

# 영문 대문자의 획간 조합 순서를 이용한 온라인 필기의 문자열 인식

조현철, 김우생

광운대학교 컴퓨터과학과 멀티미디어 연구실

## On-line word recognition of continuous English handwriting by mixture of stroke

Hyunchul Cho, Woosaeng Kim  
Department of Computer Science, Kwangwoon University

### 요약

온라인 필기 문자의 경우에는 필기의 변형이 심하고 문자간의 분리가 힘들기 때문에 인식률이 낮은 실정이다. 본 논문에서는 영문 대문자의 자유로운 필기를 인식할 수 있는 방법으로 영문 대문자의 필기시에 발생하는 획간 조합의 특징을 사용하여 인식하는 알고리즘을 제안한다.

### 1. 서론

최근 들어 펜 컴퓨터 하드웨어 기술의 발달에 따라 온라인 문자인식을 이용한 응용이 증가하고 있으며 제반 연구도 활발히 진행중이다. 온라인 문자인식은 사용자에게 키보드 사용의 거부감을 제거하고 종이에 필기하는 것과 같은 자연스러운 인터페이스를 제공하는데 목적이 있다.

그러나 흘려 쓴 필기의 경우 필기자와 필기자의 환경에 따라 같은 문자라도 하더라도 변형이 심하며 연속하여 여러 문자를 필기할 때 각 문자를 제대로 분리(Segmentation)하기가 쉽지 않다[1]. 특히 온라인 흘려 쓴 필기에서 문자가 실시간에 연속적으로 필기될 경우 각 문자를 인식하지 않고 분리하는 것은 어려운 일이다[2]. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법 중에 하나가 필기시에 발생하는 획간의 특징을 신경망등의 인식기를 사용하여 문자인식에 이용하는 방법이다. 필기된 획의 모양을 몇 개의 정해진 모양(획의 모양)으로 인식한 후 여러 개의 인식된 획을 하나의 문자를 만들어 가는 방법으로 각각의 문자를 인식한 후 사전에 의해 인식 가능한 후보 문자열들을 인식결과로서 보여주는 방법들이 제안되었다[3][4].

본 논문에서는 영문 대문자는 최대 몇 개의 획들의 조합으로 이루어질 수 있다는 특성을 온라인 필기체 인식에 적용하는 방법을 사용하였다. 제안하는 알고리즘은 영문 대문자의 획간 조합 순서를 이용하여 연속 필기된 문자들을 온라인으로 인식할 뿐 아니라 문자간의 분리(Segmentation)문제를 동시에 해결하는 새로운 방식이다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 획간 조합순서를 이용한 인식 방법에 대해 설명하고 3장에서는 전처리, 특징추출과 신경망 구성, 후처리 방법 4장에서는 제안된 문자인식 방법의 성능평가 그리고 마지막으로 5장에서는 결론과 앞으로의 연구 방향에 대해 설명한다.

### 2. 획간 조합 순서를 이용한 인식 방법

사람이 자연스럽게 필기할 경우 영문 대문자는 최대 3개의 획 이내의 조합으로 하나의 문자가 완성된다고 가정하고 이러한 가정을 바탕으로 문자인식과 분리를 시도하였다.

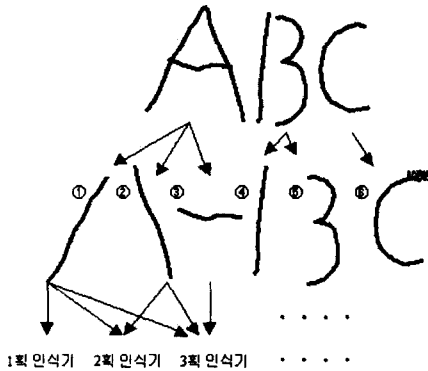
번호	문자	1획	2획	3획	번호	문자	1획	2획	3획
0	A		○	○	13	N	○	○	○
1	B	○	○		14	O	○	○	
2	C	○			15	P		○	
3	D		○		16	Q	○	○	
4	E		○	○	17	R		○	○
5	F		○	○	18	S	○		
6	G		○	○	19	T		○	
7	H			○	20	U	○		
8	I			○	21	V	○	○	
9	J		○		22	W	○	○	
10	K		○	○	23	X		○	
11	L	○			24	Y		○	○
12	M	○	○	○	25	Z	○		

<표 1> 영문 대문자의 획간 조합

<표1>에서 보는 바와 같이 하나의 영문 대문자는 1개 획만으로 완성될 수도 있고 2개 또는 3개의 획으로 완성이 될 수 있다. 이것은 연속적인 획들이 전자펜등을 통해 입력되었을 때 획의 순서대로 첫 번째 획은 1획 인식기에 첫 번째 획과 두 번째 획을 합쳐 2획 인식기에 첫 번째, 두 번째, 세 번째 획을 합쳐 3획 인식기에 입력한 후, 1획으로 구

성된 문자인지 또는 2획 3획으로 구성된 문자인지를 해당 획 인식기에  
서의 결과에 따라 판단할 수 있다.

좀 더 구체적으로 <그림 1과>같이 'ABC'라는 문자를 테블릿에 필기  
했을 경우 획은 'ㄷ', 'ㄴ', 'ㄹ', 'ㄷ', 'ㄷ', 'ㄷ'의 6개의 획으로 나눌 수 있을  
것이다. 그러면 1획 인식기에는 'ㄷ'획이, 2획 인식기에는 'ㄷ', 'ㄴ'이 그리  
고 3획 인식기에는 'ㄷ', 'ㄴ', 'ㄹ'이 입력이 된다. 1획 인식기에서는 1획  
으로 인식 가능한 문자만을 인식하기 때문에 'ㄷ'가 하나의 문자로 인식  
이 되지 못하고 2획 인식기에도 마찬가지로 'ㄷ', 'ㄴ'을 하나의 문자로 인식  
하지 않는다. 3획 인식기는 'ㄷ', 'ㄴ', 'ㄹ'을 3획으로 인식 가능한 해당  
문자에 A가 학습되어 있기 때문에 A로 인식을 한다. A로 인식한 다음  
에는 B와 C도 같은 과정에 의해서 B는 2획 인식기에서, C는 1획 인식  
기에서 각각 B, C 문자로 인식된다.



<그림 1> 획 조합을 이용한 인식

문자를 필기할 때 또는 획이 시작할 때 또는 끝날 때 삐침을 발생하  
는 경우가 있다. 이것은 부정확한 필기 습관이나 테블릿의 문제로 인한  
성 있는 특징추출에 문제가 될 수 있기 때문에 제거되어야 한다. 본 논  
문에서는 혹은 획의 시작이나 끝에서 발생한다는 가정에서 앞뒤의 몇  
개의 점들을 평활화 과정 이전에 제거함으로써 혹은 제거하였다.

③ 거리 여과(Distance Filtering)

평활화를 통해 생성된 점들은 연결 가능한 모든 점들을 포함하고 있  
기 때문에 특징 추출을 위해서는 몇 개의 점들만 선택되어야 한다. 본  
논문에서는 한 획에서 40개의 특징점을 사용하기 때문에 평활화를  
거쳐 생성된 점들 중에서 40개의 중간격의 점들만을 거리 여과를 통하  
서 생성한다.

3.2 특징 추출(Feature Extraction)

인식기를 통해서 문자를 인식하기 위해서는 인식기에 입력할 특징정  
보가 필요하다. 본 논문에서는 인식할 대상의 특징으로 획의 8-방향코  
드를 사용하고 있다. 각 획은 거리 여과를 통해 생성된 40개점들로부터  
40개의 방향코드를 생성한다.

3.3 신경망 구성

3. 인식기 구성

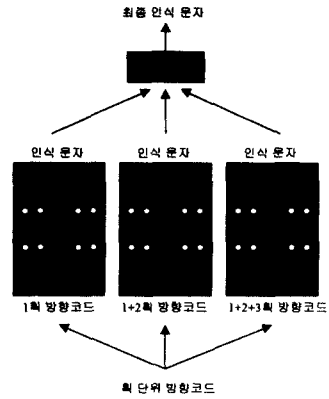
3.1 전처리(Preprocessing)

테블릿에 필기된 정보는 사람에 따라 다르기 때문에 인식 오류를 최  
소화하기 방법으로 전처리가 요구된다. 일반적으로 온라인 인식에서의  
전처리 기법은 인식에 불필요한 잡영을 제거하고 데이터의 처리량을  
감축하기 위한 잡영제거 (Noise Reduction), 필기된 문자의 위치, 크기  
등을 일치시키기 위한 정규화 (Normalization), 입력 데이터를 문자 또  
는 단어 단위로 분리하는 외부분리 (External Segmentation)등으로 분  
류할 수 있다. 본 논문에서는 평활화, 흑제거, 여과 방법 등의 잡영제거  
방법을 주요한 전처리 방법으로 사용했다.

① 평활화(Smoothing)

사용자마다 필기되는 속도가 다르기 때문에 생성되는 점의 간격이 일  
정하지 않다. 이러한 현상을 교정해 주기 위해서 생성된 시작점과 끝점  
사이에서 일정한 간격으로 새로운 점을 생성하는 방법을 사용했다.

② 흑제거(Dehooking)



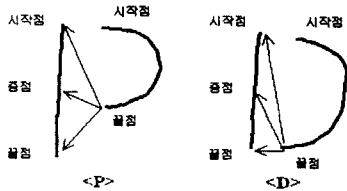
<그림 2> 인식을 위한 신경망 구조

필기된 문자를 인식하기 위한 인식기로 본 논문에서는 신경망을 사용  
하고 있다. 획의 특징점들의 방향코드를 인식기의 입력으로 사용하고  
있으며 3개의 신경망을 통해 그 문자를 인식하게 된다. 3개의 신경망은  
1획으로 문자가 되는 1획 신경망, 2획으로 문자가 되는 2획 신경망, 그  
리고 3획으로 문자가 되는 3획 신경망으로 구성되어 있다. 각 신경망의  
입력값들은 전처리를 거친 방향코드 값이다. 하나의 획에서는 40개의  
방향코드가 계산되어 지기 때문에 1획 신경망에서는 40개의 방향코드,  
2획 신경망에서는 80개의 방향코드, 그리고 3획 신경망에서는 120개의  
방향코드가 신경망의 입력으로 사용된다. 은닉층의 수는 1개로 하였으  
며 학습 알고리즘은 오류 역전파 알고리즘을 사용했다. 출력노드는 각  
인식망이 인식하는 글자수 + 1(인식할 수 없음을 표시하는 노드)이며

각각 11개, 15개, 9개의 출력노드를 가지고 있다.

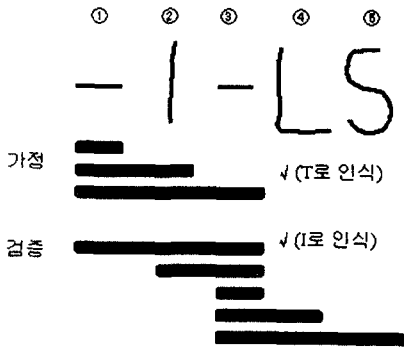
### 3.4. 후처리

제안된 알고리즘에서는 방향코드만을 인식을 위한 주요 특징으로 사용하고 있기 때문에 <그림 3>의 P,D의 경우처럼 방향코드가 유사 하지만 전혀 다른 문자인 경우에는 잘못된 인식 결과를 나타낼 수 있다. 모호한 문자인 경우 획간 시작점, 중점, 끝점간의 거리 특징을 사용했다. 예를 들면 P와 D의 경우에 2획의 끝점이 1획의 중점과 가까우면 P 2획의 끝점이 1획의 끝점과 가까울 경우에는 D가 된다.



<그림 3> 획간 거리 특징 사용 문자 분리

또한 획간 조합 순서에 의해서 인식되는 결과가 다르게 나타날 수도 있다. 'ILS'와 같은 필기의 경우에는 획은 '-', 'l', 'L', 'S'로 필기할 수 있는데 앞의 두 획 '-', 'l'가 2획 신경망의 T로 오인식될 수 있다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 인식된 결과를 바로 인식 문자로 결정하지 않고 그 인식된 문자를 기초로 해서 다음 문자를 인식해서 바르게 결과가 나올 경우에 한 제대로 된 인식 문자로 취급한다. <그림 4>와 같이 'ILS'와 같은 필기의 경우 ①②획에 의해서 T로 인식될 수 있고 ①②③획에 의해서 I로 인식될 수도 있다. 만약 ①②획의 T로 인식이 된다면 ③획부터 검증을 시작하게 된다. ③획을 시작으로 해서 인식될 수 있는 문자가 없기 때문에 T는 거절되고 I로 인식된다.



<그림 4> 인식 과정

### 4. 구현 및 성능 평가

전체적인 인터페이스를 위해 비주얼 베이직을 사용하였고 필기를 위한 태블릿으로 WACOM 6x8을 사용하였다. 신경망 라이브러리 제작을 위해 비주얼 C++을 사용하였고 관련 API를 사용하였다.

성능 평가를 위해 각각의 알파벳 대문자를 20회 학습시킨 후 각각의 인식률을 측정했으며 결과는 <표 2>와 같다. 개별 단어 인식률의 측정 방법은 50개의 문자를 필기한 후 인식기의 결과와 기대값과의 차이를 측정했으며 모호한 글자(U,V와 같은)외에는 대부분 정확한 결과를 얻을 수 있었다. 문자열의 인식률에 있어서는 3자에서 9자 정도의 단어 50개 정도를 필기한 후 측정한 결과로서 글자수가 적은 경우(2-3자)의 경우에는 인식률이 90%이상을 보이고 있으나 글자수가 많아질수록 인식률이 낮아졌다. 이는 혼련량이나, 사전에 의한 후처리 기법, 순위 적용에 의한 후보 문자 선정 방법 등이 아직 고려되지 않은 결과에서 기인하는 것으로 보인다. (오인식은 인식결과가 기대결과와 일치하지 않은 경우를, 미인식은 인식기가 인식하지 못하는 필기를 의미한다.)

인식방법	인식	오인식	미인식
문자	98.0	2.0	0
문자열	83.3	14.7	2.0

<표 2> 문자, 문자열 인식률

### 5. 결론

본 논문에서는 영문 대문자의 온라인 필기체를 인식하기 위한 방법으로 연속 필기된 획의 조합을 이용하여 신경망을 통해 인식하는 방법을 제안하였다. 비교적 간단한 특징인 방향코드만을 사용하여 획을 구분하고 획간 조합을 통해 문자를 분리해 내는 방법을 사용하여 영문 대문자 필기를 인식함에 있어서 좋은 결과를 나타낼 수 있음을 보였다.

후후 과제로는 후처리 등에서의 사전 사용과 현재 방향코드만을 특징으로 사용할 경우 발생할 수 있는 모호한 글자 문제를 해결하기 위한 특징 추출이 보완되어야 할 것이다. 또한 많은 사람들의 필기 데이터를 학습시켜 인식률을 높이는 과제가 남아있다.

### 6. 참고문헌

[1] 이성환, "문자인식 I", 홍릉과학 출판사, 1998.  
 [2] C.C.Tappert, C.Y.Suen&T.Wakahara, "The State of the Art in On-line Handwriting Recognition", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1990.  
 [3] Jonathan J.Hull, Tin Kam Ho, John Favata, Venu Govindaraju, and Sargur N. Srihari, "Combination of Segmentation-Based and Wholistic Handwritten Word Recognition Algorithms", IWFHR, 1991.  
 [4] J.Camillerapp, G.Lorette, G.Menier, H.Oulhadj, J.C.Pettier, "Off-line and On-line Method for cursive handwriting Recognition", IWFHR, 1991.