

웨이브릿변환을 이용한 문자인식 전처리 기술에 관한연구

최 환수, 공 성필\*  
 명지대학교 전기전자 공학부

The wavelet Transform as a Preprocessing for Character Recognition

Hwansoo Choi, Seong-pil Kong\*

School of Electrical Engineering, Myongji University

Abstract

본 논문은 자동차 번호판 용도문자를 인식하기 위한 전처리 과정으로써 웨이브릿 변환을 적용한 연구에 관해 기술한다. 웨이브릿 변환에 의하여 여과된 고주파 대역의 영상은 수평방향, 수직방향, 대각선 방향의 윤곽선 형태로 세 개의 대역에 존재하게 되는데, 대상영상이 고주파 대역의 에너지량이 적게 나타나는 반면에 저주파 대역의 에너지량은 크므로 용도문자의 인식 과정에서 저주파 대역 부분만을 이용하였다. 저주파 대역에서 20×20크기의 영상을 추출하고 영상을 정규화 하여 오츠 알고리즘을 통한 이치화 과정을 거친 다음 역전파 신경망으로 인식함으로써 기존의 단순축소 방법보다 향상된 결과를 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

1. 서론

현대사회는 산업발전과 경제성장으로 인하여 교통량의 증가를 초래하였다. 따라서 차량관리에 필요한 많은 연구결과와 제도가 제시되어왔다. 본 논문에서는 옥외 환경에서의 차량관리에 필요한 한국 자동차 번호판 자동인식과정에서 향상된 용도 문자인식 알고리즘을 제시한다.

자동차번호판의 용도부 문자는 모음부 5가지(ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ)와 자음부 14가지(ㄱ ~ ㅎ)를 조합한 70개가 사용되고 있다. 또한 1995년 11월 개정된 '자동차등록 번호표 등의 제식에 관한 고시'에서 용도부 문자의 사용범위를 25개로 제한하고 있으나 현재는 혼용하므로 95개로 늘어났다. 번호판 용도 문자영상의 특징은 받침이 없고, 취득사 주위 환경의 영향과 차량의 번호판의 손상을 통한 잡음과 왜곡현상을 가지고 있다.

제안하는 알고리즘은 문자처리 과정에 있어서 40×40의 용도 문자의 원영상을 전처리과정에서 웨이브릿 변환을 이용한다. 원영상은 웨이브릿 변환에 의해서 수평 방향, 수직 방향, 대각선 방향의 윤곽선 형태로 세 개의 고주파 대역에 나뉘어서 존재하게 된다. 저역 통과 여과되어 얻어진 대역에서는 에너지량이 크게 나타나지만 고역 통과 여과되어 얻어진 대역에서는 에너지량이 적게 나타난다. 에너지량이 적게 나타나는 세 개의 고주파 대역을 제외한 저주파 대역에서 20×20 크기의 영상을 추출하였다. 추출된 영상을 오츠(Otsu) 알고리즘을 적용하여 이치화를 하였으며, 이치화된 영상을 최소 외적사각형 형성후, 다시 20×20 크기로 정규화를 거친다음 역전파 신경망(Backpropagation Neural Networks : BNN)을 통하여 최종 인식하였다.

용도 문자 인식에서 웨이브릿 변환과 역전파 신경망을 통하여 인식한 결과 웨이브릿 변환을 거치지 않은 bilinear interpolation을 수행하는 방법보다 인식이 매우 높았다 [1,2].

II. 본론

1. 웨이브릿 변환

웨이브릿 변환은  $\phi(x)$ 로 정의되는 원형 웨이브릿을 변이시키고 확대 축소시킴으로써 얻어지는데, 함수들의 집합을 웨이브릿이라 하며, 함수  $f(x)$ 의 웨이브릿 변환식은 수식(1)과 같다.

$$\text{Wave } \mathcal{A}(a, b) = \frac{1}{|a|^{1/2}} \int \phi \frac{x-b}{a} \mathcal{A}(x) dx \quad (1)$$

$\phi$ 는 원형 웨이브릿이며 매개 변수  $a, b$  가 실수일 때 연속 웨이브릿 변환이라 하고, 정수일 때 이산 웨이브릿 변환이라 한다.  $a = a_0^n, b = nb_0 a_0^n$  이고  $a_0 = 2, b_0 = 1$ 이면  $L^2(R)$ 의 직교 정규 기저(basis)를 만든다. 매개변수  $a$ 는 크기 인자이며, 웨이브릿 기저의 크기를 조정한다. 매개변수  $b$ 는 시간축 상에서의 변이를 나타내며,  $b$ 를 변화시킴으로써 웨이브릿 기저를 원하는 곳에 놓을 수 있다. 본 논문에서는 원형 웨이브릿을 그림 1의 Haar 웨이브릿을 적용하였고(그림1), 이의 수식 표현은 (2)와 같다.

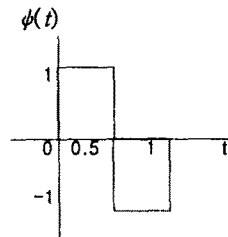


그림 1. Haar 웨이브릿

$$\phi(t) = \begin{cases} 1 & 0 \leq t < \frac{1}{2}, \\ -1 & \frac{1}{2} \leq t < \frac{3}{4}, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (2)$$

$$\phi_{m,n}(t) = 2^{-m/2} \phi(2^{-m}t - n), \quad (3)$$

$m, n \in Z$

웨이브릿 변환시 원형 웨이브릿과 스케일링 함수가 필요하게

되는데 식(3)은 스케일링 함수로서  $m$ 은 크기인자(scale factor)이고  $n$ 은 시간 축상의 변이인자(shift factor)이다. 따라서 식(3)은 변화하게 되는 공간을 연속적인 근사화된 공간으로 표현할 수 있게 한다[3,4].

웨이브릿 변환을 통한 전처리는 웨이브릿 여과를 사용한 필터뱅크를 이용하여 영상을 주파수 영역별로 대역 분할한다. 분할방법은 저주파 영역에 대하여 여과처리를 반복하는 옥타브(octave)를 이용하여 영상을 수평방향으로 저역과 고역통과 여과한후 투표분화(decimation)하여 저주파대역과 고주파 대역으로 분해한다. 다시 수직방향으로 각각의 대역을 그림 2와 같이 여과하여 4개의 분해 대역으로 나눌 수 있다[3,4].

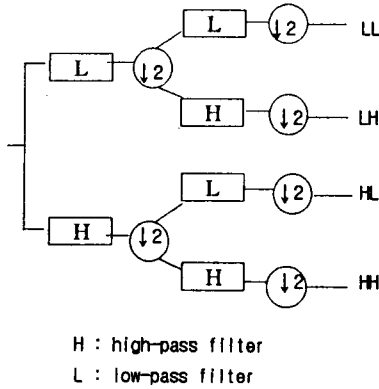


그림 2. 웨이브릿 변환을 이용한 분해

2. 문자인식

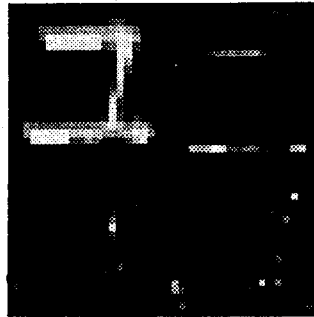
가로 세로 40×40 용도문자의 그림 3(a)원영상을 그림4와 같이 웨이브릿 변환을 통하여 20×20 저주파대역의 영상의 그림 3(b)을 취한다. �츠 알고리즘을 적용하여 이치화 하고, 이치화된 영상을 다시 바운딩 박스를 잡는다(그림3(c)). 다음으로



(a)원영상 (b)웨이브릿 변환 (c)이치화

그림 3. 용도부 문자의 이치화 과정

20×20으로 정규화된 영상을 역전파 신경망으로 검증한다. 역전파 신경망은 '가'부터 '호' (바,사,아,자,차,카,타,파,하,허는 제외)까지 신변호판과 구변호판의 구분 없이 60개 패턴부류를 가지는 400×5×1 구조로 만들었다. 역전파 신경망의 구조는 그림 5와 같다[5,6].



LL	HL
LH	HH

그림 4 웨이브릿 변환을 이용한 영상분해

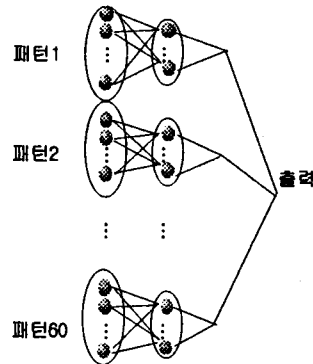


그림 5. 역전파 신경망 구조

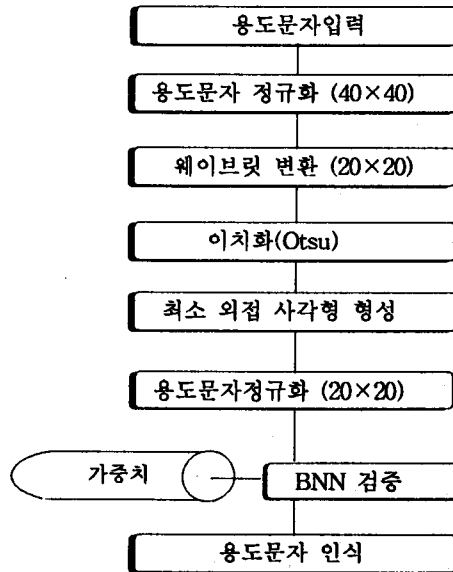


그림 6. 인식 알고리즘의 흐름도

### III. 구현 및 실험

실험환경구현에 있어서 훈련샘플(training sample)과 실험샘플(testing sample)은 고속도로에서 주야간 구분 없이 CCD 카메라를 이용하여 촬영한 854개의 자동차영상에서 영입음차량에 해당된 바, 사, 아, 자, 차, 카, 타, 파하, 허를 제외한 용도문자를 잘라내어 수집하였다. 용도문자 인식 알고리즘은 Unix System 환경(Sun SPARCstation 20)에서 C 언어를 이용하여 구현하였다. 비교실험방법은 동일한 훈련샘플과 실험샘플을 가지고 3가지로 실험하였다. 첫 번째는 원형정합(Template Matching)방법을 수행 인식시켰다. 두 번째는 40×40영상을 웨이브릿 변환과정을 거치지 않고 bilinear interpolation 방법으로 영상의 크기를 20×20으로 하여 BNN 검증을 통해 인식하였으며 세 번째는 웨이브릿 변환을 통하여 여과된 영상을 가지고 BNN 검증을 통해 인식하는 그림 6과 같은 방법으로 실험하였다. 한국자동차번호판 용도문자에 본 논문에서 제시한 인식 알고리즘을 적용한 결과, 첫 번째 방법의 결과는 88.9%의 인식률을 보였으며(표1), 두 번째 방법의 경우 인식률은 83.0%의 인식률을 보였다(표2). 세 번째 경우 인식을 90.2%를 보여주었다(표3).

인식개수/총계

	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤
㉠	36/36	22/23	10/11	5/7	9/9
㉡	34/37	5/7	13/13	13/13	21/22
㉢	26/27	13/13	5/9	7/7	10/10
㉣	21/25	13/13	7/9	9/9	6/6
㉤	25/28	4/6	8/8	7/9	13/16
㉥		9/10	9/9	12/14	7/8
㉦		11/11	10/11	15/15	13/13
㉧		11/11	13/14	7/9	8/10
㉨		9/9	10/12	11/11	12/12
㉩		6/8	18/20	4/7	13/15
㉪		20/21	31/37	16/16	20/20
㉫		18/18	4/4	3/6	9/16
㉬		13/13	12/19	17/21	6/15
㉭			14/15	16/17	10/14
%	88.9(759/854)				

표 1. 원형정합결과

인식개수/총계

	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤
㉠	33/36	23/23	9/11	5/7	8/9
㉡	34/37	7/7	11/13	10/13	21/22
㉢	26/27	13/13	5/9	7/7	10/10
㉣	24/25	12/13	6/9	6/9	5/6
㉤	27/28	3/6	7/8	5/9	15/16
㉥		9/10	9/9	13/14	6/8
㉦		10/11	8/11	10/15	13/13
㉧		7/11	4/14	4/9	5/10
㉨		8/9	11/12	11/11	8/12
㉩		7/8	19/20	5/7	12/15
㉪		19/21	33/37	16/16	15/20
㉫		17/18	4/4	3/6	9/16
㉬		9/13	16/19	14/21	9/15
㉭			10/15	14/17	10/14
%	83.0(709/854)				

표2. bilinear interpolation 정규화시 결과

인식개수/총계

	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤
㉠	34/36	22/23	10/11	6/7	8/9
㉡	35/37	7/7	13/13	13/13	20/22
㉢	21/27	10/13	6/9	7/7	9/10
㉣	24/25	11/13	9/9	4/9	5/6
㉤	28/28	4/6	7/8	5/9	13/16
㉥		10/10	9/9	13/14	7/8
㉦		11/11	9/11	15/15	13/13
㉧		10/11	11/14	6/9	9/10
㉨		9/9	10/12	11/11	11/12
㉩		7/8	20/20	6/7	13/15
㉪		20/21	37/37	16/16	16/20
㉫		18/18	4/4	3/6	10/16
㉬		12/13	19/19	20/21	13/15
㉭			15/15	16/17	10/14
%	90.2(770/854)				

표3. 웨이브릿 전처리경우 인식결과

### IV. 결론

본 논문에서는 자동차 번호판의 용도문자부 인식을 위하여 웨이브릿 변환을 통한 전처리방법을 제시하였다. 원형정합은 회전왜곡이 없는 영상패턴에서 좋은 결과를 얻을 수 있는 방법으로 알려져 있으나 원형관리의 난점을 가지고 있다. 본 논문에서는 40×40의 영상을 웨이브릿 변환을 통하여 화소의 값이 일정 대역에 집중하게 한 후 화소 분포의 분산이 큰 저주파 대역의 영상을 20×20으로 정규화하여 에너지 손실을 최소화함으로써 기존의 방법(bilinear interpolation) 보다 높은 인식률을 보였다.

### 참고문헌

- [1] 최한수, 정동철, "수리형태학을 이용한 접영이 많은 한글 문자의 자소분리 및 인식에 관한 연구," '96 대한전기학회 하계학술대회 논문집 B권 pp.1392-1395, 1996.
- [2] 최한수, 양보승, "한국자동차 번호판 용도문자 인식에 관한 연구," '97 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집 pp.227-233, 1997.
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1992.
- [4] M. Vetterli and J. Kovacevic, Wavelets and Subband coding, Prentice Hall, 1995.
- [5] Michael D. Swanson, Ahmed H. Tewfik, "A Binary Wavelet Decomposition of Binary Images," IEEE Trans. of Image Processing, Vol. 5, No. 12, pp.1637-1650, 1996.
- [6] Maurits Malfait, Dirk Roose, "Wavelet Based Image Denoising Using a Markov Random Field a Priori Model," IEEE Trans. of Image Processing, Vol. 6, No. 4, pp.549-565, 1997.