

R-변환 영역에서 한글 문자의 인식한계 결정

○ 신 옹 옥

경희대학교

Theoretical recognition thresholding decision of Han-geul character in Rapid Transform region

Yong-ohk Chin

Dept. of Electronic Eng., Kyung Hee University

Abstract

This paper describes the recognition boundary of Hangeul character to interpret variance factor in accordance with various combination.

When the recognition algorithm based on comparing the MSE value with the one of the standard pattern in 16X16 images is performed, we come to a conclusion that we have to make a decision MSE value above 34 in order to achieve the recognition rate larger than 90%. Also we understand that varying component coordinates method based on statistical process of each character pattern is preferred.

1. 서 론

한글 인식에 대한 연구는 로마문자나 일본의 가나문자와는 달리 모아쓸 때 크기가 가변될 뿐 아니라 문자 사이의 유사성때문에 인식에는 어려움이 많다. 또한 두개 이상의 자모가 합성되어 생성가능한 문자의 총수가 14,364자가 되고 이중에 실제 사용하는 글자는 1,600자 이상이 되어 방대한 수의 문자를 대상으로 인식이 수행되어야 하는 어려움이 있다. 이러한 이유때문에 한글 인식은 자소분리 방법으로 접근해야 하며 자소가 부착되었거나(attachment) 이간되어 있는 경우(detachment) 격리시키거나 교정시키는 일과 모아쓰고 풀어쓰는 문제

그리고 자획의 분할과 통합(stroke partitioning and integration)의 문제를 해결해야 한다.

문자를 인식하는 방법으로 문자 발생의 상태 천이도에 따른 구분해석적 방법이 많이 연구되고 있으나 [9] 다음에 기술하는 패턴 변화의 다양성 때문에 그 차이를 구분하는 것이 용이하지가 않다. 이러한 이유때문에 변환방식으로 영역을 치환시켜 변환영역에서 인식하는 방법을 생각하게 되었다. [8] 변환 영역의 경우 주기성을 이용하기 때문에 출력 패턴의 변화양상을 현저히 축소할 수 있다는 이점이 있다. 만약 직교성이 성립하는 FFT나 WHT의 알고리즘을 사용할 경우 중첩성이 성립하고 규모축척성(scaling)이 성립하므로 중첩성을 이용하여 자소가 합성된 인식의 가능성도 있으며, 규모축척성을 이용하면 크기나 굵기가 변하더라도 일정한 축소 확대를 감안할 수 있기 때문에 입력 패턴의 크기에 변화가 있더라도 어느 범위안에서는 능동적으로 대처할 수가 있다. [3, 4] 이러한 이유로 R변환 영역에서의 인식한계 결정문제를 논의하고자 한다. 현재까지 한글 인식문제는 뚜렷한 성과가 없는 것으로 판단되며 그 이유는 앞에서 논의한 알고리즘상의 근본문제 외에도 정량적 평가기준이나 통계적 표준이 없다는 점을 들 수 있다.

2. 이론적 고찰

2-1. 급속 변환의 특징과 한글인식의 적용

Walsh Hadamard 변환(WHT)을 그대로 적용하되 반복되는 각단의 결과에 절대값을 취하여 WHT 변환과는 다른 독특한 성질을 갖는 급속변환(Rapid

transform;R-변환) 알고리즘을 개발하여 필기체 영문자의 인식패턴에 적용, 좋은 결과를 얻었다. [1, 2]

2차원 R-변환은 다른 변환방식 (예를 들면 WHT와 FFT)에 비해 고속일 뿐 아니라 문자인식에 필요한 여러가지 특징을 갖는다. [4, 5] 이에 대한 수학적 증명은 생략하거나 여기에서는 한글 문자인식에 대하여 적용하기 때문에 한글문자의 특징과 관련하여 설명하고, 규모축척성(Scaling factor)와 중첩에 대하여도 고찰하고자 한다.

(1) 출력데이터의 분면주기성(partial surface periodicity)

한글 문자에서 분면 주기성을 가지는 경우를 그림 2-1에서 나타내었다. 이 그림에서 2분면, 3분면이나 4분면에 영상이 있을 경우 동일한 분면 주기성을 가지고 있음을 알 수가 있다. 1분면 전체를 차지하는 경우 분면 주기성은 없다.

그 이외의 특징들은 각각 그림 2-2, 2-3, 2-4에 나타나 있다.

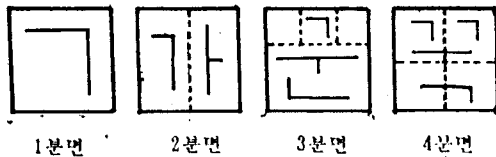


그림2-1. 한글 문자를 2차원 R-변환을 했을 때 분면주기성의 예
fig2-1. Example for deviding surface priodicity by 2-D R transform result in Korean character space

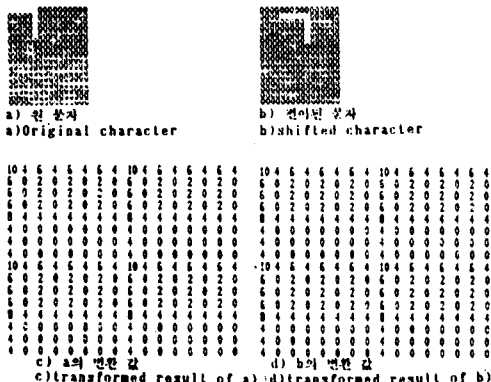


그림2-2. 변이 불변의 예(상하좌우 이동이 있을 때)
fig2-2. Shift invariance
a(c)와 (d)의 값이 동일함을 알 수 있다.

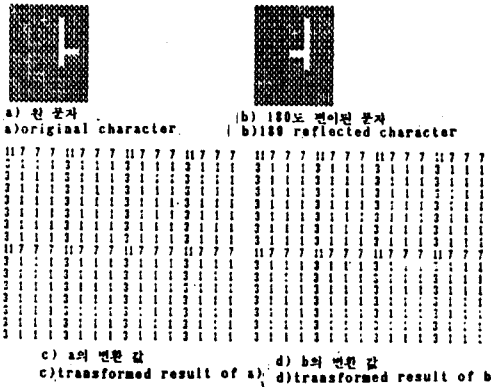


그림2-3. 반사불변(180도의 위상차가 있을 경우)
fig2-3. Reflect invariance(phase difference of 180)
a) 180도 위상차에 대해 서로 변환값은 동일하다.

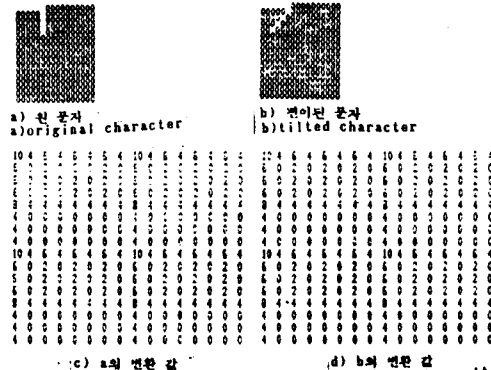


그림2-4. 약간의 기울기(약 15도 이내)의 불변
fig.2-4. Slight tilt invariance

(2) 주기성과 규모축척성(periodic property and scale factor)의 관계

십자형태의 패턴이 확대(또는 축소)된 경우에 $8 \times 8 < (x, x) < 16 \times 16$ 범위에 걸쳐 문자가 존재할 때 (위치에는 무관하다)는 변환된 출력 패턴에서는 분면 주기성이 없으며, $4 \times 4 < (x, x) < 8 \times 8$ 이내에 있을 때 4분면, 4×4 이하인 도형에서는 16분면의 주기성이 있다.

(3) 그러나 R-변환에는 중첩정리가 성립하지 않는 점, 위상정보가 사라진다는 점등의 단점이 있다.

2-2. 분산 판정 이론과 상호 상관법에 의한 인식 과정

1. 한글문자의 분산분포 모형
일반적으로 N개의 요소를 가지는 Z개의 패턴군에

서 k번째 최소 벡터를 $X_k(i, j)$ 라 했을 때 이 패턴군의 각각의 요소에 대한 분산 벡터를 $V(i, j)$ 로 표시하고, 각 요소점을 분산이 큰 순서대로 배열하여 분산 분포를 구할 수 있다.

2. 특징영역과 무특징 영역 설정 샘플수

분산분포에서 정규화 분산값이 0.1 이하로 떨어진 좌표점은 패턴의 특징을 대표할 수가 없다. 따라서 이값 이하가 되는 좌표점의 갯수를 무특징영역으로, 그 이상을 특징영역으로 설정할 수가 있게 된다. 그림 2-5은 이와 같은 기준으로 판단한 영역으로 구분한 것이며 정형 패턴의 경우 32 포인트 정도이다. 메모리 용량과 처리시간의 단축을 꾀할 수 있다.

3. 설정표준패턴과 입력데이터 간의 분산값의 비교

문자인식의 한 방법으로 분산값이 큰 M개를 선택하여 표준 성분좌표점으로 삼는다. 데이터의 변환값이 들어 왔을 때의 비교방법은 임의의 패턴벡터 Z_0 와 비교한다. 비교 방법으로는 두 패턴요소들의 차의 절댓값 계급으로 하여 mse가 최소가 되는 값을 취하게 된다. 이를 MSE 비교법 상호 상관(cross correlation)법 이라고 한다. [6, 7]

2-3. 비교판정에 의한 인식분리

입력 데이터와 변환값이 들어왔을 때 비교판정을 하기 위하여 미리 저장시킨 표준패턴과 비교하여 그 차이에 대한 평균자승오차가 최소가 되는 값을 찾아낸다.

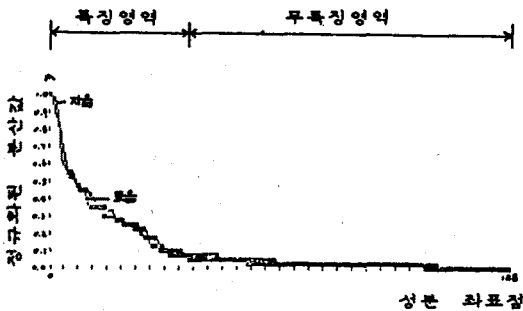


그림2-5. 2차원 변환 표준패턴에 대한 분산 분포도
fig2-5. The variance distribution of transformed standard pattern in 2 demension

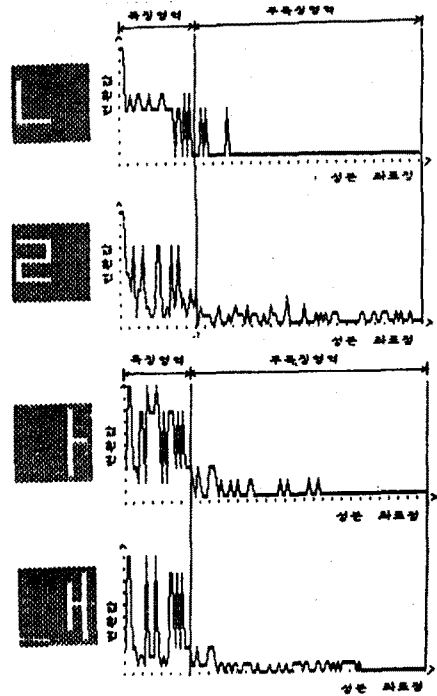


그림2 6. 2차원에 대한 자음과 모음의 특징 신호
fig2-6. Distinguish signal of consonant and vowel in 2 demension

3. 인식 알고리즘

본 알고리즘 수행을 위한 전체 시스템의 구성은 그림3-1의 블록선과 같다. 전처리로서 간략하게 세선화와 자소분류를 하였다. 자소분류 알고리즘은 글자를 띄어 씬을 전제로 분포상태를 보아 구분하였다. 전처리 후에 변환을 통하여 인식하는 과정을 보면 두개의 판정이 있다. 앞의 판정은 기계적인 판정으로 그림3-2의 I영역에 해당한다. I영역은 확실한 인식을 한 것으로 오인식율이 a에 해당한다. II영역은 인간의 보조 판단 영역으로 기계에서는 판정 분류 영역이 된다. III영역은 둘다 인식할 수 없는 영역으로 오인식율 a 이상으로 설정할 수 있다. 예를들어 I과 II영역의 한계로 E(k)값을 120으로 할경우 86%인식율을 얻을 수 있으며 E(k)의 값에 따라 인식율 한계가 달라진다. 이에대한 이론적계산은 아래와 같다.

1)화소의 수는 $16 \times 16 = 256$ 화소점을 가질 때 256개의 변화형태를 가질 수 있다. 그러나 R-변환시키면 변화 패턴의 수는

$$n = (N-3) \log_2 N + \frac{N^2}{4} - \frac{5}{2} N + 10 \quad \text{-----(3-1)}$$

이된다. [1] N=256일 때는 n=17778이 되어 변환되지 않는 경우가 변환되는 경우보다 거의 무한대의 복잡성을 가지게 된다. 이는 변화무상한 패턴을 R-변환 시킴으로써 단순화시킬 수 있음을 뜻한다. 256개의 화소 비트는 서로 독립적이며 불규칙하므로 2진화물 분포로 볼 수가 있으므로 그 발생확률은

$$P(k;n,p) = \binom{n}{k} (p)^k (1-p)^{n-k} \quad (3-2)$$

가 된다. n개의 변환패턴 내에서 K번째 변환패턴이 될 확률은 P(K;n,p)가 된다. 이때 k'=n/2으로 놓으면 P(k',n)=0.0059 정도이고, 각각의 k에 대한 확률분포는 그림3-3와 같다.

2) 이때 어떤 패턴이 n=8889번째인 패턴이라면 이 패턴과의 해밍거리가 a인 패턴의 확률분포는

$$P(a) = 2P(k,n) = 2P(k'+a,n) = 2P(k'-a,n), \quad 0 < a < 8889 \text{가 된다.}$$

3) 다음에 패턴간의 해밍거리가 0인때를 두개의 변환패턴이 같다고 보면 해밍거리가 a일 때 두 패턴의 유사도는

$$S(a) = \frac{P(0)}{\sum_{r=0}^a P(r)} \times 100(\%) \quad \text{----(3-3)}$$

으로 나타나고 이때 a에 대한 S값을 나타낸 것이 그림3-4이다.

4) 만약 최소 제품 오차를 120으로 놓는다면 판단 영역내의 패턴의 유사도를 a' = $\sqrt{120} = 11$ 로 놓으면

$$S(a') = \frac{P(0)}{\sum_{r=0}^{a'} P(r)} \times 100(\%) = 86\% \quad \text{----(3-4)}$$

가 되어 유사도 86% 이상을 동일한 패턴으로 판정할 수가 있다.

4. 결 론

R-변환에 의한 인식은 자소분리를 전제로 할 때 영상 영역에서의 인식보다 유리한 점으로 이 알고리즘의 유용성을 확인할 수 있었다. 이러한 장점은 여타의 단점에도 불구하고 R-변환이 문자인식에 사용될 수 있음을 보여주고 있다. 또한 전체적으로 실시간 처리의 문제를 해결하기 위해 시스템 구성과 기계어 사용을 위해 가능하면 알고리즘이 단순해야 하는데 이 알고리즘이 쉽게 이용될 수 있었다. 특히 인

식한계에 대한 이론적 한계결정은 여타의 인식방법에도 유용하게 적용되리라고 본다. 다만 실제적용의 경우에는 수많은 글자를 반복해서 통계조사에 의해서 확인될 수 있을 것이다.

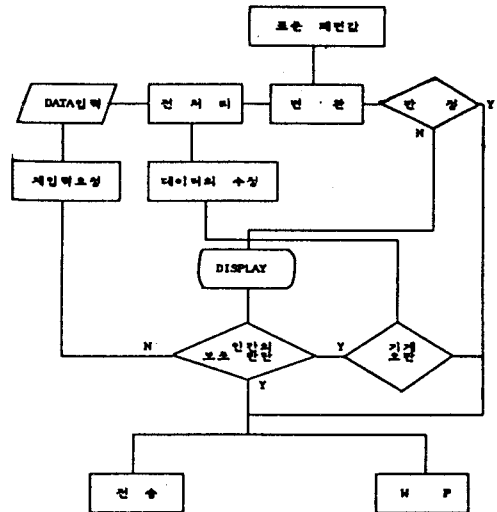


그림3-1. 한글 인식시스템의 구성
fig3-1. The recognition system of Hangul

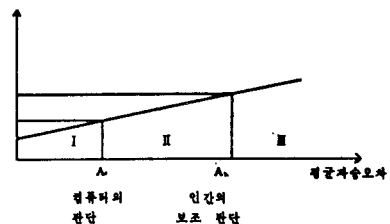


그림3-2. 오인식율과 판단영역 판단보류영역 제외영역
*(I판단, II판단보류, III제외역)
fig3-2. decision region

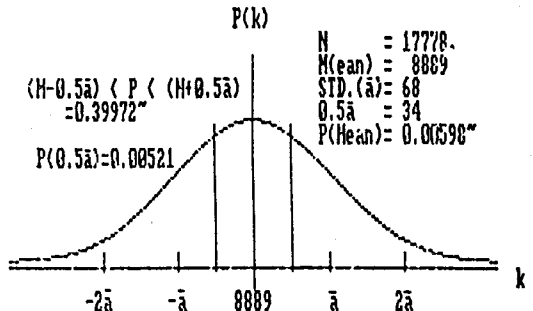


그림3-3. 패턴 발생 확률 분포
fig.3-3 Probability distribution of pattern generation

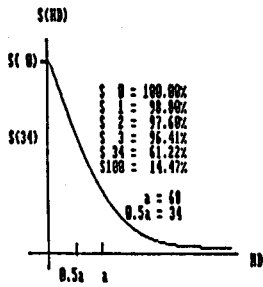


그림3-4. 해밍거리와 유사도
fig.3-4 Hamming distance and similarity

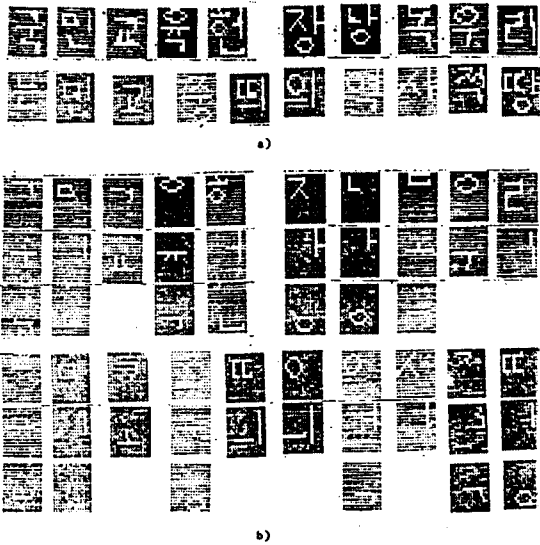


그림3-5. 실험결과예
a) 입력 데이터(원 글자)
b) 자소분리 인식 결과
fig.3-5 Simulation result
a) input data b) recognition result

2. K.G.Beauchamp, "Walsh Function an Their Application", Academic press, 1975.
3. Dauglas.etc. "Fast Transform Algorithms, Analysis Application", Academy press, 1975.
4. Murat Kunt, "On Computation of the Hadamard Transform and the R-Transform in Ordered Form", IEEE Transactions on Computer, November, 1975.
5. N.Ahmed. K.R.Rao, "Othogonal Transforms for Digital Signal Processing", Springer-Berlag, Berlin-HeidelBerg, 1975.
6. Richard O. Duda, Peternm, e.Hart, " Pattern Classification and Scene Analysis", A Wiley-Interscience Publication, 1973.
7. Ernest L.Hall, "Computer Image Processing and Recognition", Academic Press, 1979.
8. 신승호, 오길남, 진용옥, "2차원 디지털 필터링에 의한 한글자모의 인식 알고리즘", 전자공학지 제21권 전3호, 1984.5.
9. 홍성민, 김은원, 박종국, 조원원경, "구조해석에 의한 필기체 한글의 온라인 인식", 전자공학지 23권 1호, 1986.1.

참 고 문 헌

1. H.Reitboeck, T.P.Brody. "A Transformation with Invariance Under Lydic permutation for Applications in pattern Recognition", Information and Control 15, 1969.