

# RFID/OCR 기반의 자동화 게이트시스템 개발<sup>†</sup>

(Development of the automated gate system based on  
RFID/OCR in a container terminal)

최형림\*, 박병주\*, 신중조\*, Yavuz KECELI\*

(Hyung-Rim Choi, Byung-Joo Park, Joong-Jo Shin, Yavuz KECELI )

**요약** 각국의 항만들은 중심항만으로 자리매김하기 위해 첨단기술을 항만건설, 하역장비, 운영시스템 등에 적용함으로써 항만 효율성 및 생산성 향상에 박차를 가하고 있다. 최근에는 RFID(radio frequency identification)와 OCR(optical character recognition) 기술의 등장으로 자동화 게이트시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 국내에는 RFID 기술과 OCR 기술을 적용하여 컨테이너터미널 게이트의 효율성 및 생산성을 향상시키고자 하는 연구 과제들이 수행되고 있으나, 100%에 미치지 못하는 인식을 때문에 현실에 적용하기에 부족한 부분이 있다. 이에 본 연구에서는 RFID와 OCR기술을 동시에 적용해 이들이 가진 장점을 활용한 RFID/OCR 기반의 자동화 게이트시스템을 개발하고, 이를 컨테이너터미널 게이트에 적용하여 컨테이너터미널 게이트의 인식업무를 개선시킬 수 있는 효율적인 게이트 운영 시스템을 제시하고자 한다.

**핵심주제어** : 컨테이너터미널, 자동화 게이트시스템, RFID, OCR

**Abstract** In order to become a mega hub port, major ports all over the world are making every effort to enhance their productivity through efficiency of internal operation and introduction of the state-of-the-art technologies. They are not only installing various kinds of high-technology equipments, but also introducing advanced technologies for the development of an effective gate system. Recently, thanks to the appearance of RFID (radio frequency identification) and OCR (optical character recognition) technology, major container terminals are stepping up the automation of truck and container identification at the container terminal gate. This study aim to develop an automated gate system for identification task based on RFID and OCR technology. It will make more effective gate operations in a container terminal.

**Key Words** : Container terminal, Automated gate system, RFID, OCR

## 1. 서론

컨테이너터미널 게이트는 컨테이너터미널에서 보안상의 경계인 외곽으로부터의 출입구로서, 컨테이너

터미널 내부 쪽 장치장 근처에 별도의 점검 장치를 갖춘 문처럼 생긴 구조물 또는 컨테이너터미널과 내륙 사이의 물리적인 인터페이스로 정의할 수 있다[2]. 이는 게이트를 단순히 컨테이너터미널에 속해 있는 구조물에 대한 하드웨어적인 측면에서의 정의이다. 그러나 컨테이너터미널 게이트는 구조물로서의 역할뿐만

<sup>†</sup> 본 연구는 해양수산부 지능형 항만물류시스템 기술개발 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었음

\* 동아대학교 경영정보학과

아니라 컨테이너터미널 운영시스템(terminal operating system)에 외부차량 및 컨테이너의 반출·입 정보를 제공하고 관련 정보를 기록, 보관하는 역할과 컨테이너의 이상 유무를 점검하고 외부차량의 진입방향을 지시하여 터미널의 처리능력을 높여주는 운영적 측면의 역할도 수행한다[6]. 이러한 운영적 측면에서의 게이트는 인식·확인·보안 업무를 수행하며 컨테이너 차량 반출·입 승인, 컨테이너 이상 유무 점검, 컨테이너차량 진입방향 지시 등의 기능을 보유한 관문으로 정의할 수 있다[7]. 이처럼 컨테이너터미널 게이트에서는 차량·컨테이너 번호를 인식하는 업무, 컨테이너 손상 및 차량의 이동 위치를 확인하는 업무, 컨테이너 봉인에 관한 보안업무와 같은 다양한 업무들이 수행되고 있다. 하지만 국내·외 선진 자동화 컨테이너터미널들이 터미널의 효율성과 생산성을 향상시키기 위하여 운영 정보시스템과 운영 장비에 첨단 기술을 적용 해 온 것에 비해, 컨테이너터미널 게이트에 대한 신기술 적용은 부족한 실정이다. 이로 인한 컨테이너터미널 게이트에서의 외부차량 인식 및 처리기술의 낙후는 교통체증, 안전사고, 터미널 야드 생산성 저하, 인력 및 공간의 낭비를 초래하고 있다 [1].

이에 본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 바코드 시스템 대신 최근 유통 및 물류 사업 등에서 사용되고 있는 RFID(radio frequency identification) 기술의 장점과 차량 및 컨테이너번호 인식, 손상 확인, 보안업무에 사용되고 있는 OCR(optical character recognition) 기술의 장점을 통합하여 컨테이너터미널 게이트의 업무를 효율적으로 처리할 수 있는 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템을 개발하고자 한다. 이는 향후 컨테이너터미널 게이트 업무 효율성 향상 및 보안강화 측면에서 크게 기여할 수 있을 것이다.

## 2. 컨테이너터미널 자동화 게이트시스템의 형태

국내·외 컨테이너터미널 게이트에서 사용되고 있는 게이트시스템의 현황은 표 1과 같다. 현재 국내·외 컨테이너터미널 게이트에서 운영되는 게이트시스템은 크게 세 종류로 구분할 수 있다. 첫 번째는 바

코드 기반 게이트시스템으로, 이 시스템은 차량번호를 컨테이너차량 운전사가 제시하는 바코드 카드를 통하여 인식한다. 바코드 게이트시스템의 경우 컨테이너 차량 운전사가 차량정보를 담고 있는 바코드 카드를 인식장비 위에 직접 올려서 인식시키므로 인식률은 높은 편이다. 그러나 바코드 카드를 인식시키기 위해서는 반드시 게이트에서 차량이 정지 및 대기하여야 하므로 전체 게이트 업무시간이 증가하며, 차량 운전사가 인식 업무에 사용할 바코드 카드를 훼손 및 분실하는 경우 또한 자주 발생한다. 한편 게이트를 통과하는 컨테이너번호도 인식이 되어야 하지만, 현재 바코드 기반 게이트시스템에서는 게이트 요원 및 CCTV 카메라를 통하여 컨테이너번호를 수작업으로 인식하고 있다. 일반적으로 이 시스템은 인력과 장비의 자원부족 문제로 인하여 게이트에서 컨테이너에 대한 실시간 정보수집과 모니터링을 할 수 없다.

두 번째는 OCR 기반 게이트시스템으로, OCR 기술로 차량번호와 컨테이너번호를 자동 인식한다. 현재 부산신항을 비롯한 일부 컨테이너터미널 게이트에서 사용되고 있다. OCR 기반 게이트시스템은 바코드 기반 게이트시스템에 비하여 업무처리시간이 단축되며 컨테이너터미널로 반출·입 되는 차량 및 컨테이너의 사진을 획득함으로써 보안성을 강화할 수 있다. 하지만 타 게이트시스템에 비해 구축비용이 많이 들며, 날씨, 기후 등의 자연환경에 인식률이 민감하게 반응하여 일반적으로 차량번호 및 컨테이너번호에 대한 인식률이 낮은 편이다[5]. 또한 인식오류가 발생했을 경우에는 게이트 요원이 수작업으로 차량 및 컨테이너를 확인하여 정보를 입력하고, 대처해야 하는 문제가 있다. 이전에는 인식률에 대한 신뢰도가 낮아 그 사용률이 낮은 실정이었으나, 현재는 꾸준한 기술 진보로 최근 부산신항 1단계 컨테이너터미널을 포함한 전 세계 여러 터미널에서 OCR 기반 게이트시스템을 도입하여 운영 중에 있다. 그리고 OCR 기반 게이트시스템의 인식률 향상을 위한 연구도 지속적으로 이루어지고 있다.

세 번째는 컨테이너터미널 게이트에서 차량 및 컨테이너 번호의 인식률을 향상시키고 게이트 업무의 자동화를 위한 RFID 기반 게이트시스템이다. 최근 국내에서는 해양수산부 주도로 2004년 RFID 기반 항만물류효율화 사업과 2005년 지능형 항만물류시스템

기술 개발 사업에서 RFID 기술을 적용한 자동화 게이트시스템을 구축하였다[3,4]. 하지만 현재 RFID 기반 자동화 게이트시스템은 컨테이너차량에 대해 차량 태그를 부착하여 게이트에서 차량을 인식하는 차량 인식시스템이 주로 운영되고 있으며, 컨테이너 태그를 부착하여 컨테이너를 실시간으로 인식하는 컨테이너 인식시스템은 부분적으로 운영되고 있다. 비록 RFID 기반 게이트시스템이 원거리에서도 차량 및 컨테이너의 인식이 가능하고 OCR 기반 게이트시스템에 비하여 우수한 인식률을 보여주고 있지만, 여러 환경 요인으로 실제 현장에서는 100% 인식률을 보여주지 못하고 있다. 그리고 게이트 반출·입 시, 시스템 상에 차량과 컨테이너가 게이트를 통과했다는 로그 데이터를 남길 수는 있지만, OCR 기반 게이트시스템처럼 차량 및 컨테이너에 대한 영상(사진)을 남기지 못하므로 OCR 기반 게이트시스템에 비해서는 보안성이 낮은 단점이 있다.

앞에서 살펴본 것처럼 컨테이너터미널 게이트에서 사용되고 있는 RFID 기반 인식시스템과 OCR 기반 인식시스템은 각각의 장단점을 가지고 있다.

레이더번호 영상(사진)촬영 기능을 통해, RFID 기반 게이트시스템이 상대적으로 취약했던 보안기능을 보완할 수 있다. 이에 본 연구에서는 RFID 기반 게이트시스템과 OCR 기반 게이트시스템이 가지고 있는 장점을 결합하여, 각 시스템의 단점을 보완할 수 있는 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템을 개발하였다.

### 3. RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템

#### 3.1 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 개요

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템은 RFID와 OCR의 첨단기술을 적용하여 컨테이너터미널 게이트의 주요 업무인 차량과 컨테이너 인식업무를 자동화한 시스템이다. RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템은 그림 1과 같이 RFID 기반 인식시스템과 OCR 기반 인식시스템, 그리고 이들 개별 인식시스템을 통합하고 기존의 시스템(레거시 시스템)과 연계 기능을

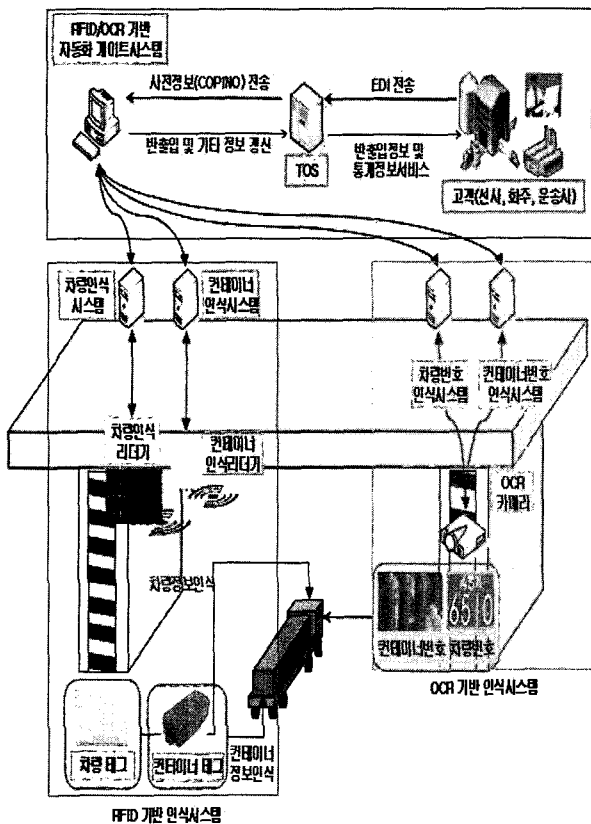
<표 1> 국내·외 컨테이너터미널 게이트 업무 및 게이트시스템 현황

구분	차량번호 인식	컨테이너번호 인식	컨테이너손상 확인	장치장위치 확인	컨테이너봉인 확인	
국내	신선대	바코드 시스템	바코드 시스템 및 육안(On Dock)	On-Dock만 실시	SLIP	육안
	허치슨 자성대	바코드 시스템 및 영상인식시스템	바코드 시스템 및 영상인식시스템	On-Dock만 실시	SLIP	확인하지 않음
	허치슨 감만	바코드 시스템 및 영상인식시스템	바코드시스템 및 영상인식시스템	확인하지 않음	SLIP	확인하지 않음
	우암	바코드 시스템	게이트 요원	On-Dock만 실시	SLIP	육안
	동부	바코드 시스템	게이트 요원	육안 확인	SLIP	육안 (On-Dock)
	한진 감천	게이트 요원	게이트 요원	-	SLIP	육안
	한진 감만	게이트 요원	게이트 요원	-	SLIP	육안
	세방 감만	바코드 시스템	게이트 요원	확인하지 않음	SLIP	확인하지 않음
	대한 통운	게이트 요원	게이트 요원	-	SLIP	육안
부산 신항	OCR 시스템	OCR 시스템	육안	SLIP	육안	
국외	CTA	OCR 시스템	OCR 시스템	사전 게이트	마그네틱 카드	-
	SSA	OCR 시스템	OCR 시스템	사전 게이트	-	-
	TMP	OCR 시스템	OCR 시스템	사전 게이트	마그네틱 카드	-
	HIT	OCR 시스템	OCR 시스템	CCTV	-	-
	OI	영상인식시스템	OCR 시스템	-	-	-

RFID 기반 게이트시스템과 OCR 기반 게이트시스템을 통합하여 사용하면, Cross-check를 통해 차량 및 컨테이너 인식률을 더욱 향상시킬 수 있다. 또한 OCR 기반 게이트시스템이 제공하는 차량번호 및 컨

담당하는 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템으로 구성되어 있다. RFID 기반 인식시스템은 기존 게이트시스템에서 수행하던 차량 및 컨테이너 인식 등의 업무에 비접촉식 기술인 RFID를 적용하여 게이트 인

식업무를 자동화한 시스템이다. 본 연구의 RFID 기반 인식시스템은 RFID 국제 표준 및 국내 기술표준화 동향에 따라 컨테이너는 433MHz, 차량은 900MHz 대역의 주파수를 사용하는 장비를 이용하였다. RFID 기반 인식시스템은 차량과 컨테이너에 부착되는 RFID 태그, 전자 신호를 감지하는 안테나, 태그와 통신하며 신호를 읽어 들이는 리더기로 구성되며, 이들 하드웨어를 제어하는 소프트웨어와 리더기가 인식한 태그 정보를 처리하는 소프트웨어로 구성되어 있다.



<그림 1> RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템 구성도

OCR은 비접촉식 방식으로 카메라를 이용하여 차량과 컨테이너의 번호를 자동으로 인식하는 기술로, OCR 기반 인식시스템은 먼저 카메라로 차량번호와 컨테이너번호를 촬영한 후, 전처리과정을 거쳐 이들 번호를 인식해 내는 차량번호 인식시스템과 컨테이너 번호 인식시스템으로 구성된다. OCR 인식시스템은

영상획득을 위한 카메라, 차량과 컨테이너의 움직임을 감지하기 위한 센서와 촬영을 위한 조명시스템으로 구성되며, 이들을 통해 얻은 정보로 차량과 컨테이너 번호를 인식하기 위해 영상시스템과 촬영된 영상을 처리하는 영상처리시스템, 이를 제어하는 제어시스템으로 구성되어 있다. RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템은 RFID와 OCR 기반 인식시스템을 통합하고, 이들 시스템으로부터 전송받은 데이터를 가공하여 보다 효율적인 게이트의 인식업무를 수행할 수 있게 한다.

### 3.2 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 구성요소

RFID 기반 인식시스템은 표 2와 같이 인식 프로세스 담당하는 기능을 중점으로 분류하여 몇 가지 계층으로 구분하여 설계하였다. 컨테이너를 적재한 트럭이 컨테이너터미널 게이트를 통과할 때 433MHz와 900MHz 리더기는 트럭과 컨테이너에 부착된 태그를 인식하고, 이렇게 인식된 정보는 각각의 RFID 기반 인식시스템으로 전송된다. 인식시스템 종단의 Device Manager는 리더기를 통하여 인식된 데이터들을 수집하여 상위의 Data Manager로 전달하고, Data Manager는 전달받은 태그 데이터 필터링과 가공을 한 후, 유효한 이벤트 데이터만을 생성한다. 생성된 유효한 데이터는 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템으로 전송된다. RFID 기반 차량 및 컨테이너 인식시스템과 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템간의 연결은 Information Server에서 담당한다.

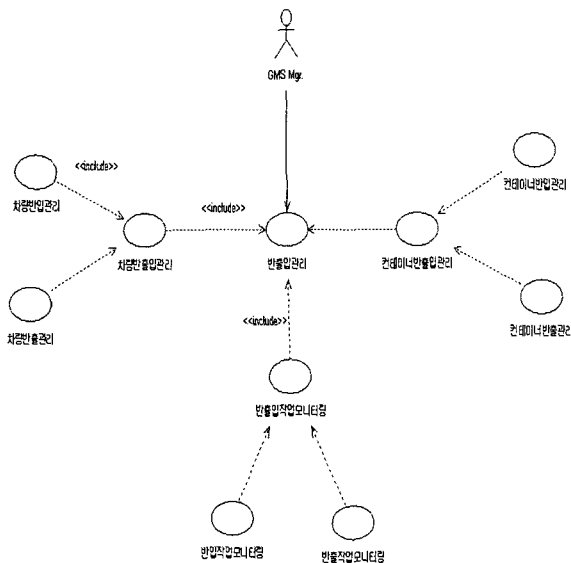
<표 2> RFID 기반 인식시스템 세부 모듈

구분	정의 및 기능
Device Manager	미들웨어의 종단으로 리더기 제어 및 관리를 하며 인식한 태그 정보를 상위 계층에 전송
Data Manager	전송 받은 태그 데이터를 필터링하여 유효한 이벤트에 해당하는 정보 추출
Information Server	추출한 유효 정보들을 외부 시스템과 상호 연동하여 전송
관리자	GUI기반의 관리자인터페이스, 시스템 인터페이스 및 이벤트 모니터링 기능

OCR 기반 인식시스템은 영상시스템, 영상 처리 및 인식기술 그리고 중앙 처리 제어시스템으로 구성되



반출·입 정보관리는 차량 및 컨테이너의 반출·입 정보를 관리하고 상태를 모니터링하기 위하여, 차량 반출·입 관리, 컨테이너 반출·입 관리, 반출·입 오류관리, 반출·입 작업 모니터링의 기능으로 나뉜다. 그리고 차량 및 컨테이너 반출·입 정보를 등록, 수정, 삭제하고 반출·입 시 발생할 수 있는 오류정보를 관리하고, 예외상황 발생 시에 대처할 수 있도록 하며, 차량 및 컨테이너 반출·입 작업을 한 화면에서 모니터링 할 수 있는 기능을 제공한다(그림 5 참조).



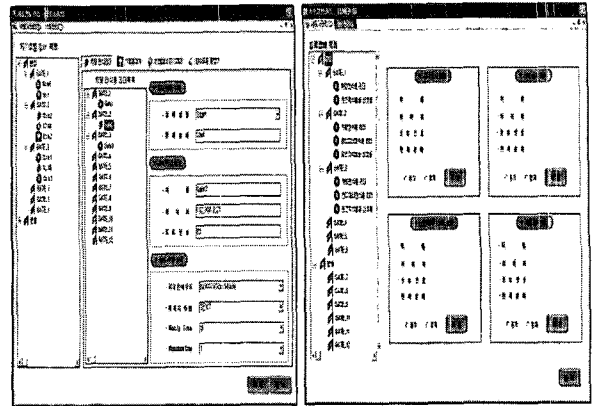
<그림 5> 반출·입 관리 Usecase Diagram

### 3.3 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 개발

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템 구현하기 위해서는 다양한 하드웨어를 구성하고, 이를 지원하는 애플리케이션을 개발한 후, 테스트를 통하여 문제점 및 개선사항을 파악하고 이를 반영하는 과정을 거쳐야 한다.

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템은 시스템의 특성, 사용자 인터페이스 편의성, 향후 확장 가능성 등을 고려하여 Windows 2000 Server 운영체제 기반에, 데이터베이스로는 SQL Server 2000을, 프로그래밍 언어는 C#을 채택하여 개발하였다. RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 기초정보 관리는 시스템

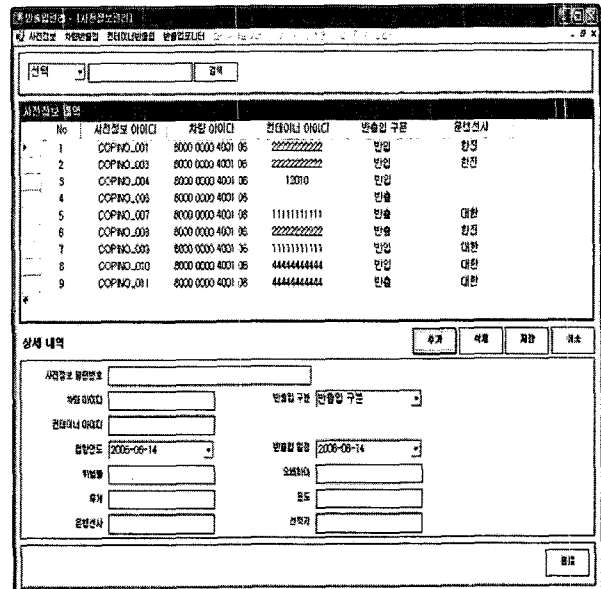
사용자와 장비 관리로 나누어진다. 사용자 등급에 따라서, 단순 사용자와 관리자로 나누어, 각자의 작업 환경과 권한에 맞는 인터페이스를 제공한다.



(a)장비관리 관리자용 화면 (b)장비관리 사용자용 화면

<그림 6> RFID/OCR 기반 게이트시스템 기초정보 관리 화면

그림 6의 장비관리 관리자용 화면에서는 트리형태로 시스템을 구성하는 개별 장비를 보여주고, 선택한 특정 장비에 대한 상세 정보 모니터링이 가능하며, 활성화·비활성화와 같이 장비를 제어할 수 있는 환

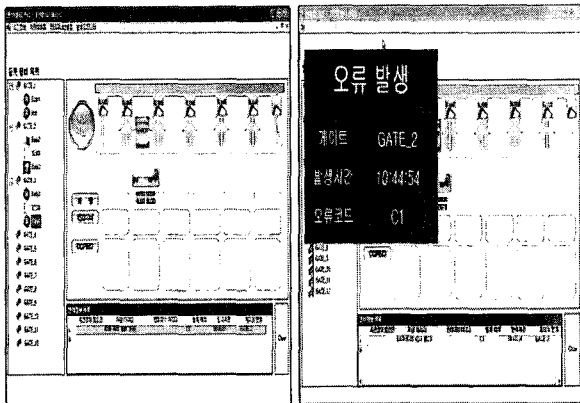


<그림 7> RFID/OCR 기반 게이트시스템 사전정보 관리 화면

경을 제공한다. 일반 사용자 화면에서는 장비를 제어할 수는 없으나, 장비에 대한 모니터링은 가능하다.

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 반출·입 관리 기능은 사전정보 관리, 차량 및 컨테이너 반출·입 관리 그리고 이들을 모니터링 할 수 있는 인터페이스를 제공한다.

사전정보(COPINO) 관리는 그림 7과 같이 차량 및 컨테이너 반·출입 사전정보를 관리할 수 있도록 사전정보의 등록, 수정, 삭제, 검색 기능을 지원한다.



(a)장비관리 관리자용 화면 (b)장비관리 사용자용 화면

<그림 8> RFID/OCR 기반 게이트시스템 반출·입 모니터링 화면

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 반출·입 관리 기능은 그림 8(a)와 같이 RFID 기반 인식시스템으로부터 전송받은 차량과 컨테이너 태그 정보, OCR 기반 인식시스템으로부터 전송받은 차량과 컨테이너 번호와 사전정보를 서로 비교하여 일치하는 경우에는 반입 또는 반출을 승인하고, 그 외에 기 정의된 예외사항에 해당하는 경우가 발생하면 그림 8(b)와 같이 오류가 발생한 게이트와 발생시간, 오류 코드를 알려준다.

#### 4. RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 성능평가

##### 4.1 성능평가 실험의 개요

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템을 2006년 4월부터 7월까지 부산 P컨테이너터미널 2, 3, 6번 게이트에 설치하여, 자동화 게이트시스템의 성능과 시스템 작동에서 생기는 문제들을 파악하기 위해 실험하였다. 실험 항목 및 주요 고려사항은 표 3, 4와 같다.

<표 3> 실험 항목

구분	내용	
R F I D	인식 거리	태그와 리더의 거리에 따른 인식률
	장비 위치	최적의 인식률을 획득하는 장비 위치
O C R	속도별 인식률	차량속도에 따른 인식률 측정
	차량번호 인식	게이트 진입 시 차량번호 인식률
O C R	컨테이너 번호인식	게이트 진입 시 컨테이너번호 인식률

<표 4> 실험에서의 주요 고려사항

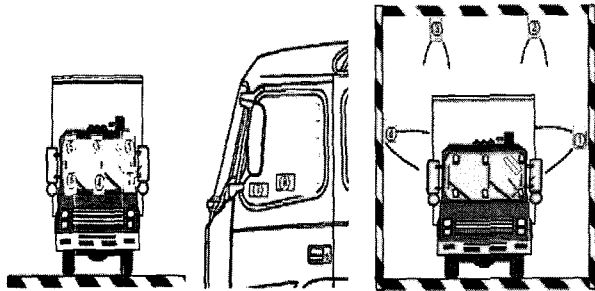
구분	내용	
R F I D	하드웨어 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>태그: 주파수, Active or Passive, 전원 유무</li> <li>리더: 주파수, 안테나 방향 및 길이</li> <li>태그가 부착된 개체의 상태</li> <li>태그 부착 표면(금속, 유리, 플라스틱)</li> </ul>
	소프트웨어 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 전송 신뢰성</li> <li>주파수 별 데이터 인식</li> <li>일정 시간 내에 인식되는 태그 데이터 양</li> </ul>
O C R	하드웨어 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>영상 획득을 위한 카메라 설치 위치 선정</li> <li>차량 감지 시점을 위한 센서 시스템 위치 선정</li> <li>각 하드웨어 장비별 간섭을 최소화 및 제거</li> <li>한대 이상의 카메라를 제어 신호에 따라서 촬영을 할 수 있도록 위치 선정 및 동작 확인</li> </ul>
	소프트웨어 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동 중인 차량의 영상 획득 및 번호 인식</li> <li>카메라 제어 알고리즘 개발</li> </ul>
공 통	<ul style="list-style-type: none"> <li>온도, 습도, 바람세기, 전파파, 해수, 해풍</li> <li>신뢰성 확보를 위한 테스트 횟수 지정</li> </ul>	

#### 4.2 RFID 기반 인식시스템의 성능평가

RFID 차량 인식시스템을 평가하기 위해, 그림 9와 같이 RFID 태그와 안테나를 설치하고 가장 높은 인식률을 보이는 위치를 찾기 위한 실험을 수행하였다. 먼저 태그 부착위치를 선정하기 위하여 컨테이너 트럭 전면 6곳과 측면 2곳에 태그를 부착하였고, 안테

나 위치를 각각 다르게 설치하여 태그부착 위치에 대한 인식률을 측정하였다. 표 5는 10km/h의 속도로 들어오는 차량에 대해 각각 10회 실험에서 얻은 결과이다. 실험의 결과와 안테나와 태그의 거리, 트럭 운전사의 시야 확보 및 탈부착의 용이성을 고려하여 안테나는 ①번, 태그는 ②번이 가장 적절한 위치로 파악되었다. 태그와 안테나의 정해진 위치에 고정시키고, 차량 속도에 따른 인식률을 테스트한 결과, 차량속도가 10km/h, 20km/h, 30km/h인 경우에는 인식률이 99% 이상이었으나, 차량속도가 40km/h 이었을 때는 인식률이 90% 이하였다.

RFID 컨테이너 인식시스템의 실험에서, 그림 10과 같이 컨테이너 태그의 부착 위치는 ISO 규정을 참조하였고, 컨테이너 취급 시 파손 가능성, 도어 개폐 시 방해 여부 등을 고려해 3개 위치에 설치하였다. 컨테이너 안테나의 설치 위치는 RFID 433MHz 주파수의 특성상 컨테이너 태그의 인식이 100m 내외에서는 가



<그림 9> RFID 기반 차량인식 위한 태그 및 안테나 위치 선정 실험

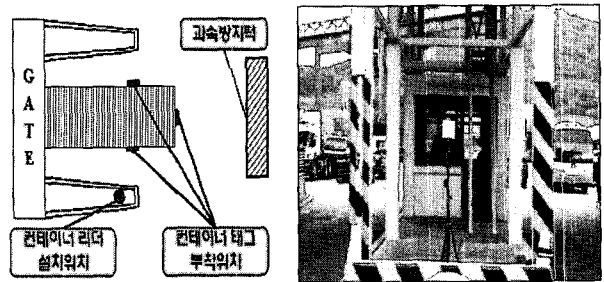
<표 5> 차량 인식을 위한 태그 및 안테나 위치 실험 결과

RFID 안테나 설치 위치	태그 위치별 인식률 (%)							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
① 게이트 출입구 옆면(좌) (운전석 앞 유리지향 50°)	100	100	100	100	60	50	100	100
② 게이트 출입구 옆면(좌) (운전석 앞 유리지향 70°)	100	90	100	80	40	30	60	60
③ 게이트 출입구 옆면(우) (운전석 앞 유리지향 70°)	40	30	100	70	100	80	50	60
④ 게이트 출입구 옆면(우) (운전석 앞 유리지향 50°)	40	20	100	90	100	100	30	20

능하므로 차량 인식시스템의 안테나 보다 설치 시에 제약이 적으나, 관리상의 이유로 컨테이너터미널 게

이트 사무소에 설치하였다. 컨테이너 인식시스템 실험은 차량 인식시스템 테스트의 경우와 마찬가지로 10km/h의 속도로 진입하는 차량에 대하여 각각 10회 실험 하였고, 모든 태그의 위치에서 100%의 인식률을 얻을 수 있었다. 하지만 게이트에 여러 트럭이 동시에 진입할 경우에는 주파수의 간섭 현상 때문에 100% 인식률을 얻을 수 없었다. 이러한 문제는 RFID와 OCR 기술 동시 적용으로 해결할 수 있다.

컨테이너터미널 게이트에서 RFID 기반 차량인식 시스템의 900MHz 장비는 속도보다 안테나와 태그간 거리에 민감했으며, 태그의 위치가 안테나의 인식거리 4m이내에 위치해 있어도 안테나와 태그의 위치가 근접한 경우 더 높은 인식률을 얻을 수 있었다. 따라서 실제 컨테이너터미널의 게이트에 적용하기 위해서는 태그와 안테나간의 거리 및 컨테이너차량의 진입 속도가 30Km/h 이하로 운행할 수 있도록 하여야 하며 차량 및 컨테이너 정보가 정확히 인식되었는지 외부트럭기사에게 알릴 수 있는 부가적 시설물(예: 신호등)이 필요하다.

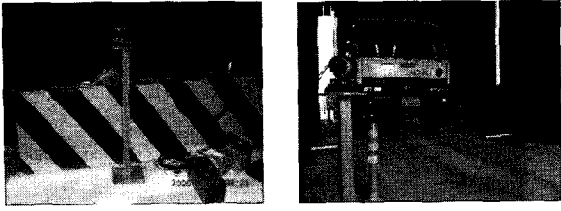


<그림 10> RFID 기반 컨테이너 인식을 위한 태그 및 안테나 위치 선정 실험

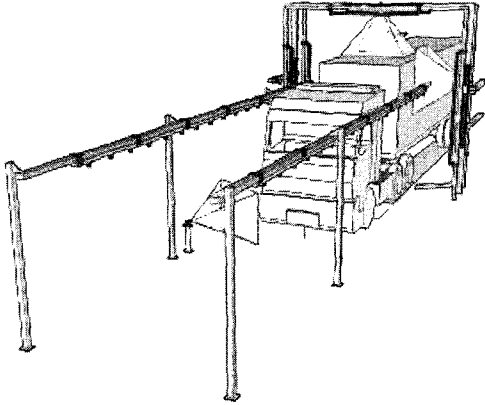
#### 4.3 OCR 기반 인식시스템의 성능평가

차량번호 영상을 획득하기 위해서 OCR 인식시스템 장비를 설치하고 실험을 수행하였다(그림 11, 12 참조).





<그림 11> OCR 기반 인식시스템 차량번호 인식 실험



<그림 12> 컨테이너차량 진입 시 인식시스템 동작 화면

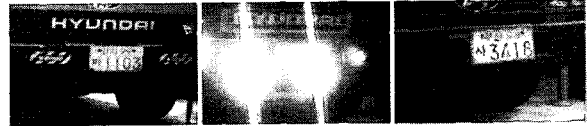
OCR 차량번호 인식시스템의 실험 결과는 표 6과 같다.

<표 6> OCR 인식시스템 차량번호 인식 실험 결과

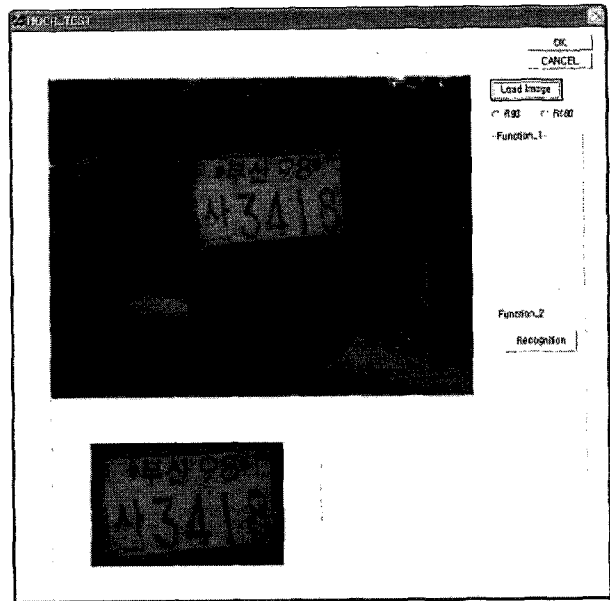
구 분	획득 영상 수	인식률
차량번호 획득 영상 수 및 인식률	6,380	82%

차량번호 평균인식률은 82%로 낮은 인식률을 기록하였다. 이는 인식률을 떨어뜨리는 다음 세 경우들 때문이었다. 첫 번째는 컨테이너터미널에 출입하는 컨테이너차량의 번호판이 손상된 경우였고, 두 번째는 컨테이너차량이 게이트로 진입할 때 차량조명을 켜고 진입하여 정확한 인식이 되지 않기 때문이었다. 세 번째는 차량이 진입하는 것을 감지하는 센서 시스템이 차량이 아닌 사람을 인식하여 인식 실패가 발생하는 경우였다. 차량번호판 훼손으로 인하여 인식률이 낮은 문제는 영상 복원에 필요한 알고리즘 개발과 문자인식에서 후처리 알고리즘 개발로 보완할 수가 있으며, 차량조명을 켜고 진입하여 인식률이 떨어지는 문제는 차량 운전자로 하여금 조명을 끄고

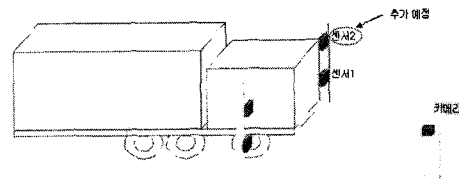
진입할 수 있도록 유도교육과 안내 문구를 통하여 해결할 수 있으며, 센서시스템에 차량이 아닌 사람이 인식되는 경우에는 센서의 위치를 바꾸어 차량만 인식할 수 있도록 하여 인식률을 높일 수 있을 것이다 (그림 13, 14, 15 참조).



<그림 13> 차량번호판 인식률 저하 원인



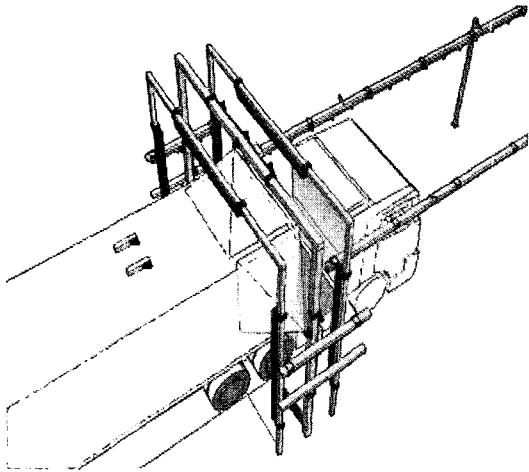
<그림 14> 알고리즘 개발을 통한 차량번호판 훼손 문제 해결



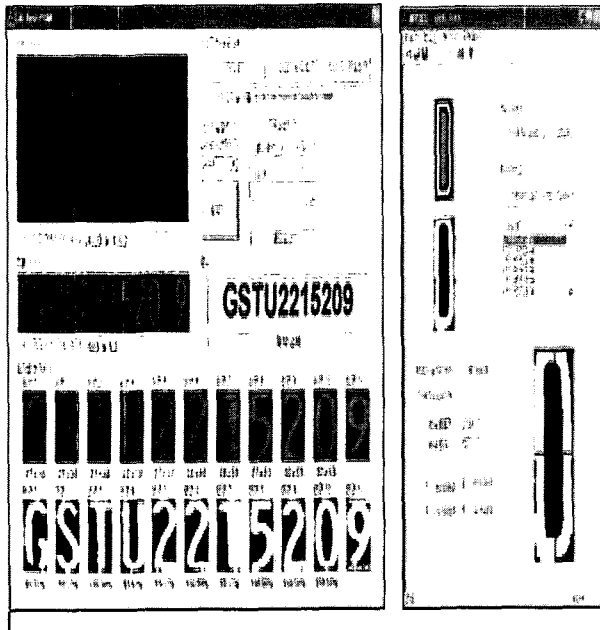
<그림 15> 추가 센서 설치를 통한 문제해결

컨테이너 번호 인식을 위해 OCR 컨테이너번호 인식시스템 장비를 설치하고 실험을 수행하였다(그림 16 참조). 컨테이너 번호를 인식하기 위해서는 이동 중인 컨테이너를 감지하여 컨테이너번호 영역이 위치

한 부분을 영상으로 획득하여야 한다. 획득한 영상은 전처리 과정을 거친 후 번호 영역을 추출하고, 문자의 특징적인 고유 패턴을 이용한 패턴인식과 문자들의 학습을 통한 신경망 기술을 이용해서 컨테이너번호를 인식한다. 이를 통하여 컨테이너번호가 정상인식이 되었을 경우에는 결과 전송 및 저장을 하고 그렇지 않은 경우에는 예외처리를 수행하게 된다(그림 16, 17 참조).



<그림 16> 컨테이너차량 진입 시 인식시스템 동작 화면



<그림 17> 컨테이너차량 진입 시 인식시스템 동작 화면

표 7과 같이 컨테이너번호에 대한 평균인식률은 94.5%였다. 컨테이너번호 인식률이 100%가 되지 못한 이유는 차량번호 인식의 경우와 마찬가지로 컨테이너번호 부분의 손상이 심한 경우와 센서시스템이 컨테이너가 아닌 사람을 인식한 경우, 그리고 빗물로 인하여 촬영 시 표면반사가 일어나서 정확한 인식이 이루어 지지 않은 경우가 발생했기 때문이다. 이런 문제를 해결하기 위해서 차량번호 인식시스템의 경우처럼 알고리즘 개발, 센서시스템 및 조명시스템 보완 등이 이루어져야 할 것이다.

<표 7> OCR 인식시스템 컨테이너번호 인식 실험 결과

구분	획득 영상 수	인식률
컨테이너번호 획득 영상 수 및 인식률	6,380	94.5%

#### 4.4 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 성능 평가

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 실험과정과 결과는 그림 18과 같다. 먼저 RFID 컨테이너 인식시스템이 컨테이너터미널에 들어오는 컨테이너를 인식하고, 그리고 OCR 인식시스템은 차량번호 및 컨테이너번호를 인식하게 된다. 마지막으로 컨테이너차량이 게이트를 통과하기 전에 RFID 차량 인식시스템이 차량정보를 인식하게 된다. 이렇게 RFID 인식시스템과 OCR 인식시스템을 통하여 인식된 정보들이 일치하고, 이들 정보를 사전정보와 비교하여 일치하면 승인메시지를 보내고 장치장 위치를 통보하게 되며, 사전정보와 일치하지 않은 경우에는 오류메시지를 전송하여 예외처리로 게이트 작업자가 확인 작업을 한다.

실험 결과, 컨테이너를 적재하지 않은 차량만 진입할 경우, 40피트 컨테이너 적재 차량이 진입한 경우, 20피트 컨테이너 적재 차량이 진입한 경우, 높이가 서로 다른 컨테이너를 적재한 차량이 진입한 경우 총 4가지 시나리오에 대한 10회 실험에서 100% 인식률을 얻을 수 있었다. RFID 기술은 게이트 레인에 들어오는 트럭과 컨테이너에 대한 인식률이 높으나, 동시에 컨테이너를 실은 여러 대의 트럭들이 게이트에 진입할 경우는 주파수의 간섭으로 각 레인에 진

입하는 트럭과 컨테이너에 대한 인식률이 떨어진다. OCR 기술은 게이트 레인에 들어오는 트럭과 컨테이너에 대한 인식률은 상대적으로 낮은 반면 레인 간의 간섭이 없어 다른 레인의 트럭과 컨테이너를 인식하는 오류가 발생하지 않는다는 장점이 있다. 이 둘 두 장점을 동시에 적용함으로써 본 연구에서 제시한 RFID/OCR 시스템은 현장에 적용가능한 수준의 인식률을 얻을 수 있었으며, 또한 OCR 기술을 통한 영상 정보 수집을 통해 보안 업무까지 지원 할 수 있게 하였다.



<그림 18> RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템 성능 평가 실험

## 5. 결론

현재 컨테이너터미널 게이트에서 주로 사용되고 있는 바코드 게이트시스템은 차량 및 컨테이너의 정보수집에 비효율적인 요소들이 존재하고 있다. 이러한 문제를 개선하기 위해 본 연구에서는 컨테이너터미널 게이트 업무의 효율성 및 생산성을 향상시킬 수 있도록 RFID와 OCR 기술을 통합적으로 사용한 RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템을 개발하였다. 그리고 RFID 차량 및 컨테이너 인식시스템, OCR 차량번호 및 컨테이너번호 인식시스템 그리고

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템의 성능과 실제 적용 시 주요 고려사항과 개선방향을 확인하기 위하여 컨테이너터미널 현장에 직접 구축하여 실험을 하였다.

RFID/OCR 기반 자동화 게이트시스템은 RFID 기술 또는 OCR 기술을 개별적으로 사용하였을 때 발생했던 인식오류 문제에 대해 상호 보완하여 차량 및 컨테이너 정보 인식에 100%의 인식률을 보였으며, 평균 30초 이상 소요되던 바코드 게이트시스템의 반·출입 시간을 5~10초로 줄여 게이트 통과 시간을 약 20초 이상 단축시킬 수 있었다. 한편 인식된 데이터를 가공하여 컨테이너터미널 게이트 관리자에게는 고객 클레임에 대한 대응 정보를 제공해 주고, 고객(화주, 선사)에게는 컨테이너의 상태 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

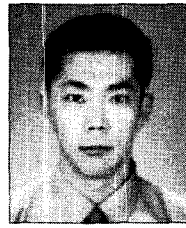
## 참고 문헌

- [1] 이석용, 서창갑, 박남규, 송복득, "RFID 기반의 컨테이너터미널 게이트 자동화 시스템 개발에 관한 연구", 한국정보시스템학회, 제15권, 3호, pp.187-211, 2006.
- [2] 해양수산부, "초대형 컨테이너선용 항만기술 연구", 제1권, 2006.
- [3] 해양수산부, "RFID 기반 항만물류 정보화 전략계획 수립", 2005.
- [4] 해양수산부, "초대형 컨테이너선용 항만기술 연구", 제3권, 2005.
- [5] KMI, "우리나라 컨테이너부두 생산성 향상 방안 연구", 2002.
- [6] KMI, "컨테이너터미널의 리모델링 방안 연구", 2005.
- [7] Mills, D., "Intermodal Technology Tested at Port of Montreal", Canadian Transportation Logistics, vol.102, no.1, pp12, 1999.



최형림 (Hyung-Rim Choi)

- 서울대학교에서 경영학 학사
- 한국과학기술원(KAIST) 경영과학과에서 경영정보학 석사와 박사 학위를 취득
- 현재 동아대학교 경영정보과학부 교수로 재직
- 관심 분야 : Agent System, 기업정보시스템 및 지능형 정보시스템에 관한 이론 및 기술 개발



신중조 (Joong-Jo Shin)

- 동아대학교 경영정보과학부 학사
- 동아대학교 일반대학원 경영정보학과 석사 학위취득
- 현재 동아대학교 일반대학원 경영정보학과 박사과정에 재학 중
- 관심 분야 : RFID 기술 응용, 항만물류, SCM 등



박병주 (Byung-Joo Park)

- 동아대학교 산업공학과에서 학사, 석사, 박사 학위를 취득
- 동아대학교 BK21 사업팀과 University of Nebraska -Lincoln 에서 Post- Doctor로 연구
- 현재 동아대학교 BK21 연구교수로 재직 중
- 관심분야 : 최적화 기법의 응용, 항만물류, 에이전트 시스템



Yavuz Keceli

- 터키 Middle East Technical University 토목공학 학사
- 부경대학교 일반대학원 경영정보학과 석사 학위취득
- 현재 동아대학교 일반대학원 경영정보학과 박사과정에 재학 중
- 관심분야: 항만물류, 정보시스템 등