

論文94-31B-7-2

# JPEG 시스템을 기반으로 한 정지 영상 압축 알고리즘

## (A Still Image Compression Algorithm based on JPEG Systems)

李喆源\*, 林寅七\*

(Chul-Won Lee and In-Chil Lim)

### 要約

본 논문에서는 정지 화상 신호의 효율적인 전송 및 저장을 위한 정지 화상 신호 압축 알고리즘을 제안한다. 압축률을 향상 시키기 위하여 이차 이산 역행 변환(2D-DCT)를 기본으로 하는 JPEG(Joint Photographic Experts Group)시스템에서 지그-재그 주사 (Zig-Zag Scan)방식을 변형하며, 또한 주사 변형에 의한 JPEG과의 호환성 문제를 위하여 상위 호환 방식으로 화상 압축 알고리즘을 구성한다. 또한, 부호증가를 감소시키기 위하여 확률적 분포에 의한 주사 방법을 선택하여 정지 화상의 압축을 수행한다. 정지 화상 신호를 압축하기 위한 하드웨어 시스템을 제시하며, 제안된 알고리즘을 C 언어로 구현하여 그 효율성을 입증한다.

### Abstract

This paper proposes a image compression algorithm which stores and transmits image data efficiently.

The proposed compression algorithm modify enhances compression rate by modified ZIG-ZAG Scanning in JPEG standard algorithm which is based on 2D-DCT. And the up-compatible method of proposed algorithm can solve compatible problem with JPEG that is caused by modified ZIG-ZAG Scanning.

And this paper presentes a block diagram of hardware for real-time processing.

### 1. 서론

현재 문자 정보 뿐만 아니라 음향, 화상 등 다양한 데이터를 갖는 멀티미디어는 여러 분야에서 구성 및 제안되고 있으며, PC에 의한 멀티미디어, B-ISDN을 통한 화상 회의 및 종합 정보 제공 등 많은 분야

에서 그 응용 범위가 확대되고 있는 실정이다. 이러한 멀티미디어 시스템에서 많은 정보를 전송하기 위해서는 전송 시간 및 저장 비용이 증가하게 되며, 특히 화상은 다른 정보에 비해 많은 정보량을 가지므로 전송에 많은 시간이 요구된다. 또한, 동화상과 같이 실시간을 요구하는 응용에서는 정보량에 따른 높은 전송률을 갖는 전송 매체가 필요하나 그렇지 못한 경우에는 제한된 전송률에 많은 화상 정보를 보내야 하기 때문에 화상 압축이 필요하게 된다.<sup>[1-9]</sup>

화상 압축은 화상의 중복성과 화상 인식에 필요한

\*正會員, 漢陽大學校 電子工學科  
(Dept. of Comp. Eng., Hanyang Univ.)

接受日字 : 1994年 2月 1日

정보만을 추출하는 과정이며, 이러한 압축을 통해 작은 전송률과 빠른 시간으로 화상을 전송할 수 있을 것이다. 압축을 하는 방법에는 무손실 압축과 손실 압축이 있다. 무손실 압축의 압축률이 손실 압축보다 작은 관계로 화상 압축 알고리즘은 손실 압축 기법으로 제안되고 있다.<sup>[49]</sup>

JPEG(Joint Photographic Experts Group) 표준은 손실 압축으로서 이차 이산 여현 변환(2D-Discrete Cosine Transform)을 이용하여 공간 중복성을 제거하며, DCT 계수의 효율적인 압축을 위하여 양자화와 지그-재그 주사(Zig-Zag Scan)를 통한 연속적인 값이 많이 나오도록 하며, 그 데이터를 런-렌스 부호화와 호프만 부호화로 최종적인 압축을 행한다. 공간 중복성이란 각 화소가 이웃 화소와 비슷한 값을 갖는 것을 말하는 것으로 주파수 영역에서 보면 저주파수 대역에 몰리게 된다. 이것을 2차원으로 했을 때는 더 많은 데이터가 저주파수 대역으로 집중된다. 즉 DCT의 AC계수들은 DCT계수의 DC 성분 근처에 집중되게 된다. 다시말하면 AC계수들은 DC계수에서 거리가 멀어질수록 0에 가까운 값을 가지고 분포하게 된다. 하지만 특별히 화상에 모서리(edge)가 있을 경우에는 그 분포도가 달라지게 되는데, 그 형태는 모서리가 존재 하는 방향으로 DCT계수가 몰리게 된다.<sup>[49]</sup>

본 논문에서는 정지 화상 신호의 효율적인 전송 및 저장에 위한 정지 화상 신호 압축 알고리즘을 제안한다.

압축률을 향상 시키기 위하여 이차 이산 여현 변환(2D-DCT)를 기본으로 하는 JPEG(Joint Photographic Experts Group)시스템에서 지그-재그 주사(Zig-Zag Scan) 방식을 변형하며, 또한 주사 변형에 의한 JPEG과의 호환성 문제를 위하여 상위 호환 방식으로 화상 압축 알고리즘을 구성한다. 또한, 부호증가를 감소시키기 위하여 확률적 분포에 의한 주사 방법을 선택하여 정지 화상의 압축을 수행한다.

## II. 디지털 화상의 기본 특성

자연상의 화상에서 각 화소들은 이웃하는 화소들과 비슷한 밝기와 색상을 가진다. 이것을 화상의 공간 중복성이라 하며 이러한 데이터를 주파수 영역에서 보면 저주파 성분을 많이 가지게 된다. 특히 보통의 화상은 2차원의 데이터이며, 이것을 2차원 주파수 영역으로 변환하면 더 많은 공간 중복성을 구할 수 있다. 이 중복성을 제거하면, 화질의 적은 손상으로 많은 양의 화상의 압축을 할 수 있다. 이러한 중복성은 저 주파수의 에너지 값을 높은 비율로 부호화하고 나머지 고주파수를 낮은 비율로

부호화하므로써 제거될 수 있으며, 또한 이러한 비율을 조정함으로써 압축률을 올릴 수 있다. 그러나, 압축 비율을 적게 하였을 경우 화질의 저하를 가져오게 되므로 이러한 비율을 결정하는 것이 어려운 일이다. 색을 갖는 화상에서 이러한 중복성은 밝기 성분과 색 성분으로 나누어 구하게 되며, 공간 중복성을 얻는 방법으로 좌표 변환을 통하여 얻는다.

또한, 인간이 인지할 수 있는 색상은 한정된 범위로 정해져 있으며, 이 범위에서의 색상은 세개의 색 성분으로 나타낼 수 있다. 그러나, 명암(luminance)의 인지도는 색상(chrominance)의 인지도 보다 높으므로 명암의 해상도가 중요시 된다. 이에 비해 색상의 인지도는 수평축으로 1/2만큼, 수직축으로 1/2만큼 줄여도 화상을 인지하는데 차이를 거의 느끼지 못한다. 따라서 색 성분을 갖는 화상의 압축에서는 색 성분은 가로, 세로로 1/2 비율로 downsampling한다. 그러기 위해서는 입력으로 들어오는 성분은 명암 성분을 갖는 색좌표로 들어와야 하며, 또한 기존 카메라는 적-록-청(RGB)의 출력을 가지므로 명암 성분을 갖는 적절한 세 성분으로 변환되어야 한다. 이러한 변환방법에는 여러종류가 있으며, 주로 쓰이는 변환에는 RGB-YUV, RGB-YIQ 변환 등이 있다.

## III. 정지 화상 압축 기법

### 1. 베이스라인 모드와 확장모드

JPEG은 일종의 압축 규약으로서, 상세한 기술보다는 기본적인 구성과 기능, 정밀도 및 오차에 대한 권고 사항만 명시되어 있고, 실제로 구현에 관련된 부분에는 상당한 융통성을 부여하고 있다. 따라서 JPEG에서는 이러한 융통성에 따른 호호성과 복잡성을 줄이고 상호 호환성을 확보하기 위하여 최소한의 기본적인 시스템 요구 사항이 정의되어 있는데, 이를 베이스라인 모드(Baseline Mode)라 한다. 이에 반해 좀 더 확대된 응용과 압축 효율의 개선을 위하여 확장 모드(Extended Mode)도 함께 정의하고 있다.

### 2. DCT 계수의 곱셈

2차 DCT의 연산을 위한 식은 다음과 같다. 식 (1)은 DCT 연산을 나타낸 것이며, 식 (2)은 IDCT(Inverse DCT)의 연산을 나타낸 것이다.

$$F(u, v) = \frac{1}{4} c(u)c(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \sin \frac{(2y+1)v\pi}{16} \quad (1)$$

$$f(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 c(u)c(v) F(u, v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \sin \frac{(2y+1)v\pi}{16} \quad (2)$$

2차 DCT의 계수  $F(u, v)$ 는 화상 블록의 주파수 성분을 나타내며, 그림 1에서 (0,0)는 화상의 직류 성분을 나타내고, 그 이외의 나머지는 교류 성분을 나타낸다. 이러한 교류 성분은 수평축으로는 화상의 수평 주파수 성분을 나타내며, 수직축은 수직 주파수 성분을 나타낸다. 즉, 직류 성분내에서 멀어질수록 더 높은 주파수를 나타낸다.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	DC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
1	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
2	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
3	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
4	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
5	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
6	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
7	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC

그림 1. DCT 계수  
Fig. 1. DCT Coefficient.

대부분의 화상 블록에서는 그 블록의 작은 범위로 인해 화소의 값이 큰 범위로 변하지 않는다. 이것을 주파수 성분 즉 DCT 계수로 보면 고주파 성분이 작다는 것을 의미한다. 다시 말하면 DCT 계수가 직류 성분 근처에 몰린다. 더욱이 화상의 인지성에서 고주파 계수는 화상의 세밀한 부분을 의미하므로 이것의 약간의 손상은 전체 화질에 많은 영향을 끼치지 않으므로 이 DCT 계수를 주파수 별로 다른 값으로 양자

화 하는데 저주파 성분은 작은 값으로 양자화하여 세밀한 값을 부호화하며 상대적으로 고주파 성분으로 갈수록 큰 값으로 양자화하여 약간의 손실로 압축을 극대화 한다. 이러한 양자화를 통한 DCT 계수는 더욱더 고주파 성분에서 작은 값을 가지게 되며, 가장 높은 계수 근처의 계수들은 많은 값들이 0의 값을 가지게 된다. 이러한 계수를 순서대로 전송하는 것보다 주파수 값 순서로 읽게 되면 한 블록에서 뒤쪽의 값들은 연속적인 0의 값이 나올 확률이 많아지게 될 것이다. 이것을 그림 2와 같은 순서로 읽으면 0이 연속해서 나올 확률이 많아지게 된다. 이러한 방법을 지그-재그 주사라 한다.

이러한 0의 연속적인 값을 런-랭스 부호화를 통해 많은 압축 효율을 얻을 수 있다. 하지만 연속적인 0의 값이 많이 나오지 않는다면 압축 효율이 떨어질 것이다. 특히 작은 블록이지만 그 블록 사이에 모서리가 있는 경우에는 고주파 성분이 많아지게 되어 비록 전체적으로 많은 양의 0의 계수를 가지고 있지만 그것의 읽기 순서에 의해서 연속적인 0의 계수가 달라지게 된다. 특히 8x8의 작은 블록에서는 많은 모서리보다는 수평축, 수직축 또는 수평-수직쪽의 단일 모서리만이 존재할 경우가 많다.

1	2	6	7	15	16	28	29
3	5	8	14	17	27	30	43
4	9	13	18	26	31	42	44
10	12	19	25	32	41	45	54
11	20	24	33	40	46	53	55
21	23	34	39	47	52	56	61
22	35	38	48	51	57	60	62
36	37	49	50	58	59	63	64

그림 2. 지그-재그 주사 방법 1  
Fig. 2. Zig-Zag Scan Method 1.

-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	0	-11	0	50	0	-34	0	28
-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
-20	-20	-20	-20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0

(a) (b)

그림 3. DCT 연산의 결과 (a) 화소 데이터  
(b) DCT 연산후 계수 값  
Fig. 3. Result of DCT Operation (a) Pixel Data (b) DCT Coefficient Value.

그림 3-(a)와 같이 화소 값을 갖는 블록이 입력으로 들어 온다면 DCT 연산 후 계수는 그림 3-(b)와 같다. 그림 3-(b)에서 나타난 바와 같이 단순 모서리인 경우에도 많은 0 값이 나오게 된다. 이러한 2차원 계수를 그림 2에 의한 지그-재그 스캔을 하면 그림 4와 같게 되며, DCT 계수를 런-랭스 부호화후 JPEG에서 권고한 호프만 부호로 했을 경우 부호의 크기는 50이 되므로 이것은 0의 계수를 효율적으로 압축을 했다고 볼 수 없다.

```

-13 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
부호 크기 : 50
    
```

그림 4. 지그-재그 주사 방법 1에 의한 주사 데이터  
Fig. 4. Scanning Data by Zig-Zad Scan Method 1.

그림 2에 나타낸 지그-재그 스캔 방법 대신 그림 5와 같은 순서로 주사하면 그림 6과 같은 결과가 나오며, 이 경우에서의 부호 크기는 36이 된다.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	11	12	18	19	29	30	43
10	13	17	20	28	31	42	44
14	16	21	27	32	41	45	54
15	22	26	33	40	46	53	55
23	25	34	39	47	52	56	61
24	35	38	48	51	57	60	62
36	37	49	50	58	59	63	64

그림 5. 지그-재그 주사 방법 2  
Fig. 5. Zig-Zag Scan Method 2.

```

-13 0 3 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
부호 크기 : 36
    
```

그림 6. 방법 2에 의한 주사 데이터  
Fig. 6. Scanning Data by Method 2.

또한, 그림 7은 수평축과 수직-수평축 모서리를 포함하는 블록에 대한 주사 방법을 제안한 것이다.

1	9	10	14	15	23	24	36
2	11	13	16	22	25	35	37
3	12	17	21	26	34	38	49
4	18	20	27	33	39	48	50
5	19	28	32	40	47	51	58
6	29	31	41	46	52	57	59
7	30	42	45	53	56	60	63
8	43	44	54	55	61	62	64

(a) (b)

그림 7. 지그-재그 주사 방법  
(a) 방법 3 (b) 방법 4

Fig. 7. Zig-Zag Scan Method.  
(a) Method 3 (b) Method 4.

3. 주사 방법의 부호 부과

위에서 제안한 지그-재그 주사 방법을 부호화할 때 그 방법 번호를 부호화해야 하므로 다시 부호 크기가 증가하는 단점이 있다. 이러한 부호크기의 증가를 적게하기 위하여 효율적인 지그-재그 주사 방법 번호의 효율적인 부호화가 있어야 한다. 주사 방법 변화에 따른 부호 부과는 다음과 같은 방법이 있다.

- 1) 각 블록마다 스캔 번호에 따라 일정한 비트를 부과하는 방법  
일정량의 코드 부과량이 발생하며 경우에 따라 한 가지의 스캔 방법을 택하는 것보다 코드 크기가 증가할 수 있다. 스캔 방법이 4 가지이므로 2 비트를 할당한다.
- 2) 각 블록마다 스캔 번호를 호프만 코드로 부과하는 방법  
각 블록마다 스캔 방법을 명시하는 방법으로 그 스캔 방법의 번호를 주사 방법의 발생 확률에 따라 비트를 부과하는 방법으로써 작은 비트의 부호로 표현할 수 있다.
- 3) 원래의 주사를 기준으로 하고 변화가 있을 주사 번호를 호프만 부호로 부과하는 방법  
각 블록의 기본 주사 방법을 방법 1로 하고 변화가 있을 때마다 그 주사 부호를 부과하는 방법으로 방법 1이 가장 많이 나오는데 기본을 둔 방법으로써 호프만 부호가 최소의 호프만 부호와 달라야 한다.
- 4) 각 블록마다 주사 번호를 천이하는 상태를 호프만 부호로 부과하는 방법  
위의 3번 방법에서 주사 방법에 따라 그 주사 번호를 부과 하는데 그 발생 확률이 천이에 따른 확률보다 분산이 더 클 경우에는 더 효율적이다.

표 1은 각 부호 부과 방법에 따른 특성표를 나타낸 것이다.

표 1. 부호화의 특성

Table. 1. Characterization of Each Method.

방법	부호 크기	부과량	비 고
1	일정 (2 bit)	일정	경우에 따라 커질 수 있음
2	가변 (1,2,3 bit)	가변	부호 부과량이 큼
3	가변 (1,2,3 bit)	가변	각 SCAN방법의 변화가 큼
4	가변 (0,2,2,3 bit)	가변	천이확률의 변화에 민감

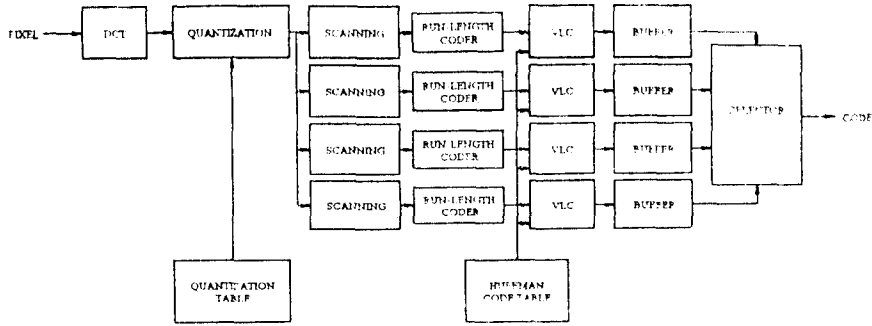


그림 8. 정지 화상 압축 병렬 구조  
Fig. 8. Parallel Structure of Still Image Compression.

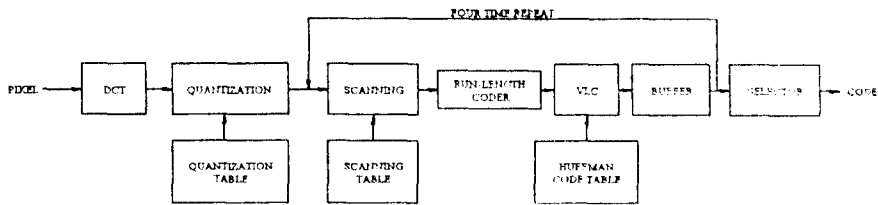


그림 9. 정지 화상 압축 루프 구조  
Fig. 9. Loop Structure of Still Image Compression.

본 논문에서 사용한 부호 부과 알고리즘을 실험 통계를 거쳐 확인한 결과 알고리즘 4가 가장 부호 크기가 가장 적게 나타냄을 확인할 수 있었다.

#### IV. 부호화기의 설계

##### 1. 부호화기 구조

그림 8은 제한된 부호화 알고리즘의 블럭도이다. 지그-재그 스캐너 이전의 처리 방법은 JPEG과 같으나 지그-재그 주사에서 4개의 스캐너와 가변 길이 부호화기(VLC)를 두어 출력으로 나오는 부호를 버퍼에 저장후 가장 작은 부호길이를 갖는 스캐너를 선택기(selector)에서 선택하게 된다.

그림 9는 중복되어 있는 부분을 반복을 통하여 처리하는 블럭도를 나타낸 것이다. 그림 8에 나타낸 블럭도보다 하드웨어를 단순화할 수 있으나 반복에 의해 처리속도가 느려질 수 있다. 하지만 대부분의 정지 화상 압축에서는 실시간 처리가 필요하지 않으므로 응용되어 질 수 있다.

또한, 그림 10은 직렬 구조로 가기 위한 스캐닝 블럭의 흐름도를 나타낸 것이며, 스캐너는 4개의 테이블을 가지고 있어 4번의 반복 동안 각각의 스캔 테이블을 참조하여 순서를 결정한다.

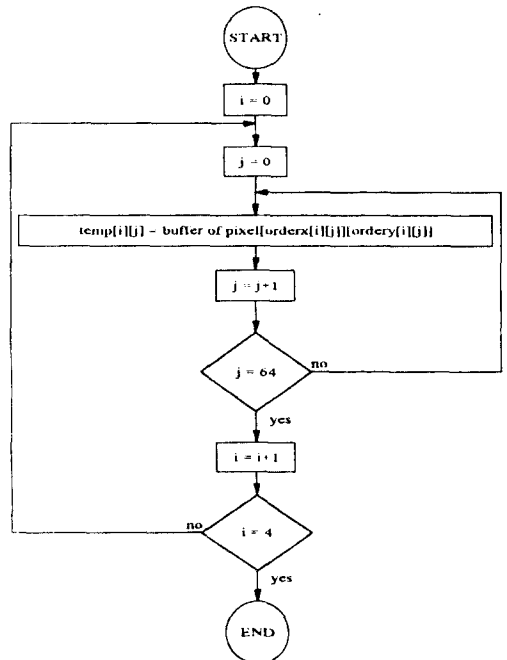


그림 10. 스캐닝 블럭의 흐름도  
Fig. 10. Flow Chart of Scanning Block.

2. 정지 화상 압축 알고리즘의 구현

스캐너 선택시 고려되어야 할 사항은 선택시 선택된 주사 방법 변화에 따른 부호의 증가 요소이다. 그러므로 선택기에서는 변화에 따른 부호증가의 요소를 더하여 선택한다. 그림 11은 선택기의 흐름도를 나타낸 것이다. 함수 입력으로 들어오는 'length'는 각 스캐너와 VLC에 의해 만들어진 4 개의 부호 길이이며 'PreviousScanner'는 전 블록에서 선택된 스캐너의 번호이다. 내부에 사용된 'CodeBook'이란 배열은 스캐너 변화에 따라서 부호화될 스캐너 번호의 부호 길이를 나타낸다. 출력은 선택된 스캐너 번호가 된다.

V. 수행 결과 및 분석

DCT와 양자화에 변화가 없기 때문에 화소의 신호 대잡음비(PSNR)는 변화가 없으며 부호화 방법의 변화에 의해 압축률을 높일 수 있다.

표 2는 사용된 그림의 압축 후의 신호대 잡음비와 압축률을 나타낸 것이다. 표 2에서 나타난 바와 같이 화상의 종류에 따라 성능향상이 다르게 나타나며, 이

것은 화상의 모서리의 적고 많음에 기인함을 알 수 있다. 또한, 압축률에 따라 증가하다 다시 감소하는 것을 볼 수 있으며, 이것은 압축률을 작게하였을 때와 그 블록의 고주파수가 여러 곳에 존재함에 기인한 것이며, 압축률이 증가함에 따라 고주파가 감소하기 시작하여 효율이 증가하는 것이다. 다시 효율이 감소하는 것은 고주파 계수가 더욱더 감소하여 대부분은 직류 성분 근처에 모이게 되어 효율의 저하를 가져온 것이다. 특히 도시 풍경 화상의 효율 증가 크기가 다른 화상보다 상대적으로 큰 것을 볼 수 있으며, 이것은 건물에 의한 모서리를 많이 가지고 있어 제안한 알고리즘이 모서리가 많은 화상에 좀 더 효율적이라는 것을 보여 주고 있다.

한편, 표 3은 JPEG 및 본 논문에서 제안한 알고리즘의 처리 시간 비교표를 나타낸 것이다.

표 3에서 나타난 바와 같이 JPEG에서의 처리 시간 보다 본 논문에서 제안한 병렬 구조에 의한 처리 시간은 향상되었음을 확인할 수 있으나, 하드웨어 구조를 단순화시킨 루프 구조에서의 처리 시간은 느려지는 것을 알 수 있다. 루프 구조에서는 화상 압축을 위하여 4번의 루프를 반복함으로써 처리 속도가 느려

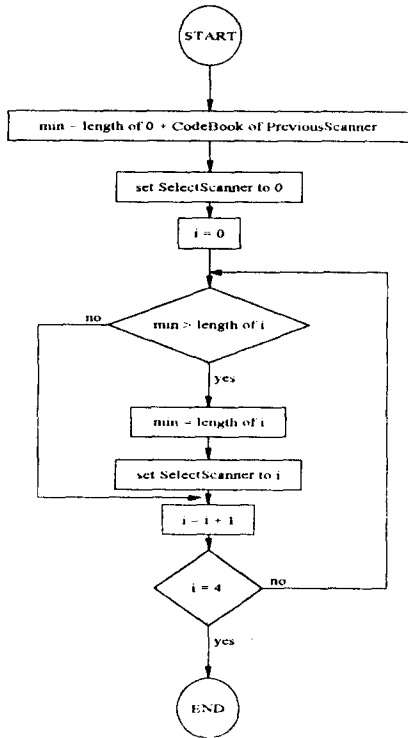


그림 11. 선택기 흐름도  
Fig. 11. Flow Chart of Selector.

표 2. 압축률 비교표

Table. 2. Comparison Table of Compression Ratio.

화 상	압축계수	JPEG에서의 압축률	제안한 방법의 압축률	압축 향상률	SNR(dB)
SEA	1	6.863	7.100	3.336	32.160
	2	16.879	17.718	4.737	29.336
	3	26.389	27.688	4.693	27.920
	4	35.499	37.136	4.408	26.907
	5	43.310	45.136	4.046	26.094
DESERT	1	7.255	7.581	4.297	34.075
	2	16.654	17.839	6.644	31.127
	3	24.292	26.032	6.684	29.397
	4	30.699	32.707	6.138	28.061
	5	36.393	38.626	5.781	26.975
CITY	1	4.199	4.552	7.744	28.561
	2	9.888	11.364	12.996	24.930
	3	14.984	17.570	14.721	23.526
	4	20.086	23.101	13.051	22.596
	5	24.640	28.203	12.634	21.900
GRAPHIC	1	5.303	5.463	2.929	29.543
	2	12.906	13.429	3.890	26.558
	3	19.758	20.475	3.501	25.164
	4	25.404	26.273	3.307	24.521
	5	30.727	31.679	3.004	23.723
LAKE	1	6.151	6.289	2.195	30.286
	2	15.557	16.073	3.209	27.378
	3	23.946	24.885	3.773	26.271
	4	31.250	32.266	3.147	25.302
	5	37.174	38.318	2.986	24.694
LENNA	1	9.414	9.762	3.564	38.153
	2	19.065	20.005	4.699	37.783
	3	26.218	27.403	4.327	31.393
	4	32.615	33.726	3.265	29.736
	5	37.877	38.905	2.643	28.383

지는 것이며, 정지 화상 압축에서는 실시간 처리가 그다지 필요하지 않으므로 응용되어 질 수 있다.

參考文獻

표 3. 비교표

Table 3. Comparison Table of Execution Time.

비상	각속 계수	JPEG에서의 수행속도(%)	병행구조에서의 수행속도(11)	병행구조에서의 수행속도(111)	수행속도비 1 : 11	수행속도비 1 : 111
SEA	1	135 msec	133 msec	178 msec	1 : 0.99	1 : 1.32
	2	193	186	251	1 : 0.96	1 : 1.23
	3	254	231	370	1 : 0.92	1 : 1.23
	4	308	291	431	1 : 0.95	1 : 1.34
	5	331	304	491	1 : 0.92	1 : 1.48
DESERT	1	134	116	174	1 : 1.01	1 : 1.19
	2	191	184	248	1 : 0.96	1 : 1.23
	3	247	231	321	1 : 0.94	1 : 1.23
	4	295	284	393	1 : 0.96	1 : 1.33
	5	313	294	488	1 : 0.94	1 : 1.49
CITY	1	122	120	159	1 : 0.98	1 : 1.3
	2	154	145	197	1 : 0.94	1 : 1.28
	3	184	176	251	1 : 0.90	1 : 1.36
	4	228	214	319	1 : 0.91	1 : 1.4
	5	241	227	352	1 : 0.94	1 : 1.46
JURASSIC	1	128	126	162	1 : 0.98	1 : 1.27
	2	181	176	211	1 : 0.98	1 : 1.28
	3	216	207	286	1 : 0.96	1 : 1.32
	4	243	236	312	1 : 0.97	1 : 1.4
	5	288	287	446	1 : 0.96	1 : 1.5
LAMP	1	132	128	172	1 : 0.97	1 : 1.31
	2	194	187	245	1 : 0.96	1 : 1.28
	3	243	210	316	1 : 0.87	1 : 1.3
	4	297	283	405	1 : 0.95	1 : 1.36
	5	314	301	468	1 : 0.96	1 : 1.49
LIONA	1	133	131	172	1 : 0.96	1 : 1.29
	2	216	205	278	1 : 0.95	1 : 1.29
	3	241	232	300	1 : 0.97	1 : 1.34
	4	294	284	412	1 : 0.96	1 : 1.34
	5	305	288	455	1 : 0.98	1 : 1.49

Ⅵ. 결론

본 논문에서는 효율적인 화상 전송 및 저장을 위한 화상 압축 알고리즘을 제안하였다. 압축률을 향상 시키기 위하여 이차 이상 여현 변환(2D-DCT)를 기본으로 하는 JPEG(Joint Photographic Exports Group) 시스템에서의 지그-재그 주사 방식을 상황에 따라 변형하였고, 또한 주사 변형에 따른 JPEG과의 호환성 문제를 위하여 상위 호환 방식으로 구성하였으며, 부호 증가를 감소시키기 위해 확률적 분포에 의한 주사 방법을 선택하였다.

제안된 알고리즘에 의하여 SNR을 변화 없이 JPEG보다 적게는 3% 많게는 15%정도의 더 향상된 압축률을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

[1] K. R. Rao and P. Yip, *Discrete Cosine Transform*, Academic Press, 1990.

[2] Arch Rama Chellappa, *Digital Image Processing*, IEEE Computer Society Press, 1990

[3] N. S. Jayant and Peter Noll, *Digital Coding of Waveforms*, Prentice-Hall, 1984.

[4] M. Tinker, "DVI Parallel Image Compression", *Comm. ACM*, vol. 32, no. 7, pp.844-851, July 1989.

[5] Gregory K. Wallace, "The JPEG Still Image Compression Standard", *Comm. ACM*, vol. 34, no. 4, pp.30-44, Apr. 1991.

[6] Rong-Jian Chen and Bin-Chang Chieu, "Adaptive DCT Color Image Sequence Coding", *Signal Processing*, pp.1349-1352, Aug. 1992.

[7] K. R. Sloan and S. L. Tanimoto, "Progressive Refinement of Raster Images, *IEEE Trans. Computer*", C-2811, pp.774-871, 1979.

[8] H.G. Musmann, P. Pirsch, and H.J. Grallert, "Advance in Picture Coding", *Proc. IEEE*, vol. 73, no. 4, pp.523-548, Apr. 1985.

[9] J. W. Lechleider, "Line Codes for Digital Subscriber Lines", *IEEE Comm. Mag.*, vol. 27, no. 9, pp. 25-32, Sep. 1989.

著者紹介

李喆源(正會員) 第 29 卷 B編 第 6 號 參照  
현재 한양대학교 대학원 박사과정  
재학 중

林寅七(正會員) 第 29 卷 B編 第 6 號 參照  
현재 한양대학교 전자공학과 교수