Journal of Korea Multimedia Society Vol. 16, No. 5, May 2013(pp. 549-557)
http://dx.doi.org/10.9717/kmms.2013.16.5.549

컨테이너 식별자 영상 인식 시스템에서 다중 임계영역을 이용한 영상 전처리

우 종 호†

요 약

본 논문에서는 컨테이너 식별자 영상 인식 시스템의 전처리 과정에 다중 임계 영역을 사용하는 방안을 제안한다. 컨테이너 영상의 특징을 이용해서, 설정된 여러 개의 후보 임계 영역들을 사용해서 영상을 각각 이진화하고, 각각의 이진 영상에 대해서 라벨링, 패널링 등을 함께 진행하면서 최종적으로 최적의 문자 영역을 추출한다. 또한 유사한 방법을 적용해서 잡음을 제거하고 개별 문자를 분리한다. 영상 162장을 사용한 실험에서 문자 영역 분리와 개별 문자 분리의 성공률이 각각 99.04%와 98.09%가 되었다.

Image Preprocessing in Container Identifier Recognition System Using Multiple Threshold Regions

Chong-Ho Woo†

ABSTRACT

This paper proposes a method using the multiple threshold regions in the image preprocessing procedure for container identifier recognition system. The multiple threshold regions are set by considering the container image characteristics and used as the candidates for the final one, The image is transformed to black and white images using these threshold regions, then labeling, panelling and panels merging are executed for each candidate, respectively. Finally the best threshold region is selected through this procedure and the character region can be extracted. Applying the similar method the noises are removed and the characters of identifier are segmented from the extracted region. In the experiments with 162 different images the success rates for extracting of the character region and segmenting the characters are 99.04% and 98.09%, respectively.

Key words: Container Identifier Recognition(컨테이너 번호인식), Image Binarization(영상 이진화), Character Region Extraction(문자영역추출), Character Segmentation(문자 분리)

1. 서 론

컨테이너 식별자의 자동 인식 방법은 카메라를 이용한 영상 인식 시스템과 RFID를 이용한 시스템으로 나눌 수 있다. RFID 기술은 정확하고 안전한 시스템이지만 이를 적용하기 위해서는 모든 컨테이너가 태그를 부착해야하며, 인식을 위한 리더가 적절한 위치에 설치되어야한다. 최근까지도 많은 컨테이너 운영 부두나 야적장에서 수동으로 처리함으로써 오류를 발생시키고 시간과 비용을 많이 소요하는 경향이

※ 교신저자(Corresponding Author) : 우종호, 주소 : 부산광역시 남구 대연동 599-1 부경대학교(608-737), 전화 : 051) 629-6250, FAX : 051) 629-6264, E-mail : chwoo@pknu.ac.kr
접수일 : 2013년 1월 9일, 수정일 : 2013년 2월 25일
완료일 : 2013년 3월 11일
† 부경대학교 컴퓨터공학과
※ 이 논문은 2010학년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구임(PK-2010-096).

있다. 따라서 컨테이너 식별자를 빠르고 정확하게 인식하는 영상 인식 시스템이 필요하다[1-5].

컨테이너의 식별자는 외부의 노출로 기후, 오염, 훼손 등과 같은 외부 요인과 문자 종류, 색상, 크기, 배열 구조의 다양성, 표면의 굴곡 등으로 인식에 어려움이 있고 문자 종류, 색상, 크기, 배열 구조에 대해서도 강제적인 규약이 없고 컨테이너의 외부 면은 굴곡이 되어있는 특징으로 인하여 영상의 획득 위치에 따라 문자의 왜곡 및 형태 변형, 명암 차이로 문자를 인식하는데 많은 어려움이 따른다[6].

컨테이너 식별자 영상 인식 시스템은 (1) 문자 영역 추출, (2) 개별 문자 분리, (3) 문자 인식의 세 가지 중요 모듈로 구성된다[7,8]. (1)과 (2)의 과정은 인식할 영상의 전처리 과정으로 많은 방안들이 제안되었다. 입력 영상으로부터 식별자 문자 영역을 추출하고 개별 문자를 분리할 때 대개 이진화 과정을 거치며, 이것은 인식 시스템의 성능에 큰 영향을 미치므로 여러 이진화 방법들이 제안되었다.

영상 이진화 방법에서 Otsu 방법은 전역적 임계값을 산출하는 대표적인 방법으로 조도가 균일한 영상에 적합하며, Niblack 방법은 조도가 불균일한 영상에서 파라미터를 보정해서 효과적으로 사용할 수 있다[9,10]. 양 외[11]는 영상에서 히스토그램을 구한 후 상위와 하위의 일정 비율(p%)이되는 값을 임계값으로 결정하는 p-tile 법을 사용하였고, Yang 외[12]는 반복적 이진화에 의해 최적의 p값을 산출하였다. Yang 외[13]는 지역 임계값을 전역 임계값과 엣지 검출을 결합해서 이진화 방법을 개선했다.

본 논문에서는 컨테이너 영상의 특징을 고려해서 p-tile 법과 같이 임계값을 사용하지 않고 임계 영역을 사용한다. 먼저 영상에서 히스토그램을 구해서 평활화(smoothing) 한 후, 이를 미분하면 나타나는 봉우리(peak)와 계곡(valley)의 값들을 구한다. 이 값들에 따라 여러 개의 임계 영역을 구하고 이 영역들을 적용해서 영상을 각각 이진화한다. 이후 각각의 이진 영상에 대해서 라벨링을 진행하면서 필터링을 수행하고 패널링을 적용해서 최적의 문자영역을 결정한다. 선택한 문자 영역에 앞에서 적용한 유사한 방법으로 라벨링과 누적 그래프 알고리즘의 병행 분석을 통해서 잡음제거와 개별 문자를 분리했다. 실험결과 문자 영역 추출과 개별 문자 분리의 성공률이 각각 99.04%와 98.09%로 매우 높음을 확인하였다.

2. 컨테이너 영상의 이진화

컨테이너 영상에서 명암도 차이에 의한 특징을 검출하기 위해서는 이미지를 그레이 이미지로 만든 후 컨테이너 영상에서 픽셀의 밝기 값을 0에서 255범위에서 히스토그램을 구한다. 히스토그램을 스무딩시킨 후, 미분해서 피크값과 밸리값들을 구한다. 이 값들을 이용해서 영상 이진화를 위한 임계 영역을 정한다. 히스토그램에서 피크값을 갖는 봉우리 수에 따라 임계 후보 영역들을 구한다. 각 후보영역 안에 포함되면 1, 아니면 0으로 설정하여 영상을 각각 이진화한다. 이진화된 각 이미지에 라벨링, 패널링, 패널링 병합을 통해 문자 영역을 검출 한다.

2.1 히스토그램(Histogram)과 스무딩(Smoothing)

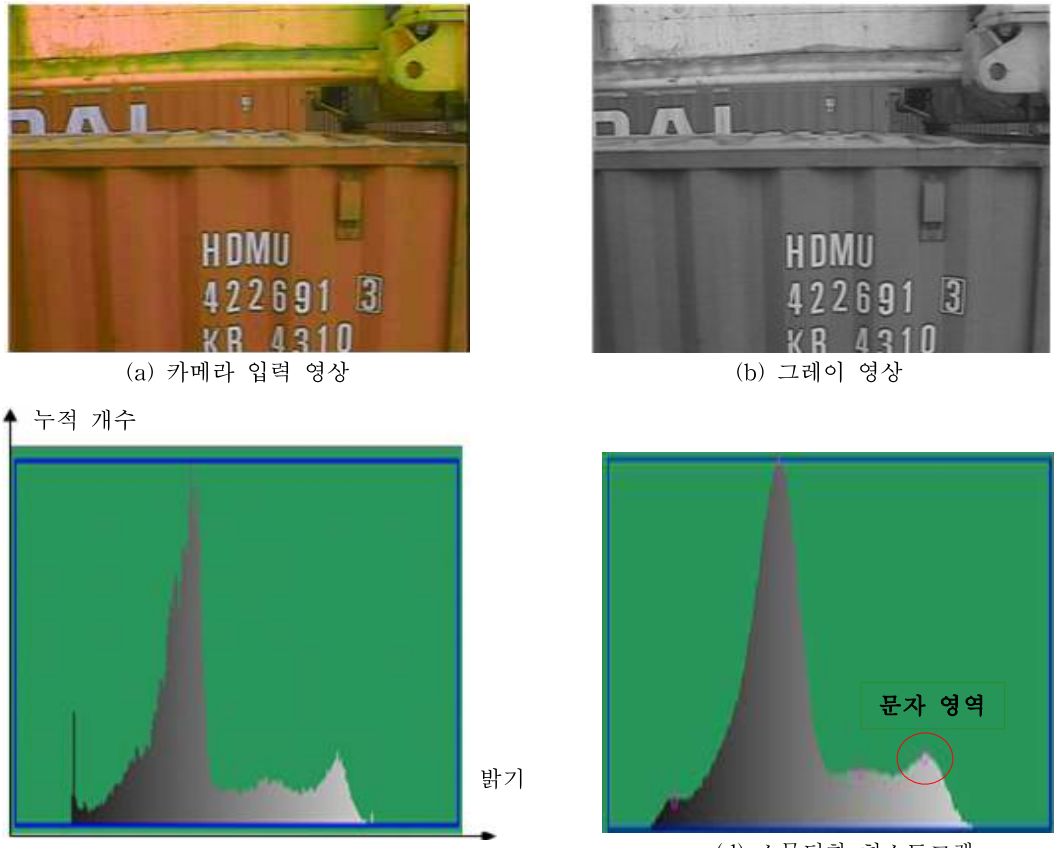
획득한 컨테이너 영상은 RGB 컬러 3채널 영상으로 640*486 크기를 사용했다. 색상은 이용하지 않으므로 컨테이너 컬러 영상은 바로 그레이 영상으로 변환해서 히스토그램을 구한다. 히스토그램은 일반적으로 영상의 명암 분포를 시각적인 그래프형태로 보여주는 유용한 도구로써 영상의 명도 내용을 요약한 것으로 영상에 대한 여러 가지 정보를 가지고 있으며, 계산이 간편한 장점이 있다. 히스토그램에서 수평축은 밝기를 나태내고 0-255 범위를 가지며, 수직축은 명암에 따른 화소(pixel)의 누적 개수를 표시한다.

원본 히스토그램은 밝기에 따라 누적되는 불연속 함수의 형태로 나타나므로 원본 히스토그램에서 피크와 밸리를 구해서 쉽게 봉우리의 경계를 찾기 위해서 베지어 곡선 알고리즘을 사용하여 히스토그램을 스무딩하였다.

그림 1은 컨테이너 식별자를 포함한 특정한 영상의 한 예로 (a) 입력 영상, (b) 그레이 영상, (c) 히스토그램, (d) 스무딩한 히스토그램을 각각 나타내고 있다. 그레이 영상에서 문자영역이 흰색에 가까운 배경보다 밝은 색 영역이므로 히스토그램의 255와 가까운 부분의 봉이 문자 영역임을 직관적으로 알 수 있다.

2.2 영상의 이진화를 위한 임계 영역의 설정

컨테이너의 배경 부분은 히스토그램에서 상대적으로 가장 넓은 부분을 차지하고, 상대적으로 높은



(a) 카메라 입력 영상 (b) 그레이 영상

(c) 히스토그램 (d) 스무딩한 히스토그램

그림 1. 입력 영상에서 히스토그램의 스무딩까지의 처리과정의 예

피크 값을 갖는 봉우리에 해당한다. 일반적으로 컨테이너 영상의 문자 영역은 히스토그램에서 다음과 같은 특징을 갖는다. (1) 배경 봉우리에 포함되거나, (2) 배경의 봉우리 영역의 우측에 해당하는 밝은 부분에 포함 되거나, (3) 배경의 봉우리 영역의 좌측에 해당하는 배경보다 어두운 영역의 봉우리에 포함된다.

컨테이너 영상에서 문자영역이 어느 봉에 위치하는지 직관적으로 구분할 수 없다. 본 논문에서는 여러 개의 후보 임계영역을 설정해서 사용한다. 이를 위해서 먼저 피크 값과 밸리 값 그리고 히스토그램 면적을 구해야 한다. 컨테이너 영상에서는 일반적으로 배경색이 가장 넓은 영역을 갖는 봉우리에 포함된다.

p-tile 법과 같은 이진화의 일반적인 방법에서는 영상에서 히스토그램을 구한 후 상위와 하위의 일정 비율(p%)이 되는 값을 임계값을 설정해서 영상을 이진화했다. 본 논문에서는 특정한 임계값을 사용하는 대신에 컨테이너 영상의 특징을 고려해서 히스토그램에서 컨테이너 배경을 기준으로 밝은 부분과 어두운 부분에서 나타나는 봉우리를 확장해서 포함하는 방식으로 임계 영역을 설정해서 각각에 대해서 영상을 이진화한다.

배경 영역 : 컨테이너 영상에서는 일반적으로 배경색 영역은 히스토그램에서 면적이 가장 넓고, 높이도 비교적 높은 봉우리에 포함된다. 그래서 배경이 속하는 봉우리를 결정하기 위해서 우선 각 봉우리의 면적을 구해야 한다.

피크 값 및 밸리 값 : 스무딩한 히스토그램에서 그림 2에서와 같이 미분을 사용하여 히스토그램의 각 봉우리의 피크 값을 구할 수 있다. 봉우리의 값이 상승할 때는 +값(양의 값)이 되고, 하강할 때는 - 값(음의 값)이 된다. 봉우리의 피크 값은 미분한 값이 +값과 - 값의 사이 값인 0에 해당한다. 각 봉우리는 좌측 밸리와 우측 밸리로 저장되는데 미분을 사용하여 스무딩한 히스토그램에서 값이 -값에서 +값으로 올라갈 때 지나는 0의 위치가 밸리 값이다.

표 1은 그림 2의 영상의 피크 값과 밸리 값 그리고 면적비(%)를 나타낸 데이터 구조로서 히스토그램의

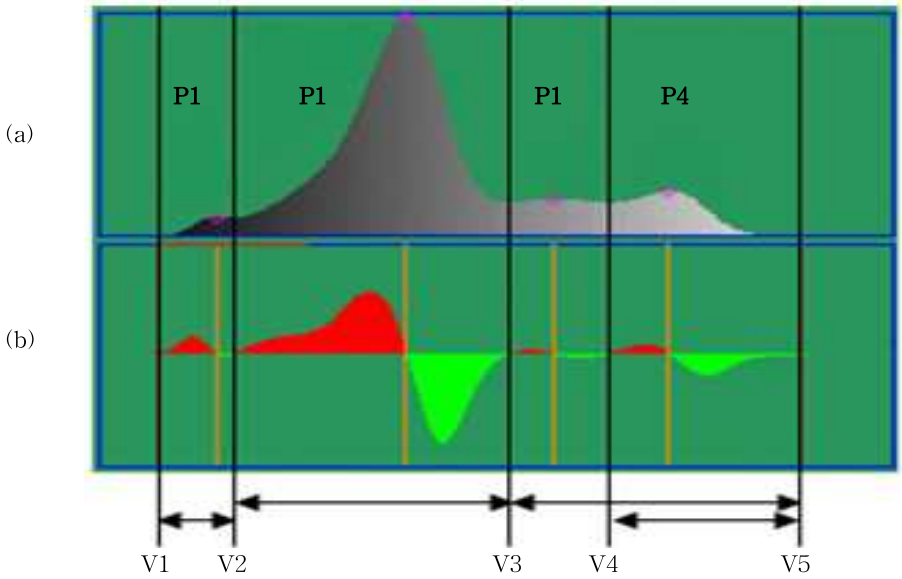


그림 2. (a) 스무딩한 히스토그램, (b) 미분 결과 (예)

표 1. 히스토그램에서 봉우리의 인덱스, 피크, 밸리, 면적(예)

No	Peak	Left	Right	Rate
0	34	18	46	1.7
1	113	47	151	90.5
2	157	152	188	4.1
3	202	189	255	3.7

임계 영역의 구간을 설정할 때 사용한다.

후보 임계 영역의 설정과 이진화 : 컨테이너 영상의 히스토그램에서 문자영역이 어느 봉에 위치하는지 직관적으로 결정할 수 없다. 본 논문에서는 여러 개의 후보 영역을 설정하여 각각에 대한 임계 영역을 적용해서 영상을 이진화한다.

임계 영역 추출은 영상 이진화의 중요한 초기 단계로 히스토그램의 봉우리를 사용해서 후보 임계 영역의 구간을 정한다. 그 과정은 다음과 같다.

[단계 1] 면적비가 가장 큰 봉우리 구간을 임계 영역으로 설정한다.

[단계 2] 가장 밝은 봉우리 구간을 임계 영역으로 설정한다. 또한 한 봉우리씩 좌측으로 이동하면서 이에 포함시켜 임계 영역으로 설정한다. 이 과정을 가장 큰 봉우리 우측까지 이동하면서 후보 임계 영역을 각각 구한다.

[단계 3] 가장 어두운 봉우리 구간을 임계 영역으로 설정한다. 또한 한 봉우리씩 우측으로 이동하면서 이에 포함시켜 임계 영역으로 설정한다. 이 과정을 가장 큰 봉우리 좌측까지 이동하면서 후보 임계 영역을 각각 구한다.

[단계 1]에서는 문자 영역이 컨터이너 배경색의 영역에 포함될 때 적합하고, [단계 2]는 배경색의 영역보다 밝은 영역에 포함될 때 적합하며, [단계 3]은 배경색의 영역보다 어두운 영역에 포함될 때 적합하다. 세 단계를 모두 합하면 영상의 모든 영역을 포함한다.

이 과정을 그림 2에 적용해서 후보 임계 영역을 구하면 다음과 같다. 여기서 봉우리(Pi)는 4개, 계곡(Vj)은 5개가 있다. [단계 1]에 의해서 봉우리 P2의 영역 (V2, V3) 구간이 임계 영역이 된다. 또한 [단계 2]에 의해서 우선 봉우리 P4의 영역인 (V4, V5) 구간이 임계 영역이 되고, 봉우리 P4에 봉우리 P3를 포함한 영역인 (V3, V5) 구간이 후보 임계 영역이 된다. 마지막으로, [단계 3]에 의해서 봉우리 P1의 영역인 (V1, V2) 구간을 임계 영역으로 설정한 다. 결과적으로 총 봉우리의 갯수와 같은 4개의 후보 임계 영역이 구해진다. 그레이 영상에 각각의 후보 임계 영역을 적용해서 포함되면 백(255)로, 포함되지 않으면 흑(0)으로 이진화하면 그림 3과 같다.

3. 라벨링(Labeling)

라벨링은 이진화 영상에서 연결 성분을 구분할 때 사용되는 알고리즘이다. 즉, 인접 화소 사이의 연결

성을 판단하여 각각 다른 번호를 부여하여 영역을 구분한다. 본 논문에서는 수평이나 수직의 직성 성분만 같은 성분으로 인식하는 4방향의 연결 성분을 사용했다. 이진 영상에서 라벨 번호를 부여하고, 사각형 영역의 좌표 정보와 유효 픽셀의 개수, 그리고 마스크 이미지를 포함한다. 그림 4는 그림 3의 각 이진화 영상을 대상으로 라벨링을 수행한 결과이다.

라벨링의 결과는 사각형 영역 정보를 가지며, 수행되는 과정에 라벨 개수, 유효 픽셀의 개수, 가로 최대 크기, 세로 최대 크기, 가로 최소 크기, 세로 최소 크기 등의 제한 사항을 설정해서 라벨 필터링(label filtering)을 수행한다.

4. 패널링(Paneling) 및 패널 병합

패널링은 군집 상태를 분석하여 문자의 가능성이 있는 개별 문자 후보들을 연결하여 패널형태로 만드는 작업이다. 라벨들의 군집 상태에서 수평 배열 탐색과 수직 배열 탐색을 수행한다. 군집 상태 분석은 그림 5의 (a)와 같이 일직선상의 위치 여부, 겹침 분석, 최대 거리 분석을 통해서, 조건을 만족하는 라벨들을 개별 문자 후보로 설정한다. 개별 문자 후보로 설정된 라벨들은 그림 5의 (b)와 같이 수평 배열 탐색으로 라벨 영역을 확장하면서 문자 영역을 생성한다. 수직 배열 탐색은 세로 방향으로 같은 방식으로 수행

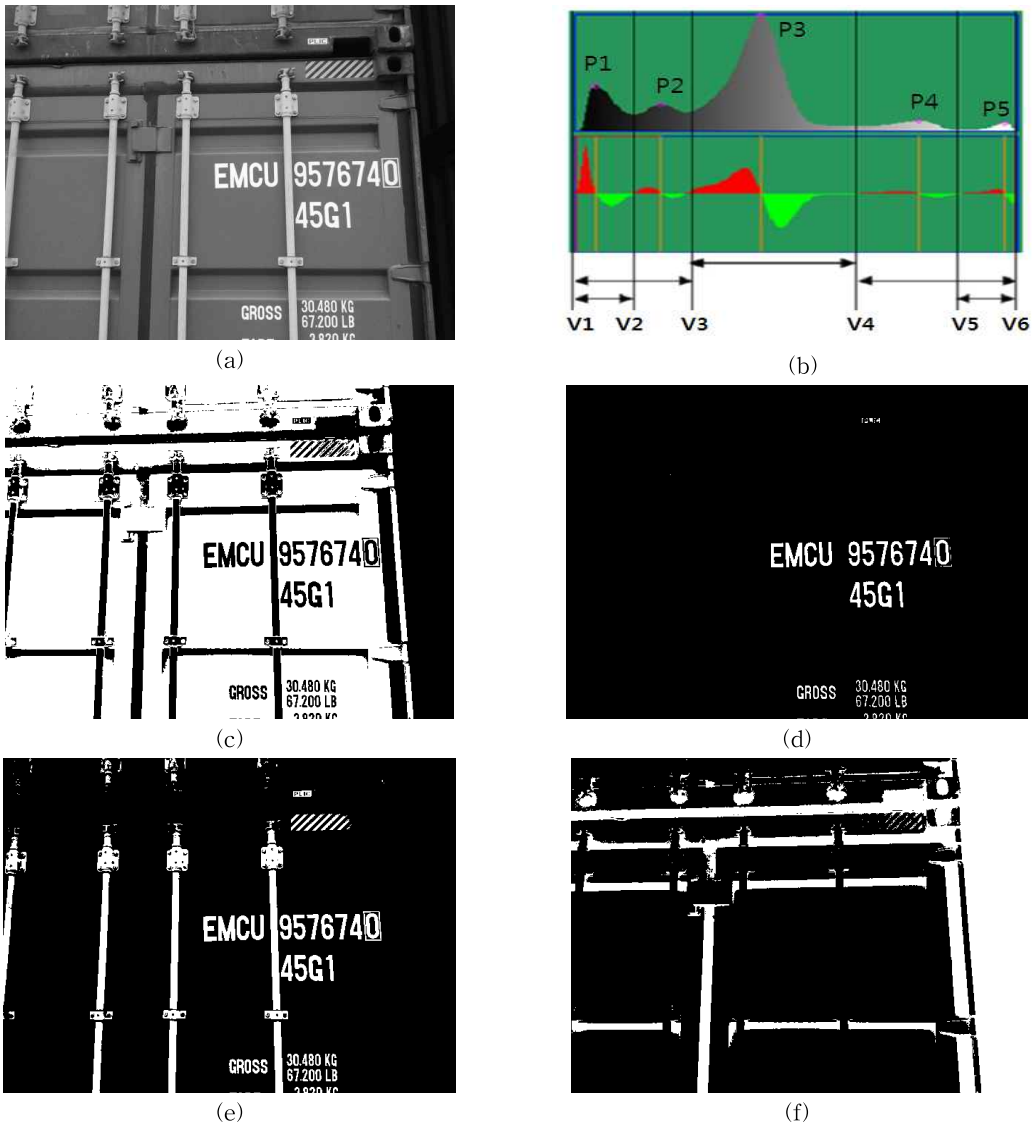


그림 3. 그레이 영상 (a)의 후보 임계 영역들을 적용한 이진화 영상: (a) 그레이 영상, (b) 히스토그램, (c) 영역(V3, V4), (d) (V5, V6) 영역, (e) (V4, V6) 영역, (f) (V1, V3) 영역

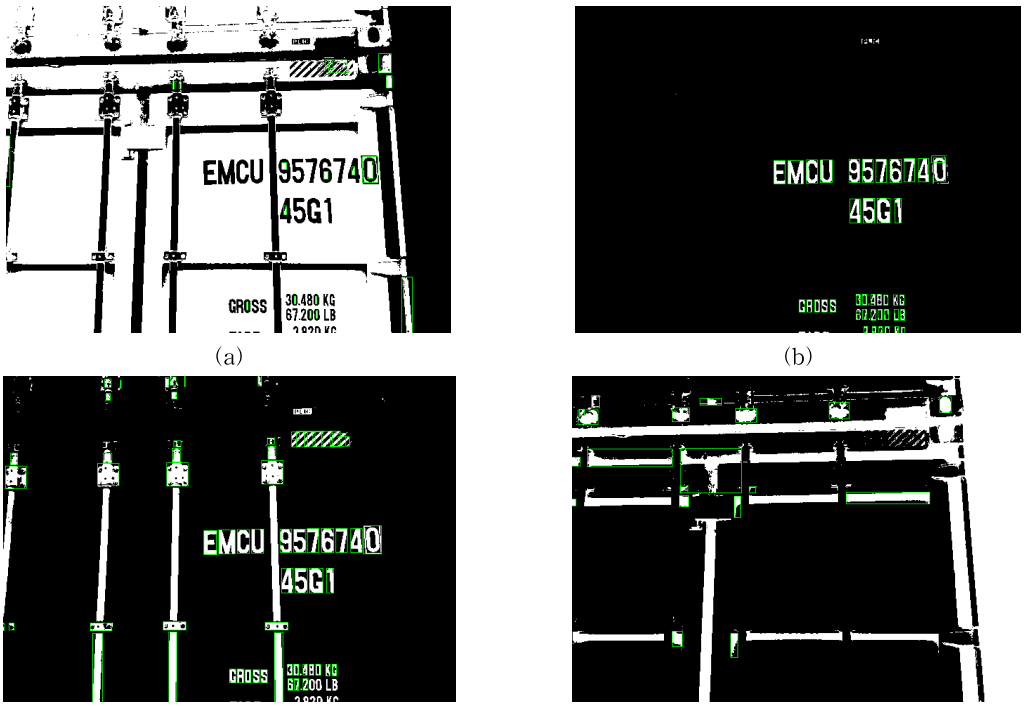


그림 4. 그림 3의 이진화 영상에 대한 라벨링 결과; (a) 배경 영역(V3, V4), (b) (V5, V6) 영역, (c) (V4, V6) 영역, (d) (V1, V3) 영역

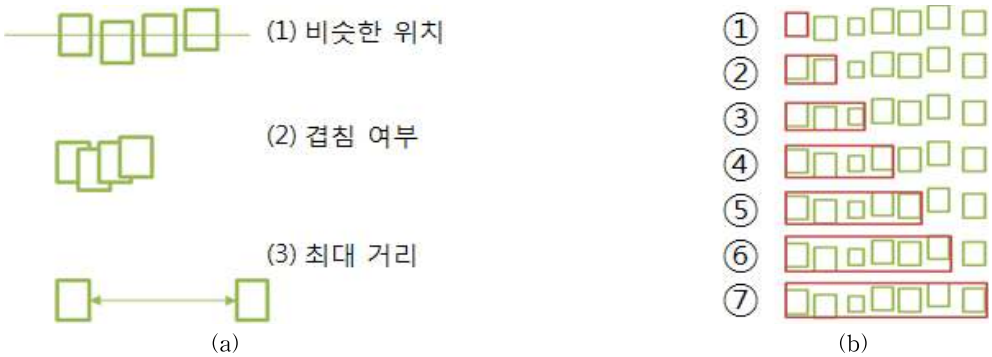


그림 5. 군집 상태 분석과 패널링 과정의 예: (a) 군집 상태 분석, (b) 패널링 순서

한다.

그림 6은 그림 4의 라벨링을 패널링한 결과이다. 라벨들의 군집 특성을 보이는 (b)와 (c)는 정상적으로 패널이 검출되고, (b)에서 가장 선명한 패널링 영상이 확보되었다. 한편, (a)와 (d)에서는 패널을 검출하지 못했다.

컨테이너 식별자는 여러 패널에 걸쳐서 표시될 수도 있으므로 이들을 병합하는 과정이 필요하다. 여기서는 행간 패널 병합과 층간 패널 병합으로 구분하여 수행한다. 먼저, 행간 패널 병합은 패널들의 시작 위치, 높이, 간격 등을 판단하여 패널링 방법과 유사하게 수행한다. 여러 행으로 분리된 패널들의 임계 영역이 각각 다를 수 있으며, 같은 영역임에도 다른 임계 영역이 적용되면 패널에 따라 다른 결과를 가져올 수 있다. 이를 방지하여 위해 행간 병합이 필요하다. 행간 병합은 패널들의 시작 위치, 높이, 간격 등을 판단하여 패널링과 유사한 방법으로 수행된다. 다음으로, 층간 패널 병합은 후보들을 줄이기 위해서 층은 다르지만 서로 겹치는 모든 패널들을 병합한다.

패널 병합의 결과로 컨테이너 식별자의 문자영역이 검출된다. 앞의 여러 과정을 통해서 후보 임계 영역 중에서 최적의 임계 영역이 선택되고 이것에 의해

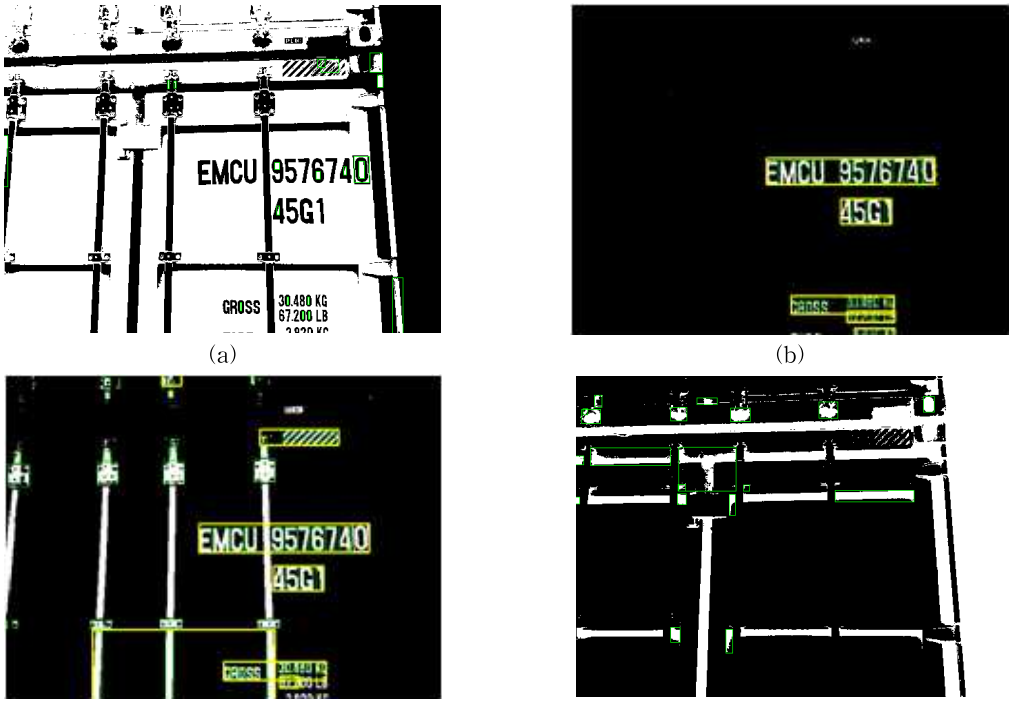


그림 6. 패널링 결과: (a) 배경 영역(V3, V4), (b) (V5, V6) 영역, (c) (V4, V6) 영역, (d) (V1, V3) 영역

서 하나의 식별자의 문자영역이 검출된다.

5. 개별 문자의 분리

추출한 문자 영역에서 개별 문자를 분리하기 위해서는 그림 7과 같이 우선 영상을 이진화하고, 필요하면 라벨링을 사용하여 중심관계를 분석하여 기울기를 보정한다. 이진화 과정은 앞에서와 같은 방법을 사용한다.

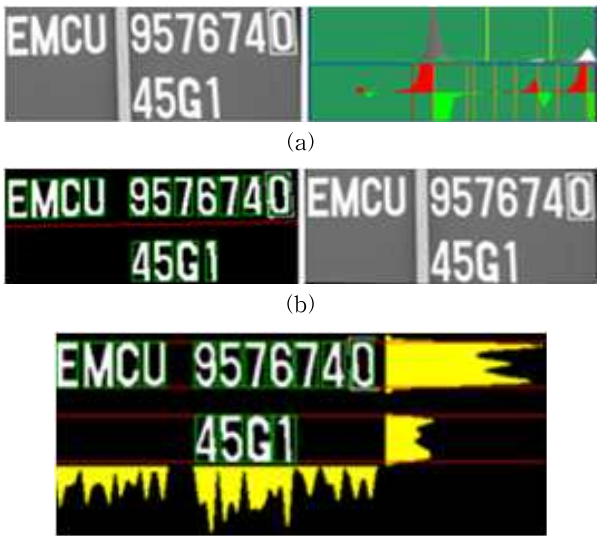


그림 7. 개별 문자 분리 과정의 예: (a) 이진화, (b) 기울기 보정, (c) 개별 문자 분리

일반적으로 이진화된 영상에서 라벨링만으로도 개별 문자의 분리가 가능하지만, 그림 8의 각 경우에는 누적 그래프 알고리즘을 사용해야한다. 분리된 문자는 인식 과정에 설정한 크기로 변환하는 정규화가 필요하다. 본 논문에서는 문자의 크기를 16×24 크기로 정규화했다.

6. 실험 결과 및 검토

컨테이너 영상의 전처리 과정을 제안한 방법에 따라 인텔 펜티엄 듀얼코어 E7300, Windows XP, 2GB RAM, Visual Studio 2008에서 MFC Visual C++로 프로그래밍하였다. 또한 전처리 성능을 측정하기 위한 실험의 편의를 위해서 인식 부분을 BP(오류역전파) 알고리즘 신경망으로 프로그래밍하였다. 여기서 입력층은 384개의 뉴런, 은닉층은 192개의 뉴런을 사용했으며, 출력층은 사용하는 문자의 개수에 해당하는 36개의 뉴런으로 구성했다.

실험에서는 (a) 상용 외국산 인식 시스템에서 실

(a) 한 문자가 여러 조각으로 분리된 경우

(b) 문자의 일부가 손상된 경우

(c) 문자가 붙어있는 경우

(d) 잡음 제거해야 할 경우

그림 8. 문자 분리에서 누적 그래프 알고리즘을 사용해야 경우의 예

패한 컨테이너 측면 영상 105장, (b) 직접 촬영한 측면 영상 38장, (c) 직접 촬영한 앞면 영상 8장, 그리고 (d) 직접 촬영한 뒷면 영상 11장으로 총 162개의 샘플 영상을 사용했다.

문자영역 검출과 개별 문자 분리 부분으로 나누어 각 부분의 실험 결과는 표 2와 같다. 전체 영상에서 육안인식 가능 기준은 컨테이너 식별 번호 11개의 문자 중에서 1개의 문자라도 손실 또는 망실되면 육안인식 불가로 분류하였다. (a)의 경우 상용제품에서는 실패한 영상에 대해서도 문자 영역 분리와 개별 문자 분리의 성공률이 각각 99.04%와 98.09%가 되었다. (b), (c), 그리고 (d)의 실험에서는 직접 촬영한 영상은 상태가 비교적 양호한 경우로 100%의 성공률을 보였다. 전처리와 인식을 모두 포함하는 실행 시간은 한 영상 당 78ms에서 94ms가 소요되었다.

표 2. 실험 결과 : 전처리 성공률

영상구분	육안 인식(%)	영역 검출(%)	문자 분리(%)
(a) 영상	87.61	99.04	98.09
(b) 영상	100	100	100
(c) 영상	100	100	100
(d) 영상	100	100	100
전체	91.97	99.38	98.76

7. 결 론

컨테이너 식별자를 영상 인식하는 과정에 적용되는 문자 영역 분리와 개별 문자를 분리하는 전처리 과정을 위한 새로운 방안을 제안한다. 컨테이너 식별자 영상의 특징인 배경 부분이 여러 봉우리 중에서 가장 면적이 넓은 봉우리를 갖는 일반적인 특징을

갖는다. 이를 기준으로 밝은 방향과 어두운 방향으로 나타나는 봉우리를 중심으로 넓혀가면서 여러 개의 후보 임계 영역들을 설정해서 사용한다. 이 후보 임계 영역들을 사용해서 영상을 각각 이진화하고, 각각의 이진 영상에 대해서 라벨링, 패널링, 그리고 패널링 병합 과정을 함께 병렬로 진행하면서 최종적으로 최적의 문자 영역을 결정해서 분리한다. 선택한 문자 영역에 사용했던 같은 방법을 적용해서 라벨링과 누적 그래프의 병행 분석을 통해서 잡음을 제거하고 개별 문자를 추출한다. 이 과정에서 라벨들의 중심 관계를 분석하여 영상의 기울어짐을 보정할 수 있다.

실험결과는 기존의 상용 인식 시스템에서 실패한 영상에서도 문자 영역 분리와 개별 문자 분리의 성공률이 각각 99.04%와 98.09%로 매우 높음을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] 최상희, 심기섭, 김우선, 하태영, 항만물류 및 장비기술을 중심으로, 국내 컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립 연구보고, 한국 해양수산개발원, 2007.

[2] 조영수, RFID기반 컨테이너 터미널 게이트 반출·입 자동화 설계, 숭실대학교 석사학위 논문, 2011.

[3] 이석희, 영상처리기법에 의한 컨테이너 물류관리 시스템의 개발, 중소기업 기술혁신 개발과제 최종보고서, 2002.

[4] Z. He, J. Liu, H. Ma, and P. Li, "A New Automatic Extraction Method of Container Identity Codes," *IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems*, Vol .6, No. 1, pp. 72-78, 2005.

[5] Kyung-mo Koo and Eui-young Cha, "A Novel Container ISO-Code Recognition Method using Texture Clustering with a Spatial Structure Window," *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. 41, No. 4, pp. 83-92, 2012.

[6] 기술표준원, KS 국제 화물 컨테이너의 기호, 식별 및 표시 방법, 한국표준협회, KS T3201, 2007

[7] Wei Wu, Zheng Liu, Mo Chen, Xiaomin Yang, and Xiaohai He, "An Automated Vision System for Container-code Recognition," *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 3, pp. 2842- 2855, 2012.

[8] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-level Histograms," *IEEE Trans. on SMC*, Vol. 9, No. 1, pp. 62-66, 1979.

[9] R. Ohlander, K. Price, and D.R. Pierson, "Picture Segmentation using a Recursive Region Splitting Method," *Computer Graphics and Image Processing*, Vol. 8, No. 3, pp. 313-333, 1978.

[10] 김민기, "자동차번호판 이진화 방법에 대한 성능비교," 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제8호, pp. 9-17, 2009.

[11] 안영준, 위규범, 홍만표, "중국자동차번호판 인식," 정보처리학회논문지, 제14-B권, 제2호, pp. 81-88, 2007

[12] Y. Yang, J. Bai, R. Tian, and N. Liu, "A Vehicle License Plate Recognition System Based on Fixed Color Collocation," *Proc. of the 4th International Conf. on Machine Learning and Cybernetics*, pp. 5394-5397, 2005.

[13] Xue-Ya Yang, Kvung-Lok Kim, and Bvung-Kon Hwang, "An Efficient Binarization Method for Vehicle License Plate Character Recognition," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 11, No. 12, pp. 1649-1657, 2008.

우 종 호

1978년 2월 경북대학교 컴퓨터공학과 학사
1981년 2월 경북대학교 전자공학과 컴퓨터공학전공 석사
1990년 2월 경북대학교 전자공학과 컴퓨터공학전공 박사

1981년 3월~현재 부경대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : Embedded System, Sensor Network, VLSI Array for Image Processing.