 참조해야 하고 참조화상으로는 사용되지 않는다. 그림 5는 이러한 3가지 화상들의 상호관계를 나타낸다.

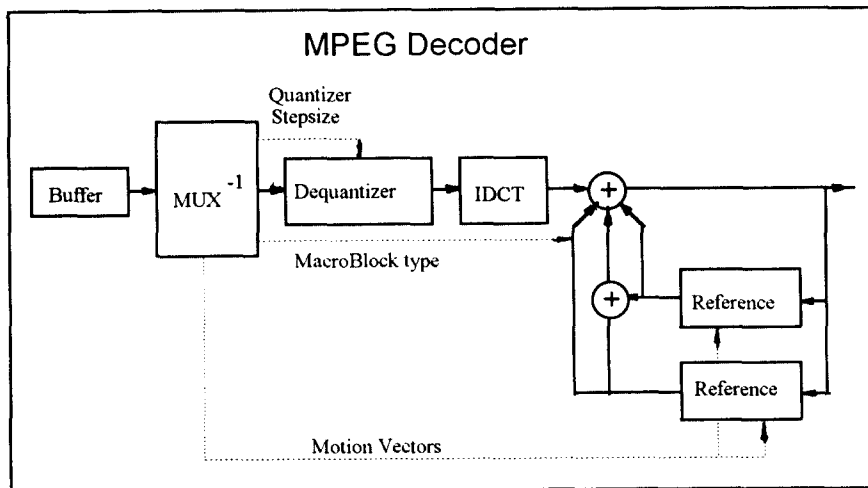


그림 4. MPEG 복호기의 처리과정

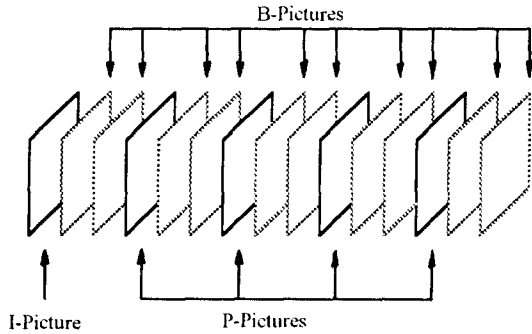


그림 5. I,P,B 화상의 상호관계

1) 움직임 보상

영상신호의 시간 중복성을 이용하는 기술 중에서 움직임 보상 예측 (motion-compensated prediction) 기법이 가장 널리 사용되는데 CCITT 표준인 H.261과 같은 화상전화를 위한 압축알고리즘의 기본이 된다. 움직임 정보는 화상을 복원하기 위해 필요한 정보로서 적절히 부호화되어야 한다. 움직임 보상 보간법은 MPEG의 핵심기능으로 랜덤 액세스를 제공하고 오류의 영향을 감소시킴으로써 화질을 향상시킨다.

2) 움직임 표현

움직임 정보에 의한 부호화 이득(coding gain)과 움직임 정보를 부호화하는데 필요한 부담은 적절히 절충되어야 한다. MPEG에서는 움직임 보상 단위로 16×16 블록을 사용한다. 이 블록을 매크로 블록 (macro block)이라 하는데 MPEG과 CCITT H.261에서는 8×8블록을 사용한다. 각각의 16×16 블록에 관

련된 움직임 정보는 이전블럭에 나타나는 움직임 정보에 대해 차등(differentially) 부호화된다. 차등 움직임 벡터는 화상에 따라 다르게 선택될 수 있고 시간 해상도, 공간 해상도 및 특정 시퀀스에서의 움직임 특성에 따라 선택된다.

4.3.2 공간 중복성 감축

정지화상이나 예측오류 신호들은 매우 높은 공간 중복성을 갖고 있다. 중복성 감축을 위한 기술이 많이 있지만 움직임 보상이 블럭을 기본으로 하기 때문에 블럭 기본의 알고리즘이 선호된다. MPEG에서도 공간 중복성 감축 기법으로 스칼라 양자화(visually weighted scalar quantization) 기법, RL(Run Length) 부호화 기법을 DCT와 결합하여 사용한다. DCT 알고리즘은 JPEG에서 다루었으므로 여기에서는 생략하기로 한다.

4.3.3 계층 구조 및 비트 스트림

계층구조는 논리적으로 분명하여 애매함을 방지하고 복호화 과정을 쉽게하기 위하여 비트 스트림에서 엔티티(entities)를 분리한다. MPEG 비트 스트림은 그림 6과 같이 6개의 계층을 갖는데, 각각의 계층은 신호처리 기능(DCT, 움직임 보상), 또는 논리적 기능(재동기, 랜덤 액세스 포인트)등의 제한된 기능을 제공한다.

V. 결 론

이상에서 화상정보 부호화를 위한 JPEG, MPEG에 대하여 살펴보았다. JPEG 알고리즘은 사용되는 응용 분야에 따라 부호화방식이나 파라메타를 적절히 선

MPEG 비디오 비트 스트림의 6 계층 구조

Sequence 계층	Context
Group of Pictures 계층	Video Coding
Picture 계층	Primary Coding Unit
Slice 계층	Resynchronization Unit
Macroblock 계층	Motion Compensation Unit
Block 계층	DCT Unit

택해서 사용할 수 있다. 또한 정지화상과 동화상 부호화방식은 모두 DCT에 근거한 알고리즘을 채택하고 있기 때문에 동화상에서 나타나는 프레임간의 redundancy를 줄이기 위한 알고리즘을 제외하고는 사실상 많은 부분이 동일하다.

JPEG 알고리즘의 베이스라인 방식을 적용하면 화질에 거의 손상을 주지않고 평균 20:1까지 압축이 가능하며, 알고리즘도 비교적 간단하게 구현할 수 있다. 따라서 PC나 워크스테이션 상에서 소프트웨어만으로 알고리즘을 구현하는 것이 가능하므로 시스템에 추가적인 비용없이 이미지 화일링, 원격감시, 화상검색 시스템 등 여러 응용에서 사용할 수 있을 것으로 예상된다.

MPEG 알고리즘은 프레임간에 압축을 수행함으로써 JPEG 보다 2-3배 높은 압축률을 얻을 수 있다. 현재, 디지털 화상정보를 이용하는 여러 응용들이 개발되고 있으며, 앞으로도 계속적으로 많은 응용들이 등장하리라고 예상된다. 이러한 응용 중에는 지금까지 MPEG에서 개발된 알고리즘의 수 Mbps보다 훨씬 저속에서 가능한 서비스들이 많이 존재하는 데, MPEG 위원회에서는 이를 위하여 MPEG-4라고 불리는 목표 비트율을 수십 Kbps 또는 그 이하로 하는 알고리즘을 개발중에 있다. 이러한 알고리즘은 PSTN과 같이 저속통신이 가능한 네트워크인 ISDN의 기본모드에서 사용가능할 것으로 예상되며, 응용 예로는 비디오 전화(video phone), 전자뉴스 서비스(electronic video news), 비디오 메일(video mail), 비디오 데이터 베이스 원격 검색(remote access to video database) 등이 있다.

90년대에 들어서면서 멀티미디어에 대한 열기가 달아 오르고 있어 이미 stand-alone으로 사용되는 여러 응용들이 등장하고 있으며, 이를 지원하기 위한 오디오, 비디오 보드들도 활발하게 개발되고 있다.

JPEG과 MPEG, H.261의 경우에 이를 지원하는 비디오 보드들이 시장에 등장하고 있으며, Ethernet이나 ISDN 하에서 이러한 보드를 사용하여 비디오회의를 할 수 있는 시스템도 개발되었다. 이러한 장치를 갖추기에는 아직까지 가격이 비싼편으로 표준화가 완료되어 대량 생산이 이루어지게 되면, 사용자는 경제적인 부담없이 여러 응용에 JPEG과 MPEG 알고리즘을 사용할 수 있게 될 것이다.

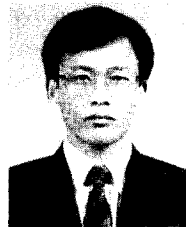
감사의 글

본 논문을 작성하는데 도움을 주신 한국전자통신연구소 영상통신 연구실의 남재열 박사님, 광가입자연구실의 이태훈님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 이 태훈, JPEG 표준화 동향, 멀티미디어의 세계, 한국전자통신연구소 기술정보 센터 정보조사실, pp 79-108
2. 남 재열, MPEG 표준화 동향, 멀티미디어의 세계, 한국전자통신연구소 기술정보 센터 정보조사실, pp 109-132
3. Didierle Gall, *MPEG: A Video Compression Standard for Multimedia Applications*, Communications of the ACM, April 1991 Vol. 34, No. 4
4. Anderson, M. *VCR quality video at 1.5 Mbits/s*. National Communication Forum (Chicago, Oct. 1990)
5. Chen, C. T. and Le Gall, D. J. *A Kth order adaptive transform coding algorithm for high-fidelity reconstruction of still images*. In Proceedings of the SPIE (San Diego, Aug. 1989)
6. *Coding of moving pictures and associated audio*. Committee Draft of Standard ISO11172:ISO/MPEG 90/176, Dec. 1990
7. *Digital transmission of component coded television signals at 30-34Mbits/s and 45Mbits/s using the discrete cosine transform*. CCIR-CMTT/2. Document CMTT/2. July 1988
8. *Encoding parameters of digital television for studios*. CCIR Recommendations, Recommendation 601, 1982.
9. Hudson, G. P. *The development of photographic videotex in the U. K.* Proceedings of the IEEE Global Telecommunications Conference, IEEE Communication Society, 1894
10. Huffman, D. A. *A method for the construction of minimum redundancy codes*. Proceedings IRE, vol. 40, 1962
11. Leger, A. *Implementations of fast discrete cosine transform for full color videotex services and terminals*. Proceedings of the IEEE Global Telecommunications Conference, IEEE Communications Society (1984)

12. Leger, A., Mitchell, M., Yamazaki, Y. *Still picture compression algorithms evaluated for international standardization*. Proceedings of the IEEE Global Communications Society (Nov. 1988)
13. Wallace, G. K. *Overview of the JPEG(ISO/CCITT) still image compression standard*. Image Processing Algorithms and Techniques. Proceedings of the SPIE, vol. 1244(Feg. 1990)
14. Hidaka, T., Ozawa, K. *Subjective assessment of redundancy-reduced moving images for interactive applications: Test methodology and report*. Signal Processing : Image Commun. 2, 2(Aug. 1990)
15. *Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images*. Part I, Requirements and Guidelines. ISO / IEC JTC1 Committee Draft 10918-1. Feb. 1991
16. *Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images*. Part II, Compliance Testing. ISO / IEC JTC1 Committee Draft 10918-2. Feb. 1991
17. Liou, M. L. *Overview of the px64kbps video coding standard*. Commun. ACM 34, 4 (Apr. 1991)
18. *MPEG proposal package description*. Document ISO / WG8 / MPEG / 89-128 (July 1989)
19. *Video codec for audio-visual services at px64kbps/s*. CCITT Recommendation H. 261, 1990
20. Wallace, G. K. *The JPEG still-picture compression standard*. Commun. ACM 34, 4 (Apr. 1991)
21. Pennebaker, W. B., *JPEG Tech. Specification, Revision 8*. Informal working paper JPEG-8-R8, Aug. 1990.
22. Rao, K. R., Uip, P. *Discrete Cosine Transform- Algorithms, Advantages, Applications*. Academic Press, Inc, London, 1990.
23. *Standardization of Group 3 facsimile apparatus for document transmission*. CCITT Recommendations, Rascicle VII. 2, Recommendation T. 4, 1980.



이 부 호

- 1963년 10월 1일생
- 1986년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 학사
- 1991년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 석사
- 1991 ~ 현재 : 한국전자통신연구소
- 현 : 정보통신 표준연구센터 표준연구 1실 연구원



함 진 호

- 1958년 3월 2일생
- 1982년2월 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1984년2월 : 한양 대학교 대학원 전자통신공학과 석사
- 1990년3월 ~ 현재 : 한양대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정
- 1984 ~ 현재 : 한국전자통신연구소
ETRI 통신접속 연구실, 정보통신 표준연구센터 표준연구 2실
- 현 : 정보통신 표준연구센터 표준연구 1실 선임 연구원



임 주 환

-
- 1949년 2월 9일생
 - 1972년 2월 : 서울대학교 공업교육(전자) 학사
 - 1979년 2월 : 서울 대학원 석사
 - 1984년 7월 : 독일 Braunschweig 공대 박사(통신 시스템전공)
 - 1978~1979 : 한국통신기술연구소 연구원
 - 1979~1984 : 독일 Braunschweig 공대 통신시스템연구소 연구원
 - 1984~현재 : 한국전자통신연구소(ETRI) 책임 연구원
ETRI ISDN연구부장, 교환연구부장
역임
 - 현 : 한국전자통신연구소 정보통신 표준연구센터장