

Region 재구성에 의한 영상 Data 압축

○ 김 해 수  
성균관 대학교

이 근 영  
전자공학과

Image Data Compression Based On Region Analysis

Hae-Soo Kim  
Dept. of Electronics,

Keun-Young Lee  
Sung Kyun Kwan Univ.

Abstract

This paper describes the image data compression based on the image decomposition.

We reduced the processing time using the segmentation based on the distribution of grey level, and obtained high compression rate using the Huffman run-length coding for the segmented image, and the 2-Dimensional least square curve fitting and the shift coder for each region.

I. 서 론

영상 데이터의 표현 방식은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 일반적인 방법은 공간 좌표내에서 화상을 sampling하여 휘도에 의해 각 sample을 양자화하는 방법이며, 또 다른 방법은 영상을 2차원적인 함수로 근사화할 수 있는 grey level들로 이루어진 region들의 집합으로 재구성하는 방식이다. [2]

본 논문에서는 기존의 region 재구성에 의한 data 압축 방식을 개선하여 좀더 효율적이고 높은 data 압축비를 얻고자 하였다.

영상의 분할 방법으로서 histogram에 의해 얻어진 영상 data 본포를 이용하여 영상 분할화를 실시하였으며 분할된 각 region에 대해 2차원 least square curve fitting [8]을 이용하여 근사화하였으며 분할된 영상 전송에 이용한 coding 방식은 Huffman run-length coding [9]을 이용하여 재현하였고, least square curve fitting으로 얻은 계수값 전송에는 shift coding 방식을 이용하였다.

II. 본 론

1. 영상 분할

영상 분할은 목적물을 추출하고, 분리하여 근사화할 때 2차원 다항식으로 추적 가능하도록 하기 위하여 실시한다.

영상 분할은 영상의 세분화와 소 region 제거, 제거된 region의 처리의 3단계로 이루어 졌다.

영상 세분화는 Sobel 연산자와 Marr-Hildreth 연산자 [10]를 사용하는 mask 방식과 [1] region growing 방식 [2]이 알려져 있으나 본 논문에서는 histogram에서의 골짜기를 기준으로 분할시 발생하는 배경과 목적물의 분리 현상을 이용하여 영상의 분할화를 실시하였다. [5]

grey level 본포도에 의한 분할화를 실시함으로써 mask 방식보다 처리 시간을 줄일 수 있었고, region growing 방식 보다 처리 변수가 적어지는 이점을 얻을 수 있었다.

소 region의 삭제는 전체 화상을 크게 훼손시키지 않는 범위내에서 포함된 pixel의 수가 적은 region을 제거함으로써 전체 bit수를 줄여 압축율을 높이는 방법으로 본 논문에서는 5개 이하인 region까지 제거하였다.

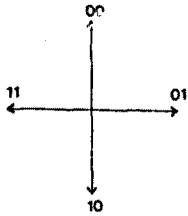
제거된 region은 부근의 경계를 이루고 있는 region과 비교하여 가장 grey level이 근사한 region에 포함하여 같이 처리하였다.

이렇게 처리되어진 작업은 80 x 80의 pixel과 64의 grey level로 이루어진 original image인 LINCOLN 영상을 57개의 region으로 분할시켰다.

2. Coding

영상 분할화로 이루어진 2진 영상의 전송 방식으로는 chain coding 방식이 알려져 있으나 [1] [2] [3] 본 논문에서는 Huffman run-length coding [4]을 이용하여 전송 bit 수를 줄였다. (표 1)에 사용한 Huffman run-length coding table을 보였다. Huffman run-length coding을 이용했을 때와 Chain coding을 이용했을 때의 bit 차와 성능 비교를 (표 2)에 보인다.

사용한 Chain coding은 4방향 성분을 취급하여 각각 2 bit씩 할당되었다.



(표 2)에 나타나 있듯 Huffman run-length coding을 이용한 경우가 중복을 미한 Chain coding에 비해 13.06%, 일반적인 Chain coding에 비해 40.72%의 bit를 감소를 나타내었다.



ORIGINAL IMAGE LINCOLN

### 3. Region의 근사화

각 region에 속하는 grey level 값들의 추적은 2차원 least square curve fitting[8] 을 이용하여 근사화하였다.

1차 다항식

$$G(x,y) = ax + by + c$$

$G(x,y)$ : 근사화 된  $(x,y)$ 좌표의 grey level  
 $x$  : 수직 좌표  
 $y$  : 수평 좌표  
 $a, b, c$  : 계수

을 이용하였으며

이때 error는

$$E = F(x,y) - G(x,y)$$

$$= F(x,y) - ax - by - c$$

( $F(x,y)$  : original grey level )

해당 region에 대한 error의 합

$$S = \sum x e^2$$

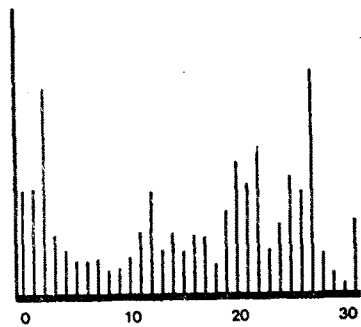
$$= \sum \sum (F(x,y) - G(x,y))^2$$

이 최소가 되는  $a, b, c$  값을 구한다.

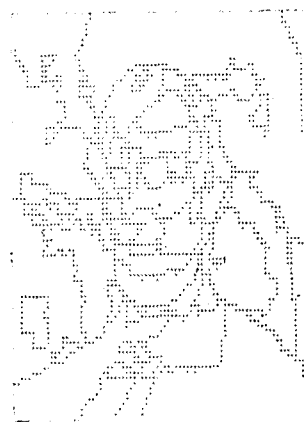
2차원 least square curve fitting시 한 값을 구할 때 나머지 2값의 초기치 setting은 0에 가까울수록 적은 error를 나타내는 것으로 알려져 있으며 [11] 영상에 있어서는 정수 값만으로 grey level이 이루어지므로 c값을 해당 region의 평균 값으로 setting함으로써 error를 줄일 수 있고, 추적 변수도 하나가 줄어들게 되었다. 나머지 한 값은 0에 가까운 값일수록 적은 error를 나타냄으로 본 실험에서는 0.1로 setting시켰다.

이렇게 얻어진 계수 값은 발생 빈도를 이용한 shift coding을 이용하여 전송하였다. [3]

Shift coding 방식은 발생 빈도가 높은 계수에는 적은 bit를 할당하고 발생 빈도가 낮은 계수에는 많은 bit를 할당하는 방식으로 예로 4bit를 기준으로 전송시



HISTOGRAM



SEGMENT된 IMAGE

differences																differences																		
-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	...	+8	+7	+6	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_6$	$c_7$	$c_8$	$c_9$	$c_{10}$	$c_{11}$	$c_{12}$	$c_{13}$	$c_{14}$	$c_{15}$	$c_{16}$		$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_6$	$c_7$	$c_8$	$c_9$	$c_{10}$	$c_{11}$	$c_{12}$	$c_{13}$	$c_{14}$	$c_{15}$	$c_{16}$		
code words																code words																		

c1은 하단으로 범위가 벗어남을 의미하고, c16은 상단으로 범위가 벗어남을 의미한다. 왼쪽 그림은 상단으로 shift된 후를 나타내고 있다.

이 shift coding 방식을 이용하여 계수 a값 전송에 272 bits, 계수 b값 전송에 178bits, 계수 c값은 평균값이므로 균일 양자화하여 285 bits, 총 735 bits가 소요되었다.

근사화의 결과로 5개 이하의 소 region 계거시 error율은

$$NMSE = \sum \sum \frac{(G(x,y) - F(x,y))^2}{F(x,y)^2}$$

을 이용  
 $NMSE = 1.7 \times 10^{-2}$

를 나타내었다.

#### 4. 실험 결과

32 grey level을 가지고 80 x 80의 pixel로 구성된 화상을 이용하여 grey level 분포도에 의한 분할과 결과 57개의 region 으로 나누어졌으며, 이렇게 나누어진 2진 화상 전송에 있어서는 (표 2)와 같은 bit 가 필요했으며 segment된 각 region 에 대해 2차원 least square curve fitting을 적용하였으며 이때 각 계수값 전송은 shift coding을 이용하였으며 계수값 전송에 735 bits가 필요했다.

총 영상의 복원에 필요한 bit는 segment된 2진 화상 전송에 필요한 4287 bits와 계수값 전송에 사용된 735 bits로 총 5022 bits가 소요되었다,

전송상의 error를 무시하였을 때 NMSE는  $1.7 \times 10^{-2}$  를 나타내었다.

### III. 결 론

본 논문에서는 grey level 분포도에 의한 영상 분할 방식을 채택하여 mask를 이용한 방식보다 처리 시간을 줄일 수 있었고, region growing 방식보다 사용 변수가 적어지는 잇점을 얻을 수 있었으며, Huffman run-length coding 을 이용함으로써 contour coding 방식에 비해 크기는 40%의 압축비를 높일 수 있었으며 shift coding 방식을 통한 2차원 다항식의 계수값 전송으로 효율적인 전송을 이룰 수 있었다.

본 실험에서 사용된 화상은 적은 pixel 구성과 낮은 grey level 단계로 이루어져 전체적인 압축비가 만족할 만한 수준은 아니지만 좀 더 높은 해상도의 많은 pixel 구성과 높은 grey level 단계로 이루어진 화상에서는 더욱 큰 압축비가 얻어지리라 기대된다.

Number of Run-length	Number of Code bits	Huffman Code
1	2	11
2	3	101
3	3	011
4	4	0101
5	4	0011
6	5	01000
7	5	10010
8	5	01001
9	5	10000
10	5	10011
11	6	001000
12	6	100000
13	6	001010
14	6	001001
15	6	100001
16	6	000011
17	6	001011
18	7	0000000
19	7	0000100
20	7	0000010
21	7	0001110
22	7	0000001
23	7	0000101
24	7	0000011
25	7	0001111
26	8	00011000
27	8	00011010
28	8	00011001
29	8	00011011
over 30	5+8	00010+8bits

(표 1) Huffman run-length code table

방 식	소요 bit 수	개 선 율
Huffman run-length coding	4287	-
Chain Coding	7232	40.72%
" (중복 회피)	4916	13.06%

(표 2) SEGMENT 된 화상 전송 bit수 비교



복원된 화상

IV. 참고 문헌

1. C.G.Ward, "Image Compression by Region Analysis", Digital processing of signals in Communications, Session 4, No. 62, Apr., 1985.
2. Michel Kocher, "Image Representation by means of two dimensional polynomials", SPIE Proc., Vol. 594, session 7, Dec., 1985.
3. Rafael C. Gonzalez & Paul Wintz, "Digital Image Processing", Addison-Wesley, 1977.
4. W.H.Chen and W.K.pratt, "scene Adaptive Coder", IEEE Trans. Comm., Vol. COM-32, No. 3, Mar., 1984.
5. Azriel Rosenfeld & Avinash C.Kak, "Digital Picture Processing Vol. 2", Academic Press, 1982.
6. William K. Pratt, "Image Transmission Techniques", Academic Press, 1979.
7. V. Cappellini, "Data Compression and Error Control Techniques with Applications", Academic Press, 1985.
8. Shan S. Kuo, "Computer Applications of Numerical Methods", Addison Wesley, 1984
9. Thomas J. Lynch, "Data Compression, Techniques and Applications", Lifetime Learning Press, 1985.
10. Marr D. and Hildreth E. C., "Theory of Edge Detection", MIT AI Lab., 1980.
11. 김 훈학, "McClellan Transformation을 이용한 2차원 FIR 필터 설계", 전자 공학회 잡지, Vol. 9, No.5, 1986.