

主 題

# 정지영상 데이터 부호화 표준을 위한 JPEG 기술 동향

한국전기연구소 정보통신연구팀 책임연구원 허 영

차 례

- I. 서론
- II. JPEG 배경
- III. JPEG 기본 알고리즘의 연산
- IV. JPEG 확장
- V. JPEG-LS
- VI. 결론

## I. 서론

영상정보는 수치나 문자정보에 비하여 일반적으로 데이터 량이 많기 때문에 통신이나 저장시에 효율성을 높이기 위해서는 화질의 열화를 최소화 하여 압축 하는 부호화 기술이 필요하다. 연속계조 정지영상부호화 방식의 표준화 작업은 1986년에 ISO/IEC JTC1/SC2 와 CCITT SG VIII와 협동으로 시작되었으며 이 합동 검토기관을 JPEG(Joint Photographic Experts Group)이라 부른다(그림1.1 참조). 이후 여러 차례 조직이 변하여 1993년 11월에 ISO/IEC JTC/SC29/WG1이 발족하였으며 현재 JPEG 은 이중에서 sub 그룹 명이 되고 있다. 이와 같은 JPEG 은 원래 기관 명칭이지만 부호화의 명칭으로도 일반적으로 사용되고 있다. 연속계조 정지영상이라는 것은 흑백뿐만 아니라 여러단계의 회색을 갖는 영상, 즉 사진과 같은 영상을 말하며 칼라와 흑백 모두를 취급하며 연속계조가 아닌 영상으로서는 문자와 같은 2치 영상이 있으며 이 부호화 방식으로는 JBIG(Joint Bi-level Image Group) 등이 있다.

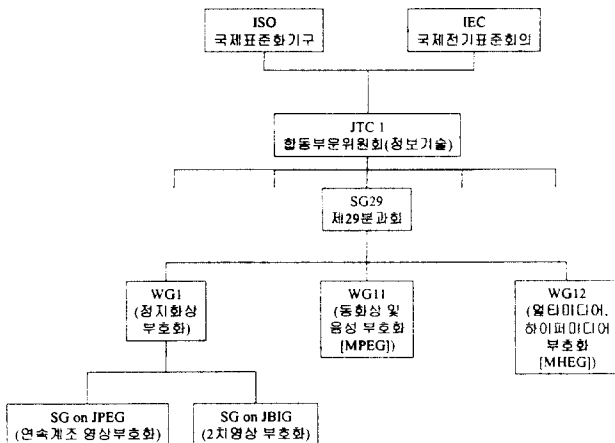
JPEG의 국제 표준 규격은 다음에 나타난 바와 같이 크게 네 부분으로 구성되는데 Part 1은 부호화 복호처리 및 압축영상 데이터 부호화 표현을 만족하기 위한 요구조건 및 실장 지침을 규정하고 있으며 모든 것의 기본이 되는 것이다. 1991년에 CD (Committee Draft) 투표를 1992년 7월에 DIS (Draft International Standard) 투표를 종료하였으며 1994년 2월 15일에 IS(International Standard)가 출판되었다. 일반적으로 JPEG 이라고 부르는 기술 내용은 대부분 Part 1에 기록되어 있다. Part 2는 Part 1의 규정에 따라 작성된 부호화 장치 등과 압축 데이터가 Part 1의 규정에 적합한지 아닌지를 시험하는 방법을 규정하고 있으며 Part 3은 Part1의 기능확장으로, 가변양자화, 타일링, File format(SPIFF)등을 규정한다. 마지막으로 Part 4는 JPEG 변수들의 등록에 관한 사항 과 Profiles, Tag, 칼라 영역등과 압축 형태, 그리고 등록 권한에 대한 내용등을 규정하고 있다(1-4).

JPEG 표준 내에서도 응용범위에 따라 서로 다른

압축과 복원방식이 요구되며 이에 대한 처리 방식이 특정 지워지는데 이들 종류로는 Baseline Sequential Processes, Extended DCT-Based Processes, 그리고 Lossless Processes 방식의 세 가지가 있다. 모든 JPEG 부호화기와 복호기는 Baseline Sequential Processes를 지원해야 하며 그 외 다른 처리 방법들은 특정한 응용에서 사용되어 질 수 있는 선택적인 확장 방식이다.

Baseline Sequential Processes는 이산여현변환(DCT, discrete cosine transform)에 의한 가변장 부호화(variable-word-length coding ; Huffman coding)에 기초한 처리방식이며 이에 의해 복구된 영상은 눈으로 관측하여도 상당한 수준을 갖는 높은 압축율(100:1)을 제공한다. 그러나 DCT에 의한 처리는 손실 압축방식이어서 복구된 영상은 원 영상과 동일한 byte 단위 대 byte 단위로 이루어지지 않으며 영상 정보의 손실 정도는 압축율에 따라 변한다. 일반적으로 Baseline Sequential Processes는 약 1bit 화소율로 압축이 가능한데 예를 들어 24bit RGB 칼라의 영상은 1bit/pixel로 압축할 수 있고, (원래 크기보다 약 5% 더 작음) 복구된 영상은 원래의 영상과 비교하여 눈으로 관측 하여도 거의 구별할 수가 없을 정도이다.

그림1.1 표준화 조직도



한편, JPEG의 제안중에서 일부는 motion image 압축 기술로 각 프레임은 각각 분리된 이미지처럼 엔코딩되는 "Intraframe" 클래스의 방법과 같은 Baseline sequential 부호기에 집중되었다. 이런 motion image 부호화 클래스는 MPEG (Moving Picture Experts Group) 같은 "Interframe" 방법 보다는 성능이 약간 떨어지지만 비디오편집을 위한 더 많은 유연성을 갖고 있으며 본 고는 단지 JPEG을 정지화상 표준으로만 다루고자 한다.

## II. JPEG 배경

JPEG의 목표는 다음과 같은 요구를 충족시켜줄 수 있는 연속 계조 정지 영상 압축 방법을 개발하는 것이다. 첫째로 압축율과 함께 영상 충실도에 관해서 최고 또는 매우 좋은 수준이 되어야 하는데, 이는 다양한 영상 품질에 대해서 만족되어야 한다. 또한 부호화기는 사용자가 원하는 만큼의 압축 및 화질의 비를 정할 수 있도록 변수화 되어야 한다. 둘째, 어떠한 종류의 연속계조 디지털 원래 영상에도 적용 가능해야 하며, 복잡성, 색상범위 혹은 통계적 특성과 같은 영상의 내용 등에 국한되지 않는다.

셋째로 CPU의 범위 내에서 실행이 가능한 소프트웨어 수행과 어플리케이션이 요구하는 고성능을 위한 적절한 가격의 하드웨어를 구성하기 위해서 계산상의 복잡도를 최소화 하여야한다. 마지막으로 JPEG 다음과 같은 동작모드를 가져야 한다(5).

○ 연속적인 부호화(Sequential encoding) :  
 각 영상은 차례로 좌-우, 하향 순의 주사에 의해 부호화 된다.

○ 점진적인 부호화(Progressive encoding) :  
 전송시간이 긴 응용의 경우 영상은 다중주사방식으로 부호화될 수 있는데, 이때 관찰자는 영상이 점진적으로 선명해지면서 완성되는 단계별 관측이 가능하다.

## ○ 무손실 부호화(Lossless encoding) :

손실 압축법에 비해서 낮은 압축율을 갖지만 영상은 모든 원 영상 화소값을 완벽하게 복원할 수 있도록 부호화 한다.

## ○ 계층적 부호화 (Hierarchical encoding) :

고 해상도의 영상으로부터 복호화 되지 않아도 저 해상도 영상의 복원이 가능하도록 다중 해상도 영상으로 분할하여 부호화 한다.

앞서 기술한 네 가지 기능적 모드 외에도 다음과 같은 요구사항등도 설정하고 있다.

- 실시간 응용을 위한 부호기와 복호기의 동기화.
- 하드웨어와 소프트웨어의 낮은 가격.
- 영상 해상도는 독립적으로 정해짐.
- 텍스트 영상의 계조도 표현도 잘 동작해야 함.
- 비트율에 절대적인 목표는 없음.
- 2D  $8 \times 8$  DCT가 사용됨.
- DCT 계수는 look-up 테이블에 의해 양자화
- DCT는 8 및 12 bit/sample 정밀도를 갖음
- 시스템은 여러 가지로 확장 가능해야 함.
- 지정된 양자화 테이블은 단순 예로만 사용 함.

또한 압축율과 화질면에 대해서 JPEG은 아래 표 2.1과 같이 정의 되고 있다.

표 2.1 화질과 비트율

비트율	화질
0.25 ~ 0.5 bpp	적정함
0.50 ~ 0.75 bpp	좋거나 매우 좋음
0.75 ~ 1.5 bpp	훌륭함
1.50 ~ 2.0 bpp	감지불능(시각적 무손실)

이와 같은 JPEG 표준으로부터 성능을 향상시킬 수 있는 것은 적응적 양자화에 의해서 가능하다(5). 양자화 잡음은 피할 수 없기 때문에 가능한 한 적은

양자화잡음이 되도록 노력하는 것이며 다른 방법은 동일 양자화잡음이라 하더라도 시각적으로 둔감하게 만드는 것이다. 일반적으로 부가적 처리는 부가적인 계산 시간을 요구한다. 무손실 압축을 위한 효율적인 부호기를 위해 가능한 방법은 엔트로피 부호기를 조합하고, 통계적인 모델을 개발하고, 적응적 예측 알고리즘을 이용하는 것이다. 블록사이즈를 다르게 하거나 웨이브렛, 프랙탈 기법 등도 고려할 수 있으나 새로운 시스템은 반드시 역방향 양립성을 가져야 하는 것이 하나의 필수 요구조건으로 되어 있다.

### III. JPEG 기본 알고리즘의 연산

JPEG 기본이 되고 있는 Baseline Sequential 알고리즘의 연산은 세 가지 기본단계로 나눌 수 있다.

- DCT(discrete cosine transform)에 의한 데이터 여분(redundancy)의 제거
- 인간의 시각계에 적합한 weighting 함수를 사용하여 DCT 계수를 양자화
- 양자화된 DCT 계수의 엔트로피를 최소화하기 위한 데이터의 부호화

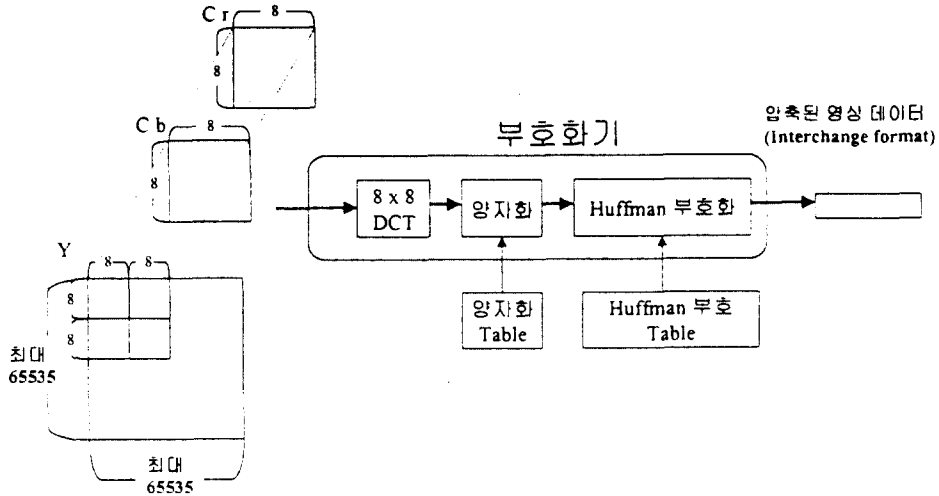
그림 3.1에는 기본적인 DCT 기반 모드의 JPEG Baseline 부호화기를 나타내었으며 이들 각각에 대한 기능별 블록에 대하여서 자세히 알아보도록 한다.

#### 3.1 색변환

색상 변환이 redundancy 제거과정이지만, JPEG 알고리즘의 한 분야에는 포함되지 않는다. 색상 공간과 무관한 것이 JPEG 알고리즘의 목표이며 JPEG은 색상 분야를 분리된 부분으로 다루고 있다. 따라서 RGB, YUV, 그리고 CMYK와 같은 여러 다른 색상 공간으로부터 데이터를 압축하는데 사용할 수 있다.

만약 색 성분이 서로 독립적이면 즉, YUV와 같은

그림 3.1 JPEg Baseline 부호화기



색 신호에서 정보의 대부분은 명암(휘도, Luminance) 성분에 집중되어 있고 색차(Chrominance)에는 작은 양의 정보를 포함하므로 좋은 압축 결과가 나타난다. RGB 색상 성분은 그림 3.2에 나타낸 것처럼 선형변환을 통하여 YUV성분으로 변환할 수 있다. YUV 색상 공간을 사용하는 또 다른 잇점은 색차신호는 휘도신호 만큼 자주 특정 지워지지 않아도 되므로 U와 V 색차 신호의 공간 해상도를 줄일 수 있게 된다. 예를 들면, U와 V 요소는 무시될 수도 있으며 결과적으로 RGB에서 YUV 4:2:2 변환에 의해 데이터 감소가 얻어진다. 따라서 색상 공간 변환은 영상을 압축하기 위한 첫 번째 단계로 간주할 수 있다.

그림 3.2 색 변환

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.3316 & 0.500 \\ 0.500 & -0.4186 & -0.0813 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

3.2 이산 코사인 변환 (Discrete Cosine Transform)

각각 분리된 색상 성분에 대하여 전체 영상은 8x8 블록의 작은 영상으로 분리된다. 이들 각각 블록들

은 DCT변환이 이루어지도록 입력 된다. 8x8 블록에서 화소값들의 변화는 전형적으로 심하지 않기 때문에 에너지는 낮은 공간주파수이다. 이 에너지를 작은 계수로 집중시키는데 쓰이는 변환이 2차원의 8x8 DCT이며 영상부호화에서 널리 연구된 이 변환은 상관성이 높은 데이터에 매우 효과적이다(6).

개념적으로 1차원의 DCT는 Fourier 변환을 거쳐 실수부만 남긴다고 생각할 수 있으며 2차원 DCT는 1차원 DCT의 행에 대해서 연산을 한 후 다시 열에 대해서 연산을 하여 최종 변환계수 값을 얻을 수 있다. 2차원 DCT로부터 변환된 출력은 8x8 블록 좌측 상단에 블록의 평균 값인 DC(직류성분)계수가 위치하고 우측 하단 방향으로 고주파수 계수들이 분포하게 된다. 높은 수직 주파수들은 높은 행의 수로 나타낼 수 있으며, 높은 수평 주파수들은 높은 열의 수로 나타낼 수 있다. 아래의 방정식은 8x8 DCT와 역 DCT (Inverse DCT)의 수학적인 정의식을 나타내었다(7).

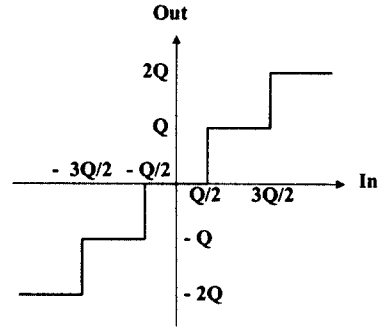
$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \left[ \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \times \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right] \quad (1)$$

(2) 그림 33 균일양자화기 특성 (Q:스텝간격)

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

$$C(u), C(v) = 1/\sqrt{2} \quad \text{for } u, v = 0$$

$$C(u), C(v) = 1 \quad \text{otherwise}$$



부호기의 입력에서 원 영상 샘플들은  $(0, 2^p-1)$ 의 범위를 갖는 양의 정수로부터  $(-2^{p-1}, 2^{p-1}-1)$ 의 범위를 갖는 정수로 이동된  $8 \times 8$  블록들로 그룹화 되어 DCT로 입력이 된다. 복호기에서 역 DCT는 재구성된 영상을  $8 \times 8$  샘플 블록의 형태로 만들어서 출력한다. 입력 원영상에서 각 샘플들은  $2^{p-1}$ 만큼 레벨 천이하여 부호가 있는 2의 보수로 표현된다.

여기서 p는 정확도 상수로서 영상의 밝기를 비트로 표현한 비트 수이다. 베이스라인 모드에서  $p=8$ 이면, 레벨 천이는 128이다. 복호기에서는 역 레벨 천이하여 부호가 없는 8비트의 정확도를 얻게 된다. 레벨 천이는 AC 계수 또는 분산에 영향을 주지 않는다. 이것은 변환의 고유의 성질로서 오직 DC 계수에 만 영향을 주며, 중간값은 레벨천이에 의해 제로로 된다. 인접한 DC 계수의 차이 값에도 영향을 주지 않는다. 영상의 시작점과 재출발 간격에서 초기치는 제로로(천이 전단계의 값 128) 둔다.

### 3.3 양자화

다음 단계는 주파수변환 계수의 양자화인데 이는 변환계수들의 크기를 감소시키고 zero-value 계수들의 수를 늘리기 위함이다. 양자화기의 입출력 특성을 그림 3.3 에 나타내었다. JPEG은 단순하고 쉬운 양자화 방법을 채택하는데 DC/AC 계수를 양자화 하기 위한 테이블을 제공하며 그림 3.4 와 같이 행렬식으로 구성되어 있다.

기본 동작은 64개의 DCT 계수 각각이 서로 다른 균일양자화기에 의해 양자화되는 원리인데 스텝간격은 64개 원소로 구성된 양자화 행렬에서 시각적 임계치에 근거하여 결정하며 양자화된 DCT 계수,  $S_{uv}$ 는 식(3)과 같이 변환계수  $S_{uv}$ 를 양자화 행렬값  $Q_{uv}$ 로 나눈 다음 반올림함으로써 얻어지게 된다.

$$S_{quv} = \text{Nearest integer} \left( \frac{S_{uv}}{Q_{uv}} \right) \quad (3)$$

그림 3.4 JPEG 양자화 행렬식

가. 명암성분 용 양자화 행렬

$$Q_{uv} = \begin{vmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 & 55 \\ 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 57 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 109 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{vmatrix}$$

나. 색차성분 용 양자화 행렬

$$Q_{uv} = \begin{vmatrix} 17 & 18 & 24 & 47 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 18 & 21 & 26 & 66 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 24 & 26 & 56 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 47 & 66 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \end{vmatrix}$$

이러한 양자화 방법은 복잡한 단계를 거치지 않기 때문에 구현이 간단하고 빠른 장점 있으며 부호기와 복호기에서 양자화 행렬의 요소값은 반드시 같아야 한다.

역 양자화는 식 (4)와 같이 이루어진다.

$$R_{uv} = S_{quv}Q_{uv} \quad (4)$$

단,  $R_{uv}$ 는 역양자화된 DC 또는 AC 계수이며 2D 8×8 IDCT 단의 입력으로 된다. 여기서 주어진 양자화 테이블은 예에 불과하며, 수신기에 정보를 제공한다는 조건에서는 얼마든지 새로운 양자화 행렬을 사용할 수 있다.

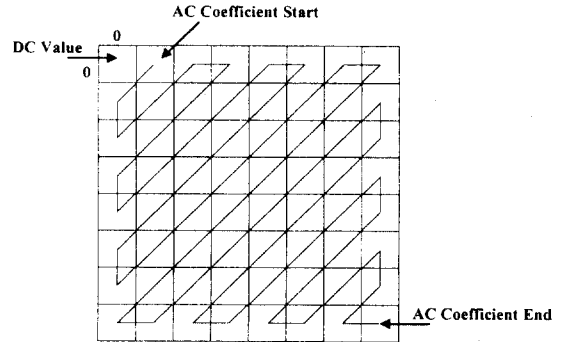
일반적으로 블록현상은 주로 DC 계수로부터 영향을 받으며 인간의 시각시스템에 의해 민감한 공간주파수에 해당하므로, DC 계수는 다른 AC 계수에 비해 매우 조심스럽게 다루어진다. DC 계수는 다음과 같이 제1차 예측에 의해 차등부호화(DPCM) 된다.

$$DIFF = DC_i - DC_{i-1} \quad (5)$$

단,  $DC_i$ 와  $DC_{i-1}$ 은 현재 8×8 블록과 이전 8×8 블록의 DC 계수를 각각 의미한다.

양자화된 63개의 AC 계수는 그림 3.5에 보인 바와 같이 지그재그 순서로 주사된다. 이것은 엔트로피 부호화에 유용하다. 지그재그 순서에 따라 DCT계수의 공간주파수는 점차 증가하고 분산값은 감소한다. 따라서 그림 3.4의 양자화 행렬은 높은 주파수로 갈수록 요소값이 커지고 양자화에 의해 제로값은 많이 생성한다. 이것은 또한 인간의 시각 시스템 (HVS: Human Visual System)을 반영한 것이며 HVS에 의한 하중이 이루어진 효과가 있다. 이들의 통계적 특성과 지그재그 순서에 따라 제로의 길이(런)와 제로가 아닌 계수의 값 크기의 조합으로 가변장 부호화가 만들어졌다.

그림 3.5 8×8 DCT 계수를 위한 지그재그 패턴 주사방식



### 3.4 Zero-run Length 부호화

양자화된 AC 계수들은 대개 연속적으로 0의 값을 갖게 되므로 run-length 기술로서 부호화의 잇점을 얻을 수 있다. 코드 심볼의 상위 4bit는 다음 계수 이전의 연속적인 0의 수를 나타내며 하위 4bit는 다음 계수에서의 significant bit 수를 나타낸다.

역 run-length 부호화기는 입력 코드의 흐름을 AC 계수의 출력 행렬로 변환한다. 이것은 현재 코드를 갖고 run-length 부호에 쓰였던 4비트에 대응하는 0의 수를 출력 행렬에 덧붙이고 여기에 위치하고 있는 계수는 run-length 부호의 하위 4비트에 의해서 결정된 비트 수와 끝에 있는 bit 수들에 의해서 결정된 값을 갖는다.

### 3.5 Entropy 부호화

DPCM으로부터의 블록 코드와 run-length 모델들은 Entropy 부호화를 사용해서 압축율을 더욱 높일 수 있다. JPEG 베이스라인 시스템은 Entropy 부호화로서 Huffman 부호화를 사용한다. 부호기는 명암 또는 색성분, DC 또는 AC 계수에 대해 서로 다른 각각 두 개의 Huffman 테이블을 사용할 수 있다.

많은 응용부분들은 Huffman 테이블을 미리 정의하기 때문에 기본 시스템은 one-pass 혹은 two-pass 시스템으로 동작할 수 있다. One-pass 시스템에서는 미리 구해진 Huffman table이 이용되지만 이에 반하여 two-pass 시스템에서는 영상이 부호화

될 때 Huffman 테이블이 만들어진다. Huffman code를 생성하는 데 있어 첫 번째 단계는 각 symbol에 대하여 빈도 수를 선언하는 것이다. 높은 빈도를 갖는 symbol들은 자주 발생하지 않는 symbol들 보다 짧은 코드로 선언된다.

#### IV. JPEG 확장

Part 1(ISO/IEC 10918-1)에서는 연속계조 정지 화상 코덱 및 압축 영상 데이터의 부호화 표현에 있어서 그 구비조건과 실제 구현상의 가이드라인을 규정하고 있으며 이후에 영상 압축 포맷인 'JPG'는 컴퓨터 그래픽스나 영상 전송과 같은 여러 어플리케이션에서 활용되어 왔다. 그러나 대화면 (e.g. 1280x1280) 영상처리 또는 블록기반의 가변 양자화, 혹은 ISO/IEC 10918-1 확장 모드와 같은 다양한 영역의 어플리케이션에도 적용될 필요성이 대두되었고, 따라서, JPEG알고리즘에 대한 확장(Extension)이 제정되었다(3-4). 여기서 규정하고 있는 여러가지 방법을 간단히 소개한다.

##### 4.1 Variable quantization extension

ISO/IEC 10918-1은 양자화 테이블이 영상처리 이전에 재정의(redefined)되는 것은 허용하지만 영상 처리중에 그 테이블이 변경되는 것은 금지하고 있다. 몇몇의 어플리케이션은 비디오 시퀀스로부터 화상 정보를 캡춰하여 디지털화된 형태로 저장할 필요가 있을 것이다. 예를 들자면 MPEG-1이나 MPEG-2 비트스트림으로부터 변환부호화(transcoding)하는 것이 몇몇의 어플리케이션에 있어 유용하게 쓰일 것이다. MPEG 암호화에 쓰이는 양자화 테이블은 매크로블록에 대해 스케일링이 가능하기 때문에 JPEG에서는 가변 양자화 익스텐션을 통해 양자화기 스케일 인자(quantizer scale factor)라는 파라메타가 소개되었고, 이를 통해 임의의 8x8 블록의 시작부분에서 영상정보의 통계적 특성에 따라 양자화 행렬의 값을

바꿀수 있는 방법을 제공하게 되었다.

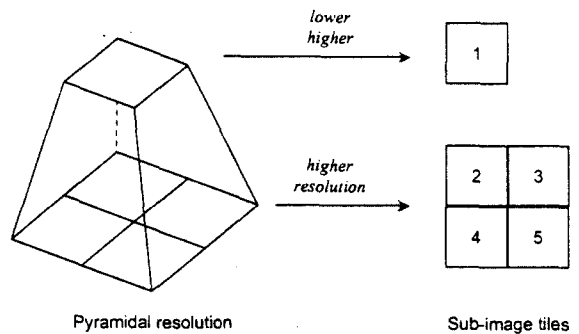
##### 4.2 Selective refinement and tiling extension

선택적 영역 미세화 작업은 영역의 세밀화를 위해 영상의 일부분을 선택하고 정의하는 것이며 선택적 미세화의 종류는 동작 방식에 따라 몇가지 형태로 나누어지고 있다.

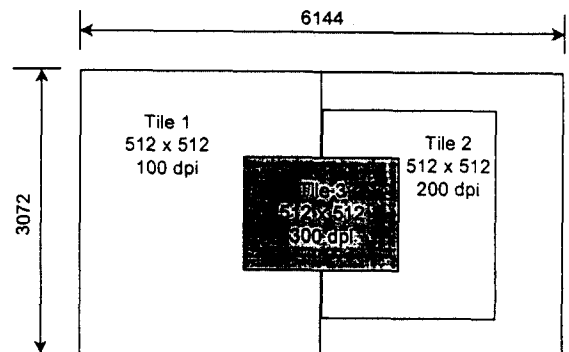
Tiling 방법은 영상이 클 경우 이를 압축기 및 복호기에서 보다 손쉽게 처리할 수 있게 하기위해 사용된다. 대형의 영상은 주어진 화면 크기에 대하여 조각 영상으로써 출력되고, 영상의 관심영역(ROI)을 처리하기 위하여 작은 하부 파일들로 나누어지게 된다. Tiling 기술로서는 세가지 타입이 있는데, 복잡도에 따라 단순 tiling, 피라미드tiling 및 complex tiling으로 나뉜다. 그림 4.1에 여러 형태의 tiling 방법에 대한 예를 도시하였다.

그림 4.1 Tiling의 예

(a) 피라미드 tiling



(b) complex tiling



## V. JPEG-LS (Lossless or Near lossless)

Part 1중에도 DPCM을 이용한 간단한 무손실 부호화 모드가 있으나, 비선형예를 적용하여 압축 성능을 한층 높이고 모든 화소에 있어서 화질의 열화를 일정치 이하로 하는 것을 보증하는 무손실 또는 근사 무손실 압축을 위한 방식으로 현재도 표준화가 활발히 진행되고 있다(8-9).

국제 표준에서 기술된 무손실(또한 근사 무손실) 부호화 과정의 한 부분을 그림 5.1에 표시하였다. 여기서 소스 영상은 미리 정의된 스캔 패턴에 따라서 부호화기로 입력이 된다. 그리고 무손실 영상 압축은 다음과 같은 귀납적인 추론문제에 의해서 공식화될 수 있다. Scan 된 과거의 데이터를 갖은 후에 현재 샘플을 부호화할때 과거에 받았던 샘플에 대한 조건과 현재 영상 샘플의 값에 대한 조건확률  $\xi$ 에 의해서 현재 샘플의 값을 추론할 수 있다. 이러한 추론 방식을 모델링이라고 부르며 현재 샘플에 대한 최소 평균 코드 길이는  $-\log_2(\xi)$ 이다.

근사 무손실 (Near-Lossless) 영상 압축을 위한 이 원리는 조건적인 데이터로서 다음 샘플의 값을 조정 하기 위해 재정의 되었다. 부호화 과정동안 빈도가 높은 샘플에 더 짧은 부호가 지정되며 복호기에서는 현재 샘플이 이미 복호된 데이터에 의존 하기 때문에 현재의 샘플을 부호화 하기 위하여 사용된 조건 확률을 복원 할 수 있다. 이들의 적용 분야로는 의용영상, 위성영상, 특수문서 등과 같이 화질의 요구가 까다로운 곳에 응용될 수 있다.

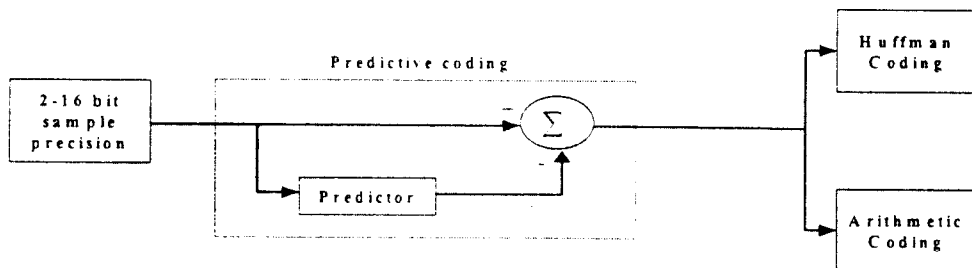
이상과 같은 JPEG의 주된 응용분야는 다음과 같으며,

- 정지화상 데이터 베이스
- 칼라 팩스
- 전자 스틸 카메라
- 인쇄 원고의 전자 파일
- 정지화상에 의한 원격 감시
- 의료 진단용 영상의 전송
- 하이퍼 텍스트
- TV회의에서의 자료영상 전송

제품으로서는 부호화/복호화용의 소프트웨어와 전용 LSI가 개발 되었고, 이들을 탑재한 컴퓨터용 확장 보드가 상품화되어 있다. 또 전자스틸 카메라와 칼라 팩스에도 탑재되는 등 현재 이들 제품에 대한 응용 범위는 점차 크게 확대 되어 가고 있다.

예를들어, 원격 감시 등에 이용되는 정지영상 전송 장치는 과거에는 일반 부호화 방식에 의한 것이 제품화되어 있지만, 최근에는 JPEG을 채용한 장치가 주류를 이루고 있다. 또한 최근에 크게 관심을 끌고 있는 필름은 사용하지 않고 전자적으로 사진을 기록하는 전자카메라가 제품화되었다. 여기에 쓰이는 영상 압축 방식에는 JPEG이 채용되고 카메라 전용 부호화 LSI도 개발되어 필름대신 새로운 미디어로서 크게 주목되고 있다.

그림 5.1 무손실 부호화기 구성도





## VI. 결 론

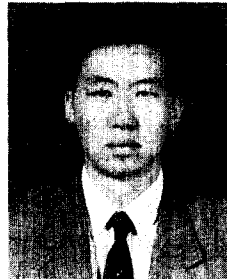
JPEg은 정지영상 부호화의 표준규격으로 이미 일부 국제규격(International Standards)이 제정되었지만 현재도 JPEg-LS, JPEg2000 등과 같은 새로운 표준 규격 제정에 세계적으로 높은 관심을 보이고 있다. 이것은 지금까지 본고에서 기술한 JPEg의 간편성과 우수한 압축을 실현에도 그 이유가 있지만, 동화상의 컷트나 연결등 영상의 편집을 압축 그 자체로 실현 할 수 있는 움직임 JPEg (Motion JPEg, MJPEg) 등과 같은 기술이 하드웨어의 급속한 발전에 힘 입어 그 유용성이 크게 부각되고 있으며, 또한 www와 같은 인터넷의 발전으로 영상을 이용하는 응용분야가 점차 확대 되어가고 있기 때문이다. 이미 영상정보는 과거 텍스트나 그래픽 처럼 또 하나 다른 형태의 범용 데이터로 간주되고 있다.

### ※ 참고 문헌

1. Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images, Part 1, Requirements and Guidelines. ISO/IEC JTCI International Standard 10918-1, 1994.
2. Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images, Part 2, Compliance Testing. ISO/IEC JTCI International Standard 10918-2, Dec. 1995.
3. Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images, Part 3, Extensions  
ISO/IEC JTCI International Standard 10918-3, 1996.
4. Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images, Part 3, Extensions  
-Amendment 1, ISO/IEC JTCI DIS10918-3, 1998.
5. K. R. Rao and J. J. Hwang, "Techniques & Standards for Image · Video & Audio Coding", Prentice Hall, 1996
6. Majid Rabbani, and Paul W. Jones, "Digital Image Compression Techniques", SPIE Optical

Engineering Press, 1991.

7. K. R. Rao and P. Yip, "Discrete Cosine Transform: Algorithms, Advantage, Applications", Academic Press, 1990.
8. Lossless and near-lossless Compression of Continuous-tone Still Images, JPEg-LS Part 1, ISO/IEC JTCI DIS 14495-1, 1998.
9. Lossless and near-lossless Compression of Continuous-tone Still Images, JPEg-LS Part 2, ISO/IEC JTCI WD 14495-2, 1998.
10. Gregory K. Wallace, "The JPEg still picture compression standard", Communication of the ACM, Vol. 34, No. 4, pp. 30-45, April, 1991
11. William B. Pennebaker and Joan L. Mitchell, "JPEg Still Image data compression standard", Van Nostrand Reinhold. 1993.



허 영

- 1975년~1980년 : 한양대학교 전자통신 공학사  
 1983년~1985년 : 한양대학교 전자계산학 공학석사  
 1991년~1995년 : 미국 University of Texas at Arlington  
 전기공학과 공학박사  
 1983년~1987년 : 육군사관학교 전자공학과 전임강사  
 1995년 : 미국 University of Texas at Arlington 전기공학과 강사  
 1997년~현재 : 경남대학교, 국립 창원대학교 전자공학과 겸임교수  
 1987년~현재 : 한국전기연구원 정보통신연구팀 책임연구원