

論 文

# 선도형의 부호화를 위한 모드설정 체인코드

正會員 張 基 哲\* 正會員 崔 然 成\*\* 正會員 崔 宗 秀\*\*\*

## Mode Selection Chain Code for Coding of, Line Drawing Images

Ki Chul CHANG\*, Yeon Sung CHOI\*\*,  
Jong Soo CHOI\*\*\* *Regular Members*

**要 約** 선도형은 디지털 영상의 형상과 특성을 표현하기에 가장 적합한 정보이므로 인식과 데이터 전송에 많이 사용되고 있다. 선도형의 부호화는 8방향 체인코드가 가장 많이 사용된다. 본고에서는 선도형을 효율적으로 부호화하여 기존의 8방향 체인코드에 비해서 약 20% 정도의 데이터 압축 효과를 낼 수 있고 정확도를 요구하는 선도형의 부호화형식으로 사용될 수 있는 모드설정 체인부호화법을 새로이 제시하고 이것의 응용으로 선도형의 특징점이 될 수 있는 예지 결정법을 제시한다. 이 부호화는 한 점의 8근방에 대하여 각 상한마다 기준모드를 설정하고, 이 기준모드에 3개의 방향 코드를 할당하여 3비트로 하나의 선화소가 부호화되도록 한다.

**ABSTRACT** Line drawing images are the most proper information to represent the characteristics and shapes of digital images and used for recognition and communication. For the coding of line drawing images, common eight-direction chain code is used mostly. In the paper, the new mode selection chain code method is proposed which can compress the eight-direction chain code about twenty percents and be used for the reversible coding method of line drawing images. In this coding techniques, we set a reference mode for each quadrant around an abject pixel, and assign 3-directional code for these reference modes. Therefore a line pixel is coded with 3 bits. Also, a new corner finding method of line drawing images using this mode selection chain code is proposed in this paper.

### I. 서 론

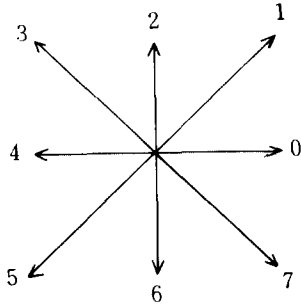
디지털 영상에서의 선도형(line drawing image)은 영상이 갖고 있는 정보를 중에서 어떤 특징이나 구조만을 추출하여 표현하기에 적당한 정보량이다. 이 때문에 최근에는 지도정보처리, 지도 데이터 베이스를 비롯하여 각종 도면의 처리, 문자인식, 도형의 전송 및 인식 등의 여러 분야에서 대량의 선도형을 사용하고 있다<sup>(1)</sup>.

\*金星精密中央研究所 研究員  
Dept. of Information Eng.

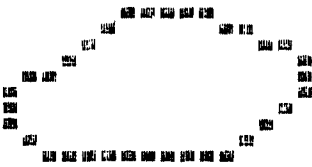
\*\*濟州大學校 情報工學科  
Che-Ju National University Dept. of Electronic Eng.

\*\*\*中央大學校 電子工學科  
Chung-Ang University  
論文番號 : 88-05 (接受 1987. 11. 30)

이러한 선도형의 부호화 방식으로는 H. Freeman의 8 방향 체인코드가 가장 많이 이용된다.



a) Chain Code



b) Line Drawing Image

55554566770000000011112234343444

c) The Chain Code of b)

그림 1 프리먼의 8 방향 체인코드  
Freeman's 8 direction chain code.

체인코드는 그림 1(a)와 같이 기준된 화소의 이웃한 여덟점에 대하여 양자화값을 지정해 주고 선화소(line pixel)의 이동된 방향에 대한 양자화

값을 취하여 코드열을 만드는 것이다. 이 경우에 있어서 선화소의 이동된 길이는 짝수의 체인에서는  $T$ , 홀수의 체인에서는  $\sqrt{2} T$ 가 된다. 단,  $T$ 는 양자화 간격을 의미하며 보통  $T=1$ 이 된다. 또한 양자화값을 기준화소의 4개의 이웃점에만 지정을 해준 4 방향 체인 코드도 있는데 선이 매끄럽게 표현되지 않는 단점이 있다. 이러한 체인 코드를 표시하기 위해서는 3비트가 필요하며 따라서 선도형을 8 방향 체인 코드로 표현할 경우 선화소 1개당 3비트의 고정 크기를 갖게 된다<sup>(2), (3)</sup>.

체인 코드는 코드열을 만드는 과정이 매우 간단하여 문자인식, 형상인식, 검색체 및 지문인식 등의 여러 분야에서 쓰이고 있다. 또한 체인 코드를 변경한 일반화된 체인 코드(generalized chain code)<sup>(4)</sup>도 있는데 이는 선화소를 연결하는 링크를 여러 방향으로 취하여 선도형을 근사적으로 부호화한다. 이외에도 선도형을 근사시킨 다항식의 계수를 기억하여 부호화하는 방법들도 있다<sup>(5)</sup>. 그리고 체인 코드의 차분을 한정하는 3 방향 차분코드, 델타 부호화 방식 등의 변종도 있다.

본고에서는 선도형을 효율적으로 부호화하여 8 방향 체인 코드와 비교하여 약 20% 가량의 데이터 압축 효과를 거둘 수 있고 정확도를 요구하는 선도형의 부호화 방식으로 사용될 수 있는 모드설정 체인 코드(mode selection chain code)법을 제안하고<sup>(6)</sup> 이의 응용으로 선도형의 특징이 될 수 있는 모서리 결정 방법을 제시한다. 그리고 이의 타당성을 실험으로 입증한다.

## II. 선도형의 정의

선도형은  $M \times N$ 의 화소로 이루어진 2차 영상(binary image)으로 표현된다. 그리고 선도형의 각 화소는 좌표  $x, y$ 로 나타낼 수 있으며,  $0 \leq x \leq M, 0 \leq y \leq N$ 의 범위를 갖는다. 2차 영상에서 값이 1인 화소계열  $P_0, P_1, \dots, P_n$ 이 존재할 때 이것이 다음 조건을 만족하면  $\{P_0, P_1, \dots$

$P_n$ 을 선도형이라 부른다<sup>(1)</sup>.

조건 1 :  $1 \leq i \leq n$ 에 대해서  $P_i$ 는  $P_{i-1}$ 의 8 근방 이내에 존재해야 한다.

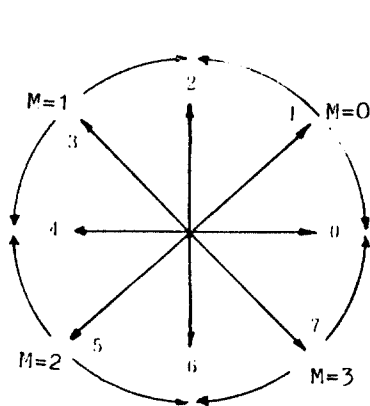
조건 2 : 시점  $P_0$ 와 종점  $P_n$ 은 같은 화소이더라도 상관없으나 나머지  $P_j (1 \leq j \leq n)$ 은 모두 다르다.

조건 3 :  $P_k (0 \leq k \leq n)$ 의 대부분은 그 8 근방에 존재하는 값이 1인 화소의 수가 2개이다.

이상을 만족하는 선도형  $\{P_0, P_1, \dots, P_n\}$ 을 체인코드화할 경우 코드화된 데이터 A는 다음으로 표현된다.

$$A = a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1} \quad (1)$$

여기서  $a_i$ 는 선화소  $P_i$ 에서의 양자화값으로 0에서 7 사이의 값을 갖는다. 또한 데이터 A는 선화소의 종점  $P_n$ 을 부호화하지 않으므로 선화소의 갯수  $n$ 보다 하나가 적다. 그림 1(c)에는 그림 1(b)를 체인코드화한 데이터열을 나타내었다. 화소수가  $n$ 인 선도형을 체인코드화할 경우 전체 데이터 양은 선화소당 3비트를 필요로 하므로  $3 \times (n-1)$  비트가 된다.

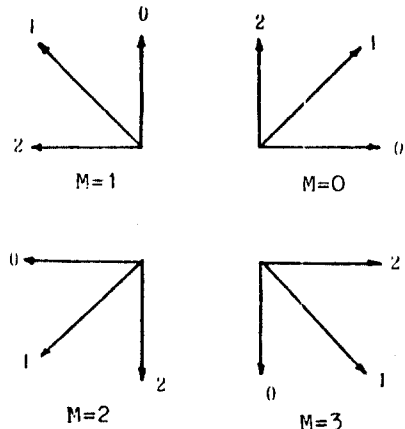


a) The Selection of Reference Mode

일반적으로 선도형을 부호화할 때는 반시계방향으로 선화소를 추적하여 만들며 위의 조건 (1), (2), (3) 이외에도 인접한 선화소들이 직선 성분이거나 굴곡이 심하지 않을 경우에는  $90^\circ$  이내의 방향성을 유지하는 성질이 있다.

### III. 모드설정 체인코드

모드설정 체인부호화는 앞에서 지적한 선도형의 특징 중 인접 선화소들의  $90^\circ$  내 방향성 유지와 선도형을 반시계 방향으로 추적하여 부호화한다는데 기초하여 그림 2(a)와 같이 이웃한 여덟점을  $90^\circ$  마다 기준모드를 설정해 준다. 이때 각 기준 모드 M은 0, 1, 2, 3이 되며 각 기준 모드에 대하여는 3개의 방향코드 0, 1, 2를 할당해 준다. 그림 2(b)에 각 기준 모드별 방향코드가 표시되어 있다. 이러한 방향 코드는 0, 1, 2를 반시계방향으로 각 기준 모드마다 순서를 지은 것이며, 기준 모드도 반시계 방향으로 0, 1, 2, 3의 코드 순서가 정해져 있다. 모드설정 체인 코드는 이처럼 선도형을 부호화하는 과정에서 어떠한 기준 모드를 정해 놓은 후 부호화하는 선화소  $P_k$ 가 기준 모드 이내에 있을 경우 기준 모드의 3방향에 따라 코드 0, 1, 2만을 사용하며 만일  $P_k$



b) The Direction Code of Each Mode



2111101223112222222223111

122312121222

c) Line Drawing Image

d) The Mode Selection Chain Code of c)

그림 2 모드 설정 체인코드  
Mode selection chain code.

가 현재의 기준 모드를 벗어날 경우 기준 모드를 새로이 정하기 위하여 기준 모드의 반시계 방향 90° 회전수 만큼 기준모드 변경 코드 3을 사용한다. 즉 현재의 기준 모드가 M=2에서 M=1로 바뀌게 되면 반시계 방향으로 270° 회전하므로 기준 모드 변경 코드는 333이 된다. 이러한 모드 설정 부호화법을 사용하면 전체적 코드 길이는 원래의 선화소수  $n$  및 체인코드의 길이  $n+1$ 보다 길어지나 이 부호화법이 0, 1, 2, 3의 4가지 코드를 사용 2비트로 표현되므로 전체적인 데이터량은 감소된다. 그림 2(d)에는 선도형을 모드 설정 체인코드로 부호화 했을 때의 코드열을 나타내었다.

모드설정 체인코드에 의해 부호화된 데이터를 B라 하면 그것은 아래와 같다.

$$B = b_0 b_1 b_2 \dots b_m \quad (n-1 < m) \quad (2)$$

식(2)에서  $b_0$ 은 특히 중요한 값으로 초기 기준 모드 값이다. 초기 기준 모드는 선도형을 부호화하는 처음에  $P_1$ 이  $P_0$ 의 8근방 중 어느 곳에 위치하는가에 의하여 결정된다.  $b_0$ 은  $P_1$ 이  $P_0$ 의 8근방 중 4, 5, 6에 위치할 경우 2가 되며, 1, 2이면 0가, 3이면 1이, 그리고 7, 0일 경우에는 3으로 결정된다. 이것은 2차 선도형을 부호화할 때 시점  $P_0$ 을 TV 주사선 방향으로 스캐닝하여 처음 만나는 점으로 결정하기 때문에  $P_1$ 이 8근방 중 4, 5, 6에 놓일 가능성이 많은 까닭

에 기인한다. 따라서 이렇게 스캐닝하여 부호화된 선도형에서는  $b_0 = 2$ 가 대부분이다.

체인코드에 비해 모드설정 체인코드가 적은 데이터량으로 표시되므로 정보의 압축율(compression ratio : CR)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} CR &= \frac{\text{모드설정 체인코드화된 데이터량}}{\text{체인코드화된 데이터량}} \\ &= \frac{2 \times (m+1)}{3 \times n} \end{aligned} \quad (3)$$

식(3)에서 최대 압축율이 될 경우는  $m+1$ 이  $n$ 보다 조금 클 때이며 약 0.67이 된다. 일반적으로 20% 이상의 데이터 압축 효과를 보인다. 체인코드로 부터 모드설정 체인코드로 변환하는 알고리즘은 다음과 같다.

{ALGORITHM}

- {1} FOR CHAIN CODED DATA A
- {2} SELECT THE INITIAL REFERENCE MODE  $M_1$ 
  - If  $a_0 = 1$  OR 2 then  $b_0, M_1 = 0$
  - If  $a_0 = 3$  then  $b_0, M_1 = 1$
  - If  $a_0 = 4$  OR 5 OR 6 then  $b_0, M_1 = 2$
  - If  $a_0 = 7$  OR 0 then  $b_0, M_1 = 3$
- {3} FOR  $i=1$  TO  $n$
- {4} MODE SELECTION CHAIN CODE
  - $b_i = a_i - M_i * 2$
- {5} If  $b_i < 0$  then  $b_i = b_i + 8$

[6] If  $b_i > 2$  then Count the mode varied  
code 3: GOTO 4

[7] NEXT: END

또한 모드설정 체인코드로 부터 체인코드로 변환할 경우는 알고리즘의 [4]의 관계에서

$$a_i = b_i + M_i \times 2 \quad (4)$$

이 되며 a와 b는 앞에서 언급한 바 대로 체인코드와 모드설정 체인코드의 코드값을 나타낸다. 이 식에서 기준 모드 변경 코드 3에 의하여  $M_i$ 를 바꿔주어  $a_i$ 를 구할 수 있다.

#### IV. 모드설정 체인코드의 응용

디지털 영상에서 선도형을 회전시키거나 거울에 투영된 모습을 요구할 때가 있다. 이 경우의 선도형은 모드설정 체인코드를 간단히 조작하여 얻을 수 있다. 물론 체인코드에서도 이런 회전이나 투영 등이 이루어지나 회전의 경우에는 전코드를 회전도에 따라 모두 계산해야 한다.

##### IV-1. 회전(Rotation)

선도형을  $90^\circ$ 의 배수로 회전시키는 경우 체인코드에서 각 코드는 다음의 식에 의해 바뀐다.

$$a_i = \text{MOD}[2 \times \text{회전수} + a_i], 8 \quad (5)$$

식(5)에서 MOD값, 8은 modulo 8을 의미한다.

그러나 모드설정 체인코드에서는  $90^\circ$ 의 배수로 회전을 할 경우 초기 기준 모드만을 변경할 뿐 나머지 코드는 바꿀 필요가 없다.

$$b_0 = \text{MOD}[\text{회전수} + b_0], 4 \quad (6)$$

그러나  $45^\circ$  회전의 경우 또는 임의의 각에 대한 회전에 있어서는 체인코드와 마찬가지로 선도형을 새로이 양자화하여야 한다.

##### IV-2. 반사(Mirror Inverse)

선도형이 거울에 투영된 상을 보고자 할때 다음과 같은 4개의 축을 중심으로한 투영을 생각할 수 있다. 즉, 수평축(x축), 수직축(y축), 대각선축(diagonal  $y = -x$ ), 반대각선축(antidiagonal,  $y = x$ )이 있다. 체인코드에 있어서는 다음의 규칙에 의하여 변환된다.

수평축	$a_i = 8 - a_i$	
비대각선축	$a_i = 2 - a_i$	(7)
수직축	$a_i = 4 - a_i$	
대각선축	$a_i = 6 - a_i$	

모드설정 체인코드에 있어서는 초기 기준 모드, 기준 모드 변경 코드 및 코드 0, 3이 다음과 같은 규칙에 의하여 바뀌게 된다.

##### a. 초기 기준모드 $b_0$ 의 변환

수평축	$0 \leftrightarrow 3, 1 \leftrightarrow 2$
비대각선축	$0 \leftrightarrow 2, 1 \leftrightarrow 3$
수직축	$0 \leftrightarrow 1, 2 \leftrightarrow 3$
대각선축	변경없음

##### b. 기준모드 변경 코드

$3 \leftrightarrow 333$
$33 \leftrightarrow$ 변경없음

##### c. 방향 코드

$0 \leftrightarrow 2$
$1 \leftrightarrow$ 변경없음

위에서 볼 수 있듯이 모드설정 체인 코드에서의 반사는 초기 기준모드  $b_0$ 만을 투영조건에 맞게 변환시키고 나머지는 투영조건에 관계없이 일

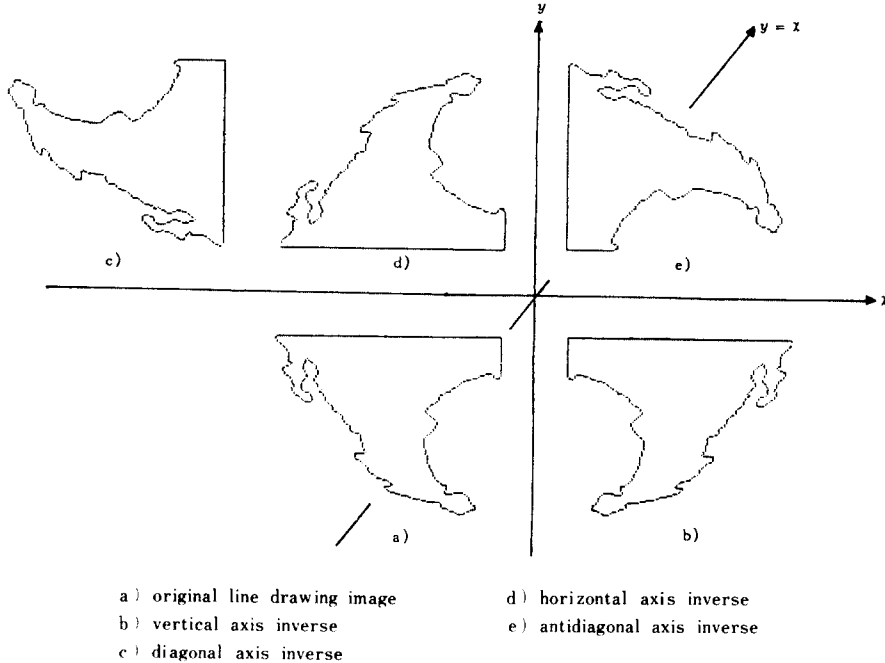


그림 3 반사효과  
 Mirror inverse effect.

정한 규칙으로 간단히 변경된다. 선도형의 반사 효과가 그림 3에 예시되어 있다.

IV - 3. 선도형의 에지 결정

에지는 선도형을 기술하거나 인식하기 위한 중요한 특징점이 될 수 있으며, 근사, 패턴인식 및 전송 등에 이용된다. 선도형의 에지는 여러 방법에 의해 결정되는데 대부분 선화소 하나 하나의 편차 등을 계산하여 결정한다.<sup>(7)</sup> 본고에서는 이와는 달리 모드설정 체인코드를 이용하여 1차로 에지로 결정될 수 있는 선화소를 검출하고, 2차에서 곡율을 구해 최종 에지를 결정하는 방법을 제안한다.

모드설정 체인코드 상에서 기준모드 변경 코드 3이 발생하는 경우는 다음의 선화소가 이전의 선화소에 비하여 90° 이상 변함을 의미한다. 따라서 모드 변경 코드 3 다음의 점 P<sub>k</sub>는 그 선도형

에서 일단 에지로 결정될 가능성이 있다. 그러나 기준모드의 설정을 앞에서 제시한 그림 2 (a)처럼 할 경우 그림 4(a)와 같은 곳에서는 에지 결정의 오류가 발생한다. 따라서 이러한 에지 결정의 오류를 방지하기 위하여 그림 2(a)의 기준모드와 45° 차이가 있는 새로운 기준모드를 설정한 모드설정 체인코드를 구할 필요가 있다. (그림 4(b)) 이 경우 새로운 모드설정 체인코드는 III에서 제시한 알고리즘 중 초기 기준모드의 설정과 모드설정 체인코드와 체인코드의 관계를 다음과 같이 하여 결정할 수 있다.

초기 기준모드의 결정

- If a<sub>0</sub> = 2 OR 3                      then b<sub>0</sub> = 0, M<sub>1</sub> = 0
- If a<sub>0</sub> = 4                              then b<sub>0</sub> = 1, M<sub>1</sub> = 1
- If a<sub>0</sub> = 5 OR 6 OR 7 then b<sub>0</sub> = 2, M<sub>1</sub> = 2
- If a<sub>0</sub> = 0 OR 1                      then b<sub>0</sub> = 3, M<sub>1</sub> = 3

모드설정 체인코드

$$b_i = a_i - M_i \times 2 - 1$$

구하여진 2 개의 모드설정 체인코드  $B_I, B_{II}$  는 다음과 같다.

$$B_I = b_0 b_1 b_2 \dots b_m$$

$$B_{II} = b'_0 b'_1 b'_2 \dots b'_k$$

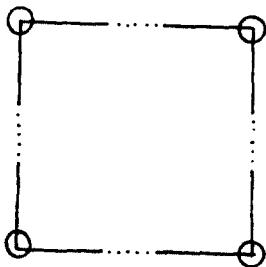
이 경우 대부분  $m \neq k$  이며  $m$  과  $k$  의 값차는 작다. 이 두 코드  $B_I$  과  $B_{II}$  를 이용하여 선도형의 모서리를 1 차로 결정할 수 있는 참조코드(reference code)  $R_I, R_{II}$  를 구한다. 참조코드는 기준모드 변경코드 3 이 발생할 때까지의 코드 0, 1, 2 의 길이 값이 된다. 그러나 같은 코드가 계속되다가 다른 코드로 바뀌는 곳도 예지일 가능성이 있으므로 이러한 곳에서도 그 코드의 길이를 참조코드 값으로 취한다. 구해진 참조코드는 체인코드의 길이  $n-1$  과 같은 길이를 갖는다.

$$R = r_0 r_1 r_2 \dots r_{n-1} \quad (8)$$

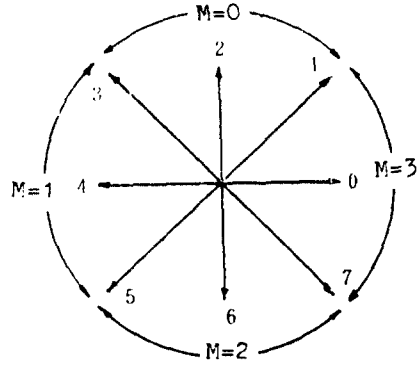
로 나타낼 수 있다.

각각의 모드설정 체인코드  $B_I, B_{II}$  에 의해 구해진 참조코드  $R_I, R_{II}$  를 더해 실제 적용할 참조코드  $R$  을 구한다.

$$R = R_I + R_{II} \quad (9)$$



a) The Error of corner Finding



b) New Reference mode

그림 4 에지를 찾기 위한 새로운 기준모드  
New reference mode for corner finding.

< 1 차 예지 결정>

1 차 예지 결정은 참조코드  $R$  이 어떤 임계치  $T$  이상인 곳의 선화소를 취하여 결정된다. 임계치  $T$  는 대상으로 하는 선도형에 따라 다를 수 있으나 보통  $T=3$  을 택하면 적당하다.

< 2 차 예지 결정>

1 차에서 구해진 예지 중에서 예지로 볼 수 없는 점들이 발생한다. 이러한 점들을 제거하기 위해서는 각 점들의 내각을 구하여 내각이  $T$  이상인 곳을 예지로부터 없애준다.

1 차에서 구한 예지를  $C$  라 하면

$$C = (C_{1x}, C_{1y}) (C_{2x}, C_{2y}) \dots (C_{ix}, C_{iy}) \quad (10)$$

처럼 좌표값으로 표현된다. 이때 각 점에서의 내각은 다음과 같은 방법으로 구할 수 있다<sup>(9)</sup>.

$$l_0 = |C_1 - C_2| = \sqrt{(C_{1x} - C_{2x})^2 + (C_{1y} - C_{2y})^2}$$

$$l_1 = |C_2 - C_0| = \sqrt{(C_{2x} - C_{0x})^2 + (C_{2y} - C_{0y})^2} \quad (11)$$

$$l_2 = |C_0 - C_1| = \sqrt{(C_{0x} - C_{1x})^2 + (C_{0y} - C_{1y})^2}$$

본 실험에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 X-Y recorder의 pen 부분에 광센서인 photointerrupter를 부착하여 선도형을 입력하였다. 사용된 photointerrupter는 그림 7과 같이 발광소자인 적외선 발광 diode와 수광소자인 photo TR로 이루어져 있다. photo TR에 다링턴 접속되어 있는 TR의 emitter 출력을 A/D 변환하여 컴퓨터에 입력하였다. X-Y recorder는 여러가지 scaling이 가능하며 컴퓨터와는 D/A 변환기로 연결되어 있다. 각 스케일에서의 scanning 선밀도는 표 1과 같다.

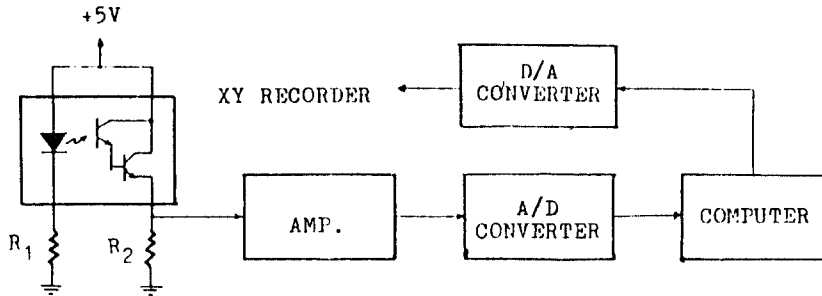


그림 7 실험시스템 구성도  
System diagram of Experiments.

표 1 XY 기록계의 주사선 밀도  
The scanning line density of XY recorder.

PLOTTER MODE	POINT/Cm	Cm/POINT	128 PIXEL
0.5V/Cm	12.8	0.078	10 Cm
1V/Cm	25.6	0.039	5 Cm
2V/Cm	51.2	0.020	2.5Cm

입력된 선도형은 128 × 128의 화소점과 256 계조를 가지며 다음과 같은 과정에 의하여 점열을 추출하였다.

### V-1-1. 2치화

입력된 값의 히스토그램에 의하여 어떤 계조도 이상인 점을 1로 2 이하인 점을 0으로 하였다.

### V-1-2. 세선화

2치화된 선도형은 원래의 선도형에 비하여 두껍게 나타나며 이러한 선도형을 세선화 하기 위하여 골격선 마스크에 의하여 축퇴시키는 방법을 사용하였다. 이러한 세선화는 시간이 오래걸리는 단점이 있으나 정교하다.

### V-1-3. 점열의 추출 및 부호화

raster scanning하여 처음 만나는 값이 1인 화소를 시점으로 하였다. 기준 화소의 8 근방을 조사하여 이웃한 점을 찾고 코드화한 후 그 점을 버퍼에서 소거한다. 시점과 일치하거나 버퍼 안에 점이 존재하지 않으면 코드화를 마친다.

실험에 사용된 선도형이 그림 8에, 이것을 히스토그램법으로 2치화한 후 세선화한 것이 그림 9에 각각 나와있다.



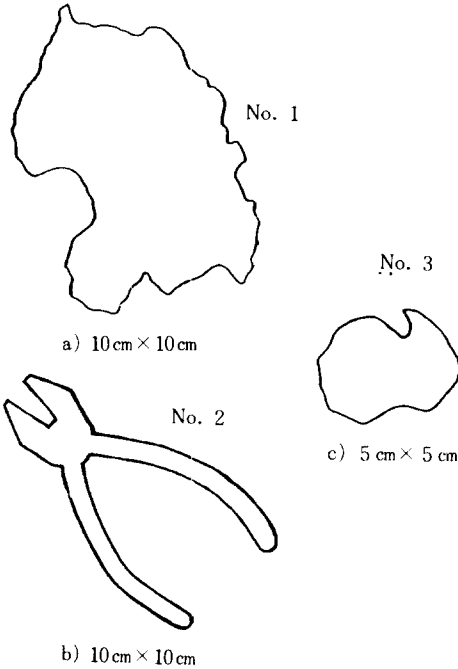


그림 8 실험(I)에 사용된 선화들  
Line drawings used in experiments(I).

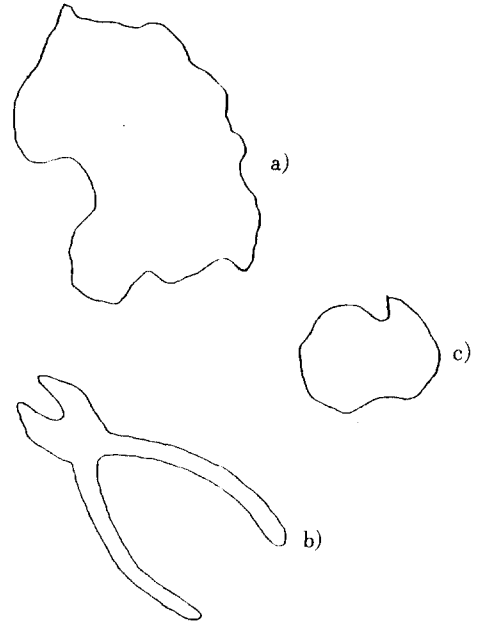


그림 9 세선화된 선화들  
Thinned line drawing Images.

### V-2. 압축율

앞절에서 입력한 선도형 3개와 컴퓨터로 작성한 그림10의 임의의 선도형 4개 등 모두 7개의 선도형을 체인코드 및 모드설정 체인코드화하여 압축율을 조사하였다.

압축율을 정의하는데는 여러가지 방법이 있으나, 식(3)에서와 같이 기존의 체인코드와의 성능 비교를 목적으로 압축율 = 모드설정 체인 코드의 비트수 / 체인코드의 비트수로 하였다. 표2에는 실험에 사용된 각 선도형의 선화소수, 체인코드의 비트수, 모드설정 체인코드의 비트수와 압축율이 나와있다. 종래의 체인코드에 비하여 최대 30%, 최소 15%의 정보가 압축되어 평균 20% 이상의 데이터 압축 효과를 거둘 수 있었다.

6번의 도형이 가장 낮은 압축율을 나타낸 것은 이 선도형이 많은 요철을 함유하여 모드변경 코드 3이 많이 발생하였기 때문이다.

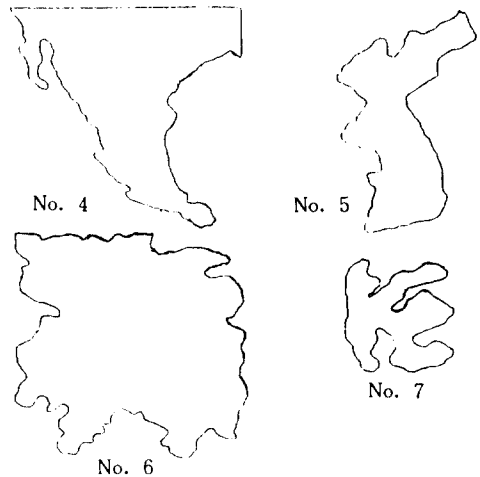


그림 10 실험(II)에 사용된 선화들  
Line drawings used in experiments(II).

표 2 모드설정 체인코드의 압축률

Compression ratio of mode selection chain code.

image number	pixels	bits of chain code	bits of mode selection code	compression ratio
1	371	1100	778	0.70
2	319	954	700	0.73
3	282	843	594	0.70
4	502	1503	1122	0.74
5	363	1086	836	0.77
6	608	1821	1550	0.85
7	374	1119	886	0.77
average	403	1204	924	0.75

V-3. 에지 결정

에지 결정은 그림11에 결과가 있다. 그림 11(a)는 프리먼의 방식<sup>(7)</sup>, 11(b)는 이주근 등의 알고리즘<sup>(8)</sup>, 11(c), 11(d)는 본고에서 제안된 방식에 의한 결과이다. 그림11(c)는 T=3으로 1차 에지 결정을 한 것이며 이때 에지의 수는 34개였다. 이것의 내각을 구하여 임계각을 2.5rad으로 하여 불필요한 점을 제거한 것이 그림11(b)와 같다. 그림12에는 1차 에지 결정에서 사용된 기준코드 R 값을 각 선화소에 대해 분포시킨 값이다. 또한 표3은 2차 에지 결정에서 사용한 내각을 구한 값이다.

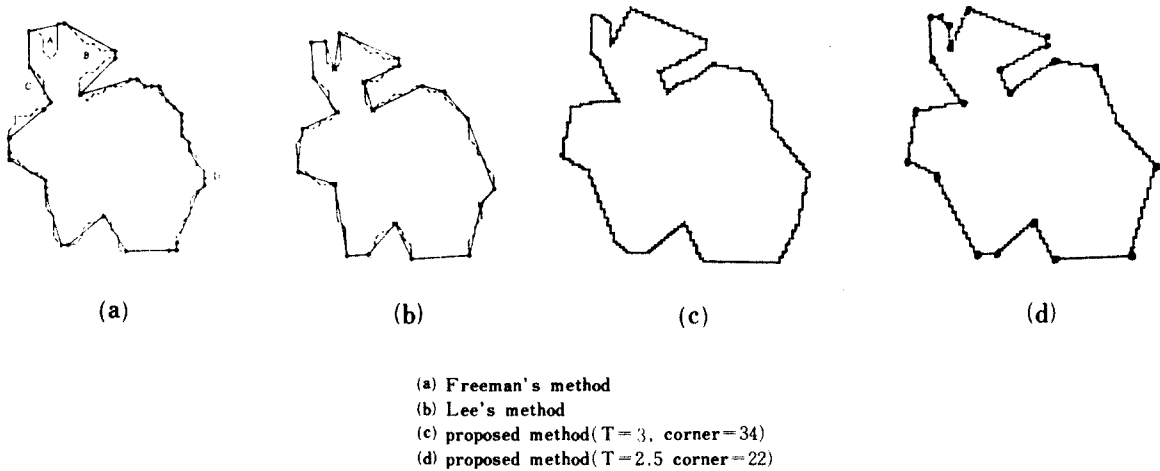


그림11 선도형의 에지 결정 결과  
Corner finding of line drawing images.

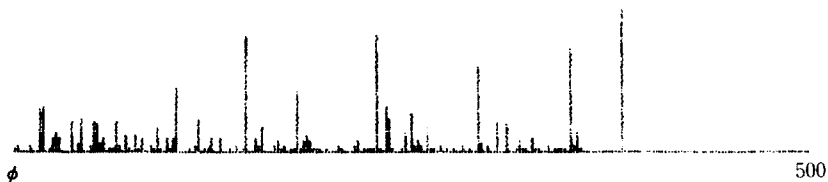


그림12 기준코드의 크기  
The amplitude of reference code.

표 3 2차 모서리 결정에 사용된 내각  
The inner angle of corner after first corner finding.

Corner	Inner Degree (Radian)	Corner	Inner Degree (Radian)
2	2.44685438	26	1.735945
3	1.00406711	27	2.35619449
4	2.11121583	28	3.0828 <sup>3</sup> 575
5	2.55359005	29	2.86416789
6	3.07273617	30	.81170788
7	2.30069599	31	1.81577499
8	2.2318395	32	2.35619449
9	2.62244654	33	2.69921843
10	1.89254688	34	3.13584549
11	2.35619449	35	2.32917404
12	2.55359005	36	2.03444394
13	3.14151392	37	2.49809155
14	2.08994244	38	2.21429744
15	2.35619449	39	2.89661399
16	2.35619449	40	1.32581766
17	1.00406711	41	2.76108628
18	2.22066677	42	2.19435706
19	2.08634533	43	1.86623717
20	2.0032041	44	1.64756822
21	2.08994244	45	3.05093267
22	3.08609416	46	2.9462011
23	3.03851105	47	1.99874482
24	3.13035736	48	.964315331
25	1.18429002	49	1.53377621

## VI. 결 론

본 논문에서는 지금까지 선도형의 부호화 방법으로 많이 사용되는 체인코드를 수정한 새로운 알고리즘을 제안하고 모드설정 체인코드라 이름 붙였다. 이것은 기존의 체인코드에 의한 방법보다 더 적은 데이터량으로 부호화를 행한다는 잇점으로 정확도를 요구하는 선도형의 부호화나 저장 및 전송에 사용될 수 있다. 또한 이를 이용한 선도형의 모서리 결정은 1차 및 2차로 분리되

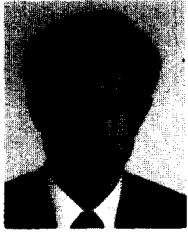
어 복잡한 감은 있으나 요철이 많은 직선 성분에 대해 직선근사할 수 있는 장점이 있으며 경제치는 1차에서  $T=3$ , 2차에서  $T=2.5$ 라디안의 고정된 값으로 여러 선도형에 적용해도 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

문제점으로는 우선 요철이 많은 선도형에서는 코드열이 길어져 데이터량이 증대된다. 그러나 이 경우에도 정보압축은 10% 이상의 효과를 볼 수 있었다.

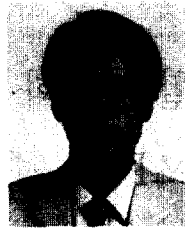
앞으로는 제안된 알고리즘을 제 2세대 영상부호화의 형상부호화(contour coding)에 적용하기 위해 단일 선도형이 아닌 여러 혼합된 선도형을 대상으로 확장시킬 생각이다.

## 參 考 文 獻

- (1) 木村, 矢代, 今井, "디지털"탈画像における線図形の可変ベクトル符号化法" 日本電子通信学会論文誌, vol. J66-D, no. 1, pp 73-80, 2, 1983
- (2) H. Freeman, "Computer processing of line drawing images," Computing surveys, vol. 6, no. 1, pp. 57-96, 1974.
- (3) Li-De Wu, "On the chain code of a line," IEEE Trans. PAMI-4, no. 3, pp. 347-353, 1982.
- (4) J. A. Saghri and H. Freeman, "Analysis of the precision of generalized chain codes for the representation of planar curves," IEEE Trans. PAMI-3, no. 5, pp. 535-539, 1981.
- (5) A. Rosenfeld, "Digital straight line segment," IEEE Trans. Comput., vol. c-23, pp. 1264-1269, 1974.
- (6) 장기철, 최종수, "모드설정 체인코드법을 이용한 선도형의 데이터 압축 및 모서리 결정," 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집, vol. 8, no. 1, pp 583-585, 1985.
- (7) H. Freeman and L. S. Davis, "A corner finding algorithm for chain-coded curves," IEEE Trans. comput., vol. c-26, pp. 297-303, Mar., 1977.
- (8) 이주근, 박종욱, "가변링크에 의한 도형 패턴의 모서리 결정 방법," 대한전자공학회 논문지, vol. 20, no. 3, pp. 13-20, May, 1983.
- (9) 上坂, 太原, "パターン認識と図形処理", 文一総合出版, pp. 222-230, 1984.



崔然成(Yeon Sung CHOI) 正會員  
1959年12月25日生  
1982年2月：中央大學校 電子工學科 卒業  
1984年2月：中央大學校 大學院 電子工學科 卒業  
1988年3月：中央大學校 大學院 電子工學科 博士課程 6學期在學中, 濟州大學校情報工學科 專任講師



張基哲(Ki Chul CHANG) 正會員  
1961年6月22日生  
1984年2月：中央大學校 電子工學科 卒業  
1986年2月：中央大學校 大學院 電子工學科 卒業  
1987年～現在：金星精密(株)安養研究所 研究員



崔宗秀(Jong Soo CHOI) 正會員  
1949年5月3日生  
1975年2月：仁荷工大 電氣工學科 卒業  
1977年2月：서울대大學院電子工學科卒業(碩士)  
1978年2月：서울대 大學院 博士課程 中退  
1981年3月：日本Keio大學 大學院 電氣科 卒業(工博)

1981年9月～現在：中央大學校 電子工學科 副教授