

컨테이너터미널 게이트에서의 RFID 적용성과에 영향을 미치는 요인

고보찬* · 장명희†

*(주)한진, † 한국해양대학교 해운경영학부 부교수

Factors Influencing RFID Application Performance in Container Terminal Gate

Bo-Chan Go* · Myung-Hee Chang†

*HANJIN Corporation, Busan 601-050, Korea

† Division of Shipping Management, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 본 연구는 RFID를 게이트에 적용하여 활용하고 있는 컨테이너터미널을 대상으로 게이트에서 RFID 수용의도와 적용성과간의 관계를 확인하기 위하여 실증분석을 실시하였다. 먼저, 주요 이론 및 선행연구들을 바탕으로 RFID를 게이트 적용 시 수용의도에 영향을 미치는 요인으로 기술안정성, 시스템 품질, 보안성 등을 도출하였고, 도출된 요인들 중 RFID 게이트 적용 시 수용의도에 영향을 미치는 요인을 확인하고, RFID 수용의도와 적용성과간의 관계를 설문조사를 통하여 수집된 자료를 바탕으로 가설검정을 실시하였다. 연구결과, 기술 안정성을 제외하고 시스템 품질, 보안성은 RFID 수용의도에 유의한 영향을 미치고, RFID 수용의도는 RFID 적용성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

핵심용어 : RFID, 컨테이너터미널 게이트, 적용성과, 기술안정성, 시스템 품질, 보안성

Abstract : This study analyzed the correlation between RFID acceptance intention and application, and as a result, extracted the technical stability, system quality and security of RFID as factors that affect the intention of receiving RFID in container terminal gate through preliminary research. This analysis was done on individuals engaged in container terminals which are in operation by adopting RFID in container terminal gate presently, and by distributing totally 255 copies of questionnaire survey, 248 copies were collected. As a result of statistical analysis of this study, the following conclusions were made: First, the technical stability of RFID acceptance in container terminal gate was not statistically significantly high. Second, the system quality and the security of RFID acceptance in container terminal gate were statistically significantly high. Finally, container terminal gate RFID technology acceptance intention was statistically significantly high in application performance.

Key words : RFID, Container Terminal Gate, Application Performance, Technical Stability, System Quality, Security

1. 서 론

국토해양부에서 주관하고 있는 RFID 기반 항만물류 효율화 사업의 추진 배경으로는 첫째, RFID/USN 등 첨단 IT기술을 이용하여 해운 및 항만 물류분야에서의 경쟁력을 강화하여 '동북아 물류중심국가'라는 국정목표의 효율적 지원과, 둘째, 미국 항만보안 강화 법안(SAFE Port Act)의 통과로 인한 우리나라 해운·항만 물류분야에서의 적극적인 대응, 마지막으로 해외 선진항만의 맞춤형 투자를 통한 경쟁력 우위에 대응하여 우리나라에서도 상응하는 정책의 필요성이 요구되었다.

RFID 기술의 발전에 따라 정부 주도로 조달, 국방, 수의, 물류, 공항관리 등의 5개 분야에 대해서 1차 시범 사업이 진행되었으며, 현재 2차 사업이 진행 중에 있다. 이중 항만물류와 관련해서는 국토해양부 주도로 2004년 1월부터 2004년 8월까지 부산항을 대상으로 RFID 기반 항만물류 효율화 사업을 시

범 사업으로 추진하였으며, 2006년부터 2008년까지 110억원을 투입해 본격적인 u-port 시스템 구축하였다. 현재 케이엘넷을 주 사업자로 선정하여 RFID기반 항만물류 인프라 고도화 사업(2차)을 진행 중 이다(KL-NET, 2009). RFID기반 항만물류 인프라 고도화 사업(2차)에서는 전국 컨테이너 항만에 출입하는 컨테이너운반 차량 2만대 중 17,000대(85%)에 전자태그를 부착한데 이어 해외에 3,000여대를 RFID 태그를 추가로 부착하게 된다. 2010년부터 RFID 시스템 전면처리체제로 전환함과 동시에 컨테이너 차량 이동 인식율이 99% 수준으로 높아지게 될 것으로 예상하고 있다.

컨테이너터미널에서는 첨단 IT 기술을 기반으로 각 부문별 자동화 시스템을 개발하고 있는 실정이며, 게이트 부문에서도 점차 높아지는 인건비와 작업 능률의 극대화를 꾀하기 위하여 자동화에 대한 관심이 증대되고 있다. 실제로 자동화 항만과 재래식 항만을 동시에 운영하고 있는 외국의 경우 전

* 대표저자 : 연희원, kbchanjin@hanmail.net, 070)8245-2933

† 교신저자 : 종신회원, cmhee2004@hhu.ac.kr 051)410-4384

체 운영비에 대한 인건비 비중이 재래식이 44%인 것에 반해 자동화는 25% 수준이다. 이는 기술이 더욱 발전됨에 따라 생산성은 더 높아 질 것으로 보이고, 노동자들의 파업으로 인한 작업 중단 및 산업 재해도 큰 폭으로 경감될 것으로 보인다.

이와 같은 현실을 반영하여 최근 몇 년 전부터 게이트 자동화에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 하지만 대부분의 연구들은 주로 RFID 기술의 게이트 적용에 대한 것들이며, 게이트 업무 전체에 대한 분석과 자동화 적용에 대한 연구는 부족한 실정이다. 또한 주목을 받으며 많은 연구가 진행 중인 능동형 RFID 기술도 현 시점에서 항만분야에 실용화하기에는 아직 해결해야 할 문제점들이 많다(해양수산부, 2005).

따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 컨테이너터미널 게이트에 RFID 적용에 관한 인식 부족과 성공적인 운영에 필요한 실증연구가 부족하다는 판단에 따라, 먼저 기존의 문헌연구와 선행연구를 통하여 컨테이너터미널 게이트에 RFID 수용의도에 긍정적인 영향을 미치는 선행요인들을 도출하고자 하였다. 둘째, 컨테이너터미널 게이트에 RFID 수용의도와 적용성과간의 관계를 실증분석을 통하여 확인하고자 하였다.

2. RFID 적용현황 및 선행연구

2.1 컨테이너터미널 게이트에서의 RFID 적용현황

컨테이너터미널 게이트는 “컨테이너터미널에서 보안상의 경계인 외곽에서 출입구 이외의 터미널 내부 장치 근처에서 별도의 점검 장치를 갖춘 문처럼 생긴 구조물”로 정의하며 이는 일반적으로 구조물 및 하드웨어적인 측면의 정의로 한정되어 있다. 하지만 게이트는 이런 구조물적인 역할 뿐만 아니라 컨테이너터미널에 반·출입하는 컨테이너, 차량, 운전자 등을 인식 및 확인하고 컨테이너 속성, 무게, 위험화물 확인여부 등과 터미널 내의 차량흐름을 제어한다. 그리고 내륙운송업자와 컨테이너터미널 간에 컨테이너 관리에 대한 책임을 전환하고 장치장 내 진입방향을 지시하는 기능을 하고 있다. 또한 컨테이너터미널 게이트는 터미널 운영 시스템이 필요로 하는 정보를 제공하고 저장 및 기록한다.

현재 국내 컨테이너터미널 게이트에서 운영되는 게이트 시스템은 크게 두 가지 방식으로 구분된다. 첫 번째 방식으로는 운송사나 선사가 컨테이너터미널 운영시스템(TOS)으로 차량정보, 컨테이너 정보 및 기타 정보 등의 사전정보(COPINO)를 EDI를 통하여 사전에 전송하고, 컨테이너 차량이 게이트에 도착하면 운전자가 반출·입을 위한 바코드를 이용하여 터미널에서 가지고 있는 사전정보와 비교 후, 인수도중(SLIP 또는 EIR)을 발급받는 형태의 바코드 기반 자동화

게이트시스템을 대부분의 게이트에서 사용하고 있다. 바코드 기반 자동화 게이트시스템의 경우에는 구축비용이 저렴하고 인식률은 높다는 장점이 있으나, 인수도중을 발급받기 위해서는 다른 자동화 게이트 시스템 보다 처리시간이 많이 걸린다. 또한 운전자의 부주의로 인하여 차량 및 운전자 인식을 위한 바코드를 분실 및 훼손되는 경우 등의 취약점을 가지고 있다.

두 번째 방식으로는 바코드 기반 자동화 게이트 시스템과 OCR(광학문자인식) 기술을 이용하여 차량 및 컨테이너번호 정보를 인식하는 OCR 기반 자동화 게이트 시스템을 사용하고 있다. OCR 기반 자동화 게이트시스템은 바코드 게이트시스템에 비하여 업무처리시간이 단축되었으며, 차량 및 컨테이너번호의 사진을 획득함으로써 보안성을 강화하였다. 그러나 바코드 기반 자동화 게이트 시스템에 비해 구축비용이 많이 들며, 차량 및 컨테이너 번호 인식률은 날씨, 기후 등의 자연 환경에 민감하게 반응하는 편이다. 또한 인식오류가 발생했을 경우에는 수작업으로 정보를 입력 및 대처해야하는 문제점이 있다.

컨테이너터미널 게이트에 RFID를 적용하게 되면 다음과 같은 장점들이 있다(이 등, 2006). 첫째, 기존의 바코드 기반의 게이트시스템에 비교하여 게이트 통과시간이 1분당 2TEU에서 6TEU로 처리할 수 있다. 게이트의 신속한 통과를 컨테이너터미널 전체 생산성에 기여하게 되고, 게이트 통과를 위해 대기하던 차량의 유틸비, 교통적체, 추가적인 터미널 공간 요소의 문제를 해결할 수 있게 된다. 셋째, 기존의 바코드 방식의 게이트통과에 비해서 RFID는 상대적으로 오염에 강하고 훼손 우려가 적다. 마지막으로 RFID는 기본적인 차량번호 이외에 기사의 신분사항 및 기타 이력정보를 추가로 적재할 수 있어서 보안등급 관리와 차량출입 통계가 용이해진다. 일련의 확인절차를 효과적으로 단축할 수 있으며, ISP Code와 같은 각종 규정을 준수할 수 있는 수준의 보안 유지가 가능하다.

그러나, 이러한 장점에도 불구하고 컨테이너터미널 게이트에서 RFID를 적용시 문제점으로 확인된 사항들은 다음과 같다(최 등, 2008). 첫째, RFID 게이트시스템 장비(RFID 고정형 리더기, LED 전광판)에 대한 모니터링이 미흡하고, 전체적으로 900MHz 및 433MHz 휴대용 리더기의 활용도가 낮고, 일부 터미널의 경우 휴대용 장비를 납품 받았으나 정 위치에 없는 등 관리가 미흡하다. 둘째, RFID 장비의 인식률 저하 문제이다. 셋째, 기본적으로 미들웨어가 RFID 장비 연결여부와 각 장비의 작동여부를 확인할 수 있는 기능이 없어 어느 부분에서 문제가 발생하는지를 파악하는 모니터링 기능의 미흡함에 따른 문제가 존재한다. 마지막으로 실제 운영상에서 차량용 태그의 탈부착과 관련된 문제가 있는 것으로 파악되었다.

2.2 컨테이너터미널 게이트에서의 RFID 적용 시범사업 현황

1) RFID를 활용한 항만물류 효율화 사업(국토해양부, 2004~2006)

국토해양부에서는 2004년~2006년 총 55억 원의 예산을 투입하여 1단계 'RFID기반의 항만효율화사업'을 싸이버로지텍에 위탁하여 진행하였다. 싸이버로지텍은 1단계 사업에서 인프라 구축을 위하여 RFID 하드웨어 업체인 케이퍼씨의 433MHz 컨테이너용 RFID태그 1만개와 900MHz 차량용 RFID태그 2만개를 도입하여 컨테이너와 차량에 부착하였고, RFID 리더 220여 대를 컨테이너터미널 및 부산 주요간선도로 톨게이트에 설치/완료하였다. 또한 미국 롬비치 한전 터미널 등 해외 주요 3대 항만에 RFID 리더를 설치하였다.

국토해양부는 본 사업을 통하여 다음과 같은 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대하고 있다. 첫째, 항만 운영 효율화 측면에서 게이트 통과시간 단축을 통한 생산성 향상, 둘째, 장치 및 선적 작업 자동 확인으로 터미널 내부 운영 효율성 제고, 셋째, 컨테이너 위치 신뢰도 확보로 선적 및 장치의 오류로 인한 재처리 시간 감소, 넷째, 터미널 내부의 컨테이너 재작업 모니터링을 통한 개선 방안 도출, 마지막으로 장치 및 선적 작업 오류 사전 예방을 통한 항만 생산성 편차 감소효과를 거둘 수 있을 것이다.

2) RFID기반 항만물류 인프라 고도화 사업(2차) (국토해양부, 2009)

국토해양부는 RFID를 활성화 방안의 일환으로 2009년 8월~12월까지 케이엘넷을 주 사업자로 선정하여 RFID기반 항만물류 인프라 고도화 사업(2차) 효율화 사업을 실시하였다. 국토해양부는 동북아 물류중심지 국가 실현 및 경쟁 국가들과의 차별화된 항만개발, 신기술 적용 물류정보화 사업추진을 위해 RFID기반 항만물류 인프라 고도화를 추진하였다. 이를 위해 차량 RFID시스템 국제 표준화, 컨테이너 RFID시스템 재배치, 온라인 전자태그 발급체계 구축, 전자태그 성능강화 표준화를 추진하였다.

지금까지 국토해양부는 2006년 부산/경남지역의 11개 컨테이너 전용터미널에 RFID/USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반의 게이트자동화시스템을 구축했다. 2007년에는 광양/인천지역 등 10개소에 확대 구축해 전국 컨테이너 항만에도 확대, 지능형 u-Port 시스템을 구축했다. 이에 2006년에 부착한 13,500여개의 컨테이너 차량용 태그 인식율이 93% 수준에 그치고 있어 이를 보완하기 위하여 3,000여대에 추가 부착함으로써 고도화하게 되었다.

2.3 컨테이너터미널 게이트에서의 RFID 관련 선행연구

Roberts(2006)의 연구에서는 RFID가 발전되어온 역사, RFID 및 태그 등에 대한 RFID의 기본적인 내용을 다루고 있

다. RFID와 관련된 문제점으로 프라이버시 및 보안, 법규, 비용 문제를 제시하였으며, RFID 시스템의 중요성과 함께 보안 문제에 대한 해결 방안을 제시하였다. 특히, RFID태그에 있는 정보는 불법적으로 승인되지 않은 리더에 의하여 프라이버시 문제를 야기할 수 있기 때문에, 프라이버시와 기밀정보의 보호를 위해 APF (Authentication Processing Framework) 를 소개하고 있다.

Wu et al.(2006)은 현재 RFID의 문제점으로 기술적 문제, 표준화 문제, 특허로 인한 비용문제, 시스템 구축비용 문제, 국가 간 연계 문제, RFID 투자비용 문제, 현재 바코드 대체 시 비용문제 등의 7가지를 지적하고 개선방향을 제시하였다.

Xiao et al.(2007)는 RFID 기술을 각 산업에 적용 시 발생하는 비용문제, 효율성, 프라이버시, 보안 리더기 사이의 간섭 효과에 관하여 연구하였다.

컨테이너터미널 게이트 RFID 실증 연구로는 다음과 같다. 이·문(2009)의 연구에서는 사회적 영향, 인지된 위험, 자기 효능감을 추가한 확장기술수용모형을 설계하여 이들 관계를 분석하였다. 연구결과 사회적 영향(정부 및 공공기관의 영향, 경쟁업체의 RFID 도입, 거래업체의 압력)은 인지된 용이성과 인지된 유용성에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 인지된 위험(프라이버시 위험, 시간적 위험, 재무 위험)은 인지된 유용성에만 유의한 영향을 미치고, 자기 효능감은 인지된 용이성에만 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. RFID에 대한 인지된 용이성은 인지된 유용성에 유의한 영향을 미치고, RFID에 대한 선호는 도입권고 의도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

임(2009)은 협업 수준에 따른 RFID 적합성이 RFID 수용의도에 미치는 영향관계와 협업 수준에 따른 RFID 기술적합성과 RFID 수용의도, 그리고 RFID 기대성과에 미치는 영향관계를 분석하였다.

방 등(2009)의 연구에서는 RFID 도입요인과 RFID 효과 요인과의 관계를 분석하였다. RFID시스템의 도입요인으로 기업 내부적 동기, 외부적 동기, 운영 관리적 요인 등의 3가지를 중요도 분석한 결과, 기업 내부적 동기에서는 최고경영층의 도입의지와 결정이 가장 중요하게 나타났고, 외부적 동기요인으로는 정부로부터의 RFID시스템 장려정책 및 지원이 가장 중요하게 나타났다. 운영 관리적 요인에서는 RFID사업자의 협력 및 참여가 가장 중요한 요인으로 나타났다.

3. 연구모형 및 가설설정

3.1 연구모형의 설계

본 연구에서는 컨테이너터미널 게이트에서 RFID 기술적용 성과에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 연구모형을 아래의 Fig. 1과 같이 구성하였다. 우선, RFID의 기술 안정성, 시스템 품질, 보안성이 컨테이너터미널에 RFID 기술을 수용할

지 여부를 확인한 뒤, 이에 따른 수용의도에 대한 RFID 기술 적용의 성과를 예측하여 평가하고자 한다.

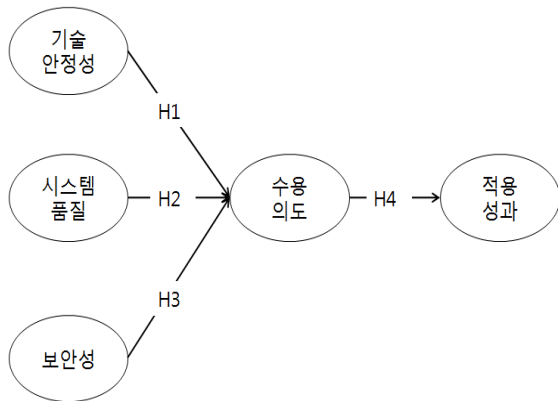


Fig. 1 Research Model

1) 기술 안정성과 수용의도 간의 관계

RFID태그에 신기술을 적용하여 시스템을 사용하는데 있어 기업이 속해 있는 산업과 기업 내·외부적인 상황에 따라 적합한 RFID 태그의 선정은 중대한 과제이다.

시스템을 도입하는데 있어 기술의 수용에 있어서 적합성은 중요한 요소이며, 기존에 이용하던 시스템과 유사한 특징을 많이 가질수록 사용자들의 인터페이스가 쉽게 적용될 수 있기 때문에 대외적인 수용이 이뤄진다. Hong and Kim (2002)의 연구에 의하면 ERP 시스템에 확장된 기능을 제공하는 RFID 역시 프로세스를 지원하는 업무자동화 시스템이기 때문에 RFID 도입에 있어 프로세스 적합성, 데이터 적합성, 시스템 적합성의 증대에 대한 기술 안정성은 기업의 RFID 수용 극대화가 이뤄질 것이다. 따라서 기술 안정성은 컨테이너터미널 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이라는 가설1을 도출하였다.

가설 1 : 기술 안정성은 컨테이너터미널 게이트의 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

2) 시스템 품질과 수용의도 간의 관계

새로운 정보기술의 도입은 산업구조를 변화시키고, 동종 산업 간의 경쟁의 규칙을 제시하며, 경쟁자를 능가할 수 있는 새로운 방법을 강구한다. 이러한 측면에서 동종업계의 정보화 정도가 높아질수록 새로운 경쟁수단으로 RFID 시스템을 채택하려는 수용의도가 높아지게 될 것이다. 이는 국내기업들이 시스템을 적용하여 타사의 경쟁기업과 차별적 우위를 확보하기 위한 수단으로 시스템의 품질이 중요한 요소로 분석된다. 시스템 품질 중에서 시스템의 이용시간, 이용 빈도, 이용패키지의 수, 시스템을 이용하여 수행하는 과업의 수는 효율적인 시스템 품질을 평가하기 위한 변수로 나타났다(Igbaria et al. 1995). 이러한 시스템의 품질을 획득한다면 시스템을 적용하는 수용의도에는 보다 적극적이며 긍정적인 도입 선택의 폭을

가져다 줄 것이다. 따라서 시스템 품질은 컨테이너터미널 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미친다는 가설2를 도출하였다.

가설 2 : 시스템 품질은 컨테이너터미널 게이트의 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3) 보안성과 수용의도 간의 관계

RFID에서는 보안 및 사생활 침해 문제가 가장 주요 사안이 되고 있다. RFID의 보안과 관련한 문제는 RFID태그의 해킹을 통한 정보의 무단 복제 및 유출가능성과 RFID 자체의 기술정보와 관련된 보안의 문제이다. 컨테이너터미널에서의 RFID태그를 적용할 시 직원들의 보안교육을 실시한다든지 보안을 위한 자체 조직구성도 보안성을 위해 중요하다(ETRI, 2007). 사전 RFID기술의 보안문제에 대한 대책을 수립하여 가이드라인을 제시한다든지 주기적인 시스템의 백업과 보안점검을 위한 항목을 구성하여 효율적인 관리가 되도록 운영하는 것이 중요하며(Chappell et al., 2004), 이는 RFID 기술을 적용하여 컨테이너터미널게이트에 활용 여부에 있어 정부의 권유, RFID사업자의 권유, 적극적인 관련부서의 참여, 최고경영층의 지원 등은 적용을 위한 기술 수용에 긍정적인 영향을 미칠 것이다. 따라서 보안성은 컨테이너터미널 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미친다는 가설 3이 도출되었다.

가설 3 : 보안성은 컨테이너터미널 게이트의 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

4) 수용의도와 적용성과 간의 관계

컨테이너터미널 게이트에 RFID태그 기술을 도입하여 적용하는 것은 업무처리의 자동화에 따른 편리성의 효과와 컨테이너 물동량 처리를 위한 속도 측면에서의 절감된 시간효과를 가져다준다(Gale et al., 2007). 또한 업무의 생산성면에서 비효율적인 업무의 증대가 아닌 효율적인 업무의 개선을 통한 기술도입의 효과를 기대할 수 있다(임, 2009). 또한 업무성과 측면에서 RFID기술을 적용하면 통합정보시스템 사용자가 정보시스템을 이용함으로써 업무활동의 향상, 업무의 효율성, 업무 생산성 향상이 이루어졌는지 또는 통합정보시스템을 이용하여 업무활동에 관한 정보의 획득, 개인적인 이익의 획득이 있었는지를 검토하였다. 따라서 RFID 수용의도는 컨테이너터미널 RFID 적용성과에 정(+)의 영향을 미친다는 가설 4가 도출되었다.

가설 4 : RFID 수용의도는 컨테이너터미널 게이트의 RFID 적용성과에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2 연구변수와 변수의 조작적 정의

각 개념들을 측정하는 설문 항목은 기존 연구에서 개발·사용된 것을 본 연구의 환경에 맞게 수정하여 사용하였다. Table 1은 변수들의 조작적 정의 및 출처이다.

Table 1 Technical Definition and Research Variable

연구 요인	조작적 정의	연구변수	참고문헌
기술 안정성	RFID 기술을 적용함에 있어서 컨테이너 터미널 운영에 대한 안정성의 정도	-태그기술의 인식률 -데이터통신기술 -리더기 인식기술 -소프트웨어 기술	Kim and Hong(2001) Rogers (1995)
시스템 품질	컨테이너 터미널 게이트의 사용자가 안정적이고 효율적으로 시스템을 이용할 수 있는 정도	-RFID시스템적절성 -RFID 만족도 -RFID 유지보수 -RFID 신속성	Porter & Millar(1985)
보안성	컨테이너 터미널 게이트에 RFID를 적용하여 시스템을 운영하는 데 있어서의 관리적 보안 정도	-보안교육 -조직구성 -대책수립 -보안점검	ETRI(2007) Chappell et al.(2004)
수용 의도	컨테이너 터미널에 RFID를 적용하는데 있어서 시스템 도입에 대한 권유 및 지원의 정도	-정부의 권유 -RFID사업자의 권유 -관련부서의 참여 -최고경영층의 지원	Kim et al. (2008) Koh et al. (2006)
적용 성과	RFID를 컨테이너 터미널 게이트에 적용함으로써 획득 가능한 효율성의 정도	-업무처리의 편리성 -업무처리의 속도 -업무처리의 생산성 -업무처리의 효율성	Gale et al. (2007) 임세현 (2009)

4. 가설 검정 및 분석

4.1 자료의 수집과 분석

본 연구에서는 컨테이너 터미널 게이트에 RFID를 적용한 성과에 영향을 미치는 요인을 실증적으로 검정하기 위해 표본 집단으로 현재 RFID 기술을 적용하고 있는 컨테이너 터미널에 종사하고 있는 직장종사자들을 선택하였다. 분석도구로는 AMOS 7.0을 이용하여 수집된 데이터를 실증분석 하였다. 총 255개의 설문지를 배부하여 255개의 설문을 회수하였으며, 결측치가 있거나 불성실하게 응답한 설문지 7부를 제외한 248부가 최종 분석에 사용되었다.

본 연구를 위한 표본 집단의 인구 통계적 특성을 살펴보면 다음과 같다. 담당업무는 관련 운송 업무가 153명(61.7%), 운영계획 업무 40명(16.1%), 전산처리업무가 26명(10.5%), 게이트관리가 22명(8.9%) 전략업무가 7명(2.8%)순으로 나타나 컨테이너 게이트를 직접 통관하는 운송관련 업무의 비중이 가장 높게 나타났다. 직급은 실무자가 219명(88.3%), 단위부서 책임자급이 24명(9.7%), 임원급이 5명(2.0%)로 나타나 실무자에 의한 RFID적용성과 기대에 관한 실질적인 응답이 이뤄졌음을 알 수 있다. 근무 연수는 10년 이상이 87명(35.1%), 7~10년이 50명(20.2%), 3~7년이 74명(29.8%), 1~3년이 32명(12.9%), 1년 미만인 5명(2.0%)으로 나타나 컨테이너 터미널 게이트에 대한 운영직식이 어느 정도 있고 업무의 효율성을 평가할 수 있는 조직구성원으로 이뤄졌음을 알 수 있다.

4.2 측정모형의 추정과 분석

본 연구에서는 기존의 타당성이 인정된 연구 모형을 재검증하는 확인적 성향의 연구로, 측정모형의 추정과 분석을 위하여 확인적 요인분석으로 측정모형을 추정하고 나서, 구조모형을 추정하는 구조방정식 모형의 2단계 접근법을 실시하였다. 이를 위해 구조방정식 모형의 1단계 분석에서 확인적 요인분석을 통해 측정 모형을 추정하였으며, 분석에는 AMOS 7.0을 사용하였다. 확인적 요인분석을 이용하여 척도의 타당성을 분석하고, 측정모형의 신뢰도와 평균분산추출값(AVE)을 산출하였다.

1) 측정모형의 신뢰성과 집중타당성

확인적 요인분석은 구성 개념 타당성에 대해 전반적이고 종합적인 평가를 가능하게 해주며, 집중타당성과 판별타당성에 대해서 확인평가를 가능하게 한다. 본 연구의 확인적 요인분석을 통해 제거된 측정항목을 제외하고, 측정 하부모형의 신뢰성을 평가하기 위해 합성개념신뢰도와 평균분산추출, Cronbach- α 값을 검정한 결과는 다음의 Table 2와 같다.

Table 2 Convergent Validity

항목	집중타당성						Cronbach - α
	비표준화 추정치	t값	표준화 추정치	측정 오차	합성 개념 신뢰도	평균 분산 추출값 (AVE)	
TS1	0.966	23.548	0.896	0.198	0.946	0.814	0.946
TS2	1.000	-	0.929	0.138			
TS3	1.000	23.217	0.892	0.205			
TS4	0.986	23.247	0.892	0.203			
SQ1	0.922	18.790	0.867	0.258	0.909	0.713	0.908
SQ2	1.000	-	0.879	0.22			
SQ3	0.900	16.094	0.798	0.359			
SQ4	0.862	17.342	0.831	0.309			
SE1	1.000	-	0.852	0.273	0.910	0.719	0.911
SE2	0.960	16.672	0.849	0.278			
SE3	0.912	16.316	0.837	0.3			
SE4	0.994	16.805	0.853	0.274			
INT1	0.970	22.791	0.906	0.187	0.940	0.798	0.942
INT2	1.000	-	0.908	0.179			
INT3	0.983	23.354	0.914	0.174			
INT4	0.931	19.744	0.854	0.275			
AE1	0.901	24.228	0.899	0.198	0.955	0.800	0.955
AE2	0.957	25.104	0.909	0.179			
AE3	0.995	27.182	0.931	0.131			
AE4	1.000	-	0.930	0.127			

각 구성개념들에 대하여 지정된 예측변수가 그들 구성개념을 충분히 설명하고 있는가를 확인하는데 필요한 추정치는 합성 개념 신뢰도와 평균 분산 추출값이다. Table 4에서 보는 바와 같이 먼저 합성 개념 신뢰도의 경우 모든 구성개념이 권장수준인 0.7 이상을 상회하는 것으로 나타나 전반적으로 양호한 수준으로 평가되었다. 그 중에서 적용성 결과가 0.955로 가장 높았으며, 기술 안정성은 0.946으로 적용성과 다음으로 나타났다. 이 중 시스템 품질의 개념이 0.909로 가장 낮게 추정

되었지만, 수용가능 수준에 부합하는 것으로 나타나 합성 개념 신뢰도가 높은 것으로 확인하였다. 다음으로 평균분산추출의 경우 구성개념에 의해서 설명되는 분산의 양을 나타내며, 0.5보다 작은 경우에는 측정오차가 구성개념에 의해서 설명되는 분산보다 크기 때문에 신뢰성이 없다고 할 수 있다. 평균분산 추출 값은 기술 안정성이 0.814로 추정치가 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 적용성과가 0.800으로 나타났다.

집중타당성은 동일한 개념을 측정하기 위해 서로 다른 두 가지 측정항목을 개발하고 이를 통해서 얻어진 측정치들 간에 높은 상관관계가 존재해야 할 때 타당성이 있다고 설명된다. 집중타당성의 분석은 측정모델의 요인 적재 값과 t-값에 따라서 결정된다. 즉, 각 항목의 추정치가 0.5이상이며, 그 추정치의 t-값이 2.0 이상일 때, 측정항목의 집중타당성이 있는 것으로 판단한다.

Table 2에서 보는 바와 같이 모든 항목들의 추정치와 그 추정치의 t-값은 권고되는 수치를 충분히 만족시키는 것으로 나타나 연구에 적용된 항목들의 집중타당성은 충분하다고 판단한다.

2) 측정모형의 판별 타당성 평가

판별타당성은 한 잠재요인이 실제로 다른 잠재요인과 얼마나 다른가에 관한 것으로, 판별타당성을 평가하는 방법에는 두 가지가 많이 이용된다. 첫째, Fornell and Bookstein(1982)의 이론을 따라 하나의 구성개념 내의 평균분산추출 값이 다른 구성개념과 공유하는 분산보다 커야한다는 것이다. 따라서 Table 3에서 보듯이 각 구성개념들의 평균분산추출 값의 제곱근이 다른 구성개념들 간의 상관계수보다 상회하여야 한다.

Table 3 Correlation and AVE Square root

변 수	추출된 평균분산의 제곱근 값				
	1	2	3	4	5
1. 기술 안정성	(0.902)				
2. 시스템 품질	0.819	(0.845)			
3. 보안성	0.631	0.727	(0.848)		
4. 수용의도	0.618	0.790	0.676	(0.893)	
5. 활용성과	0.742	0.826	0.676	0.808	(0.894)

요인과 cross-factor loading을 검증하는 것으로 이는 주성분요인분석과 유사한 방식으로 측정항목 수준에서 판별타당성을 검증하기 위한 방법이다. 즉 한 구성개념 내에서의 측정항목들은 자체 로딩한 값이 다른 구성개념과의 크로스 로딩한 값보다 큰가를 측정하여 판별타당성을 다시 한 번 확인하였다.

3) 측정모형의 적합도 평가

다음의 Table 4에서 보는 바와 같이 측정모형의 적합도를 살펴보면, (p) = 255.123(0.00)을 자유도로 나눈 비율이 1.595로 나타나 권장수준(≤3.00)을 만족시키는 것으로 나타났다.

Table 4 Goodness of fit Index of Measuring Model

구분	적합도지수	수용기준	분석결과
절대부합지수	χ^2 /자유도	≤3.00	1.595
	χ^2 자유도(df) p-value	≥0.05	255.123 160 0.000
	기초부합지수(GFI)	≥0.90	0.901
	잔차평균자승이중근(RMSR)	≤0.1	0.042
	근사원소평균자승잔차(RMSEA)	≤0.08	0.049
증분부합지수	수정부합지수(AGFI)	≥0.80	0.870
	표준부합지수(NFI)	≥0.90	0.952
	관계부합지수(RFI)	1.0근사	0.943
	증분부합지수(IFI)	1.0근사	0.982
	비교부합지수(CFI)	≥0.90	0.982
간명부합지수	간명기초부합지수(PGFI)	≥0.60	0.687
	간명표준부합지수(PNFI)	≥0.60	0.802

GFI = 0.901, AGFI = 0.870으로 GFI가 권장수준에 부합하게 나타났으며, 연구모형이 얼마나 잘 근사하느냐의 정도를 나타내는 RMSEA = 0.049로 권고수준을 만족하고 있고, 또한 1.0에 근사할 경우 적합하다고 볼 수 있는 IFI = 0.982, CFI = 0.901 등으로 수용기준에 부합하는 것으로 나타났다. 그 외에 PGFI = 0.687, PNFI = 0.802로 일반적으로 권고하는 수용기준인 0.6이상을 상회하는 것으로 나타나 대체적으로 측정모형의 적합도가 수용기준을 충족하는 것으로 평가하였다.

4) 구조모형의 검증

본 연구모형에서 구성개념의 구조적 관계를 설명하고 있는 구조모형에 대한 적합도 지수는 다음의 Table 5와 같다.

Table 5 Goodness of fit Index of Structuring Model

구분	적합도 지수	수용기준	분석결과
절대부합지수	χ^2 /자유도	≤3.00	1.980
	χ^2 자유도(df) p-value	≥0.05	322.712 163 0.000
	기초부합지수(GFI)	≥0.90	0.879
	잔차평균자승이중근(RMSR)	≤0.1	0.100
	근사원소평균자승잔차(RMSEA)	≤0.08	0.063
증분부합지수	수정부합지수(AGFI)	≥0.80	0.844
	표준부합지수(NFI)	≥0.90	0.940
	관계부합지수(RFI)	1.0근사	0.930
	증분부합지수(IFI)	1.0근사	0.969
	비교부합지수(CFI)	≥0.90	0.969
간명부합지수	간명기초부합지수(PGFI)	≥0.60	0.682
	간명표준부합지수(PNFI)	≥0.60	0.806

먼저 (p) = 322.712(0.00)이며, 이 값을 자유도로 나눈 비율이 1.980로 권장수준(≤3.00)에 부합하였다. 그러나 GFI = 0.879로 권장수준인 0.90보다 약간 낮은 것으로 나타났다.

AGFI = 0.844로 권장수준인 0.80에 상회하고 있으며, RMSEA = 0.063, IFI = 0.969, CFI = 0.969, PGFI = 0.682, PNFI = 0.806 등 수용기준에 상회하는 것으로 나타나 구조모형이 연구 개념들 사이의 관계를 설명하는데 적절한 것으로 판단하였다.

4.3 연구가설 검증

본 연구에서 연구가설은 연구모형에서 구성개념 사이의 경로로 구성되어 있다. 구조모형의 분석결과에 따르면 각 경로의 추정치와 t-값은 아래의 Fig.2와 같이 나타났으며, 기술 안정성에서 수용의도에 이르는 경로를 제외한 다른 모든 경로는 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다.

기술 안정성이 REID 기술 수용의도에 영향을 미친다는 연구가설 1(H1)은 경로계수가 -0.083으로 나타났으며, t-값이 -0.90으로 나타나 유의하지 않아 기각되었다. 시스템 품질이 수용의도에 영향을 미친다는 연구가설 2(H2)는 경로계수가 0.753이며, t-값이 6.73으로 유의수준 $p < .01$ 에서 통계적으로 유의한 것으로 나타나 채택되었다. 보안성은 수용의도에 영향을 미친다는 것으로 설정된 연구가설 3(H3)은 경로계수가 0.249, t-값이 3.136으로 유의수준 $p < .01$ 에서 채택되었다. 또한 RFID 적용에 관한 수용의도가 적용성과에 영향을 미친다는 연구가설 4(H4)도 경로계수가 0.795, t-값이 16.658으로 유의수준 $p < .01$ 에서 채택되었다.

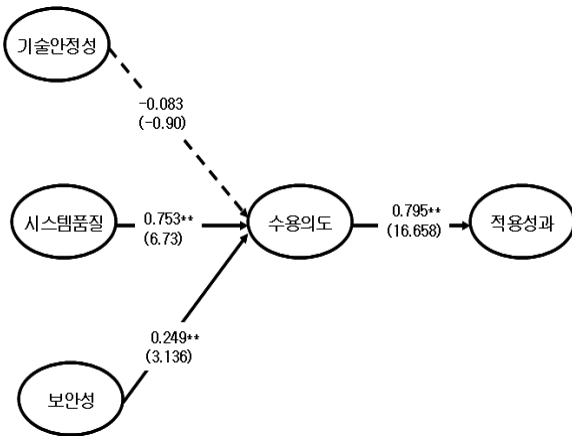


Fig. 2 Result of Research Model

연구가설 검증결과는 Table 6과 같다.

본 연구가설 검증결과를 자세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 연구가설 1(H1)의 RFID태그기술인식률, RFID데이터통신기술, RFID 리더기 인식기술, RFID 소프트웨어기술은 RFID 수용의도에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 기존의 Hong and Kim(2002)의 연구에 의하면 ERP 시스템에 확장된 기능을 제공하는 RFID 역시 프로세스를 지원하는 업무자동화 시스템이기 때문에 RFID 도입에 있어 기술 안정성이 기업의 RFID 수용 극대화에 기여할 것이라고 보았다. 하지만 본 연구에서는 실무적으로 컨테이너터미널 게이트에서

컨테이너터미널 종사자들이 태그기술의 인식률, 데이터통신기술, 리더기 인식기술, 소프트웨어 기술 등과 같은 RFID 기술의 안정성에 대해서 중요하게 생각하고 있지 않는 것으로 해석된다. 이와 같은 결과는 본 연구의 설문에 응답한 62%가 컨테이너터미널 게이트를 직접 통과하는 운송관련 업무에 종사하는 실무자들이기 때문으로 해석된다. 실제로 컨테이너터미널 게이트에 RFID 기술을 적용하는 데 있어 기술적 요인을 고려하는 경영계층은 운영계획 업무, 전산처리업무, 게이트관리, 전략업무 등이다. 운송실무자들은 이들 경영계층에 비해 RFID 기술에 대한 인지도가 낮은 원인이 본 가설의 기각이라고 판단된다. 따라서 RFID를 컨테이너터미널 게이트에 상용화하기 위해서는 운영, 전략과 관련된 종사자들뿐만 아니라 일반 운송실무자들에게도 RFID 기술에 대한 인지도를 높일 필요가 있음을 시사하고 있다.

둘째, 시스템 품질이 RFID 활용에 대한 수용의도에 영향을 미친다는 연구가설 2(H2)는 채택되었다. 이는 컨테이너터미널 게이트 통관절차를 간소화시키고 종사자들의 만족감과 시스템 유지보수, 신속한 업무처리가 이루어진다고 보기 때문이다. RFID 적용에 대한 보안교육, 조직구성, 운영대책, 보안점검이 잘 이루어질수록 수용 의도가 높아지는 연구가설 3(H3)과 수용의도에 따라 업무처리의 효율성, 생산성, 편리성, 신속성과 같은 적용성과에 긍정적인 영향을 미친다는 가설 4(H4)도 채택되었다.

Table 6 Summary of Research Hypotheses

연구가설	경로 계수	t-값	검정 결과
[H1] 기술 안정성은 컨테이너터미널 게이트의 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미친다.	-0.083	-0.90	기각
[H2] 시스템 품질은 컨테이너터미널 게이트의 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미친다.	0.753	6.73**	채택
[H3] 보안성은 컨테이너터미널 게이트의 RFID 수용의도에 정(+)의 영향을 미친다.	0.249	3.136**	채택
[H4] 수용의도는 컨테이너터미널 게이트의 RFID 적용성과에 정(+)의 영향을 미친다.	0.795	16.658**	채택

** : $p < .01$

주) **: $p < .01$

5. 결론

현재 시범화 사업 진행 중인 컨테이너터미널 게이트 RFID 부착에 관한 실증적 성과를 측정하기 위해 본 연구에서는 기존의 선행연구를 토대로 연구모형을 설정하여 적용성과에 영향을 미치는 요인을 실증 분석하여 확인하였다. 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 기술 안정성, 시스템 품질, 보안성, 수용의도, RFID 적용성과 변수 간의 관계를 설정하였다.

본 연구의 실증분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, RFID 태그기술 인식률, RFID 데이터통신기술, RFID 리더기 인식기술, RFID 소프트웨어기술은 정보유출 수용의도에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과는

본 연구의 응답자들 중에서 운송실무자가 62%를 차지하고 있는데, 이들 운송실무자들은 RFID 기술에 대한 인지도가 낮고, RFID 기술수용 시에 기술의 안정성까지 고려할 필요성을 느끼지 못하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 둘째, 시스템 품질이 RFID 활용에 대한 수용의도에 미치는 유의한 영향을 확인할 수 있었다. 셋째, RFID 적용에 대한 보안교육, 조직구성, 운영대책, 보안점검이 잘 이루어질수록 RFID를 수용하려는 의도가 높아진다는 결과를 확인할 수 있었다. 넷째, RFID 수용의도는 효율성, 생산성, 편리성, 신속성 등의 적용성과에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 아직 상용화되지 않은 컨테이너터미널 게이트에 RFID기술을 적용하여 성과측면에 긍정적인 영향을 가져다주는지 확인하기 위한 요인을 실증적으로 검증하였다는 점이다. 이는 아직 시범화 단계에서 실행되었던 컨테이너터미널사의 RFID기술을 미도입한 기업에 대한 호의적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대한다. 또한 RFID 적용성과에 영향을 미치는 요인을 통해 기대효과와 기술도입에 대한 전략적인 운영효율성을 위한 가이드라인을 제시할 수 있을 것이다.

본 연구는 위와 같은 시사점에도 불구하고 다음과 같은 한계점을 갖고 있다. 첫째, 기술 안정성과 RFID 수용의도 간의 관계가 유의하지 않게 나온 결과는 컨테이너터미널 종사자들의 업무운영에서 RFID 기술의 중요성을 크게 인지하고 있지 않았기 때문일 수 있다. 따라서 추후 연구에서는 RFID 기술에 대한 인지능력의 수준 별로 집단을 나누어 비교·평가 할 수 있는 연구가 진행되어야 할 것이다. 둘째, 컨테이너터미널 게이트에 RFID를 적용함에 있어 성과적인 측면에서 영향을 미치는 요인을 보았는데 향후 연구에서는 적용성과의 긍정적인 부분과 조직업무를 저해시키는 부분에 대한 요인을 검토하여 분석하는 연구가 이루어져야 할 것이다. 셋째, 본 연구는 컨테이너터미널 게이트에서 RFID 기술의 유효성을 검증하기 위한 실증연구가 거의 없는 상태에서 출발한 탐색적 성격을 띠고 있는 연구라 할 수 있다. 따라서 향후의 연구에서는 컨테이너터미널 게이트분야의 특성을 반영하여 RFID 유효성을 검증할 수 있는 변수를 찾아내는 연구가 진행되어야 할 것으로 본다.

참고문헌

- [1] 방희석·강동준·나정호(2009), "RFID 시스템의 도입요인과 효과에 관한 연구," 전자무역연구, 제7권, 제1호, pp. 65-89.
- [2] 이미숙·문석환(2009), "RFID수용의 영향요인에 관한 실증연구," 인터넷 전자상거래, 제9권, 제1호, pp. 281-305.
- [3] 이석용·서창갑·박남규·송복득(2006), "RFID 기반의 컨테이너터미널 게이트 자동화 시스템 개발에 관한 연구," 정보시스템연구, 제15권 제3호, pp. 187-211.
- [4] 임세현(2009), "RFID 도입 전략에 관한 실증연구," 한국물류학회, 제19권, 제1호, 1, pp. 97-127.
- [5] 최형립·김재중·이호인·신중조·야우스 케첼리·김희운·최성필(2008), "RFID기반 컨테이너터미널 게이트시스템 개선방안에 관한 연구," 한국항해항만학회 2008 추계학술대회 논문집, pp. 385-372.
- [6] 해양수산부(2005), "RFID 기반 항만물류효율화 사업, 완료보고서.
- [7] Chappell, G., David D. and Greg G.(2004), "Auto-ID Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain", Auto-ID Center No. 1, pp.11-18.
- [8] ETRI(2007), "Printed RFID 기술", 전자통신 동향분석 제22권 제5호 10월.
- [9] Fornell, C., and Bookstein, F. L.(1982), "Two Structural Equation Models: LISREL and PLS Applied to Consumer Exit-Voice Theory," Journal of Marketing Research, Vol. 19, No.4, pp. 440-452.
- [10] Gale, T, Divakar, R. and Chelliah, S.(2007), "The Impact of RFID on Supply Chain Performance", The School of Management, University of Texas at Dallas, Working Paper.
- [11] Hong, K. K. and Kim, Y .G.(2002), "The Critical Success Factors for ERP Implementation: An Organizational Fit Perspective", Information & Management, Vol. 40, pp.1-16.
- [12] Igbaria, M. Guimaraes, T. and Davis, G. B.(1995), "Testing the Determinants of Microcomputer Usage via a Structural Equation Model", Journal of Management Information Systems, Vol. 11, No. 4, pp. 87-114.
- [13] KL-NET(2009), RFID기반 항만물류 인프라 고도화 사업(2차) 착수보고회.
- [14] Kim, an J., Ferrin Donald L, Rao H. Ragha.(2008), "A Trust-Based Consumer Decision Making Model in Electronic Commerce: The Role of Trust, Risk, and their Antecedents" Decision Support Systems, Vol. 44, No. 2, pp.544-564.
- [15] Koh, C. E., Kim, H. J. and Kim, E. Y.(2006), "The Impact of RFID Retail Industry: Issues and Critical Success Factors," Journal of Shopping Center Research, Vol. 13, No. 1, pp. 101-117.
- [16] Lee, S. Y., Kim, Y. I., Seo, C. G. and Park, N. K.(2006), "A Study on the Potential and Requirements on Shipping Companies with RFID Technology," International Journal of Navigation and Port Research, Vol. 30, No. 2, pp. 151-159.
- [17] Porter, M. and Millar, V. E(1985), "How Information Gives Competitive Advantage," Harvard Business Review, Vol. 63, No. 4, pp. 149-160.
- [18] Roberts C. M.(2006), "RFID Tags, Security and the

- Individual", Computer Law & Security Report, Vol. 22, Issue 2, pp.165-168.
- [19] Rogers, E. M.(1995), Diffusion of Innovations, 4th ed, New York, The Free Press.
- [20] Wu, N. C., Nystrom, M. A., Lin, T. R. and Yu, H. C.(2006), "Challenges to Global RFID Adoption", Technovation, Vol. 26, Issue 12, pp.1317-1323.
- [21] Xiao, Y., Yu, S., Wu, k., Ni, Q., Janecek, C. and Nordstad, J.(2007), "Radio Frequency Identification : Technologies, Applications and Research Issues", Wireless Communications and Mobile computing, Vol 7, Issue 4, pp. 457-472.

원고접수일 : 2010년 11월 1일

심사완료일 : 2010년 12월 22일

원고채택일 : 2010년 12월 23일