

유비쿼터스 항만 운영 효율화를 위한 RTLS 기술 적용

(RTLS Technologic Application for Ubiquitous Port Management Efficiency)

권 순 량[†] 정 광 주^{**} 박 상 훈^{**} 김 정 훈^{***}
(Soon Ryang Kwon) (Kwang Ju Jung) (Sang Hoon Park) (Joeng Hoon Kim)

요 약 본 논문에서는 컨테이너의 위치 정보를 실시간으로 제공해 주는 RTLS(Real Time Location System)를 활용하여 컨테이너터미널 장치장의 효율적인 운영방안 제안을 통해 항만 운영시스템의 성능을 개선하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해, 본 논문에서는 컨테이너 및 YT(Yard Tractor)의 위치 정보를 적용한 '개선된 듀얼 사이클링 방식'을 제안하였다. 컨테이너터미널 장치장에 RTLS를 적용하여 컨테이너 위치 정보를 운영시스템에 실시간적으로 전송하게 하였으며, 또한 YT의 위치정보를 GPS 수신기를 통해 수신하여 CDMA 모듈을 통해 운영시스템에 실시간적으로 제공하도록 설계하였다. 제안된 본 방식의 성능 분석 및 평가 결과, 작업시간, 작업시간 분산 및 비용평가는 기존의 방식보다 최대 24% 정도 향상됨을 알 수 있었다. 따라서 RTLS와 GPS 수신기가 항만운영 효율화를 위해 중요한 요소임을 증명하였다.

키워드 : RTLS, U-Port, RFID, GPS, 유비쿼터스 항만물류

Abstract In this paper, we propose the effective operating device in the container freight station by applying the RTLS (Real Time Location System) that provides information on the container's location in real time so that the performance of the port operating system can be improved. For this, we proposed the improved dual cycling method made with the new application of two types of container's location & yard tractor's location information. we applied the RTLS to the container freight station to send the container location data to the operating system in real time; we designed the data on the Yard Tractor's location to be received via the GPS receiver and then be sent to the operating system in real time via the CDMA module. According to the analysis and evaluation of the performance of the proposed method, up to 24% of performance improvement was shown compared with the existing methods, in aspect of evaluation of work time, work time deviation and performance. Therefore, we proved that the RTLS and the GPS receiver are essential elements for efficient port operation.

Key words : RTLS, U-Port, RFID, GPS, Ubiquitos port distribution

· 본 논문은 2007년 정보통신부에서 주관하는 동명대학교 ITRC(C1090-0602-0013)의 지원을 받아 수행되었습니다.

- † 정 회 원 : 동명대학교 정보통신공학과 교수
srkwon@tu.ac.kr
 - ** 비 회 원 : 동명대학교 정보통신공학과
rhkdwn@nate.com
y_nabi@nate.com
 - *** 비 회 원 : 동명대학교 메카트로닉스공학과 교수
kjh5315@hanmail.net
- 논문접수 : 2007년 9월 6일
심사완료 : 2007년 10월 27일

: 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 데이터 제13권 제6호(2007.11)

Copyright©2007 한국정보과학회

1. 서 론

전 세계적으로 수출입 컨테이너 화물이 증가함에 따라 컨테이너터미널 간 화물 유치경쟁이 심화되고 있다. 항만이 고객을 유치하기 위해서는 항만의 생산성 향상 노력이 절실히 요구된다.

우리를 비롯한 주요 경쟁국들도 이러한 요구를 반영하기 위한 기술개발에 심혈을 기울이고 있다. 컨테이너 차량의 게이트 통과, 컨테이너 선적 및 하적 등의 항만 운영 효율화에 RFID 관련 기술을 적용하는 노력이 가시화 되고 있다. 이 기술 적용을 통해 항만운영의 시간 단축 및 정확성을 제공할 수 있다. 이러한 기술과 더불어 컨테이너 위치 추적 기술 또한 항만운영의 효율화를

위해서 중요한 요소가 된다.

컨테이너의 위치 추적을 위해 RFID 기술을 이용할 수도 있으나 항만의 장치장이나 선박 등과 같은 컨테이너가 집화되어있는 장소에서는 RFID 기술로는 실시간적인 컨테이너 위치 파악이 어려워 효율적인 항만 운영 시스템을 구축할 수 없다[1]. 이를 해결하기 위해서는 항만 운영자가 관리하고자 하는 컨테이너에 RFID 태그를 부착하여 컨테이너의 정보를 파악하고 위치를 실시간적으로 파악하는 시스템인 RTLS 기술이 필요하다.

컨테이너터미널의 생산성은 컨테이너를 취급하는 작업소요시간을 최소화하는데 달렸으며, 작업소요시간은 곧 비용을 동반한다. 장비배치의 최적화, 운영 및 작업 방식의 개선, 컨테이너터미널 자동화 등의 연구는 컨테이너터미널의 작업소요시간을 최소화하기 위한 작업으로 볼 수 있다. 기존의 항만운영은 실제 운영과정에서 계획대로 작업이 이행되지 못하거나 예측하지 못했던 상황이 발생할 경우에 대비한 대안을 마련해두지 않고 있다. 따라서 실시간 작업통제가 가능한 RTLS의 구현이 필요하며, 다양하고 빈번하게 발생하는 문제에 대응하기 위해서는 수작업이 아닌 자동화된 규칙에 따라 작업을 진행할 수 있도록 정보시스템의 지원이 있어야 하는데, 이때 필요한 기술이 RTLS 및 위치 추적(GPS) 기술이다. 따라서 항만물류산업의 경쟁력을 향상시키기 위해서는 RTLS 기술의 도입이 필수불가결한 요소가 되고 있다.

미국의 RTLS 해양 터미널 장치장 관리 솔루션과 국내의 RFID 기반의 항만 운영시스템 구축사업, 세계 최대항의 하나인 싱가포르항의 EDI 시스템[2] 등에 RTLS 기술이 적용된 사례가 있으나 제한된 위치인식 기술만 적용되어 정확한 실시간 위치 추적이 어려운 단점이 존재한다.

세계적으로 컨테이너터미널의 급격한 물동량 증가를 고려할 때 생산성 향상에 관한 기존의 연구 및 적용사례들만으로는 충분하지 못하여 새로운 항만 운영 프로세스에 대한 연구가 필요하게 되었다.

본 논문에서는 항문운영 프로세스 개선을 위해 컨테이너 및 YT의 위치 정보를 적용한 '개선된 듀얼 사이클링 방식'을 제안하였다. 컨테이너터미널 장치장에 Local RTLS를 적용하여 컨테이너 위치 정보를 운영시스템에 실시간적으로 전송하게 하였으며, 또한 YT의 위치정보를 GPS 수신기를 통해 수신하여 CDMA 모듈을 통해 운영시스템에 실시간적으로 제공하도록 설계하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에 이어, 2장에서는 RTLS의 구성, 표준화 및 적용사례에 대해 알아보고, 3장에서는 기존 항만 물류 프로세스를 살펴본다. 4장에서는 본 논문에서 제안된 유비쿼터스 항만 물류

프로세스를 설계한다. 5장에서는 제안된 유비쿼터스 항만 운영시스템에 대해 AutoMod 시뮬레이션[3]을 이용하여 성능 테스트를 수행하고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. RTLS 개요

2.1 RTLS 구성

RTLS는 관리하고자 하는 사물에 RFID 태그를 부착하여 사물의 정보를 확인하고 위치를 실시간적으로 파악하는 시스템이다. RTLS는 X, Y 좌표 및 데이터 원격 측정법을 이용한 네트워크화 된 위치 측정 시스템이다. RTLS 송신기는 직접순열 확장 스펙트럼(DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum)의 무선 주파수를 사용한다. 또한 RTLS 시스템은 사물의 위치 및 RTLS 디바이스의 위치를 지속적으로 갱신해 준다.

그림 1은 RTLS 구성도를 나타낸 것이다.

RTLS 태그가 리더기에 ID와 메시지를 전송하면 RTLS 리더기는 RTLS 태그로부터 전송된 신호를 수신하여 서버(RTLS 위치 프로세서)로 보낸다. RTLS 서버는 RTLS 수신 안테나로부터 수신되는 데이터를 수집한다. 서버에서 태그의 정보 및 위치 정보를 계산하여 응용 소프트웨어에 전송한다. RTLS 미들웨어는 RTLS 위치 프로세서로부터 전달받은 태그의 위치 정보를 처리 및 관리하고 응용 소프트웨어의 API(Application Programming Interface)를 제공한다.

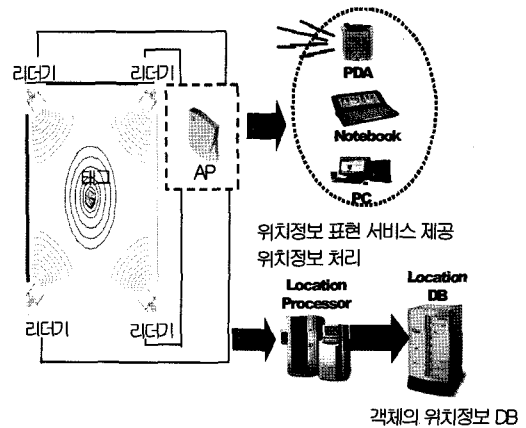


그림 1 RTLS 구성도

2.2 RTLS 표준화 동향

RTLS의 표준은 국제 표준 ISO/IEC 24730과 미국 표준 ANSI/INCITS 371에서 규정하고 있다.

ISO/IEC 24730 규격은 24730-1, 24730-2, 24730-3으로 나뉘어진다. ISO/IEC 24730-1은 RTLS 서버와 클라이언트 서버 응용간의 API를 정의하며, SOAP

(Simple Object Access Protocol) 1.1 통신 프로토콜을 사용하여 서버와 통신을 한다. ISO/IEC 24730-2와 ISO/IEC 24730-3은 태그와 리더기간의 무선 인터페이스 규격으로 2.4GHz와 433MHz 방식을 각각 규정하고 있다.

그림 2는 AIDC(Automatic Identification and Data Capture)의 ISO 조직도를 나타낸 것으로서 RTLS 표준화 활동은 ISO/IEC - JTC1/SC31/WG5에서 수행되고 있다.

미국 표준은 General Motors, Ford, APL, DOD 등이 T20 회의에서 합의하여 INCITS 위원회를 결성하고, 표준안 371 시리즈를 개발하였다. RTLS API는 용어 및 조건들은 ISO/IEC 규정을 따랐으며, General Motors, Ford, BMW, APL, WhereNet 등이 RTLS를 이용한 제품을 출시하였다.

2.3 항만 운영 시스템의 RTLS 적용 사례

2.3.1 RTLS 해양 터미널 장치장 관리 솔루션

하루에 최대 20,000개의 컨테이너를 취급하는 미국 서해안 선박터미널은 잘못된 위치정보로 인한 오류(30%에 해당)를 줄이고 실시간 정보를 통해 컨테이너의 가시성을 확보하기 위한 목적으로 RTLS를 도입하였다. 컨테이너에 태그를 직접 부착하지 않고 컨테이너 새시를 추적할 수 있는 방식의 RTLS 도입으로 컨테이너터미널 내부의 모든 컨테이너의 추적이 가능하고 반입 및 반출 확인이 자동화 되며 처리량이 증가하는 효과를 얻었다.

2.3.2 싱가포르항의 EDI 시스템

싱가포르항의 경우 트랜스폰더 기술을 기존의 EDI시

스템과 결합하여 입출항하는 선박과 컨테이너 추적에 사용하고 있다. 적용된 기술로서는 장치장 도로 곳곳에 트랜스폰더 송수신기 설치를 통한 3차원의 좌표 획득과 식별코드를 부여한 태그를 통해 컨테이너의 정확한 위치 정보를 파악하는 방식을 채택하고 있다.

2.3.3 국내의 RFID 기반의 항만 운영시스템

해양수산부는 21세기 동북아 물류중심지 실현을 위해 2차례의 RFID 기반의 항만효율화사업을 실시하였다(1단계: 2004년~2006년, 55억 투입) 싸이버로지텍은 1단계 사업에서 인프라 구축을 위해 컨테이너 1만 개와 컨테이너 차량 2만대에 RFID 태그를 부착하고, RFID 리더 220여 대를 컨테이너 터미널 및 부산 주요간선도로 톨게이트 설치/완료했다. 게다가 미국 롱비취 한전터미널 등 해외 주요 3대 항만에 RFID 리더를 설치했다. 사업범위는 컨테이너 및 차량의 실시간 위치 추적과 게이트 반출입과 장치장 업무의 자동화 및 RFID 물류인프라 확산 방안 등이다.

3. 기존 항만 물류 프로세스

3.1 항만물류시스템의 구조

항만물류 활동은 양하와 적하로 분류할 수 있는데, 항만은 무역이나 국내 상행위 활동과 재화 및 서비스의 이동 등의 물류 활동이 함께 수행되는 곳이다.

즉, 항만물류 활동이란 항만이 지니고 있는 터미널 기능을 이용하여 항만을 경유하는 재화에 대하여 공급자에서 소비자까지 전달하는 과정에서 존재하고 있는 시간적, 공간적인 격리를 효과적으로 극복하기 위한 물리

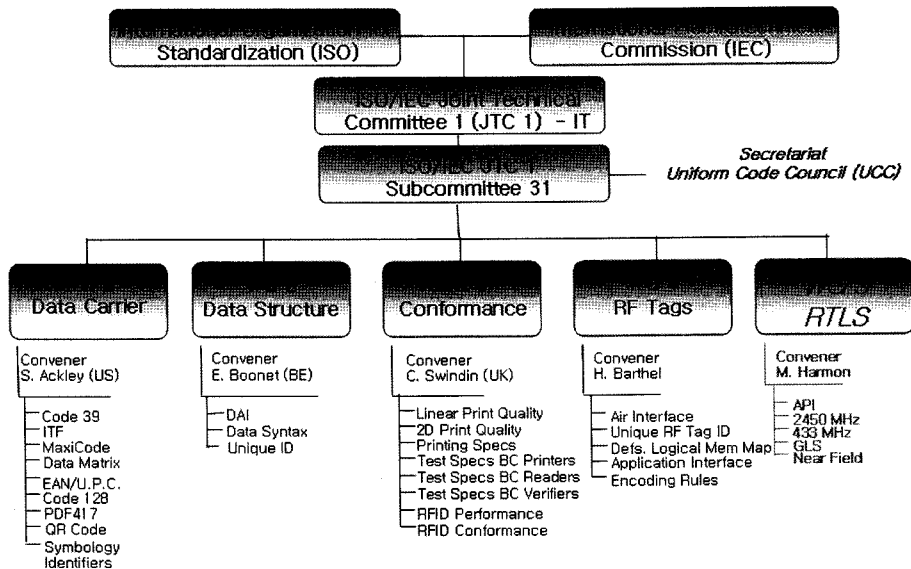


그림 2 ISO 표준화 조직도 - AIDC

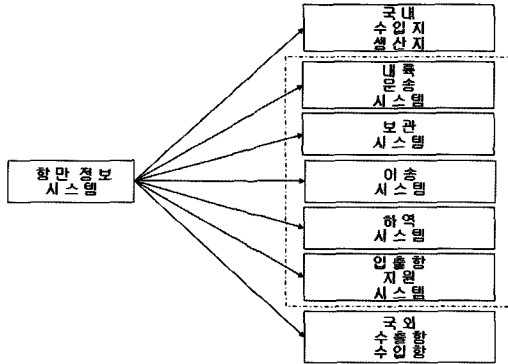


그림 3 항만물류시스템의 전체 구성도

적인 경제활동이다.

컨테이너의 수출, 수입 과정의 항만물류 활동을 효과적으로 수행하기 위해서는 항만물류시스템이 요구된다. 항만물류시스템은 그림 3과 같이 내륙운송시스템, 보관시스템, 이송(항만 내)시스템, 하역시스템, 입출항지원시스템과 이들과 연동하여 전체를 관리하는 항만정보시스템으로 구성된다.

항만물류 활동은 항만물류시스템의 지원을 통해 이루어지며 운송 경로에는 해상 운송과 육상 운송이 결합되어 있다.

그림 3의 단계별 시스템 중 본 논문에서 다루는 범위와 연관된 시스템은 이송시스템, 하역시스템 및 입출항지원시스템이다. 특히, 입출항지원시스템 분야의 프로세스의 성능 향상이 매우 중요하므로 효율적인 항만 운영 프로세스를 설계하기 이전에 기존의 항만 운영 프로세스를 살펴보고자 한다.

3.2 항만 운영 프로세스

그림 4는 기존의 항만 구성도를 나타낸 것으로서 서버 역할을 담당하는 운영시스템과 장치장(수입, 수출 블록), 크레인(야드, 안벽)으로 구성되어 있다.

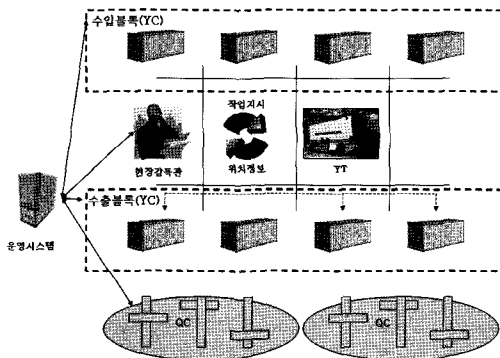


그림 4 기존의 항만 구성도

양하 및 적하 작업과정에서 QC(Quay Crane)에 YT를 배치시키는 방식에는 소수의 YT를 개별 QC에 배정하여 배정된 QC와 관련된 작업만을 수행하는 조별 방식과 개별 QC가 아닌 입항 선박당 다수의 YT를 투입하여 유동적으로 작업을 수행하는 협동방식이 있다. 이들 방식은 단편적인 양하 및 적하 업무만 수행하므로 single cycling 방식이라 한다. 또 다른 방식으로서 YT의 1회 주기에 양하 및 적하 작업을 동시에 수행할 수 있는 dual cycling 방식이 있다.

Dual cycling에 대한 작업과정을 살펴보면, 운영자가 시스템을 통해 양하 및 적하작업을 QC에 지시하고, QC는 수입 컨테이너를 선박으로부터 양하하고 수출 컨테이너를 선박으로 적하하면서 터치 이벤트를 통해 단위 작업의 개시와 종료를 보고한다.

QC가 컨테이너를 양하하여 YT에 상차시키면 YT는 장치장 수입블록으로 이송하고, 해당블록의 YC(Yard Crane)가 해당 컨테이너를 픽업하여 특정위치에 장치한다.

YC도 터치 이벤트를 통해 이들 단위작업의 개시와 종료를 보고한다. 수출블록에서는 장치되어 있던 수출 컨테이너를 YC가 픽업하여 YT에 상차시키고 YT는 안벽으로 해당 컨테이너를 이송한다. 운영자는 안벽의 QC와 장치장의 YC가 수행하는 터치 이벤트를 통해 작업의 진행을 확인한다. YT는 양하된 컨테이너를 적재하고 사전에 정의된 작업지시에 따라 장치장 블록으로 이송한다.

컨테이너터미널의 양하 및 적하작업과 관련된 업무를 바탕으로 기존의 프로세스는 그림 5와 같다.

운영시스템은 운영자, QC, YC, YT에 독립적으로 연결되어 정보를 송수신하게 되어있다.

이 중 운영자, QC, YC는 운영시스템과 유선네트워크로 인프라가 구축되어져 있어 원활한 정보를 서로 교류하고 있지만, 운영시스템과 YT간의 통신은 기술적 한계로 인해 데이터 통신은 아직 실현되고 있지 않고 휴대폰, 무전기 등을 이용한 음성통신이 주류를 이루고 있는 실정이다. 이로 인해 자동화된 작업지시가 아니라 인간의 상황 판단에 의한 수동적인 작업지시 방법으로 불완

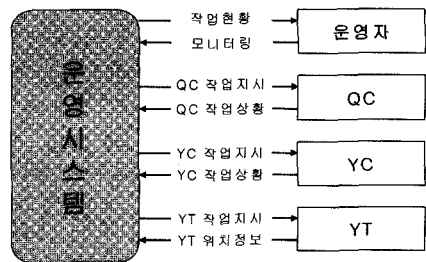


그림 5 컨테이너터미널의 운영 프로세스

전한 작업지시가 운영시스템에게 제공될 우려가 있다. 이를 해결하기 위해서는 위치기술을 활용하여 YT와 컨테이너에 관한 실시간 위치정보를 획득하여 후속작업을 신속하게 지시할 수 있는 방안이 마련되어야 한다.

3.3 항만 운영업무 흐름

기존의 항만 운영업무 흐름은 그림 6과 같다.

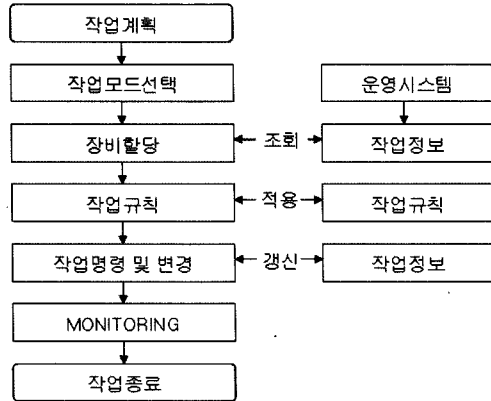


그림 6 항만 운영업무 흐름도

기존의 운영시스템은 운영자가 작업계획을 바탕으로 작업모드에 따른 해당 작업이 시작되며, 일련의 작업은 운영시스템의 지원을 통해 수행된다.

작업 수행 중 지체 또는 정체가 발생하거나 장비의 대기시간이 길어지면 운영자가 직접 현장 감독관에게 연락을 취해 작업을 변경한다.

4. 제안된 항만 물류 프로세스

4.1 RTLS 기반의 유비쿼터스 항만 구성

기존의 운영시스템은 컨테이너 파손, 수작업에 의한 처리시간 지연, 컨테이너의 양적하 위치 오류, YT 작업자의 실수 등의 여러 가지 문제가 발생될 경우 많은 추가 비용이 소요된다. 특히, YT와 운영시스템 간에서 컨테이너의 위치정보가 잘못 전달되게 되어 잘못 적재된 컨테이너가 발생하면 재작업이 불가피하게 되며 이로 인해 물적 비용과 시간적 비용의 낭비가 발생하게 된다[4].

이를 해결하기 위해 GPS를 YT에 적용한 기존의 연구사례[5]가 있으나 장치장의 컨테이너에 대한 수동적 관리로 작업자의 실수에 의한 오류발생의 우려가 있으므로 자동화된 장치장 관리 프로세스가 요구된다.

본 논문에서는 CY(수입, 수출블록)내의 컨테이너 위치정보를 정확히 인식하는 RTLS 기술과 YT의 이동위치에 관한 정보를 추적하는 GPS 기술을 혼합한 RTLS 기반의 유비쿼터스 항만시스템을 제안한다.

제안된 유비쿼터스 항만 구성도는 그림 7과 같다.

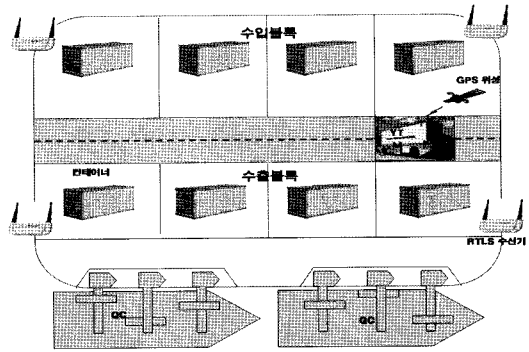


그림 7 RTLS/GPS를 적용한 유비쿼터스 항만 구성도

4.2 항만 운영 프로세스

유비쿼터스 항만의 효율적인 운영을 위해 본 논문에서 제안된 작업 운영 프로세스는 그림 8과 같다.

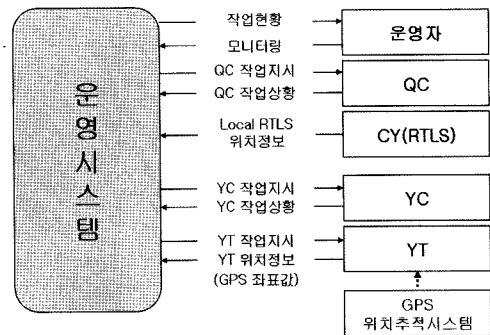


그림 8 제안된 항만 운영 프로세스

본 운영 프로세스는 기존의 CY(Container Yard)와 YT의 운영 프로세스에 Local RTLS와 GPS를 각각 적용하여 컨테이너터미널의 양하 및 적하작업과 관련된 업무를 dual cycling 작업하(개선된 dual cycling 방식 의미)에 효율적으로 수행하도록 설계되었다.

4.3 항만 운영업무 흐름

기존의 항만 운영업무 흐름에서는 3.3절에서 언급된 여러 가지 문제점이 발생하였으나 항만운영 업무에 RTLS/GPS를 적용하면 효율적인 항만 운영업무가 가능해진다.

본 방식을 적용한 항만 운영업무 흐름은 그림 9와 같다.

항만운영시스템이 운영자로부터 작업지시를 받게 되면 작업규칙 알고리즘 적용을 통해 작업모드를 결정하게 되고 결정된 작업모드(QC, YC, YT작업)에 따라 해당되는 작업을 수행한다. 모든 작업이 완료되지 않으면 위의 절차가 반복된다.

또한, 항만운영시스템이 YC로부터 Local RTLS 위치

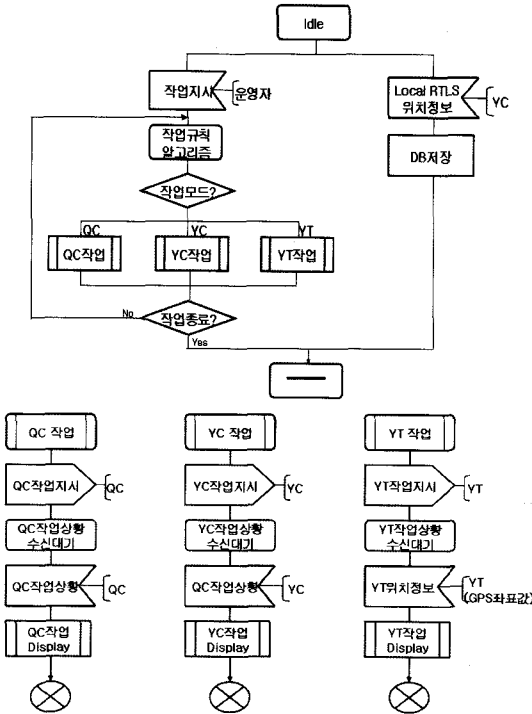


그림 9 항만운영 업무 흐름도

정보를 수신하면 위치정보 저장 DB에 이를 저장한다. 본 DB 정보는 작업규칙 알고리즘에서 조회되어 최적의 효율적인 업무 수행이 되도록 지원한다.

5. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 기존의 연구 사례[6]와 비교를 통해 제안된 개선된 dual cycling 기법으로 항만운영 프로세스의 성능을 평가하였고, 평가를 위한 시뮬레이션 툴로서는 AutoMod를 사용하였다.

5.1 시뮬레이션 환경 조건 및 설계

시뮬레이션을 위한 환경으로 안벽에 5만톤급 선석 2대, 선석당 3기의 QC, 각 QC당 4대의 YT를 할당하였다. 컨테이너 장치장은 650m×250m의 크기에 수입블록 4개, 수출블록 4개를 나란히 배열하였다. 안벽과 장치장간의 도로폭을 30m, 수입 및 수출 블록간의 도로폭을 10m로 설정하였다.

5.2 시뮬레이션 실험 결과

5.2.1 작업 방식별 작업시간 분석

먼저 타 방식들과 RTLS를 적용을 통해 본 논문에서 제안된 방식과의 작업방식별 작업시간 분석결과는 표 1과 같다.

제안된 방식을 분석한 결과 이송장비 작업소요 시간은 제안된 방식이 기존 방식보다 2.63분 단축되어 24.2%

표 1 작업 방식별 작업시간 분석결과

작업 방식	기존방식		협동방식		제안된 방식	
	최단 소요	균등 분할	최단 소요	균등 분할	최단 소요	균등 분할
컨테이너 적재주행시간	44.8%	44.0%	65.4%	66.2%	76.1%	79.3%
할당을 위한 공차주행시간	46.7%	45.5%	30.9%	30.9%	21.8%	20.1%
대기 유휴주행시간	8.5%	10.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
이송장비 여유시간비율	0.0%	0.0%	3.7%	2.6%	2.1%	0.6%
이송장비 작업소요시간	10.88분	11.62분	10.48분	11.14분	8.25분	8.38분

표 2 작업방식별 작업시간 분산 분석 결과

작업방식	관측수	합	평균	분산	
기존방식	최단	24	260.63	10.86	0.0009
	균등	24	277.74	11.57	0.0020
협동방식	최단	24	250.32	10.43	0.0144
	균등	24	264.94	11.03	0.0254
제안된 방식	최단	24	202.65	8.37	0.0043
	균등	24	211.66	8.94	0.0100

개선 효과를 얻을 수 있었다. 단축된 시간에 따른 구성 요소별 성능 개선 비율은 다음과 같다.

컨테이너 적재주행 시간은 제안된 방식이 기존 방식보다 31.3%의 성능 개선이 되었고, 공차주행시간은 24.9%, 대기 유휴주행시간은 8.5% 정도로 성능이 향상되었다. 그리고 이송장비 여유시간 비율은 2.1% 향상되었다.

이들 작업방식 각각의 이송장비 작업소요시간을 기준으로 시뮬레이션 결과에 대한 분산분석을 수행한 결과 표는 표 2와 같다.

표 3은 비용평가에 대한 실험 분석 결과를 나타낸 것으로서 표 1과 표 2를 기반으로 산출한 결과이다.

6. 결론

본 논문에서는 컨테이너의 위치 정보를 실시간으로 제공해 주는 RTLS를 활용하여 항만 운영시스템을 효율적으로 운영하는 방안을 제안하는 것을 목적으로 하였다.

이를 위해 RTLS의 구성, 표준화, 적용사례 및 기존의 항만 물류 프로세스에 대해 살펴보았다. 기존의 항만 운영 프로세스는 대부분 수작업 환경으로 이루어지는 특성에 의해 사람의 실수에 의한 오류 발생으로 효율적인 항만물류 처리가 어려운 실정이다.

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 RTLS/GPS 기반

표 3 작업 방식과 작업 규칙별 비용 평가

대안		컨테이너 작업시간	컨테이너 이송비용	블록간 유사도	컨테이너 이적비용	전체비용
작업방식	작업규칙					
기존방식	최단소요	260.63	390,318,947	95.85	322,074,314	712,393,261
	균등분할	277.74	415,945,754	62.74	210,818,388	626,764,142
협동방식	최단소요	250.35	396,772,114	97.89	328,893,812	703,820,142
	균등분할	264.94	374,927,251	51.48	172,959,876	569,732,127
제안된방식	최단소요	202.65	307,299,932	78.68	260,216,988	567,617,259
	균등분할	211.66	319,643,391	53.29	183,016,464	502,946,077

의 dual cycling 기법을 이용한 유비쿼터스 항만 물류 프로세스를 제안하였다. 본 방안은 기존의 CY와 YT의 운영 프로세스에 Local RTLS와 GPS를 각각 적용하여 컨테이너터미널의 양하 및 적하 업무를 효율적으로 수행하도록 설계되었다.

제안된 유비쿼터스 항만 운영의 효율성을 생산성 측면에서 평가하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다.

현재 국내 컨테이너터미널은 YT의 이동에 관한 정보를 갖고 있지 않아 실제 데이터를 얻기 어렵기 때문에 듀얼 사이클링을 통한 생산성 개선효과를 추정하기 위해 시뮬레이션 실험을 수행하였다. 시뮬레이션 모델링을 위해 선박도착 간격분포, QC 작업 요소시간, YC 작업 요소시간, YT 대기 시간 등을 입력변수로 정의하였다.

실험결과 최단소요시간 작업규칙을 적용한 RTLS를 활용한 방법이 가장 적은 비용으로 가장 높은 생산성을 발휘한다는 사실을 확인하였다.

추후과제로서는 실제 항만물류 환경에서 본 논문이 제안한 내용을 반영하는 과정이 필요하며 그 결과 개선되는 효과를 비교 분석하는 것이 남아있다.

참고 문헌

- [1] 김현, '컨테이너터미널의 RFID 효과분석', 한국해양대학교 동북아물류시스템학과 박사학위논문, 2007.
- [2] 박남규, 최형림, "항만관련업체의 EDI활용 현황과 개선방안", 한국정보시스템학회논문집, Vol.7, No.2, pp. 147-171, 한국정보시스템학회, 1998.
- [3] 손은일, 임성욱, "시설계획 및 공장자동화 설계를 위한 AutoMod 기초 및 실습", 한경사, 2004.
- [4] 최형림, 유동호, 박남규, 박병주, 권해경, "자동화 컨테이너터미널 개발전략에 관한 연구", 해운물류연구 제 47호 pp. 57-78, 2005.
- [5] 이석용, "RTLS 기반의 컨테이너터미널 Dynamic Planning에 관한 연구", 부산대학교 경영학 박사 논문, 2007.



김 순 량

1982년 동아대학교 전자공학과 학사. 1984년 부산대학교 전자공학과 석사. 1984년~1999년 한국전자통신연구원 책임연구원. 1999년 충남대학교 전자공학과 박사. 1999년~2005년 동명대학교 정보통신공학과 조교수. 2005년~현재 동명대학교 정보통신공학과 부교수. 관심분야는 유비쿼터스, 지능시스템, 이동통신, RFID



정 광 주

2007년 동명대학교 정보통신공학과 학사과정. 2007년 11월 (주)모든정보 부설연구소 연구원. 관심분야는 RTLS, 유비쿼터스



박 상 훈

2007년 동명대학교 정보통신공학과 학사과정. 관심분야는 Wi-Max, RTLS



김 정 훈

2001년 동명대학교 정보통신공학과 학사 2003년 한국해양대 전자통신공학과 석사 2007년 한국해양대 전자통신공학과 박사 2005년~현재 동명대학교 메카트로닉스 겸임교수. 2007년 10월 (주)모든정보 부설연구소 연구소장. 관심분야는 생체인

식, 유비쿼터스, 인공지능