

퍼지 이진화와 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 운송 컨테이너 영상의 식별자 추출에 관한 연구

A Study on Identifier Extraction from Shipping Container Image by Using Fuzzy Binarization and Contour Tracking Algorithm

윤형근* · 김광백*

Hyung-Keun Yun* · Kwang-Kaek Kim*

요 약

운송 컨테이너의 식별자를 추출하고 인식하는 것은 컨테이너 식별자들의 크기나 위치가 정형화되어 있지 않고 외부의 잡음으로 인하여 식별자의 형태가 훼손되어 있기 때문에 어렵다. 본 논문에서는 이러한 특성을 고려하여 컨테이너 영상에 대해 Canny 마스크를 이용하여 에지를 검출하고, Canny 마스크가 적용된 영상에서 수직·수평 히스토그램을 적용하여 컨테이너의 식별자 영역을 추출한다. 추출된 컨테이너의 식별자 영역을 삼각형 타입의 퍼지 이진화 방법을 적용하여 이진화하고 이진화된 컨테이너 식별자 영역을 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 식별자를 추출한다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 실제 컨테이너 영상에 적용한 결과, 기존의 방법보다 컨테이너의 식별자 추출에서 우수한 성능이 있음을 확인하였다.

Key Words : Canny 마스크, 컨테이너 식별자, 퍼지 이진화, 윤곽선 추적 알고리즘

1. 서론

해로를 통한 상품의 수출 및 수입은 그 비용이 여타 다른 운송 방법에 비하여 저렴한 편이다. 그렇기 때문에 해로를 통한 수출입의 물동량은 꾸준히 증가하게 된다. 이러한 물동량의 증가로 항만에서는 신속하고 정확하게 운송 컨테이너 물류 처리를 하기 위한 자동화 방법들을 사용하고 있으며 운송 컨테이너 물류 처리를 자동화하기 위해 사용되고 있는 시스템은 바코드 시스템과 영상 처리를 기반으로 한 운송 컨테이너 식별자 인식 시스템으로 분류할 수 있다. 그러나 바코드의 경우에는 잡음 등에 대한 에러 발생률이 높아서 오늘날 항만에서는 주로 운송 식별자 인식 시스템을 사용하고 있다.

운송 컨테이너 식별자 코드의 ISO 규격은 4개의 영역으로 구성되어 있다. 식별자 코드는 운송회사 코드, 일련 번호, 검사 숫자, 컨테이너 유형 코드의 순으로 표시되며 검사 숫자까지 11자는 ISO규정 사항이므로, 컨테이너를 식별하기 위해서는 컨테이너 식별자의 처음 11자 만을 인식하면 된다[1,2].

컨테이너 식별자 추출은 식별자 영역과 배경 영역으로 구분하여 추출한다. 컨테이너 식별자의

경우에는 문자의 크기나 위치, 간격들이 특별히 정형화되어 있지 않고, 문자색과 배경색 또한 그 형태나 모양이 다양하게 분포되어 있다. 따라서 식별자 모양이나 형태와 같은 정보만으로는 컨테이너의 식별자를 추출하기 힘들다.

차량 번호판과 같은 경우에는 번호판의 가로와 세로 비율이 2 : 1로 구성된 사각형이라는 형태학적 정보를 얻을 수 있지만 컨테이너 식별자의 경우에는 식별자들이 길게 수평으로 나열되어 있는 경우와 몇 줄에 걸쳐 나열된 경우 또한 수직으로 분포하고 있는 경우가 있다[2,3]. 따라서, 컨테이너의 식별자 영역을 추출하는 것은 매우 어렵다. 또한 컨테이너 영상의 식별자들은 모두 컨테이너의 외부에 표시되어 있기 때문에 항만 운송이라는 특수한 상황에 의하여 문자 형태가 훼손되거나 불필요한 기타 잡음으로 인하여 식별자를 개별적으로 분할하기 어렵고, 컨테이너 표면의 훼손과 컨테이너 내부의 상품을 보호하기 위해 만들어 놓은 굴곡에 의하여 식별자의 형태가 영상으로 표현할 때 변형될 수 있다. 컨테이너 영상에 대해 전처리 과정을 실행하더라도 처리된 결과가 컨테이너 식별자의 윤곽선인지 배경의 잡음 인지를 판별하는 과정을 거쳐야 한다.

* 신라대학교 컴퓨터공학과

따라서 본 논문에서는 컨테이너의 식별자를 추출하기 위하여 컨테이너 식별자 영상을 Canny 마스크를 이용하여 에지를 검출하고 Canny 마스크가 적용된 영상에서 수직 히스토그램과 수평 히스토그램을 이용하여 식별자의 영역을 추출한다. 추출된 식별자 영역에 대해 퍼지 이진화 방법을[4] 적용하여 이진화를 수행한다. 이진이미지를 사용하는 이미지처리 응용에서 임계치(threshold) 결정은 이진처리 성능을 결정짓는 중요한 요소이다. 컨테이너 식별자 영상은 다양한 색상과 넓은 영역에 걸쳐 명암도 변화가 일어나고 또한 다양한 형태의 잡음이 포함되어 있으므로 스케치 특징점 유무를 판별하는 임계치의 결정에는 애매 모호함이 존재한다. 따라서, 본 논문에서는 삼각형 타입의 소속함수를 이용한 퍼지 이진화 방법을 추출된 컨테이너의 식별자 영역에 적용하여 개별 식별자 추출의 전처리 과정으로 사용한다. 이진화된 컨테이너 식별자 영역에서 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 컨테이너의 개별 식별자를 추출한다.

2. 컨테이너 식별자영역 및 개별식별자추출

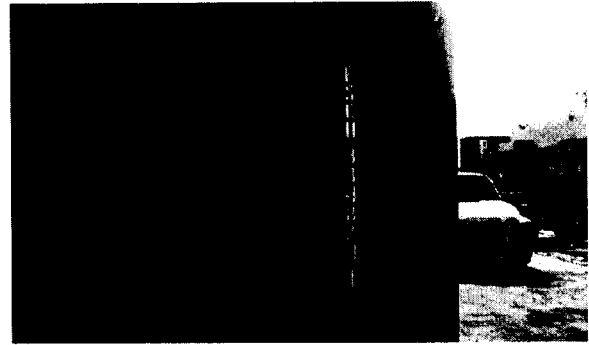
본 논문에서의 컨테이너 개별 식별자 추출 과정은 획득된 컨테이너 영상에서 컨테이너의 식별자 영역을 추출하는 부분과 추출된 식별자 영역에서 개별 식별자를 추출하는 부분으로 구성된다. 일반적으로 컨테이너의 영상은 크게 [그림 1] 또는 [그림 2]와 같은 형태로 구분된다.



[그림 1] 수평방향의 식별자
2.1 컨테이너 식별자영역 추출

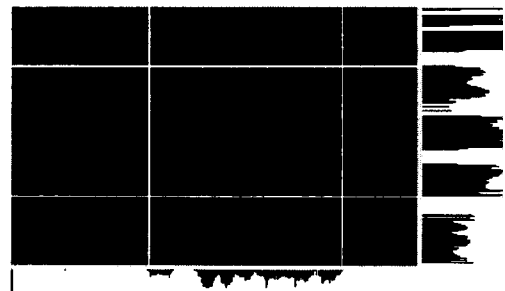
컨테이너 영상으로부터 식별자 영역을 추출하기 위해서 Canny 마스크를 이용하여 에지를 검출한다. Canny가 제시한 에지 추출은 다음과 같은 세 가지 특징이 있다. 첫째, 에지들에 대해서만 반응이 있어야 하고, 에지들을 모두 찾아야 한다. 둘째, 발견된

에지와 실제 에지 사이의 거리는 가능한 적어야 한다. 셋째, 하나의 에지가 존재하는 곳에서는 여러

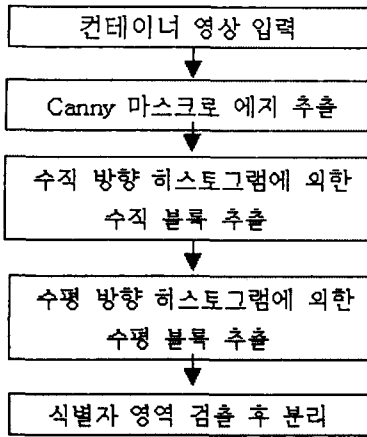


[그림 2] 수직방향의 식별자
개의 에지가 나타나서는 안 된다[5,6]. 따라서 Canny 마스크를 이용할 경우에는 에지가 여러 방향으로 연결되지 않고, 검출되므로 컨테이너의 바탕과 문자 부분을 구별할 수 있는 중요한 정보가 된다. 컨테이너 영상에서는 상·하로 잡음이 많기 때문에 수평 좌표 값을 먼저 구하는 것 보다 식별자 영역의 수직 좌표 값을 구하는 것이 신뢰성이 있다. Canny 마스크의 수행 과정은 먼저 가우시안 마스크를 이용하여 잡음을 제거한 후 소벨 마스크와 같은 윤곽선 검출 마스크를 사용하여 윤곽선을 검출한다. Canny 마스크를 사용할 경우에는 영상의 잡음에 강하고 강한 윤곽선들만을 검출하는 장점이 있다.

Canny 마스크로 처리된 영상은 식별자가 포함되어 있는 영역이 다른 영역에 비해 에지가 많이 나타나므로 수직 방향 히스토그램을 적용하여 식별자의 수직 블록을 추출하고 검출된 식별자의 수직 블록에서 수평 방향 히스토그램을 적용하여 식별자의 수평 블록을 추출한다. 이때 수직으로 나타나는 컨테이너 바탕의 에지를 고려해야 한다. 따라서 수직으로 검사하여 에지의 변화가 나타나는지 검사한다. 컨테이너 식별자 같은 경우에는 바로 아래의 수직으로 에지가 나타나는 경우가 드물기 때문이다. 따라서 컨테이너의 식별자 영역 추출 결과는 [그림 3]과 같고 [그림 4]는 제안된 식별자 영역의 추출 과정이다.



[그림 3] 식별자 영역 추출



[그림 4] 컨테이너 식별자 영역 추출 과정

2.2 추출된 식별자 영역에서의 개별문자 추출

추출된 식별자 영역에서 개별 식별자를 추출하는 과정은 식별자 영역을 이진화 한후 이진화된 영역에 대해서 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 식별자를 추출하고 식별자가 아닌 것은 잡음으로 처리한다. 잡음이 제거된 개별 식별자에 대해서 유클리드 거리를 계산하여 개별 식별자를 정렬한 후 개별 식별자를 정규화한다.

추출된 식별자 영역을 그레이 영상으로 변환하여 퍼지 이진화 방법을 적용한다. 퍼지 이진화 방법은 추출된 식별자 그레이 영상에서 가장 밝은값(I_{max})과 가장 어두운 밝기값(I_{min})의 평균값을 T 로 정의하고, I_{min} 과 I_{max} 를 삼각형 타입의 소속 함수 구간으로 설정한다. 삼각형 타입의 소속 함수 구간 $[I_{min}, I_{max}]$ 에서 소속도가 1이 되기 위한 중간 밝기값(I_{mid})은 다음과 같이 계산한다.

$$I_{mid} = \frac{I_{max} + I_{min}}{2} \quad (1)$$

따라서 구간 $[I_{min}, I_{max}]$ 에 대한 소속도는 다음과 같이 결정한다.

if $(X_m \leq I_{min})$ or $(X_m \geq I_{max})$ then $\mu(x) = 0$

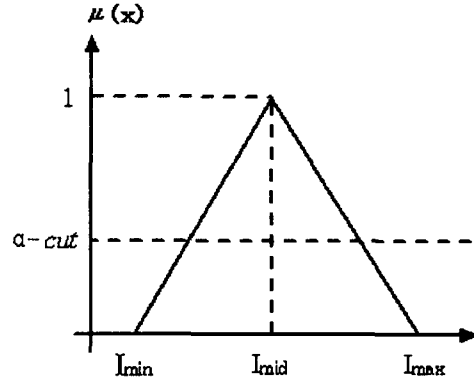
if $(X_m > I_{mid})$ then $\mu(x) = \frac{(I_{max} - X_m)}{(I_{max} - I_{mid})}$

if $(X_m < I_{mid})$ then $\mu(x) = \frac{(X_m - I_{min})}{(I_{mid} - I_{min})}$

if $(X_m = I_{mid})$ then $\mu(x) = 1$

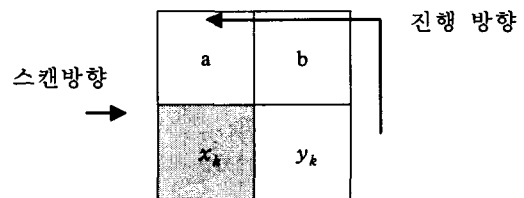
소속함수에서 구해진 소속도($\mu(x)$)에 α -cut을 적용하여 영상을 이진화 한다. 본 논문에서는 α 값을

0.5로 설정한다. 따라서 소속도가 α 이상이면 영상의 픽셀값을 255로 정의하고 α 미만이면 픽셀 값을 0으로 설정하여 영상을 이진화 한다. [그림 5]는 α -cut을 적용한 삼각형 타입의 소속 함수이다.



[그림 5] α -cut 을 적용한 삼각형타입의 소속함수

퍼지 이진화를 적용하여 이진화된 개별 식별자 영역에 대해 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용한다. 본 논문에서는 2×2 마스크를 이용하여 윤곽선을 추적한다[7,8]. 이진화된 식별자 영역에서 윤곽선 추적은 경계 픽셀을 만나기 전까지는 왼쪽에서 오른쪽으로, 위쪽에서 아래쪽으로 스캔한다. 그림 6은 4방향 윤곽선 추적에 사용된 2×2 마스크로서 경계 픽셀을 만나면 시작점으로 선택하여 마스크를 x_k 에 위치시키고 a 와 b 에 대응하는 두 픽셀을 고려하여 마스크의 진행 방향을 결정하고 x_k 가 지나간 픽셀이 윤곽선이 된다. 따라서 개별 식별자의 추출은 4방향 윤곽선 추적 방법을 적용하여 픽셀간의 연결 요소를 연결하여 직사각형 형태로 개별 식별자 추출하는데 수평·수직의 비율이 가장 큰 직사각형 형태를 개별 식별자로 추출하고 그 외의 직사각형 형태는 잡음으로 간주한다.

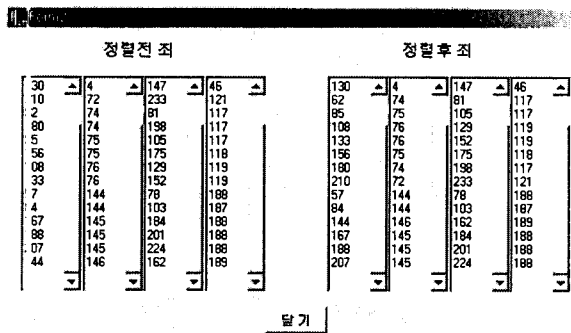


[그림 6] 윤곽선 추적을 위한 2×2 마스크

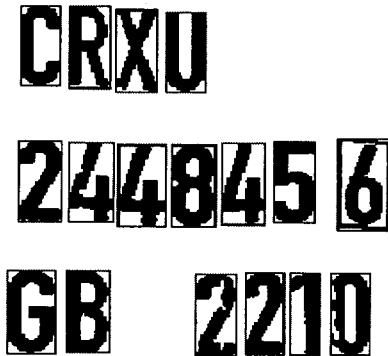
굴곡이 있는 컨테이너 영상에서 윤곽선 추적 알고리즘을 적용할 경우에는 개별 식별자들의 위치가 각각 다르므로 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자 순서대로 추출할 수 없는 경우가 발생한다. 따라서 개별 식별자를 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자

순서대로 추출하기 위하여 추출된 식별자의 수직 좌표와 수평 좌표를 식(2)과 같은 유클리드 거리식을 적용하여 운송회사 코드의 첫 번째 식별자를 검출한다. 검출된 식별자를 기준으로 개별 식별자를 정렬하여 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자 순서대로 식별자를 추출한다. [그림 7]은 식별자를 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자 순서대로 추출하기 위하여 유클리드 거리를 적용하여 개별 식별자들을 정렬하는 과정이고 [그림 8]은 개별 식별자를 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자 순서대로 추출한 결과 화면이다.

$$T = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad \text{식(2)}$$



[그림 7] 개별 식별자 정렬



[그림8] 윤곽선 추적에 의한 개별 식별자 추출

3. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 IBM 호환 기종의 펜티엄 PC상에서 C++Builder 5.0으로 구현하였다. 754×504 크기의 256 컬러 컨테이너 영상 32개를 대상으로 실험하였다. 성능 평가를 위한 실험은 기존의 이진화 방법과 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 컨테이너의 개별 식별자를 추출한 개수를 비교

하였다. 32개의 컨테이너 영상을 실험한 결과, 컨테이너 식별자 영역이 모두 추출되었다. 추출된 32개의 식별자 영역 중에서 기존의 이진화 방법은 287개의 개별 식별자가 추출되었고, 퍼지 이진화를 이용한 방법에서는 334개의 개별 식별자가 추출되었다. 그리고 획득된 컨테이너 영상에서 식별자들의 간격이 붙어있는 경우에는 식별자 추출에 실패하였다.

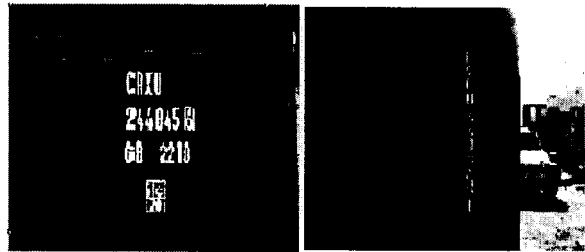
기존의 이진화 방법과 퍼지 이진화 방법을 윤곽선 추적 알고리즘에 적용하여 개별 식별자를 추출한 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1> 컨테이너 영상에서의 개별 식별자 추출 결과

| | 평균 이진화방법 | 퍼지 이진화방법 |
|------------|----------|----------|
| 개별 식별자 추출수 | 287/352 | 334/352 |

퍼지 이진화 방법을 적용한 경우가 기존의 이진화 방법을 적용한 경우보다 개별 식별자의 추출률이 개선되었다.

[그림 10]과 [그림 11]은 [그림 9]와 같은 수평 및 수직 식별자 컨테이너 영상에 대해 Canny 마스크를 적용하여 식별자 영역을 추출하고 추출된 식별자 영역을 윤곽선 추적 알고리즘과 유클리드 거리를 이용하여 개별 식별자를 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자 순서대로 추출한 결과 화면이다.



[그림 9] 실험에 사용된 영상



CRXU2448456

[그림 10] 수평방향 식별자 추출 결과



[그림 11] 수직방향 식별자 추출 결과

4. 결론 및 향후 연구 방향

운송 컨테이너의 물류 처리를 자동화하기 위해 사용되고 있는 시스템은 바코드와 영상처리를 기반으로 한 식별자 인식 시스템이 있다. 컨테이너 운송 식별자를 추출하는 것은 식별자들의 크기나 위치가 정형화되어 있지 않고 외부의 잡음으로 인하여 식별자의 형태가 훼손되어 있기 때문에 어렵다.

본 논문에서는 이러한 특성을 고려하여 컨테이너 영상에 대해 Canny 마스크를 이용하여 에지를 검출하였고, Canny 마스크가 적용된 영상에서 수직 히스토그램과 수평 히스토그램을 이용하여 식별자의 영역을 추출하였다. 추출된 컨테이너의 식별자 영역을 삼각형 타입의 퍼지 이진화 방법을 적용하여 이진화하였고 이진화된 식별자 영역 대하여 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 컨테이너의 개별 식별자를 추출하였다. 그리고 굴곡이 있는 컨테이너 영상에서는 개별 식별자들의 위치가 일정하지 않으므로 윤곽선 추적 알고리즘으로 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자 순서대로 식별자를 추출할 수가 없었다. 따라서 이러한 부분을 개선하기 위하여 추출된 개별 식별자를 유클리드 거리를 이용하여 운송회사 코드의 첫 번째 식별자를 검출하고 검출된 식별자를 기준으로 개별 식별자를 정렬하여 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자 순서대로 개별 식별자를 추출하였다.

제안된 방법을 실제 컨테이너 영상에 적용한 결과, 기존의 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 식별자를 추출하는 방법보다 퍼지 이진화 방법을 적용하여 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 식별자를 추출하는 것이 효율적인 것을 확인하였다.

향후 연구 방향은 훼손된 운송 컨테이너 영상에서도 식별자를 추출할 수 있는 알고리즘에 대해 연구할 것이고 제안된 컨테이너 식별자 추출 방법을 기반으로 하여 운송 컨테이너의 식별자를 인식할 수 있는 시스템을 개발할 것이다.

참고문헌

[1] Freight Containers-Coding, Identification and Marking [ISO 6346 1995(E)].

[2] 김낙빈, "형태학적 연산을 이용한 운송 컨테이너 영상의 문자 분할," 한국멀티미디어학회 논문지, 제2권, 제4호, pp.390-399, 1999.

[3] 남미영, 임은경, 허남숙, 김광백, "명암도 변화와 Canny 에지를 이용한 컨테이너 영상의 문자 인식에 관한 연구, 한국멀티미디어학회 춘계발표논문집, 제4권 1호, pp.111-115, 2001.

[4] 윤형근, 이지훈, 김광백, "퍼지 이진화 방법에 관한 연구," 한국지능정보시스템학회 2002 추계정기 학술대회 학술발표 논문집, pp.510 - 513, 2002

[5] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992.

[6] Gregory A. Baxes, Digital Image Processing, John Wiley and Sons Inc, 1994.

[7] 원남식, 손윤구, "8-이웃 연결값에 의한 병렬세션 화알고리즘," 정보처리학회논문지, Vol.2, No.5, pp.701-710, 1995.

[8] 김성영, 권태균, 김민환, "추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출," 한국멀티미디어학회 춘계학술발표 논문집, pp.356~361, 1999.