

# 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘을 이용한 컨테이너 식별자 인식

이혜현\*, 김태경\*\*, 김광백\*\*\*  
\* 신라대학교 컴퓨터정보공학부  
\*\* 신라대학교 컴퓨터정보공학과  
\*\*\* 신라대학교 컴퓨터공학과

## The Identifier Recognition from Shipping Container Image by Using The Enhanced Self-Organized Supervised Learning Algorithm

Hye-Hyun Lee\*, Tae-Kyung Kim\*\*, and Kwang-Baek Kim\*\*\*  
\* Division of Computer and Information Engineering  
\*\* Dept. 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 에지 추출 기법을 이용하여 컨테이너의 식별자 영역을 추출하고 추출된 컨테이너 식별자 영역에서 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 결합하여 개별 식별자를 추출한다. 추출된 컨테이너 개별 식별자 인식은 ART1을 수정하여 지도 학습 방법과 결합한 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘을 제안하여 적용한다. 실험 결과에서는 제안된 컨테이너 식별자 추출 및 인식 방법이 다양한 컨테이너 영상에 대해 효율적인 것을 보인다.

### 1. 서 론

오늘날 해로를 통한 수출입 물량의 증가로 인하여 신속하고 정확하게 운송 컨테이너 물류 처리를 하기 위한 자동화 방법들이 사용되고 있는데, 오늘날 항만에서는 운송 식별자 인식 시스템을 사용하고 있다. 컨테이너를 식별하기 위해서는 컨테이너 식별자의 처음 11자 만을 인식하면 되는데, 운송 컨테이너 식별자 코드는 운송회사 코드, 일련 번호, 검사 숫자, 컨테이너 유형 코드의 순으로 표시된다[1,2].

일반적으로 컨테이너 식별자의 경우에는 문자의 크기나 위치, 간격들이 특별히 정형화되어 있지 않고, 문자색과 배경색이 일정하게 정해져 있지 않다. 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 의

하여 식별자의 형태가 변형될 수 있다. 컨테이너 영상에 대해 전처리 과정을 실행하더라도 처리된 결과가 컨테이너 식별자의 윤곽선인지 배경의 잡음인지를 판별하는 과정이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 컨테이너의 식별자를 추출하기 위하여 컨테이너 영상을 Canny 에지 추출 기법을 이용하여 컨테이너의 식별자 영역을 분리하고 분리된 컨테이너 식별자 영역에서 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 이때 히스토그램 방법은 컨테이너 식별자 영역에서 문자 분포의 정보를 어느 정도 제공하지만, 배경과 문자가 뚜렷이 구분되지 않거나 배경과 문자가 구분되었지만 컨테이너 표면의 굴곡으로 식별자간의 상하, 좌우 간격과 문자 형태가 변형되었을 경우에는 추출할 수 없다. 이러한 경우는 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자 추출이 가능하다. 그러나 윤곽

선 추적 알고리즘을 이용한 방법은 임계화 전처리가 필요하며 임계화 결과에서 문자와 배경이 정확히 구분되어야만 적용할 수 있다[3].

그러므로 본 논문에서는 컨테이너 식별자를 추출하기 위해 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 결합하여 적용한다. 그리고 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘 제안하여 추출된 컨테이너의 식별자를 인식한다.

## II. 본 론

본 논문에서의 컨테이너 개별 식별자 추출 및 인식 과정은 Canny 에지 추출 기법을 이용하여 컨테이너의 식별자 영역을 분리하고 분리된 컨테이너의 식별자 영역에서 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 결합하여 개별 식별자를 추출하는 부분과 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘을 제안하여 개별 식별자를 인식하는 부분으로 구성된다.

### 1. Canny 에지 추출 기법을 이용한 컨테이너 식별자 영역 추출

컨테이너 영상으로부터 식별자 영역을 추출하기 위해서 Canny 마스크를 이용하여 에지를 검출한다. Canny 마스크를 이용할 경우에는 에지가 여러 방향으로 연결되지 않고, 검출되므로 컨테이너의 바탕과 문자 부분을 구별할 수 있는 중요한 정보가 된다[4,5]. Canny 마스크로 처리된 영상은 식별자가 포함되어 있는 영역이 다른 영역에 비해 에지가 많이 나타나므로 수직 및 수평 방향 히스토그램을 이용하여 수직 컨테이너 영상과 수평 컨테이너 영상으로부터 식별자 영역을 추출한다.

### 2. 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출

추출된 컨테이너의 식별자 영역을 이진화하여 히스토그램 방법과 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 그리고 추출된 컨테이너를 인식할 수 있도록 정규화 한다.

#### 2-1. 히스토그램 방법을 이용한 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 식별자를 추출한다. 컨테이너 식별자 영역은 수직 식별자 영역과 수평 식별자 영역으로 구분되는데, 본 논문에서는 개별 식별자 추출 과정은 같으나

처리 순서에서 두 형태에 따라 약간의 차이를 두었다. 수직 식별자 영역에 비해 수평 식별자 영역은 여러 줄의 문자열로 구성되어 있는 경우가 많으므로 개별 식별자를 추출하기 전에 소벨 마스크와 히스토그램을 이용하여 각각의 수평 문자열로 분리한다. 수직 식별자 영역과 수평 식별자 영역에서 개별 식별자를 추출하는 과정은 각각 그림1과 그림2로 구분된다.

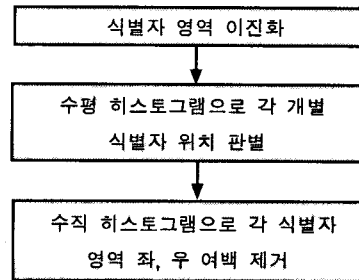


그림 1. 수직 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

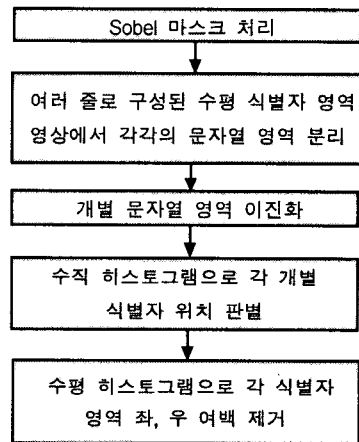


그림 2. 수평 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

#### 2-2. 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 컨테이너 개별 식별자 추출

윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 컨테이너 개별 식별자 추출 방법은 추출된 식별자 영역 영상을 명암 영상으로 변환하고 이진화한 후, 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 윤곽선 추출 방법으로는 3×3 마스크를 이용하여 8 방향으로 윤곽선을 추출하거나 2×2 마스크를 이용하여 4 방향으로 윤곽선을 추출하는 방법이 있다. 본 논문에서는 윤곽선 추적 속도를 높이기 위해서 2×2 마스크를 이용하여 윤곽선을 추출한다[6,7].

여러 줄로 구성된 컨테이너의 수평 식별자 영역에

서는 식별자의 위치나 크기가 정형화되어 있지 않다. 따라서 윤곽선 추적 마스크를 적용하면 개별 식별자들이 순서대로 추출되지 않는 경우가 발생한다. 그리고 컨테이너 영상의 개별 식별자들은 모두 컨테이너의 외부에 표시되어 있기 때문에 기타 불필요한 잡음으로 인하여 임계화 과정에서 불필요한 정보가 포함되는 경우가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 윤곽선 추적 마스크를 적용하여 추출된 영역이 개별 식별자인지 아닌지를 판단하고 추출된 개별 식별자들이 순서대로 추출되도록 한다.

컨테이너의 수직 식별자 영상과 수평 식별자 영상에서 개별 식별자와 잡음을 구분하기 위하여 유클리디안(euclidean)을 이용하여 식(1)과 같이 계산한다.

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

개별 식별자를 순서대로 추출하기 과정은 다음과 같다. 첫 줄 4개의 개별 식별자 시작 좌표와 추출된 수평 식별자 영역의 시작 좌표간의 거리가 가장 가까운 순서대로 정렬하여 첫 번째 식별자를 선택한다. 모든 개별 식별자의 첫 번째 픽셀의 y좌표가 선택된 식별자의 y축 길이의 1/2 범위 안에 있는 개별 식별자를 찾는다. 그리고 선택된 개별 식별자와 식(1)을 이용하여 거리가 가장 가까운 순서대로 개별 식별자들의 순서를 정하고 개별 식별자들을 순서대로 추출한다. 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 수직 식별자 영역과 수평 식별자 영역에서 개별 식별자를 추출하는 과정은 그림3과 그림4로 구분된다.

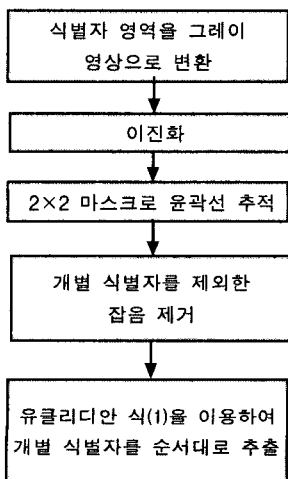


그림 3. 수직 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

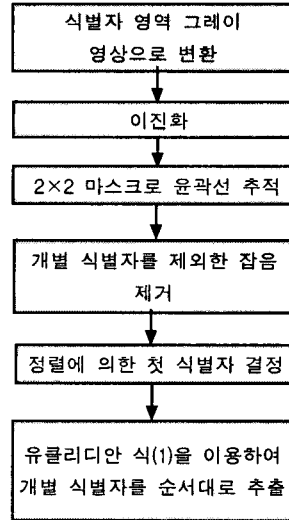


그림 4. 수평 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

### 3. 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 이용한 컨테이너 인식

컨테이너 식별자 인식과 같이 실세계로부터 얻어지는 데이터는 정형화된 데이터보다는 비정형화된 데이터들이 보다 많이 산재되어있다. 컨테이너 식별자와 같이 비정형화된 데이터들로 구성된 경우에는 신경망을 이용하는 것이 효율적이다[8].

기존의 자가생성 지도학습 알고리즘은 오류 역전파 학습의 은닉층 노드 수를 설정하는 문제를 해결하기 위하여 입력층과 은닉층 상의 학습 구조를 ART1을 적용하여 은닉층의 노드를 동적으로 생성하였다. 그러나 기존의 자가생성 지도학습 알고리즘은 은닉층의 노드를 동적으로 생성할 때에 유사한 패턴이 다른 노드로 생성되어 은닉층의 노드 수가 증가되는 단점이 있다[9]. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 ART1을 수정하여 지도학습 방법과 결합한 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘을 제안하여 개별 식별자 인식에 적용한다. 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘에서 입력층과 은닉층의 학습 구조로는 ART1을 수정하여 적용한다. 은닉층과 출력층 사이의 학습은 은닉층에서 승자로 선택된 노드에 대해서만 출력층으로 전달하여 목표값과 비교하여 학습한다.

개선된 자가생성 지도학습 알고리즘에서는 ART1을 개선하여 적용하는데 일반적으로 ART1에서의 경계 변수는 정적인 값을 가지며, 모든 클러스터에 대해 똑같은 경계 변수 값을 설정한다. 그러나 클러스터의 갱신된 개수가 증가하면 갱신된 패턴들의 모든 특징을

포함할 수 있어야하므로 경계 변수가 줄어들어야 한다. 본 논문에서는 입력 패턴들의 특징을 잘 분류할 수 있도록 클러스터마다 각각의 경계 변수를 동적으로 설정하는 ART1를 제안한다. 제안된 ART1에서 동적인 경계 변수는 식(2)와 같이 퍼지 논리 접속 연산자 중에서 Yager의 교접속 연산자를 이용하여 경계 변수를 동적으로 조정한다.

$$p(t+1) = 1 - \sqrt{(1 - \sqrt{(1 - p(t))^2 + (1 - p(t-1))^2})} \quad (2)$$

일반적으로 교접속 연산자는 총체화된 값이 모든 입력 중 가장 작은 입력보다 크지 않은 성질을 갖는 연산자이다[10]. 따라서 Yager의 교접속 연산자를 적용하여 경계 변수를 동적으로 조정한다. 개선된 자가 생성 학습 알고리즘에서 입력층과 은닉층 사이의 학습 과정은 유사성을 검증하여 같은 패턴으로 분류된 승자 노드에 입력 패턴의 정보를 반영하기 위하여 승자 노드에 연결된 가중치만을 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  $\delta$  값을 계산하고 연결 가중치를 조정한다. 학습은 모든 패턴에 대해 목표 벡터와 출력 벡터 차이의 절대값이 0.1보다 적으면 학습을 종료한다. 개선된 자가 생성 지도학습 알고리즘을 이용한 개별 식별자 학습 및 인식 과정은 그림5와 같다.

### 3. 실험 및 결과

실험 환경은 IBM 호환 기종의 펜티엄 PC 상에서 C++ 빌더 5.0으로 구현하였다. 756×504 픽셀 크기의 256 컬러 컨테이너 영상 32개를 대상으로 실험하였다. 성능 평가를 위한 실험은 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법간의 컨테이너의 식별자 영역 및 개별 식별자 추출 개수를 비교하였고, 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법을 결합하여 추출된 개별 식별자 개수를 나타내어 자가생성 지도학습 알고리즘으로 인식하였다. 32개의 컨테이너 영상을 실험한 결과 32개의 식별자 영역이 모두 추출되었다. 추출된 32개의 식별자 영역 중에서 히스토그램을 이용하여 20개의 식별자 영

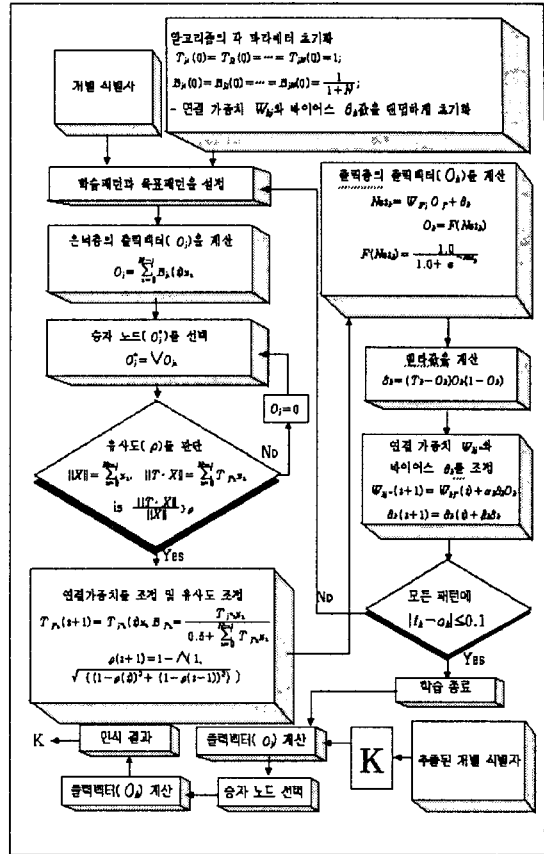


그림 5. 개별 식별자 인식 및 학습 과정

역이 추출되었고 220개의 개별 식별자가 추출되었다. 윤곽선 추적 방법은 32개의 식별자 영역에서 25개의 식별자 영역이 추출되었고 최종적으로 273개의 개별 식별자가 추출되었다. 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법을 결합하여 적용했을 경우에는 32개의 식별자 영역에 대하여 식별자 영역이 모두 추출되었고 352개의 개별 식별자가 모두 추출되었다. 추출된 352개의 개별 식별자를 자가생성 지도학습 알고리즘을 이용하여 인식한 결과 352개가 모두 인식되었다. 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법간의 컨테이너 식별자 영역 및 개별 식별자 추출 결과는 표1과 같다.

표 1. 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법에 의한 식별자 영역 및 개별 식별자 추출 결과

	식별자 영역	개별 식별자
히스토그램 방법	20/32	220/352
윤곽선 추적 방법	25/32	275/352

히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법을 결합하여 컨테이너의 식별자 영역과 개별 식별자의 추출 및 인식 결과는 표2와 같다.

표 2. 식별자 영역 및 개별 식별자 추출과 인식 결과

	식별자 영역	개별 식별자	인식
추출 및 인식 개수	32/32	352/352	352/352

히스토그램 방법을 이용한 개별 식별자 추출 방법은 컨테이너 영상에서 배경과 문자가 구분되지 않거나 컨테이너 표면이 굴곡으로 인하여 식별자의 형태나 식별자간의 간격이 변형된 경우에는 추출에 실패하였다. 히스토그램 방법에서 개별 식별자 추출에 실패한 영상의 경우는 윤곽선추적 방법으로 개별 식별자의 추출율을 개선하였으나, 컨테이너 영상의 입체화 과정에서 식별자와 배경이 정확하게 구분된 경우에만 개별 식별자가 추출되었다. 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법을 적용하여 개별 식별자 추출에 실패한 경우를 각각 그림6과 그림7로 나타내었다.



(a) 추출된 식별자 영역 영상



(b) 히스토그램 방법 (c) 윤곽선 추적 방법

그림 6. 윤곽선 추적 방법에 의한 개별 식별자 추출에 실패한 경우



(a) 추출된 식별자 영역 영상



(b) 히스토그램 방법 (c) 윤곽선 추적 방법

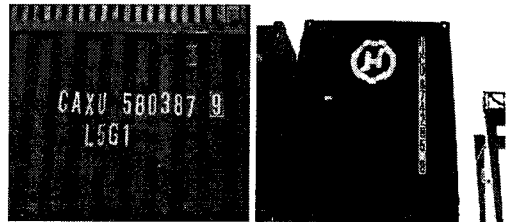
그림 7. 히스토그램 방법에 의한 개별 식별자 추출에 실패한 경우

표 3. 자가 생성 지도학습 알고리즘과 개선된 자가 생성 지도학습 알고리즘의 학습결과

알고리즘	구분	반복횟수	은닉층노드수
		자가 생성 지도학습 알고리즘	문 자
개선된 자가 생성 지도학습 알고리즘	문 자	306	157
	숫 자	345	253

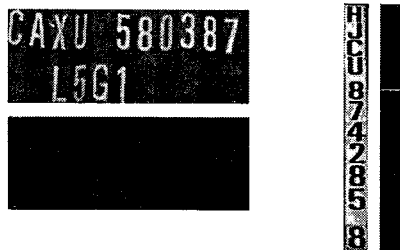
352개의 컨테이너 개별 식별자에 대해서 기존의 자가생성 지도학습 알고리즘과 제안된 방법간의 학습 결과를 표3으로 나타내었다. 표3에서 알 수 있듯이 기존의 자가생성 지도학습 알고리즘보다 개선된 자가생성 지도 학습 알고리즘의 학습 시간이 적게 소요되었다. 그리고 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘에서는 유사한 패턴들이 서로 다른 노드로 생성되지 않아서 은닉층의 노드 수가 기존의 자가생성 지도학습 알고리즘보다 적게 생성되었다.

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



(a) 수평 영상 (b) 수직 영상

그림 8. 컨테이너 영상



(a) 수평 식별자 영역 (b) 수직 식별자 영역

그림 9. 추출된 식별자 영상



그림 10. 추출된 개별 식별자

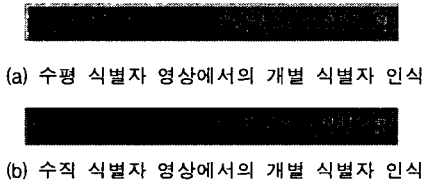


그림 11. 개별 식별자 인식

#### 4. 결론 및 향후 연구 방향

운송 컨테이너 물류 처리를 자동화하기 위해 오늘날 항만에서는 주로 운송 식별자 인식 시스템을 사용하고 있다. 그러나 컨테이너의 식별자를 추출 및 인식하는 것은 컨테이너 식별자의 크기나 위치가 정형화되어 있지 않고 외부의 잡음으로 인하여 식별자의 형태가 변형될 수 있기 때문에 일정한 규칙으로 찾기는 힘들다.

본 논문에서는 컨테이너 영상에 대해 Canny 에지 추출 기법을 이용하여 컨테이너 식별자 영역을 추출하고 추출된 컨테이너 식별자 영역에서 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 결합하여 개별 식별자를 추출하였다. 그리고 ART1을 개선하여 지도 학습 방법과 결합한 자가생성 지도학습 알고리즘을 제안하여 개별 식별자 인식에 적용하였다.

히스토그램을 이용한 개별 식별자 추출 방법은 컨테이너 식별자 영역에서 문자 정보의 분포를 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 임계화 전처리가 필요하였

고 개별 식별자가 뭉쳐서 나오는 경우에는 추출에 실패하였다. 32개의 컨테이너 영상을 실험한 결과, 컨테이너 식별자 영역이 모두 추출되었다. 추출된 32개의 식별자 영역에 대해 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법을 결합하여 352개의 개별 식별자를 모두 추출하였다. 추출된 컨테이너 개별 식별자 인식은 ART1을 개선하여 지도학습 방법과 결합한 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘을 제안하여 적용하였다. 352개의 개별 식별자를 기존의 자가생성 지도학습 알고리즘과 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘을 이용하여 학습한 결과 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘이 기존의 자가생성 지도학습 알고리즘보다 학습 시간이 적게 소요되었고 유사한 패턴들이 서로 다른 노드로 생성되지 않아서 은닉층의 노드 수가 적게 생성되었다. 352개의 개별 식별자를 개선된 자가생성 지도학습 알고리즘으로 인식한 결과 352개 모두 인식하였다.

향후 연구 방향은 다양한 배경을 가진 운송 컨테이너 영상과 식별자 형태가 훼손된 운송 컨테이너 영상에 대해 실험하고, 추출된 개별 식별자를 이진화하는 과정에서 식별자가 훼손되는 부분을 개선할 것이다.

#### [참고문헌]

- [1] *Freight Containers-Coding, Identification and Marking* [ISO 6346 1995(E)].
- [2] 김낙빈, "형태학적 연산을 이용한 운송 컨테이너 영상의 문자 분할," *한국멀티미디어학회논문지*, 제2권, 제4호, pp.390-399, 1999.
- [3] 김광백, 윤홍원, 노영욱, "컬러 정보와 퍼지 C-Means 알고리즘을 이용한 주차관리시스템 개발," *한국지능정보시스템학회논문지*, 제8권 1호, pp. 87-102, 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 병렬 세션화 알고리즘," *정보처리학회논문지*, Vol.2, No.5, pp.701-710, 1995.
- [7] 김성영, 권태균, 김민환, "추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출," *한국멀티미디어학회 추계학술발표 논문집*, pp.356-361, 1999.
- [8] Hassoun and H. Mohamad, *Fundamentals of Artificial Neural Networks*, MIT Press., pp.345-401, 1995.
- [9] 이혜현, 김광백, "윤곽선 추적과 개선된 신경망을 이용한 운송 컨테이너 영상의 식별자 인식," *한국 퍼지 및 지능 시스템 학회 논문집*, pp.235-239, 2002.
- [10] Yager, R. P., "On a General Class of Fuzzy Connective," *Fuzzy Sets Systems*, Vol.4, pp.235-242, 1980.