

RTLS를 활용한 유비쿼터스 항만운영시스템 구축 방안

Implementation of Ubiquitous Port Operation System Using RTLS

박두진*, 최영복**
한국해양대학교 동북아물류시스템학과*, 동명대학교 정보통신공학과**

Doo-Jin Park(djpark72@paran.com)*, Young-Bok Choi(ybchoi@tu.ac.kr)**

요약

RTLS(Real Time Location System)는 사물에 RTLS 태그를 부착하여 사물의 정보와 위치 정보를 실시간으로 제공해 주는 시스템이다. 본 논문에서는 항만운영시스템의 성능을 개선하기 위하여 컨테이너의 위치 정보를 실시간으로 제공해 주는 RFID(Radio Frequency Identification) 기반의 RTLS를 활용하여 장치장의 효율적인 운영방안을 제안한다. 그룹기반의 하역 순서 시스템에서 같은 그룹의 컨테이너는 목적지 항만, 컨테이너 크기, 무게 등이 비슷한 특성을 가진다. 이를 위하여 ISO 18000-7에서 표준화된 RFID 태그의 메시지 포맷에서 미정의된 N 바이트의 파라미터를 이용하는 방안을 제안한다. 성능 분석 평가 결과 그룹 기반 시스템은 장치장에서 트랜스퍼크레인의 재조작 비율을 줄이고, 항만 물류의 전체 리드 타임을 감소시킨다.

■ 중심어 : □전파 식별 □실시간위치추적시스템 □항만운영시스템 □장치장□유비쿼터스 항만 □

Abstract

RTLS(Real Time Location System) is the system to provide information and real-time location of tagged objects by using RTLS tag. In this paper, in order to enhance the performance of the port operation system, an efficient operation method of yard is suggested by applying RFID(Radio Frequency Identification)-based RTLS that provides real-time accurate positions of containers. In the group-based loading sequence system, the containers in the same group should have the similar characteristics such as POD(Port of Destination), size, weight, etc. In order to run this system, we propose the scheme using the parameters to the unspecified N bytes of RFID tag specified in ISO 18000-7. According to simulation result, the group-based system reduces the re-handling ratio of TC (Transfer Crane) in yard. It will reduce the whole lead-time in the process of port logistics.

■ keyword : □RFID □RTLS □Port Operation System □Yard □Ubiquitous Port □

1. 서론

RFID(Radio Frequency Identification) 시스템은 사물에 RFID 태그를 부착하여 정보를 자동으로 수집하여 활용하는 유비쿼터스 센서 네트워크(USN : Ubiquitous

Sensor Network)의 핵심기술이다[1]. USN은 RFID의 인식기술을 바탕으로 주변의 환경정보 등을 실시간으로 광대역통합망(BcN)에 연결하여 정보를 관리함으로써 모든 사물에 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 기능을 부여하여 언제든지 네트워크 환경을 제공한다[2]. RFID는 정보의

접수번호 : #080907-002
접수일자 : 2008년 09월 07일

심사완료일 : 2008년 12월 07일
교신저자 : 박두진, e-mail : djpark72@paran.com

실시간 처리 및 네트워크의 특성으로 현재 사용되고 있는 바코드를 대체하여 유통 및 물류 분야 등의 산업 전반에 걸쳐 다양한 응용 서비스에 이용되고 있다. 특히, 미국의 9·11 테러 이후 항만 및 기간 시설의 보안 필요성의 강화됨에 따라 미국으로 수입되는 컨테이너 화물에 RFID 태그를 부착하는 것을 권고하고 있다. 현재 RFID 기술을 이용하여 컨테이너 차량의 게이트자동 통과, 화물 장치, 화물 선적 등의 항만운영에 활용하여 시간적 단축 및 정확성을 제공할 수 있지만, RFID 기반의 항만운영시스템은 컨테이너의 위치추적(Tracking) 등에 이용될 수는 있으나 항만의 장치장이나 선박 등과 같은 컨테이너가 집회되어있는 장소에서는 실시간으로 컨테이너 위치를 파악이 불가능함으로써 효율적인 항만 운영 시스템을 구축할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 RFID 기반의 항만운영시스템과 차별화된 운영시스템을 구축하기 위하여 RTLS(Real Time Location System) 시스템을 활용한다. RTLS는 관리하고자 하는 사물에 RFID 기반의 RTLS 태그를 부착하여 사물의 위치정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 시스템이다[3].

본 논문에서는 RFID 기반의 RTLS 을 활용한 효율적인 유비쿼터스 항만운영시스템의 구축 방안을 제안한다. 이를 위하여 2장에서는 RFID 기반의 RTLS 기술의 개요와 특징을 설명하고, 3장에서는 기존의 RFID 기반의 항만운영 서비스와 문제점을 분석한 후 4장에서는 RFID 기반의 RTLS 항만운영시스템을 제안한다. 5장에서는 제안한 방안의 성능평가를 수행하고, 6장에서 결론을 맺는다.

II. RTLS 개요 및 특징

본 장에서는 RFID 기반의 RTLS 시스템의 개요 및 특징에 대해 기술하고자 한다.

1. RFID 기반 RTLS 시스템의 개요

RTLS는 관리하고자 하는 사물에 RFID 기반의 RTLS 태그를 부착하여 태그를 통한 사물의 정보를 파악하며, 또한 그 사물의 위치를 실시간으로 모니터링 할 수 있는

시스템이다. 기존의 RFID 기술은 리더기를 통해 동시에 수신되는 태그들의 상황 정보에 대해서는 인식이 가능하지만 각각 개별적인 태그의 위치 정보에 대해서는 실시간으로 알 수 없는데, RTLS은 무선랜 환경에서 전파의 특성을 이용하여 태그가 부착된 사물의 위치, 접근, 이동을 실시간으로 추적 할 수 있다. 즉, 공장이나 사무실 같은 실내 및 야적장 및 공원과 같은 제한적인 범위의 실외에서 특정 사물 및 사람의 위치를 인식한다. 현재 RTLS는 헬스케어, 자동화시스템, 미 해군의 함상에서의 사람 및 장비 위치 추적, 회사 보안 시스템 등 다양한 분야에서 응용되고 있다[4]. RTLS의 전체 구성도는 [그림 1]과 같으며, 각 구성 요소의 기능은 다음과 같다[5].

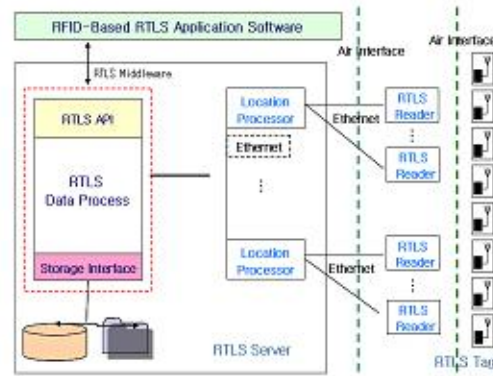


그림 1. RTLS의 구성 요소

- RTLS 서버: RTLS 수신 안테나로부터 들어오는 데이터들을 수집한다. 이 서버에서 태그의 정보 및 위치 정보를 계산하여 애플리케이션 소프트웨어에 정보를 전송한다.
- RTLS 태그: RTLS 태그는 능동형(Active Tag)으로 사물에 부착되어 있다. RTLS 태그는 RTLS 리더기로 유일한 ID와 메시지를 송신한다.
- RTLS 리더기: RTLS 태그로부터 신호를 수신하는 기능을 가진다.
- RTLS Location Processor: RTLS 리더기를 통해 수신된 태그 신호 정보를 바탕으로 태그의 위치 정보를 측정하고 보정하여 이를 RTLS 미들웨어로 전송하는 장치이다.

- RTLS 미들웨어: RTLS Location Processor로부터 전달받은 태그의 위치 정보를 처리하고 관리하고 응용 소프트웨어의 API를 제공하는 장치이다.
- 무선 인터페이스(Air Interface): RTLS 태그와 RTLS 리더기 사이에 무선 통신 프로토콜 및 신호 구조를 나타낸다.

2. RFID 기반의 RTLS 특징

RFID 기술은 사물의 존재 인식을 기본 기능으로 대량의 상품을 대상으로 하는 물류 중심의 바코드의 대체물로 사용하기 위해서는 태그의 가격이 저렴하고 적용이 용이한 수동형 태그 중심으로 발전해왔다. 그러나 실시간으로 자신의 위치를 송신하기 위해서는 태그 스스로 신호를 발생시켜 태그의 위치 정보를 능동적으로 송신하는 태그가 필요하다.

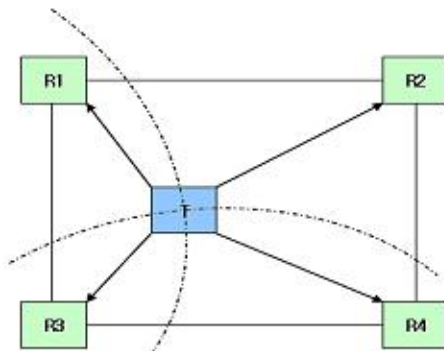


그림 2. TODA 위치추정 방법

RTLS 시스템에서는 보편적으로 삼각측량법에 의한 위치 추정은 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 나 TDOA(Time Difference of Arrival) 기술을 바탕으로 이루어진다. TDOA 방식의 위치추정 방안은 [그림 2]에서 설명하고 있다. 각 리더기 R1, R2, R3, R4에서 받은 신호들이 갖게 되는 시간 차이로부터 각 리더로부터 태그까지의 거리를 측정할 수 있는데, 이로부터 타원형의 위치 지점들을 찾아낼 수 있고 이 타원형의 교차점이 해당 태그의 위치를 나타내게 된다. RSSI 방식의 경우 상대적으로 신호의 감소량을 기준으로 거리를 측정한다[6].

III. 기존 유비쿼터스 항만운영시스템 사례 및 문제점분석

유비쿼터스 항만운영시스템은 RFID 등의 유비쿼터스 기술을 항만운영시스템에 도입하여 터미널의 생산성을 높이고, 고객서비스의 향상 및 비용을 절감하는 항만운영시스템을 구축하는 것으로 본선 하역 업무 및 컨테이너 장치장의 운영관리와 일반 행정관리에 대해 전반적으로 이용되는 항만운영시스템이다.

1. 국내 RFID 기반의 항만운영시스템 구축 사례
해양수산부는 21세기 동북아 물류중심지 실현을 위한 2005년 1차 “RFID 기반의 항만효율화 사업”을 완료하였다.

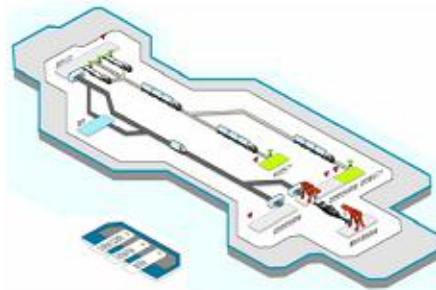


그림 3. RFID 기반 항만물류 효율화 사업 운영 범위

[그림 3]은 “RFID 기반 항만물류 효율화 사업”의 운영 범위를 나타내고 있다. 사업 범위는 컨테이너 및 차량의 실시간 위치 추적과 게이트 반출입과 장치장 업무의 자동화 및 RFID 물류인프라 확산 방안 등이 있다. RFID 태그가 장착된 수출 화물 컨테이너에 대해 회주의 보세 창고에서 적재부터, 감천항 터미널로 게이트통과, 장치, 선적, 출항 후 수출대상항구 터미널까지 실시간을 추적 관리한다.

2. 선행 연구의 문제점 분석에 따른 요구사항
해양수산부가 시행했던 “RFID 기반 항만물류 효율화 사업”에서도 컨테이너 장치장과 인벽에서의 양적하 작업 부분은 시범 사업에서 제외되었다. 이러한 이유는 433MHz 대역의 RFID 기술은 장치장과 선박 등과 같은

RFID 태그가 집하되어 있는 경우 태그의 존재 정보에 대해서는 인식하지만 실시간으로 이동하는 컨테이너의 정확한 위치 추적에는 한계성을 가지기 때문이다. 즉, 기존의 RFID 시스템은 일정한 범위 안에 있는 각각 태그의 존재 정보는 실시간으로 파악하지만 위치추정은 불가능하기 때문이다[7]. 따라서 장치장 또는 선박에서 효율적인 유비쿼터스 항만운영시스템을 구축하기 위해서는 컨테이너의 위치 정보를 실시간으로 측정할 수 있는 위치추위 기술이 도입되어야 한다. 위치추위 기술로는 측정되는 거리 오차에 따라 GPS와 LBS (Location-Based Service) 및 RTLS 등으로 분류된다. 본 논문에서는 항만 내의 장치장 등과 같은 제한적인 범위 내에서 특정 사물의 실시간 위치 측정에 적합한 RTLS 시스템을 활용하여 유비쿼터스 항만운영시스템의 구축방안을 제안한다.

IV. RFID 기반 RTLS를 활용한 유비쿼터스 항만 운영시스템 구축 방안

1. RFID 기반의 RTLS 메시지 포맷 제안

RFID 표준화는 태그와 리더가 서로 정보를 주고받을 수 있도록 해주는 무선 인터페이스 또는 프로토콜을 규정하는 것으로, ISO와 IEC의 JTC1이라는 조인트 기술 분과 위원회내 SC31 WG4 SC38에서 ISO/IEC 18000 시리즈에서 RFID 표준화 작업이 진행되었다.

표 1. ISO/IEC 18000 표준화

18000-1 : 무선 인터페이스 기본 파라미터 정의
18000-2 : 135kHz에서 운용, 동물 추적
18000-3 : 13.56MHz에서 운용, 스마트카드, 도서관리
18000-4 : 2.45GHz에서 운용
18000-5 : 5.8GHz에서 운용
18000-6 : 860-930MHz에서 운용, 공공 사물 관리
18000-7 : 433.92MHz에서 운용, 컨테이너

[표 1]은 ISO/IEC의 RFID 관련 표준화와 표준화에 대한 내용을 나타낸다[8].

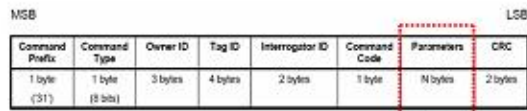
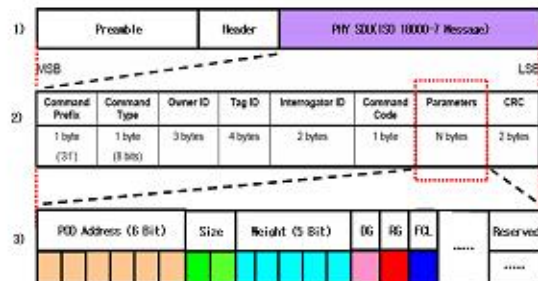


그림 4. RFID 데이터 메시지 포맷

항만물류용 컨테이너에 사용되는 RFID의 표준화 작업은 18000-7에서 완료되었다. [그림 4]는 18000-7에서 표준화가 완료된 433MHz 대역의 RFID 태그의 데이터 메시지 포맷이다[9]. 표준화 문서에 따르면 N 바이트의 파라미터 필드는 아직 그 용도가 정의되지 않았다. 본 논문에서는 아직 사용 용도가 정해지지 않은 N 바이트의 파라미터 필드를 이용한 항만운영에 필요한 새로운 데이터 필드를 제안하고 장치장에서 효율적으로 사용하기 위해서 RFID 기반의 RTLS 방안을 제안한다. 현재 컨테이너에 RFID 태그를 부착하는 주요 요인은 9·11테러 이후 미국 항만으로 수입되는 컨테이너 화물에 대한 보안 때문이다. 그러나 RTLS 태그는 장치장에서 효율적인 항만운영을 위한 방안이므로 선사 또는 화주는 RFID 태그 외에 고비용의 추가 지출을 감수하면서 새롭게 RTLS 태그를 붙이기는 현실적으로 많은 어려움이 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 논문에서는 기존 RFID 방식을 확장한 것으로 Savi에서 제안한 방안을 적용한다.



1) Source : Location-Ware 433MHz Air Interface For ISO 24730-3 by Savi
 2) Source : ISO/IEC 18000-7 Standard Message Format
 3) Proposed Field Item And Specification

그림 5. RFID 기반의 RTLS 태그의 메시지 필드 제안

[그림 5]는 Savi에서 제안하는 RTLS 태그의 데이터 메시지 포맷을 이용하여 RFID 기반의 RTLS 태그의 메시지 필드의 제안 방안을 나타내고 있다. RFID 태그는 RTLS의 PHY SDU(Physical Service Data Unit)에 캡슐

화되어 있다[10].

표 2. 제안하는 데이터 필드 명칭과 내용

제안하는 필드명칭	비트 수	내 용
FOD Address	6	64개의 주요 목적지 항만 지정 가능
See	2	컨테이너 크기 표시 20피트, 40피트, 45피트
WegN	5	32개의 중량 표시 가능
DG	1	위험물 컨테이너 표시
RG	1	냉동 컨테이너 표시
FCL	1	한가지 확률로 구성된 컨테이너 표시

[표 2]은 RTLS에 캡슐화되어 있는 RFID 태그의 N 바이트 파라미터 필드를 항만운영에 필요한 세부로 제안한 필드 명칭과 내용을 나타내고 있다.

2. RTLS를 활용한 유비쿼터스 항만운영시스템 구축 방안

2.1 RTLS 기반의 그룹별 장치장 이송 방안

항만운영시스템은 인벽에서 선박의 양·적하(Loadig·Unloading) 작업을 담당하는 갠트리크레인(GC: Gantry Crane)과 장치장에서 컨테이너 상차작업을 담당하는 트랜스퍼크레인(TC: Transfer Crane) 및 항만 내부에서 컨테이너 운반을 담당하는 야드트랙터(YT: Yard Tractor)로 구성되며 이들 장비는 상호 연계되어 작업을 수행한다[11]. 따라서 GC의 생산성을 높이기 위해서는 TC의 생산성 향상과 YT의 대기 시간 감소가 선행되어야 한다.



그림 6. 제안하는 RTLS 기반의 그룹별 장치장 이송 방안

[그림 6]에서 기존의 컨테이너 이송 순서는 다음과 같다. 장치장에서 1번 컨테이너를 YT에 상차하기 위해서는 TC의 재조작(Re-handling)이 필요하다. 즉, 1번 컨테이너를 YT에 상차하기 위해 2번 컨테이너를 이동 후에 1번 컨테이너를 YT에 상차함으로써 재조작 작업이 필요하다. 현재 부산 D컨테이너터미널의 내부 자료에 따르면 장치장에서 TC 재조작은 전체 물량의 30%를 차지한다.

제안하는 RTLS 기반의 그룹별 이송 방안에서는 [그림 5]에서 제안한 RTLS 필드를 이용하여 목적지 항만과 컨테이너 크기, 무게 등의 정보를 이용하여 같은 특성을 지닌 컨테이너를 하나의 그룹으로 인식하는 그룹 기반으로 이송 순서를 결정한다. 따라서 1번에서 4번까지의 컨테이너는 특성이 같으므로 1번 그룹으로 이송 순서로 정하여 이송함으로써 기존의 컨테이너 장치장의 이송방안에 비해 최소한의 작업으로 컨테이너 이송이 가능하다.

2.2 RTLS 기반 항만 운영시스템 구축 방안

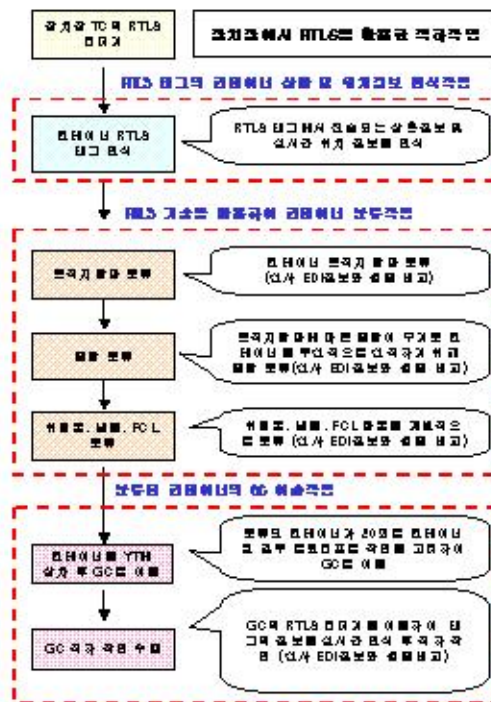


그림 7. 제안하는 RTLS 기반의 장치장 운영 방안

[그림 7]은 RFID 기반의 RTLS를 활용한 장치장 운영 방안에 대해서 제안한다. 장치장의 TC에 부착된 RFID 기반의 RTLS 리더기는 컨테이너의 RTLS 태그를 통하여 컨테이너의 상황정보와 위치정보를 실시간으로 인식할 수 있다. TC는 [그림 5]에서 제안한 필드 정보와 [그림 6]의 그룹별 이송 방안을 활용하여 다음과 같이 동작한다.

1) RTLS 태그를 통한 실시간 위치 정보 인식
 장치장에 설치된 세 개 이상의 RTLS 고정 리더기를 이용하여 실시간으로 RTLS 태그의 상황정보 및 위치를 파악한다.

2) RTLS 태그를 이용한 분류작업
 RTLS의 제안한 파라미터를 이용하여 컨테이너의 목적지 항만 분류 후 중량, 위험물 및 냉동 컨테이너 화물 분류한다. 이때 RTLS 태그를 통해 분류된 정보와 선사가 전송한 컨테이너의 EDI 정보를 비교한다. [그림 6]에서 제안한 그룹별 이송 알고리즘에 따라 개별적인 컨테이너의 이송 순서를 그룹별로 표시한다. EDI 정보와 일치하면 다음 단계로 넘어간다.

3) 장치장에서 GC로 이송작업
 분류된 컨테이너를 YT에 상차한다. 이때 20피트 컨테이너의 경우 분류된 정보를 활용하여 트윈리프트 작업을 고려하여 YT에 상차한다. 트윈리프트 작업은 GC가 20피트 컨테이너 두 개를 동시에 하역하는 작업이다. 트윈리프트가 가능하기 위해서는 같은 목적지, 화물의 특성이 같아야 하며, 동시에 하역되는 컨테이너의 무게의 차가 10톤 이내 일 때 안전사고에 대비 할 수 있다. 또한 TC 기사는 작업된 결과를 터치스크린을 이용하여 수작업을 통해 작업 결과를 전송하는 기존 방법 대신에 자동으로 전송함으로써 수작업으로 인한 오작동 감소와 전송 시간을 줄임으로써 작업 효율성을 높일 수 있다.

V. 성능평가

RFID 기반의 RTLS 항만운영시스템의 성능평가를 위해서 제안한 방안에 따라 TC와 GC의 생산성을 평가하기 위해 Rockwell사의 소프트웨어인 ARENA를 사용한

대[2].
 1. 시뮬레이션을 위한 파라미터 분석
 항만 하역 장비의 생산성을 평가하기 위해 대기 모형 이론을 적용한 M/M/S 큐잉 방법을 사용한다.

[표 3]은 컨테이너의 선형에 따른 LPC(Lift per Call)를 나타낸다. LPC는 컨테이너 선박이 항만에 입항하여 하역하는 컨테이너 개수이다. 초대형 선박의 경우 평균 2,500 LPC를 하역할 것으로 예상된다.

표 3. 선형별 평균 LPC 및 GC 작업 대수

선형별	평균 LPC
초대형 선박	2,500
대형 선박	1,600
중형 선박	900
소형 선박	400

표 4. 항만 하역장비 및 이송장비 파라미터

GC	생 산 설	
Single Hoist GC	평균생산성	시간당 27개 하역 작업
Twin Lift GC	평균생산성	시간당 32개 하역 작업
YT	평균 주행거리	평균 이동거리
	20Km/h	1,500m
	장치장 작업 대기시간	
	40피트	평균 2분
	20피트	평균 2분
TC	생산성	시간당 15.4개 상하차
	재작업률	평균 30%

[표 4]는 항만 하역 장비인 GC 및 TC의 생산성과 이송장비인 YT의 평균 이동 속도를 나타낸다.

2. 시뮬레이션 결과

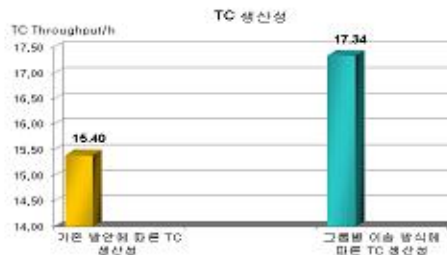


그림 8. 제안 방안에 따른 TC 생산성

[그림 8]은 장치장에서 RTLS를 활용한 그룹별 이송 방안에 대한 TC의 생산성을 보여준다. 기존의 TC 생산성에 비해 시간당 약 2개의 생산성 향상을 보인다. 기존의 방안에서 TC는 개별적으로 컨테이너를 이송하기 위해 많은 재작업이 필요했지만, 제안하는 그룹별 방식에서는 이송을 위한 재작업 비율이 현격하게 줄어들었기 때문에 분석된다.



그림 9. 싱글호이스트 GC 생산성에 따른 하역시간

[그림 9]는 싱글호이스트 GC에 따른 선박의 재항시간을 나타낸다. 제안방안의 성능평가를 위해 1개의 GC를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 싱글호이스트 갠트리에서 소형 선박은 40분, 초대형 선박은 4시간 이상의 하역시간 감소를 나타내었다. GC는 YT 및 TC와 연계하여 작업을 수행한다. 따라서 제안하는 방안에 따른 TC의 생산성 향상과 이에 따른 YT의 대기 시간의 감소는 GC의 생산성 향상의 요인으로 분석된다.

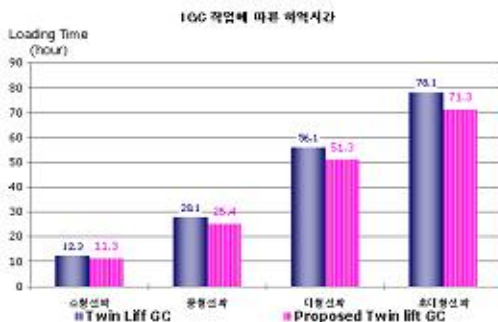


그림 10. 트윈리프트 GC 생산성에 따른 하역시간

[그림 10]은 트윈리프트 GC의 제안방안에 따른 선박의 재항시간을 나타낸다. 1개의 GC가 작업 할 경우 소형 선박의 경우에는 1시간, 초대형 선박의 경우에는 약 7시간의 재항시간 감소를 나타내었다. GC가 트윈리프트를 하기 위해서는 TC에서 트윈리프트를 할 수 있게 선행작업이 필요하다. 기존의 장치장에서 트윈리프트를 위한 분류작업 및 이송 작업에 많은 소요 시간이 필요하였지만 제안하는 RTLS를 활용한 방안은 효율적으로 분류 및 이송작업이 가능함으로써 싱글호이스트 GC에 비해 높은 생산성을 나타낸 것으로 분석된다.

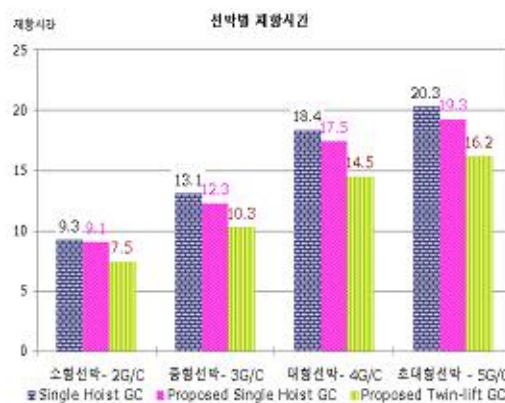


그림 11. 제안방안에 따른 선박별 재항시간

[그림 11]은 컨테이너 선박의 크기에 따라 GC의 서로 다른 대수를 배치하여 선박의 재항시간을 평가하였다. 이때 선박의 이접안 시간은 2시간을 적용하였다. 소형선박의 경우 2개의 GC를 사용하여 작업하였으며 초대형선박에는 5대의 GC를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 장치장에서 TC의 생산성 향상은 YT의 대기 시간을 줄여 GC의 하역 생산성을 향상시켜 선박의 재항시간을 감소시킨다. 재항시간은 선박이 입항에서 출항까지의 소요 시간으로 선사가 항만을 선택할 때 중요한 기준으로 작용한다. 시뮬레이션 결과 선박의 대형화에 따라 재항시간이 감소율은 증가하였다. 따라서 제안하는 RTLS 기반의 항만운영시스템은 선박 대형화 추세에 따라 더욱 효율적인 방안으로 기대된다.

VI. 결 론

본 논문에서는 RFID 기반의 RTLS 기술을 항만운영 시스템에 적용하여 유비쿼터스 항만의 구축 방안을 제안 하였다. 이를 위하여 항만물류의 표준인 ISO 18000-7의 표준화 문서를 분석 한 후 미지정된 N 바이트의 파라미터 필드를 항만운영에 필요한 여러 가지 정보를 새롭게 제안하였다. 장치장에서 RFID 기술을 적용하기 위해서 Savi에서 제안한 방안을 이용하였다. 제안한 RTLS 기반의 그룹별 이송 방안은 장치장의 TC 재조작을 줄여 선박의 하역 시간이 감소됨을 시뮬레이션을 통해 평가하였다.

향후 과제로는 본 연구를 기반으로 효율적인 컨테이너 터미널의 운영에 필요한 요소를 분석하여 새로운 필드를 추가적으로 제안하고 유비쿼터스 항만 환경에 따른 비즈니스 모델의 정형화에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 김정환, *RFID 전개 방향과 도입 가이드라인* 정보통신진흥연구원, 2004.
 [2] 장병준, *RFID/USN 기술개발 및 표준화와 향후 동향* KT webzine, 2004.
 [3] 최상훈, *RFID/USN 기술 및 응용 사례 수동/자동 RFID 및 RTLS* 한국산업지원기술센터, 2005.
 [4] 황영상, "Real Time Location System Solution", ekahau, 2005.
 [5] T. Harrington, *Open RTLS Standard*, 2004 Auto-ID Showcase, 2004.
 [6] In050548, "INCITS Subgroup Annual Report for T-20 RTLS," 2005.
 [7] 해양수산부, *RFID 기반 항만물류효율화 시범사업 최종보고서* 2005.
 [8] 김상태, *RFID 기술개요 및 국내외 동향분석* ITA 2003.
 [9] *INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC 18000-7*, First edition, 2004.

[10] Savi, *Location-Aware 433 MHz Air Interface for ISO 24730-3* 2005.
 [11] 강재호, "컨테이너 터미널 장치장에서 블록 내 이적을 위한 컨테이너 이동순서 계획", 한국항해항만학회지, 제29권, 제1호, pp.83-90, 2005.
 [12] W. D. Kelton, *Arena를 이용한 시뮬레이션 2D* 교보문고, 2002.

저 자 소 개

박 두 진(Doo-Jin Park)

정회원



- 2000년 2월 : 동명정보대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 2002년 8월 : 부경대학교 정보통신공학과 (공학석사)
- 2006년 8월 : 한국해양대학교 동북이물류시스템학과 (박사과정 수료)

• 2005년 3월 ~ 현재 : 동명정보대학교 정보통신공학과 겸임교수

<관심분야> : U-Port, RFID, RTLS, Ad-Hoc 네트워크, 항만물류자동화시스템

최 영 복(Young-Bok Choi)

정회원



- 1994년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1988년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1996년 2월 : 오사카대학 대학원 통신공학과 (공학박사)

• 1984년 ~ 1985년 : LG전자가전연구소 연구원
 • 1985년 ~ 1992년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
 • 1996년 ~ 현재 : 동명정보대학교 부교수

<관심분야> : 초고속 통신망, 광 인터넷, ad-hoc 네트워크