

# 중간점 알고리즘을 이용한 신경회로망 필기체 패턴인식

소아람<sup>o</sup> 신병석

인하대학교 컴퓨터공학과

forgott@hanmail.net, bsshin@inha.ac.kr

## Neural Network Handwriting Recognition Using Middle Point Algorithm

Aram So<sup>o</sup> Byeong-Seok Shin

Inha University

### 요 약

본 논문에서는 문자 인식의 특징 선별 방법으로 중간점 알고리즘을 이용하는 방법을 제안한다. 영상자료의 특징들로부터 중간점을 선별하고 심볼패턴을 이용하여 필기체 문자를 인식한다. 이 방법은 사전에 많은 심볼 패턴을 학습해야 하지만 한글과 영어의 높은 인식률을 보이고 있으며, 특히 복잡한 문자들의 경우 좋은 결과를 낸다. 여기서는 중간점 알고리즘으로 입력된 데이터를 심볼 패턴과 비교하고, 심볼 영역에 의해 최적 판별 기저를 탐색한 후, 그것을 특징으로 선택한다. 또한 사전 기능과 투영도 기능을 구현하여 필기체 인식을 이용한 여러 활용 방안을 제시한다.

### 1. 서 론

신경회로망은 패턴 인식, fuzzy reasoning, data analysis 등 많은 분야에서 활용되고 있다. 특히, 패턴 인식 분야에서의 연구는 차세대의 지능형 정보처리 엔진 개발을 실현하는데 매우 중요한 문제로 대두되고 있다.

그러나 신경회로망을 사용하면 인식할 패턴이 너무 복잡 하거나 종류가 많아질 수 있는 문제가 있다. 신경회로망을 학습 시키는데 일반적으로 많이 사용되는 오류역전파 (Error Back Propagation) 방법은 local minima 문제와 인식을 저하 등의 문제가 있다. 현재까지 신경회로망을 사용한 패턴 인식 연구는 방향성을 위주로 하는 chain code가 주를 이루고 있으나 입력 데이터를 방향 성분으로만 처리함으로써 중요한 contextual 효과 및 모호성 문제등을 해결하기 어렵다.

본 논문에서는 입력된 데이터에서 중간점을 찾고, 학습된 심볼과 패턴 매칭을 한다. 그리고 연결된 다른 패턴과의 상관관계를 알아내기 위해 심볼영역 검사를 수행한다. 또한 투영화 기능과 사전 기능을 제공하여 다른 작업의 수행과 무관하게 어려운 문자들을 인식할 수 있도록 한다. 이 방법은 중간점을 파악하여 정확한 필기체 인식을 함으로써 기존의 알고리즘으로 인식하기 어려운 문자들을 인식할 수 있다.

2절에서는 패턴인식 방법에 대해 자세히 소개하고, 3절에서는 구현결과를 설명하고 4절에서 결론을 맺는다.

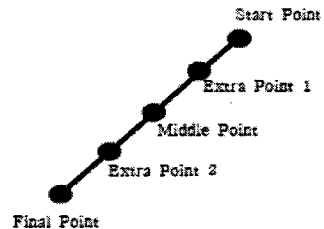
### 2. 대분류에서 사용된 신경회로망 구조와 패턴인식 방법

#### 2.1 중간점 알고리즘(Middle Point Algorithm)

중간점 알고리즘은 화상공간의 특징들을 계수공간의 점들에 대응시킴으로써 특정 물체의 위치를 찾는 방법으로 물체의 위치 정보가 없을 경우에 유용하다.

이전 알고리즘은 특징들을 찾고자 하는 모델에 따라 화상공간과 계수공간간의 대응함수도 달라진다. 따라서 직선과 원의 검출을 위하여 대응되는 함수가 다르다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 중간점 알고리즘을 제시한다.

사용자가 하나의 데이터를 입력 한다고 가정하면 다음 (그림1)과 같이 해석될 수 있다.



(그림1) 대각선의 중간점 검출 원리

(그림1)은 중간점을 찾는 방법을 보여준다. 여기서는 중간점을 이용하여 두개의 임시점을 계산한다. 임시점 1과 2는 중간점을 이용하여 계산된 화상공간의

좌표이다. 이는 인식률을 향상 할 뿐 아니라, 여러가지 언어를 인식 할 수 있는 방안이 된다.

본 논문에서는 중간점 검출을 위하여 배열을 사용하는데 화상공간 상의 입력된 데이터를 이용하여 중간점 검출을 하는 방법이 (그림2) 에 나와있다. 먼저 화상공간에 입력된 좌표들을 배열에 삽입하고, 배열의 길이를 구한다. 그리고 배열의 중간값의 좌표를 이용하여 중간점을 구하고 임시점 1, 2를 계산 할 수 있다.

[0]	[1]	[2]	
Point 1 (X, Y)	Point 2 (X, Y)	Point 3 (X, Y)	...



When you mouse down

	[Index-1]	[INDEX]
...	Point n-1 (X, Y)	Point N (X, Y)

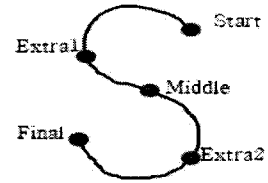
When you mouse up

(그림2) 입력된 데이터를 이용한 중간점 검출

2.2 특징점 추출을 이용한 패턴 매칭

문자에서 획을 추출하기 위한 방법은 문자의 골격선을 중간점 알고리즘으로 추출하여 분기점, 연결점, 시작점, 끝점과 같은 특징점을 추출한다. 그리고 특징점 사이의 세그먼트 화소열을 벡터화하여 분리 및 결합하는 과정을 거친다. 입력된 데이터로 특징점을 추출하여 좌표값을 대입하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

한번의 입력으로 연결된 문자의 경우는 (그림3)과 같이 패턴 매칭이 가능하다. 그러나 다른 다수의 문자들은 여러가지 패턴들의 조합으로 이루어지게 되는데, 이 경우에는 심볼들의 조합을 학습 시키거나, 미리 정의된 심볼과 패턴매칭을 통하여 인식한다.



- start.x > extra1.x
- extra1.x < middle.x
- extra2.x > middle.x
- extra2.x > final.x
- start.y < final.y
- start.y < middle.y ..etc

(그림3) 중간점 알고리즘을 이용한 패턴매칭의 예

2.3 특징점 추출 알고리즘을 사용한 패턴 조합의 예

본 연구에서는 영문자 알파벳을 인식하기 위하여 몇 가지 심볼들을 미리 학습시켰다. 중간점 알고리즘을 통해 이 심볼들과 패턴 매칭을 할 수 있는데, 이를 통하여 다음 (그림4)와 같은 패턴을 추출 할 수 있다. (그림5)는 중간점 알고리즘을 이용하여 문자를 구분하여 이진화를 수행하는 것을 보여준다.

요원화 패다선	원주 패다선	수직							
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

(그림4) 중간점 알고리즘으로 구분한 패턴

	\	/		-	o	o	U	L	7	3	W	M	e	Z	V	J	N	H	주변
A	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11101000000000000000
	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00110001100000000000
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12000000000000000000
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01000001100000000000
	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000001100000000000
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11000000000000000000
	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00110000000000000000
	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11110000000000000000
	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01110000000000000000
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00100000000000000000
B	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00100000000000000000
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01000000000000000000
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000100000000000000
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00100000000000000000
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01000000000000000000
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01000000000000000000
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000000000000000000
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000000000000000000
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000000000000000000
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000000000000000000

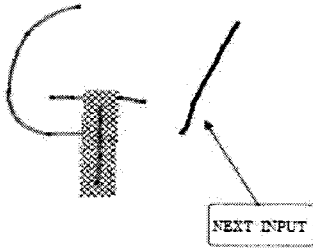
(그림5) 영문자 패턴인식을 위해 학습된 패턴

2.4 심볼 영역(Symbol Area)을 이용한 다수의 문자 인식

본 논문에서는 다수의 문자를 인식하고 조합한다. 이를 통해 여러 문자의 집합인 단어를 인식 할 수 있는 방법을 제시한다.

한개의 문자 내에서 여러 개의 획으로 구성되는 경우에 심볼 영역 내에 위치해야 하며, 심볼 영역의 외부에 위치한 데이터는 다른 문자의 패턴으로 인식하게 된다. 심볼 영역은 입력된 좌표의 시작점과 끝점을 기준한다. 그리고 심볼 영역이 구성 되는 시점은 한 획의 종료와 동시에 동적으로 이루어진다.

다음 (그림6), (그림7)에서는 심볼 영역의 예를 보여준다.



(그림6) 심볼 영역으로 조합된 영문자



(그림7) 다음 문자를 인식 중인 심볼 영역

(그림6)에서는 영문자 하나를 입력한 상태이다. 다음에 입력되는 데이터가 심볼 영역 외부에 있으므로 다른 문자의 패턴으로 인식한다.

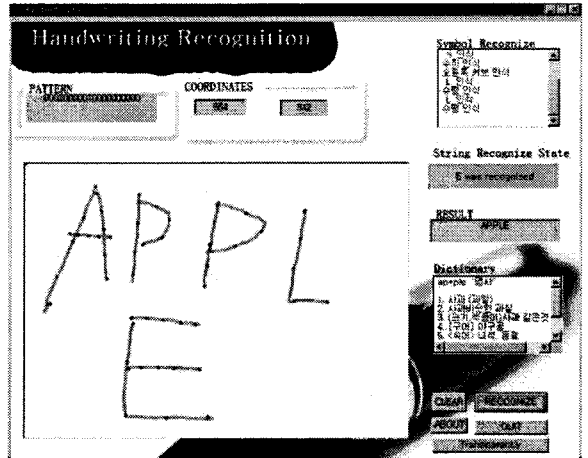
(그림7)에서는 다음 에 입력된 획으로 심볼 영역이 생성 되었는데, 만약 다음 심볼 영역이 생성 된다면 이전의 패턴들의 조합으로 문자 하나를 추출한다.

### 3. 중간점 알고리즘을 이용한 필기체 인식기 구현 기능

#### 3.1 사전(Dictionary) 기능

본 논문의 방법으로 학습을 통해 기존의 방법으로는 인식하기 어려웠던 다수의 언어등을 인식 할 수 있다. 한글과 영어 밖에 입력되지 않는 컴퓨터 사용자의 키보드로 생소한 언어를 사전을 검색하는 것은 매우 어려운 일이다.

본 논문에서는 중간점 알고리즘을 이용한 필기체 인식 프로그램에서 사전 기능을 제공한다. (그림6)에서는 영어 단어를 입력하고 본 기능을 이용하는 구현 화면을 보여주고 있다.



(그림 6) 본 논문의 방법으로 구현된 사전 기능

#### 3.2 투명도(Transparency) 기능

사용자가 필기체 인식을 이용한 사전 기능을 사용하고자 할때 대부분의 경우에 다른 어플리케이션과 중첩되어 실행되어 진다. 이 때에 투명 기능을 적용 한다면 두개의 어플리케이션이 중첩 되더라도 편리하게 사전 기능을 이용할 수 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 입력 문자에 대해 중간점 알고리즘을 이용하여, 특징을 추출한 다음 심볼 패턴과 비교하여 인식하는 필기체 인식 시스템을 설계 및 구현하였다.

인식률을 높이기 위하여 임시점의 특징을 이용하여 세분화 하고 실험한 결과 영문자당 평균 91%의 인식률을 나타내었다. 제안된 시스템은 심볼 패턴과 비교하여 인식하기 때문에 사전에 학습 데이터가 필요하다는 문제점이 있지만, 기존의 방법에 비하여 여러가지 언어를 인식 시킬 수 있음을 알 수 있었다.

앞으로의 연구 방향은 심볼 패턴을 다양화하는 방향에 집중될 것이며, 더 높은 인식률을 얻기 위한 후처리 기법에 관한 연구와 처리 속도를 개선 하기 위한 기법에 관한 연구가 필요하다. 또한 필기체 인식에 있어서 한글이나 영어가 아닌 다른 많은 언어를 인식하기 위한 알고리즘의 개발과 그에 따른 패턴에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 본다.

## 5. 참고 문헌

- [ 1 ] Kim, M. S. and Baek, J. S., "Feature Extraction and Statistical Pattern Recognition for Image Data using Wavelet Decomposition," *The Korean Communications in Statistics*, Vol. 6, No. 3, pp. 831-841, 1999.
- [ 2 ] Hotelling, H., "Analysis of a complex of statistical variables into principal components," *J. Educ. Psych*, 24, 1933
- [ 3 ] Karhunen, K., "Über Linearen Methoden in der Wahrscheinlichkeitsrechnung," *Ann. Acad. Sci. Fennicae*, Ser. A 37, no 1., 1947.
- [ 4 ] Watanabe, S., "Karhunen-Loève expansion and factor analysis: theoretical remarks and applications," *Trans. 4th Prague Conf. Inform. Theory, Statist. Decision Functions, Random Processes (Prague)*, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, pp.645-660, 1967.
- [ 5 ] Saito, N. and Coifman, R. R., "Local discriminant bases," *Mathematical Imaging : Wavelet Applications in Signal and Image Processing*, 1994.
- [ 6 ] Learned, R. E. and Wilsky, A. S., "A Wavelet Packet Approach to Transient Signal Classification," *Applied and Computational Harmonic Analysis*, vol 2, pp.265-278., 1995.