

Rapid Transform 에 의한 한글(자음) 인식에 관한 연구

○ 송인준, 이종하, 곽훈성\*

전북대학교 전자계산기공학과

A Study on the Recognition of Korean(Consonant) Characters  
Using Rapid Transform

In Jun Song, Jong Ha Lee, Hoon Sung Kwak  
Computer Engineering Dept., Chonbuk National University \*

Abstract

The Rapid transform is used in the recognition of Korean (Consonant) characters. The test pattern is represented by two gray levels (0 and 1). A 2-dimensinal rapid transform of the test pattern is computed. Feature selection is carried out in the Rapid transform domain.

These features are used with the corresponding features of the template patterns in computing the Euclidian distance function and the decision is made based on the minimum distance criterion.

Experimental results show that recognition rate is 94%.

1. 서론

선형특징과 영상 영역으로 부터 문자, 숫자, 기호, 물체 인식등은 화상처리, 컴퓨터비전 연구와 더불어 활발히 진행되어 오고 있다. 특징을 추출하는 방법중 변환에 의한 인식방법은 데이터 집중 특성을 이용하여 여러가지 방법 (본산분포 특성, Magnitude, MVZS)으로 특징을 추출한뒤 이 특징벡터로 패턴을 분류인식하는 것이다. 변환의 데이터 집중특성은 DFT의 고속계산 알고리즘인 FFT가 개발 된 후에 화상처리 및 저장, 원거리 전송 등에 이용되어 왔으나 FFT는 복소수 계산이 포함 되므로 복잡한 연산 관계를 거쳐야 한다. (3,4)

1969년에 REITBOECK와 BRODY가 덧셈과 뺄셈 연산만이 필요한 Rapid Transform(RT)을 제시하여 연산속도 개선을 하였다. (5) 이후로 RT와 RT를 이용한 패턴 인식에 관한연구가 계속되어 1970년 Ulman과 1975년 Kunt가 RT의 연산에 관한 연구를, 1973년 Wang등은

한자 인식에 관한연구를, 1975년 과 1980년에 Rao 등이 영문자 인식에 관한연구를 각각 발표한 바 있다. (6, 7, 8) 본 연구는 한글 인식을 하는데, 입력 Test Pattern으로 한글자음을 2-d 변환한후 RT 영역에서 변환계수 크기에 따라 특징 추출하여 minimum distance분류방법으로 시스템을 구성하고 시뮬레이션을 행하여 인식 정도를 알아 보았다.

2. Rapid Transform (RT)

RT 의 고속계산을 위한 신호흐름선도는 그림(1)과 같다.

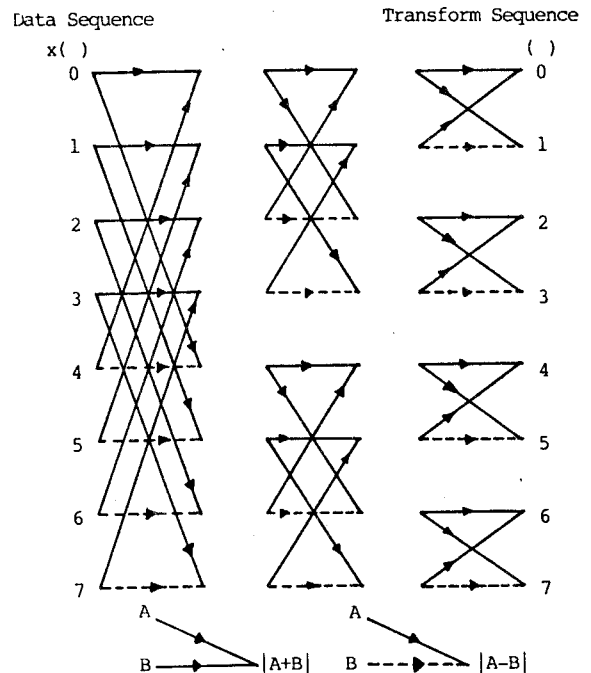


Fig. 1. Signal flow graph for the rapid transform N=8.

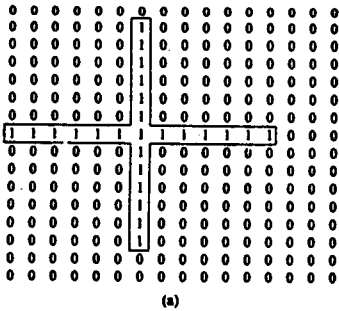
그림(1)의 알고리즘을 수행하는데는  $N \log 2N$  개의 덧셈과 뺄셈만 수행하므로 실시간 처리를 위한 속도 개선을 할수 있다.

RT의 특성은 다음과 같다.

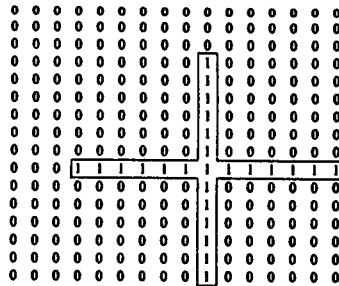
(i) Circular shift Invariance

RT는 입력데이터의 순환이동 (circular shift)에 대해 변함없이 일정하다.

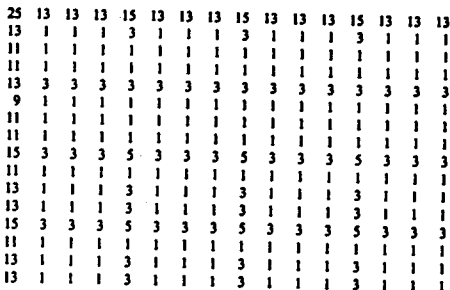
$$RT\{x(0)x(1)\cdots x(N-1)\} = RT\{x(l)x(l+1)\cdots x(N-1)x(0)x(1)\cdots x(l-1)\} \quad (1)$$



(a)



(b)



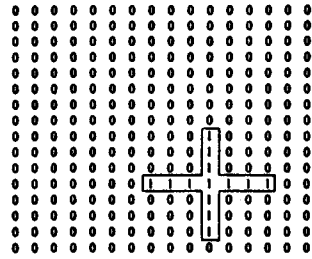
(c)

Fig.2 The RT is invariant to circular shift of the input data. Rattern domain:(a) Input and(b) shifted input pattern.(c) The RT of (a) and (b).

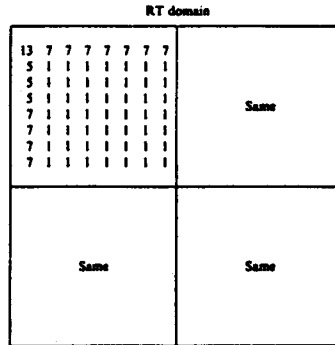
(ii) Reflection Invariance

RT는 입력데이터의 반영 (reflection)에 대해 무관하다.

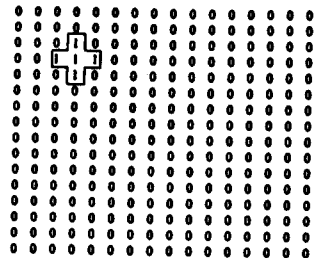
$$RT\{x(0)x(1)\cdots x(N-1)\} = RT\{x(N-1)x(N-2)\cdots x(1)x(0)\} \quad (2)$$



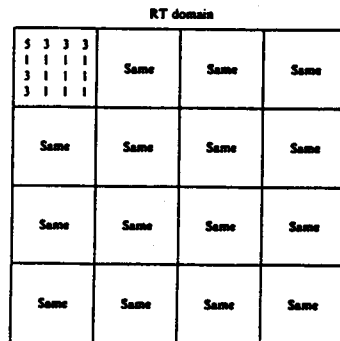
(a)



(b)



(a)



(b)

Fig.3 Null subspace in (a) the pattern domain corresponds to (b) periodicity in the RT domain.

(iii) Periodicity of the RT Components

입력 시퀀스나 패턴영역에서의 주기성은 RT 영역에서는 null subspace로 나타나며 패턴영역에서의 null range나 subspace는 RT 영역에서는 주기성을 나타낸다.(Fig.3)

3. RT에 의한 인식 시스템

RT에 의한 인식시스템을 그림(4)에 간략하게 나타내었다.

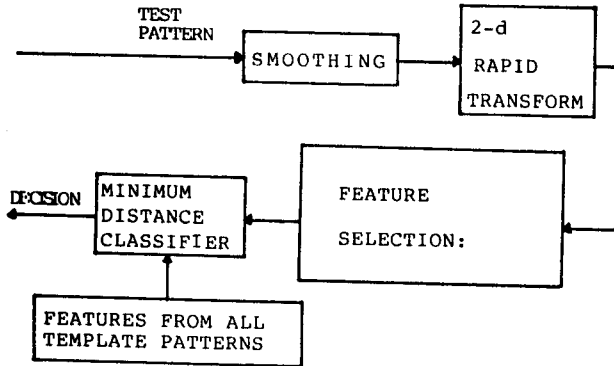


Fig. 4. Flow graph describing the character recognition by rapid transform.

- 1) 테스트패턴: 입력되는 각문자는 16\*16 크기의 매트릭스로 나타냈으며 어두운 부분은 1, 밝은 부분은 0인 두개의 그레이 레벨로 나타내었다.
- 2) 2-d RT: 입력데이터에 RT를 사용하여 2차원 변환을 한다. 2차원 변환은 입력데이터의 열과 행에 대하여 각각 1차원 RT를 행하므로써 구한다.
- 3) 특징추출: RT 영역에서의 특징추출은 변환계수의 크기에 따라 행하였다. 본 연구에서는 입력패턴과 prototype에 대하여 각각 50%의 특징추출을 하였다.
- 4) 분류(classification): 테스트패턴의 분류방법은 식(3)의 Euclidean distance 분류방법을 택하였다.

$$|dij| = \min \sum_i \sum_j (Z(i,j) - W_k(i,j))^2 \quad (3)$$

식(3)에서  $Z(i,j)$ 은 테스트 패턴의 2차원 변환값이고,  $W(i,j)$ 은 prototype의 k번째 패턴에 대한 2차원 변환값이다.

4. 컴퓨터 시뮬레이션

그림(4)의 블록선도에 따라서 컴퓨터 시뮬레이션을 행하였다. 한글자음 12개의 문자 각각에 대하여 크기와 모양이 다른 10개의 샘플을 정한뒤 그 평균값으로서 prototype을 결정하였다. 테스트 패턴은 모양과 크기를 임의로 구성하여 처리하였다.

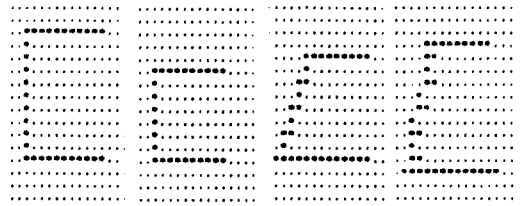


Fig 5. Test pattern "ㄷ"

Table 1. Euclidian distance between the test pattern and the prototype in case ㄷ.

Euclidean distance	ㄱ	1759	2253	2491	2492
	ㄴ	2156	1774	1974	2072
	ㄷ	→ 1719	→ 1570	→ 1113	→ 1395
	ㄹ	1974	1789	2878	1529
	ㅁ	2909	1948	2748	2668
	ㅂ	3194	3066	3954	3563
	ㅅ	3101	2924	4301	3871
	ㅇ	3569	2238	4720	3861
	ㅈ	2210	1881	2272	2131
	ㅊ	1900	2358	2548	2020
ㅋ	2391	2924	3372	2530	
분류	문자 ㄷ	문자 ㄷ	문자 ㄷ	문자 ㄷ	

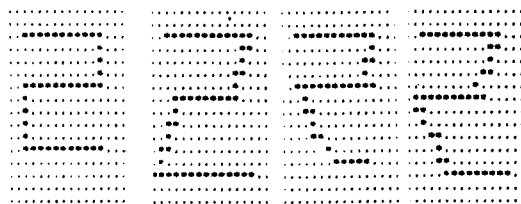


Fig 6. Test pattern "ㄹ"

Table 2. Euclidian distance between the test pattern and the prototype in case ㄹ.

Euclidean distance	ㄱ	2244	3465	2482	2906
	ㄴ	2114	3237	2282	2702
	ㄷ	1846	2224	2048	1833
	ㄹ	→ 1209	→ 944	→ 1820	→ 649
	ㅁ	1882	2326	2759	1796
	ㅂ	2319	3711	2877	3464
	ㅅ	4814	5688	3932	4437
	ㅇ	3113	4597	3517	3366
	ㅈ	2422	3235	2155	2309
	ㅊ	2754	3354	2066	2272
ㅋ	2147	2567	2044	1944	
분류	문자 ㄹ	문자 ㄹ	문자 ㄹ	문자 ㄹ	

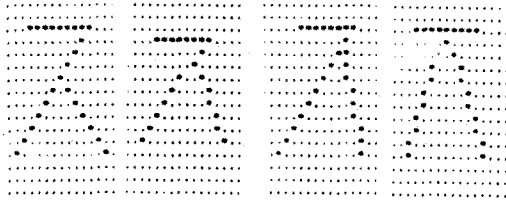


Fig 7. Test pattern "ㅈ"

Table 3. Euclidian distance between the test pattern and the prototype in case  $\alpha$ .

Euclidean distance	ㄱ	2010	1936	2293	1175
	ㄴ	1150	2224	1772	1287
	ㄷ	1505	2267	1825	1338
	ㄹ	2425	2662	2360	2145
	ㅁ	2243	1821	1890	1677
	ㅂ	2850	1710	2514	1953
	ㅅ	1837	2118	2092	1548
	ㅇ	2019	2005	2224	2153
	ㅈ	→ 763	→ 949	→ 829	→ 715
	ㅊ	1052	1198	1051	1087
ㅋ	2742	2085	2409	2112	
테	문자	문자	문자	문자	

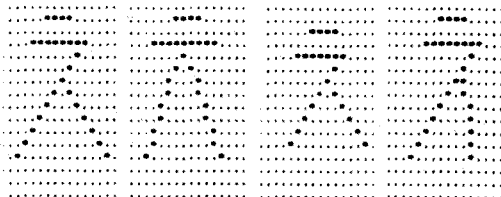


Fig 8. Test pattern "ㅊ"

Table 4. Euclidian distance between the test pattern and the prototype in case  $\alpha$ .

Euclidean distance	ㄱ	1968	2266	1851	1992
	ㄴ	1920	2362	1548	1768
	ㄷ	1661	2264	1878	1646
	ㄹ	2529	2578	2664	2151
	ㅁ	1919	1801	2021	1748
	ㅂ	2004	1685	1815	2399
	ㅅ	1948	2341	1519	1799
	ㅇ	2328	2017	1695	1877
	ㅈ	979	1139	952	640
	ㅊ	→ 727	→ 928	→ 753	→ 396
ㅋ	2084	1040	2176	1820	
테	문자	문자	문자	문자	

5. 결 론

본 연구는 입력 한글의 자음을 2-d Rapid transform 한후 RT 영역에서 변환계수의 크기에 따라 특징추출 한후 Euclidean distance 분류 방법을 택하여 인식정도율을 알아본 결과 94%의 인식율을 얻었다.

참 고 문 헌

1. K.C. you and K.S.Fu, "A Syntactic approach to shape recognition using attributed grammars", IEEE. Trans on SMC. Vol.SMC-9. No.6.Jun.1979
2. K.L. Williams, "A multidimensional approach to Syntactic Pattern Recognition", Pattern Recognition, Sept.1974.
3. H.C. Andrews and W.K. Pratt. "Fourier Transform Coding of Images", In Conf, Ree Hawaii Int. Conf. System Science pp.677-679.Jan.1968.
4. William K.pratt. "Digital Image Processing", California, pp.247-247, John Wiley & Sons,1978.
5. H.Reitbroeck and T.P. Brody, "A transformation with invariance under cyclic permutation for applications in pattern recognition", Information and Control, Vol.15,pp.130-154, July, 1969.
6. L.J. Ulman, "Computation of the Hadamard transform and the R transform in ordered form", IEEE Trans. Comput., Vol. C-19,pp.359-360, Apr.1970.
7. M.A. Narasimhan and K.R. Rao, "Printed alphanumeric character recognition by rapid transforms", Presented at Nith Annual Asilomar Conf. on Circuits, Systems, and Computers, Pacific Grove, CA, Nov.3-5, 1975, in Proc., pp.558-563.
8. M.A. Narasimhan and K.R. Rao, "Simulation of Alphanumeric Machine Print Recognition", IEEE Transaction, Vol. No.5,pp.270-275, May.1980.