

운곽선 추적과 개선된 신경망을 이용한 운송 컨테이너 영상의 식별자 인식

The Identifier Recognition from Shipping Container Image by Using Contour Tracking and Enhanced Neural Networks

이혜현*, 김광백**

* 신라대학교 컴퓨터정보공학부

** 신라대학교 컴퓨터공학과

Hye-Hyun Lee*, and Kwang-Baek Kim**

* Division of Computer and Information Engineering

** Dept. of Computer Engineering, Silla University

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, 검출된 에지 정보를 이용하여 수직 블록과 수평 블록을 추출하여 컨테이너의 식별자 영역을 추출한다. 추출된 컨테이너의 식별자 영역에서 히스토그램 방법과 운곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 컨테이너의 개별 식별자 인식은 ART1을 개선하여 지도 학습 방법과 결합한 개선된 신경망을 제안하여 적용한다. 실험 결과에서는 제안된 컨테이너 식별자 추출 및 인식 방법이 다양한 컨테이너 영상에 대해 효율적인 것을 보인다.

Key Words : Canny 마스크, 컨테이너 식별자, 운곽선 추적 알고리즘, ART1, 개선된 신경망

1. 서 론

오늘날 해로를 통한 수출입 물량의 증가로 인하여 항만에서 신속하고 정확하게 운송 컨테이너 물류 처리를 하기 위한 자동화 방법들이 사용되고 있다. 운송 컨테이너 물류 처리를 자동화하기 위해 사용되고 있는 시스템은 바코드 시스템과 영상 처리를 기반으로 한 운송 컨테이너 식별자 인식 시스템으로 분류할 수 있으나, 오늘날 항만에서는 주로 운송 식별자 인식 시스템을 사용하고 있다. 운송 컨테이너 식별자의 ISO 규격은 4개의 영역으로 구성되어 있다. 식별자 코드는 운송회사 코드, 일련번호, 검사 숫자, 컨테이너 유형 코드의 순으로 표시되며 검사 숫자까지 11자는 규정 사항이므로, 컨테이너를 식별하기 위해서는 컨테이너 식별자의 처음 11자만을 인식하면 된다[1,2].

일반적으로 식별자 추출은 식별자 영역과 배경 영역으로 구분하여 추출한다. 컨테이너 식별자의 경우에는 문자의 크기나 위치, 간격들이 특별히 정형화되어 있지 않고, 문자색과 배경색 또한 일정하게 정해져 있지 않다.

따라서 식별자 모양이나 형태와 같은 정보로 컨테이너의 식별자를 구별하기는 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 있고 몇 줄에 걸쳐 나열된 경우도 있다[2,3]. 따라서, 어디부터 어디까지가 식별자 영역이라고 정의하기가 힘들다. 또한 컨테이너 영상의 식별자들은 모두 컨테이너의 외부에 표시되어 있기 때문에 문자 형태가 훼손되거나 불필요한 기타 잡음으로 인하여 식별자를 개별적으로 분할하기 힘들고, 컨테이너 표면의 훼손 또는 굴곡에 의하여 식별자의 형태가 변형될 수 있다. 컨테이너 영상에 대해 전처리 과정을 실행하더라도 처리된 결과가 컨테이너 식별자의 운곽선인지 배경의 잡음인지를 판별하는 과정을 거쳐야 한다. 따라서, 칼라 정보를 이용하여 컨테이너의 식별자를 판단하는 것은 정확성이 낮아진다.

본 논문에서는 컨테이너의 식별자를 추출하기 위하여 컨테이너 영상을 Canny 마스크를 이용하여 에지를 추출

하고 추출된 에지 정보를 분석하여 수직 블록과 수평 블록을 찾아 컨테이너의 식별자 영역을 분리하고, 분리된 컨테이너 식별자 영역에서 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 추출된 개별 식별자를 개선된 신경망을 이용하여 인식한다.

II. 본론

본 논문에서의 컨테이너 개별 식별자 추출 과정은 획득된 컨테이너 영상에서 컨테이너의 식별자 영역을 추출하는 부분과 추출된 식별자 영역에서 개별 식별자를 추출하는 부분으로 구성된다.

1. Canny 에지 추출 기법을 이용한 컨테이너 식별자 영역 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, 에지들 모두 찾아야 한다. 둘째, 발견된 에지 픽셀과 실제 에지 사이의 거리는 가능한 적어야 한다. 셋째, 하나의 에지가 존재하는 곳에서는 여러 개의 에지가 나타나서는 안된다 [4,5]. 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 마스크로 처리된 영상은 식별자가 포함되어 있는 영역이 다른 영역에 비해 에지가 많이 나타나므로 수직 방향 히스토그램 방법을 이용하여 식별자의 수직 블록을 추출한다. 검출된 식별자의 수직 블록에서 수평 방향 히스토그램 방법을 이용하여 식별자의 수평 블록을 추출한다. 이때 수직으로 나타나는 컨테이너 바탕의 에지를 고려해야 한다. 따라서 수직으로 검사하여 에지의 변화가 나타나는 지를 검사한다. 식별자 같은 경우에는 바로 아래의 수직으로 에지가 나타나는 경우가 드물기 때문이다. 따라서 컨테이너의 식별자 영역 추출 과정은 그림 1과 같다.

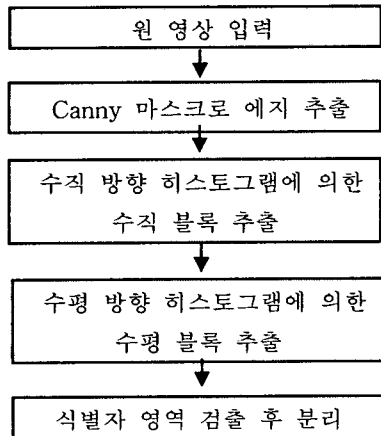


그림 1. 컨테이너 식별자 영역 추출 과정

2. 추출된 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출

추출된 컨테이너의 식별자 영역을 이진화하여 히스토그램 방법과 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 그리고 추출된 개별 식별자를 인식할 수 있도록 정규화 한다. 전 단계에서 추출된 컨테이너 식별자 영역은 크게 두 종류로 구분된다. 컨테이너 후면 영상에서 추출한 긴 형태의 수직 식별자 영역과 컨테이너 측면 영상에서 추출한 여러 줄의 문자열로 이루어진 수평 식별자 영역으로 구분된다. 그러므로 두 형태의 식별자 영역에서 개별 식별자를 추출하는 구성도는 그림 2와 같다.

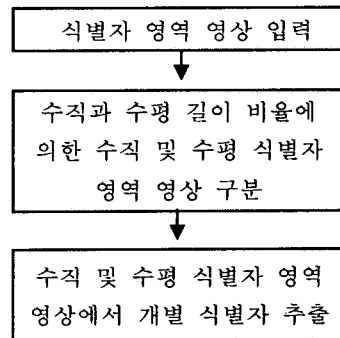


그림 2. 수직 및 수평 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 구성도

2.1 히스토그램을 이용한 컨테이너 개별 식별자 추출

히스토그램 방법을 이용한 개별 식별자 추출 방법은 추출된 식별자 영역 영상을 명암 영상으로 변환하고 이진화한 후 수직 또는 수평 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출한다. 전단계에서 추출된 컨테이너 식별자 영역은 크게 두 가지로 구분된다. 컨테이너 후면 영상에서 추출한 긴 형태의 수직 식별자 영역과 컨테이너 측면 영상에서 추출한 여러 줄의 문자열로 이루어진 수평 식별자 영역으로 구분된다. 본 논문에서는 개별 식별자 추출 과정은 같으나 처리 순서에서 두 형태에 따라 약간의 차이를 두었다. 수직으로 구성된 식별자 영역에 비해 수평으로 구성된 식별자 영역은 여러 줄의 문자열로 구성되어 있는 경우가 많으므로 개별 식별자를 추출하기 전에 sobel 마스크와 히스토그램을 이용하여 각각의 수평 문자열로 분리한다. 긴 형태의 수직 식별자 영역과 여러 줄의 문자열로 구성된 수평 식별자 영역에서 개별 식별자를 추출하는 과정은 각각 그림 3과 그림 4로 구분된다.

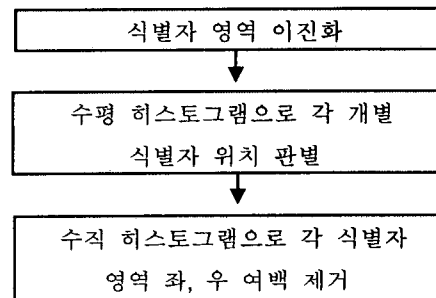


그림 3. 수직 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

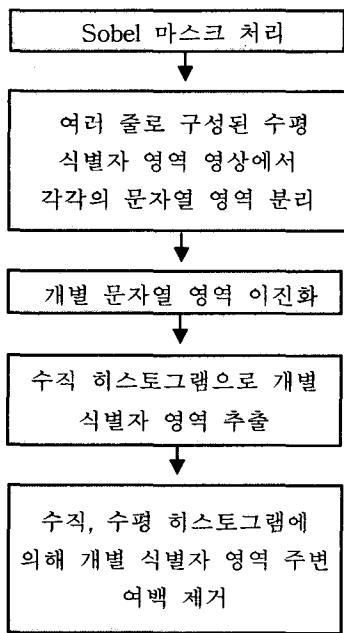


그림 4. 수평 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출과정

2.2 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 컨테이너 개별 식별자 추출

윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 컨테이너 개별 식별자 추출 방법은 히스토그램 방법에 비해 간단한 전처리 과정을 거친다. 식별자 영역 영상을 명암 영상으로 변환하고 이진화한 후, 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 윤곽선 추출 방법으로는 3x3 마스크를 이용하여 8 방향으로 윤곽선을 추출하거나 2x2 마스크를 이용하여 4 방향으로 윤곽선을 추출하는 방법이 있다[6,7]. 본 논문에서는 윤곽선 추적 속도를 높이기 위해서 2x2 마스크를 이용하여 윤곽선을 추출한다. 이 경우는 수직 식별자 영역과 수평 식별자 영역 모두 동일하게 적용한다. 윤곽선 추적을 이용한 컨테이너 개별 식별자 추출 과정은 그림 5와 같다.

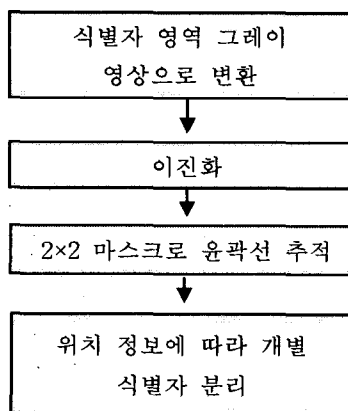
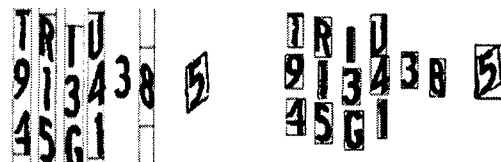


그림 5. 윤곽선 추적을 이용한 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

히스토그램 방법은 컨테이너 식별자 영역에서 문자 분포의 정보를 어느 정도 제공하지만, 배경과 문자가 뚜렷이 구분되지 않거나 그림 6에서와 같이 배경과 문자가 구분되었지만 컨테이너 표면의 굴곡으로 식별자간의 상하, 좌우 간격과 문자 형태가 변형되었을 경우에는 추출이 불가능하다. 이러한 경우는 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자 추출이 가능하다. 단, 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 방법은 임계화 전처리가 필요하며 임계화 결과에서 문자와 배경이 정확히 구분되어야만 적용할 수 있다.



(a) 추출된 식별자 영역 영상



(b)히스토그램 방법

(c) 윤곽선 추적 방법

그림 6. 개별 식별자 추출 결과

3. 개선된 신경망 알고리즘을 이용한 컨테이너 식별자 인식

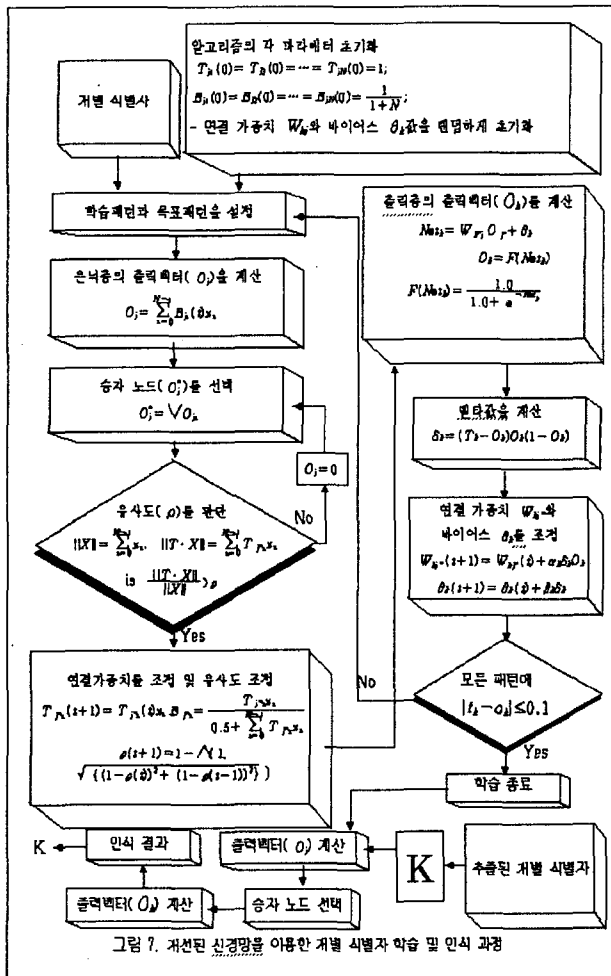
컨테이너 식별자 인식과 같이 실세계로부터 얻어지는 데이터는 정형화된 데이터보다는 비정형화된 데이터들이 보다 많이 산재되어 있다. 컨테이너 식별자와 같이 비정형화된 데이터들로 구성된 경우에는 신경망을 이용하는 것이 효율적이다. 신경망의 대표적인 지도 학습 방법인 오류 역전파 알고리즘은 영상 인식에 널리 이용되고 있다[8]. 그러나 간단한 선형분리 문제나 XOR 문제에 필요한 은닉층의 노드 수는 쉽게 설정할 수 있지만, 컨테이너 식별자 인식과 같은 경우에는 적절한 은닉층의 노드 수를 찾기가 어렵다[9]. 따라서, 본 논문에서는 신경망의 은닉층 노드 수를 동적으로 변화시키기 위해 ART1과 지도 학습 방법을 결합한 개선된 신경망을 제안하여 개별 식별자 인식에 적용한다. 개선된 신경망에서 입력층과 은닉층의 학습 구조로는 ART1을 개선하여 적용한다. 은닉층과 출력층 사이의 학습은 은닉층에서 승자로 선택된 노드에 대해서만 출력층으로 전달하여 목표값과 비교하여 학습한다.

따라서 개선된 신경망을 이용하여 개별 식별자들을 학습하여 인식한다. 개선된 신경망에서 입력층과 은닉층 사이의 학습 구조로는 ART1을 수정하여 적용한다. 수정된 ART1은 입력 패턴들의 특성을 잘 분류할 수 있도록 클러스터마다 각각의 경계 변수를 동적으로 설정한다. 동적인 경계 변수는 식 1과 같이 퍼지 논리 접속 연산자 중에서 Yager의 교접속 연산자를 이용하여 동적으로 변화시킨다.

$$\rho(t+1) = 1 - \sqrt{1 - \sqrt{\{(1 - \rho(t))^2 + (1 - \rho(t-1))^2\}}} \quad (\text{식 1})$$

입력층과 은닉층 사이의 학습 과정은 유사성을 검증하여 같은 패턴으로 분류된 승자 노드에 입력 패턴의 정보를 반영하기 위하여 승자 노드에 연결된 가중치를 조정한다. 은닉층과 출력층 사이의 학습은 출력 벡터에 대해 목표 벡터를 정의함으로써 이루어지고, 출력층의 노드의 수는 패턴 분류에 중요한 요인이므로 입력패턴을 잘 분류할 수 있도록 정의한다. 은닉층과 출력층 사이의 학습은 은닉층에서 선택된 승자노드만을 출력층으로 전달하여 출력층의 출력 벡터를 계산하고 목표 벡터와 비교하여 오차를 줄이면서 학습한다.

계산된 출력벡터와 목표벡터와의 차이를 이용하여 δ 값을 계산하고 연결 가중치를 조정한다. 학습은 모든 패턴에 대해 목표 벡터와 출력 벡터 차이의 절대값이 0.1 보다 적으면 학습을 종료한다. 개선된 신경망을 이용한 개별 식별자 학습 및 인식 과정은 그림 7과 같다.



256 컬러 컨테이너 영상 45개를 대상으로 실험하였다. 성능 평가를 위한 실험은 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법간의 컨테이너의 개별 식별자 추출 개수를 비교하였으며, 추출된 개별 식별자 인식은 개선된 신경망을 이용하여 인식하였다. 45개의 컨테이너 영상을 실험한 결과, 컨테이너 식별자 영역이 모두 추출되었다. 추출된 45개의 식별자 영역 중에서 히스토그램을 이용한 방법은 407개의 개별 식별자가 추출되었고, 윤곽선 추적을 이용한 방법에서는 473개의 개별 식별자가 추출되었다. 윤곽선 추적에 의해 추출된 473개의 개별 식별자를 개선된 신경망을 이용하여 인식한 결과 473개 모두 인식하였다. 히스토그램을 이용한 방법과 윤곽선 추적을 이용한 방법간의 개별 식별자 추출 수는 표 1과 같다.

표 1. 컨테이너 영상에서의 개별 식별자 추출 결과

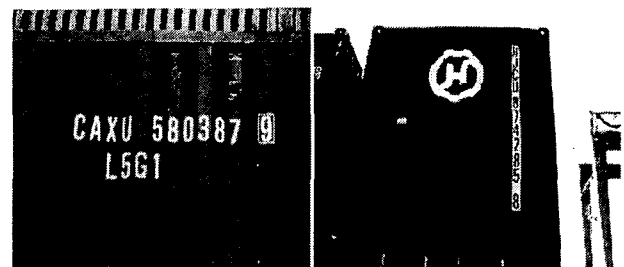
	히스토그램 방법	윤곽선 추적 방법
개별 식별자 추출 수	407/495	473/495

윤곽선 추적을 이용한 추출 방법은 히스토그램을 이용한 방법보다 개별 식별자 추출률이 향상되었으나 개별 식별자들이 붙어서 나타난 경우에는 추출에 실패하였다. 표 2는 45개의 컨테이너 영상에 대해 Canny 에지 추출 기법에 의해 컨테이너의 식별자 영역을 추출한 개수와 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한 개수를 나타내었다. 그리고 표 2에서 인식된 개수는 윤곽선 추적 알고리즘에 의해 추출된 개별 식별자를 개선된 신경망을 이용하여 인식한 개수이다.

표 2. 식별자 영역 및 개별 식별자 추출과 인식 결과

	식별자 영역	개별 식별자	인식
추출 및 인식 개수	45/45	473/495	473/473

그림 8은 실험에 사용된 컨테이너 영상이며 그림 9는 Canny 에지 추출 기법에 의해 추출된 식별자 영역을 나타낸 것이다. 그림 10은 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법을 이용하여 추출한 개별 식별자를 나타내었다. 그림 11은 개별 식별자들을 개선된 신경망을 이용하여 인식한 결과이다.



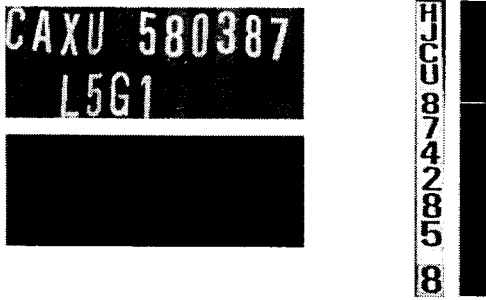
(a) 수평 영상

(b) 수직 영상

그림 8. 컨테이너 영상

III. 실험 및 결과

실험 환경은 IBM 호환 기종의 펜티엄 PC상에서 C++Builder 5.0으로 구현하였다. 754×504 픽셀크기의



(a) 수평 식별자 영역 (b) 수직 식별자 영역

그림 9. 추출된 식별자 영역



그림 10. 추출된 개별 식별자

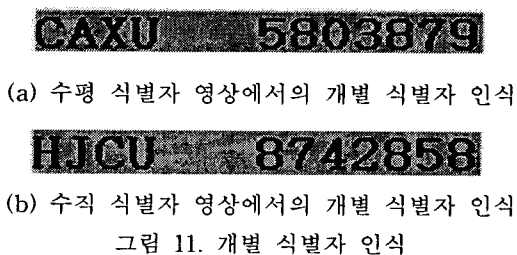


그림 11. 개별 식별자 인식

IV. 결론 및 향후 연구 방향

운송 컨테이너 물류 처리를 자동화하기 위해 사용되고 있는 시스템은 바코드 시스템과 영상 처리를 기반으로 한 운송 컨테이너 식별자 인식 시스템으로 분류할 수 있으나, 오늘날 항만에서는 주로 운송 식별자 인식 시스템을 사용하고 있다. 그러나 운송 컨테이너의 식별자를 추출하고 인식하는 것은 컨테이너 식별자들의 크거나 위치가 정형화되어 있지 않고 외부의 잡음으로 인하여 식별자의 형태가 훼손되어 있기 때문에 어렵다.

본 논문에서는 Canny 마스크를 이용하여 컨테이너 영상의 에지를 검출하고, 검출된 에지 정보를 분석하여 식별자의 수직 블록과 수평 블록을 찾아 컨테이너 식별자 영역을 추출하였다. 개별 식별자는 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 추출하였다. 그리고 ART1을 개선하여 지도 학습 방법과 결합한 개선된 신경망을 제안하여 개별 식별자 인식에 적용하였다.

히스토그램 방법을 이용한 개별 식별자 추출 방법은 컨테이너 식별자 영역에서 문자 분포의 정보를 어느 정도 제공하지만, 배경과 문자가 뚜렷이 구분되지 않거나 컨테이너 표면의 굴곡으로 식별자간의 상하, 좌우 간격과 식별자 형태가 변형되었을 경우에는 추출에 실패하였다. 그리고 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 개별 식별자 추출 방법은 히스토그램 방법을 이용한 추출 방법보다는 추출률이 개선되었으나 임계화 전처리가 필요하며 개별 문자가 뭉쳐서 나오는 경우에는 추출에 실패하였다. 45개의 컨테이너 영상을 실험한 결과, 컨테이너 식별자 영역이 모두 추출되었다. 추출된 45개의 식별자 영역 중에서 히스토그램을 이용한 방법은 407개의 개별 식별자가 추출되었고, 윤곽선 추적을 이용한 방법에서는 473개의 개별 식별자가 추출되었다. 윤곽선 추적에 의해 추출된 473개의 개별 식별자를 개선된 신경망을 이용하여 인식한 결과 473개 모두 인식하였다.

향후 연구 방향은 다양한 배경을 가진 운송 컨테이너 영상과 식별자 형태가 훼손된 운송 컨테이너 영상에 대해 실험하여 개별 식별자 추출 방법을 개선할 것이고 추출된 개별 식별자를 이진화 하는 과정에서 식별자가 훼손되는 부분을 개선하여 운송 컨테이너 자동 식별자 인식 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] 김광백, 김명주, "동적인 임계화 방법과 개선된 학습 알고리즘의 신경망을 이용한 차량 번호판 인식," *정보처리학회논문지*, 제9-B권, 제1호, pp.119-128, 2002.
- [4] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.
- [5] Gregory A. Baxes, *Digital Image Processing*, John Wiley and Sons Inc, 1994.
- [6] 원남식, 손윤구, "8-이웃 연결값에 의한 병렬세션화 알고리즘," *정보처리학회논문지*, Vol.2, No.5, pp.701-710, 1995.
- [7] 김성영, 권태균, 김민환, "추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출," *한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집*, pp.356~361, 1999.
- [8] Hassoun and H. Mohamad, *Fundamentals of Artificial Neural Networks*, MIT Press., pp.345~401, 1995.
- [9] K. B. Kim, M. H. Kang and E. Y. Cha, "A Fuzzy Self_Organized Backpropagation using Nervous System," in *Proc. IEEE SMC*, Vol5, pp.1457-1462, 1997.