

# HPC상에서의 온라인 한글 인식기의 구현

강 현\*, 김 항 준

경북대학교 컴퓨터공학과 인공지능 연구실

## Online Character Recognition System on Hand-held PC

Hyun Kang\*, Hang Joon Kim

Dept of computer engineering, Kyung Pook National Univ.

### 요 약

최근의 HPC같은 초소형 컴퓨터의 발달은 더 자연스럽고 더 사용하기 편한 입출력 시스템을 요구하게 되었다. 본 논문에서는 HPC상에서의 흘림한글을 인식할 수 있는 인식 시스템을 구현한 것을 주제로 하였다. 본 시스템은 획을 인식의 기본 단위로 취급하며, 획 인식을 위하여 ART-1신경망을 사용하였으며, 글자인식을 위해 HMM의 각 스테이트를 탐색하는 방법을 사용하였다. 본 논문에서는 이 시스템을 HPC상에서 구현하였고 좋은 실험결과를 얻었다.

### 1. 서론

최근 하드 웨어의 현격한 발전에 따라 더 자연스럽고 더 효율적인 사람과 컴퓨터간의 인터페이스가 요구되고 있다. 그래서 가장 자연스런 방법중 하나인 온라인 필기 인식에 많은 연구가 있었고 많은 시스템까지 나오고 있는 실정이다. 온라인 필기 인식은 특히 키보드가 없는 팜탑이나 PDA같은 휴대용 정보기에 가장 자연스러운 인터페이스로 자리잡고 있다.

우리는 필기 인식을 위하여 사람의 펜이 놓여져서 떼기까지의 점의 궤적을 찍으르 정의하고 이를 인식의 기본단위로 한다. 이외 같은 방법은 많은 연구[1,2,3,4,5]가 있었고 좋은 결과를 내었다. 또한 획 인식 시에 다양한 필기습관에 의한 변형과 비슷한 획들을 구분하기 위해서는 좋은 획 분류기와 앞선 획과의 위치관계 또한 고려되어 글자인식에 더 정확한 인식 정보를 줄 수가 있다.

획 인식은 ART-1신경망을 사용하였다. 이때 우리는 획 타입의 정확한 개수를 알고 있지 않아도 된다. ART-1신경망은 슈퍼바이저 없이도 표본으로부터 획 타입들을 학습할 수 있다. ART-1신경망을 사용해서 우리는 자소 간의 획 연결을 수용할 수 있다.

글자인식은 HMM을 통해 이루어진다. 그래서 새로운 획 타입을 쉽게 적당한 전이 확률의 개선만으로 이루어진다. 그림 1은 제안된 방법의 전반적인 구조를 보여준다. 그림에서 인식 과정은 아래에서 위로 진행된다.

### 2. 획 분류

한글의 정서체는 흔히 7개의 기본획으로 구성된다고 여겨진다

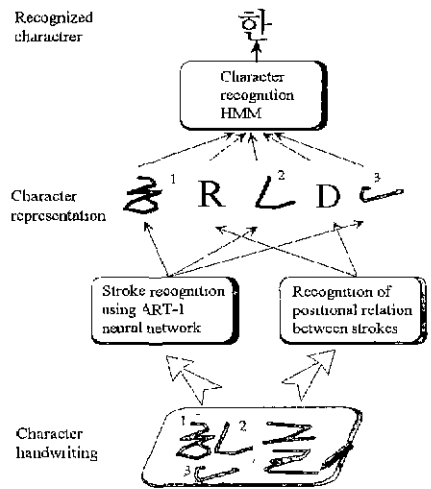


그림 1. 전반적인 인식 시스템 구조

[1,2] 그러나 한글 대부분의 필기체는 이를 7개의 기본획이 연결되어 곡선처럼 여겨진다. 이런 내부 결합은 인식과정을 복잡하게하고 새로운 획 세트를 필요로 한다. 게다가 비슷한 패턴을 자동으로 모아서 하나의 클래스를 만드는 것까지 필요하다. 이에 우리는 이런 흘림획을 모으기 위해서 ART-1신경망을 사용한다.

ART-1신경망의 주된 특징은 다양한 형태의 2진 입력들의 대

답으로 인식코드를 자기-형성 (self-organization)과 자기-안정 (self-stabilizing)을 할 수 있는 것이다 다시 말해서 ART-1 신경망은 바로 앞의 학습된 정보를 어느 정도 안정된 스테이트에 유지하는 노력과 동시에 새로운 입력에 대해서 학습하고 적용한다 ART-1신경망이 단지 이전패턴만을 다루기 때문에 8 방향코드는 이전패턴으로 바뀌게 된다. 각 방향코드는 일정한 거리가 존재한다. 이런 거리를 ART-1신경망에게 인지하도록 각 코드를 이전 패턴에 정의한다. 제안된 ART-1신경망은 96개의 입력 뉴런과 96개의 출력 뉴런을 가지고 있다. 9개의 방향코드는 이전패턴으로 바뀌어서 들어가며 나머지의 입력은 0으로 채워진다.

ART-1신경망에서 분류된 클래스의 동침정도를 조절하기 위한 비질런스(vigilance) 파라미터가 있다. 주로 이 파라미터는 입력과 분류된 템플릿 사이의 비슷한 정도를 결정하는 척도가 된다 다시말해 이 파라미터는 각 분류된 클래스의 적당한 거리를 두기 위한 적합한 레벨을 선택하는 데에 중요하다

### 3. 글자인식

글자인식은 관찰 심볼열이 HMM에 나타날 확률에 의해서 결정된다. 심볼은 ART-1신경망에서 인식된 획 코드와 획들간의 상대적인 위치에 따라서 만들어진다 일단 우리는 정자로 쓴 필기만을 위한 HMM을 설계하는 것을 설명하기로 한다. 그리고 이를 흘림경우에 대해서 확장을 한다.

여기서 필기과정 시에 어떤 왜곡도 없다고 가정한다면 우리는 어떤 심볼이 어떤 스테이트에 만날 것이라곤 것을 확신할 수가 있다. 그래서 우리는 단지 한 심볼을 각 스테이트에 10의 확률로 있다고 정한다. 각 노드의 전이 확률은 한 글자 안에 각 자소의 확률분포에 의해서 결정된다.

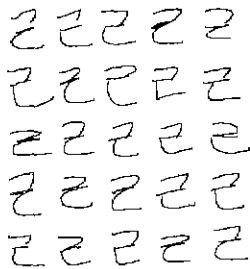


그림 2 'ㄹ'글자의 다양한 필기체 모양

획 인식부에서 어떤 현재 존재하는 어떤 획 모양과 일치하지 않아 새로운 획으로 결정된 채 HMM에 들어 왔을 때 이는 새로운 심볼이 들어온 것이라고 생각할 수가 있다. 이 새로운 심볼이 HMM안의 스테이트간의 전이확률에 어떤 변화를 가져올지라도 스테이트의 개수에는 변화가 없다. 수많은 필기습관에 의한 변형을 인식 시스템이 수용하려면 이런 변화는 필수적인 것이다

예를 들어 그림 2에서 보듯이 'ㄹ'의 다양한 필기체가 있다. 이를 인식하기 위해서는 다음과 같이 원래의 HMM을 바꾸어야 한다 그림 3에 원래의 HMM을 보았다. 이 HMM안에 에저를 추가하여, 즉 전이확률을 바꾸어서 추가된 획들을 인식 할수 있다 그러나 중요한 건 스테이트의 개수는 늘지 않는다는 것이다 바뀐 HMM의 모양이 그림 4에 나타나 있다. 이새로운 HMM은 더 다양한 'ㄹ'을 인식 할수가 있다

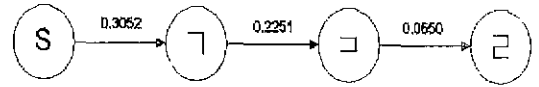


그림 3. 'ㄹ'을 위한 기존의 HMM

글자인식은 이 HMM을 탐색해서 스테이트 열을 찾아내는 비터비(viterbi) 알고리즘으로 이루어진다. 비터비 알고리즘은 백트래킹(backtracking)방법을 사용하여 최고의 확률을 갖는 최적의 스테이트 열을 찾아낸다.

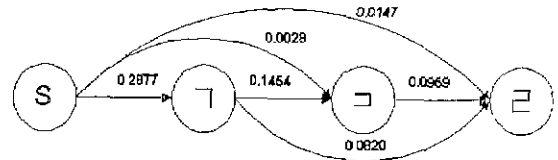


그림 4 흘림획을 수용하기위한 새로운 'ㄹ' HMM

### 4. 실험 및 결과

우리는 제안된 방법으로 인식시스템을 만들었고 이의 인식율을 평가하였다. 이 시스템은 HPC라는 판타에서 구현을 하였다 실질적인 성능 평가를 위해 우리는 신문기사에서 흔히 쓰이는 2500자 단어를 발췌하였다. 이를 20명의 사람을 대상으로 아무 제약없이 필기를 하도록하여 온라인 한글 데이터를 만들었다.

표 1. 인식율

Char	글자수	인식개수	오인식 개수	거부	인식율
Test	19597	18872	158	567	96.3

표 1은 실험의 결과를 보여준다. 시험 글자의 인식율은 96,3% 이었고 글자당 03초의 속도를 보여주었다

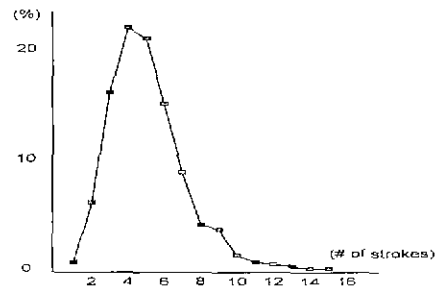


그림 6. 글자당 평균 획의 개수

그림 6은 각 글자 세트의 인식율을 보여 준다. 그림 7은 글자마다 획 개수의 평균수를 보여준다. 실험시에 발생한 미인식도

는 오인식의 결과를 분석한 결과 주로 비정상적인 어순의 사용, HPC상의 터치스크린의 오동작으로 인한 과도한 배침, 학습되지 않은 글자 그리고 모호한 획위치 관계등으로 오인식이 일어났다.

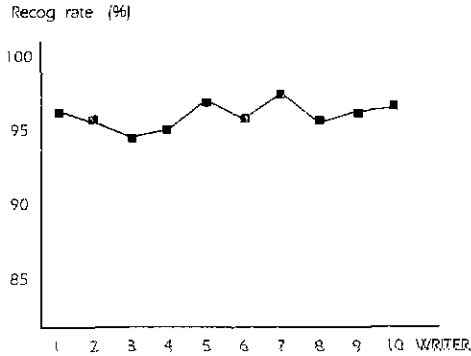


그림 7. 각 글자세트의 인식율

### 5. 결론

우리는 한글 흘림체를 위한 온라인 인식 시스템을 HPC상에서 구현하였다. 이 시스템은 획을 기본단위로 다루며, ART-1 신경망을 사용하여 획을 인식하였다. 또한 글자인식을 위한 HMM에 제시된 관찰 심볼로 기본획과 획들간의 위치관계를 고려하여 정의되었다. 관찰 심볼 열로부터 글자를 인식하는 것은 HMM의 스테이트를 탐색하는 비터비 알고리즘에 의해 이루어진다. 이 방법에 의해서 서로 다른 필기자의 서로 다른 필기 습관의 오류의 소지를 다룰 수가 있었다.

제안된 방법의 성능은 비록 좋으나 아직까지 3가지 측면에서 향상되어야 할 것이 있다. 첫째 글자가 정상적인 순서로 쓰여지지 않은 경우에 본 시스템은 오류를 내게 된다. 만일 이들에 대한 순서를 다시 고려해서 HMM을 다시 만든다면 이문제는 해결이 될 것이다. 둘째로 좀더 성능이 좋은 디-훅킹(de-hooking) 알고리즘을 전처리시에 사용한다면 인식율을 높일 수 있을 것이다 무엇보다도 더 좋은 학습 데이터 세트를 구할 수 있다면 더 좋은 인식시스템을 얻을 수 있을 것이다.

### 6. 참고문헌

- 1 Bae, J H, J Y Yang, P K Kim and H J. Kim, "On-line handwritten Hangul character recognition including unstandardized pattern," Proc of JTC-CSCC, pp 133-136, 1993.
- 2 H J Kim and P K Kim, "On-line recognition of cursive Korean characters using a set of extended primitive strokes and fuzzy functions," Pattern Recognition Letters 17, pp 19-28, 1996
- 3 H J Kim, J W Jung, and P. K. Kim, "On-line Chinese recognition using ART-based stroke classification," Pattern Recognition Letters 17, pp 1311-1322, 1996
- 4 H. J. Kim, S. K. Kim, K. H. Kim, and J. K. Lee, "An HMM-based Character Recognition Network using Level Building," Pattern

- Recognition Vol 30, No 3, pp 491-502, 1997
- 5 H J. Kim Stroke-based Recognition of Korean Characters, Ph D Thesis
- 6 Kim, T K, and E J Rhee, "On-line recognition of successively written Korean characters by suitable structure analysis for Korean characters," Journal of The Korea Information Science Society (KISS), Vol 20, No. 6, pp 171-181, 1988
- 7 Rabiner, L. R. S. E. Levinson, and M. M. Sondhi "An introduction to the application of the theory of probabilistic function of a Markov process to automatic speech recognition," The Bell System Technical Journal, Vol 62, No. 4, pp 1035-1074, 1983
8. Seong T J, and S Y Bang "On-line handwritten Hangul recognition by learning character composition rules," Journal of KISS, Vol 20, No 3, pp 305-316, 1993
- 9 Wakahara T, et al Online handwriting recognition, Proc. IEEE 80(7) 1181-1194, 1992
- 10 P.K Kim, J.Y Yang and H.J Kim, On-line cursive Korean character recognition using extended primitive strokes, Proc 3rd Pacific Rim Internat Conf on Artificial Intelligence 816-821, 1994
- 11 Kim, J W B K Sim, and J H Kim, Training HMM by giving initial parameter estimates An application to on-line character recognition, The 1st Character Recognition Workshop, pp 163-168, 1993
12. Tappert, C C. et al, The state of the art in on-line handwriting recognition, IEEE Trans Pattern Anal. March Intell 12 (8), 787-808, 1990
- 13 Lee, H D, T K Kim, T Agui, and M Nakajima, On-line recognition of cursive Hangul by extended matching method. Journal of the Korean Institute of Telematics and Electronics (KITE), Vol 26, No.1, pp 29- 37 1989