

# 웨이블릿 도메인에서 바코드영역 추출 기법

최호석<sup>0</sup> 정윤수\* 박문성\* 이용준\* 박영태<sup>0</sup>  
<sup>0</sup>경희대학교 전자공학과  
\*한국전자통신연구원 우정기술연구부

mar74@kvision.kyunghee.ac.kr , {yoonsu, mspark, yjl}@etri.re.kr , ytpark@khu.ac.kr

## A Method for Extracting Region of Barcode in Wavelet Domain

Ho-Seok Choi<sup>0</sup> Yun-su chung, Moon-sung Park, Yong-jun Lee, Young-tae Park  
Dept. of Electronic Engineering, Kyunghee University  
Postal Technology Development Department, ETRI

### 요 약

본 논문에서는 웨이블릿 변환된 영상으로부터 바코드 영역을 추출하기 위한 한 방법이 제안된다. 일반적으로 택배 등의 물류처리에서 사용되는 바코드는 직선 형태의 바로 구성되어지며, 물체의 윗면에 붙여진 바코드 라벨의 방향에 따라 바코드의 방향은 수직, 수평, 대각선의 방향으로 나타난다. 제안된 방법에서는 이러한 바코드의 수직, 수평, 대각선 방향의 주파수특성을 독립적으로 잘 반영하는 웨이블릿 변환의 특성을 활용하여 각각의 주파수 대역별로 바코드 영역을 검색하여 바코드 영역의 후보를 검출한다. 바코드의 후보 영역이 검출되면, 바코드의 후보 영역은 바코드의 길이 방향의 스캔 및 검증 과정을 통해 바코드 영역인지 최종 판별된다. 다양한 영상에 대한 실험을 통해 제안된 방법이 효과적임이 증명되었다.

### 1. 서 론

일반적으로 바코드는 택배, 우편물, 그리고 상품 등의 표면에 부착된 라벨로서 물품의 식별 데이터와 같은 다양한 정보를 저장하는 저장공간의 기능을 수행하고 있다. 또한, 이러한 바코드의 인식을 통해 물류처리의 자동화가 한층 심화되고 있으며, 관련된 물류 관리시스템의 활용 빈도 또한 날로 증대되고 있는 것이 현실이다.

이러한 시대적인 흐름에 부응하여, 최근에는 핸드헬드형의 이동식 바코드 인식기뿐만 아니라 컨베이어등의 이송환경위에서 사용할 수 있는 고정식 바코드 인식기의 경우에도 그 요구가 날로 증대되고 있다. 하지만, 이러한 고정식 바코드 인식기의 경우에는 바코드의 해독뿐만 아니라, 바코드를 포함하는 바코드의 영역을 추출하는 것이 바코드 인식기의 구현을 위한 선결과제로서 중요한 부분을 차지하고 있다. 본 논문에서는 이러한 고정식 바코드 인식기의 구현을 위해 필수적인 바코드의 영역을 추출하는 한 방법을 제안한다.

정보 저장매체로서 바코드는 일정한 길이 및 방향을 가지는 직선 형태의 바들이 나란히 나열되어 있으며 바코드의 한 바는 인접한 바의 근거리 내에 있는 것을 특징으로 하고 있다. 이러한, 바코드의 특징은 바코드의 해독뿐만 아니라, 바코드의 후보 영역을 추출하기 위한 기본적인 단서가 된다. 따라서, 이러한 바코드의 기본적인 특징에 근거하여 직선 형태의 바의 군집으로 구성된 후보 영역을 찾을 수 있는 검출 방법이 필요하다. 이러한 바코드영역을 찾는 방법에는 많은 방법들을 기대 할 수 있겠지만, 본 논문에서는 웨이블릿 변환된 영상에서 직선 형태의 바들을 포함하는 영역을 검색하여 바코드의 후보 영역으로 추출하는 한 방법을 제안한다.

일반적으로 웨이블릿 변환[1]된 영상의 경우에는 원 영상이 1/2로 다운 샘플링 되어 영상의 수직, 수평, 대각선

주파수 성분을 나타내는 주파수 대역별 영상들이 각각 나타난다. 웨이블릿 변환된 바코드 영상의 경우에는 이러한 직선 바들의 회전 정도에 따라, 수직, 수평, 대각선 주파수 대역 영상중 한 부분에 강하게 그리고 큰 영역으로 나타나는 특성을 나타낸다. 따라서, 이런 웨이블릿 변환 후 영상의 수직, 수평, 대각선 영역의 영상에 대하여 각각 이진화 및 영역 레이블링과정을 거쳐 거처서 가장 커다란 영역을 가지는 영역을 후보로 결정한다. 또한, 이러한 후보 영역들은 영역의 길이 방향으로 스캔과정을 거쳐서 스캔된 부분의 Gray Level의 변화 정도에 대한 판단을 통해 바코드 영역으로 최종 결정한다.

제안된 방법에 대한 흐름도가 아래 그림 1에 나타난다.

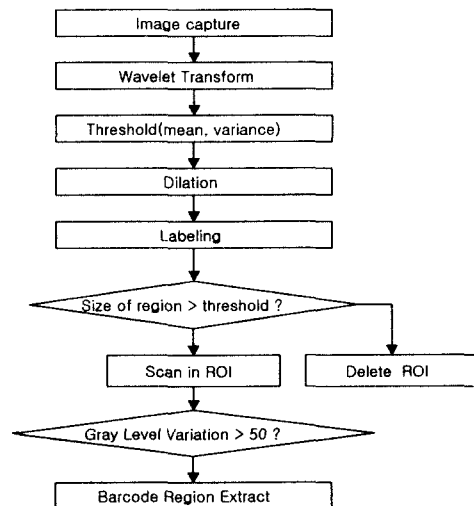


그림 1 전체 Flow Chart

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안된 바코드 영역의 추출을 위한 웨이블릿 변환과 레이블링을 통한 후보영역 검출 및 검출된 후보 영역에 대한 검증과정을 나타낸다. 그리고, 3장에서는 제안된 방법에 의한 실험결과와 분석을 통하여 결론을 맺는다.

2. 제안된 바코드 영역 추출 방법

2.1 웨이블릿 변환

웨이블릿 변환은 주어진 함수  $f(x)$ 를 웨이블릿 평면에 투사하여 여러개의 해상도로 분해하는 것이다. 웨이블릿 공간은 서로 다른 해상도를 가지고 있는 기저함수들의 집합으로 구성되어 있다. 웨이블릿 변환에서 기저함수들은 원형 웨이블릿을 확장과 축소를 시킴으로써 만들어진 다. 본 논문에서는 웨이블릿의 모함수로 Daubechies[2]를 사용한다.

식 (1)은 Daubechies의 모함수를 나타내고, 식(2)는 4개의 변수를 각각 나타낸다.

$$\Psi\left(\frac{t}{2}\right) = -h_3\phi(t+2) + h_2\phi(t+1) - h_1\phi(t) + h_0\phi(t-1) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} h_0 &= \frac{1+\sqrt{3}}{4}, h_1 = \frac{3+\sqrt{3}}{4} \\ h_2 &= \frac{3-\sqrt{3}}{4}, h_3 = \frac{1-\sqrt{3}}{4} \end{aligned} \quad (2)$$

바코드 영역은 직선의 배열이 수직, 수평, 대각선 영역에 존재하기 때문에 본 논문에서는 웨이블릿 변환 후 이진화와 확장을 하고 3개의 고주파 영역에서만 레이블링을 실행한다.

그림 2는 영상 신호의 분해를 나타낸다.

LL	LH (Horizontal)
HL (Vertical)	HH (Diagonal)

그림 2 영상 신호의 분해

그림 3은 a)원 영상과 b)웨이블릿 변환 영상을 나타낸다.

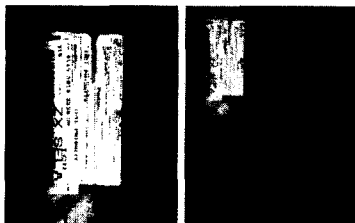


그림 3 a)원 영상 b)웨이블릿 변환영상

그림 3의 b)처럼 웨이블릿 변환된 영상을 이진화 하는 과정에서 평균과 분산을 사용한 Threshold 기법 [3]을 사용하고, 이진화된 바코드 영역의 특성은 바 사이의 간격이 일정형식을 갖는다. 식(3)은 Threshold를 결정하는 공식이다.

$$\tau = k_1\mu + k_2\sigma \quad (3)$$

위 식에서  $\mu$ 는 평균값을,  $\sigma$ 는 분산을 각각 나타내고,  $k_1$ 과  $k_2$ 는 본 논문에서는 1을 사용한다. 바코드는 다른 캐릭터나 잡음과는 달리 일정한 간격을 갖는 바의 배열이기 때문에 이진화 과정에서 바의 간격이 클 경우 바코드 영역이 분할되는 경우가 발생한다. 실험 영상에서는 바 사이의 거리가 1~5 픽셀의 간격을 갖고 여기에 3x3 마스크를 씌워 영역을 확장시키면 바코드 영역의 분할을 막을 수 있다.

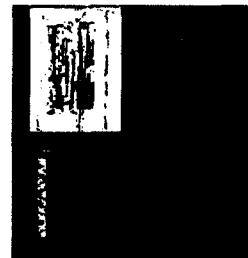


그림 4 이진화 및 Dilation 결과

그림 4에는 이진화 후에 3x3 마스크를 씌워 바코드 영역이 확장된 결과 영상이다.

2.2 Labeling 과정

바코드의 특성상 웨이블릿의 3개의 고주파 영역중 적어도 하나이상에서 바코드의 뚜렷한 특징을 나타낸다. 위의 이진화와 확장과정에서 캐릭터 영역과 잡음 영역 또한 증가한다. 여기서 증가된 잡음 영역을 제거하기 위하여 3개의 영역에 대해 레이블링기법[4]을 사용하여 레이블된 영역의 크기를 측정하고 임계치 보다 작은 경우 잡음 영역으로 간주하고 제거한다.

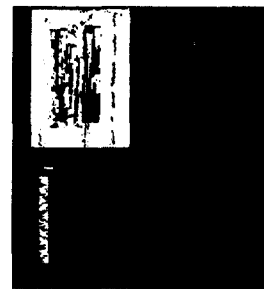


그림 5 Labeling 결과

남은 영역을 후보 영역으로 하여 검증하는 과정을 거친다. 실험에서는 크기가 100이하인 영역은 잡음 영역으로 간주하고 제거하였다. 그림 5는 레이블링을 한 결과 영상을 나타낸다.

### 2.3 후보 영역 검증

바코드 영역은 수십 개의 검정색의 바와 흰 공간이 일정한 규칙을 갖고 나열되어 있다. 이런 바코드 영역은 캐릭터나 잡음에 비해 많은 변화량을 갖는다. 따라서 추출된 후보 영역을 검증하기 위하여 영역의 길이 방향과 직교하게 스캔하여 Gray Level의 변화량이 임계치보다 많으면 바코드 영역으로 추출한다. 그림 6는 추출된 후보 영역에서 중간 라인을 스캔한 결과이다. 본 논문에서는 변화량의 임계치를 50으로 설정한다.

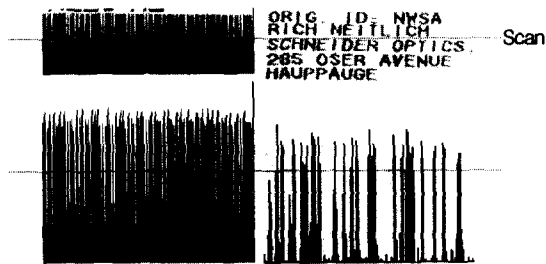


그림 6 후보 영역의 Gray Level 변화량

### 3. 실험 결과 및 결론

본 논문에서는 우편물 바코드 인식 시스템에서 4000×4000영상을 1000×1000으로 다운 샘플링 하여 총 40개의 우편물 영상에 대하여 처리한 결과 90%이상 매우 우수한 바코드 영역 검출 결과를 보였다. 그림 7에는 바코드 영역 추출에 대한 결과 영상을 나타낸다.

전체 영상에 대한 처리 시간은 펜티엄 III 450 MHz에서 평균 900ms 정도 걸린다. 다음의 표 1은 부분적인 알고리즘에서 걸리는 평균시간을 나타낸다.

알고리즘	처리시간(ms)
Wavelet Transform	300ms
Threshold & Dilation	100ms
Labeling	450ms
Scan	50ms

표 1 부분 알고리즘 평균 처리시간

본 논문에서 제안하는 기법은 웨이블릿 변환후 주파수 영역에서 이진화를 하고 이진화된 영역을 확장한 후 레이블링을 사용하여 다양한 라벨 중에서 바코드 영역이 정확하게 추출되는 것을 보인다.

처리 시간의 감소는 영상 사이즈를 줄이고 pc의 성능을

좀더 향상시키면 보다 감소된 처리 시간을 나타낼 수 있을 것이다. 이 기법은 복잡한 객체 사이의 바코드와 다양한 라벨 가운데 붙은 바코드, 캐릭터 사이의 바코드 영역의 추출에 사용될 수 있고 그림 7 b)의 영상처럼 바코드와 캐릭터가 붙은 경우에는 검증단계를 좀더 보완하여 다중 스캔과정을 거치면 캐릭터 부분을 제거할 수 있다. 또한, 바코드의 디코드까지 가능하다.

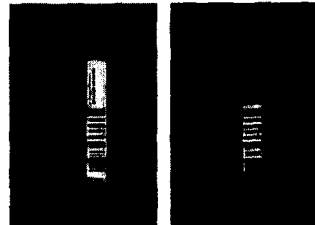


그림 7 a) 바코드 영역의 추출 결과

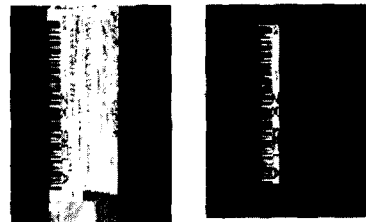


그림 7 b) 바코드 영역의 추출 결과

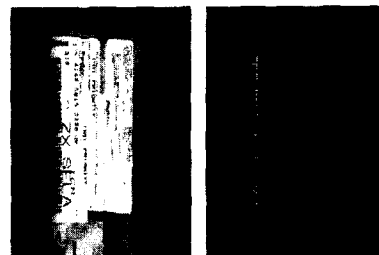


그림 7 c) 바코드 영역의 추출 결과

### 4. 참고 문헌

[1] S. Mallat, "A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation," IEEE Trans. on PAMI, Vol 11, pp. 674-693, July 1989.  
 [2] J. R Parker "Algorithms for image processing and computer vision.", pp.250-274  
 [3] Gerhard X. Ritter, Joseph N. Wilson " Computer vision algorithm in Image Algebra", pp. 129-130  
 [4] Rafael C. Gonzales & Richard E. Woods, "Digital Image Processing", pp. 40-43