

중첩윤곽 형상에 의한 한글패턴의 정점검출

正會員 高 燦* 正會員 李大寧**

A Vertex-Detecting of Hanguel Patterns Using Nested Contour Shape

Chan KOH*, Dai Young LEE** *Regular Members*

要 約 본 논문은 한글 문자인식을 위하여 중첩형상데이터에 의한 한글 패턴의 굴곡 특징점과 정점검출에 관하여 논한 것이다. 입력된 2진 문자패턴을 거리변환법에 의한 중첩데이터로 변환하고, 데이터의 특성분석에 의한 변환값의 새로운 화일로 구성하였다. 이 두 데이터 화일로 한글 인식에 유용한 정점들을 검출하는 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘에서는 오인식의 원인이 되는 돌기부분의 제거, 자소 접촉 부분의 분리, 굴곡 특징 변환값에 따른 코드를 부여 하도록 하였다. 여기에서의 출력은 한글 문자인식에 활용될 수 있는 형태로 하였다.

ABSTRACT This paper presents a vertex-detecting of Hanguel patterns using nested contour shape. Inputed binary character patterns are transformed by distance transformation method and make a new file of transfered data by analysis of characteristics. A new vertex-detecting algorithm for recognizing Hanguel patterns using the two data files is proposed. This algorithm is able to reduce the projecting parts of Hanguel pattern, separate the connecting parts between different strokes, set the code number by transformed value of crooked features. It makes the output of results in order to apply the Hanguel recognition.

I. 서 론

문서의 자동입력과 자동인식은 정보처리 자동화에 중요한 분야이다. 자료를 대량 입력후 이를

자동인식하여 화일을 구성하고 방대한 양의 문서를 직접처리하게 되어야 진정한 정보처리 자동화가 이루어질 수 있다. 한글 문자인식의 연구는 백과사전, 기술서적, 문학서적, 사회과학서등 모든 문서화된 지식의 자동입력과 전문가 시스템의 개발, 데이터 뱅크의 활용 극대화를 위해 중요한 연구분야이다.

한글 문자인식에서 패턴을 분석하여 문자 기본요소를 찾아 이의 구조분석에 의해 분리 조합하는 방식으로 인식하는 구조적 방법은 크게 나누

* 서울産業大學 電子計算學科
Seoul National Polytechnic University
Dept. of Computer Science

** 慶熙大學校 電子工學科
Dept. of Electronics Eng. Kyung Hee University
論文番號 : 90-13(接受1989. 7. 22)

어 세션화하여 인식하는 방법과^(1X2X3) 형상패턴의 윤곽선에 의하여 인식^(4X5X6)하는 방법이 연구되었다. 한글의 자소를 구성하는 기본 선소를 추출하기 위한 세션화 기법은 다음의 단점을 갖는다. ⁽⁷⁾세션화기법은 문자를 구성하는 선소의 두께 정보가 상실되고, 선소의 연결 부분에서의 변형을 가져오며, 산소의 직선성의 상실과 특징점 사이의 방향성이 변하며, 한선소에 연결되어 있는 미소한 선소가 경우에 따라 소멸 또는 확대되어 오인식의 원인이 된다. 또한 선소연결 특징점에서 구석점은 검출 안되는 경우가 있거나 필요없는 점이 검출되거나 하며 방향성을 갖지 못한 고립선소가 제거되는 현상이 발생한다. 따라서 세션화 처리를 수행하지 않고 선소를 추출하려는 연구가 시도되고 있다.^(8,9) 이러한 방법의 연구로 한글의 기하학적 특징과 구조적 기본요소간의 상호관계를 분석하여 한글을 표현하여 인식하는 연구⁽¹⁰⁾와 필기체에서 필자의 습관에 따른 변형에 유연성을 갖도록 형상패턴에 의한 방법의 연구가 수행되었다.⁽¹¹⁾ 한글의 인식에서 글자의 외형모양이나 윤곽선 정보를 중요시하여 인식하는 것이 많은 장점을 갖는다. 한글의 형상전체를 하나의 대상패턴으로 놓고 윤곽선을 기준으로 특징을 찾아 변형에 따른 영향을 적게 받게하고, 유사문자인식에 유익하도록 처리하여야 하겠다.

본 연구에서는, 한글패턴의 윤곽을 이루고있는 정보중에서 특징점들을 추출하여 윤곽형상화한다. 윤곽중첩데이터로 패턴을 정리한 후 끝점, 외곽점, 내부굴곡점, 연결점, 분기점, 교차점, 경계점등의 특징점들을 추출할 수 있도록 특징점검출 알고리즘을 제안한다.

윈도우처리 및 거리변환처리한 패턴과 방향코딩한 패턴 및 일정 방향값이 소거된 패턴의 화일을 구성한다. 이들 변환된 패턴화일들을 이용하여 한글패턴의 인식시 중요한 정보를 갖는 여러 가지 특징정점을 찾아 표시해준다. 본 연구의 방법은 특징정점검출시 시간의 절약을 가져오고 세션화시의 여러단점을 해결해준다.

실험의 데이터는 참고문헌(7)의 일상 사용문자(신문기사와 각종논문 본문)의 사용 빈도수 조사

결과(93,109 문자)에 의한 977자 표본 중에서 형식별 출현빈도수가 높은순으로 50회 이상 출현된문자 286자를 실험데이터로 하였다. 이는 93,109자(977 문자)의 94.2% 사용빈도에 해당된다. 본 연구에서의 실험 결과들을 한글 문자 인식 시스템에서 바로 활용될 수 있는 형태로 출력하였다. 또 가격이 저렴한 간이 스캐너(Handy scanner)를 사용하였다. 2. 예는 윤곽특징정점검출 알고리즘, 3. 예는 실험 및 결과고찰, 4. 예는 결과를 논하였다.

II. 윤곽특징 정점검출 알고리즘

가. 윈도우 처리 및 형상거리변환처리

입력문자패턴을 70×70화소로 하여 간이 스캐너로 입력을 받아 기억시킨다. 이를 처리하기 위하여 각 문자 패턴의 2진 상태 화일로부터 "1"은 "×"로, "0"은 "."의 데이터로 변환한다. 그림 1.은 입력 문자패턴을 나타내준다. 입력문자패턴에서 문자가 차지하는 최대 사각형만을 처리하여 처리시간 절약을 할 수 있다. 70×70화소를 좌상단에서 우하단으로 각 화소를 검사하여 문자가 차지하는 최소장방형을 패턴영역으로 선정한다. 정점검출 알고리즘의 전체 처리순서도를 그림2에 나타내었다.

70×70배열에서 행배열($i=1,70$), 열배열($j=1,70$)의 반복치리로 문자영역의 최초에 만나는 최상단 배열요소를 $t(i,j)$, 최좌측요소를 $l(i,j)$, 최우측요소를 $r(i,j)$, 최하측요소를 $b(i,j)$ 로 정한다. 이 네점을 변수 t,b,r,l 로 하여 이 네점의 장방형을 문자영역 S 이다. 문자영역 S 의 수평길이 x , 수직길이 y 로 하고 t_1,t_2,\dots,l_1,l_2 에서 첨자 1,2는 가로,세로의 배열요소이다. $x=b_1-t_1$, $y=r_2-l_2$ 로 하고 ($i=t_1:i \leq b_1:i++$)의 반복 내에 ($j=l_2:j \leq r_2:j++$)의 반복으로 하였다.

$$x=b_1-t_1+1 \quad (1)$$

$$y=r_2-l_2+1 \quad (2)$$

$$s=\{i,j,p(i,j) \mid p(i,j)=0,1; i=1,2,3,\dots,x; j=1,2,3,\dots,y\} \quad (3)$$

여기서 $p(i,j)$ 는 각 배열요소(i,j)의 2진 표현값이

고 x, y 는 문자영역 S 의 크기를 $x \times y$ 로 나타내준다. $p(i, j) = 0$ 이면 배경, $p(i, j) = 1$ 이면 문자 패턴값을 구성하는 화소이다. 본 연구에서 처리시간의 절약을 위하여 이 문자영역 S 의 최소 장방형을 윈도우로 취하여 처리하였다. 이 문자영역 S 의 각 끝점 t, b, r, l 과 함께 인식시 유용하게 사용되는 최소 장방형의 중심점 $(d(i, j))$ 과 문자의 거리중심점 $(c(i, j))$ 도 구하여 출력에 표시하였다. 2진영상 $p(i, j) = \{(i, j) \mid t_1 \leq i \leq b_1, l_2 \leq j \leq r_2\}$ 에 대한 $d(i, j)$ 와 $c(i, j)$ 는 다음과 같다.

$$d(i, j) : i = (r_2 - l_2 + 1) / 2, j = (b_1 - t_1 + 1) / 2 \quad (4)$$

$$c(i, j) : i = \sum_{i_1}^{b_1} \sum_{j_1}^{r_2} i_1 \times P(i_1, j_1) / \sum_{i_1}^{b_1} \sum_{j_1}^{r_2} P(i_1, j_1) \quad (5)$$

$$j = \sum_{j_1}^{r_2} \sum_{i_1}^{b_1} j_1 \times p(i_1, j_1) / \sum_{j_1}^{r_2} \sum_{i_1}^{b_1} p(i_1, j_1) \quad (6)$$

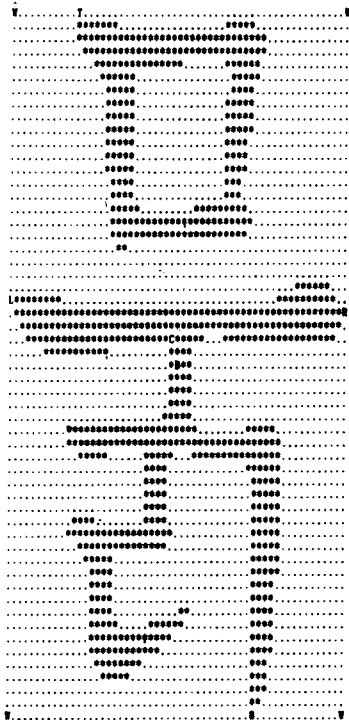


그림1. 입력문자 패턴의 윈도우 설정
Window of input character pattern

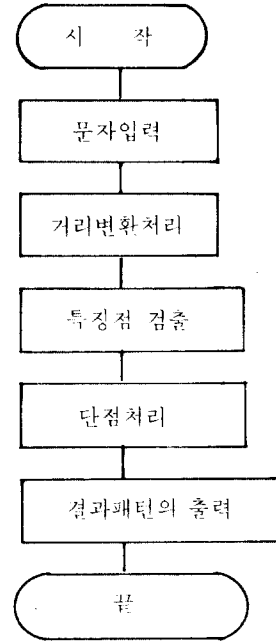


그림2. 처리 순서도
Block diagram of process

특징점을 검출하기 위해 입력패턴을 거리변환한다. 점 $p(x, y)$ 의 거리변환처리의 값을 $T(x, y)$ 라 하면 다음과 같다.

$$T(x, y) = \text{mix}(d \mid p(x, y), \bar{S} \mid) \quad (7)$$

여기서 \bar{S} 는 배경영역, S 는 흑점 즉 문자영역, d 는 계산된 거리이다. 식(1)에서 거리 d 는 다음으로 정의한다. 4근방 거리변환에서의 경우이다.

$$d = (x_1, y_1 ; x_2, y_2) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (8)$$

나, 방향코딩처리

방향코딩은 2진영상패턴을 구성하는 자획에 대하여 각 자획의 진행방향을 검출하여 자획에 해당방향코드를 부여한다. 본 연구에서의 방향코드 부여는 다음의 처리에 의한다.

1) 방향코드정의

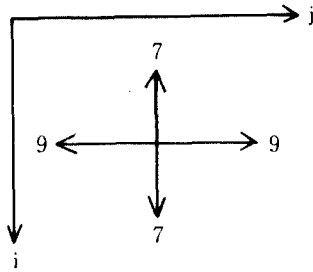


그림3. 방향코드 direction code

수직 자획은 7, 수평 자획은 9로 한다. (1에서 6은 거리변환시 사용하였으므로 중복을 피하기 위해 7,8,9,0으로 정의한다)

2) 수직자획코드부여

좌상단에서 우하단으로 수평검사시행

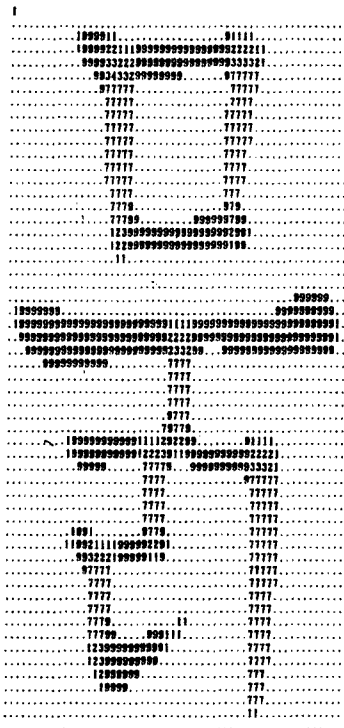


그림4. 방향코딩 패턴에 Example of pattern with code

좌에서 우로 이동하는 수평 1차원 배열에서 $i=r2$ 에서 $l2$ 까지 검사한다. $(j-i)$ 열, j 열, $(j+1) \dots (p(i,j)=1$ 의 끝)까지 이웃하는 요소의 내용이 계속 변하는 가의 검사, 계속 변해나가면 코드 7부여후 반복처리

3) 수평자획 코드부여

좌상단에서 우하단으로 수직검사시행.

여기에서는 열을 고정하고 행의 배열을 검사한다. $i=$ 는 고정, $j=t$ 에서 b 까지 1차원배열로 검사. $(i-1)$ 행, i 행 $(i+1)$ 행 $\dots \{p(i,j)=1$ 의 끝}까지 요소의 값이 변하면 코드 9의 부여후 반복처리 방향 코딩을 수행하고 코드 '7'과 '9'를 출력한 결과는 그림 4와 같다. 여기서 '7'은 수직방향 코드이고, '9'는 수평방향코드이다. 이 코드부여후의 패턴을 하나의 화일로 새로 구성하여 거리변환된 패턴화일과 비교 분석 처리하게 된다.

다. 정점검출 알고리즘

(1) 굴곡특징 코드의 결정

수직, 수평방향코드를 부여한 화일과 거리변환 화일에서 수직, 수평방향 성분만을 제거하면 거리변환화일의 패턴에서 남는 부분은 주로 거리변환 값이 큰 것이 남게 되고 이것은 주로 문자 패턴의 모서리 부분과 굴절 부분임을 알 수 있다. 한글 패턴은 굴곡부분과 돌기부분, 상투부분, 보선의 앞과 뒤부분이 다른 자획부분보다 굵기 때문이다.

이를 이용하여 1차로 외부존재점을 모두 표현하고 이를다시 필요한 외부점 만을 표시하게 된다. 굴곡특징코드를 다음과 같이 정하였다.

- a. $\vdash : \dashv, \vdash$ b. $\lrcorner : \llcorner, \lrcorner$ c. $\perp : \perp, \perp$ d. $\top : \top, \top$
- e. $\lceil : \lceil, \lceil$ f. $\lfloor : \lfloor, \lfloor$ g. \lceil h. \lfloor i. \times j. \times k. 끝점

한글 문자인식에서 유용하게 사용되는 특징점들은 끝점, 외곽점, 내부굴곡점, 연결점, 분기점, 교차점, 경계점등을 들수 있다. 이중에서 문자내부의 굴곡상태를 나타내주는 내부굴곡점은 인식에 중요한 요소가 된다. 연결, 분기, 교차점등은 자획의 진행방향중의 특성에 따라 구해진다.

- \vdash 굴곡점은 a, \lrcorner 굴곡점은 b, \perp 굴곡점은 c, \top 굴곡점은 d,

┌ 꺾곡점은 e, ┘ 꺾곡점은 f, ┐ 꺾곡점은 g,
└ 꺾곡점은 h,
ㅈ 꺾곡점은 i, ㅊ 꺾곡점은 j, 끝점은 k로 정하였다.

방향코드를 이용하여 진향방향을 기준으로 하여 여러가지 꺾곡 부분의 특성을 검출토록 한다.

또한 방향코딩화일과 거리변환화일에서 수직, 수평요소의 제거후 남은 꺾곡점에서 각 꺾곡변화 부분의 내부에 자획의 특성을 나타내도록 연결관계 코드를 표시해준다. 각 끝점과 꺾곡점을 이용하여 자획의 연결도를 결정한다. 한글의 기본문자 구조에서는 한 마디에 연결되는 가지의 수는 4 이상이 존재하지 않는다.⁽⁹⁾

(2) 꺾곡특징점 검출 알고리즘

(가). 코드 a.의 결정:

코드 a.를 검출하기 위해 입력 데이터에서 ㅈ 꺾곡점의 특성을 갖는 거리 변환값에서 수직, 수평 성분의 제거후 얻은 꺾곡특성 변환값을 그림 5.에 표시하였다.

가	자	아	자
..77777.	..7777..	.777779	.777777.
..123329	..123299	.1234439	.12344329
..123439	..123399	.1234549	.12345439
..123439	..123299	.1234549	.12345439
..1234329	..7777..	.1234439	.12344329
..77777.	..7777..	.777779	.777777.

하	갓	확	화
.777777.	..777799	.77777..	.777777.
.1234329	..123199	.1233299	.1234329
.1234439	..123499	.1234399	.1234439
.1234329	..123399	.1233299	.1234439
.777777.	..77779.	.77777..	.1234329
.777777.	..77777..	.77777..	.777777.

그림5. ㅈ 꺾곡 특성변환 값
Transformation value of ㅈ crook feature

여기의 꺾곡 특성 변환값들이 갖는 공통 특성을 분석하여 알고리즘을 구성한다.

- (i). 수평성분이 위,아래에 있고, 우측은 수직 성분으로 이어져 있다.
- (ii). 꺾곡 내부의 변환값은 좌에서 우로 증가

되고, 또 좌에서 우로 증가후 감소 이고, 최 좌측값은 1이다.

(iii). 꺾곡 내부변환값 좌측에 자료 없음.

ㅈ 꺾곡 특성점은 특성 변환값의 공통 부분을 만족하는 마스크를 구성하여 좌상에서 우하로 (i=t1 ; i<=b1 ; i++)의 반복내에 (j=12 ; j<=r2 ; j++)의 반복처리 한다.

(나). 코드 b.의 결정

ㅈ 꺾곡점의 특성을 갖는 거리변환값에서 수직, 수평 성분의 제거후 얻은 꺾곡특성 변환값을 그림6.에 표시 하였다.

서	허	테	협
.7777777.	.9777777.	..77777.	.777777.
.977777777.	.9777777.	.9977777.	.9777777.
.934554321.	.9454321.	.9934321.	.9344321.
.93454321..	.9777777.	.9934321.	.9777777.
.97777777..	.9777777.	.9977777.	.777777.
.77777777..	.7777777.	..77777.	.777777.

협	영	회	쇠
.977777.	.777777.	..77777.	..7777..
.9977777.	.9777777.	.9977777.	.977777.
.9934321.	.934321..	.9934321.	.9977777.
.9977777.	.9777777.	.9977777.	.994321..
..7777..	..7777..	..7777..	.997777..
..7777..	..7777..	..7777..	.97777..

그림6. ㅈ 꺾곡특성의 변환 값
Transformation value of ㅈ crook feature

(i). 내부 변환값 상,하에 수평성분, 좌측에 수직성분 이 분포 되어있다.

(ii). 내부 변환값 우측에 자료없음.

(iii). 내부 변환값은 증가후 감소하고 최우측의 값은 1이다.

(다). 코드 c.의 결정

그림7.은 ㅈ의 꺾곡 특성 변환값을 표시한다.

고	표	소	로
.9777779	.77777..	..77779.	.77777..
.94444439	.77779..	..977799	.97779..
.93333339	.9233999	.9993399	.9933999
.92222229	.99222999	.9922299	.99222999
.91111119	.99111999	.9991199	.99111999
.....	.99.....	.....	.....

초 호 모 속

.777777..	..7777..	..7777..	..777777..
.977779.	..9779..	..9779..	..97779.
99333399	.9933999	.997799.	99933399
99222299	99922999	99922999	99922299
99111199	99911999	99911999	99911199
.....

그림7. ㄱ 굴곡 특성값의 변환값
Transformation value of ㄱ crook feature

- (i). 내부변환값 좌,우 에 수직성분, 상에 수직성분이 위치
- (ii). 내부 변환값은 상에서 하로 감소, 최하위 치 값은 1.
- (iii). 내부 변환값 하 측에 자료 없음.

(라). 코드 d의 결정

그림8.은 ㄷ의 굴곡 특성값을 표시한다.

석 위 취 물

.....9	.....	.....19	.....
91111199	.1111199	99111129	99111199
92222299	92222299	92222239	92222299
93333299	93333399	93333329	99233299
977777..	9777779.	9977777..	..7777..
.77777..	.77777..	..77777.	..7777..

로 삼 및 구

.....9	.....	.....	...11199
91111199	91111199	91111199	99122299
92222299	92222299	92222299	99233399
9233329.	92333299	92333299	99344399
.77777..	.77777..	.77777..	9977779.
.77777..	.77777..	.777779.	..7777..

그림8. ㄷ 굴곡 특성값의 변환값
Transformation value of ㄷ crook feature

- (i). 내부 변환값 좌,우 측에 수평성분, 하측에 수직 성분
- (ii). 내부 변환값은 상에서 하로 증가, 최상측 값은 1.
- (iii). 내부 변환값 상측에 자료 없음.

(마). 코드 e.의 결정

그림9.는 ㄴ의 굴곡 특성 변환값을 표시한다.

로 터 북

.....	.....	.999.....
.99911....	.1999911....	1999911....
11999221119	.19999221119	.99992221119
.19999332229	..9999332229	..9993332229
..99943329	....99343329	....92343329
....977777.	....977777.	....777777.
.....77777.	.....	.....

을 물 디

.....
1999911....	.1991....	119991....
19999221119	1199211119	.1999211119
.9999332229	..99322219	....99222219
..99343329	..97777..	....77777..
....977777.	....7777..	....77777..

그림9. ㄴ 굴곡 특성값의 변환값
Transformation value of ㄴ crook feature

- (i). 좌측에 돌기제거 부분
- (ii). 내부 굴곡값은 상에서 하로 증가, 최상측 값1.
- (iii). 변환값 하부에 수직성분, 우측에 수평성분
- (iv). 내부 변환값 상측에 자료 없음.

(바). 코드 f.의 결정

그림10.은 ㄷ의 굴곡 특성 변환값을 표시한다.

고 북 로 삼

.....
..111111..	.91111..	91111..	.....
91222221.	9922221.	922221.	9111111.
91233321.	9933321.	933321.	9222221.
..777777..	.977777.	977777.	9333321.
..777777..	..77777.	.77777.	977777..

그림10. ㄷ 굴곡 특성값의 변환값
Transformation value of ㄷ crook feature

직 관 물 을

.....
9111111..	.....	.91111..	91111..
9222221.	.91111..	9922211	9222211
9233321.	9922221.	9933321	9333321
.777777.	9977777.	9977777	977777.
.777777.	..77777.	..777777	.77777.

- (i). 내부 변환값 우측, 상측에 자료없음.

- (ii). 내부 변환값 상에서 하로 증가, 최상측 1, 최우측1.
 - (iii). 내부변환값 좌측에 수평성분, 하측에 수직성분
 - (iv). 내부 변환값 상측, 우측에 자료 없음.
- (사). 코드 g의 결정
 그림11은 ㄱ의 굴곡 특성 변환값을 표시한다.

형	금	울
9977777.	..77777.	..9777..
9934321.	..97777.	999779..
9934321.	9977777.	9993391.
9977777.	9934321.	9992291.
..7777..	9977777.	999119..
..111...	..77777.	.....

그림11. ㄱ굴곡 특성값의 변환값
 Transformation value of ㄱ crook feature

- (i). 내부 변환값 좌,우에 수평성분, 상측에 수직성분.
 - (ii). 내부 변환값은 상에서 하로 감소, 최하측값 1.
 - (ii). 내부 변환값 하측에 자료 없음.
- (아). 코드 h의 결정
 그림12.은 ㄴ의 굴곡 특성 변환값을 표시한다.

관	현	은	복
..77777.	..77779..	..77799..	..7777..
..77777.	..1233999	..1239999	..7779..
..77779.	..1234999	..1239999	..77799.
..12299	..1233999	..129999	..123999
..11199	..122999	..199999	..122999
.....	..11999	.....	..11...
.....

형	혼	굴	관
..777777.	..77799..	..77779.	..7779..
..7777779	..1239999	..777799	..77799..
..123439	..1239999	..12399	..1239999
..123449	..77799..	..1299	..1229999
..123439	..7779..	..199	..119999
..777779	..111...	.....	.....

그림12. ㄴ굴곡 특성값의 변환값
 Transformation value of ㄴ crook feature

- (i). 내부 변환값 상측에서 수직, 우측에 수평 성분
 - (ii). 내부변환값은 좌에서 우로 증가
 - (iii). 내부변환값 좌측, 하 측에 자료 없음.
- (자). 코드 i의 결정
 그림13.은 ㅈ의 굴곡 특성 변환값을 표시한다.

짓	가	가
.....
..111111.	.....	.....
9911222221	911111111.	911111111.
992222221	922222221	992222221.
9922333321	923333321	992333321.
9977777777	..777777..	..777777..
..7777777.	..777777.	..777777..

그림13. ㅈ 굴곡 특성값의 변환값
 Transformation value of ㅈ crook feature

- (i). 내부 변환값 좌측에 수평성분, 하 측에 수직성분
 - (iii). 내부 변환값은 상에서 하로 증가, 최상, 최우측 값1.
 - (iii). 내부 변환값 상측,우측에 자료 없음.
- (차). 코드 j의 결정
 그림14.는 ㅊ의 굴곡 특성 변환값을 표시한다.

샷	석
.....9777777..	9977779.
.....9977777..	9977777..
.....9993329..	993329..
.....999923399..	99222999
.....999991239991..	99111999
999999..1299921.	9...999

것	갓	및
.....97779.....	.....77777.....	..9977779.
.....1933399.....	.....77777.....	9997777..
.....129323999.....	.....97779.....	9993329..
.....929277999.....	.....1933299.....	999222999
99797..1999999..	..1293219991..	999111999
99979..9999991	..97977..99921.	999...999

그림14. ㅊ 굴곡 특성값의 변환값
 Transformation value of ㅊ crook feature

- (i). 내부 변환값 상측에 수직 성분
- (ii). 내부 변환값 시작 부분 좌,우에 수평성분
- (iii). 내부 변환값 하에서 상으로 증가
- (iv). 내부 변환값 하측에 자료 없고 좌,우에 수평 성분 하로 계속됨.

(카). 돌기 부분 제거

그림15.에 돌기 부분의 내부 변환 특징값을 나타낸다.

서 차 가		
19999.....		
19999111.....	99.....	1999911111.....
9999222111.....	1999999.....	11999922221.....
99933322211.....	1999999911.....	99933321.....
9934443321.....	9999992211.....	99933321.....
9234444321.....	999993221.....	97777.....
77777777.....	99993221.....	
	997777.....	
소 값 삼		
1999911.....	19999111.....	19911111.....
1999922111.....	1999922211.....	19922221.....
99993322211.....	9999333221.....	99333321.....
993433321.....	977777.....	977777.....
97777777.....	77777.....	77777.....

그림15. 돌기 부분의 굴곡 특성 변환값
Transformation value of projecting parts

- (i). 주변에 자료 없는(우측 제외) 1로 부터 내부 변환값 사이 수평성분
- (ii). 내부 변환값 하측에 수직성분
- (iii). 내부 변환값 상에서 하로 증가, 최우측값 1.
- (iv). 돌기 좌측,우측,최우측값 1 우측에 자료 없음.

(타). 접촉부분의 처리 (“#”으로 표시)

- (i). a부터 k까지의 내부변환값 특징분포에 해당되지 않는 내부변환값은 접촉부위로 처리한다.
- (ii). a,b 코드가 부여된 경우 수직모음에 2 개 이상의 수평성분이 존재한 경우 접촉부위로 처리한다.
- (iii). c,d 코드가 부여된 경우 수직모음에 2

개 이상의 수직성분이 존재한 경우 접촉부위로 처리한다.

(iv). e,h 코드가 부여된 경우 좌측에 또다른 검출코드가 존재하는 경우 접촉부위로 처리한다.

(v). f,g 코드가 부여된 경우 우측에 또다른 검출코드가 존재하는 경우 접촉 부위로 처리한다.

내부변환 특징값들의 분포를 분석하여 구성한 알고리즘으로 a부터 k까지의 11까지 굴곡 특징 성분값으로부터 특징을 검출하여 코드값으로 바꾸고자 거리변환 패턴에서 굴곡부분을 제외하고 출력한 것이 그림 16.이다.

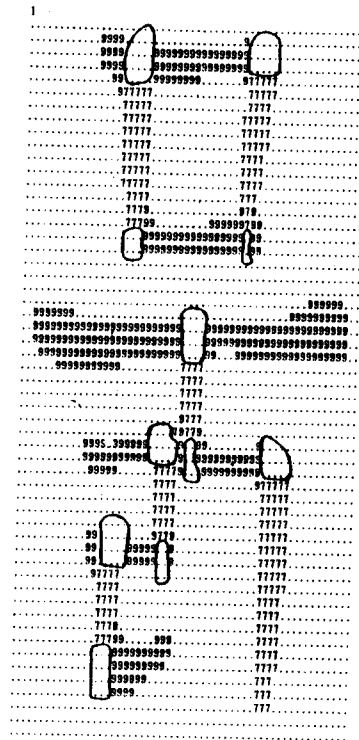


그림16. 굴곡제거 패턴
Pattern of crook removed

(3) 단점처리 알고리즘

한글패턴의 특징점들의 중복표현을 피하고 특성을 쉽게 나타내고자 단점처리를 한다. 여기

에서는 굴곡 특성 성분 부분은 반평면법을 일부 변형하여 적용하고 수직과 수평성분으로되어 남아있던 자획부분은 가장 중심선이 하나가 되도록 세선화 처리를 한다. 거리의 중간값을 취해 간단히 구한다.

불필요한 외부점의 제거를 위해 반평면법을 약간 변형하여 사용한다.

그림17.(a)에서 xy평면을 나눈 선벡터로서 두 점 p_j 와 p_{j+1} 을 연결하고, P_t (검사점)가 선벡터의 어느 방향으로 향하는가를 검사한다. $P_j = (a, b)$ $P_{j+1} = (c, d)$, $P_t = (e, f)$ 라 하고 두 벡터의 외적에 Z좌표상 0을 추가하여 다음과 같이 확장한다.

$$U = (e-a, f-b, 0), V = (c-a, d-b, 0) \quad (9)$$

$$U \times V = (0, 0, (e-a)(d-b) - (f-b)(c-a)) \quad (10)$$

외적 $U \times V$ 가 (0,0,1)의 양의 배수일 조건 $(e-a)(d-b) > (f-b)(c-a)$ 이므로 다음을 알 수 있다.

$(e-a)(d-b) > (f-b)(c-a)$ 이면 P_t 는 $P_j P_{j+1}$ 의 좌측 (11)

$(e-a)(d-b) < (f-b)(c-a)$ 이면 P_t 는 $P_j P_{j+1}$ 의 우측 (12)

(5),(6)식으로 선벡터에 대하여 검사점이 진행방향으로 보아서 우측에 존재하는지 좌측에 존재하는지를 알 수 있다.(거리중심점을 기준으로 반시계방향으로 처리한다). 각 점을 그림 17.(b)와 같이 점1에서 점3을 연결하고 점2를 검사하고, 다시 점2에서 점 4로 연결하고 점 3을 검사한다. 그림에서 점 4가 내부에 존재하는 외곽점이므로 제거된다. 처리결과를 그림 18.에 나타내준다.

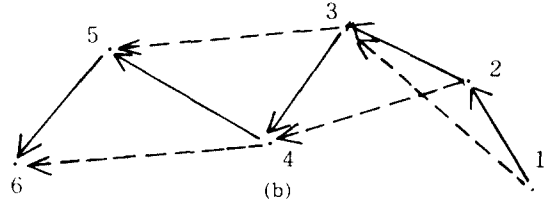
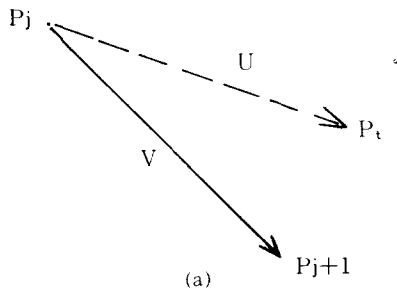


그림17. 반평면법을 이용한 특징점의 제거
Reduced feature by half-plane method

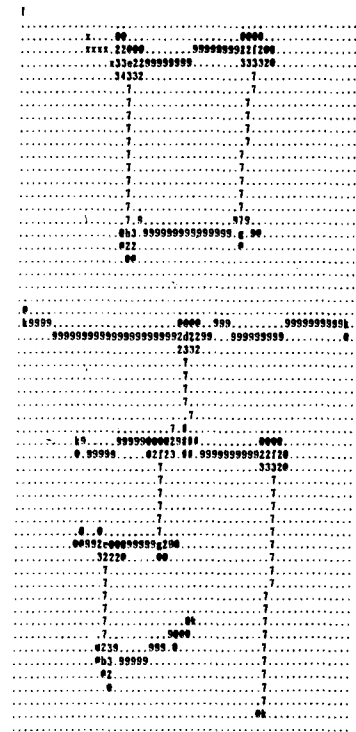


그림18. 단점처리 결과의 패턴
Result pattern of reduced feature point

Ⅲ. 실험 및 결과 고찰

실험에 사용한 데이터는 참고문헌(7)에서 조사한 실생활의 형식별 문자 사용빈도수 조사(93,109자가 나타남)를 이용하였다. 참고문헌(7)의 pp 114-118의 문자 빈도수 표에 의거 93,109자(문자수 977문자) 중에서 한문자가 50번 이상 출현한 문자로 977 문자중 286문자로 실험

하였다. 이는 93,109자 중에서 86,050자 출현된 것으로 전체중 92.4%에 해당된다. 286문자중에는 1형식 38문자, 2형식 62자, 3형식 10자, 4형식 53자, 5형식 112자, 6형식 11자이다. 문자수에서 92.4%이지만 한글의 형태는 유사한 형태의군으로 나누어 보면 대략 비슷한 형상으로 유사군에 속하게 되므로 286자로의 실험은 우리가 평상시에 사용하고있는 문자를 거의 다 포함하게 된다.

한 문자의 크기는 8mm×9mm를 70×70화소로 읽어들었다. 입력데이터가 정확히 명조체로 입력되지는 않았다.

왜냐하면 가격이 저렴한 입력장치인 간이스캐너(Handy Scanner)로 입력하였으므로 입력시각도의 변형, 입력속도의 불규칙, 입력자의 습관 등으로 편향된 문자를 데이터로 사용하였다. 이는 실용시스템이 가격이 저렴해야 되므로 오히려 장점이 되며 본 논문의 이론이 문자의 변형에 따른 유연성을 가질 수 있음을 보여주는 것이다. 간이 스캐너는 GFI사 제품이고 모델은 HS2000이다. 성능은 200DPI의 흑백데이터를 읽을 수 있으며 대략 국민학교 저학년 국어책을 가로 10cm, 세로 20cm정도 읽은 양이 1회 버퍼 입력량이다. 처리 프로그램은 MS C5.0으로 작성하였으며 IBM PC A/T 호환기종에 실현시켰다. 입력 문자를 기억시켜 놓고 하나의 데이터를 불러 출력 시키기까지 IBM PC A/T(8MZ)에서 약 4초가 소요되었다.

실험한 결과 좋은 결과를 얻었으며 실패의 경우는 약 3%정도이다.

실패의 경우는 대부분이 데이터가 잡음이 있거나 입력시 편향되어 자소간 연결부분이 명확하지 않기 때문이다. 그림 19.은 실패한 경우의 문자패턴에이다. 그림 19.는 “쨌”자로 쌍초성이나 쌍중성의 쌍 “ㅅ”에서 굴곡부분이 끝나고 맺음부분과 다른자소의 맺기 부분이 접촉되어 특징 검출이 실패되었다. 수직기동의 맺음부분이 윗 중성 자소의 상투돌기가 접촉되어 특징검출이 실패되었다.

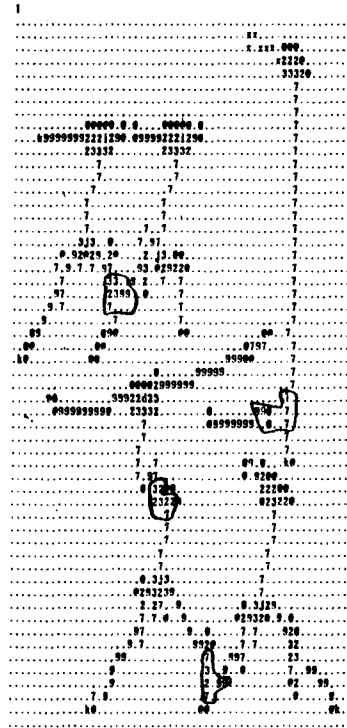


그림 19. 실패한 경우의 문자패턴에
Example of failure

V. 결 론

한글문자인식을 위하여 중첩윤곽형상에 의한 정점검출 알고리즘을 제안하였다. 세션화에서 발생하는 여러가지 문제점을 해결하고자 문자형상을 그대로 입력으로 받아거리 변환패턴화일을 작성하고 문자영역을 정하여 중심과 거리중심점, 외부윤곽점,내부윤곽점들을 검출하도록 방법을 설명하고 실험을 실시하여 결과 분석을 하였다.

입력문자의 실험결과 IBM PC A/T(8MZ) 호환기종에서 평균 처리시간이 4초이었다. 이는 신속한 처리결과를 나타내주고 있다. 또한 가격이 저렴한 간이스캐너(가격 : \$150)를 이용하여 처리하였는 바 변형에 유연함을 보였고 실제응용시 저렴한 시스템의 구성이 가능함을 보였다.

본 연구의 결과로 얻을 수 있는 장점은 다음과 같다.

(1) 저렴한 가격의 간이스캐너로 문자의 입력을 하여도 큰 지장없이 처리되었다.

(2) 세션화 처리를 하지 않고 입력 형상패턴을 바로 사용하여 세션화시의 단점을 시정하였다.

(3) 실험결과로 짧은 시간에 처리됨을 보였다.

(4) 제안된 알고리즘이 간단하여 소프트웨어의 작성이 용이하였다.

금후의 과제는 다양한 필체의 필기체 문자의 처리에 대하여 유연한 알고리즘의 제안과 "ㅇ", "ㅅ", "ㅈ" 자소의 원활한 적용, 자소들이 서로 접촉되고 있는 부분과 변형된 부분에서의 처리방법의 개선이 요구된다.

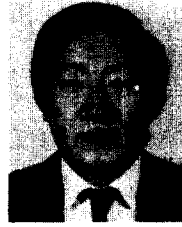
參考文獻

1. 이주근 외 2인, "논리연산에 의한 fast thinning algorithm", 대한전자공학회 추계학술대회 논문집, vol.4, N 0.3, pp47-49, 1981.10
2. 유황빈, "구조정보를 이용한 한글문자패턴인식에 관한 연구", 광운대학 논문집, 제15집, pp93-100, 1985.
3. 남궁재찬, "Index-window 알고리즘에 의한 한글 pattern의 부분분리와 인식에 관한 연구", 박사학위 논문, 인하대학교 대학원, 1982.2
4. T.pavlidis, "A review of algorithm for shape analysis", Computer Graphics and Image Processing, vol. 7, pp. 234-258, Apr.1978.
5. 박종욱, 이주근, "Shape pattern에 의한 필기체의 한글 인식", 대한전자공학회지, vol.22, No.5, 1985.9.

6. L.G. Shapiro and R.M. Haralick, "Decomposition of two-dimensional shapes by graph-theoretic clustering", IEEE Trans, PAMI, vol PAMI-1, pp10-20, Jan. 1979.
7. 김상운, "방향투영에 의한 인쇄체 한글의 기본 선소추출 및 자동인식에 관한 연구" 박사학위논문, 연세대학교 대학원 1987.12.
8. N. Babaguchi, Y. Kitamura, M.Shiono, H.Sanada, and Y.Tezuka, "A method of directional segments extraction from character pattern without thinning process," Trans. IECE vol.J65-D, No.7, pp.874-881, Jul.1982.
9. Y.Kitamura, S.Ayame, H.Sanada, and Y.Tezuka, "A method of feature point extraction and its evaluation using information compression technique," Trans, IECE, vol.J69-D, No.6, pp.921-930, Jun.1986.
10. 한상기, "구조적 방식에 의한 한글인식", KAIST 석사논문, 1984.
11. 박종욱, "도형패턴의 벡터 검출법과 필기체 한국세이프패턴의 인식", 박사학위 논문, 인하대학교 대학원, 1985.2.
12. L.G. Shapiro, "A Structure model of Shape", IEEE Trans. on pattern analysis and Machine Intelligence, vol.PAMI-2, No.2, Mar.1980.
13. S.Shin and T.Woo, "Finding the convex hull of simple polygon in linear time" pattern Recognition, vol.19, No.6, pp453-458. 1986.
14. Martin D.Levine, "Vision in man and machine", McGraw-Hill, 1985. pp492-496.
15. 고찬, "컴퓨터 그래픽스", 서울산업대학출판부, pp153-155, 1986.3
16. 이균하, "속성에 구속받는 문법을 이용한 문자패턴 인식", 박사학위 논문, 인하대학교 대학원, 1981.2
17. 최병욱 외2인, "한글인식에 있어서의 자소추출", 대한전자공학회지, 제18권, 제2호, pp.36-43, 1981.4.



高 燦(Chan KOH) 正會員
1951年 9月14日生
1974年 2月：慶熙大學校 工科學 卒業
1987年 8月：慶熙大學校 大學院電子工
學科 博士課程 修了
1987年：情報處理 技術士 資格取得
1974年10月～1978年 2月：海軍大學電算
教官(海軍將校 服務)
1982年 2月～1989年 現在：서울産業大學
電算學科 助教授



李大寧(Dai Young LEE) 正會員
1940年 3月18日生
1968年 9月～1970年 3月：캘리포니아洲
立大學院(工學碩士)
1976年 9月～1979年 9月：延世大學校大
學院電子工學科(工學博士)
1971年 9月：慶熙大學校工科學電子工
學科 助教授
1977年 3月：慶熙大學校工科學電子工
學科 副教授
1982年 3月～現在：慶熙大學校工科學電子工學科 教授
1988年 1月～現在：本學會理事