

Chain Code 발생빈도를 이용한 삼각형 및 사각형의  
꼭지점 인식 알고리즘

○ 김 선 일      손 주 리      박 찬 응

한국기계연구소

Algorithm for Finding the Vertex Location of Triangle & Rectangle  
using the Number of Occurrences of Chain Codes

K. S. KIM      J. R. SON      C. W. PARK

Korea Institute of Machinery and Metals

ABSTRACT

This paper proposes a new algorithm for finding the vertex location of triangle and rectangle. The algorithm accumulates the number of occurrences of chain codes which range from 0 to 7 and computes the location of vertices using the accumulated value. Hardware and software system were constructed using IBM-PC/AT and VAX-11/780 for the experiment.

1. 서론

삼각형이나 사각형은 모든 물체를 구성하는 근간이 되며 실제로 실험에 사용하거나 또는 응용하고자 하는 경우 이들로 이루어진 물체를 많이 볼 수 있다.

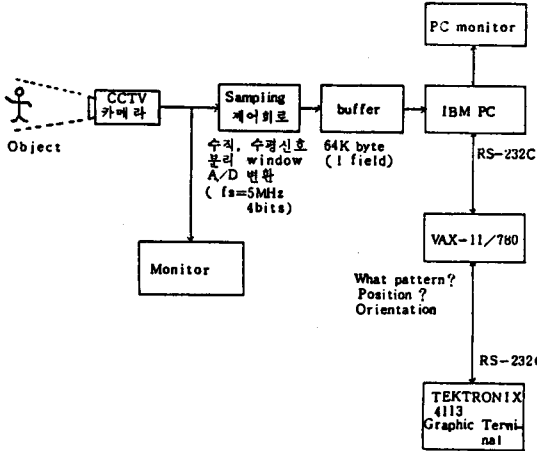
전자회로의 경우 Capacitor, IC 등이 있고 책이나 사전류, 공책 등 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 소재도 많이 있다. 사각형이나 삼각형은 각도의 구부러짐이 커서 꼭지점 부근의 Chain Code의 변화가 상당히 크며 이를 이용하면 꼭지점을 효과적으로 찾아낼 수 있다. 이상적인 Digital 선분은 1 가지 또는 2 가지의 Chain Code로만 이루어지며(1) 이로 인해 잡음의 영향을 덜 받고 꼭지점을 구할 수 있다. 본 연구는 IBM-PC/AT 와 VAX-11/780 및 주변기기를 이용하여 구현되었으며

영상데이터 취득을 위해 Hardware를 구성하여 PC에서 이용하였다.

2. 영상처리 시스템

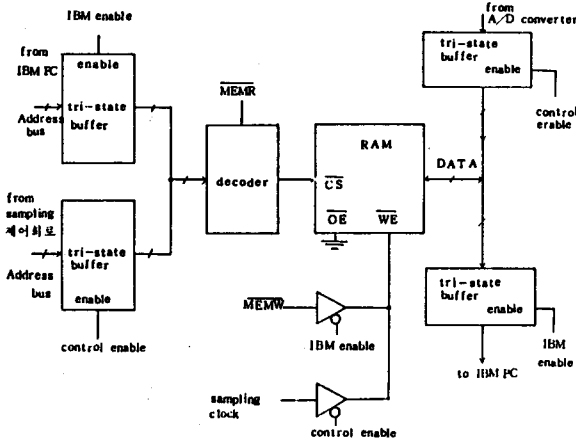
전체적인 시스템은 (그림1)과 같이 이루어진다. Sampling 제어회로에서는 복합영상신호로부터 수직 동기 및 수평동기신호를 분리해내고 이에 동기된 내부 Clock를 발생시키며 Counter를 이용하여 영상신호에 Window를 씌워서 원하는 Window내의 신호만 A/D 변환한다. A/D변환기는 TRW의 TDC1044 Monolithic Video A/D Converter를 사용하였으며 4 Bit, 25 MSPS 이고 Sample-And-Hold 회로가 내장되어 있다. Sampling Time 은 200ns로 하였으며 변환된 Digital 데이터를 Buffer에 담고 PC 에서 Access 하였다. PC Level 에서는 영상데이터 처리에 많은 시간이 걸리므로 이를 PC를 통해 VAX로 전송시켜서 알고리즘을 개발하였다. PC 에서 Sampling 되어 VAX-11/780 으로 전송된 영상 데이터는 Fortran 으로 쓰여진 영상처리 프로그램을 거쳐 그 결과가 PLOT10 Software Package 에 의해 TEKTRONIX 4113 Graphic Terminal 에 Display 된다. 데이터의 Serial 전송에는 많은 시간이 들지만 한번 전송된 데이터를 사용하여 영상 처리하는 때는 시간이 적게 걸려 그만큼 시간을 절약할 수 있었다.

Buffer는 64KByte를 기본으로 하여 PC의 1 Segment를 차지하도록 하였고 Sampling 제어회로 및 IBM-PC 에서 Access 가능하도록 (그림2)와 같이 구성하였다.



(그림1) 영상 처리 시스템

Control Enable과 IBM Enable 신호를 두어 Sampling이 이루어지는 동안은 Control Enable이 Active 된다. Sampling 제어회로에서 발생하는 Address와 데이터만 RAM에 연결되어 영상데이터의 저장이 이루어지고 그렇지 않을 때는 PC의 Address와 데이터 Line이 연결되어 데이터를 읽을 수 있다. 1 Field의 Sampling은 1/60 초에 끝나고 이를 위해 Access Time이 120nS인 Static RAM을 사용하였다.



(그림2) Buffer의 Block Diagram

3. 전처리

1) 이진처리

일반적으로 대상물체에 대하여 여러가지 Gray Level이 필요하지 않은 경우가 있다. 본 연구에서는 비교적 간단한 형태이므로 Bimodal 형 Histogram에서 Threshold를 구하여 이진처리하였다. 대상물체의

색깔이 단순하며 너무 크거나 작지 않다면 Bimodal 형 Histogram을 얻을 수 있다.

2) 잡음제거

입력데이터를 받아들이는 순간에 물체 표면의 불균일한 반사율, 조명상태의 불량등 여러가지 원인으로 해서 잡음이 생기게 된다. 본 실험중에서는 1 또는 2 화소로 구성된 잡음이 대부분이었으며 (그림3) 과 같은 3 X 3 영역에 대해 다음과 같이 잡음이 제거된다.

$$H = a + b + c + d + e + f + g + h$$

i) Cur 가 1 이면

$$H \leq 1 \text{ 일 때 } Cur = 0$$

$$\text{Otherwise } Cur = 1$$

ii) Cur 가 0 이면

$$H \geq 7 \text{ 일 때 } Cur = 1$$

$$\text{Otherwise } Cur = 0$$

a	b	c
d	cur	e
f	g	h

(그림3) 잡음제거용 Mask

4. 꼭지점 인식 알고리즘

잡음이 제거된 영상에 대해 Edge 추적을 한다.(2) Edge 추적 알고리즘에 의해 해당 패턴(Pattern)의 Edge 를 Chain Code화 한다. Chain Code는 (그림4) 처럼 P 에서 보는 방향에 따라 0 에서 7 까지의 방향 값으로 결정된다. Chain Code는 그 자체가 면적 및 둘레에 대한 정보를 포함하고 있으므로(3) 데이터 압축에 많이 쓰이며 이를 이용한 알고리즘들이 많이 나와 있다.

Chain Code를 이용한 Corner Finding 알고리즘도 나와 있지만(4) 이는 일반적인 물체에 대한 일반성있는 알고리즘이므로 단순한 삼각형이나 사각형에 적용하기에는 비효율적이다. 따라서 Chain Code 발생빈도를 이용한 삼각형 및 사각형의 꼭지점 인식 알고리즘을 제안하여 전용 알고리즘으로 사용하고자 한다.(5)

3	2	1
1	P	O
5	6	7

(그림4) Chain Code

$$S_n(k) = \sum_{m=1}^k C_{nm}$$

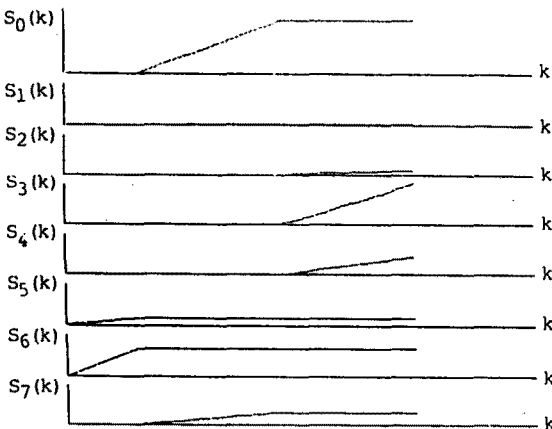
$n$  : Chain Code,  $0 \leq n \leq 7$

$k$  : 추적순서,  $0 \leq k \leq M$

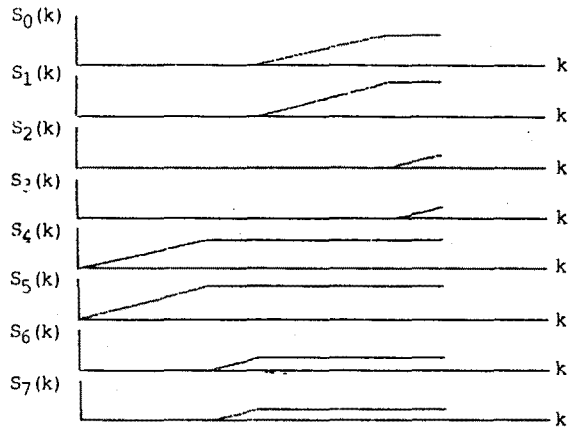
$M$  : 추적된 Edge의 총 Pixel 수

$$C_{nm} = \begin{cases} 1, & m \text{ 번째 추적에서 Chain Code } n \text{ 이} \\ & \text{발생할 경우} \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

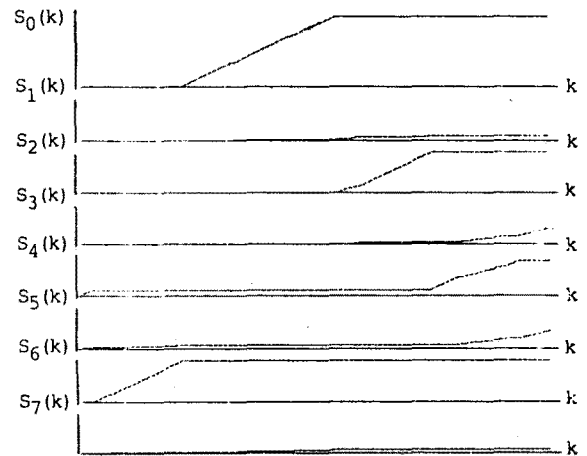
$S_n(k)$ 는  $k$  번째 추적점까지의 Chain Code  $n$ 의 발생 빈도이며  $S_n(k)$ 와  $k$ 의 관계 그래프는 (그림5) 및 (그림6)과 같다. 그래프에서 알 수 있듯이  $S_n(k) - S_n(k-\alpha) < T$  ( $\alpha$  및  $T$ 는 임의의 값)가 시작되는  $k$ 와  $k-\alpha$  사이에서 꼭지점의 존재를 확인할 수 있다. Chain Code의 성격상 임의 방향의 직선은 1가지 또는 2가지 방향의 Chain Code로 구성되며 2가지 이상의 Chain Code가 나타날 경우 누적빈도가 제일 적은 Chain Code는 잡음으로 간주된다. (그림5), (그림6)의 경우는 추적을 시작하는 부분이 꼭지점으로 간주되나 (그림7)과 같이 제일 먼저 나타나는 Chain Code가 검사부분이 두 번 나타날



(그림5) Chain Code 빈도 그래프(삼각형)



(그림6) Chain Code 빈도 그래프(사각형)



(그림7) 시작점이 꼭지점이 아닌 경우의 빈도 그래프

때에는 잡음이나 물체의 자세등에 의해 시작점이 꼭지점이 아님을 나타낸다. 이 때에는  $S_n(k) - S_n(k-\alpha) < T$ 가 되는  $k$ 와  $k-\alpha$  사이에 첫번째 꼭지점이 존재하게 된다.

(그림5) 처럼 추적이 끝났을 때의 빈도수  $S_n(M)$ 이 임의의 값  $\beta$ 보다 작을 때 즉  $S_n(M) < \beta$ 이면 해당 Chain Code는 잡음으로 간주되고 고려 대상에서 제외된다. 인식된 꼭지점은 잡음제거에 의한 보서리의 둔각화,  $T$  값 선정에 따른 꼭지점 위치의 변화등으로 정확한 위치가 아닐 수 있으므로 각 변에서 꼭지점으로부터 1/4 과 3/4 되는 부분의 좌표를 이용하여 직선의 방정식을 구하고 그 직선들의 교점을 최종 꼭지점으로 인식한다.

5. 결론

IBM-PC 와 VAX-11/780 컴퓨터를 이용하여 영상처리 및 알고리즘 개발을 위한 영상처리시스템을 구성하였다. Chain Code를 이용한 삼각형 및 사각형의 꼭지점 인식 전용 알고리즘을 제안하였으며, 인식된 꼭지점의 개수로 패턴의 형태를 판단하였다. 실험결과 삼각형과 사각형을 잘 인식하였으며 잡음의 영향으로 꼭지점이 분각화되어도 무리없이 인식하였다.

참고문헌

1. H. C. Lee and K. S. Fu, "Using the FFT to Determine Digital Straight Line Chain Codes", CGIP 18, 1982, p359-368

2. Theo Pavlidis, "Algorithms for Graphics and Image Processing", Computer Science Press Inc., 1982

3. H. Freeman, "Computer Processing of Line-Drawing Images", Computing Surveys, Vol. 6, No. 1, March 1974

4. H. Freeman, and L. S. Davis, "A Corner Finding Algorithm for Chain-Coded Curves", IEEE Transactions On Computers, March, 1977

5. 박찬웅, 김선일, 손주리, "지능 로봇용 패턴 인식 연구", 한국기계연구소, UCB 247-792.C, 1986