

방향 Segment의 기울기 특징을 이용한  
필기 한글문자의 정규화

安 鍾 出                      金 明 起

부산개방대학 인쇄공학과      동아대학교 전자공학과

A Method to Normalize the Hand-written Hangeul  
Characters Using the Declination Features  
of Direction Segments

Suk Chul AHN

Myung Ki KIM

Busan Open University

Dong-A University

Abstract

This paper proposes a new method for the normalization of the Hand-written Hangeul patterns based on regression equation to increase automatic recognition rate of hand-written Hangeul pattern. The hand-written Hangeul pattern normalized by letting declination of direction segments equal to zero.

Experimental results show that the declination of Hand-written Hangeul patterns are much improved and confirmed that this method is effective and reasonable for deformed patterns.

I. 서    론

최근 한글의 정보처리 System의 발전에 따라 자동문자 입력장치의 개발이 요구되고 있으며 특히 인쇄분야에서 자동문선 조판기의 개발이 요청되고 있다. 이들의 자동문자 입력장치나 자동문선 조판기는 기계적으로 문자 인식이 가능할 때 실현될 수 있다.

문자인식 접근방법은 패턴의 특징을 패턴의 구성요소로 선택하는 구조 해석적 방법과 표준패턴을 직접 비교하여 인식하는 패턴정합 방법으로 문자의 변형이 없는 인쇄문자나 종류와 구조가 간단한 영 숫자의 필기 문자 인식은 실용화 단계의 진전을 보이고 있다.<sup>2)</sup>

필기문자는 필기자의 개성에 따라 그 변형이 심하므로 패턴 정합 인식을 위한 모우먼트 정규화나 사각형내에 내접시키는 기하학적 보정방법등을 이용하고 있으며 구조 해석에 의한 문자인식을 위하여 전 처리과정에서 세선화 처리를 하고 있다.<sup>1),2)</sup> 그러나 세선화 처리는 세선화 알고리즘의 특성에 크게 좌우되고, 패턴의 변형이 발생하여 문제시 된다고 보고된 바 있다.<sup>3)</sup>

본 논문에서는 문자인식에 있어서 구조 해석적 방법의 접근으로 필기문자의 방향성 Segment를 충실하게 추출하기 위해서 최귀직선 이론을 도입한 패턴 정규화의 한 방법을 제안한다. 제안된 방법은 입력패턴으로부터 세선화 처리를 하지 않고 추출한 방향 Segment의 기울어짐 변형을 최귀직선의 기울기를 0으로 하는 선형변환을 시켜 필기 문자패턴의 기하학적 변형을 정규화 시키고 실험을 통해서 이론의 타당성과 그 유용성을 확인하였다.

II. Pattern의 정규화

1. 방향 Segment 추출

세선화를 하지 않고 방향성 Segment의 충실한 추출은 패턴의 국소적 변동에 민감하지 않고, 필기문자 인식의 유효한 수법으로 보고된 바 있다.<sup>3)</sup>

그림(1)과 같은 화상 G에서 수직 및 수평화소의 좌표를  $(x_i, y_j)$ 라 하면 G는 다음과 같다.

$$G = \{x_i, y_i, g(x_i, y_i) \mid g(x_i, y_i) = 0, 1\}$$

$$\begin{aligned} &: x_i = 1, 2, \dots, I_{en} \\ &: y_i = 1, 2, \dots, J_{en} \end{aligned} \quad (1)$$

여기서  $g(x_i, y_i)$ 는 좌표  $(x_i, y_i)$ 의 화소농도이고  $I_{en}$ 과  $J_{en}$ 은  $x$ 와  $y$ 의 최대값이며  $I_{en} \times J_{en}$ 은  $G$ 의 크기이다. 그리고  $g(x_i, y_i) = 0$ 이면 화면의 배경으로 백점,  $g(x_i, y_i) = 1$ 이면 문자의 획을 구성하는 화소로서 흑점으로 한다.

식(1)에서  $g(x_i, y_i) = 1$ 인 각각의 흑점 화소에 대해서 그림(2)의 방향코드  $\theta_k$  ( $k=1, 2, 3, 4$ ) 방향으로 연결된 기하학적  $d_k(x_i, y_i)$ 를 구한다.

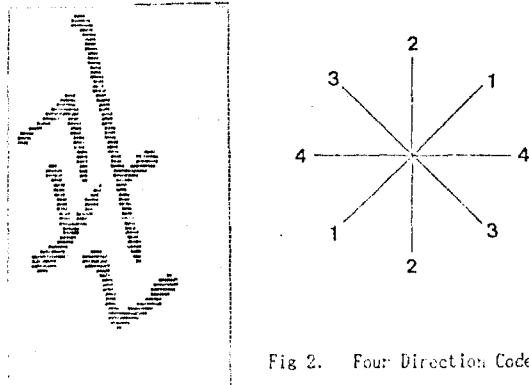


Fig 1. Pattern G

디지털 화면에서 거리가  $2^{1/2}$ 이내의 등 간격으로 나열된 방향은 수평, 대각, 수직, 역대각의 방향이고  $\theta_k$ 와  $\theta_k + 180^\circ$ 는 같은 방향으로 취급한다. 필기 한글문자는 근사적으로  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 의 방향성 Segment의 조합으로 구성되므로 이들 4방향에 대한 기하학적 거리  $d_k(x_i, y_i)$ 를 직접 격자점을 탐색하여 구한다.

디지털 화면에서 흑 연결 부분이 잡음에 의해서 결함이 생길 수 있고, 방향성 Segment의 미소한 변형을 흡수하기 위해서 그림(3)과 같은 탐색 셀(cell)을 이용한다.

센서 S에 의해서 흑점  $P_0(x_0, y_0)$ 로부터  $\theta_k$ 방향의 흑 연결부분이 존재하는 점  $P_{j-1}(x_{j-1}, y_{j-1})$ 까지의 기하학적 거리  $l^+(x_0, y_0)$ 는

$$l^+(x_0, y_0) = [(x_{j-1} - x_0)^2 + (y_{j-1} - y_0)^2]^{1/2} \quad (2)$$

와 같다.

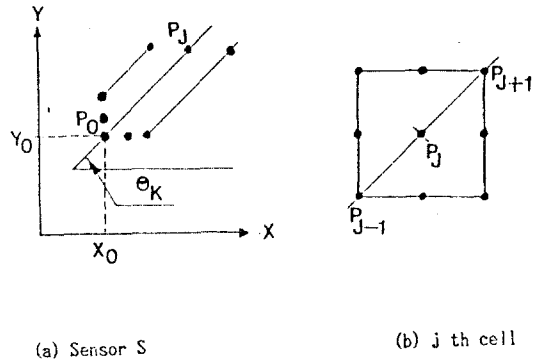


Fig 3. Sensor and Jth Cell

다음은 점  $(x_0, y_0)$ 로부터  $\theta_k + 180^\circ$ 방향의 흑 연결부분이 존재하는 점  $(x_{-p+1}, y_{-p+1})$ 까지의 기하학적 거리  $l^-(x_0, y_0)$ 는

$$l^-(x_0, y_0) = [(x_{-p+1} - x_0 - 1)^2 + (y_{-p+1} - y_0 - 1)^2]^{1/2} \quad (3)$$

과 같이 된다. 따라서 점  $(x_0, y_0)$ 로부터  $\theta_k$ 방향으로 흑 영역 연결거리  $d_k(x_0, y_0)$ 는 다음 식과 같다.

$$d_k(x_0, y_0) = l^+(x_0, y_0) + l^-(x_0, y_0) \quad (4)$$

식(4)로부터 흑점  $(x_i, y_i)$ 의 4방향을 조사하여  $d_k(x_0, y_0)$ 가 어떤 값  $L_G$ 보다 크면 점  $P_0(x_0, y_0)$ 는  $k$ 방향으로 방향성을 보유한다.

이 때  $k$ 방향의 화면을  $G_k$ 라 하면

$$G_k = \{(x, y, z) \mid g_k(x, y) \geq L_G \text{ 일 때 } z = 1, g_k(x, y) < L_G \text{ 일 때 } z = 0, k = 1, 2, 3, 4\} \quad (5)$$

이다. 여기서  $G_k$ 는  $k$ 방향 Segment만 존재하는 방향화면이고,  $\theta_k$ 방향의 흑영역 연결거리가  $L_G$ 보다 큰 흑점의 집합이다.

## 2. 패턴의 정규화

식(5)로부터 생성된 방향 Segment화면  $G_k$ 에서  $g_k(x_i, y_i)$ 인 점이 주어질 때 이들 점들에서 추정된 회귀방정식은 다음과 같다.

$$y = ax + b \quad (6)$$

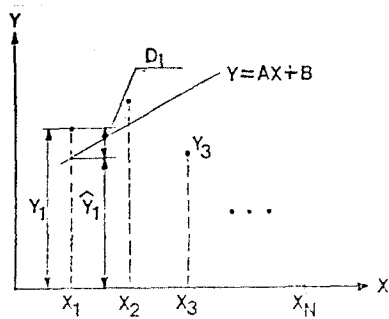


Fig 4 Direction Segments

그림 4에서 방향성 Segment를 구성하는 좌소점  $(x_i, y_i)$ 와 최귀적선 위에 있는  $y$ 값 사이의 편차를  $d_i$ 라 하면, 편차  $d_i$  자승의 합이 최소로 되는 조건을 만족하는  $a$ 와  $b$ 를 정한다.

$x$ 가 독립변수이고  $x=x_i$ 일 때 식(5)를 만족하는  $y$ 의 값을  $\hat{y}_i$ 라 하면

$$y=y_i \quad (7)$$

$$\hat{y}_i = ax_i + b \quad (8)$$

과 같이 되고, 식(7)과 (8)에서 편차  $d_i$ 는

$$d_i = y_i - \hat{y}_i \quad (9)$$

이고, 편차  $d_i$ 의 자승의 합의 함수는

$$\phi(a, b) = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (10)$$

으로 주어진다.

식(10)에서  $\phi$ 가 최소가 되기 위한 조건으로부터 식(6)의  $a$ 와  $b$ 는 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned} a &= (\rho \alpha_x \alpha_y) / \alpha_x^2 \\ b &= y - ax \end{aligned} \quad (11)$$

그리고 유사하게  $y$ 가 독립변수일 때 최귀방정식은

$$x=a'y+b'$$

이고 여기서  $a'$ 와  $b'$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} a' &= (\rho \alpha_x \alpha_y) / \alpha_y^2 \\ b' &= x - a'y \end{aligned} \quad (12)$$

입력 패턴 G에서  $x$ 축을 독립변수로 할때는

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \frac{1}{b_{11}} \begin{bmatrix} 1 & a \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \quad (13)$$

이고, 유사하게  $y$ 축을 독립변수로 할때는 다음식과 같이 된다.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \frac{1}{b'_{11}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ a' & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \end{bmatrix} \quad (14)$$

그림 (5)는 방향성 Segment의 기울기를 보정한 정규화 패턴과 방향성 화면을 나타낸 그림이다.

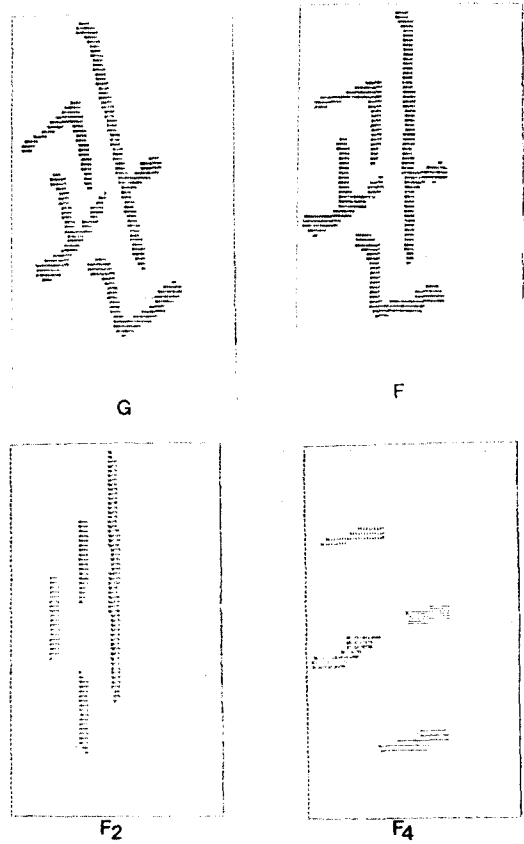


FIG 5 Normalized Pattern

### III. 실험결과 및 고찰

화상입력장치는 ITV 카메라와, A/D 변환기, 16Bit 마이크로 컴퓨터로 구성하였고, 80×80크기의 2치화된 패턴 데이터를 미니 컴퓨터에 전송하여 사용했다.

본 연구는 변형된 문자의 변형각 보상이므로, 실험에 사용한 문자는 표 1이 각 문자에 대해서  $x$ 축  $y$ 축에 대해  $\pm 5^\circ$  씩 25종류의 회전변형된 패턴과 이들 회전변형에 대한 9종류의 신축변형한 패턴을 필기 한글문자로 사용하였다.

실험결과 다음과 같은 사실을 알았다.

1. 인쇄체 한글의 방향성 Segment를 기준하여 회전변형이 20° 이상되면 변형각 보상이 잡되지 않아서 충실한 방향성 특징 추출이 될 수 없었다.
2. 인쇄체 한글의 방향성 Segment를 기준하여 회전변형이 20° 이내일 때는 본 방식의 정규화 처리로  $\pm 5^\circ$  이내로 각도 보상이 잘 되었다.
3. 인쇄체 문자의 방향성 Segment를 기준하여  $\pm 5^\circ$  이내의 회전변형된 패턴에 대해서는 충실한 방향성 Segment 추출이 가능했다.

이상의 특징으로 미지의 입력문자 패턴에 본 방식의 정규화 처리를 한 후 특징추출을 할 때 회전변형이 20° 까지는 충실한 특징추출을 할 수 있어 본 방식의 정규화를 필기 문자 인식의 전 처리 과정으로 활용하면 인식율 향상이 기대된다.

1. Casey, R.G, "Moment Normalization of Hand Printed Characters", IBM.J.RES. Develop , pp.584~557, 10, 1970
2. S.Ch.Ahn and M.K.kim, "A Study on the Size and Shape Pattern Normalization of Hand-written Hangeul Patterns", J.KICS, Vol.11, No.5, pp.332~339, (1986)
3. J.W.Park and J.K.Lee, "Recognition of Hand written-Hangeul by Shape Pattern", J.KIEE, Vol.22, No.5, pp.420~428, (1985)
4. S.Ch.Ahn and M.K.Kim, "A Method of Distorted Character Pattern Generation from the Printed Hangeul Character Pattern", KICS Report, Vol.5, No.1, pp.165~167, (1986)
5. N.Babaquchi, "A Method of Direction Segments Extraction from Character Pattern without Thining Process", IECE, Vol.J65-D, No.7, pp.874~881, (1982)