

명암도 변화와 Canny 에지를 이용한 컨테이너 영상의 문자인식에 관한 연구

○
남미영, 임은경, 허남숙, 김광백
신라대학교 컴퓨터정보공학부

A Study on Character Recognition of Container Image using Brightness Variation and Canny Edge

Mi-Young Nam, Eun-Kyoung Lim, Nam-suk Heo
and Kwang-Baek Kim
Major in Computer Engineering Division of Computer Information
Engineering, Silla University

요 약

컨테이너 영상의 문자를 인식하는데 있어 정규화 되어 있지 않은 컨테이너 영상의 문자 영역을 추출한다는 것은 어렵다. 색깔, 위치, 글자 크기 등이 정해져 있지 않기 때문에 일정한 규칙으로 찾기는 힘들다. 따라서 본 논문에서는 이러한 특성을 고려하여 형태학적인 특성이 아니라 명암도를 조사하여 문자가 분포할 가능성이 있는 후보 영역을 찾고 Canny 에지 추출 기법과 에지 추적 기법으로서 문자가 있는 영역을 추출한다. 추출된 컨테이너의 문자 영역에서 히스토그램 방법을 이용하여 개별 문자를 추출하고 ART 알고리즘을 이용하여 인식한다. 실험 결과에서는 여러 영상에 대해 인식율이 우수한 것을 보인다.

1. 서론

해로를 통한 운송 컨테이너 물류 처리를 위한 자동화 방법들이 연구되고 있다. 본 논문은 운송 컨테이너 식별자 인식 시스템에 대한 추출과 인식 방법에 관한 연구이다. 운송 컨테이너 식별자는 4개의 영역으로 나누어진다. 운송회사 코드, 일련 번호, 검사 숫자, 컨테이너 유형 코드이다[1]. 일반적으로 문자를 인식하는 응용 프로그램의 경우 문자 영역과 바탕 영역으로 나누어져 추출하는 데 있어 일정한 규칙을 적용할 수 있다. 그러나 컨테이너 번호의 경우 회사마다 다르며 글자 크기, 글자 색깔, 바탕색 또한 일정하게 정해져 있지 않다. 따라서 모양, 형태의 정보로 컨테이너 번호의 영역을 구별하기가 힘들다[2]. 자동차 번호판의 경우는 가로, 세로 비에 의

한 사각형이라는 형태학적 정보를 얻을 수 있지만 컨테이너 번호 영역의 경우 문자가 길게 가로로 쓰인 것도 있고 몇 줄에 걸쳐 쓰여져 있는 경우도 있다. 따라서 어디부터 어디까지가 문자 영역이라고 정하기가 힘들다. 또한 컨테이너의 표면도 잡음이 많다. 굴곡이 있는 바탕이 있는가 하면 세로로 긴 줄이 나 있는 것도 있다. 따라서 영상에 대해 전처리 과정을 실행하더라도 처리된 결과가 컨테이너 문자의 에지인지 아니면 바탕의 잡음인지 판별하는 과정을 거쳐야 한다. 따라서 칼라 정보를 이용하여 컨테이너 부분과 컨테이너의 문자 영역을 판별한다는 것은 정확성이 떨어진다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 컨테이너 문자 영역을 두 가지 방법으로 처리한다. 컨테이너 영상에서 명암도 변화를 이용하여 컨테이너 문자 영역을 추출하는 방

법과 Canny 연산자를 이용하여 에지를 추출한 다음 에지 추적 기법으로 컨테이너 문자 영역을 추출하는 방법을 제시한다. 추출된 컨테이너 문자 영역에서 개별 문자를 추출하여 ART 알고리즘으로 인식한다.

2. 본론

컨테이너 문자 영역의 특성을 고려하여 컨테이너의 문자 영역을 추출하는 부분은 두 단계로 구성된다. 첫 번째 처리 과정은 입력되어지는 컨테이너 영상으로부터 컨테이너 문자가 있는 후보 영역을 찾는 것이며, 두 번째 처리 과정은 찾아진 컨테이너의 문자 영역에서 각 개별 문자를 추출하는 것이다.

2.1 컨테이너 문자 영역 추출

2.1.1 명암도 변화를 이용한 컨테이너 후보 문자 영역 추출

컨테이너의 결모양을 보면 세로로 굴곡이 나 있다. 굴곡이 있는 경우에는 같은 칼라인 경우에도 다른 칼라로 인식되기도 한다. 따라서 에지를 검출하면 세로로 긴 선이 나타난다. 그러므로 컨테이너 문자 영역을 추출할 때 에지의 변화율을 이용한다. 컨테이너 문자 영역 추출 과정은 다음과 같다.

단계 1. 컨테이너 영상에서 문자 영역의 대략적인 위치를 검출하기 위해서 컨테이너 영상을 명암도로 변환하여 이진화 한다.

단계 2. 에지 영상에서 히스토그램 분포도를 구한다.

단계 3. 컨테이너에서 문자 영역 y축 값을 구한다. 컨테이너의 상·하로 잡음이 많기 때문에 x축 좌표 값을 먼저 구하는 것보다 신뢰성이 있다. 에지가 일정한 값 이상으로 나타난 경우에 히스토그램으로 나타낸다. 문자가 포함되어 있는 경우에는 다른 영역에 비해 에지가 많이 나타난다.

단계 4. 단계 3에서 구해진 영역에서 컨테이너 문자 영역의 x축 좌표를 구한다. 이 경우에는 세로로 나타나는 컨테이너 바탕의 에지를 고려해야 한다. 따라서 수직으로 검사하여 에지의 변화가 나타나는지를 검사한다. 글자 같은 경우에는 바로 아래의 수직으로 에지가 나타나는 경우가 드물기 때문이다.

단계 5. 컨테이너 문자 영역을 추출한다.

2.1.2 Canny 에지 추출 기법을 이용한 컨테이너 문자 영역 추출

Canny 에지를 이용한 컨테이너 문자 영역 추출 방법은 다음과 같다.

단계 1. 추출된 문자 영역을 원 영상에서 추출한다.

단계 2. Canny 연산자를 이용하여 에지를 검출한다. Canny가 제시한 에지 추출은 다음과 같은 세 가지에 특징이 있다[3,4]. 첫째, 에지들에 대해서만 반응이 있어야 하고, 그 에지들을 모두 찾아야 한다. 어떠한 에지도 못 찾는 경우가 있어서는 안 된다. 둘째, 발견된 에지 픽셀과 실제 에지 사이의 거리는 가능한 한 적어야 한다. 셋째, 하나의 에지가 존재하는 곳에서는 여러 개의 에지가 나타나서는 안된다. 따라서 에지가 여러 방향으로 연결되지 않고 검출되므로 컨테이너의 바탕과 문자 부분을 구별할 수 있는 중요한 정보가 된다.

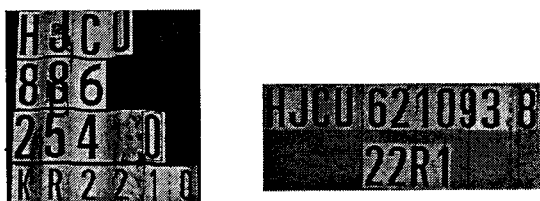
단계 3. 스미어링 기법을 이용하여 에지로 검출된 부분들을 연결한다. 즉 문자들은 어느 일정한 영역 내에 존재하기 때문에 이 문자들이 하나로 연결되는 것이다.

단계 4. 4 방향 에지 추적 기법을 이용하여 컨테이너 문자 영역을 검출한다. 일정한 크기 이하로 검출될 때는 잡음으로 간주한다.

단계 5. 컨테이너 문자 영역을 분리한다.

2.2 추출된 문자 영역에서의 개별 문자 추출

추출된 컨테이너 번호 영역에서 이진화하여 히스토그램의 분포로서 개별 문자를 추출한다. 개별 문자를 추출할 때 가로로 쓰여진 컨테이너 문자 영역과 세로로 쓰여진 컨테이너 문자 영역을 각각 처리한다. [그림 1]과 같이 문자가 다양하게 배치되어 있다. 실제로는 이 예제 영상보다도 다양하게 컨테이너 문자가 있다. 따라서 가로로 쓰여진 번호 영역에서 개별 문자를 추출할 때는 먼저 몇 줄에 걸쳐서 컨테이너 문자가 쓰여져 있는지 먼저 판단하여 추출한다.



[그림 1] 컨테이너 문자 영역의 다양성

이 단계에서는, 추출된 컨테이너 식별 문자의 위치 영역에서 각 개별 문자 영역을 추출한다. 그리고 추출된 개별 문자를 인식할 수 있도록 이진화하여 텍스트 파일로 저장한다. 개별 문자 영역을 추출하는 방법은 입력된 위치 영역을 명암(gray scale)영상으로 변환하고 이진화한 후 수직 또는 수평 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출한다. 전 단계에서 추출된 컨테이너 문자의 위치 영역은 크게 두 가지로 구분된다. 컨테이너 앞면 영상에서 추출한 수직으로의 긴 형태(이하 수직 이미지)와 컨테이너 측면 영상에서 추출한 수평으로 여러 줄의 문자열로 이루어진 형태(이하 수평 이미지)로 구분된다. 그러므로 추출 처리 과정은 같으나 처리 순서에서 두 형태에 따라 약간의 차이를 두었다. 한 줄의 세로 문자열로 이루어진 수직 이미지에 비해 수평 이미지는 여러 줄의 가로 문자열로 이루어져 있으므로 개별 문자를 추출하기 전에 sobel 마스크 처리와 히스토그램을 이용하여 각 가로 문자열의 영역을 나누는 전처리 과정이 필요하다.

컨테이너 식별 번호의 위치 영역에서 각 개별 문자 영역을 추출하고 텍스트로 전환하는 알고리즘은 다음과 같다.

입력 : 컨테이너 식별 번호의 위치 영역 이미지
출력 : 각 개별 문자의 텍스트 파일

- 단계 1. 컨테이너 문자 영역의 영상을 입력한다.
- 단계 2. 영상에 대해 수직과 수평 길이의 비율을 계산하여 수평 영상과 수직 영상을 구분한다.
- 단계 3. 수직 영상과 수평 영상에서 개별 문자를 추출한다.

수직 영상인 경우

- 단계 3-1. 입력된 문자 영역 영상을 이진화한다.
- 단계 3-2. 수평 히스토그램으로 각 개별 문자 위치를 판별한다.
- 단계 3-2. 각 개별 문자 영역의 수직 히스토그램으로 문자의 좌, 우 여백을 제거한다.

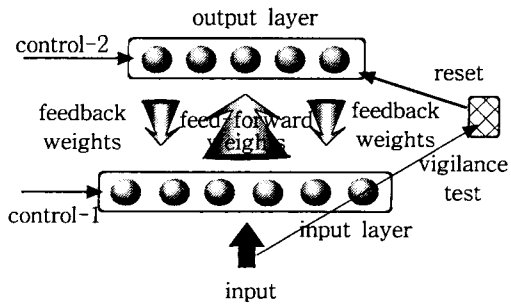
수평 영상인 경우

- 단계 3-1. Sobel 마스크를 이용하여 처리한다.
- 단계 3-2. 여러 줄로 구성된 수평 영상에서 각 문자열의 위치를 구한다.
- 단계 3-3. 단계 1에서 입력된 영상에서 문자열 부분을 이진화 한다.
- 단계 3-4. 이진화된 문자열 영역에 대해서 수직 히스토그램으로 개별 문자 영역을 추출한다.
- 단계 3-5. 각 개별 문자 영역을 대상으로 수직, 수평 히스토그램을 구하여 주변 여백을 제거한다.
- 단계 4. 추출된 개별 문자 영역의 영상을 정규화 한다.
- 단계 5. 정규화된 개별 문자 영상에 대해 학습 패턴을 생성한다.

2.3 ART1을 이용한 컨테이너 문자 인식

본 논문에서는 컨테이너 문자를 인식하기 위해 ART1 알고리즘을 이용한다.

ART1 학습 모델은 기존에 학습되었던 것이 새로운 학습에 의해 지워지지 않도록 새로운 지식을 자동적으로 전체 지식 베이스에 일관성 있는 (self-consistent) 방법으로 통합한다. 적절하게 일치되는 새로운 정보를 이용하여 이미 배운 내용들을 정제하며, 새로운 인식 카테고리의 학습을 위하여 새로운 클래스를 선택하고, 기억용량을 넘어서는 과도한 새로운 입력에 의해 기존에 취득한 내용이 지워지는 것을 방지한다. 따라서 끊임없이 변하는 환경에서 자신의 메모리 용량을 전부 소모할 때까지는 제한 없는 입력에 대해 실시간으로 빠르고 안정되게 학습 및 인식할 수 있는 구조이다[5]. ART1의 학습 모델 구조는 [그림 2]와 같다.



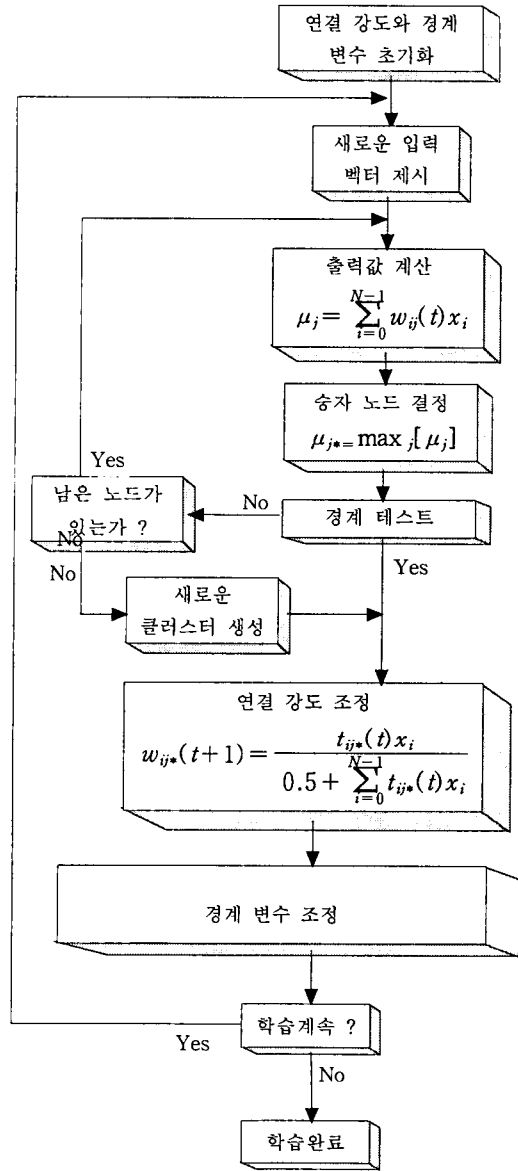
[그림 2] ART1 학습 모델

[그림 2]에서 가중치는 전방향과 역방향 가중치로 구분된다. 그리고 출력 노드 사이에 상호 억제하는 연결선이 존재하고 역방향 연결선은 해당 출력 노드가 나타내는 클래스의 대표 패턴을 의미한다. 제어1(control-1)은 전방향 입력 패턴과 역방향 틀을 구분하는 역할을 하고 제어2(control-2)는 활성화 노드를 비활성화 시키고 입력층과 출력층을 처리하기 위한 동작을 수행한다[6]. 컨테이너 개별 문자 인식에 적용할 ART1 알고리즘은 [그림 3]과 같다.

3. 실험 및 결과

실험 환경은 펜티엄 III 환경에서 C++ Builder 4.0으로 구현하였다. 20개의 컨테이너 영상을 실험한 결과 컨테이너 문자 영역은 모두 추출이 되었으며 개별 문자 추출은 18의 영상이 추출되었다. 인식은 추출된 개별 문자 영상 18개에 대해서 모두 인식하였다. [표 1]은 명암도 변화를 이용한 방법과 Canny 에지 방법에 대한 컨테이너 문자 영역의 추출 개수를 나타내었으며 [표 2]는 개별 문자 및 인식 영상의 개수를 나타내었다.

[그림 4]는 실험에 사용된 한진 컨테이너 영상이며 [그림 5]는 명암도 변화에 의해 추출된 컨테이너 문자 영역의 처리 결과를 나타낸 것이다. [그림 6]은 Canny 에지 추출 방법에 의한 컨테이너 문자 영역의 처리 결과이다. 명암도 변화를 이용하여 추출된 영상은 Canny 에지 추출 방법을 이용하여 추출된 결과에 비해서 영역이 조금 넓게 나타났다. Canny 에지 추출 기법을 이용하여 나타나는 작은 영역들은 개별 문자를 추출할 때 제외된다. 개별 문자의 추출 결과는 [그림 7]과 같다. [그림 8]은 인식 결과를 보여준다.



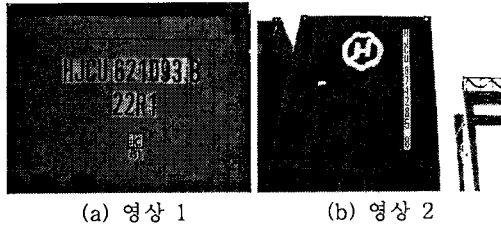
[그림 3] 개선된 ART1 학습 알고리즘 흐름도

[표 1] 컨테이너 문자 영역의 추출

	명암도 변화 추출 방법	Canny 에지 추출 방법
추출/전체	20/20	20/20

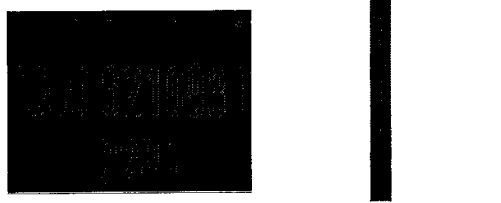
[표 2] 낱자 추출 및 인식

	개별 문자 추출 영상	인식 결과
추출 및 인식/전체	18/20	18/20



(a) 영상 1 (b) 영상 2

[그림 4] 실제 컨테이너 영상



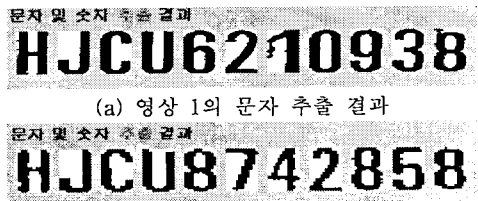
(a) 영상 1의 결과 (b) 영상 2의 결과

[그림 5] 명암도에 의한 히스토그램에 의한 결과



(a) 영상 1의 결과 (b) 영상 2의 결과

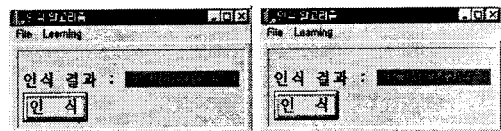
[그림 6] Canny 에지 추출 기법에 의한 결과



(a) 영상 1의 문자 추출 결과

(b) 영상 2의 문자 추출 결과

[그림 7] 개별 문자 추출 결과



(a) 영상 1의 결과 (b) 영상 2의 결과

[그림 8] 인식 결과

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 컨테이너 영상에서 문자 영역을 추출하는 방법으로 두 가지 방법을 이용하였다. 명암도 변화 방법으로 추출했을 경우에는 컨테이너 영상의 문자 영역이 넓게 추출되었으나 그 영역 외의 다른 부분은 나타나지 않았다. 그리고 Canny 에지 추출 기법을 이용한 경우에는 컨테이너 영상의 문자 영역이 추출되지만 부가적으로 작은 에지 영역들이 추출되기 때문에 한번의 전처리 과정을 수행하게 된다. 따라서 이 두 방법의 장점을 결합하는 연구가 필요하다.

추출된 컨테이너 문자 영역에서 개별 문자 추출은 이진화하여 히스토그램 방법을 이용하여 추출하였다. 그러나 개별 문자 추출에 실패한 부분은 문자들이 붙어 있는 경우와 문자가 훼손된 경우에는 실패하였다. 따라서 윤곽선 추적 방법과 웨이블릿을 이용하여 개선할 것이다. 그리고 추출된 개별 문자를 이진화하는 과정에서 훼손이 발생할 가능성이 있다. 따라서 인식률이 낮아질 수 있으므로 퍼지 RBF 방법을 연구하여 인식률을 향상시킬 것이다.

참고문헌

- [1] Freight Containers - Coding, Identification and Marking [ISO 6346 1995(E)].
- [2] 김낙빈, "형태학적 연산을 이용한 운송 컨테이너 영상의 문자 분할," 멀티미디어학회지, 제 2권, 제 3호, pp. 309-399, 1999.
- [3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992.
- [3] Gregory A. Baxes, Digital Image Processing, John Wiley and Sons Inc, 1994.
- [4] A. James and Freeman, Neural Networks : Algorithm, Application and Programming Techniques, Addison Wesley, 1991.
- [5] K. B. Kim and K. C. Kim "A Study on Face Recognition using New Fuzzy ART," proceedings of ITC-CSCC, Vol. 2, pp. 381-389, 1998.
- [6] C. A. Carpenter, S. Grossberg and J. H. Reynolds, "Supervised Real Time Learning and Classification of Nonstationary Data by Self-organizing Neural Networks," Journal of Neural Networks Vol.4, pp. 565-588, 1991.