

擴張된 DP매칭법에 의한 흘림체 한글 온라인 認識

(On-Line Recognition of Cursive Hangeul by Extended DP Matching Method)

李 義 東*, 金 太 均**, 安居院猛*, 中嶋正之*

(Hee Dong Lee, Tae Kyun Kim, Takeshi Agui and Masayuki Nakajima)

要 約

본 논문은 DP(dynamic programming) 매칭법을 확장하여 흘림체 한글을 온라인으로 인식하는 방법에 대하여 논한 것이다. 한글의 자소는 보다 간단한 자소에 선분이 점차로 추가되어 보다 복잡한 구조로 발전되는 특징이 있다. 자소의 조합에 의해 구성되는 한글에는 유사한 문자 패턴이 많다. 이러한 특성으로 인하여 한글에 대하여 DP매칭법을 적용하여도, 입력문자와 표준문자와의 패턴간 거리를 정확하게 구하는 것이 곤란하다. 본 방식에서는 DP매칭을 행하기 전에, 한글의 최초, 최후선분의 특성을 살린 대분류매칭을 행함으로써 DP매칭의 대상수를 줄였다. 본 방식은 DP매칭법에 자소패턴의 추출기능을 부가함으로써, DP매칭을 확장하여, 한글의 문자패턴간의 거리를 정확하게 측정하는 것을 시도한다. 자소패턴의 추출은, 자소패턴을 구성하는 선분의 ON/OFF, 방향코오드, 방향코오드의 변화, 배치구조등을 조사함으로써 행한다. 이와같이 하므로써 필기운동 변화의 흡수와 비교적 안정된 스트로크의 분리가 가능함을 확인하였다.

Abstract

This paper presents an application of the extended DP matching method to the on-line recognition of cursive Hangeul (Korean characters). We decrease the number of matching's objects by performing rough classification which makes the best use of features in the first and the last segment of Hangeul. By adding the extraction function of the basic character patterns to DP matching method, we try to calculate precisely the difference among Hangeul. The extraction of the basic character patterns is done by examining the features of segments in character. Applying the extended DP matching method to the on-line recognition of cursive Hangeul, absorption of writing motion and stable separation of strokes can be performed with flexibility.

*正會員, 日本東京工業大學 工學部 像情報工學
研究施設
(Imaging Science & Eng. Lab., Tokyo Institute
of Technology)

**正會員, 忠南大學校 電子計算機工學科
(Dept. of Computer Eng., Chungnam Univ.)
接受日字: 1988年 4月 19日

I 서 론

최근, 용이하면서도 자연스러운 문서입력방식으로서 온라인 문자인식의 연구가 활발히 진전되고 있다. 온라인 문자인식은 현재, 필순, 획순을 자유롭게 하는 등의 필기제한을 두지 않는 방법의 연구가 주로 행하여지고 있다. 예를들면 한자를 서브패턴에 의해 계층화

한 자체표현과 통계적 상위도를 이용하는, 패턴인식의 구문해석적 수법과 통계적수법의 융합을 도모하는 연구^[4]와 펜의 좌표와 필압의 시계열 정보를 이용하는 인식법^[5] 등이 제안되어 있다. 문헌[3]은 회수를 엄수하는 조건하에 필순변동을 허락하고, 또 고속이면서도 기억용량이 작아도 무방한 인식방법이다.

필자들은 이미 한글의 특징상 구문해석적 수법을 한글의 온라인 인식방식으로 이용하는 것이 유효하다고 생각하여, 그 연구를 발표한 바 있으며,^[4,5] 문헌[5]의 경우 99%의 높은 정인식율을 얻을 수 있었다.

그러나, 이러한 연구들은 정서체 한글을 인식대상으로 하고 있다. 흘림체가 아닌 필기는 필기제한이 엄격하여 필기자에게 부자유스러움을 강요하기 때문에, 흘려쓰기를 하여도 인식이 가능한 인식 시스템에 대한 요구가 크다. 이와 같은 요구에 응하여 필자들은 비교적 자유롭게 문자를 입력하여도 인식이 가능한 온라인 문자 인식시스템의 연구를 계속 시도하고 있다.^[6]

흘림체 문자의 온라인 인식에 있어서는 (1) 필기운동의 변동의 흡수, (2) 필기자 고유의 자형, 필순 등의 개인적인 특성에 의존하지 않는 인식의 실현, (3) 문자 스트로-크 분리의 불안정성에 영향을 받지 않는 인식규칙의 생성등이 주요한 과제로 되어 있다.^[2]

본 논문에서는 DP매칭법^[7]을 확장, 응용하므로써 필기운동의 흡수와 문자스트로-크의 안정한 분리를 행하여, 흘림체 한글의 온라인 인식을 행하는 수법에 대하여 논한다.^[8] 특히, DP매칭법을 한글의 온라인 인식에 적용하였을 때 발생하는 문제를 해결할 수 있도록 확장하는 것을 목적으로 한다.

DP매칭법은 모든 표준패턴과의 매칭을 행하여 그 중에서 패턴간의 거리가 가장 가까운 패턴을 발견하므로써 인식을 행한다. 일반적으로 표준문자패턴과의 매칭에 요하는 시간은 표준문자패턴의 수에 비례한다. 따라서 본 논문에서는 DP매칭을 행하기 전에 흘려쓰기에 의한 한글의 특징을 살린 대분류 매칭을 행하여, DP매칭의 대상수를 줄임으로써 전체적인 시스템의 효율을 높인다. 대분류매칭은 흘려쓰기를 하여도 변화가 보이지 않는 대국적인 패턴의 특징을 이용한다.

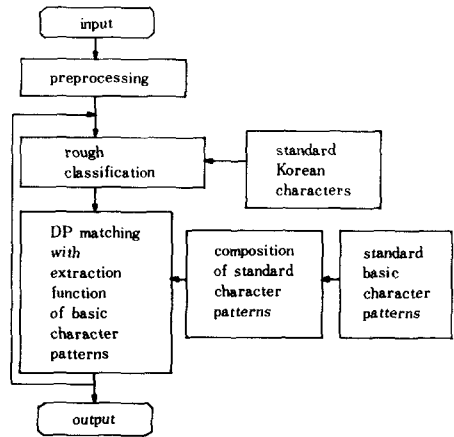
한글에서는 단순한 구성의 자소에 점차로 선분을 추가하므로써 보다 복잡한 구조의 자소로 발전한다. 또한 자소의 조합에 의해 한글이 합성된다. 이와같은 계층적 특성 때문에 문자간의 대응하는 선분간의 매칭만으로는 유사한 문자패턴간의 거리를 정확하게 산출하는 것이 곤란하다. 이 문제를 해결하기 위하여 자소패턴 추출기능을 DP매칭중에 삽입 하므로써

패턴간의 거리를 정확히 산출하는 방법에 대하여서도 제안한다.

II. 인식방식

1. 인식방식의 수순

그림 1에 시스템의 인식수순을 나타낸다. 인식처리의 첫번째로써, 입력된 문자패턴에 대하여 전처리를 행한다. 전처리 후의 패턴에 대하여 대분류 매칭을 행한 후, 자소추출기능을 가진 DP매칭을 행한다. 이때 입력패턴과, 대분류매칭에 성공한 표준 패턴과의 사이에 DP매칭을 행한다. 그 결과 패턴간의 거리차가 가장 작은 표준패턴을 인식패턴으로 한다. 표준문자패턴은 표준자소패턴을 조합하여 합성한다.



그리 1. 인식방식의 수순
Fig. 1. Recognition procedure.

2. 문자의 입력과 전처리

문자는 타블렛을 사용하여 펜끝의 좌표와 펜의 ON/OFF의 상태를 등시간간격으로 샘플링하여 입력한다. 동일 좌표점이 연속된 시간동안 계속 입력되는 경우 최초의 한 점만을 입력하고 나머지는 버린다.

식(1)에 나타난 입력된 샘플점열은 펜의 떨림 등에 의한 불필요한 점들을 수많이 포함하고 있다. 이러한 입력 점열로부터 식(2)에 나타낸 문자의 형태를 보존하는 최소의 대표샘플점열을, 식(3)을 이용하여 추출한다.^[9] 이와 같이 추출된 대표샘플점열을 차례로 연결한 선분열의 길이가, 입력패턴의 샘플점열을 차례로 연결한 선분열의 길이에 가까우면 가까울수록, 샘플점열에 의한 선분열의 형태를 잘 보존하고 있다고 생각한다.

$$P_1, P_2, \dots, P_t, \dots, P_T \quad (1)$$

P_t : 샘플점, $1 \leq t \leq T$

T : 샘플점 수

$$P^*_1, P^*_2, \dots, P^*_s, \dots, P^*_S \quad (2)$$

P^*_s : 대표샘플점, $1 \leq s \leq S$

S : 대표샘플점 수

$$\min \left[\begin{array}{l} S-1 \qquad T-1 \\ \sum_{s=1}^S L(P^*_s, P^*_{s+1}) \geq C_r \sum_{t=1}^T L(P_t, P_{t+1}) \end{array} \right] \quad (3)$$

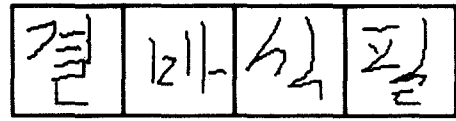
$L(P_t, P_{t+1})$: 점 P_t, P_{t+1} 를 잇는 선분길이

C_r : 압축율, $0 \leq C_r \leq 1$

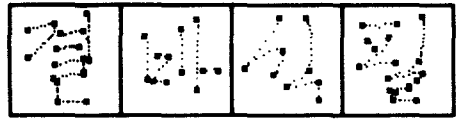
대표점 S 의 수가 최소이며 L^* 가 최대로 되는 식(3)을 만족하는 최적점열의 추출은, 다이나믹 프로그래밍(DP)법을 이용하여 효율적으로 수행할 수 있다.¹⁷⁾ 추출의 자세한 수순은 문헌(9)에 적혀 있다. 식(3)의 C_r 은 샘플점열을 차례로 이은 선분열의 길이에 대한, 대표샘플점열을 차례로 이은 선분열의 길이의 압축율이다. 대표샘플점열을 이은 선분열의 길이가 샘플점열을 이은 선분열의 길이에 압축율을 곱한 값보다 크면서, 대표샘플점 수 S 가 가장 작도록 대표샘플점을 구한다. $C_r=1$ 일때 원래의 샘플점열을 이은 선분열이 완전히 보전된다. 다양한 형태의 자형을 포함하는 100자의 흘림체 한글에 대하여 전처리를 행한 결과, $C_r=0.9$ 일때 추출된 대표점열에 의한 패턴이 전처리 후의 인식처리에 가장 적합하다고 판단되었기에, 본 연구에서는 $C_r=0.9$ 의 압축율을 이용하여 전처리를 행한다. 전처리의 예를 그림 2에 나타낸다. 그림 2(b)의 ■은 추출된 대표점이다. 전처리 후의 입력패턴은 대표점 중에서 이웃하는 점들을 연결한 벡터의 시계열이 된다. 벡터의 성분은 점간을 잇는 선분의 방향코드, 점간을 잇는 선분의 길이, 점간에 있어서의 펜끝의 ON/OFF를 나타내는 값으로 구성된다. 본 방식에서는 그림 3에 나타낸 360°를 22.5°씩 등간격으로 양자화한 16방향 코드를 이용한다. 펜끝이 ON, OFF 점간을 각각 ON 선분, OFF 선분이라고 부른다.

3. 대분류매칭

DP매칭에 들어가기 전에 대분류매칭을 행하여 DP매칭의 대상수를 줄여 시스템전체의 계산시간을 짧게 한다. 대분류매칭에는 흘려쓰기를 하여도 필기운동의 변화가 거의 보이지 않는 특징패턴을 이용한다. 특징 패턴으로서는 한글의 최초선분과 최후선분의 방향코드를 이용한다. 이 특징패턴을 이용하여 대분류매칭을 행하여 분류한 자소패턴의 예를 표 1에



(a) input character patterns



(b) results of preprocessing ($C_r=0.9$)

그림 2. 전처리후의 입력패턴 예

Fig. 2. Examples of preprocessed patterns.

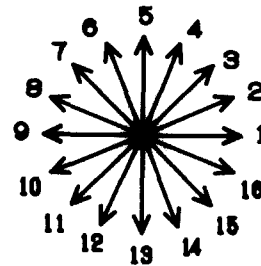


그림 3. 방향코드

Fig. 3. Directional codes.

표 1. 대분류매칭에 이용되어지는 패턴

Table 1. Patterns used at rough classification matching.

- (a) c1의 최초선분의 방향코드에 의한 분류
 - (b) v의 최후선분의 방향코드에 의한 분류
 - (c) c2의 최후선분의 방향코드에 의한 분류
- c1: 초성, v: 중성, c2: 종성

	방향자	분류된 자소패턴의 예
(a)	→	ㄱ ㄷ ㄹ ㄴ ㄷ ㄹ ㄴ ㄷ ㄹ ㄴ
	↓	ㄴ ㄹ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄹ ㄴ ㄷ ㄹ
(b)	↓	ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ
	→	ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ
(c)	→	ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ
	↓	ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ ㄷ ㄱ ㄴ

나타낸다. 표 1(a)는 최초의 자음이 가지는 최초선분의 방향코오드에 의한 자소패턴의 분류를 나타낸 것이다. 표 1의 (b)와 (c)는 최후의 자소가 가지는 최후선분의 방향코오드에 의한 자소패턴의 분류를 나타낸다. 표 1(b)는 모음으로 끝나는 한글의 경우의 분류이다.

그림 4에 대분류매칭의 예를 나타낸다. 그림 4(a)는 입력문자패턴 '국'의 예이고, 그림 4(b)는 (a)의 최초선분의 방향코오드와 최후선분의 방향코오드를 나타낸다. 그림 4(c)의 '낙'과 '멧'은, 최초선분의 방향코오드가 입력문자패턴 '국'의 최초선분의 방향코오드와 일치하지 않기 때문에 대분류매칭이 실패한다.

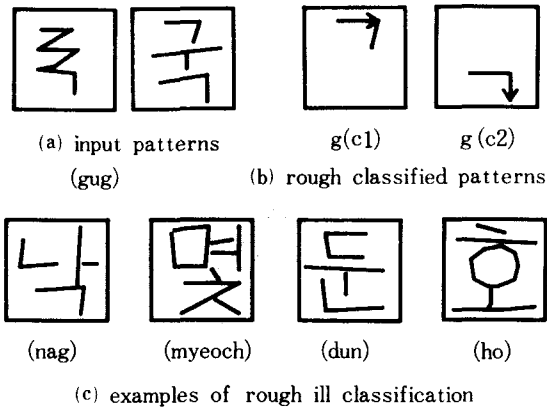


그림 4. 대분류매칭의 예
Fig. 4. Examples of rough classification.

4. 표준자소패턴의 작성과 표준문자패턴의 합성

본 방식에서는 자소의 조합에 의해 합성되는 한글의 구조상의 특징을 살려, 표준자소패턴의 합성에 의해 작성한 표준문자패턴을 DP매칭에 이용한다. 표준자소패턴은 하나의 자소에 대하여 그 자소가 갖는 자소의 형태 수 만큼 준비한다. 자소의 형태는 한글을 구성하는 다른 자소와의 관계에 의해 정하여진다. 그림 5는 한글자소의 배치구조와 자소의 형태를 나타낸다. c1은 c2의 유무 또는 모음v의 종류에 따라서 6개의 자소의 형태를 가진다. v1, v2, v3는 c2의 유무에 의해 2개의 자소의 형태를 가진다. c2는 v1, v2, v3의 뒤에 각각 따르는 3개의 자소의 형태를 가진다. 예를 들어 그림 5(c)의 '가'는 c1·v1의 자소의 형태이고, '곰'은 c1·v2·c2의 자소의 형태이기 때문에, 자소패턴 'ㄱ'의 배치와 형태가 서로 틀림을 알 수 있다.

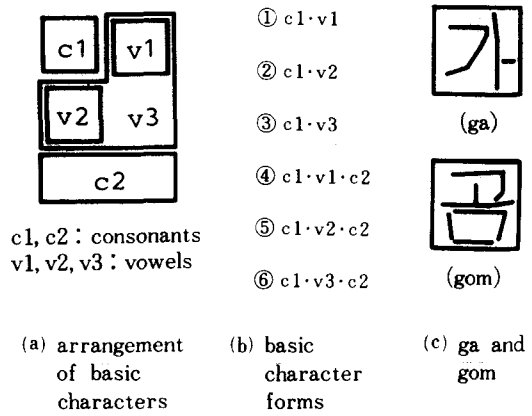


그림 5. 한글자소의 배치구조와 자소의 형태
Fig. 5. Arrangement of Korean basic characters and Korean basic character forms.

표준자소패턴은 각종 자소의 형태를 갖는 한글의 활자 패턴을 이용하여 작성한다. 활자패턴으로 부터 골격을 이루는 점의 좌표와 이웃하는 점을 잇는 선분의 ON/OFF 값을 추출하므로써, 표준자소 패턴을 작성한다.

그림 6은 표준자소패턴의 조합에 의해 합성한 한글의 표준문자 패턴의 예이다. 한글을 구성하는 자소의 형태를 조사하여 그 자소의 형태를 갖는 표준자소패턴을 c1, v, c2의 차례로 OFF선분으로 이용함으로써 표준문자 패턴을 합성한다. 합성에 의한 표준문자 패턴의 생성으로 인하여, 모든 한글 음절에 대하여 표준문자패턴을 갖는 것이 아니고, 한글을 구성하는 표준자소패턴만을 가짐으로 시스템의 구성을 간단히 할 수 있다. 또한, 표준문자패턴을 수정해야 할 경우에도 표준문자를 구성하는 자소의 표준자소패턴만을 수정하므로써, 그 표준자소를 포함하는 모든 표준문자 패턴을 수정할 수 있다.

가	각	간	간	갈	감	갑
객	건	겉	검	겉	갱	갈
건	겉	검	겉	겉	겉	겉
겨	격	견	결	검	겉	경

그림 6. 표준문자패턴의 합성에
Fig. 6. Examples of composition of standard characters.

C1과는 달리 C2에는 복합중성(ㄴㅇ, ㄹㅇ 등)이 오는데 본 논문에서는 알고리즘 구성의 단순화를 위해 각각의 복합 중성은 하나의 자소패턴으로 규정하여 표준자소패턴을 작성하였다.

5. 자소패턴추출기능을 부가한 DP 매칭

한글의 자소는 단순한 구조의 자소에 점차로 선분을 추가하므로써 발전적으로 생성된다. 이들 자소의 조합에 의해 합성되는 한글에는 유사한 문자가 많다. 이 때문에 입력문자패턴과 표준문자 패턴간의 대응하는 선분들의 매칭만으로는 DP매칭에서 문자간의 정확한 거리를 산출하기가 곤란하다. 유사한 문자패턴의 예를 그림 7에 나타낸다. 그림 7(b)의 '죽'은 점선으로 둘러싸인 선분을 그림 7(a)의 '속'을 처음 쓰기시작할 때에 추가하므로써 생성할 수 있다. 그림 7(c)와 (d)의 '밭'과 '밭'의 경우도 마찬가지로, '밭'의 점선으로 둘러싸인 선분을 '밭'에 추가하므로써 '밭'을 생성할 수 있다. 하나의 선분 이외에는 동일한 패턴이기 때문에, 양 패턴간의 거리가 최소가 되도록 선분을 대응시키는 DP매칭을 사용할 경우, 패턴간의 정확한 거리를 산출하기가 곤란하다. 표준문자패턴과 같은 문자이지만 패턴의 변동이 큰 입력문자패턴과의 거리가, 문자는 서로 다르지만 유사한 문자패턴간의 거리보다 클 경우, 인식을 바르게 행할 수 없게 된다.

DP매칭을 행할 때에 자소패턴추출을 병행하므로써, 유사한 문자패턴간의 거리를 비교적 정확하게 산출할 수가 있다. 자소패턴 추출기능에 의해, 입력문자패턴이 인식문자의 구성자소인 표준자소패턴을 갖는가 어떤가를 명백히 할 수 있다. 표준문자 패턴과 같은 문자의 입력패턴은 표준문자패턴을 합성하는

자소패턴을 포함하고 있어야 하며, 또한, DP매칭의 결과가 최소가 되어야만 한다.

입력문자패턴과 표준문자패턴과의 거리산출에는 식(4)와 식(5)를 이용한다. 식(4)의 $d(i, j)$ 는, 전처리 후의 입력문자패턴을 구성하는 i 번째 벡터와, 표준문자패턴을 구성하는 j 번째 벡터와의 패턴간 거리를 나타낸다. 식(5)의 $g(i, j)$ 는, 입력문자패턴을 구성하는 i 번째까지의 벡터시계열과, 표준문자패턴을 구성하는 j 번째까지의 벡터시계열과의 패턴간 거리를 나타낸다. 식(4)와 (5)를 이용하여 패턴간의 거리산출을 행할 때에, 패턴의 대응하는 선분의 방향코오드의 차 K 가 $0 \leq K \leq 3$ 의 조건을 만족하는지 어떠한지에 의한 페널티 W_a , 선분의 ON/OFF 값이 일치하는지 어떠한지에 의한 페널티 W_p , 자소패턴의 추출이 성공하는지 어떠한지에 의한 페널티 W_r 를 이용한다.

$$d(i, j) = W_a + W_p + W_r \tag{4}$$

- W_a : 방향각의 차에 의한 페널티
- $W_a = 0 : 0 \leq K \leq 3$
- $10 : K \geq 4$
- $K = \min(|a_i - b_j|, 16 - |a_i - b_j|)$
- a_i, b_j : 방향각
- W_p : 선분의 ON/OFF에 의한 페널티
- $W_p = 0$: 선분의 ON/OFF 일치
- $9W_a + 10$: 선분의 ON/OFF 불일치
- W_r : 자소패턴추출에 의한 페널티
- $W_r = 0$: 자소패턴추출성공
- 1000 : 자소패턴추출실패

$$g(i, j) = \min \{ g(i-1, j) + d(i, j), g(i-1, j-1) + 2d(i, j), g(i, j-1) + d(i, j) \} \tag{5}$$

자소패턴추출은 자소패턴의 기술을 참조하여 행한다. 본 방식에서 자소패턴의 기술에 이용되는 요소로서는, (1)방향코오드($1 \leq d \leq 16$), (2)방향코오드의 회전방향, (3)방향코오드의 회전량(R_a), (4)선분의 ON/OFF(S_{on}, S_{off}) 등이 있다. 기술하는 추출용 자소패턴의 특징에 맞추어, 이들 요소들을 조합한 프로시쥬어의 형태로 기술을 행한다. 그림 8은 본 연구에서 이용하는 방향코오드의 회전량을 나타낸다. 한글에 있어서 방향코오드의 회전방향, 회전량은, 흘려쓰기를 하여도 정성들여 쓴 문자에 비해, 크게 변하지 않는 것이 실험에 의해 밝혀졌다.

자소패턴 'ㄱ'은 (1)최초선분의 방향코오드($d = 1, 2, 3$ or 16), (2)우회전방향코오드(C_{right}), (3)방향코오드의 회전량($80^\circ \leq R_a \leq 180^\circ$), (4)최후선분의 방향

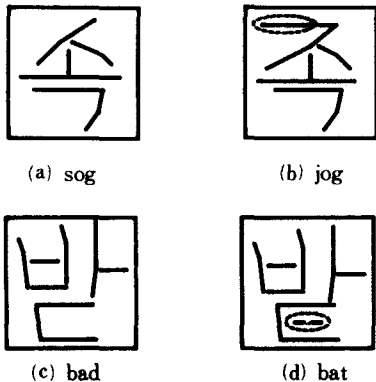


그림 7. 유사한 문자패턴의 예
Fig. 7. Examples of similar character patterns.

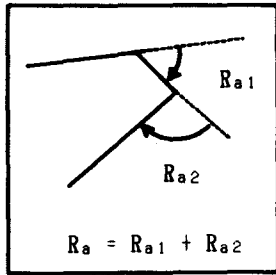


그림 8. 방향코오드의 회전량
Fig. 8. Rotation quantity of directional codes.

코오드($9 \leq d \leq 13$), (5) 모든 선분은 ON 선분($S_i = S_{on}$, $1 \leq i \leq I$, I : 선분 수)와 같은 프로시쥬어에 의해 기술된다. 그림 9는 위와 같은 기술에 의해 추출가능한 자소패턴의 몇가지 예를 나타낸 것이다.

자소패턴추출기능을 갖는 DP매칭의 예를 그림 10에 나타낸다. 그림 10은 입력문자패턴 '간'과 표준문자패턴 '간'과의 DP매칭의 예이다. i, j 축의 선분패턴들은 축을 따라 ON/OFF 선분들을 연결하면, 입력문자패턴과 표준문자패턴을 각각 합성한다. 그림 10의 $g(I, J)$ 의 I, J 는 각각 입력문자패턴과 표준문자패턴을 구성하는 벡터시계열의 벡터수이며, $g(I, J)$ 는 두 문자패턴간의 총 거리를 나타낸다. 그림 10의 ●점을 잇는 선은 최소값의 $g(I, J)$ 를 구하였을 때의 최소값의 $g(i, j)$ 의 경로이다. 표준문자를 합성하는 표준자소 'ㄱ', 'ㅏ', 'ㄴ'의 자소패턴추출은 입력문자패턴을 합성하는 ON/OFF 선분을 차례로 따라가며 행한다. 예를들면, 'ㄱ'의 추출은 $g(i, j)$, ($1 \leq i \leq I$, $j = 1$)를 구할 때에 행하여진다. 자소패턴의 추출이 시도되어 지는 부분을 그림 10의 가로 횡선으로 나타냈다. ○, △, □으로 둘러싸인 ●점에 의해 대응되어 있는 선분은, 자소패턴추출에 의해 추출된 자소패턴의 최초선분이다. ○, △, □으로 둘러싸인 ●점에서는 자소패턴추출이 성공하므로, 식(4)의 자

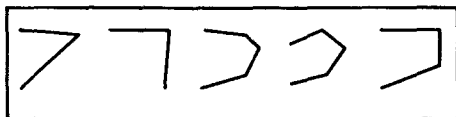


그림 9. 자소패턴「ㄱ」(g)의 기술에 의해 추출되는 자소패턴의 예
Fig. 9. Examples of extracted basic character patterns by description of basic character pattern「ㄱ」(g).

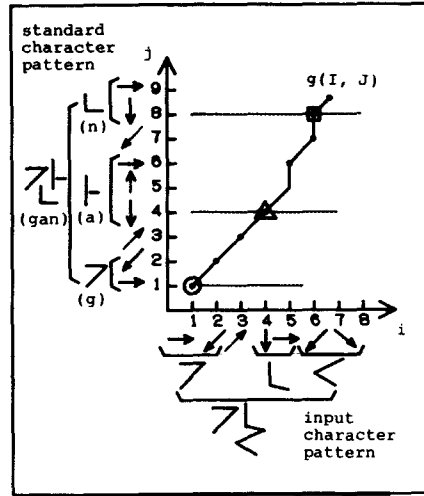


그림 10. 자소패턴추출기능을 가진 DP매칭의 예
Fig. 10. An example of DP matching with extraction function of basic character patterns.

소패턴추출의 성공, 실패에 따르는 페널티 W_j 가 0이다. 이 점에서의 $d(i, j)$ 는 자소패턴추출이 실패하는 가로 점선상의 다른 $d(i, j)$ 의 값보다, 자소패턴 추출의 실패에 의한 페널티 W_j 의 값만큼 작다. 이것은 자소패턴추출이 성공하는 ●점의 $d(i, j)$ 가, 최소값의 $g(I, J)$ 를 구하는 경로상에 있도록 구축을 가한다. 이 구축에 의해 두 패턴의 선분들을 정확하게 대응시키는 것이 가능하다.

III. 인식실험

문자인식시스템을 구성하기 위한 학습샘플은 모든 종류의 자음과 모음을 포함하고 있고, 사용빈도가 비교적 높은 1316자의 한글을 사용하였다. 인식실험에 사용된 미지의 샘플은 학습샘플중에서 홀려쓰기로 인해 발생하는 다양한 자형의 변형과 이어 쓰여진 자형을 포함하는 250자를 선정, 이를 5명으로 하여금 각각 쓰도록 하여 얻은 총 1250자이다. 필기시 지시 사항으로서의 홀려 쓰기를 하여도 무방하나, 입력문자패턴으로 부터 인식시스템이 충분한 샘플점열을 수집할 수 있도록 필기속도를 약 1.5~2배로 늦추어 필기하도록 필기자에게 지시하였다. 본 시스템에서는 홀려 쓴 문자패턴 가운데에서 그 문자를 구성하는 자소를 추출할 수 없을 정도로 흐트러진 패턴에 대해서는 인식대상밖으로 하였다. 미지의 샘플에 대하여 인식실험을 행한 결과 92%의 정인식율을 얻었다. 전처리 단계에서의 실패와 자소패턴추출에서의

실패에 의한 리젝트율은 3%였다. 자소패턴 추출의 실패는 추출용의 자소패턴의 기술이 너무 엄격하였음에 기인한다고 고찰된다. 대부분류 매칭을 행함으로써 약 67%의 표준문자패턴을 자소패턴추출기능을 갖는 DP매칭의 대상으로부터 제거할 수 있었다. 입력문자는 타블렛상의 2cm×2cm의 테두리 안에 필기하도록 하였으며, 문자의 표현 정도는 64×64이다.

인식실험에 사용한 문자패턴의 예를 그림11, 12에 나타낸다. 그림11은 정인식된 패턴의 예이다. 그림11(a)의 입력문자패턴에 대하여 전처리가 행해진 결과, (b)에 나타낸 바와 같이 ■로 표시된 대표점이 추출되었다. 이들 대표점들을 선분으로 이은 패턴이 그림11(c)이다. 그림11(d)는 흘려 쓰기를 하지 않았을 때의 문자패턴이다. 그림11(e)에는 될 수 있는대로 다양한 자소를 포함하는 정인식된 문자패턴을 나타

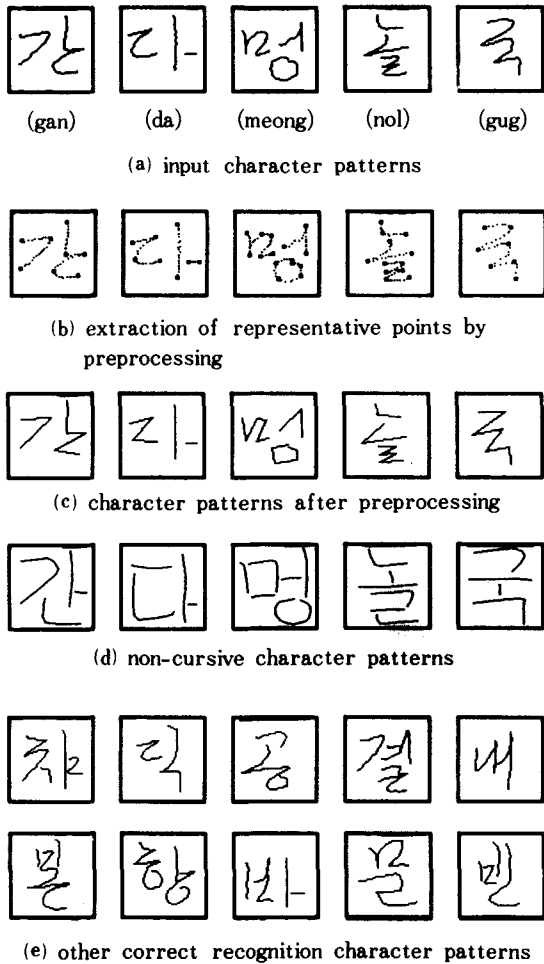


그림11. 정인식된 패턴의 예
Fig. 11. Examples of correct recognition.

내었다. 흘려쓴 결과, OFF선분이 ON선분으로 되는 등의 변동으로 인해 흘려쓰기를 하지 않은 문자패턴에 비해 패턴의 형태가 찌그러져 있으나, 필기운동의 변동이 본 인식시스템에 의해 유연하게 흡수되었음을 그림11을 통하여 알 수 있다. 자소패턴추출기능의 도입에 의해 자소패턴을 부분패턴으로 하여 자소패턴의 변형을 조사하는 것이 가능하였다. 그림12는 오인식된 문자패턴의 예이다. 그림12(a)의 입력 문자패턴은 그림12(e)에 보이는 명조체의 패턴처럼 생겨 고한 결과, 획의 머리부분에 그림12(f)의 점선으로 둘러싸인 부분처럼, 불필요한 패턴이 첨가 되었다고 생각된다. 불필요한 패턴이 전처리의 단계에서 떨어져 나가지 않았기 때문에 정인식에 실패 하였다. 심한 흘려쓰기로 인해 그림12(g)의 ‘자’는 ‘ㅈ’의 패턴 특징이 불분명하게 되었기 때문에, 본 시스템에 의해 ‘다’로 오인식된 예이다. 같은 원인으로 그림12(h)의 ‘빚’은 ‘ㅈ’의 자소패턴추출이 실패하고 대신에 ‘ㄴ’이 추출되었기 때문에 ‘빈’으로 오인식된 예이다.

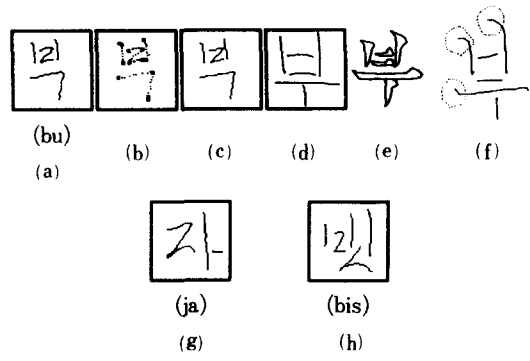


그림12. 오인식된 패턴의 예
Fig. 12. Examples of ill recognition.

IV. 결 론

본 논문에서는 DP 매칭법을 확장하여 한글에 응용 하므로써 흘림체 한글의 온라인 인식을 행하는 수법에 대하여 논하였다. 본 방식에서는 DP매칭을 행하기 전에 대부분류매칭을 행하므로써 처리대상이 되지 않는 표준 문자패턴을 제거한다. 대국적 패턴특징을 이용하는 대부분류 매칭에 의해 DP매칭의 대상을 감소시켜, 시스템의 효율화를 실현하고 있다. 본 방식은 DP매칭에 자소패턴의 추출기능을 가지게 한 확장된 DP매칭법을 이용하여, 흘림체 한글의 입력문자패턴과 표준문자패턴간의 정확한 거리를 산출

한다. 확장된 DP매칭법에 의해 흘림체 한글에서의 필기운동 변화를 흡수할 수 있었고, 비교적 안정되게 스트로-크를 분리해 낼 수 있었다. 앞으로, 학습등의 수법을 도입하여 표준자소패턴의 기술을 자동화하므로써 보다 광범위한 형태의 흘림체를 수용하여 시스템 전체의 인식율을 제고시키는 방법을 검토할 예정이다.

参 考 文 献

- [1] 菰田, 中川, 高橋: "オンライン手書き文字認識における, サブパターンの導入による略字, くずし字, 筆順誤りへの対応," 일본전자정보통신학회논문지(D), J70-D, 4, pp. 777-784, 1987, 4.
- [2] 佐藤, 足立: "走り書き文字のオンライン認識," 일본전자정보통신학회논문지(D), J68-D, 12, pp. 2116-2122, 1985, 12.
- [3] 石井, 康雄: "ストローク代表點に着目したオンライン手書き漢字認識," 일본전자정보통신학회논문지(D), J69-D, 6, pp. 940-948, 1986, 6.
- [4] 김태균, 安居院, 中嶋: "多段翻譯による オンラインハングルの認識," 일본전자정보통신학회 논문지(D), J68-D, 2, pp. 177-184, 1985, 2.
- [5] 이회동, 김태균: "보강문맥자유문법을 이용한 필기체한글 온라인 인식," 대한전자공학회논문지, 제24권, 5호, pp. 37-44, 1987, 9.
- [6] 김태균, 安居院, 中嶋: "屬性文法による 走り書きハンダルのオンライン認識," 일본전자정보통신학회논문지(D), J68-D, 4, pp. 797-804, 1985, 4.
- [7] H. Sakoe and S. Chiba: "Dynamic programming algorithm optimization for spoken word recognition," *IEEE Trans. Acoust. Speech & Signal Process.* ASSP-26,1, pp. 43-49. Feb. 1978.
- [8] 이회동, 安居院, 中嶋: "DPマッチング法を應用した走り書きハンダルのオンライン認識," 일본전자정보통신학회 기술연구보고, PRU87-71, 1987, 12.
- [9] 吉田, 迫江: "スタックDPマッチングによる オンライン手書き文字認識," 일본전자정보통신학회 기술연구보고, PRL83-29, 1983, 9. *

著 者 紹 介



金 太 均(正會員)

1971年 2月 서울대학교 공업교육학과 졸업 공학사학위 취득. 1978年 3月 동경공업대학 대학원 물리정보공학 전공 공학석사학위 취득. 1979年 11月~1980年 5月 미국 Purdue대학 객원교수. 1983年 9月~1985年 12月 일본 동경공업대학 객원교수 공학박사학위 취득. 1974年~현재 충남대학교 공과대학 전자계산기 공학과 부교수. 주관심분야는 패턴인식, 영상처리, 마이크로 프로세서응용, 컴퓨터에니메이션 등임.



李 曺 東(正會員)

1982年 경북대학교 전자공학과 졸업. 1986년 일본 동경공업대학 대학원 물리정보공학전공 석사과정 졸업. 현재 동대학원 물리 정보공학 전공 박사과정 재학중. 주관심분야는 자연언어 이해, 패턴인식 등임.



安居院 猛 (正會員)

1959年 일본 동경공업대학 전기과 졸업. 1964年 동대학원 박사과정 졸업 공학박사학위 취득. 현재 동 대학 상정보공학연구시설 교수. 1977年, 1978年, 1985年 일본 인쇄학회 논문상수상. 저서 「畫像工学の基礎」(昭晃堂), 「コンピョークグラフィックスの技法」(新オーム文庫). 주관심분야는 제어이론, 인사기 기 컴퓨터 애니메이션 등임.



中島 正之 (正會員)

1969年 일본 동경공업대학 전기과 졸업. 1975年 동대학원 박사과정 졸업 공학박사학위 취득. 현재 동 대학 상정보공학 연구시설 조교수. 1977年, 1980年, 1985年 일본 인쇄학회 논문상수상. 저서 「畫像工学の基礎」(昭晃堂), 「パソコングラフィックス入門」(オーム社). 주관심분야는 컴퓨터 그래픽스, 화상처리 등임.