

RFID기반 컨테이너터미널 게이트 통과 자동화 시스템 개발에 관한 연구

2006. 6. 9.

이석용	부산대학교 경영학과 박사수료
송복득	(주)지팬스 부설연구소 연구원
서창갑	동명대학교 경영정보학과
박남규	동명대학교 유통경영학과

목 차

1 서론

2 이론적 배경

3 RFID 기반 게이트 통과 시스템 개발

4 결론

서론

1 서론

2 이론적 배경

3 RFID 기반 게이트 통과 시스템 개발

4 결론

연구의 배경(1/2)

국내 환경변화

1. 고객의 다양한 요구와 시장변화에 대응하기 위한 기업 경영혁신 가속화
2. 인건비 등 비용절감 통한 수익구조 개선을 위해 기업간 글로벌소싱 확대
3. 증가하는 수출입 물동량 처리를 위한 항만물류산업의 혁신 필요성 대두
4. 국가경쟁력 차원의 항만경쟁력 제고 위한 각종 정부지원사업 활성화
5. 항만물류 효율화 시범사업 수행 및 부산항 U-Port 시범사업 추진
6. U-port 구축의 핵심기술로 RFID(Radio Frequency IDentification) 부상

해외 환경변화

1. 네덜란드 로테르담: e-Business 지원체계 및 항만운영효율성 강화
2. 싱가포르 PSA社: 항만개발지향에서 e-Business 강화로 전략수정
3. 중국 주요항만: 항만 및 배후단지 정보지원체제 구축계획 수립
4. 독일 함부르크항: 항만과 배후단지를 연계하는 3PL 정보지원체계 운영

연구의 배경(2/2)

국내 항만 효율성 제고 및 U-Port 실현에 다음과 같은 문제점이 확인됨

1. 컨테이너 전용터미널과 ICD 및 육상물류기지간 컨테이너 정보공유 미비
화물의 이동정보를 위해서는 공급사슬에 참여하는 각 거점간 정보공유가 필수적이며, 이를 통해 컨테이너 및 화물의 가시성(visibility) 확보 가능
2. 물류거점인 운송사, 터미널, 선사의 상호독립적인 자체 정보시스템 구축
일부 선사와 터미널이 제한된 EDI 정보를 공유해 왔을 뿐, 자체업무에만 필요한 정보시스템 구축으로 공급사슬 전체의 효율성(efficiency) 저하
3. 미국 정부 및 관세당국의 컨테이너 화물에 대한 보안강화 프로그램 실시
2005년부터 미국으로 반입되는 컨테이너 화물에 대하여 전자봉인 부착 및 지침이행을 강제하여 보안(security)을 강화하기 위한 실질적 이행
4. RFID 기술의 현장적용에 관한 실현가능성, 경제성 등 타당성 확인
RFID 기술의 성능에는 현장의 환경이 결정적인 영향을 미치므로, 실제 현장에서의 실현가능성과 경제적 타당성 등에 대한 실질적 구현은 미흡

연구의 목적

연구목적: 게이트에의 RFID 적용을 통해 U-Port 초기단계 구현

1. 공급사슬관리측면에서 항만물류에의 접근 필요성에 관한 문헌연구
2. 국내외 항만물류산업과 컨테이너터미널의 환경분석
3. 국내외 항만물류부문 및 컨테이너터미널 게이트 정보화 현황분석
4. RFID 기술타당성 및 국내외 항만물류에의 적용사례 분석
5. 시스템 개발 및 파일럿 테스트 결과와 기대효과 분석

기대효과: U-Port 구현을 위한 초기단계모델로서의 게이트 RFID 적용

1. 컨테이너터미널부근의 교통혼잡비용 등 사회경제적 비용절감
2. 국산기술 확보 및 단계적 향상을 통한 수입대체로 국내산업 파급효과
3. SOLAS 및 ISPS Code 등 국제보안협약 준수를 위한 보안강화 효과
4. 개별 컨테이너터미널 비용절감 및 프로세스 개선

이론적 배경

1 서론

2 이론적 배경

3 RFID 기반 게이트 통과 시스템 개발

4 결론

공급사슬과 물류관리(1/2)

공급사슬관리 및 물류관리에 대한 이해

- 공급사슬관리는 외주, 조달, 전환 등에 관련된 모든 활동과 물류관리 활동을 포함하는 것으로 정의[CLM, 2004]
- GSCF도 공급사슬관리를 최종사용자에서부터 고객과 이해관계자에게 가치를 추가하는 제품, 서비스, 정보를 제공하는 원천공급업체에 이르기까지 형성된 핵심 비즈니스 프로세스의 통합으로 정의[Lambert et al., 1998]
- 물류관리를 공급업체로부터 고객에 이르기까지 전체 가치사슬을 통합하는 활동으로 정의[Shapiro et al., 1993]
- 가치사슬에 참여하는 개별기업들의 활동을 통합함으로써 전후 수직통합의 효익을 누릴 수 있다는 점에서, 공급사슬관리는 통합된 물류시스템과 동일한 의미로도 사용됨[Bowersox and Daugherty, 1995; Lambert et al., 1998]

공급사슬관리와 물류관리(2/2)

핵심역량으로서 물류관리의 역할

- 고객중심: 우수고객을 대상으로 독특하고 가치부가적인 활동을 제공함으로써 분명히 차별화된 제품과 서비스를 지속적으로 제공하는 것[Mentzer et al., 2004]
- 시간관리: 주문전송, 주문처리, 주문대기 등에 소요되는 시간을 단축함으로써 덜 왜곡된 주문주기 확보 및 수요의 극심한 변동에의 대응[McGinnis and Kohn, 1990; Daugherty and Pittman, 1995; Lawson, 2003; Mentzer et al., 2000]
- 프로세스: 해당기업만의 내부적으로 상호관련된 프로세스를 통합함으로써 경쟁업체가 쉽게 모방할 수 없는 비즈니스 프로세스 생성[Daugherty et al., 1998]
- 정보교환: 기업성과를 향상시키기 위한 핵심 물류관리 역량의 하나로 정보교환이 필수적임[Bowersox et al., 1999; Narasimhan and Kim, 2001]

항만물류와 컨테이너터미널(1/2)

항만물류에 대한 이해

- 일반적인 제조업체의 공급사슬에서 재화의 물리적 변화를 통해 가치를 창출하는 것과는 달리, 항만물류산업은 재화의 위치이동을 통해 최종고객에게 가치를 창출[최형림 등, 2005]
- 수출입화물의 이동을 중심으로 화주, 운송사, 컨테이너터미널, 선사 등의 관련주체들을 통해 위치이동이라는 공급사슬을 형성한다는 점에서, 공급사슬관리 관점에서의 접근이 필요

컨테이너터미널에 관한 이해

- 국제물류에 필수적인 사회간접자본시설이며 터미널 기능을 수행하는 항만의 중심이며, 재화, 정보 등의 이동공간을 효과적으로 극복시켜주는 물리적인 경제활동 장소
- 복합운송체계, 국제시장 통합, 정보기술의 발전과 더불어 컨테이너화(Containerization)가 항만에 있어서의 가장 큰 영향요소[방희석 등, 2002]

항만물류와 컨테이너터미널(2/2)

컨테이너터미널과 정보기술

- EDI(Electronic Data Interchange), AEI(Automatic Equipment Identification), GPS(Global Positioning System) 등의 기술을 이용하여 선적일정 및 교통적체 해소, 공급사슬의 불안정성 최소화의 역할을 수행[Amy and Theodore, 2000]
- 항만물류정보화의 개념은 정보화의 일반적 개념에 항만물류의 특성을 적용한 것으로, 화주, 운송사, 컨테이너터미널, 선사 등 민간부문과 해양수산청, 관세청, 검역소 등 정부부문의 주체들을 정보화 도구로 연결하여 정보교환

국내외 컨테이너터미널 환경분석

국내외 컨테이너터미널 환경분석

- 세계무역의 90% 이상이 다국적 선박이 운송하는 컨테이너와 관련, 매년 2천만이 넘는 컨테이너가 해상을 통과[Cueno, 2003].
- 한국이 속한 아시아 항만시장은 북미, 유럽과 더불어 세계 3대 교역권으로 발전하여 급격한 환경변화와 치열한 항만간 경쟁상황에 놓여 있음
- 2000년 이후 국내 컨테이너 물동량은 연 10%의 성장세를 지속하고 있으나, 전체 물동량의 79.1%를 처리하고 있는 부산항의 경우 처리실적이 세계 5위로 밀려남 [한국컨테이너부두공단, 2005].
- 동북아 허브항만으로 발전하기 위해서는 물동량 처리위주의 정책에서 탈피, 배후단지를 연계하는 고부가가치 항만으로 전환해야 하며, 이를 뒷받침하는 정보서비스가 절대적으로 필요함

국내 컨테이너터미널 현황 및 게이트 기술

항 만	운영사	게이트 시스템
신선대	(주)신선대컨테이너터미널	바코드
자성대	한국허치슨터미널(주)	카메라(OCR)
신감만	동부건설(주) 물류부문	바코드
감 만	대한통운(주)	PDA
	한국허치슨터미널(주)	카메라(OCR)
	BICT(주): 세방+한진	바코드
우 암	우암터미널(주): KCTC+국보	바코드
감 천	(주)한진	바코드
광 양	대한통운(주)	바코드
	한국허치슨터미널(주)	바코드
	KIT(주): 허치슨외	바코드
	GICT(주): 세방+한진	바코드
	동부건설(주) 물류부문	바코드
인 천	(주)인천컨테이너터미널	기 타
	(주)선광	바코드
평 택	평택컨테이너터미널(주)	기 타
군 산	군산컨테이너터미널(주)	바코드
울 산	정일울산컨테이너터미널(주)	바코드
	울산컨테이너터미널(주)	기 타
마 산	대한통운(주)	기 타

부산항 컨테이너터미널 게이트 기능현황

부산항 컨테이너터미널 게이트 기능

컨테이너 터미널	차량번호 확인	컨테이너 번호 확인	샤시번호 확인	봉인 확인	컨테이너 상태 확인				위험물 처리	실시간 정보	정보저장 및 기록	주차 관리	차량흐름 제어
					크기	종류	무게	손상					
신선대	○	○	X	○	○	○	X	○	○	○	○	X	○
자성대	○	○	X	X	X	X	X	X	X	X	○	X	X
우 압	○	○	X	X	X	X	X	X	○	X	○	X	X
신감만	○	○	X	X	X	X	X	X	○	X	○	X	X
감 천	○	○	X	○	○	X	X	○	○	X	X	X	X
감만 J	○	○	X	○	○	X	X	○	○	X	X	X	X
감만 H	○	○	X	X	X	X	X	X	X	X	○	X	X
감만 S	○	○	X	○	○	○	X	○	○	X	X	X	X
감만 K	○	○	X	○	○	○	X	X	X	X	X	X	X

국내외 컨테이너터미널의 게이트 적용기술

국내외 컨테이너터미널 게이트 적용기술

구 분	RFID Card	Bar-Code	OCR	DSRC
인식대상	차량번호	차량번호	차량번호, 컨테이너번호	차량번호, 컨테이너번호
편의성	항시 차량 부착	항시 바코드 소지	차량번호 자동인식	항시 차량 부착, 차량번호 자동인식
취약점	금속물체 간섭	오염 및 훼손	인식률 저조	?
보 안	분실재발급, 위조가능	분실재발급, 위조가능	양호	양호
인식률	100%	100%	90%~95%	100%
교 체	차량번호 변경시 재입력가능	차량번호 변경시 신규 또는 재발급	일부 S/W 추가	일부 S/W추가
확장성	신규차량 증가시 지속적 발행지급	신규차량 증가시 지속적 발행지급	별도 변경사항 없음	신규차량 증가시 지속적 발행지급
비 용	초기투자비용과다	투자비용 저렴	초기투자비용과다	초기투자비용과다
적용항만	뉴저지, 두바이, 켈랑, 반텀	자성대, 신선대, 감만BICT, 감만통운	자성대, 감만허치슨, 홍콩HIT, 싱가포르PSA	-

저자 재편집: 최용석 등, 컨테이너터미널의 리모델링 방안 연구, KMI 2005.

국내외 항만물류 RFID 적용사례분석(1/2)

해양수산부, RFID기반 항만물류 효율화 시범사업

RFID Active Tag(433.92Mhz)

- ❖ RFID 태그 부착 컨테이너 위치 추적
- ❖ 터미널 자동화 타당성 조사 및 관련 기술 습득

RFID Passive Tag(900Mhz)

- ❖ RFID 태그 부착 차량 게이트 자동인식
- ❖ 게이트 자동화 타당성 조사 및 관련 기술 습득

RFID 표준화 방안 및 적용모델 개발

- ❖ RFID 데이터 및 프로세스 표준안 수립
- ❖ 적용모델 제시

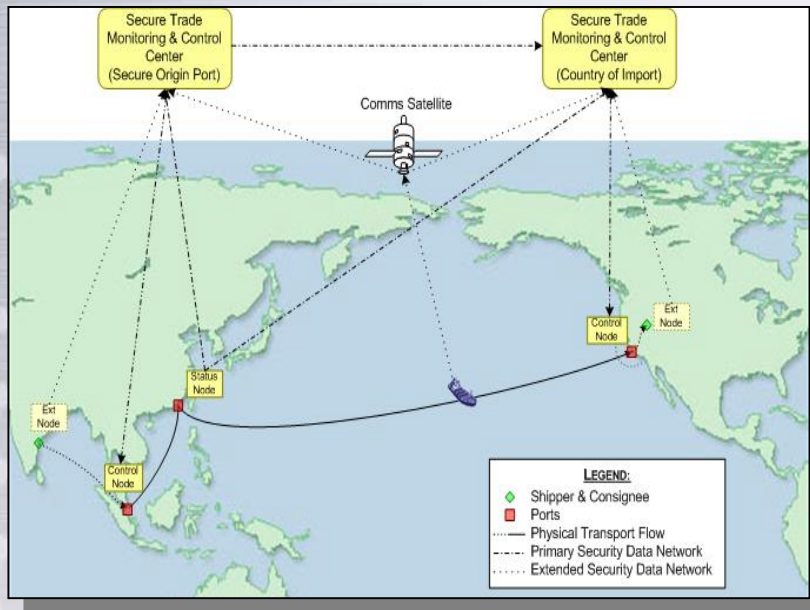


항만물류 효율화를 위한 RFID/USN 기술의 시범적용

자료: 1차년도(2005) 시범사업 최종보고서 발체, 싸이버로지텍(주) 컨소시엄-동아대학교, 동명대학교

국내외 항만물류 RFID 적용사례분석(2/2)

- **미국방성 TAV(Total Asset Visibility): 36개국 군수물자 운반 컨테이너에 RFID 태그부착**
- **미관세청 CSI(Container Security Initiative), C-TPAT(Customs-Trade Partnership Against Terrorism), SST(Smart and Secure Trade-lane): RFID 전자봉인 강제**
- **싱가포르 EDI+RFID: 장치장에 수천개의 RFID Transponder설치 컨테이너 위치정보 제공**



GSCM Forum, Stanford University - SST 도입모델은 화물 보안과 물류 효율성간 연관성을 입증하였으며 컨테이너당 \$378~\$462의 경제적 이익을 가져다 주었음(Dr. Hau Lee, 2005)

RFID 기반 게이트 통과 시스템 개발

1 서론

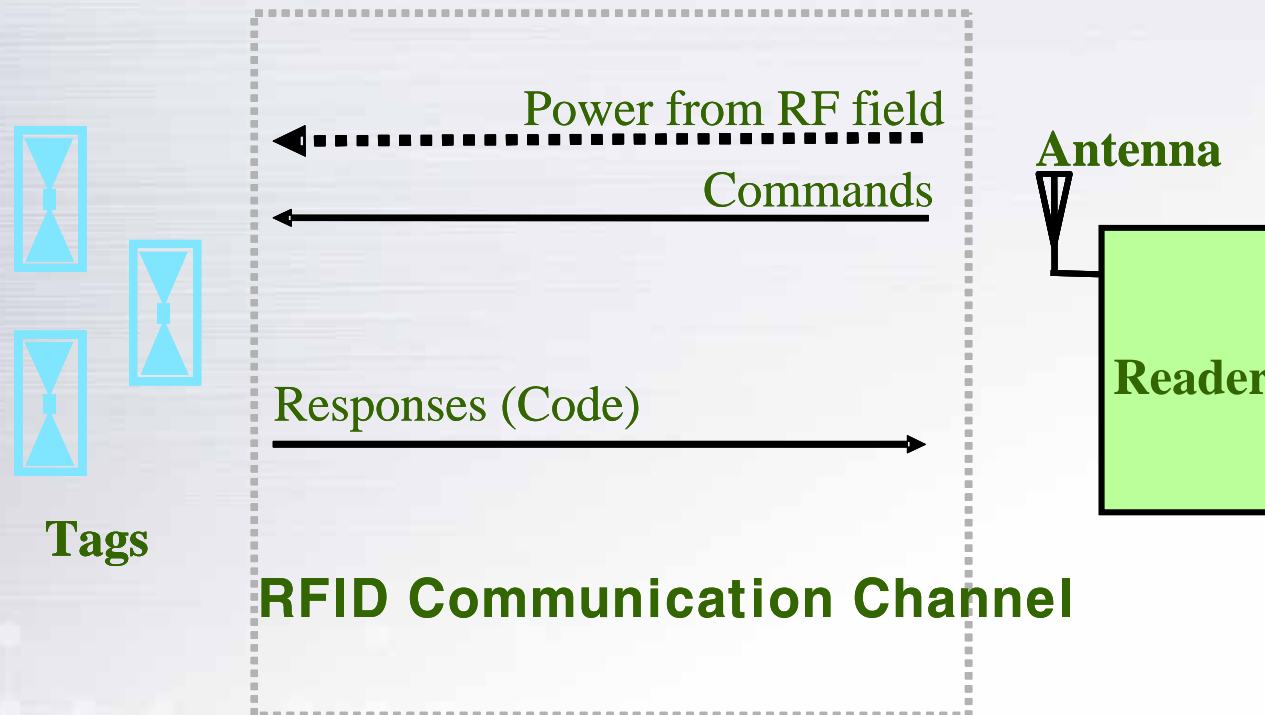
2 이론적 배경

3 RFID 기반 게이트 통과 시스템 개발

4 결론

RFID 기술개요

- RFID는 기존의 바코드 기술을 대체하거나 보완하기 위한 자동인식기술 (Automatic Identification Technology)로 제품의 식별, 추적, 이력 등을 자동적으로 수행할 수 있음[Asif and Mandviwalla, 2005].



자료: MIT Auto-ID센터, RFID 작동원리, 2004

Bar-code와 RFID

- RFID는 비접촉식으로 바코드에 비해 오염에 강하고 동시에 복수의 태그를 해독할 수 있으며 감춰져 있더라도 감지가 된다는 장점이 있지만, 금속에 영향을 받기 쉽고 가격이 비싸며 파손 가능성이 있다는 단점이 있다.

구 분	RFID	바코드	2D 바코드
ID 유일성	개별 식별 ID	제품 단위	제품 단위
감지거리	수 미터(m)	리더를 밀착	리더를 밀착
복수독해	가능	불가능	불가능
덮어쓰기	가능	불가능	불가능
이동감지	가능	불가능	불가능
수정하기	가능	불가능	불가능
환경내구성	강함	극히 약함	극히 약함

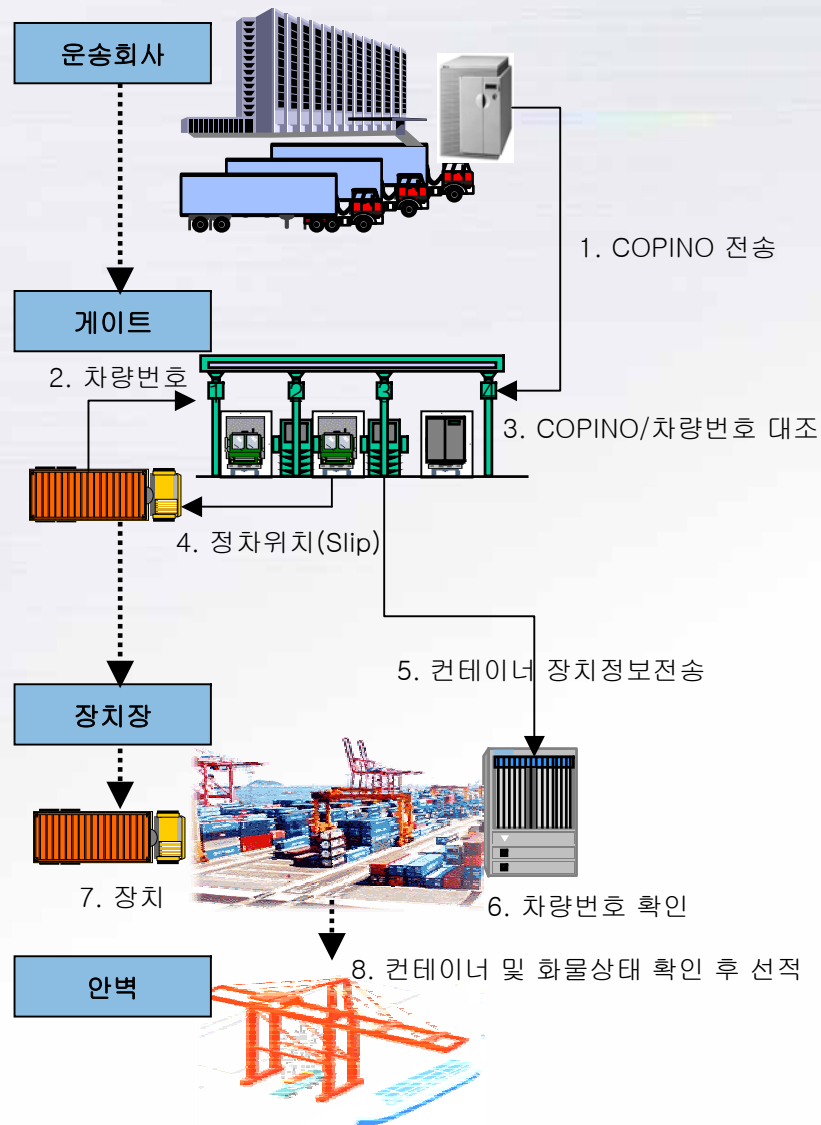
자료: 한국전자거래협회, 2004.

RFID 게이트 자동화 시스템 개발 개요(1/2)

게이트 통과업무 절차

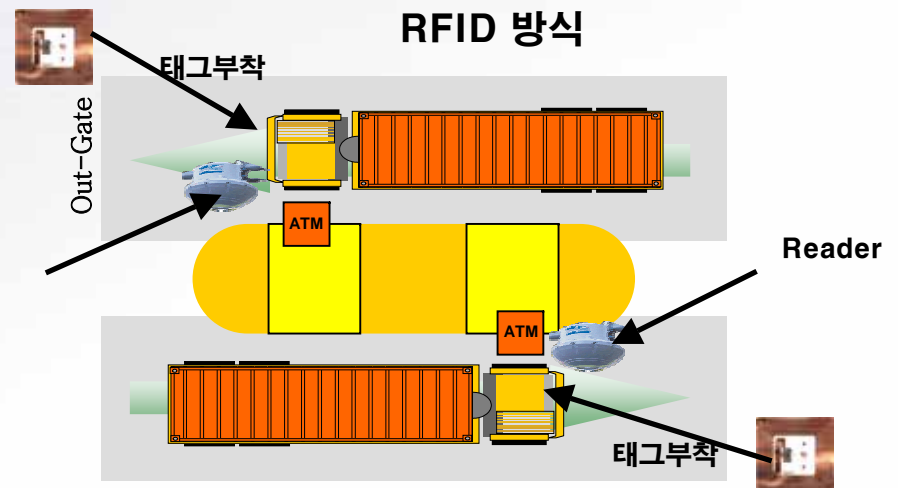
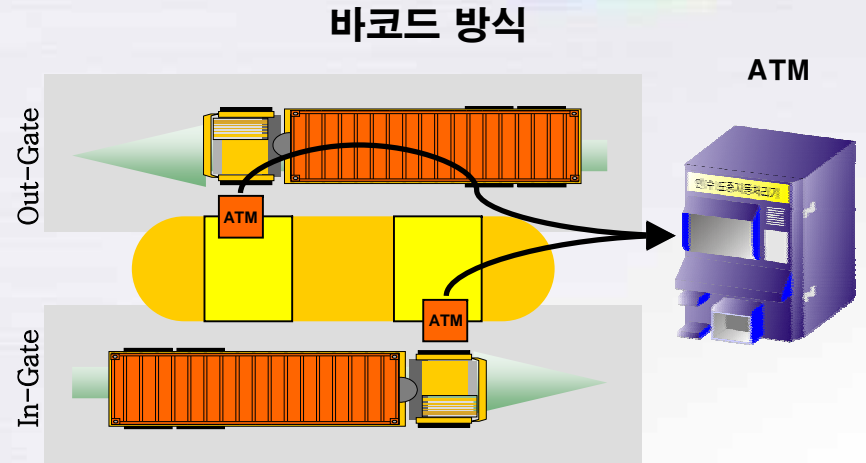
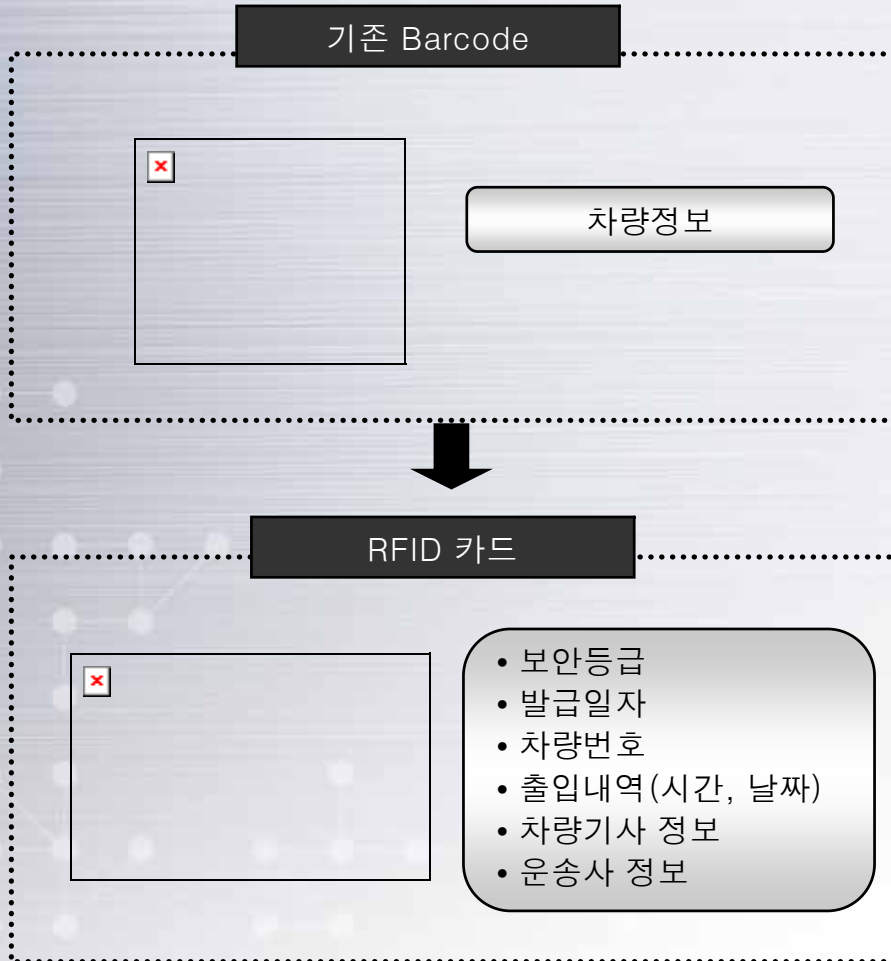
1. 컨테이너를 적재한 차량이 게이트에 도착하면 사전에 운송사로부터 전송된 COPINO와 차량번호를 대조하여 확인함
2. 차량은 장치위치를 지시하는 Slip을 발부받아 해당위치로 이동하고, 동시에 게이트로부터 주전산기로 상태코드가 바뀐 정보를 전송
3. 주전산기로부터 장치장 TC(Transfer Crane)로 정보가 전송되어 장치위치로 이동하여 차량에 적재된 컨테이너를 지정된 위치에 장치
4. 대개 1일~10일 정도의 장치기간이 지나 컨테이너 및 화물상태를 확인한 후 계약된 선박에 선적하는 것으로 일단락

※ 해상에서의 인명안전을 위한 국제협약(SOLAS) 및 국제선박 및 항만시설 보안규칙(ISPS Code)에 의거한 국내규정 준수를 위해 필요한 기술



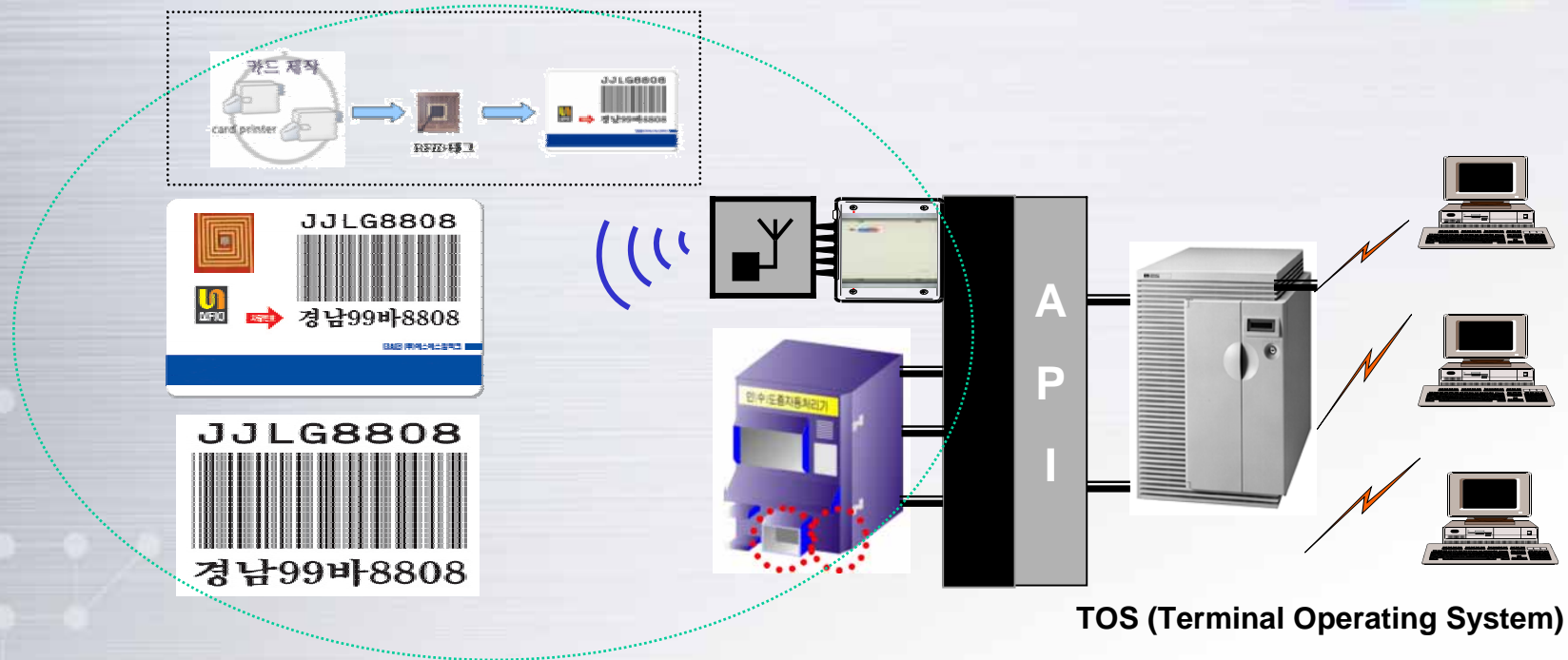
RFID 게이트 자동화 시스템 개발 개요(2/2)

기존 바코드 방식과의 비교



시스템 개발 및 구현(1/2)

개발시스템 구성도 개요



- 개발범위: 13.56MHz 수동형(passive)태그가 삽입된 RFID 카드 및 ISO 15693 규격을 따르는 리더로 구성된 하드웨어, 통신 프로토콜을 제어하는 펌웨어, 인식된 데이터를 처리하는 소프트웨어로 구성

시스템 개발 및 구현(2/2)

시스템 개발 및 구현

1. 태그: 수동형 13.56MHz 태그로 전원공급 및 데이터전송이 코일루프안테나의 자기에너지에 의해 동작을 감지하는 자기결합방식을 채택
2. 리더: 무선주파수를 태그에 송신하고 태그로부터 진폭 또는 위상변조를 통해 반송된 신호를 수신하여 복호를 통해 태그정보 식별
3. 소프트웨어: 태그의 신호를 감지하여 데이터를 해독한 리더는 해당 데이터를 직렬(serial) 통신으로 로컬서버로 전송
4. 애플리케이션: 서버는 화면에 디스플레이하여 저장, 조회, 수정, 기록 등의 기능을 수행할 수 있도록 하는 애플리케이션으로 운용

※ 이들은 RFID 로컬영역이며, 이들과 기존의 터미널운영시스템(TOS: Terminal Operating System)과의 연동하여 즉시 동작이 가능함

The image displays two screenshots of an RFID application interface. The top screenshot shows a card ID 'AAAA1111' and a '카드 확인' button. The bottom screenshot shows a 'CARD READER' interface with a card ID 'PEAU2556' and a '발급 가능 버튼' (Issuance Available Button). Annotations include: '카드로부터 데이터를 읽음.' (Reading data from the card), '카드로부터 읽은 데이터들을 저장함.' (Saving data read from the card), '수정할 저장 아이디 코드 입력' (Input ID code to be modified), and '수정된 카드 내용 정보 저장' (Saving modified card content information).

시스템 파일럿테스트

테스트 결과

- 기존의 항만에도 사용할 수 있도록 카드 전면에는 바코드를 인쇄하여 태그와 바코드를 동시에 인식할 수 있도록 하였음.
- 전송속도 19,200bps의 직렬통신방식으로 리더와 설치한 애플리케이션 서버를 연결하였음.
- 13.56MHz 수동형 태그이기 때문에 근거리에서만 인식이 가능하여 5cm와 10cm(최대) 거리에서 100개의 카드로 각각 3차례에 걸쳐서 인식률 테스트를 시행하였음.

인식거리	시도회수	카드개수	태그인식률(%)	바코드인식률(%)	인식속도
5cm	1차	100	100	100	1초 미만
	2차		100	100	
	3차		100	100	
10cm	1차	100	100	100	1초 미만
	2차		100	100	
	3차		100	100	

시스템 기대효과(1/2)

(1) 사회경제적 비용절감

연간 컨테이너차량 교통혼잡비용 330만원[통계청, 2005]

전체 수송거리에서 컨테이너차량이 터미널 게이트에서 머무는 구역비율 5% 가정

국내 컨테이너차량 또는 컨테이너 수송가능 화물차량 등록대수 20,000대

절감 가능한 교통혼잡비용: 20,000대 X 3,300,000원 X 0.05 = 3,333,3333,000원

(2) 국내산업 파급효과

RFID 구축비용: 카드, 카드 발급기, ATM, 리더 등 1억원, 카드 개당 10,000원 가정

국내 컨테이너터미널 20곳 대상: 20억원 소요

컨테이너차량 20,000대 대상: 2억원 소요

(3) 보안강화효과

기존 차량번호외 필요정보를 추가로 적재함으로써 보안등급 및 차량출입관리 용이
ISPS Code 준수를 위한 수준의 보안유지가 가능해 짐

시스템 기대효과(1/2)

A 컨테이너터미널의 경우

일일 유입차량: 적컨테이너 193대 + 공컨테이너 244대 = 총 437대

일일 반출차량: 적컨테이너 148대 + 공컨테이너 80대 = 총 228대

교통혼잡비용: 109,725,000원 (자료: 부산시, 도시물류기본계획수립을 위한 조사, 2002)

구분	RFID 이전	RFID 이후	기대효과	
1	통과 소요시간	2TEU/Min	6TEU/Min	300% 향상
	산출근거: $1,031,161\text{TEU}/\text{년} \div 365\text{일} \div 24\text{시간} \div 60\text{분} = 1.96\text{TEU}/\text{분}$ $6\text{TEU}/\text{분} \times 60\text{분} \times 24\text{시간} \times 365\text{일} = 3,153,600\text{TEU}/\text{년}$			
2	교통 혼잡비용	공 회전 및 교통정체 비용	유류비 및 교통비용 감소	33억원 절감
	산출근거(유류비 제외) $20,000\text{대} \times 3,300,000\text{원} \times 0.05 = 3,300,000,000\text{원}$ (컨테이너차량) (혼잡비용) (터미널게이트정차시간비율)			
3	추가확보 필요부지	게이트 11개 6,000평 이상	게이트 5개 1,000평 이하	5,000평 절감
	게이트 11개 설치시 대기공간: 약 6,000평 이상 게이트 5개 설치시 대기공간: 약 1,000평 이하			

결론

1 서론

2 이론적 배경

3 RFID 기반 게이트 통과 시스템 개발

4 결론

결론

RFID 기술의 타당성 부분 입증

- 재화의 위치이동이라는 부가가치를 창출하는 공급사슬관리측면의 접근필요
- 항만물류 정보화 및 효율화를 위한 선도기술로서 RFID 기술의 가치 확인
- 기존의 게이트 시스템 현황 및 기능분석을 통한 취약점 분석
- 바코드와 병행할 수 있는 비교적 저가의 수동형 RFID 기술 구현
- 국산기술 상용화 시도를 통한 U-Port 초기단계 사업모델로서의 가능성
- 실제 컨테이너터미널 파일럿테스트를 통해 시스템 자체 성능은 성공적
- 전체적인 항만물류 효율성과 운영측면의 비용절감 효과를 기대할 수 있음

연구의 한계점 및 향후 계획

900MHz 능동형 태그로의 기술전환을 통해 인식거리의 한계 극복

- 게이트 무정차 시스템으로의 진화가 필요
- 터미널운영시스템(TOS)과의 연동을 통해 터미널 전체업무로 확산이 필요

감사합니다!

How RFID technology can contribute?

General purpose of successful supply chain management in port and logistics industry

Visibility

Efficiency

Security

Lead Time

RFID Technology