

# 퍼지 추론 규칙을 이용한 컨테이너 영상의 식별자 추출

주이환\*, 김광백\*\*  
\*신라대학교 컴퓨터정보공학부  
\*\*신라대학교 컴퓨터 공학과

## Identifiers Extraction of Container Image using Fuzzy Reasoning Rule

Lee-Hwan Ju\* and Kwang-Baek Kim\*\*  
\* Division of Computer and Information Engineering, Silla University  
\*\* Dept. of Computer Engineering, Silla University

### 요 약

운송 컨테이너의 식별자를 추출하는 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 정보에서 영상획득 시 외부 광원에 의해 수직으로 길게 발생하는 잡음들을 퍼지추론 방법을 적용하여 제거한 후에 수직 블록과 수평 블록을 검출하여 컨테이너의 식별자 영역을 추출한다. 추출된 컨테이너의 식별자 영역에서 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 각각 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 실제 컨테이너 영상을 대상으로 실험 결과, 제안된 컨테이너 식별자 추출 방법이 다양한 컨테이너 영상에 대해 효율적인 것을 확인하였다.

### 1. 서론

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, 일련 번호, 검사 숫자, 컨테이너 유형 코드의 순으로 표시되며 검사 숫자까지 11자는 규정 사항이므로, 컨테이너를 식별하기 위해서는 컨테이너 식별자의 처음 11자 만을 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 있

지만 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 윤곽선인지 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 추출하고 추출된 에지 정보에서 영상획득 시 발생하는 빛에 의한 수직 잡음들을 제거하여 수직 블록과 수평 블록을 검출하고 컨테이너의 식별자 영역을 추출한다. 추출된 컨테이너 식별자 영역에서 히스토그램과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 식별자를 추출한다.

## 2. 식별자 영역 분리 및 개별 식별자 추출

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

### 2.1. 컨테이너 식별자 영역 추출

본 논문에서는 컨테이너의 형태학적 특성에 따른 수직으로 나타나는 잡음으로 인해 컨테이너의 식별자 영역 추출에 실패하는 경우를 개선하기 위하여 퍼지 추론 방법을 적용한 컨테이너 식별자 영역의 추출 방법을 제안한다.

먼저, 컨테이너 영상으로부터 식별자 영역을 추출하기 위해 Canny 마스크를 이용하여 에지를 검출한다. Canny 마스크를 이용한 에지 결과는 실제 에지와 추출된 에지와의 거리가 적고, 에지가 존재하는 곳에서 여러 개의 에지가 발생하지 않기 때문에, 실제 영상에 더욱 가까운 에지를 추출할 수 있다[4,5]. 따라서 컨테이너 영상을 대상으로 한 Canny 마스크를 이용한 에지 결과는 정확한 에지의 검출로 인하여 컨테이너의 배경과 문자 영역을 구분할 수 있도록 유도된다. 그러나 컨테이너의 형태적인 특징으로 인해 수직 방향으로의 잡음이 나타나기 때문에, 에지 결과에 대해 퍼지 추론 방법을 적용하여 이러한 문제점을 해결한다.

#### 2.1.1 퍼지 추론에 의한 잡음 제거

외부 광원에 의해 발생하는 잡음을 제거하기 위하여 Canny마스크로 적용된 이미지에서 에지의 수평 연속성과 수직 연속성에 대하여 퍼지 추론기법을 적용하여 각 값들을 추론하여 잡음인지 아닌지를 판단한다.

#### 2.1.2. 수평, 수직 에지 연속성 값에 대한 소속 함수

수직 에지의 연속성에 대한 소속 함수는 그림1과 같고 수평 에지의 연속성에 대한 소속 함수는 그림2와 같다.

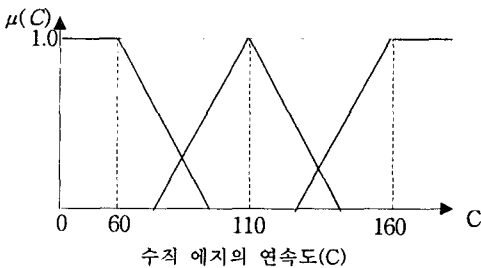


그림1. 연속된 수직 에지에 대한 소속함수

$$\begin{aligned} & \text{If } (C \leq 90) \text{ or } (C \geq 130) \text{ then } \mu(C) = 0 \\ & \text{Else If } (C > 110) \text{ then } \mu(C) = \frac{(130 - C)}{(130 - 110)} \\ & \text{Else If } (C < 110) \text{ then } \mu(C) = \frac{(C - 90)}{(110 - 90)} \\ & \text{Else If } (C = 110) \text{ then } \mu(C) = 1 \end{aligned}$$

표1. C값에 대한 소속도

퍼지값	소속구간
C의 빈도수가 낮다.(L)	[0,70]
C의 빈도수가 중간정도다.(M)	[90,130]
C의 빈도수가 높다.(H)	[120, 160]

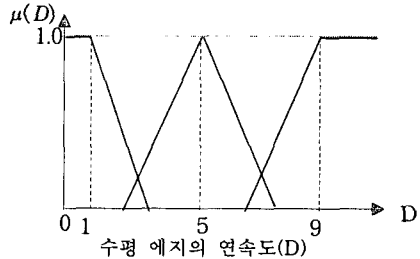


그림2. 연속된 수평 에지에 대한 소속함수

$$\begin{aligned} & \text{If } (D \leq 2) \text{ or } (D \geq 7) \text{ then } \mu(D) = 0 \\ & \text{Else If } (D > 5) \text{ then } \mu(D) = \frac{(7 - D)}{(7 - 5)} \\ & \text{Else If } (D < 5) \text{ then } \mu(D) = \frac{(D - 2)}{(5 - 2)} \\ & \text{Else If } (D = 5) \text{ then } \mu(D) = 1 \end{aligned}$$

표2. D값에 대한 소속도

퍼지값	소속구간
D의 빈도수가 낮다.(L)	[0,3]
D의 빈도수가 중간정도다.(M)	[2,7]
D의 빈도수가 높다.(H)	[6,9]

#### 2.1.2. 추론규칙

수평과 수직 에지의 연속도에 대한 퍼지 추론 규칙은 다음과 같다.

- If C is H and D is H then Y is H
- If C is H and D is M then Y is H
- If C is H and D is L then Y is H
- If C is M and D is H then Y is H
- If C is M and D is H then Y is H
- If C is M and D is M then Y is M
- If C is M and D is L then Y is M
- If C is L and D is H then Y is L
- If C is L and D is M then Y is L
- If C is L and D is L then Y is L

#### 2.1.3. 추론 및 비퍼지화

여기서 수평, 수직 에지의 연속성에 관해서 위의 각

퍼지 추론 규칙을 이용하여 Max\_Min 방법으로 추론한다.

$$\begin{aligned} & \mu_{R_i}(C_m, D_m, Y_m) \\ &= \min(\mu_C(C_i), \mu_D(D_i), \mu_Y(Y_i)) \\ & \mu_T(m_i) \\ &= \max(\min(\mu_C(C_i), \mu_D(D_i), \mu_Y(Y_i))) \end{aligned}$$

각각의 추론 결과들 중 소속도가 가장 높은 값을 찾는다. 여기서 찾은 값은 아직 확정적인 값이 아니기 때문에 비퍼지화를 수행한다. 본 논문에서는 다음과 같은 무게 중심법을 이용한 비퍼지화 방법을 수행한다[6,7].

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n m_i w_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

여기서  $x^*$ 은 비퍼지화의 출력값이며,  $m_i$ 는 각 규칙의 출력값에 대한 소속 함수이다. 그리고  $w_i$ 는 각각의 규칙에 연관된 무게이다. 비퍼지화에 의한 최종적인 잡음의 평가 결과는 표3과 같다.

표3. 최종 평가

최종 평가	평가 범위
비 잡음	$0 \leq x^* < 0.4$
잡음	$0.4 \leq x^* \leq 1.0$

수직 잡음이 제거된 에지 영상에서 수직 방향 히스토그램 방법을 이용하여 식별자의 수직 블록을 검출한다. 검출된 식별자의 수직 블록에서 수평 방향 히스토그램을 적용하여 식별자의 수평 블록을 검출한다. 컨테이너의 식별자 영역 추출 과정은 그림 3과 같다.

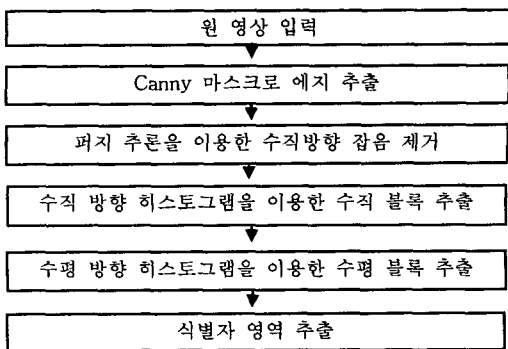


그림3. 식별자 영역 추출 과정

## 2.2 컨테이너 개별 식별자 추출

추출된 컨테이너의 식별자 영역을 이진화하여 히스토그램 방법과 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 각각 이용하여 개별 식별자를 추출한다. 본 논문에서는 추출된 컨테이너 식별자 영역은 크게 두 종류로 구분된

다. 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 4와 같다.

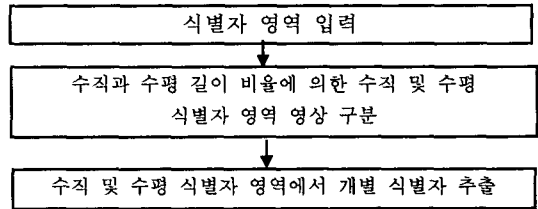


그림4. 제안된 개별 식별자 추출 구성도

### 2.2.1. 히스토그램을 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 문자를 추출한다. 컨테이너 식별자 영역은 수직 식별자 영역과 수평 식별자 영역으로 나뉘는데, 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 sobel 마스크와 히스토그램을 이용하여 각각의 수평 문자열로 분리한다. 수직 식별자 영역과 수평 식별자 영역에서 개별 식별자를 추출하는 과정은 각각 그림5와 그림6로 구분된다.

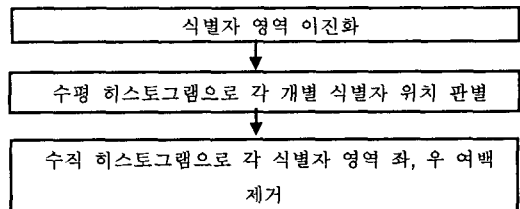


그림5. 수직 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

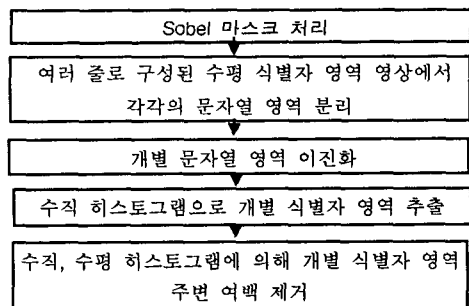


그림6. 수평 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

### 2.2.2. 윤곽선추적 알고리즘을 이용한 개별 식

**별자 추출**

윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 컨테이너 개별 식별자 추출 방법은 추출된 식별자 영역의 영상을 명암 영상으로 변환하고 이진화한 후, 윤곽선 추적의 속도를 높이기 위해서 4 방향 2x2마스크를 이용하여 윤곽선을 추출한다.

여러 줄로 구성된 컨테이너 수평 식별자 영역의 경우에는 식별자의 위치나 크기가 정형화되어 있지 않으므로 윤곽선 추출 마스크를 적용했을 때 개별 식별자들이 순서대로 추출되지 않는 경우가 발생한다. 또한 컨테이너 영상의 개별 식별자들은 모두 컨테이너의 외부에 표시되어 있기 때문에 기타 불필요한 잡음으로 인하여 이진화 과정에서 불필요한 정보가 포함되는 경우가 발생한다. 그러므로 추출된 영역이 개별 식별자인지 아닌지를 판단하고 추출된 개별 식별자들이 순서대로 추출되도록 한다.

컨테이너의 수직 식별자 영역과 수평 식별자 영역에서 개별 식별자와의 잡음을 구분하기 위하여 아래의 식과 같이 유클리드 거리 계산법을 적용한다.

$$d = \sqrt{(x2 - x1)^2 + (y2 - y1)^2}$$

개별 식별자의 순서를 추출하기 위해서 컨테이너 식별자 영역의 첫 줄 4개의 식별자에 대해서 정렬을 수행하여 첫 번째 식별자를 찾는다. 첫 번째 식별자의 y 좌표를 기준으로 모든 개별 식별자들의 y 좌표가 첫 식별자 y 좌표 크기의 1/2 범위 안에 있는 개별 식별자들에 한해서 첫 식별자의 x와 y 좌표를 기준으로 위 식을 적용하여 거리가 가장 짧은 순서대로 개별 식별자들의 순서를 정한다. 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 수직 식별자 영역을 추출하는 과정은 그림 7과 같고 수평 식별자 영역은 그림 7의 과정에서 5번째 단계에서 정렬을 통한 첫 식별자 선택과정이 포함된다.

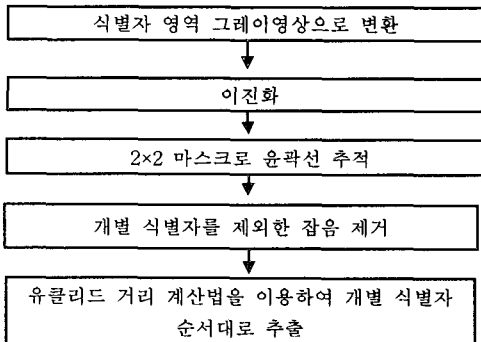


그림7. 수직 식별자 영역에서의 개별 식별자 추출 과정

실험은 IBM 호환 기종의 펜티엄 PC상에서 C++Builder 6.0으로 구현하였다. 754x504픽셀크기의 256 컬러 컨테이너 영상 45개를 대상으로 실험하였다. 기존의 식별자 영역 추출 방법과 제안된 식별자 영역 추출 방법 간의 식별자 영역 추출 개수를 비교하였다. 그리고 제안된 식별자 영역 추출 방법으로 추출된 식별자 영역에 대하여 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법을 각각 적용하여 컨테이너의 개별 식별자의 추출 개수를 비교하였다. 45개의 컨테이너 영상을 실험한 결과, 식별자 영역 추출 방법에 대한 결과는 표4와 같다. 그리고 표 5는 히스토그램방법과 윤곽선 추적 알고리즘간의 개별 식별자의 추출 개수를 나타내었다.

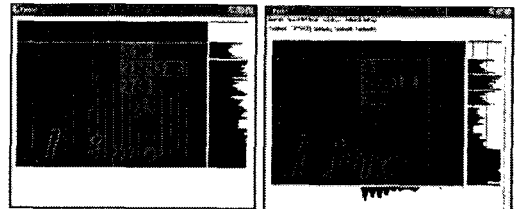
표4. 식별자 영역 추출 실험 결과

	기존방법	제안된 방법
식별자 영역 추출	40/45	45/45

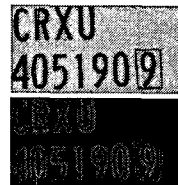
표5. 개별 식별자 추출 실험 결과

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

그림8의 (a)는 기존의 방법으로 식별자 영역의 추출에 실패한 결과이고 (b)는 제안된 수직 잡음 제거 방법을 적용하여 식별자 영역의 추출에 성공한 결과이다.



(a) 기존의 방법 (b) 제안된 방법  
그림8. 기존 방법과 제안된 방법 간의 식별자 영역 추출 결과 비교



(a) 수평 식별자 영역 (b) 수직 식별자 영역  
그림9. 추출된 식별자 영역 결과

**3. 실험 및 결과 분석**

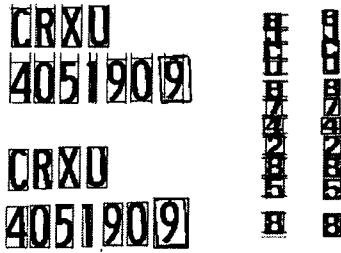


그림10. 추출된 개별 식별자

그림9는 제안된 방법에 의해 수직 및 수평 식별자 영역을 추출한 결과를 나타내었다. 그림10은 추출된 식별자 영역에서 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 방법을 각각 적용하여 개별 식별자를 추출한 결과이다.

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

운송 컨테이너 식별자들의 크기나 위치가 정형화되어 있지 않고 외부의 잡음으로 인하여 식별자의 형태가 훼손되어 있기 때문에 어렵다.

본 논문에서는 Canny 마스크를 이용하여 컨테이너 영상의 에지를 검출하고, 검출된 에지 정보에서 영상 획득 시 발생한 외부 광원에 의해 수직으로 길게 발생하는 잡음들을 퍼지 추론 방법을 적용하여 잡음을 제거한 후에 수직 블록과 수평 블록을 검출하여 컨테이너의 식별자 영역을 추출하였다. 개별 식별자는 히스토그램 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 각각 적용하여 추출하였다. 히스토그램을 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 이진화 전처리가 필요하며 개별 문자가 뭉쳐서 나오는 경우에는 추출에 실패하였다. 45개의 컨테이너 영상을 실험한 결과, 기존의 방법은 40개의 식별자 영역이 추출되었으나 제안된 방법은 45개의 식별자 영역이 모두가 추출되었다. 추출된 45개의 식별자 영역 중에서 히스토그램을 이용한 방법은 407개의 개별 식별자가 추출되었고, 윤곽선 추적을 이용한 방법에서는 473개의 개별 식별자가 추출되었다.

향후 연구 방향은 다양한 배경을 가진 운송 컨테이너 영상과 식별자 형태가 훼손된 운송 컨테이너 영상에 대해 실험하여 개별 식별자 추출 방법을 개선할 것과 신경망 알고리즘을 이용하여 추출된 개별 문자들에 대한 인식이 가능하도록 확장 할 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, 김영주, "동적인 임계화 방법과 개선된 학습 알고리즘의 신경망을 이용한 차량 번호판 인식" 정보처리학회 논문지, 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] L. Zadeh, "The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning," *Inf. Science*, Vol.8, No.3, pp.199-249, 1975.
- [7] Dubois D. and Parade, H, *Fuzzy Sets and Systems : Theory and Applications*, Academic Press, 1980.