

항만 야드 자동화크레인(ATC)에서 효율적인 컨테이너번호 인식시스템 개발

홍 동 희*

Implementation of Efficient Container Number Recognition System at Automatic Transfer Crane in Container Terminal Yard

Dong-Hee Hong*

요 약

본 논문은 컨테이너터미널의 야드에서 무인으로 하역작업을 수행하는 자동화 크레인(ATC: Automatic Transfer Crane)에서 신속하고 효율적으로 작업 대상인 컨테이너화물의 컬러 영상 이미지내의 컨테이너번호를 인식하는 방법에 대한 연구이다. 부산의 신선대부두 게이트에는 정부의 연구개발사업인 “지능형 항만물류시스템 기술 개발”에 의해 컨테이너번호 인식시스템이 설치되어 있다. 수출컨테이너화물을 자동으로 인식하기 위해 게이트에 터널식 구조물 내 카메라를 설치하여 컨테이너번호를 인식하는 방식이다. 그러나 컨테이너터미널에 자동화장비가 도입되고 작업의 무인화가 점진적으로 이루어짐에 따라 야드의 자동화크레인에서 작업 대상의 확인을 위한 컨테이너번호 인식시스템을 필요로 한다. 따라서 게이트와는 달리 햇빛, 비, 눈, 그림자 등 영상을 통한 문자인식의 방해요소가 많은 야드의 자동화크레인에서는 그에 맞는 컨테이너번호 인식시스템이 필요하다. 본 논문에서는 카메라, 조명, 센서 등 하드웨어 요소들의 변경과 주변 환경의 밝기차 등을 조절하여 번호를 인식하는 알고리즘 등 소프트웨어 요소들의 변화를 통해 태양광이나 하역장비 아래에 짙게 드리워지는 그림자 문제 등을 해결하고 인식시간의 단축과 인식률을 높이는 결과를 도출하였다.

Abstract

This paper describes the method of efficient container number recognition in colored container image with number plate at ATC(Automatic Transfer Crane) in container terminal yard. At the Sinseondae terminal gate in Busan, the container number recognition system is installed by “intelligent port-logistics system technology development”, that is government research and development project. It is the method that it sets up the tunnel structure inside camera on the gate and it recognizes the container number in order to recognize the export container cargo automatically. However, as the automation equipment is introduced to the container terminal and the unmanned of a task is gradually accomplished, the container number recognition system for the confirmation of the object of work is required at ATC in container terminal yard. Therefore, the container number recognition system fitted for it is necessary for ATC in container terminal yard in which there are many intrusive of the character recognition through image including a sunlight, rain, snow, shadow, and etc. unlike the gate. In this paper, hardware components of the camera, illumination, and

• 제1저자 : 홍동희

• 투고일 : 2010. 05. 31, 심사일 : 2010. 06. 23, 게재확정일 : 2010. 08. 14.

* 동원대학 e-비즈니스과 부교수/(주)지팩스 연구소장

※ 이 논문은 국토해양부의 R&D 연구비 지원에 의해 연구되었음.

sensor lamp were altered and software elements of an algorithm were changed. that is, the difference of the brightness of the surrounding environment, and etc. were regulated for recognize a container number. Through this, a shadow problem, and etc. that it is thickly below hung with the sunlight or the cargo equipment were solved and the recognition time was shortened and the recognition rate was raised.

▶ Keyword : container terminal, container number recognition system, ATC, image recognition, crane automation, OCR

I. 서 론

컨테이너부두가 점차 자동화에서 무인화로 발전되어 가고 그에 따라 부두 내 야드에서는 무인으로 하역작업을 하는 자동화 크레인(ATC: Automatic Transfer Crane) 사용이 점차 확산되어 갈 추세이다. 컨테이너부두에서는 부두에 반출·입되는 수출·입 컨테이너화물에 대한 정확한 정보 인지를 위해 컨테이너번호 인식을 통해 작업 대상 화물을 확인 한다. 현재 부산의 신선대컨테이너부두 게이트에는 정부의 연구 개발사업인 “지능형 항만물류시스템 기술 개발”에 의해 컨테이너번호 인식시스템이 개발되어 운영하고 있다. 즉, 부두로 반입되는 수출컨테이너화물을 자동으로 인식하기 위해 부두 게이트에 터널식 구조물을 설치하고 그 구조물 내에 카메라를 달아 컨테이너번호를 인식한다. 그러나 컨테이너부두에 자동화장비가 도입되고 작업의 무인화가 점진적으로 이루어짐에 따라 부두 내 야드의 자동화크레인에서 작업 대상 확인을 위한 컨테이너번호 인식시스템을 필요로 한다. 왜냐하면 수출 컨테이너는 게이트로 반입될 때에 게이트에 설치된 인식시스템에 의해 확인이 이루어지지만 수입 컨테이너의 경우는 선박에서 양하(discharge) 되어 항만 내 야드에 장치할 때 컨테이너번호 인식을 필요로 하기 때문이다. 그러나 항만 내 야드는 게이트와 달리 햇빛, 비, 눈, 그림자 등 영상을 통한 문자 인식의 방해요소가 많아 야드의 자동화크레인에 맞는 컨테이너번호 인식시스템의 연구가 절실하다.

II. 관련 기술 연구

번호 인식과 관련한 연구는 일상생활에서 자동차의 수가 증가함에 따라 자동차 번호판을 자동으로 인식하는 시스템에 관해 가장 많은 연구가 이루어지고 있다. 가장 기본적으로 자동차가 일정 속도로 유지할 경우 자동차 번호판 영역을 RGB 영역으로 인식하여 추출하는 방식에서부터 수직, 수평 선분을 포함하여 기존 RGB영역으로 인식하던 시스템의 단점을 보완하여 인식시

스템을 구현하였다.[1] 영상처리 기법을 사용하여 명암의 변화에도 문자를 잘 추출할 수 있는 Dynamic Adaptive Threshold 방법을 사용하여 추출된 번호판 영역을 이진화하고, 정확하게 문자 부분을 영회화하기 위한 방법으로 누적분포와 번호판 문자배열 특성을 이용한 방법을 제안, 추출되어진 문자를 ART2 신경망을 이용하여 인식하였다.[2][3] 또한 기존의 복잡한 feature-based 방식을 사용하지 않고, 차량 번호판 영역에서 추출한 문자 영역을 이용하여 nonfeature-based 방식으로 인식하는 방법이 연구되었다.[4]

차량번호 인식시스템은 과속차량에서와 같이 일부 번호판의 글자나 숫자를 다른 글자나 숫자로 잘못 인식할 경우 심각한 문제를 발생시키는데, 이러한 문제를 피하기 위해 인식 결과에 대한 신뢰도가 낮은 경우 인식을 포기 또는 위임하는 ‘신중한 분류기(Cautious Classifier)’를 이용하여 인식시스템을 구성하였으며,[5] 자동차 차량의 컬러 영상 이미지에서 신속하고 효율적으로 번호판 영역을 찾는 방법에 대한 연구도 수행되었다.[6] 국토해양부가 차세대 성장동력 사업으로 2003년부터 6차년 계획으로 추진한 ‘초대형 컨테이너 선박용 항만 기술 개발’ 프로젝트의 일환으로 ‘광 문자 인식(OCR)’ 기술을 기반으로 게이트를 통과하는 차량과 컨테이너를 촬영, 차량과 컨테이너 번호를 실시간 자동 인식하는 기술을 개발하였다.[7]

III. 환경 비교

부산의 신선대부두 게이트에 개발·설치된 컨테이너번호 인식시스템(게이트 적용시스템)과 야드 자동화크레인에서의 컨테이너번호 인식시스템(야드 적용시스템)과의 환경 비교를 통해 구현할 시스템에 대한 최적의 설계 방안을 도출한다.

1. 하드웨어 구성 환경 비교

게이트 적용시스템과 야드 적용시스템의 설치환경은 <그림 1>과 같이 완전히 다르다. 게이트 적용시스템은 게이트 구조물 내부에 카메라가 설치되어 외부 환경과 어느 정도 단절되어 있지만 야드 적용시스템은 외부환경에 그대로 노출되어 있

다. 외부환경이라 함은 햇빛, 비, 눈, 그림자 등의 영상을 통한 문자인식을 함에 있어서의 방해요소들을 말하며, 이러한 외부환경 때문에 게이트 적용시스템과 야드 적용시스템은 초기 하드웨어 구성에서부터 차이가 생긴다. 즉, 외부환경에 대응하기 위하여 기존 구조물 내부에서 사용되던 카메라가 아닌 좀 더 성능이 뛰어난 카메라를 선정해야 하고, 영상 저장시의 조명 또한 구조물내부에서의 한정된 밝기가 아닌 자연의 태양 광이나 그로인해 질게 드리워지는 그림자의 문제를 해결하기 위해 적합한 제품 및 현장 적용 방안에 대한 구상이 새롭게 이루어져야 한다.



그림 1. 게이트 적용시스템과 야드 적용시스템의 환경
Fig. 1 Environment of gate and yard's application system

2. 소프트웨어 구성 환경 비교

소프트웨어 측면에서도 게이트 적용시스템은 구조물 내부에서 센서 값과 조도 값으로 촬영당시의 환경에 비교적 정확하게 대응하여 한 장의 영상을 획득, 문자인식을 위한 게이트 적용시스템의 서버로 영상을 전송하지만 야드 적용시스템은 외부환경에 그대로 노출되기 때문에 <그림 2>와 같이 컨테이너가 카메라의 화각에 들어오는 시점을 센서로부터 전달받은 때부터 주변 환경의 밝기차를 조절해 가면서 문자인식이 성공할 때까지 연속촬영을 해야 한다.

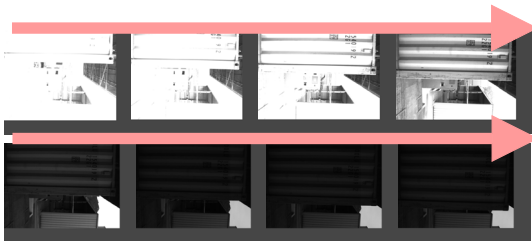


그림 2. 야드 적용시스템에서의 이미지 보정
Fig. 2 Image correction in yard application system

IV. 인식시스템 설계

하루 24시간의 패턴을 분석하여 대응이 가능한 게이트 적용시스템에 비해 야드 적용시스템은 매일의 기상상태에 따라 달라지는 영상의 상태 때문에 일정한 패턴을 분석하기가 힘들다.

따라서 이에 적합한 인식시스템을 구현하기 위해서는 카메라의 제원과 조명 그리고 센서에 대한 연구 및 분석이 필요하다.

1. 카메라 선정

먼저 항상 자연광(햇빛)에 노출되어 있는 외부환경이기에 환경에 적합한 카메라를 선정하는 것이 급선무이다. 따라서 기존의 게이트 적용시스템에서 사용한 카메라 이외에 4종의 카메라를 선택하여 비교분석한 후 최적의 카메라를 선택하였다.

다음의 <표 1>에서 O.F Size는 Optical Format으로 카메라에서 빛을 받아들이는 부분의 크기를 말한다.

표 1. 야드 적용시스템의 카메라 사양
Tab. 1 Spec. of cameras with yard application system

	Firefly MV	Flea 2(B/W)	Scorpion	Flea(RGB)
종류				
Senser	CMOS	CCD	CCD	CCD
해상도	752(H)×480(V)	1392(H)×1032(V)	1600(H)×1200(V)	1024(H)×768(V)
전송 속도	400 Mb/s	100~800Mb/s	400Mb/s	400Mb/s
Frame	Max 61 FPS	Max 15 FPS	Max 30 FPS	Max 30 FPS
Gain	0~12dB	0~24dB	0~25dB	0~29.42dB
Shutter	0.12~512ms	0.02ms~10s	0.03~133.30ms	0~532.97ms
화소크기	6.0×6.0μm	4.65×4.65μm	4.40×4.40μm	4.65×4.65μm
O.F Size	1/3" (8.47mm)	1/2" (12.7mm)	1/1.8" (14.1mm)	1/3" (8.47mm)

만약 1024×768의 해상도를 표현 한다면 Optical Format은 786,432개의 픽셀로 구성되어 있는 것이다. 화소 크기는 구성되어 있는 픽셀 하나하나의 크기를 나타낸 것이다. 정해진 크기에 큰 해상도를 설정하기 위해서는 화소 크기를 작게 하여 촘촘하게 구성하였을 것이고 해상도를 적당하게 설정하였다면 화소 크기 및 각 화소 간의 구성도 여유가 있을 것이다.

해상도와 화소 크기의 상관관계는 주입되는 빛의 양이 많지 않은 내부에서는 크게 나타나지 않는다. 단지 자체 성능에 의한 선명도와 세부 표현 능력이 차이가 난다. 하지만 주입되는 빛의 양이 많은 실외 특히 햇빛이 강한 시간대에는 차이가 크다. 카메라에 빛이 주입되면 빛은 포토다이오드가 존재하는 Fill Factor 구역에서 처리하게 되는데 이곳의 빛 처리 능력은 전체 들어오는 빛의 양의 30~40%밖에 처리하지 못한다. 그렇기 때문에 빛 처리 효율을 높이기 위해 마이크로렌즈를 설치한다. 마이크로렌즈를 설치함으로써 빛 처리 효율은 최대 90%

이상까지 증가한다. 물론 이 증가 폭은 포토다이오드와 마이크로 렌즈의 거리 및 상이 맺히는 위치가 관여되어 상승한다.

실외에서 햇빛이 강하여 빛 주입량이 과다하게 들어올 경우에는 각 화소에서 처리 할 수 있는 양 이외의 잔여 량은 포토다이오드를 넘어서서 근접 화소에 영향을 끼친다. 화소의 크기가 작거나 촘촘할수록 잔여 량은 증가 될 것이고 화소간의 영향도 클 것이며 빛 처리 효율도 그에 비례하여 낮아진다.

빛 처리 효율이 좋을수록 Smear, Blooming, Brightness Noise 등의 현상이 적게 나타난다. 이러한 상황을 고려하여 위의 4가지 카메라를 비교하면 실외에서 햇빛이 강할 때 유리한 카메라는 Firefly MV로써 4대의 카메라 중에 가장 적은 최대 해상도를 가지며 화소크기가 가장 크다. 각 카메라의 Wavelength에 대한 효율을 표현한 다음의 <그림 3>의 그래프들을 봐도 차이가 확실히 존재한다. Firefly MV를 제외하고는 700nm 이상에서의 효율은 저조함을 나타낸다.

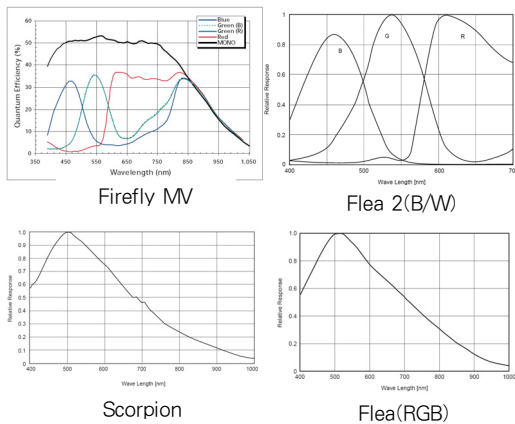


그림 3. 카메라 성능 시험
Fig. 3 tested the performance of cameras

그러나 위의 분석 결과대로라면 Firefly MV를 사용해야 하겠지만 카메라 자체의 최대 해상도가 야드 적용시스템에서 요구되는 해상도보다 너무 작아서 적합하지 않다. 따라서 Firefly MV를 제외하고 가장 화질이 선명한 Flea2를 선택 하였다. 빛에 대한 작업 효율 면에서는 Firefly MV가 더 효율적이지만 화질과 이미지의 선명도에서는 Flea2가 다음의 <그림 4>와 같이 더 좋은 결과물을 만들어 낸다.

화면내의 각 색상에 대한 선명한 대비는 Flea 컬러 이미지에서 R과 B값을 추출하여 흑백화한 이미지이다. 다음의 <그림 5>는 각 이미지들을 확대하여 픽셀단위로 본 것이다.

게이트 적용시스템에 영향을 줄 수 있는 이미지 상의 문자 픽셀의 선명함은 Flea2와 Scorpion이 좋으며 Flea 컬러 이미지에서 각 RGB값을 추출하여 흑백화를 진행한 이미지가

가장 상태가 좋지 않다.

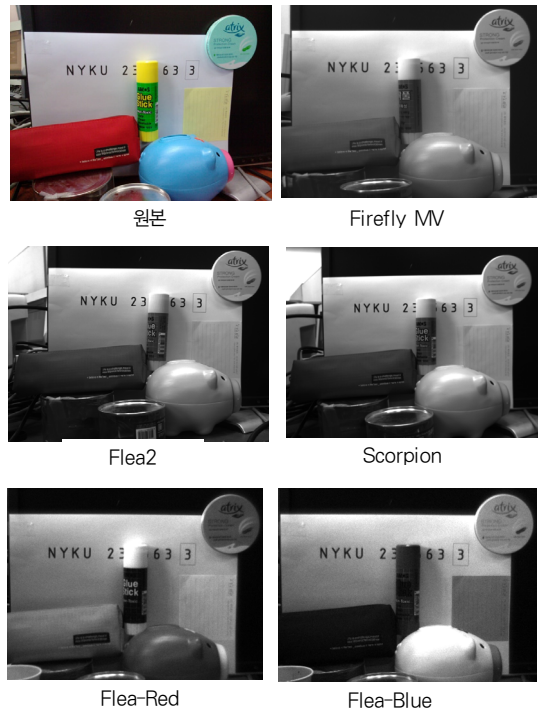


그림 4. 이미지 선명도 비교
Fig. 4 comparison of image clarity

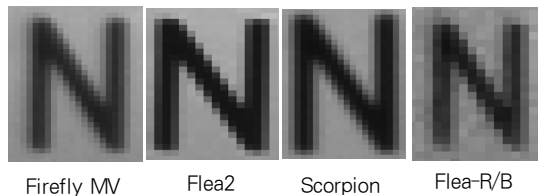


그림 5. 이미지 확대 비교
Fig. 5 comparison of enlarged image

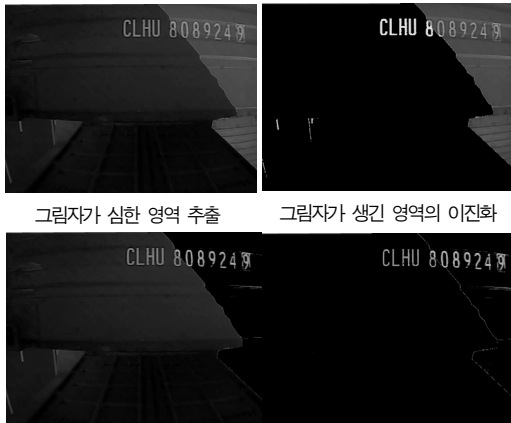
2. 자연광에 의한 그림자 처리 방안

2.1 그림자에 대한 전처리

최초 카메라로부터 영상 저장 후 영상 전체에 대하여 그림자가 생긴 영역과 그림자가 생기지 않은 영역을 구분하여 처리하는 방안으로 햇빛에 의해 그림자가 드리워진 컨테이너 영상을 전처리를 통하여 작업이 좀 더 용이하도록 한다.

다음의 <그림 6>은 그림자가 심하게 생긴 영역을 구분하여 경계선을 추출한 것이다. 추출된 경계선을 기준으로 그림자가 생긴 영역과 생기지 않은 영역을 각각 이진화하여 전체 컨테이너 이미지에서 컨테이너 번호가 야드 적용시스템에 적합하

게 부각되도록 한다. 그리고 각 영역의 이진화 결과를 결합한 이미지를 나타낸 것이다.



그림자가 생지 않은 영역의 이진화 각 영역의 결과를 합친 영상

그림 6. 그림자 전 처리
Fig. 6 shadow preprocess

2.2 그림자 상쇄를 위한 조명 선정

영상 촬영 시에 강한 햇빛으로 인해 드리워지는 짙은 그림자를 상쇄시키기 위해서는 조명을 사용하여야 하며 조명의 종류로는 무전극 램프를 선택하였다.

무전극 램프는 기존 조명들이 50~60Hz인데 비해 고주파 발전(230KHz)을 할 수 있는 특별하게 설계된 전자식 안정기로부터 전원이 인가되면 램프에 전자유도 자계가 형성되면서 벌브 내부의 봉입가스와 반응하여 자외선을 만들어 내게 된다. 이것은 다시 전구 내부에 도포된 삼과장 형광 물질을 통과하면서 가시광선으로 최종 방출하게 된다. 이러한 이유로 무전극 램프는 장수명, 고효율, 고연색성의 우수하고 독특한 특성을 가진 조명으로 수명 및 연색성, 반응속도 등이 기존의 조명들에 비해 그 성능이 뛰어나다.

V. 구현 및 평가

본 장에서는 구축된 야드 적용시스템을 보이고 컨테이너 이미지 획득 시 이미지의 품질 개선사항과 인식률에 대한 평가를 나타냈다.

1. 야드 적용시스템 구현

항만 야드 자동화크레인에서의 효율적인 컨테이너번호 인식시스템 구성도는 다음의 <그림 7>과 같으며, 컨테이너번호

를 인식하기 위한 시스템 흐름도는 <그림 8>과 같다.

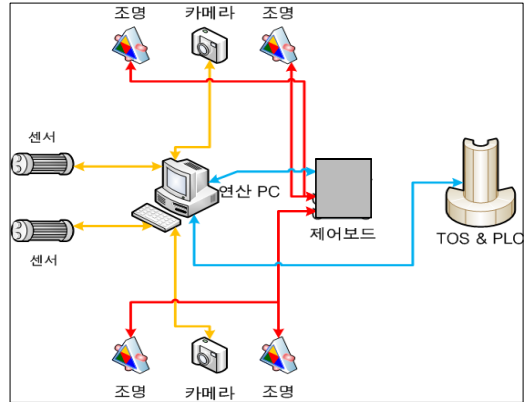


그림 7. 시스템 구성도
Fig. 7 system configuration

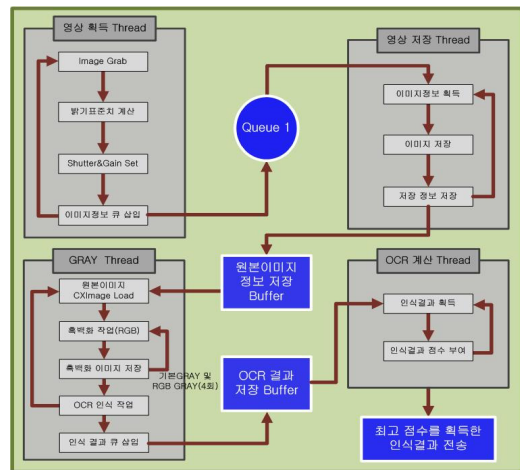


그림 8. 시스템 흐름도
Fig. 8 system flow chart

<그림 8>의 시스템 흐름을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 최초 컨테이너가 진입하여 센싱 작업에 의해 정확한 시점에 영상 획득 스레드로 영상의 밝기를 보정하면서 연속으로 영상을 획득한다. 둘째, 획득된 영상 정보는 영상저장을 위한 큐에 순차적으로 기록된다. 셋째, 이 기록을 영상저장 스레드가 기록된 순서대로 읽어 들여 영상을 bmp이미지 형태로 저장한다. 넷째, 저장된 이미지들은 Gray Scale 스레드에서 다시 저장된 이미지의 색분포도에 따른 흑백화 작업을 진행하여 OCR 인식 작업을 수행한다. 그리고 마지막으로 인식된 OCR 결과들은 인식결과 계산 스레드에 의해 투표 점수제를 통하여 최종 인식 결과를 산출하게 된다.

2. 야드 적용시스템 평가

2.1 야드 적용시스템 평가 도구

야드 적용시스템을 평가하기 위하여 <그림 9>에 나타난 바와 같이 C++로 개발된 게이트 적용시스템의 평가 도구를 변형하였다.

① 부분은 영상의 Grab 속도에 영향을 줄 수 있으므로 기능 제한을 위해 "Display ON/OFF" 기능을 추가하고,

② 부분은 전체 작업 시간과 컨테이너번호 인식 비교 지수에 대한 설정부분이다. "Work Time"은 전체 작업 시간을 제한하기 위한 시간이며, "OCR MAX", "OCR MIN"은 연속 Grab되는 이미지들의 인식 결과들을 비교하여 결과 도출 시 같은 번호가 몇 번 반복되어야 결과를 전송 할 것인지를 설정하는 부분으로 "OCR MAX"는 Grab 시작 시점부터 작업 제한 시간까지 인식결과를 비교하였을 때 반복되는 횟수이며 "OCR MIN"은 작업 제한 시간이 되어 작업 전체를 멈추고 현재 인식된 결과들에 대해서 다시 한 번 비교 작업을 하는 부분이다.

③ 부분은 변환된 이미지의 비트수에 따른 이미지 인식률을 개별 Grab 이미지로 테스트하기 위해서 추가하였다. "Gray On/Off"체크박스로 흑백화 변환된 이미지의 비트수를 각각 24비트, 8비트로 설정할 수 있으며 하단의 "Red", "Green", "Blue"체크박스로 흑백화 작업의 종류를 선택 할 수 있다.

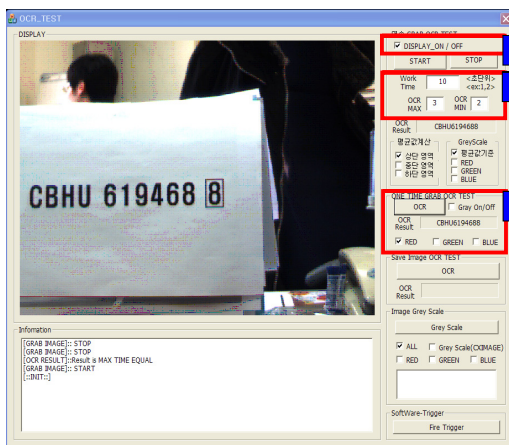


그림 9. 평가 도구
Fig. 9 test tool

2.2 야드 적용시스템 평가 환경 설정

야드 적용시스템 평가는 게이트 적용시스템과 환경이 전혀 다른 주간에 초점을 맞추어 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 테스트 작업 진행 환경은 3대의 카메라에 대하여 각각의 프로그램을 구동 시키고 하나의 제어 서버에서 작업의 시작과 끝, 이미지 인식 결과 취합을 하도록 구성하였다.

둘째, 원래의 구성은 Grab, 흑백화, 이미지 인식으로 크게 이 세부분으로 영역을 나누어 서로 간에 간섭을 최소화 하도록 작업 하였으나 컨테이너 상/하 차시 이미지 인식결과를 최대한 빨리 전송한다는 목표에 적합하지 않아서 흑백화 부분을 최초 Flycapture 메모리에 이미지가 Grab되는 시점에 흑백화 및 원본저장을 동시에 하도록 변경하였다. 이는 세 부분 중 흑백화가 차지하는 작업시간이 제일 길기 때문에 저장된 원본이 아닌 이미지의 메모리에 바로 접근하여 흑백화를 진행하여 속도를 개선하고자 한 것이다.

셋째, 흑백화 이미지의 크기를 수정하여 작업 속도를 개선한다. 기존 방법은 원본 영상을 기준으로 한 픽셀의 R,G,B 세 값 중 하나를 기준으로 나머지 두 값도 동일하게 하여 흑백화를 작업하여 저장한다.

넷째, 위와 같이 저장한 이미지는 24비트로서 흑백이미지로써는 용량이 너무 크며, 이 용량자체가 속도 저하의 원인이 된다고 생각하여 8비트로 변경한다.

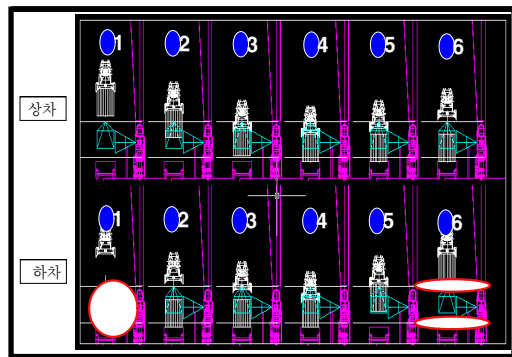


그림 10. ATC 상하차 작업과 영상인식과정
Fig. 10 Loading/Unloading of ATC and Image Process

위 <그림 10>은 ATC에서 상·하차 시의 그림이며 이미지의 그림에 일정한 각도의 세 선은 카메라의 방향과 화각 표시(측면과 후면)이며 흰색 수평선 두 줄은 센서를 표시한 것이다. 그리고 각 작업은 그림에 표시된 1번부터 6번의 순으로 진행되며 상/하차 두 작업 모두 위/아래의 센서를 기준으로 컨테이너 번호 인식을 시도한다.

상차작업 시에는 컨테이너가 1번과 같이 내려와서 2번과 같이 위 센서에 인식되면 프로그램이 인식을 위한 초기화 작업을 진행하며 3번과 같이 위/아래 센서가 동시에 인식되면 컨테이너 번호 인식 작업을 진행한다. 번호인식은 3번부터 5번 까지

진행되며 이 과정 사이에 반복되어 얻은 결과를 점수제를 통하여 최대한 빠르게 인식번호를 산출하여 전송하고 단위작업을 종료한다. 6번 과정과 같이 스프레더가 작업을 종료하고 상승하여 위 센서에서 벗어나면 다음 작업을 위한 대기상태가 된다.

하차작업 시에는 아래 센서를 통해 트럭이 컨테이너를 싣고 진입하였음을 감지하고 프로그램이 인식을 위한 초기화를 진행한다. 번호인식은 3번 4번 과정에서 진행되며 이 과정 사이에 반복되어 얻은 결과를 점수제를 통하여 최대한 빠르게 인식번호를 산출하여 전송하고 단위작업을 종료한다. 5번 과정과 같이 스프레더가 컨테이너를 들고 상승하여 아래 센서와 위 센서를 벗어나면 다음 작업을 위한 대기 상태가 된다.

위와 같이 짧은 시간에 영상처리 및 번호인식을 해야 하므로 컴퓨터 한 대에서 수용해야 할 카메라의 대수는 2대가 적당하다. 한 대의 컴퓨터에서 카메라 대수가 증가하게 되면 처리할 수 있는 초당 영상의 장수가 30%씩 감소하여 영상사이의 간격이 늘어나게 되며 이로 인하여 컨테이너 번호 인식의 정확성이 떨어짐을 알 수 있다.

2.3 평가 결과

2.3.1 컨테이너 이미지 획득 시 품질 개선 테스트 (조도에 의한 개선)

2.3.1.1 테스트 개요

인식 알고리즘을 변경하여 컨테이너 번호가 카메라의 화각 내 진입 시부터 이탈 시까지 이미지를 반복 촬영한다. 첫 이미지가 촬영이 되면 이미지를 분석하여 카메라의 셔터 값과 Gain 값을 조정하여 다음 이미지 촬영 시 적용이 되도록 설정하였다.

2.3.1.2 인식 알고리즘 변경

기존 이미지의 밝기를 조정하기 위한 평균을 계산하는 방식을 변경하였다. 즉, 실제 컨테이너 작업 이미지를 고려하였을 때 카메라의 화각 영역 내에 컨테이너가 진입하게 되는 지점은 상차와 하차 시 아래와 위 영역이므로 이미지 상단과 하단의 일정영역을 점검하는 방식으로 변경하고 이에 추가 계산을 위한 중앙의 일정영역을 검사하는 방식으로 하였다.

변경된 알고리즘의 주요 부분은 다음과 같다.

- ① 이미지 전체 영역에서 중앙 상단 설정 지점의 픽셀들 값을 종합하여 평균값을 산출, 룩업테이블과 비교, 다음 이미지 촬영 시 이미지의 밝기를 적정수준으로 보정 할 수 있도록 카메라의 셔터 값을 수정한다.
- ② 특정영역이 허공에 속하거나 컨테이너의 그늘에 속하게 되었을 때 밝기 값 보정에 오차가 많이 발생, 따라

서 이미지 검사 영역을 특정 영역이 아닌 이미지 전체로 변경, 룩업테이블도 그에 맞추어서 변경한다.

- ③ 이미지 전체에 대한 검사는 전체 이미지의 가로, 세로 픽셀에 대하여 일정 범위의 간격을 가지는 모자이크 형태로 정보를 조합하여 정보를 획득한다.

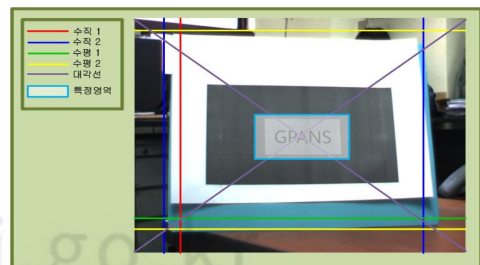
현재 영상의 크기를 1024×768과 800×600 두 가지 버전으로 테스트를 하였는데, 그 이유는 먼저 카메라의 최대 영상 크기인 1024×768에 15프레임으로 작업을 하였다. 컬러 흑백화 변환을 거쳐 영상인식엔진에 의해 문자를 인식하는 방식으로 진행하였는데 영상인식엔진 자체에서 지원하는 영상의 크기가 1600×1200과 800×600만을 지원하여 문자인식 작업이 멈추게 되어, 두 번째로 800×600에 30프레임으로 변경하여 테스트를 하였다.

2.3.1.3 Shutter와 Gain 설정 테스트

이 테스트 목적은 매 이미지 촬영 시 마다 Shutter & Gain 을 설정하여 이미지가 많이 어둡거나 많이 밝은 상황을 개선하는 것이 목적으로 Shutter & Gain 설정을 위한 기준을 확립하기 위해 <표 2>와 같은 방법으로 테스트를 수행하였다.

표 2. Shutter & Gain 설정 기준
Tab. 2 set the standard of Shutter & Gain

구 분	내 용
수평 1 줄	이미지상의 임의의 y축의 한 지점에서 수평으로 줄의 Pixel 평균값을 계산하여 기준으로 사용
수평 2 줄	이미지상의 임의의 y축의 두 지점에서 수평으로 줄의 Pixel 평균값을 계산하여 기준으로 사용
특정 영역	이미지상의 임의의 특정 영역을 기준으로 영역안의 Pixel 평균값을 계산하여 기준으로 사용
수직 1 줄	이미지상의 임의의 x축의 한 지점에서 수직으로 줄의 Pixel 평균값을 계산하여 기준으로 사용
수직 2 줄	이미지상의 임의의 x축의 두 지점에서 수직으로 줄의 Pixel 평균값을 계산하여 기준으로 사용
대각선	이미지의 각 모서리부분을 연결하는 대각선에 해당하는 곳의 Pixel 평균값을 계산하여 기준으로 사용



2.3.1.4 테스트 결과

원본이미지들을 저장하는 작업까지 추가하여 테스트를 시행한 결과 카메라가 연속촬영을 하는 10초 동안에 각각 150장과 298장의 이미지가 정상적으로 저장 되는 것을 확인하였다.

2.3.2 인식을 개선 위한 이미지 프로세싱 테스트

2.3.2.1 테스트 개요

컨테이너의 색상, 컨테이너 번호의 색상, Grab 할 시점의 음영, 햇빛 등의 요인에 대응하여 컨테이너 번호 인식의 정확성을 확보하기 위한 테스트로써 최초 Grab 된 영상을 R, G, B 각 색원을 기준으로 컬러별 흑백화와 영상인식엔진 사용, 두 부분으로 나누어서 1024×768(15프레임)과 800×600(30프레임)으로 진행하여 컨테이너 번호 인식 작업을 각각 수행하였다.

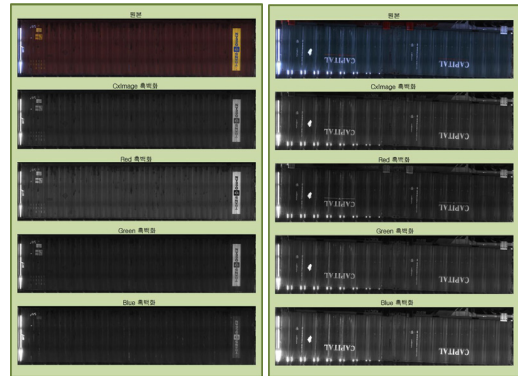
2.3.2.2 영상의 흑백화

먼저 4종류의 흑백화를 통해 컨테이너 번호 인식용 영상을 저장한다. 영상의 해당 픽셀의 RGB 컬러의 R 값을 기준으로 흑백화 작업을 하고, 그 다음에는 G 값을 기준으로, B 값을 기준으로 흑백화 작업을 한다.

그리고 외부 요인 및 컨테이너의 색상과 번호의 색상에 따른 인식 불가 사항을 개선하며, 각 작업을 통해 저장된 이미지와 원본 이미지를 컨테이너 번호 인식 작업을 진행하여 좀더 정확한 인식 결과를 도출한다.



파란색 컨테이너 이미지 흑백화 녹색 컨테이너 이미지 흑백화



붉은색 컨테이너 이미지 흑백화 갈색 컨테이너 이미지 흑백화

그림 11. 이미지 인식처리 결과
Fig. 11 the result of image recognition process

〈그림 11〉과 같이 하나의 원본 영상이외에 4종류의 영상이 더 저장되며 각각의 영상을 인식 처리한 후 그 결과를 도출한다. 예를 들어 10초 동안 연속 Grab을 하고 카메라의 프레임이 15라면, 총 저장되는 이미지의 개수는 (10초×15프레임)×5이미지=750이미지이며, 이들 이미지에서 이미지 인식 처리를 통해 얻은 결과를 비교 분석하여 이미지 결과의 정확성을 높인다.

〈그림 11〉의 결과 √ 표시가 있는 것들로 첫 번째인 파란색 컨테이너의 경우는 세 번째의 이미지가, 붉은 색 컨테이너의 경우는 마지막 이미지가, 갈색 컨테이너의 경우는 네 번째의 이미지가, 그리고 녹색 컨테이너의 경우는 두 번째의 이미지가 가장 선명하게 변환되었음을 알 수 있다.

2.3.2.3 테스트 결과

먼저 1024×768(15프레임)의 환경에서 테스트를 진행할 때에는 총 작업시간이 15초(영상 획득시간 10초+잔여 변환 작업시간 5초)정도 소요되었으나 800×600(30프레임)의 환경에서는 계산상인 2배보다 더 많은 약 1~2분의 시간이 필요하였다(150장에서 290여장으로 증가 : 추가 저장이미지는 원본의 4배). 여기에 영상인식 작업을 추가하여 테스트를 시행한 결과는 약 3~5분 정도의 추가 시간이 소요되었다.

VI. 결론

KBCT(대한통운부산컨테이너터미널)에 있는 ATC의 스프레더에 설치된 컨테이너 상측의 컨테이너번호 인식 카메라의 Grab 영상을 확인하였을 때 영상 품질과 영상 Grab 시의

환경이 영상인식에 적합하지 않음을 알 수 있었다. 상측 컨테이너 번호 부분이 좌측과 우측, 그리고 후면의 컨테이너 번호보다 훼손율이 상당히 높으며 스프레더 자체의 그림자가 컨테이너 번호에 기본적인 음영을 만들어 인식 실패의 요인을 항상 가지고 있었다. 또한, 적재 컨테이너를 상차시키기 위한 작업 시에는 작업 대상 컨테이너뿐만 아니라 장치되어 있는 주변 컨테이너 번호까지 인식 영상에 함께 존재하여 또 하나의 인식 실패 요인으로 작용하였다. 또한 태양광으로 인한 백화현상이 빈번하게 발생하며 비 또는 눈에 의해 먼지가 집착되거나 녹슬음 등으로 인한 오염도 상당히 많이 존재하여 인식 실패의 요인으로 작용하였다.

컨테이너 상측 촬영을 배제하고 측면과 후면을 촬영하여 컨테이너 번호를 인식하도록 카메라 위치를 변경하였다. 즉, ATC 작업 지역에 컨테이너 차량이 진입하여 상·하차 작업을 할 때 ATC 동체의 실빔을 기준으로 상측에 측면용 카메라를 설치하고 그 동일선상의 기둥에 후면용 카메라를 설치하여 2중으로 컨테이너 번호를 인식하여 인식률을 향상시키도록 하였다.

측면 카메라의 경우 Combine / 20Feet / 40Feet의 컨테이너 사이즈에 대응하기 위해 2대가 필요했으며 육측과 해측을 다 촬영하기 위해 총 4대의 카메라가 필요했다. 후면카메라의 경우도 차량에 컨테이너가 적재되는 방향이 반대인 차량도 감안하여 ATC의 기둥에 한 대씩 설치하여 육측과 해측까지 총 4대의 카메라가 필요했다. 다만 후면카메라의 경우에는 촬영하기에 적합한 높이에 구조물을 설치 할 경우 리치스택이나 포크리프트 등의 높이가 높은 차량에 걸려서 파손될 위험이 존재하기 때문에 이에 대한 해결책으로 카메라 바로 옆 구조물에 운전자가 볼 수 있도록 경광등 등의 신호표시를 할 필요가 있었다.

참고문헌

[1] 최순만·오일석, "수직, 수평 성분을 이용한 한국 자동차 번호판 인식," 한국정보과학회 학술발표논문집, 제30권, 제2호, 852쪽, 2003년 10월.
 [2] 김도형·이선화·김미숙·차의영, "자동차 번호판 영역의 문자추출과 인식에 관한 연구," 한국정보과학회 학술발표논문집, 제 27권, 제 2호, 567쪽, 2000년 10월.
 [3] 김광백·우영운·조재현, "형태학적 특징과 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식에 관한 연구," 한국 컴퓨터정보학회 논문지 제 13권, 제 6호, 274쪽, 2008년 11월.
 [4] 조보호·정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량번호판 문자 인식," 한국정보과학회 학술발표논문집, 제 24

권, 제 2호, 731쪽, 1997년 10월.

[5] 백남철·이상협·류광렬, "신중한 분류기와 학습 예제 가중치 조정을 이용한 차량번호판인식시스템의 인식능능 향상 방안", 대한토목학회논문집, 제 26권, 제 4 D호, 157쪽, 2006년 7월.
 [6] 이현창, "자동차 번호판 영상에서 효율적인 번호판 영역 검출 시스템의 설계 및 개발", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 10권, 제 5호, 88쪽, 2005년 11월
 [7] (주)지펜스, "무정차 자동화게이트시스템 개발", 해양수산부, 2006년 8월.

저 자 소 개



홍 동 희

1981년 : 홍익대학교 전자계산학과 (이학사)
 1987년 : 연세대학교 산업대학원 (공학석사)
 2004년 : 경희대학교 전자계산기공학과 (공학박사)
 2000년~현재 : 동원대학 e-비즈니스과 교수
 2005년~현재 : (주)지펜스 부설연구소 소장
 관심분야 : 물류정보시스템, 영상처리, 소프트웨어공학