

획 형태와 이들의 상관관계에 의한 한글의 ON - LINE 인식에 관한 연구

이 은 주*
충남 전산 전문대

김 태 군**
충남대

A study on On-Line Recognition of Korean Characters by Stroke Type and Relation

Eun-Joo Rhée,
Chungnam CJC/CS

Tae-Kyun**Kim
Chungnam NU/CE

ABSTRACT

This paper describes the procedure of recognizing the On-line Korean characters which are written on a graphic tablet. The effective recognition of primitives is performed by the use of stroke unit proceeding instead of coordinate unit under the base of definition of characteristic points which are fit to Korean character through the application of the characteristics of Korean characters & input data on graphic tablet.

1. 서론

오늘날 정보와 시대를 맞아 방대한 양의 자료를 신속 정확하게 처리 하고자 하는 시대적 요청에 부응하여 각종 정보 처리 시스템이 개발되어 각 분야에 응용되고 있다. 현재 날로 발전하는 컴퓨터기술에 의하여 처리 속도는 놀랄 만한 수준에 도달하였고, 출력 분야도 고속 인쇄기 및 레이저 기술의 도입으로 상당한 수준에 도달 하였다. 그러나 입력 부분은 컴퓨터 기술의 발전에 상응하지 못하고 컴퓨터 산업의 초반부터 현재까지 키보드를 통한 인간의 노력에 의존 하므로 정보처리의 신속성 및 정확성의 막대한 저해요인으로 이의 기계화가 시급히 요청되는 실정이다. (1-4)

본 연구는 한글 문장을 자동 인식 입력하는 On-line 한글인식(5-10)에 관한 것으로 On-line 입력장치와, 한글은 직선, 굴곡선등 간단한 기본 패턴들이 모여 24개의 기본 작표를 이루고 또 이들이 위치 법칙에 의하여 규칙적으로 조합하여 수 많은 문자를 생성하는 특성을 고려하여, 작표를 이루는 획에 최대 3개의 특징점을 정의하고, 또 획을 3등분으로 분류하여 작표 단위가 아닌 획단위 처리를 하여 처리의 간편화를 도모했다. 또 문자의 인식은 기본 패턴의 조합 형태와 이들의 상호 위치 관계 및 문맥을 검토하여 단일문자가 아닌 연속된 입력문자 자료(문장)를 처리함으로써 행하였다. 이와 각 절에서는 자료 입력 및 전처리, 기본패턴 인식 및 자모인식 방법등 인식 전 과정에 대하여 논한다.

II. 전 처리

1. 한글 자료의 입력 및 stroke information table (이하는 st) 작성
stylus pen 을 이용하여 graphic tablet (이하는 tablet) 상에 한글을 기록하면 stylus pen 의 tablet 상의 위치정보인 x,y 좌표와 stylus pen 의 switching 상태인 CB(control Byte)가 발생된다. 또 이들중 CB 가 0인 자료, 즉 stylus pen 이 tablet 에 접촉되지 않은 자료와, 직선의 좌표와, 변화가 없는 자료(pen 이 정지된 경우)를 제외한 자료는 인식을 위한 유효정보로 간주하였다. 자료의 기록시 pen down에서 pen up 까지의 stylus pen 의 개수에 대한 작표열(stroke (이하는 획)로 정의하고 처리의 최소 단위로 했다.

입력 문자를 C 획을 Si 또 Pij 를 Si 의 j 번째 sampling 된 작표 ni 를 si 의 총 작표수라 하면 아래와 같이 입력자료가 표현 된다.

$$C = \{S1, S2, \dots, Si, \dots, S20\}$$

$$Si = \{Pi1, Pi2, \dots, Pij, \dots, Pini\}$$

$$Pij = \{xij, yij\}$$

위에서 채택한 작표들을 획단위로 구분하여, 획별로 인식에 필요한 작표를 획득, 인식 절차에서 용이하게 사용될 수 있도록 3차원 배열인 St 를 작성하였고 이들의 구성은 그림 1과 같다.

2. 획 형태

1) 특징점

특징점은 획을 이루는 작표가운데서 이들을 대표하여 인식에 이용될 수 있는 작표로서, 획의 시작점과 끝점 작표와 획을 이루는 작표 열들이 시작점과 끝점을 연결하는 직선상에 있지않고 굴곡이 있는 경우 최대 굴곡부의 작표를 굴곡점이라 정의하고 특징점에 포함했다. 굴곡점의 정의는 아래의 식1, 과 같고 특징점은 그림2. 에 도시했다.

$$Pij = \{ \text{MIN}(\text{MIN}(\text{ANGLE } Pi1, Pij, Pini)), (360 - \text{MAX}(\text{ANGLE } (Pi1, Pij, Pini))) \} j = ni/4, 3/4 ni < 120^\circ \} \text{-----}(1)$$

2) 획 형태 구분

* 이 논문은 1986년도 문교부 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

획내에 굴곡점의 유무에 따라 획을 선형획과 비 선형 획으로 구분한다.

(1) 선형획

굴곡점을 갖지 않는 좌표열은 이루어진 획으로 이들은 그림 3과 같이 8방향 유향선분중의 하나에 각각 대응된다. 여기서 8방향 유향선분중 한글 표현에 가장 많이 쓰이고 변화가 큰 6-방향과, 0-방향 범위를 넓어유연성을 높였다.

(2) 비선형획

좌표열내에 굴곡점을 갖는 획으로 굴곡부의 중앙각에 따라 concave 와 convex로 아래의 식2와 같이 정의되고 중앙각의 구분을 그림4.에 보였다.

$$\text{Convex} = \{ 135^\circ < \angle \text{ANGLE}(st, bp, sp) < 315^\circ \}$$

$$\text{Concave} = \{ \angle \text{ANGLE}(st, bp, sp) < 135^\circ \text{ or } \angle \text{ANGLE}(st, bp, sp) > 315^\circ \} \text{-----}(2)$$

3) 주요획, 후획, 전획

획내에 굴곡점 이외의 변화와 관련한 경우를 고려하여 하나의 획을 처리할 때 처리 시점과 끝점을 변화시켜 3 종류로 구분하고 그 예를 그림5.에 보였다.

. 주요획: $sp=st$, $st=st$ 즉, 처리대상이 획 전체인 경우로 처리시 굴곡점이 검색되면 이를 주요 굴곡점이라 한다.

. 전획: 주요획 처리가 끝난후 굴곡점이 있으면 $sp=bp$ 로 하고, 없으면 $sp=ni$ 로 하여 굴곡점을 검색한다.

이때의 처리대상 획을 전획이라하고, 굴곡점이 검색되면 이를 전 굴곡점이라 한다.

. 후획: 주요획에서 전획을 제외한 부분을 후획이라 하고, 이부분을 처리하여 굴곡점이 검색되면 이를 후굴곡점이라 한다. 또 후획의 시점은 주요획의 굴곡점유무에 따라 $st=bp$, $st=ni$ 이다.

또 획을 대상으로 굴곡점 검색을 위한 처리시 일부의 noise 에 의한 오판정을 막기 위하여 주요획 처리시는 $\{e1 > e2/3 \text{ or } e2 > e1/3\}$ 의 조건을, 전후획은 $\{e1 > e2/2 \text{ or } e2 > e1/2\}$ 조건이 만족될 때 검색된 굴곡점을 인정한다. 여기서 e1은 시점에서 굴곡점, e2는 끝점에서 굴곡점까지의 거리이다.

Ⅲ. 기본패턴

On-line 문자 인식에서는 입력장치로부터 문자를 이루는 획이 필기순으로 pen down 과 pen up 으로 구분되어 입력된다. 고로 처리의 용이성 및 정보의 이용도를 높이기 위하여 발생할 수 있는 모든 문자를 이루는 획을 기본 패턴으로 표 1.과 같이 정의하여 한글의 차모를 표현하였다.

1. Stroke Type Table (이하는 TT)

TT는 비선형 획을 인식하기 위한 table로 주요획, 전획 후획의 획형태와 이들의 상관관계 정보와 이를 이용하기 위한 pointer로 이루어졌고 그림6.에 보였다.

2. 기본 패턴 인식 algorithm

차모를 이루는 기본 패턴 인식은 입력된 획을 기본패턴 인식을 위한 TT와 아래의 절차에 따라 일치 여부를 검토하여, 대응 기본 패턴을 찾으므로 이루어진다.

(1) 선형획이면 그림3.의 algorithm에 따라 8방향 유향선분중의 하나로 각도에 대응시켜 인식을 한다.

(2) 비선형 획이면 주요획의 형태에 따라 TT의 처리부를 결정하고 획의 정보가 TT[i,1..j]와 일치하면 pointer=TT[1,2..j]와 같이 다음 비교 대상을 선택하여 처리를 하고, 일치하지 않으면 back tracking 하여 TT의 다음 정보와 비교한다.

(3) 처리 결과 pointer가 15이면 인식완료이고, 그렇지 않으면 일치한 비선형 획이 없으므로 선형획으로 간주 (1)의 처리를 한다.

Ⅳ. 차모인식

입력된 획들이 이미 차모를 이루는 어떠한 기본패턴 인가는 인식되었으므로, 인식된 기본패턴의 조합과 이들 사이의 상관관계에 의하여 한글을 이루는 차모를 인식한다.

1. Phonemes Table (이하는 pt)

차모인식을 위하여 차모를 이루는 기본 패턴들의 조합과 이들사이의 상관관계 정보와이 table 이용을 위한 pointer로써 구성된 3차원 배열로 그림7.과 같다.

Pt에 포함된 정보는 column 1.부터, column 5.

까지는 차모를 이루는 기본패턴의 조합을 나타내고, 6--53까지는 이들간의 상관관계이며 사용한 기호는 아래와 같다.

(1) 상관관계 기준표현 부호

비교대상인 두 기본 패턴 사이에서 비교기준 획 표시를 위한 정보이다.

+ : 앞의 기본 패턴이 비교의 기준이다.

- : 뒤의 기본 패턴이 비교의 기준이다.

(관계+10) : 기본 패턴의 전획이 비교의 기준이다.

(관계+20) : 기본 패턴의 후획이 비교의 기준이다.

(2) 상관 관계

1 : $P_{ij} < (\text{MIN}(P_{ki}) + (\text{MAX}(P_{ki}) - \text{MIN}(P_{ki})) \cdot \frac{1}{2})$

2 : $(\text{MIN}(P_{ki}) + (\text{MAX}(P_{ki}) - \text{MIN}(P_{ki})) \cdot \frac{1}{2}) < P_{ij} < (\text{MIN}(P_{ki}) + (\text{MAX}(P_{ki}) - \text{MIN}(P_{ki})) \cdot \frac{3}{4})$

3 : $P_{ij} > (\text{MIN}(P_{ki}) + (\text{MAX}(P_{ki}) - \text{MIN}(P_{ki})) \cdot \frac{3}{4})$

7 : $(\text{MAX}(P_{ki}) - (\text{MAX}(P_{ki}) - \text{MIN}(P_{ki})) \cdot \frac{1}{2}) < P_{ij} < (\text{MAX}(P_{ki}) + (\text{MAX}(P_{ki}) - \text{MIN}(P_{ki})) \cdot \frac{1}{2})$

8 : $P_{ij} > P_{kref}$

9 : $P_{ij} < P_{kref}$

여기서; si는 비교대상 획, sk는 비교 기준획이고 Pk ref는 sk 중 비교기준 좌표이다.

2. 차모 인식 algorithm

(1) 입력된 기본 패턴과 pt의 기본 패턴의 일치여부를 검토한다.

(2) 입력된 기본패턴 사이의 상관관계를 pt의 상관관계와 비교한다.

(3). (1), (2)가 일치하면 pointer를 갱신 (pointer=pt[i,2..j]) 하여 계속인식을 행하고, 일치하지 않으면 back tracking하여 pt의 다음 차모와 새로이 비교, 일치여부를 검토한다.

3. 문자 및 문장인식

문자의 인식은 차모의 입력순인 초성, 중성 (형모음, 중모음) 중성순으로 하되 이들의 위치적 상관관계와 문맥에 의하여 문자내 역할을 결정하고 pt를 이용 행해진다.

또 한문자 처리가 끝나면 문자간의 상관관계와 문맥을 고려하여 기인식 문자 X좌표의 90%보다 크고, Y좌표의 50%이 아닌 점에서 시작하는 기본패턴을 검색하여 이를 새로운 문자 시작으로 판정 문자 인식을 행한다.

V. 인식 실험 및 결과 분석

제안한 인식 algorithm 성능을 평가하고 시스템 보안을 위하여 인식실험을 하였다.

인식실험은 IBM-Pc/AT 를 이용하였고 인식전과정 algorithm 을 pascal language 로 구현하였다.

또 자료의 입력장치인 tablet 은 Houston instrument 의 Pc pad digitizer(11) 로(5^{1/2} * 5^{1/2}) 인치, resolution 은 0.005인치(200unit per inch) 였다.

인식실험결과 기본패턴 인식이 94%, 문자인식에서 95%의 인식률을 얻었다. 기본패턴 인식 과정에서의 오인식은 입력시 생긴 noise 와 지나친 획의 변형으로 실제와 다른 기본 패턴으로 인식된 경우였다. 또 문자 인식에서 오인식 및 미인식은 각 자모사이의 위치관계 불분명이었고 문장 인식에서는 문자간의 위치관계로 발생하였다.

V 결론

본 연구에서는 하나의 획에 시작, 끝점, 굴곡점을 그 획을 대표하여 인식에 사용되는 특징점으로 하고, 획내의 굴곡점 이외의 변화와 물려는 경우를 고려 추오획, 전획, 후획으로 구분하여 획의 형태와 상관관계를 조사하여 처리하고 처리가 빠르고 획의 다양한 변화와 물려는 부분도 처리가 가능하다. 또한 pt 에서 자모를 기본패턴과 이들의 상관관계를 이용하여 인식하며, 자모간의 위치적 상관관계와 문맥을 이용하여 문자를 인식하고, 문자의 위치적 상관관계를 이용하여 연속 입력된 문자를 인식하므로 문자단위가 아닌 문장처리가 가능하다. 앞으로 불분명한 기본패턴간의 위치관계, 기본자모간의 위치관계, 문자간의 위치관계등 작소 하나 하나의 형태와 상관관계 만에 집착할 것이 아니라, 문맥 우선순위 처리에 대한 연구와 일상 필기체 및 흘림체 문자등 일반적 인식 방법에 대한 연구가 과제로 남아있다.

참고 문헌

(1) T. Augi, M. Nakajima, T. K. Kim and E. T. Takahashi, "A method of Recognition and Representation of Korean characters by Tree grammars," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-1, NO3, pp 245-251, July, 1979.
 (2) 이주근, 남궁계환, 김영건, "한글 Pattern 에서 Subpattern 분리와 인식에 관한 연구," 전자공학회지, 제18권, 제3호 pp.1-8, 1981, 6.
 (3) 최병욱, "한글인식에 있어서 작소추출," 전자공학회지 제18권, 제2호, 1981, 5.
 (4) 이은주, 김태균, 김태영 필기체 한글의 효율적 표현 및 인식," 대한전자공학회 학계 종합학술대회논문집, 제7권, 제1호 1984, 7.
 (5) Alfred C. Weaver, "On-Line character Recogni-

tion, Report NO. UIUCDS-R-74-660, August, 1974.
 (6) Ching Y. Suen, Marc Berthod and Shunji Mori, "Automatic Recognition of Handprinted Characters-The State of The Art," Proceedings of the IEEE. Vol 68, No. 4, April, 1980.
 (7) Y. H. Huh and H.L. Beust, "ON-Line Recognition of Hand-Printed Korean characters", pattern Recognition, Vol. 15, NO. 6. pp. 445-453, 1982.
 (8) Tadash; AIZAWA, "signal processing Approach toward Optimun Preprocessing for On-line Recognition of Hand written Japanese Characters," 일본 전자 정보 통신학회 논문지, Vol. J70-D No.3, pp. 581-591, 3, 1987.
 (9) Toru WAKAHARA, "character Deformation prediction using Deformation Vector Field in On-Line Hand written Character Recognition," 일본 전자 정보 통신학회 논문지, Vol. J 69-D No. 12, pp. 1913-1922, 12, 1986.
 (10) M. SHRIDHAR and A. BADRELDIN, "Recognition of Isolated and Simply Connected Handwritten Numerals, Pattern Recognition, Vol 19. No. 1. pp.1-12, 1986.
 (11) Houston Instrument, "PC-PAD DIGITZER OPERATION MANUAL".

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ST- No	시작 좌표	stop 좌표	최대 값	최소 값	최대 값 No.	최소 값 No.	중점 No.	data 수	굴곡 No.	Start 좌표	Stop 좌표	
	가	나	다	라	← No →					← 시작점	→	
	나	다	라	마								→ 끝점

	13	14	15	16	17	...	29	...	39
시작 점 좌표	stop 점 좌표	사 인식 값	차 이 정보						
		최 소	최 대 값						

그림 1. Stroke information table

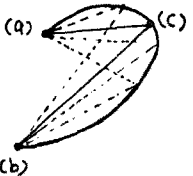


그림 2. 특징점

- (a) 시작점 (St) = P11
 - (b) 종점 (Sp) = P1n
 - (c) 굴곡점 (Bp) = Pij
- Fig. 2 Feature point
 (a) start point (b) end point (c) bend point

```

ang := calcangle (x, y);
if (ang <= 30.0) or (ang >= 330.0) then direc := 0
else if (ang > 30.0) and (ang < 67.5) then direc := 1
else if (ang >= 67.5) and (ang < 112.5) then direc := 2
else if (ang >= 112.5) and (ang < 157.5) then direc := 3
else if (ang >= 157.5) and (ang < 202.5) then direc := 4
else if (ang >= 202.5) and (ang < 240.0) then direc := 5
else if (ang >= 240.0) and (ang < 300.0) then direc := 6
else if (ang >= 300.0) and (ang < 330.0) then direc := 7
end ;
    
```

그림 3. 8방향 유향선분
Fig. 3. 8-directional line segment

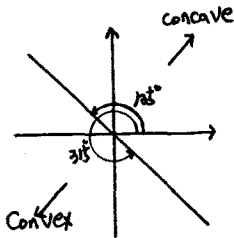


그림 4. 30° 각 15°의 구분
Fig. 4. Concave and Convex

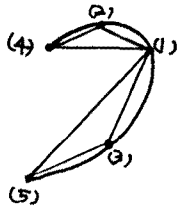


그림 5. 굽곡점과 획의 분류
(1)우오굽곡점 (2)전굽곡점 (3)우굽곡점
(4)시점 (5)종점 (415)우오획 (121)전획
(135)우획

Fig. 5. Bend point and strokes
(1) primary -bp (2) pre-bp (3) post-bp
(4) St (5) Sp (415) primary-stroke (421) pre-stroke (135) post-stroke

표 1. 정의한 기본 해면과 코드
(a) 선명 기본 해면 (b) 비선명 기본 해면
Table 1. Primitive and Code
(a) linear-primitive (b) bend-primitive

Primitive	→	↗	↑	↖	←	↙	↓	↘
Code	0	1	2	3	4	5	6	7

(a)

0	8	13	3	4	6	2	12	7	1	2
12	13	14	15	16	11	17	18	19	20	10

(b)

primary	pre	post	최대 사이각	최소 사이각	근접	시점 위치	끝점 위치	시점 위치	끝점 위치
11	10					중	상	후	반
2	7					8	15		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

primary bend	primary bend	post bend	부 류	기본 패턴
7	4	3		14
11	12	13	14	15

← 정보
← pointer

그림 6. Stroke Type Table

Stroke - Type	비교대상 stroke (1:2)							
	시점	중점	시점	중점	중점	중점	중점	중점
1 2 3 4 5	시점	중점	시점	중점	중점	중점	중점	중점
정보 → 107								스
pointer → 11				60				
	6	7	8	9	10	11	12	13

그림 7. Phonemes Table