

컬러 정보와 윤곽선 추적을 이용한 컨테이너 식별자 인식

(Recognition of Container Identifier using Color Information and Contour Following)

김 병 기*

(Pyeong-kee Kim)

요약 영상처리 기술을 이용한 컨테이너 식별자 자동인식은 항만자동화와 물류 처리를 향상에 매우 중요한 요소이다. 본 논문에서는 컬러정보를 이용한 윤곽선 추출과 추출된 문자영역에 대한 문자 조건 검증 알고리즘을 사용하여 입력 영상의 다양한 밝기변화와 잡음에 강한 컨테이너 식별자 인식 기법을 제안하였다. 360장의 컨테이너 영상을 대상으로 실험한 결과 제안한 방법이 식별자 인식에 유용함을 확인하였다.

핵심주제어 : 컨테이너 식별자 인식, 항만 자동화, 문자인식, 컬러 정보, 윤곽선 추적

Abstract Automatic recognition of container identifier is one of key factor to implement port automation and increase distribution throughput. In this paper, I propose a method of container identifier recognition on various input images using color based edge detection and character verification algorithm. I tested the proposed method on 360 container images and it showed good results.

Key Words : container identifier recognition, port automation, character recognition, color information, contour following

1. 서 론

항만 자동화에는 컨테이너 장치 위치 결정, 컨테이너 위치확인, 게이트 자동화를 비롯한 다양한 분야가 있다[1,2]. 그 중에서도 경제성과 자동화 비율에 가장 큰 영향을 미치는 부분이 게이트 자동화이다[3]. 게이트 자동화에는 다시 게이트 레인(Lane) 수 설계, 차량번호판 인식, 컨테이너 파손 여부 판별 등을 비롯한 다양한 분야가 있지만 그 중 빼 놓을 수 없는 것이 컨테이너 식별자(Identifier)의 자동인식이다[4,5]. 식별자 자동인식은 수작업에

의한 처리시간의 단축과 그에 따른 인건비 절감효과가 크다.

최근 컴퓨터를 이용한 컨테이너 식별자 자동인식 기법이 컨테이너항에 부분적으로 도입되어 사용되고 있으나 그 처리 성능이 매우 낮아 많은 수작업을 추가적으로 필요로 하고 있는 실정이다. 부산의 H컨테이너 터미널의 경우 현장에서의 실제 작업현장 종사자들에 따르면 식별자 정인식률이 절반정도 수준으로, 운용되고 있는 컨테이너 식별자 인식 시스템은 대체적으로 다음과 같은 문제점을 갖고 있다.

첫째, 최적의 컨테이너 영상 획득환경 구축 중요

* 신라대학교 컴퓨터정보공학부

성 인식의 부족과 그에 따른 환경 구축의 미비로 획득된 영상의 화질이 낮은 문제이다. 획득영상의 화질이 떨어지면 이후 단계에서의 높은 인식성능을 보장할 수 없게 된다. 둘째, 현재 현장에서 사용되는 카메라는 저화질 명암(Gray Scale) 카메라가 대부분이다. 따라서 고화질의 칼라(Color) 카메라가 갖는 보다 많은 정보를 놓치고 있다. 따라서 칼라 정보를 활용할 수 있는 칼라영상에 대한 처리기술의 개발이 필요하다. 셋째, 다양한 폰트와 인쇄환경을 갖는 식별자에 대한 인식 능력이 부족하여 특정 컨테이너 제조사의 컨테이너 식별자는 잘 인식하지만 다른 제조사의 식별자들은 인식이 낮은 문제를 야기하고 있다. 따라서 다양한 환경에 안정적인 처리성능을 나타낼 수 있는 식별자 인식은 물류 처리 및 항만 사용률 향상, 물류처리를 위한 인력 및 인건비 감소를 위하여 매우 필요하고 유용하다.

본 논문에서는 칼라정보와 윤곽선 추적을 이용한 컨테이너 식별자 인식 방법을 제안한다. 입력 컨테이너 영상으로부터 칼라정보를 이용하여 윤곽선을 추출하고, 연결된 윤곽선 정보를 이용하여 식별자 후보 영역추출과 문자 조건 검증 알고리즘을 사용하여 입력 영상의 밝기와 잡음에 강한 식별자 인식 방법을 제안한다. 식별자 후보 영역 구분은 주변 문자 영역간의 상대적 크기, 문자 영역 사이의 간격, 문자영역의 개수 등을 고려하여 식별자 영역인지를 판정하고, 이 루틴은 식별자가 아닌 문자에 대한 불필요한 문자인식을 억제함으로써 전체적인 처리시간을 단축시킨다.

추출된 문자영역에 대하여, 다양한 폰트를 처리할 수 있는 영문 및 숫자 인식 알고리즘을 사용한다. 높은 인식 성능과 운영의 안정성을 위하여 2개 이상의 다중인식기를 결합하는 방법을 사용할 수 있는데, 본 논문에서는 인식결과를 검증하는 루틴을 사용한다. 2장에서는 컨테이너 식별자의 특징과 전체적인 인식 방법을 설명하고, 3장에서는 실제 컨테이너 영상에 대한 실험 결과를 보였다. 마지막으로 4장에 본 논문의 결론을 보였다.

2. 칼라정보를 이용한 식별자 인식

2.1 컨테이너 식별자의 구성 및 특징

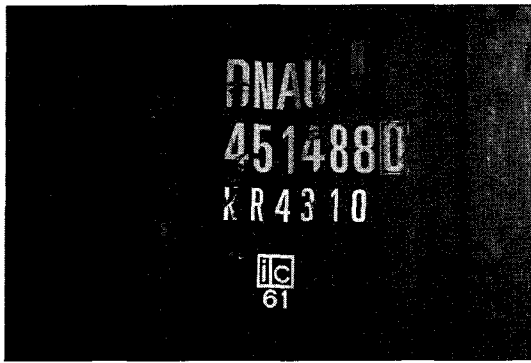
컨테이너 식별자는 ISO 6346 standard에 의해 정의 되는데, 그 구성을 보면 <그림 1>에 나타난 것과 같다. 식별자에서, 첫 3자리 영문자는 선사코드(Owner Code)를 나타내고 네 번째 문자는 반드시 'U'자이어야 하며 나머지 6자리 숫자는 일련번호와 체크섬(Checksum) 코드를 나타낸다. 이러한 컨테이너의 구성원리를 알면 인식결과의 검증이나 인식률의 향상에 큰 도움이 되므로 인식결과의 후 처리에서 사용된다.

B I C U 1 2 3 4 5 6 5
 ① ② ③

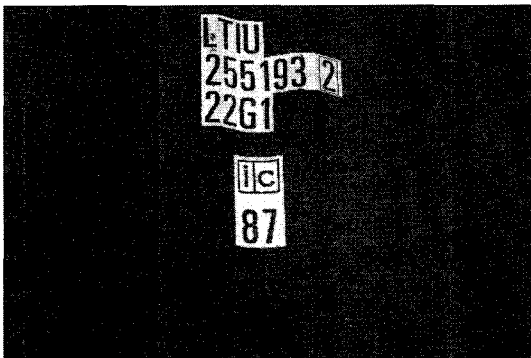
- ① Owner/Operator Code
- ② A serial number of 6 Arabic numerals
- ③ Check digit

<그림 1> 컨테이너 식별자의 구성

컨테이너 식별자는 다음과 같은 특징을 갖고, 이러한 특징을 이해하는 것이 좋은 인식 시스템 개발에 매우 필수적이다. 첫째, 식별자 인쇄에 사용되는 폰트(Font)가 일정하지 않다. 즉, 식별 문자의 글꼴, 크기, 모양이 일정하지 않으므로 문자영역의 추출률과 문자 인식률의 향상에 걸림돌이 될 수 있다. 둘째, 컨테이너 본체와 식별자 인쇄에 사용되는 색상의 제한이 없어서 다양한 색상이 사용되고, 식별자가 컨테이너 바탕 색상과는 다른 색상 위에 인쇄될 수 있다. 셋째, 식별자의 인쇄 위치가 일정하지 않고 식별자 주변에 로고와 같은 다양한 문자나 그림이 존재할 수 있다. 넷째, 식별자의 인쇄방향이 가로와 세로가 모두 가능하다. 다섯째, 컨테이너 표면은 요철형태로 굽어져 있고 식별자는 그 위에 인쇄되어 있어서 촬영된 식별 문자가 왜곡되는 경우가 많다. 마지막으로, 컨테이너는 주로 야외에 노출되어 있어서 노후화로 인하여 식별자의 인쇄 상태가 일정하지 않고 훼손된 식별문자도 많이 존재한다. <그림 2>에 다양한 컨테이너 영상의 예를 보였다.



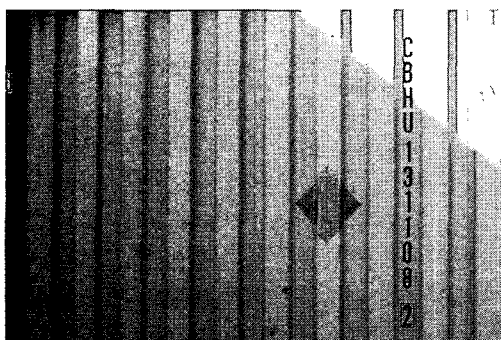
(a) 식별자가 훼손된 경우



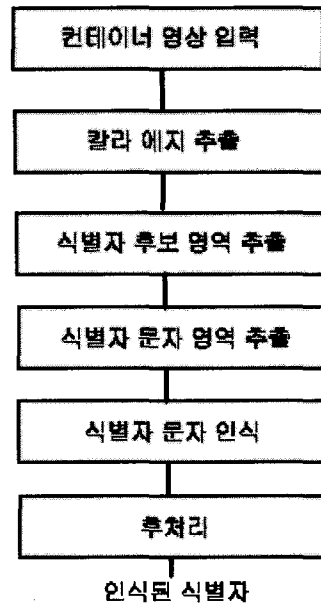
(b) 식별자 바탕색을 별도로 갖는 경우



(c) 식별자가 한줄에 인쇄된 경우



(d) 식별자가 세로방향으로 인쇄된 경우
<그림 2> 다양한 컨테이너 식별자 영상의 예



<그림 3> 식별자 인식 시스템 개관

2.2 제안한 식별자 인식 시스템의 개관

본 시스템의 개관을 보면 <그림 3>과 같다. 입력된 컨테이너 영상에서 칼라 정보를 이용하여 윤곽선 정보를 추출한다. 추출된 윤곽선의 연결성을 검사하여 연결된 구성요소별로 최소 접근 사각형(MBR : Minimum Boundary Rectangle)을 구하여 연속한 MBR들의 크기, 가로/세로 비율, 위치, 개수 등의 정보를 이용하여 식별자 후보 영역을 추출한다. 식별자 후보 영역으로부터 문자 영역을 추출하여 식별자 인식을 수행한다. 식별자의 인쇄상태가 불량한 경우의 처리와 인식 결과의 신뢰도를 높이기 위하여 식별자 정보와 문자 인식 후처리 기법을 이용한 식별자 인식 후처리를 수행하여 최종 식별자 코드를 출력한다.

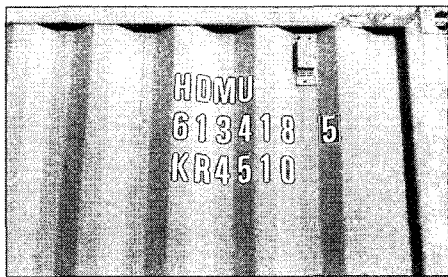
2.3 칼라 에지를 이용한 윤곽선 추출

본 논문에서는 식별자 영역을 찾기 위하여 에지 정보를 이용한 윤곽선 추출 기법을 이용한다. 컨테이너 식별자 인쇄에는 다양한 색상이 사용되므로 흑백이나 명암 영상으로 입력된 영상의 경우에는 식별 문자와 배경간의 명암도 차이가 크지 않아서 식별자 영역 추출이 곤란한 경우가 발생할 수 있고, 문자의 윤곽선을 찾을 때에도 명암 정보 보다

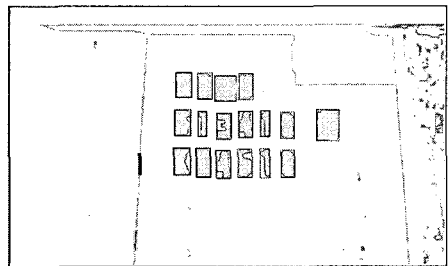
칼라 정보를 이용한다면 보다 정확하게 윤곽을 찾을 수 있다. 본 논문에서는 Red, Green, Blue 세 개의 색상 채널 각각에 대하여 Difference Operator를 사용하여 에지를 구한다[6]. 3개의 채널 중 하나의 채널이라도 3x3 크기 마스크상의 마주보는 대각선 점들과의 밝기 값 차이가 임계 값 이상이면 그 점을 에지(Edge)로 간주하는 에지 검색 방식을 사용하였다. 따라서 명암 영상에서는 색상은 다르지만 밝기 값이 비슷하여서 에지로 간주되지 않던 점들이 제안한 방법에서는 에지로 발견될 수 있어서 문자 영역이 배제되는 경우를 막을 수 있다.

2.4 식별자 후보 영역의 추출

식별자 후보 영역 추출 단계에서는 앞 단계에서 추출한 에지 점들을 대상으로 윤곽선 추적(contour following) 알고리즘을 사용하여 모든 연결요소(connected component)들을 찾아서 MBR을 구한다[7]. MBR 들 중에서 가로/세로의 크기 비율이 10~90% 이내이고 절대적인 크기가 10~100 픽셀 이내인 것들을 우선 식별자 후보 영역으로 간주한다. 그런 다음 이 MBR들의 절대적 크기, 가로/세로 비율, 좌우나 상하의 이웃 MBR들과의 상대적 크기와 위치, 유사한 크기의 MBR들의 연속하는 개수 등을 고려하여 모든 조건이 만족하면 식별문자 후보 영역으로 추출한다.

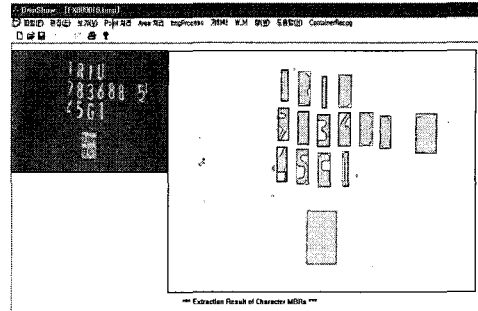


(a) 입력 영상

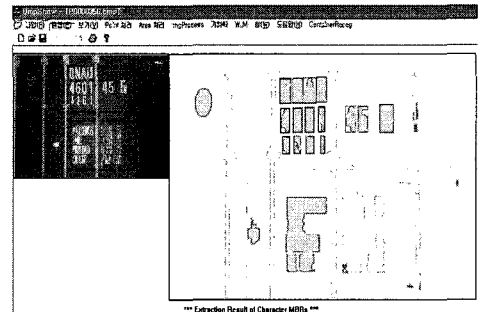


(b) 식별자 후보 영역 추출

(c) 식별자 영역의 추출



(d) 측면 식별자 후보 영역 추출의 실행화면 예



(e) 후면 식별자 후보 영역 추출의 실행화면 예

<그림 4> 식별자 영역 추출의 예

다음은 가로 방향으로 인쇄된 식별자 후보 영역을 찾는 방법이다.

Step 1: 첫 번째 식별자 후보 영역을 찾는다.

Step 2: 첫번째 후보 영역 오른쪽 일정 거리 이내의 식별자 후보 영역 중 상하 위치 차이가 문자영역 높이의 25%이내인 영역들을 찾는다.

Step 3: 이러한 식별자 후보 영역의 수가 연속적으로 4개, 7개, 혹은 11개 내외인 경우를 찾는다.

<그림 4>에 식별자 영역 추출의 예를 보였다. 그림에서 (a)에 나타난 입력 영상에 대하여 (b)와 (c)는 각각 입력 영상에 대한 식별자 후보 영역 추출과 식별자 영역 추출의 예를 보여 주고, (d)와 (e)는 각각 컨테이너 측면과 후면 영상에 대한 식별자 후보영역 추출의 실행 화면 예를 나타낸다. (b)에는 윤곽선을 둘러싸는 MBR들이 사각형 형태로 표시되어 있고 내부는 좌우 윤곽선을 잇는 녹

색 직선으로 채워져 있다.

2.5 식별자 인식

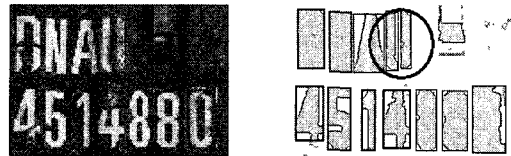
식별자 인식은 통계적 인식 기법인 템플릿 매칭(Template Matching)을 적용한 후 인식된 문자 별로 해당 문자가 틀림없음을 확인하는 구조적인(structural) 검증 루틴을 추가로 사용하였다. 템플릿 매칭을 하기 전에 식별자 후보 영역 MBR의 크기를 템플릿 크기로 정규화 한 후 식별자 후보 영역과 템플릿의 각 점을 중앙으로 하는 3x3 마스크 크기로 0에서 9사이의 값을 갖게 한다. 즉, 마스크 내 모든 점이 문자영역이면 9의 값을, 모두 비문자 영역이면 0의 값을 갖도록 변환하고, 템플릿 각각과 식별자 후보 영역 간 같은 위치의 픽셀값들 간에 차이(Difference) 연산을 수행하여 그 값이 최소인 템플릿에 해당하는 문자를 인식 결과로 한다. 이렇게 함으로써 문자의 중심선에 가까운 부분은 9에 가까운 큰 숫자를 갖고 경계 부분은 낮은 숫자를 가지게 되므로 MBR 내 문자영역의 사소한 이동이나 문자 오염에 대한 안정적인 인식을 가능하게 한다.

식별자 후보 영역 중 첫 4개의 영역에 대하여는 26개의 영문자에 대한 매칭을 실행하고, 나머지 영역은 대표적 폰트별로 10개의 숫자에 대한 매칭을 실행한다. 인식된 문자에 대한 검증을 위하여 사용된 구조적 특징으로는 문자 영역의 밀도, 문자 영역내 특정 위치에서의 문자색 비율, 문자영역의 가로/세로 비율, 이웃한 문자간의 폰트 정보 등이 사용되었다. 즉, 각 문자에 대하여 반드시 가져야 할 구조적 특징을 미리 정해 놓고 문자 영역 영상이 이를 만족하는지 확인함으로써 오인식을 줄이고 인식결과의 신뢰도를 높이는 것이다.

2.6 후처리

인식결과의 후처리는 앞 단계에서 인식한 식별자 정보가 정확한지를 사용가능한 관련 정보를 활용하여 검증하는 것이다. 아무리 우수한 문자인식 알고리즘을 사용하더라도 원 문자영상 자체에 오염으로 인한 인쇄 불량이 있다면 인식기법의 사용만으로는 완벽한 인식에 한계가 있게 마련이다. <그림 5>에 그러한 예를 보였는데, 컨테이너 취급

과정에서 생긴 굵힘이나 비바람에의 노출로 인하여 식별 문자 영상이 훼손된 것을 볼 수 있다. <그림 5>의 (a) 영상에서 네 번째 식별자 'U'자가 오염으로 인하여 두 개의 문자로 갈라진 경우에 (b)에 보인 것처럼 하나의 문자 영역이 두개의 식별자 후보 영역으로 분리된다. 이 때는 분리된 두 개 문자의 가로 폭 크기 정보와 인식 결과를 이용하여 재인식한다.



(a) 입력 영상

(b) 식별자 후보영역

<그림 5> 훼손된 식별자에 대한 후처리의 예

컨테이너 식별자 인식에서 사용 가능한 후처리 기법은 ISO에서 정한 식별자 생성 규칙을 이용하는 방법, 식별자 내에 존재하는 체크섬 숫자를 이용하는 방법, 선사에서 온라인으로 보내온 컨테이너 입출 정보를 이용한 상호 체크, 여러개의 인식 엔진을 이용한 인식결과의 다중 결합이나 문자의 구조적 정보를 이용한 인식문자 검증을 이용한 후처리 등을 들 수 있다. 예를 들어 선사코드 정보와 식별자 생성 규칙을 동시에 이용할 수 있다. 설명을 위하여 아래에 앞장에서 제시한 컨테이너 식별자의 구성을 다시 보였다.

B I C U 1 2 3 4 5 6 5
 ① ② ③

① 부분의 Owner/ Operator Code는 전 세계 110여개 나라 1,200 개 이상의 선사 코드로서, 맨 앞의 3개 영문자와 4번째의 U자를 합하여 구성된다. 따라서 선사코드의 인식결과를 기존의 실제 존재하는 선사코드와 비교하고 4번째 문자가 U자인지를 확인함으로써 인식결과의 정오 여부를 확인할 수 있다. 예를 들어, 첫 4개의 영문자가 MABU로 인식 되었다면 그러한 선사 코드는 없으므로 Maersk Line 선사를 의미하는 MAEU임을 알 수 있다. 숫자 7개 중 마지막 7번째 숫자는 체크 digit를 나타내는데 국제 컨테이너 관리국에서 생성하거나 선사가 직접 생성하는데, 이 숫자 값과 나머지

인식된 숫자들로 구성된 숫자 값이 일치하는지 확인함으로써 인식 결과의 신뢰도를 높일 수 있다[8].

보통의 경우 컨테이너가 부두로 들어오거나 나갈 때는 관련 업체로부터 컨테이너를 신고 운반하는 차량의 번호와 컨테이너 식별자 정보를 미리 온라인으로 주고받게 된다. 따라서 이 온라인 정보를 이용해서, 인식 결과를 온라인 전송 정보와 비교하여 일치하는 식별자가 없을 경우 가장 일치하는 식별자 값을 취하는 방식으로 인식 결과를 높일 수 있다. 물론, 터무니없는 인식결과로 인한 문제를 막기 위해 인식결과의 신뢰도를 이용한 허용 한계를 정해야 한다.

컨테이너는 바닥 면을 제외한 모든 면에 식별자가 인쇄되어 있다. 따라서 2개 이상의 면을 대상으로 인식한 결과를 상호 확인하면 보다 안정적이고 높은 인식률을 얻을 수 있다.

3. 실험 및 결과분석

본 논문에서 제안한 방법의 효율성을 확인하기 위하여 부산 H터미널에서 촬영한 컨테이너 영상들을 대상으로 인식 성능을 실험 하였다. 본 논문에서는 컨테이너 측면이나 후면 중 한 면만 인식하고 다른 면 영상 인식결과와의 크로스 체크는 사용하지 않았다. 총 360장의 실험영상에 대하여 94.7%의 식별자 영역 추출율과 93.5%의 식별자 인식률을 보였다. 실험 결과는 <표 1>에 나타낸 것과 같다.

<표 1> 실험 결과

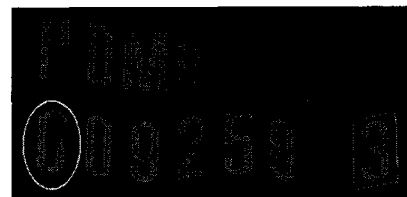
실험대상 영상 수	식별자 영역 추출율	식별자 인식률
360장	94.7%	93.5%

주요 인식 에러의 원인은 식별자 자체의 심각한 훼손으로 인한 문자 오인식과 상대적으로 매우 작게 촬영된 입력된 식별자에 대한 문자영역 추출 오류를 들 수 있다. <그림 6>에 오인식의 예를 나타내었다.

(a)에는 선사 코드의 첫 번째 영문자 'H' 자가 지워져서 미인식된 경우이고 (b)는 일련번호 첫 자리 숫자영상의 일부가 지워져서 0으로 오인식



(a) 선사코드 미인식('H')



(b) 식별자 일련번호 오인식('6')

<그림 6> 식별자 오인식의 예

된 경우이다. (a)오류의 경우 선사코드 정보를 이용하여 교정할 수 있고, (b)와 같은 오류의 경우에는 선사에서 보내오는 컨테이너 입출정보와 같은 후처리 정보를 활용할 경우 인식률은 좋아질 것 수 있다. 본 연구에서 사용한 영상은 터미널 내 컨테이너 야적장에서 촬영한 것이므로 터미널 게이트와 같이 촬영된 식별문자의 위치나 크기가 제한되는 환경에서는 제안한 인식방법이 보다 우수한 성능을 보일 것이다.

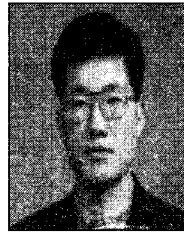
4. 결론

본 논문에서 제안한 컨테이너 식별자 인식 방법은 다음과 같은 측면에서 의의와 활용방안을 갖는다. 칼라 정보와 윤곽선 추적을 이용하여 안정적인 식별자 영역 추출과 인식으로 기존 시스템보다 높은 인식 성능을 가짐으로써 수작업에 의한 데이터 입력량을 줄여 인력감소 및 그에 따른 인건비 감소를 가능하게 하고 물류 처리 속도를 높여서 항만 사용률을 향상시킨다. 컨테이너 표면의 식별 문자들은, 글꼴, 색상, 크기, 인쇄방향, 인쇄위치, 문자 훼손정도 등에서 다른 문자 인식 분야보다 상대적으로 난이도가 높다. 따라서 이러한 식별자 인

식에 대한 처리기술은 상대적으로 쉬운 다른 문자 추출 및 인식 분야에의 원천기술이 될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이준욱 외 2인, “유전자 알고리즘을 이용한 수출 컨테이너 장치위치 결정에 관한 연구,” 한국정보과학회 2003 춘계학술대회, Vol. 30, No. 1, pp. 443-445, 2003. 4.
- [2] 정동호 외 3인, “유비쿼터스 물류환경을 위한 컨테이너 위치확인 시스템 설계 및 구현,” 한국정보과학회 추계학술대회논문집, Vol. 32, No.2, pp.205-207, 2005
- [3] 홍동희, 정태충, “자동화 항만에서의 게이트 구조물 및 최적 운영방식 설계,” 정보처리학회논문지A 제1-A권 제 5호, pp. 513-518, 2003.
- [4] 강대성, 유영달, “영상처리에 기반한 게이트 운영시스템 개발,” 한국항만학회 제 13권, 2호, pp.1-10, 1999.
- [5] 이만형 외 3인, “항만 물류처리 자동화를 위한 컨테이너 식별자의 영상 전처리에 관한 연구,” 한국정보처리학회 1998년 춘계학술대회, Vol. 5, No. 1, 1998.
- [6] Randy Crane, “A Simplified Approach to Image Processing,” Prectice Hall PTR, 1997
- [7] 김병기, “연결요소와 색상정보를 이용한 실제적 문서영상 분할,” 한국정보처리학회논문지, 제7권, 1호, pp.273-285, 2000.
- [8] <http://www.bic-code.org>



김 병 기 (Pyeoung-Kee Kim)

- 1988년 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1990년 경북대학교 전자계산기 공학과(공학석사)
- 1995년 경북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 1995년 ~ 현재 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수
- 관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 멀티미디어