

初聲字素分離 認識에 의한 筆記 한글文字의 大分類에 관한 研究

A Study on the Pre-Classification of Handwritten Hangeul Characters Using Partial Separation and Recognition of Initial Consonants

安 錫 出*·金 明 起**

Abstract

Recently, it is required to develop OCR(Optical Character Reader) along with the progress of the information processing system for Hangeul.

Characters have to be recognized clearly so that OCR can be applied. Structure analysis method and lump method are used for the recognition of characters, and OCR is now available for the recognition of printed characters and handwritten alphanumeric characters having simple structure by them. However, it is known that there should be much more study on the development of handwritten Hangeul's OCR.

This paper proposed a new method for the handwritten Hangeul character recognition.

The units of initial consonant of Hangeul are separated and then recognized from the utilization of the position-information of Hangeul's units from the normalized patterns using the regression line theory.

It is carried out for the extraction of the block which exists in the virtual initial consonant region from the normalized input patterns and the calculation on maximum value (β) of likelihood after comparing the features of separated subpattern with the initial consonant dictionary.

I. 序 論

최근 문자인식에 관한 연구가 매우 활발하여 문자의 변형이 적은 인쇄문자와 구조가 간단한 영숫자나 일본어의 필기문자 인식은 실용화 단계에 도달하였다.^{1)~4)}

한글문자 인식은 1969년에 문자의 구조특징을 이용한 방법으로 인쇄한글문자의 인식에 대한 연구가 시작되어 많은 연구가 발표되었고 특히 한글문자는 24기본 자소로부터 14000자에 달하고 이 중에서 실용화 문자만도 1800자로 알려져 있다.^{5)~9)}

필기한글문자는 필기자의 개성에 따라 문자의 변형이 심하게 나타날 수 있다. 따라서 효율적

*釜山工業大學

**東亞大學校

인 문자인식을 위해서 세선화 처리에 전처리과정을 통하여 패턴의 정규화나 패턴특징을 추출하고 있다.

그러나 세선화 처리는 알고리즘의 특성에 따라 인식율이 크게 달라지고, 세선화 처리과정에서 문자변형이 발생하여 효율적인 문자인식에 문제시 된다고 보고된 바 있다.

본 논문에서는 이러한 문제들을 개선하기 위하여 회귀직선이론을 도입하여 입력필기문자패턴을 정규화 시킨후, 정규화된 패턴으로부터 자소들의 위치정보와 3종류의 방향성 시그먼트 특징들을 찾아내어서 이를 이용하여 자모로부터 기본자소들을 분리인식하는 방법을 제안한다.

II. Pattern의 正規化와 한글字素의 位置情報

(1) Pattern의 正規化

화상입력장치를 통해서 입력된 그림(1)과 같은 필기한글문자의 패턴을 G 라하고 수직 및 수평 화소의 좌표를 (x_i, y_i) 라 할때 패턴 G 는 다음식으로 표시한다.

$$G = \{x_i, y_i, g(x_i, y_i) \mid g(x_i, y_i) = 0, 1, \\ x_i = 1, 2, \dots, len \\ y_i = 1, 2, \dots, Jen\} \dots\dots\dots (1)$$

여기서 $g(x_i, y_i)$ 는 좌표 (x_i, y_i) 의 화소농도이고, len 과 Jen 은 x_i 와 y_i 의 최대값이며 패턴 G 의 크기는 $len \times Jen$ 이다. 그리고 $g(x_i, y_i)$ 가 0이면 화상의 배경, 1이면 문자의 획을 구성하는 흑점화소이다.

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

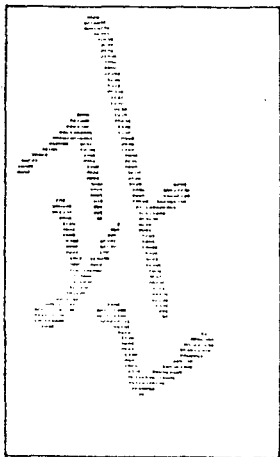


Fig.1. Pattern G

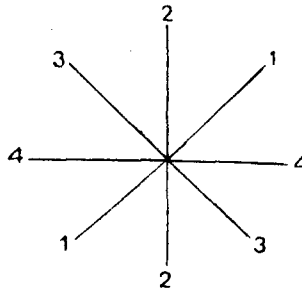


Fig.2. Four Direction Code

디지털 화면에서 거리가 $\sqrt{2}$ 이내의 등간격으로 나열된 방향은 수평, 대각, 수직 그리고 역대각의 4방향이고, θ_k 와 $\theta_k + 180^\circ$ 는 같은 방향으로 취급한다.

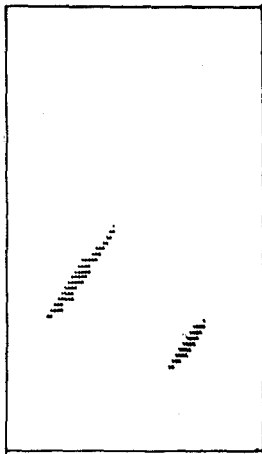
한글문자는 근사적으로 수평, 수직, 대각 그리고 역대각방향의 방향성 시그먼트들이 규칙적인

조합에 의해서 조합한글문자가 형성된다. 따라서 이들 4방향에 대한 방향성 시그먼트들을 추출하기 위하여 k 방향에 대한 기하학적거리 $d_k(x, y)$ 는 직접 격자점을 탐색하여 검출할 수 있다.

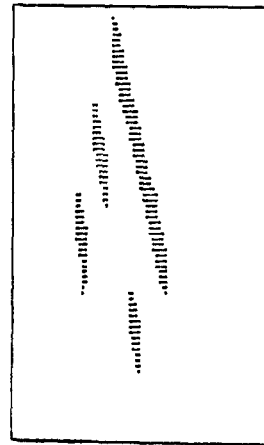
이때 k 방향의 방향성 시그먼트만을 나타내는 화면을 G_k 라하면 G_k 는 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$G_k = |x, y, z | g_k(x, y) \text{ if } d_k(x, y) > L_G \text{ then } Z=1 \\ \text{else } Z=0 \\ \text{where } k=1, 2, 3, 4 \dots\dots\dots (2)$$

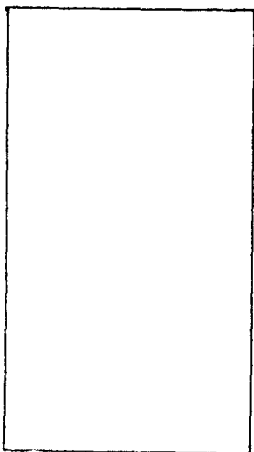
여기서 G_k 는 k 방향의 화면이고, θ_k 방향의 흑점영역 연결거리가 한계치 L_G 보다 큰 흑점의 집합이다. 그림(1)의 패턴 G 에 대한 방향성화면 G_k 는 그림(3)과 같다.



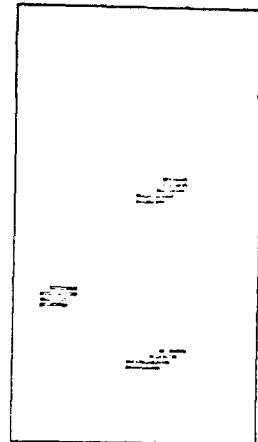
a. Pattern G_1



b. Pattern G_2



c. Pattern G_3



d. Pattern G_4

Fig.3. Direction Pattern

임의의 입력패턴 G 에서 X 축 방향성을 갖는 흑점화소들의 집합만을 선택하고, 이 화소들의 집합(이하 방향성 시그먼트라 칭함)을 X 축 방향에 대한 회선 변형을 구하기 위해서 회귀선 이론을 도입하였다.

그림(4)와 같이 $g(x, y)=1$ 인 방향성 시그먼트가 주어질 때 각각의 흑점화소들에서 추정된 회귀방정식은 다음식과 같다.

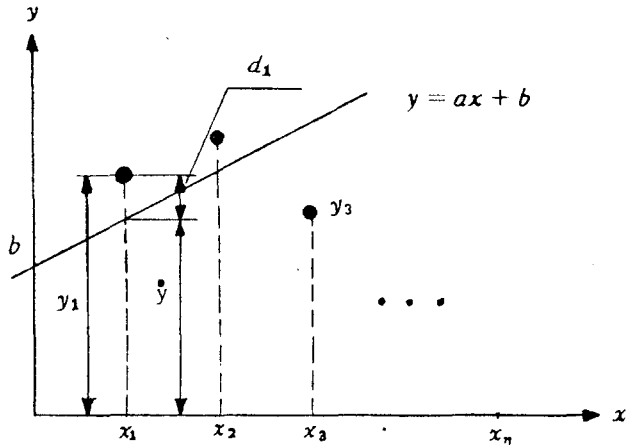


Fig.4. Regression Line

$$y = ax + b \dots \dots \dots (3)$$

그림(4)에서 문자의 획을 구성하는 흑점화소의 값과 회귀직선위에 있는 \hat{y} 값 사이의 편차를 d_i 라 하면, 편차 d_i 자승의 합이 최소가 되는 조건을 만족하도록 식(3)의 a 와 b 를 구하면 된다.

지금 $x = x_i$ 일때 y 와 식(3)을 만족하는 y 값을 \hat{y} 라 하면 y 와 \hat{y} 는 다음식으로 표현된다.

$$y = y_i \dots \dots \dots (4)$$

$$\hat{y} = ax_i + b \dots \dots \dots (5)$$

식(4)와 식(5)에서 편차 d_i 는

$$d_i = y_i - \hat{y} \dots \dots \dots (6)$$

여기서 d_i 는 $|y_i - ax_i - b|$ 이므로 n 개의 표본($x_i; i=1, 2, \dots, n$)에 대한 d_i 의 자승의 합의 함수 ϕ 는 다음식과 같다.

$$\phi(a, b) = \sum_{i=1}^n |y_i - ax_i - b|^2 \dots \dots \dots (7)$$

여기서 ϕ 가 최소가 되기위한 조건으로부터 a 와 b 를 구하면 다음과 같다.

$$a = \frac{\rho \alpha_x \alpha_y}{\alpha_x^2}$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \dots \dots \dots (8)$$

그리고 같은 방법으로 y 가 독립변수일때 회귀방정식은

$$x = a'y + b' \dots \dots \dots (9)$$

이고, a' 와 b' 는 다음과 같이 구해진다.

$$a' = \frac{\rho \alpha_x \alpha_y}{\alpha_y^2}$$

$$b' = x - a'y \dots\dots\dots (10)$$

여기서 \bar{x} 와 \bar{y} 는 x 와 y 의 기대치, α_x^2 와 α_y^2 은 x 와 y 의 2차 중심모우멘트, ρ 는 규격화된 중심모우멘트이고, 식(8)에서 x 가 독립변수일때 a 가 0이면 회귀직선은 y 축을 통과하면서 x 축에 평행하고, y 가 독립변수일때는 회귀직선이 x 축을 통과하여 y 축에 평행하게 되므로 입력패턴 G 에 회귀방정식의 기울기인 a 만큼 정규화가 된다.

정규화된 패턴 F 는 식(11)과 같이 표현되고, 정규화된 패턴 F 와 방향성 패턴 F_k 는 그림(5)와 같다.

$$F = \{I, J, f(I, J) \mid f(I, J) = 0, 1$$

$$\quad ; I=1, 2, \dots, Jen$$

$$\quad ; J=1, 2, \dots, Jen\} \dots\dots\dots (11)$$

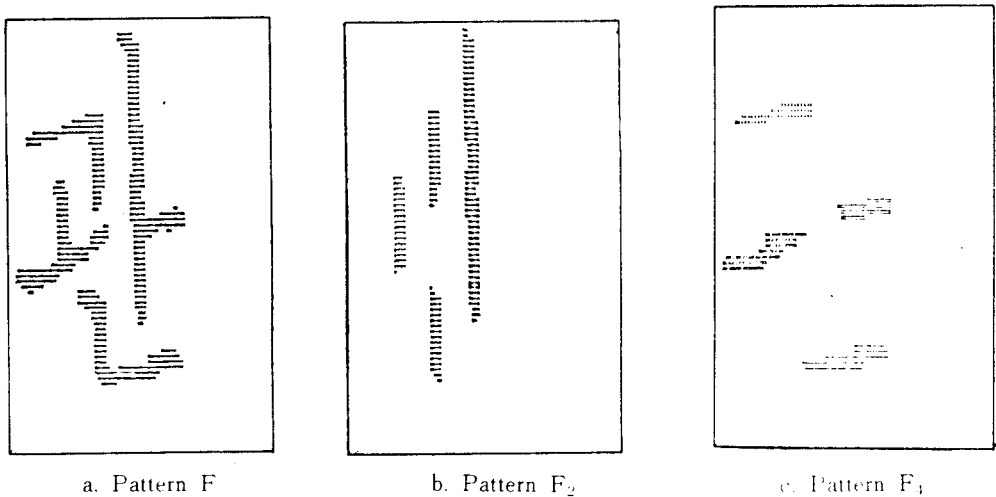


Fig.5. Normalized Pattern F and Direction Pattern Fk

(2) 한글字素의 位置情報

한글의 자소는 24자의 기본 자소와 19자의 복합자소가 있고, 이들 자소들의 규칙적인 조합에 의해서 한글문자가 생성되며 생성된 한글문자는 그림(6)과 같이 자음과 모음의 상대위치가 일정하다.

여기서 C_1 은 초성으로 모든 기본자소의 자음과 2중 자음이고, V_1 과 V_2 는 중성으로 모든 모음, C_2 는 종성으로 모든 자음의 자소이다.

한글문자는 $C_1 V_1$ 과 $C_1 V_2$ 의 기본구조에 한글자소가 순차 추가되어 $C_1 V_1 C_2$, $C_1 V_2 C_2$, $C_1 V_1 V_2$ 및 $C_1 V_1 V_2 C_2$ 의 6가지 형태로 구분된다.

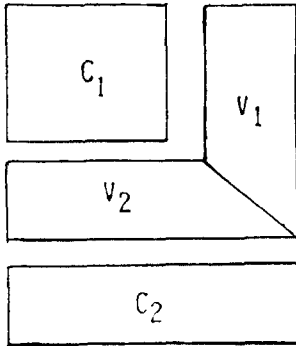


Fig.6. Relative Position of each Character Unit

Table 1. Character Form

Form	Type
I	$C_1 V_1$
II	$C_1 V_2$
III	$C_1 V_1 V_2$
IV	$C_1 V_1 C_2$
V	$C_1 V_2 C_2$
VI	$C_1 V_1 V_2 C_2$

그림(6)에서 형성된 문자의 형식에 주목하면 기본자소들은 문자형태의 복잡 간단함에 관계없이 일정한 위치에 배치됨을 알 수 있다. 이러한 사실은 초성을 자모로부터 분리하는데 정보원으로 활용할 수 있다.

입력된 문자패턴으로 부터 정규화된 패턴의 수직 및 수평화소의 좌표를 (I, J) 라하면 패턴 F 는 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$F = \{ I, J, f(I, J) \mid f(I, J) = 0 \text{ or } 1 \}$$

$$; I = 1, 2, \dots, I_{en}$$

$$; J = 1, 2, \dots, J_{en} \dots \dots \dots (12)$$

여기서 $f(I, J)$ 는 좌표 (I, J) 의 화소농도이고, I_{en} 과 J_{en} 은 I 와 J 의 최대값이며 $I_{en} \times J_{en}$ 은 패턴 F 의 크기이다.

그리고 $f(I, J) = 0$ 이면 화상의 배경, $f(I, J) = 1$ 이면 문자의 획을 구성하는 흑점화소이다.

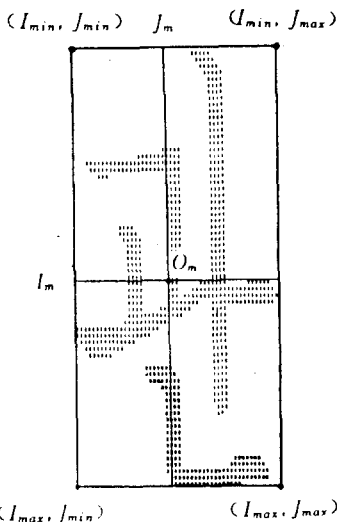


Fig.7. An Example of Hangeul Pattern

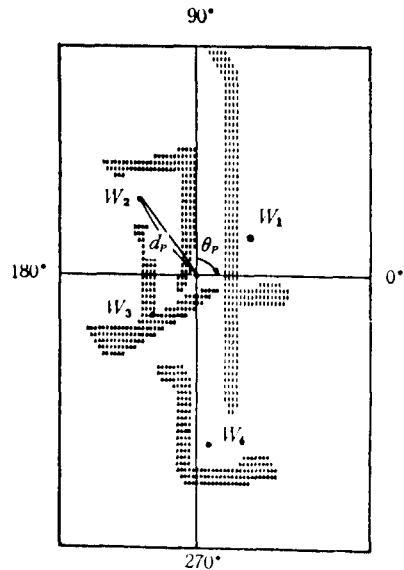


Fig.8. Definition of Position Information

한글자소의 위치정보를 문자의 획을 구성하는 흑점화소들의 中心(이하 中心이라 칭함)에 대한 2차원 공간에서 접촉된 흑점화소들의 집합체(이하 블록이라 칭함)의 상대위치로 정의하면 패턴 F 는 자소의 가상블록 F_P 와 위치정보 C_P 로써 표현할 수 있다.

$$F = \{F_P, C_P (P=1, 2, \dots)\} \dots\dots\dots (13)$$

$$C_P = \{\theta_P, d_P\} \dots\dots\dots (14)$$

$$F_P = \{I, J, Z \mid f_P(I, J) = P \text{ 이면 } Z=1 \\ f_P(I, J) = P \text{ 이면 } Z=0 \dots\dots\dots (15)$$

여기서 P 는 라벨이고, F_P 는 P 라벨의 블록, C_P 는 F_P 의 위치정보, θ_P 는 패턴의 中心에 대한 F_P 의 각도, d_P 는 패턴의 中心으로부터 F_P 까지의 거리이다.

패턴 F 에서 모든 흑점화소가 포함된 최소 정방형의 I 축과 J 축의 최소값과 최대값을 각각 I_{min} , J_{min} , I_{max} , J_{max} 라 하고 라벨값 P 를 갖는 블록 F_P 의 중심점 $W_P(I_{WP}, J_{WP})$ 와 F 의 중심점 $O_m(I_m, J_m)$ 의 좌표값은 다음과 같다.

$$I_M = \left(\frac{I_{max} - I_{min} + 1}{2} \right) \dots\dots\dots (16)$$

$$J_M = \left(\frac{J_{max} - J_{min} + 1}{2} \right) \dots\dots\dots (17)$$

$$I_{WP} = \left(\frac{M_{P10}}{M_{P00}} \right) \dots\dots\dots (18)$$

$$J_{WP} = \left(\frac{M_{P01}}{M_{P00}} \right) \dots\dots\dots (19)$$

여기서 M_{P00} 는 P 라벨 블록의 면적이고, M_{P01} 과 M_{P10} 은 P 라벨 블록의 I 축 및 J 축의 1차 모멘트로 다음과 같다.

$$M_{P00} = \sum \sum f_P(I, J) \dots\dots\dots (20)$$

$$M_{P10} = \sum \sum I f_P(I, J) \dots\dots\dots (21)$$

$$M_{P01} = \sum \sum J f_P(I, J) \dots\dots\dots (22)$$

식(14)로부터 θ_P 를 패턴 F 의 중심 O_m 과 P 라벨 블록의 重心點 W_P 사이의 각도, d_P 를 O_m 과 W_P 의 상대거리로 정의하면 식(16)~(22)로부터 θ_P 와 d_P 는 다음과 같다.

$$\theta_P = \tan^{-1} \left(\frac{I_M - I_{WP}}{J_M - J_{WP}} \right) \dots\dots\dots (23)$$

$$d_P = \sqrt{(I_M - I_{WP})^2 + (J_M - J_{WP})^2} \dots\dots\dots (24)$$

식(23)과 (24)로부터 한글문자의 가상자소영역을 11영역으로 구분하고 이들 가상자소영역의 범위와 이름을 표2와 같이 정의한다.

(3) 字素分離認識

필기 한글문자 구조분석 결과를 이용하면 각 자소는 정규화된 패턴으로부터 다음의 3단계 처

Table 2. Block Region Type

Region Type	Relative Position from Center Point	Encoded Number	Position Information	
			θ_p	d_p
C	Center	R (1)		$d_p \leq D$
UL	Up · Left	R (2)	$90 + \theta \sim 180 - \theta$	$d_p > D$
L	Left	R (3)	$180 - \theta \sim 180 + \theta$	"
DL	Down · Left	R (4)	$180 + \theta \sim 270 - \theta$	"
D	Down	R (5)	$270 - \theta \sim 270 + \theta$	"
DR	Down · Right	R (6)	$270 + \theta \sim 360 - \theta$	"
R	Right	R (7)	$-\theta \sim +\theta$	"
UR	Up · Right	R (8)	$+\theta \sim 90 - \theta$	"
U	Up	R (9)	$90 - \theta \sim 90 + \theta$	"
L-UL-U	Left - Up · Left - Up	R (10)	$90 - \theta \sim 180 + \theta$	"
D-DR-R	Down - Down · Right - Right	R (11)	$270 - \theta \sim 360 + \theta$	"

리에 의해 초성을 분리인식한다.

- a. 식(23)과 (24)를 적용하여 자모로부터 초성 가상 블록 추출.
- b. 필요에 따라 시그먼트 분할조건¹⁴⁾을 적용하여 방향성 시그먼트의 불필요한 결합점을 분리 제거하여 가상 초성블록을 추출.
- c. 추출된 부분패턴의 패턴특징으로 부터 초성분리인식.

이상의 3단계 처리를 기본으로 하여 정규화된 패턴으로 부터 초성 분리인식 알고리즘은 다음과 같다.

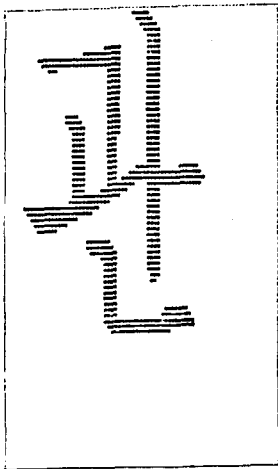
- Procedure 1. (1a) Block labeling and block count: IB
 (1b) If IB=1 then procedure 11
- Procedure 2. (2a) Definition of the block position and block count in the each region: R(n)
 (2b) If $0 < R(11) < IB$ then procedure 10
 (2c) If $0 < R(10) < IB$ then procedure 9
 (2d) If $IB > 2$ then procedure 8
- Procedure 3. (3a) Detect of the virtual cutting points(IC and JC) and count of the virtual cutting numbers(CIP and CPJ)
 (3b) If $CPI > 1$ OR $CPJ > 1$ then procedure 7
- Procedure 4. (4a) Detect of the block relation
 (4b) If block relation is Left-Right then procedure 6
- Procedure 5. (5a) $F_p \leftarrow$ Up region block
 (5b) $F_o \leftarrow F_p$
 (5c) Procedure 11
- Procedure 6. (6a) $F_p \leftarrow$ Left region block
 (6b) $F_o \leftarrow F_p$
 (6c) Procedure 11
- Procedure 7. (7a) $F_p \leftarrow$ Inter region pattern of the IC and JC

- (7b) $F_o \leftarrow F_p$
 (7c) Procedure 11
- Procedure 8. (8a) $F_p \leftarrow$ Remove the nearest block from R(6) region
 (8b) $F_o \leftarrow F_p$
 (8c) Procedure 1
- Procedure 9. (9a) $F_p \leftarrow$ The subpattern of the R(10) region blocks
 (9b) $F_o \leftarrow F_p$
 (9c) Procedure 11
- Procedure 10. Declare
 IBP: Block number of the subpattern
 (10a) $IBP = IB - R(11)$
 (10b) $F_p \leftarrow$ Remove the R(11) region blocks
 (10c) $F_o \leftarrow F_p$
- Procedure 11. Declare
 BF: Subpattern feature
 N: Repeat number
 Max: Maximum value of the likelihood
 α : Threshold value of the likelihood
 NMAX: Threshold value of the repeat number
 ISO: The number of isolate segment feature
 (11a) Detect the maximum value of the likelihood between consonat
 dictionary and BF:MAX
 (11b) Extraction of the connection point
 (11c) If $MAX > \alpha$ then procedure 15
 (11d) If $N > NMAX$ then procedure 14
 (11e) If $IBP > 1$ and $ISO = 0$ then procedure 1
- Procedure 12. (12a) If the connection points exist R(6) region then procedure 13
 (12b) $F_p \leftarrow$ Split the connection point which exist the nearest region from
 R(6) region
 (12c) $F_o \leftarrow F_p$
 (12d) Procedure 1
- Procedure 13. (13a) $F_p \leftarrow$ Split the connection points which exist in R(6) region
 (13b) $F_o \leftarrow F_p$
 (13c) Procedure 1
- Procedure 14. Print reject and procedure 16
 Procedure 15. Recognition the initial consonent which has the maximum likelihood value
 Procedure 16. Stop

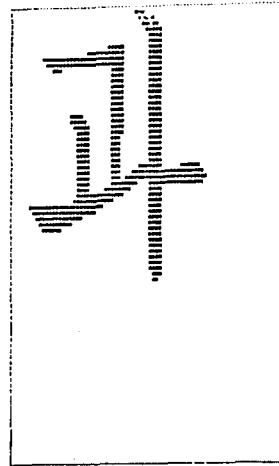
이상의 알고리즘에 의하여 그림(8)의 A86-1문자패턴을 처리할 때 각 단계에서 계산된 위치정보의 값이 표3과 같고, 표3에 따른 A86-1문자의 처리과정을 그림(9)에 나타내었다.

Table 3. Position Information of the A86-1 Character

Step	Block No.	Center Point	Label	Connection Point	θ_p	d_p	Region	Relation	Process
1	2	30,33	1		90.1	5	R		
			2		280.3	22.4	D-DR-R		Remove
2	1	26,33		28,44	351.9	11.9			Remove
				33,32	262.1	8.0			
				31,44	334.5	12.9			Remove
				36,32	222.7	15.7			
3	4	26,33	1		54.5	17.2	UR		
			2		172.9	8.1	L		
			3		348.1	19.4	D-DR-R		Remove
			4		303.7	18.0	D-DR-R		Remove
4	2	21,26	1		27.9	19.2	UR		
			2		256.0	4.1	D-DR-R		Remove
5	1	24,24		33,32	313.2	13.1			Remove
				36,22	257.2	13.2			
6	3	24,24	1		66.0	9.8	UR		
			2		238.0	9.4	DL		
			3		336.0	15.2	D-DR-R		Remove
7	2	24,21	1		52.1	11.4	UR	UP	
			2		256.0	8.2	DL	Down	Remove



a. step 1



b. step 2

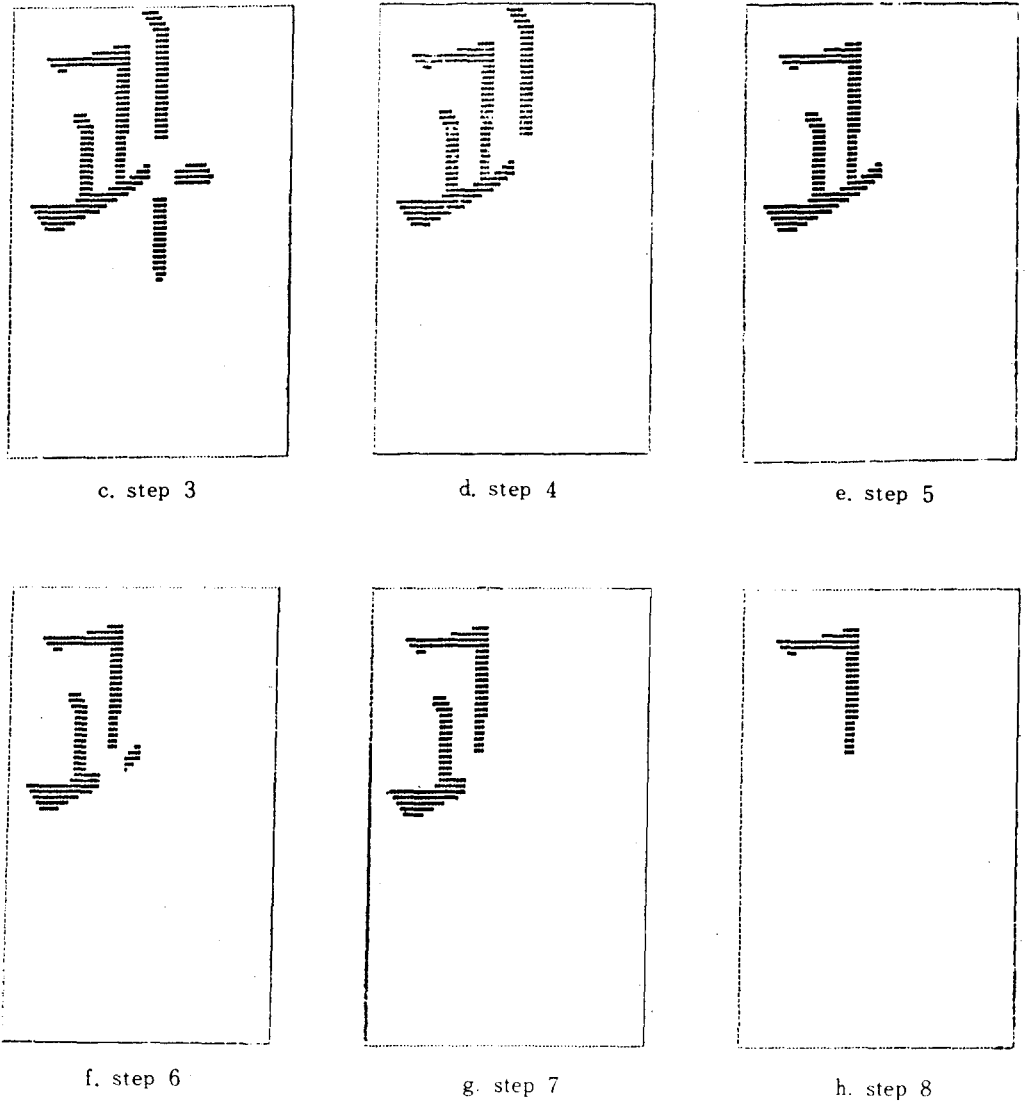


Fig.10. Processing Example of the A86-1 Character

Ⅲ. 實驗結果 및 考察

(1) 實驗裝置 構成

필기 한글문자의 초성분리 인식을 위해서 사용한 화상입력 장치는 비디오 카메라, A/D 변환기 (라벨검출기, 동기부, latch부)와 마이크로 컴퓨터로 구성하였고, 패턴의 특징추출 및 초성분리

이 실험에 사용한 컴퓨터는 PRIME-550 II이다.

구성된 화상 입력장치를 통해서 입력한 문자 화상을 80×80크기의 2차 패턴으로 변환하고 이를 문자데이터를 미니컴퓨터에 전송시켜서 실험하였다.

그림(11)은 필기 한글문자인식 실험장치의 블록선도이다.

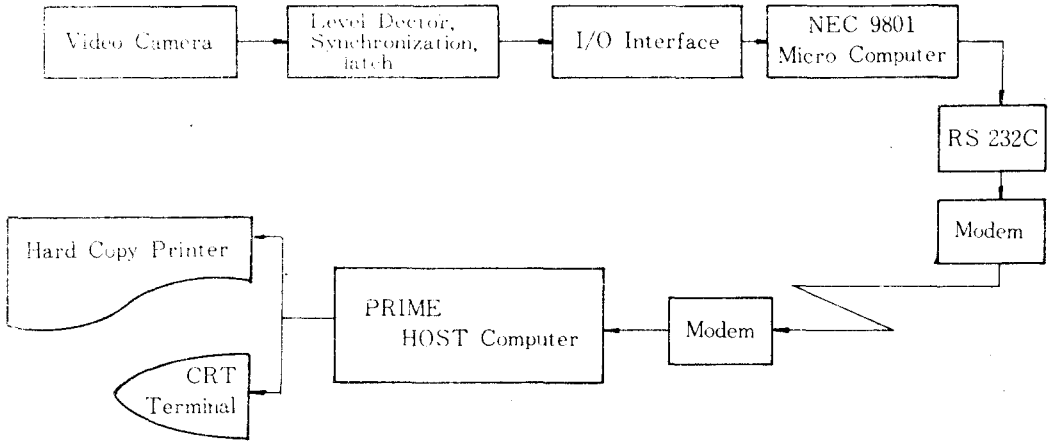


Fig.11. Block Diagram of Experimental Device

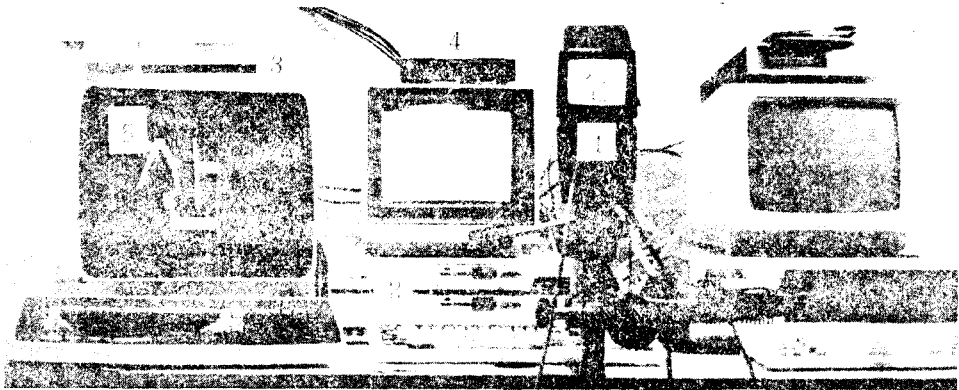


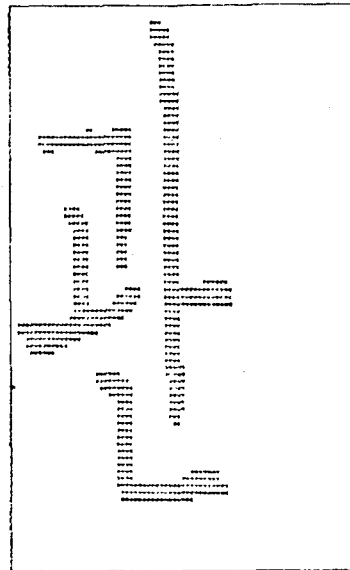
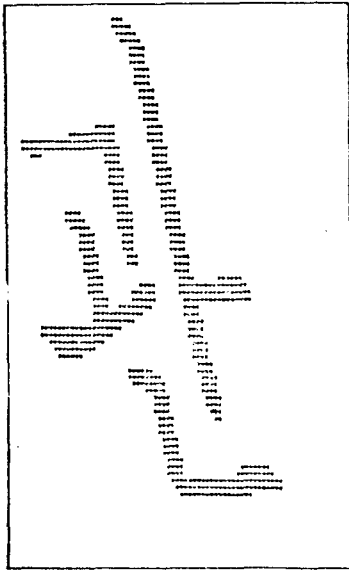
Fig.12. Image Input Device

그림(12)는 연구에 사용한 실험장치이고, 이 장치는 비디오 카메라①, 마이크로 컴퓨터②, 모뎀③, A/D 변환기④와 호스터 컴퓨터에 연결된 터미널⑤로 구성하였고, ①번은 비디오 화상, ②번은 640dot×400dot 크기의 2차화상 그리고 ⑤번은 80×80 크기의 정규화된 패턴이다.

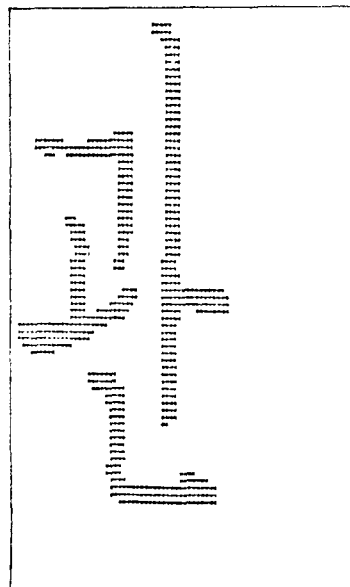
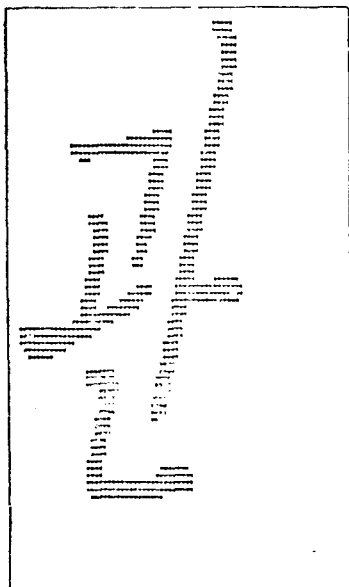
(2) Pattern의 正規化

학습용 필기한글문자에 대해서 I축 및 J축의 변형각도를 추출하고, 추출된 변형각을 보상시켜서 정규화 처리된 패턴과 입력패턴의 관계를 그림(13)에 보였다.

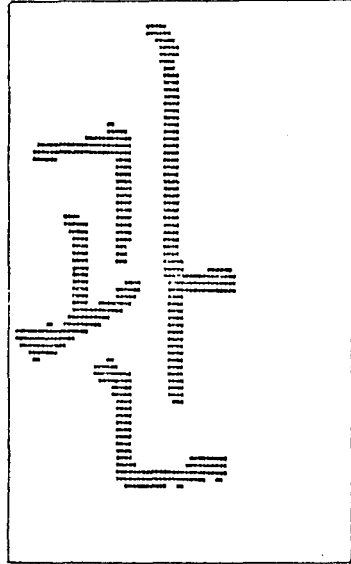
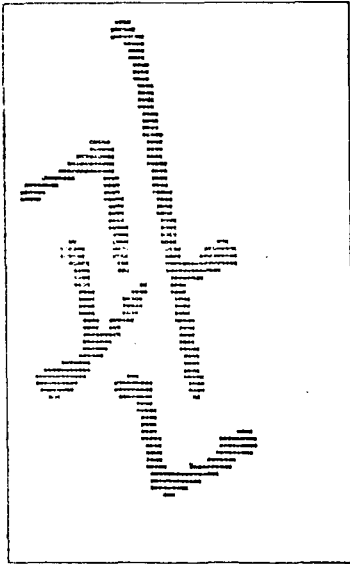
표4는 표준문자패턴에 대한 정규화된 패턴의 경우와 정규화하지 않은 패턴의 방향성 시그먼트 추출을 나타낸 결과이고, 정규화 처리를 통해서 $\pm 20^\circ$ 까지 회전변형된 패턴의 특징추출율이 95%이상으로 향상되었음을 알 수 있다.



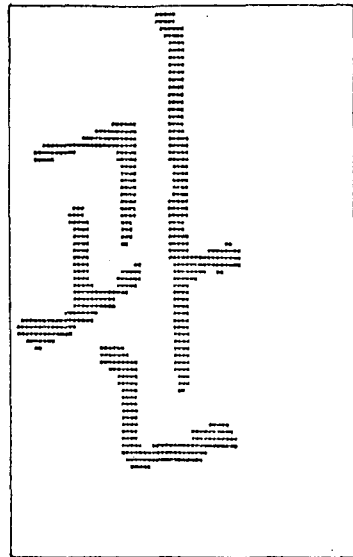
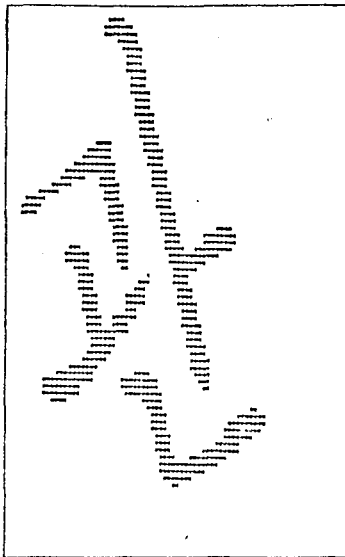
a. A86IP20



b. A86IN20



c. A86RP15



d. A86RP20

Fig.13. Example of the Input Pattern and Normalized Pattern

(3) 筆記 한글文字의 初聲分離 認識

초성가상 부분패턴을 자모로 부터 추출하기 위하여 실험에 사용한 문자는 초성자소가 다른자 소와 물리적으로 독립된 217자와 초성자소가 다른자소와 물리적으로 결합된 91자이며 기본문자 를 표5에 보였다.

초성이 물리적으로 다른자소와 독립된 형태에서는 초성분리 인식율은 97.5%로 되었고 초성이 물리적으로 결합된 형태의 문자에서 “ㅎ”의 초성이 포함되고 2블록 이상으로 형성된 C₁V₂ 형태 의 문자에서는 초성분리 인식율이 저조하였으나, 불필요한 결합점 제거후의 초성분리 인식율은 94.5%의 결과를 얻었다.

특히 초성획의 마지막 부분이 다른자소와 결합된 형태의 문자들은 불필요한 결합점 제거로 초 성분리 인식율이 높았으나, 초성이 획에 다른 자소의 시작부분이 결합된 문자들 중에서 “ㅎ”과 “표”의 자소에 “ㄱ”나 “ㄴ”등의 결합으로 형성된 문자들에서 초성분리 인식불능현상이 다소 나 타났다.

Table 4. The Extraction Rate of Direction Segments

Distortion Angle	I-Coordinate Distortion		J-Coordinate Distortion	
	Input Pattern	Normalized Pattern	Input Pattern	Normalized Pattern
N 05	87.5	98.6	91.6	98.6
N 10	79.2	97.8	92.7	98.6
N 15	76.0	96.2	85.4	98.3
N 20	61.5	95.4	78.1	96.7
P 05	88.5	98.6	84.4	98.6
P 10	87.5	98.6	78.1	98.6
P 15	78.1	97.4	57.3	98.3
P 20	43.8	97.0	45.8	95.5

Table 5. Hangeul Character No. for Separation-Recognition

Character Forms	Pattern Forms	Character No.	Character Forms	Pattern Forms	Character No.
Independent Forms	I	46	Connected Forms	I	30
	II	33		II	14
	III	31		III	14
	IV	47		IV	7
	V	45		V	11
	VI	15		VI	15
	Total	217		Total	91
Total No.			308		

Table 6. Separation-Recognition Rate for Physically Independent Forms.

Character No.	Hand-Written Character No.	Pattern Forms	Separation Rate(%)	Recognition Rate(%)
219	460	I	98.9	100
	330	II	97.9	100
	310	III	98	100
	470	IV	96.4	100
	450	V	96.7	100
	150	VI	97.3	100
Total	2170		97.5	100

Table 7. Separation-Recognition Rate for Physically Dependent Forms.

Character No.	Hand-Written Character No.	Pattern Forms	Separation Rate(%)	Recognition Rate(%)
91	300	I	97	100
	240	II	89.2	100
	240	III	93.8	100
	210	IV	96.2	100
	220	V	94.5	100
	300	VI	96.7	100
Total	1510		94.5	100

IV. 結 論

필기 한글문자는 문자의 수가 방대하고 유사문자가 많이 존재하며, 특히 글을 쓰는 사람의 개성에 따라 문자의 변형이 많이 발생한다. 이러한 변형을 흡수시키기 위해서 전처 과정에서 세선화 처리를 하고 있으나 세선화 처리는 문자변형을 발생 시키기 쉽다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 세선화 처리를 하지 않고 방향성 시그먼트를 추출하여, 추출된 방향성 시그먼트의 기울어짐 변형을 보상하기 위해 회귀직선 이론을 도입하여 변형패턴을 정규화 시키고, 정규화된 패턴으로부터 자소의 위치정보와 3종류의 방향성 시그먼트 특징들을 사용하여 자소를 자모로부터 분리인식하는 새로운 방법을 제안하였다.

제안된 방법은 미지의 입력문자패턴으로부터 초성가상영역에 존재하는 부분패턴의 특징을 미리 구축된 인식사전과 비교하여 유사도의 최고값이 설정한 0.85의 한계치 보다 적을때는 분리된 부분패턴으로부터 다시 초성가상 영역을 분리인식하는 귀환시스템을 구성하였고, 컴퓨터 시뮬레이션으로 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 방향성 시그먼트의 조합, 고립시그먼트특징 그리고 방향성 시그먼트 결합형상등의 3가지 패턴특징을 사용하여 필기 한글문자를 인식할 때 선축변형된 패턴 보다 회전변형된 패턴이 인식율 저하에 영향이 큰 사실이 밝혀졌다.
2. 방향성 시그먼트 결합형상특징만으로 식별이 불가능한 “ㄹ”과 “ㄴ”자소는 방향성 시그먼트

조합특징을 추가함으로써 식별이 가능하였고, 고립시그먼트 특징을 추가함으로써 “ㅎ”과 “ㅇ”자소 및 “ㅈ”과 “ㅊ”자소의 식별이 가능함을 알 수 있었다.

3. 정규화 처리과정의 알고리즘과 인식 알고리즘이 같으므로 시스템 구성이 간편하다.
4. 초성분리 인식을 함으로써 식별후보문자의 수를 감소시킬 수 있어 한글문자용 OCR 개발에 이용할 수 있음을 확인하였다.

參 考 文 獻

- 1) N. Babaguchi, T. Aibara, H. Sanada and Y. Tezuka, "Extraction of Connectivity Structure of Direction Segments and Geometrical Feature Region from Character Pattern", J.IECE, Vol.J66-D, No.5, pp.495~502, (1983).
- 2) S.M. Hong, E.W. Kim, C.K. Park and W.K. Cho, "On-Line Recognition of Handwritten Hangeul by Structure Analysis," J.KIEE, Vol.23, No.1, pp.114~119, (1986).
- 3) K. Osada and T. Hitaka, "Recognition of Handprinted Characters by a Lump Method", J.IECE, Vol.J66-D, No.2, pp.151~158, (1983).
- 4) N. Babaguchi, Y. Kitamura, M. Shiono, H. Sanada and Y. Tezuka, "A Method of Direction Segment Extraction from Character Pattern without Thinning Process," J.IECE, Vol.J65-D, No.7, pp.874~881, (1982).
- 5) J.K. Lee, "A Method for the Recognition of Printed Korean Characters," J.KIEE, Vol.7, No.4, pp.198~209, (1969).
- 6) J.K. Lee and H.K. Kim, "Automatic Recognition of Hand-written Hangeul by the Phase Rotation" J.KIEE, Vol.136, No.1, pp.23~30, (1976).
- 7) T.K. Kim, T. Agui and M. Nakajima, "On-Line Recognition of Korean Characters by Multistage Translation of Directional Cods," J.IECE, Vol.J68-D, No.2, pp.177~184, (1985).
- 8) S.Ch. Ahn, "Recognition of Multi-Font Printed Numeric Characters", J.KPS, Vol.4, No.1, pp.19~23, (1986).
- 9) K.J. Jeon, M.K. Kim, S.C. Kim and S. Ch. Ahn, "Recognition the Initial Consonant of Handwritten Hangeul Characters by Three Features," KIEE Report, pp.24~26, (1987).
- 10) S.Ch. Ahn and M.K. Kim, "A Study on the Size and Shape Pattern Normalization of Handwritten Hangeul Patterns," J.KICS, Vol.11, No.5, pp.332~339, (1986).
- 11) 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).
- 12) S.Ch. Ahn and B.U. Choi, "A Study on Inertial Moment Normalization of the Pattern," KICS Report, Vol.5, No.1, pp.99~101, (1986).
- 13) S.Ch. Ahn, and M.K. Kim, "A Method to Normalize the Hand-written Hangeul Characters Using the Declination Features of Direction Segments," J.KPS, Vol.5, No.1, pp.33~45, (1987).
- 14) S.D. Lee, "An Artificially Intelligent Dynamic Pattern Recognition" UIT Report, Vol.13, No.1, pp.35~45, (1982).
- 15) Niki Electronics, "大分類の段階がほぼ完成した手書き漢字認識の研究" No.279, pp.148~167.