

RFID 와 웹서비스를 이용한 선박과 항구 간의 선적정보 교환 프레임워크

김익준*, 한순흥†*, 백부근**

한국과학기술원 기계공학과*
한국해양연구원 해양시스템안전연구소**

A Framework for Container Stowage Information Exchange Between Ships
and Harbors Using RFID and Web Services

Ikjune Kim*, Soonhung Han†* and BuGeun Paik**

Dept. of Mechanical Engineering, KAIST*
Maritime & Ocean Engineering Research Institute, KORDI**

Abstract

Efficient stowage plan is required for handling large number of containers in a container terminal. Before a ship enters port, most of container terminals prepare a stowage plan based on information received from the shipping company. If this information does not have the accurate information of containers in the vessel, the stowage plan might be often changed or sometimes it becomes useless. In order to avoid this problem, we apply RFID system in the container ship and we propose a framework for communication between ships and terminals using RFID and Web Services technology.

※Keywords: RFID(Radio Frequency Identification), Web services (웹서비스), Container vessel(컨테이너 선박), Container terminal(컨테이너 터미널)

1. 서론

컨테이너선이 점차 대형화 되어가고 선사의 빠른 서비스 요구에 대응해 컨테이너 터미널의 효율적인 양/적하 작업이 필요하다.

한 예로 6,000 TEU 컨테이너 선단이 13,000 TEU 급으로 대형화 되면 하역 효율은 4 배로 늘어나야 한다.

양/적하 작업의 효율성을 높이기 위해서, 터미널에서는 양/적하 작업 이 실행되기 훨씬 전에 양/적하 계획을 세운다.

이러한 사전계획은 선박의 입항 전, 선사에서 받은 컨테이너 선적정보를 바탕으로 세워지기

접수일:2009년 4월 16일, 승인일:2009년 8월 27일

† 교신저자: shhan@kaist.ac.kr, 042-350-3080

때문에, 선사에서 받은 선박의 컨테이너 적재 정보와, 선박의 접안 이후, 실제 선박 안의 적재 상태가 다를 경우, 이미 세워진 사전 계획의 수정이 불가피해지고, 해당 선박의 양/적하작업의 시간이 지연 된다(Kim et al. 2008).

본 논문에서는 이러한 컨테이너 선적정보와 실제 선박의 적재 상태가 다른 문제를 해결하기 위해서, 문제의 원인을 분석하고 문제 해결 방법으로 RFID 와 웹서비스를 이용한 선박과 항구 간의 정보 교환 프레임워크를 제안한다.

2. 문제 정의

컨테이너 터미널의 컨테이너 관련 작업은 크게 선박에서 컨테이너를 싣고 내리는 본선작업과, 컨테이너를 야드에 장치하고 관리하는 야드작업, 그리고 컨테이너 차량의 출입을 관리하는 게이트 작업으로 나눌 수 있다. 본 연구에서 관심을 갖는 작업은 본선작업으로, 양/적하 작업 과정에서 발생하는 문제점을 분석한다.

본선 작업 프로세스는 Table 1 과 같다. 선박의 접안 이전에 미리 선사로부터 받은 컨테이너 선적정보를 바탕으로 하역작업계획을 세우게 되고, 접안 후 본선 작업을 수행하게 되는데, 이 과정에서 실제 적재상태와 선박 정보가 다른 문제가 발생하게 되거나, 혹은 정보 자체가 접안 시점 이후에 도착하는 사태가 발생한다.

여기서 선박 정보에는 컨테이너 적하목록 (CLL ,Container Loading List), 본선적부도(bay plan) 등이 있으며 bay plan 에는 화물이 적재된 상태가 도면으로 나타나 있으며, 각각의 컨테이너의 정보가 상세하게 기록된다. Bay plan 은 양륙지에 있어서 하역관계자의 하역작업상 중요한 참고자료가 된다(Choi et al. 2004).

선사나 터미널이 관심을 갖는 요소는 컨테이너의 적재된 위치, 컨테이너의 무게, 양하항(POD ,Port of Discharge)로 각각의 문제 발생시 현 터미널 시스템에서는 Table 2 의 내용과 같이 검수원 (안벽측), gate checker(게이트측), yard checker (야드측)와 같은 사람에 의해서 잘못된 컨테이너 정보가 수정되고 있는 실정이다. 이 과정에서 컨테이

Table 1 Loading/Unloading process(KTCA)

Stage	Quay side	On the ship
Before	Receive Booking prospect (3~4days earlier)	입항 준비 /입항 작업
	Receive Bay plan (10 hour ealier)	
	Planning complete (5~6 hour earlier)	Prepare for arrival
Loading /unloading	Loading /unloading	Arrival
After	Post process	Leaving

너 선적 작업은 지연되게 되고 결국 컨테이너 터미널의 효율성이 떨어지는 결과를 가져온다.

이러한 문제점을 처리하기 위한 연구로 Seo et al.(2006)은 실시간 상황을 고려하여 G/C(Gantry Crane)의 작업순서를 재결정, 재배정 하고 베이 (Bay) 내 컨테이너 작업순서를 재결정하는 모형을 제시하였고, 이 모형들의 발견적 해법(Heuristic algorithm)을 통해 결과를 도출하였다.

Park et al.(2006)은 RFID 를 기반으로 하는 RTLS (Real-Time Locating System)을 이용하여, 컨테이너의 양하항, 무게, 크기 등의 정보를 실시간으로 관리하는 터미널 관리 시스템을 제안 하였다.

Table 2 Solution as is (KLNet)

	Solution as is
Container loacation	Tally man modify at on deck operation
Weight	yard checker modifies weight information at yard operation
POD	Modify to Through cargo and handle the Rehandle process.

3. 문제의 원인

Bay plan 과 실제 컨테이너의 상태가 다른 문제를 처리하기 위한 연구들이 많이 있었지만, 그런 문제의 원인을 분석하여 문제 발생 자체를 막으려

는 시도는 찾기 힘들다. 본 연구는 그런 문제 발생 자체를 막으려는 것으로서 먼저 문제의 원인을 분석한다.

현 터미널 시스템의 문제의 원인은 EDI (Electronic Data Interchange) 데이터 작성 및 전달의 수작업에 있다고 볼 수 있다.

수출입에 관련된 freight forwarder(운송주선인)가 agent 역할을 수행 하며, 터미널, 운송사, 선사의 업무를 대행하게 되는데, 이때 이들 간의 EDI 정보교환 과정에서 사람에 의한 오류, 오타가 발생하게 된다. 또한 선박이 여러 기항지를 거치면서 생기는 재취급 컨테이너에 대한 bay plan 기록 과정에서의 사람에 의한 오류가 있을 수 있으며, 적하계획 내용을 준수하지 않는 적하작업 실행도 문제가 될 수 있다.

4. 제안하는 솔루션

본 연구에서는 위에서 언급한 세가지 문제중 EDI 전자문서 전달 과정에서의 오류와 수작업으로 인한 문제를 최소화 하기 위해서 RFID와 웹서비스를 이용한 시스템을 제안한다.

기존 RFID를 적용한 TOS (Terminal Operating System)에 관한 연구의 경우, RFID의 정보 수집이 대부분 양/적하 작업시 컨테이너 크레인에서 이루어진다. 따라서 여러 기항지를 거치는 컨테이너 선박이 자동화 되지 않은 터미널에 정박할 경우, 발생하는 오류에는 취약할 것으로 생각이 된다. 본 연구에서는 컨테이너의 RFID 태그의 정보를 선박에서 수집하도록 하여, 터미널의 상황에 독립적인 시스템을 구상하였다. 이 수집된 데이터를 원격지의 데이터베이스에 저장하여 선사, 터미널 등의 위치에서 정보를 확인할 수 있도록 설계한다.

전체 시스템의 동작 시나리오는 다음과 같다.

- ① 선박에 컨테이너 적하.
- ② 컨테이너선 항해 중에 적하된 컨테이너의 정보를 RFID를 통해서 수집.
- ③ 선박의 클라이언트에서 육지의 서버에 접속하여 선박 컨테이너 선적정보 업데이트 및 잘못된 정보 수정.

- ④ 다음 기항지 터미널의 클라이언트가 육지의 서버에 접속하여 양하할 컨테이너의 정보를 추출.
- ⑤ 추출되어진 컨테이너 정보를 바탕으로 사전 계획을 수립.

① ~ ②의 과정은 선박에서 이루어 지는 과정으로 간략히 Fig. 1의 큰 점선 테두리 부분으로 나타낼 수 있다. 선박 위의 컨테이너의 정보를 실시간으로 얻기 위해서 선박의 컨테이너마다 RFID 태그를 부착한다. 라우터 역할을 하는 RFID 리더를 통해서 들어온 정보를 선박에 설치된 웹서비스 클라이언트를 통해서 각각의 컨테이너의 선적 정보를 처리하여 해운사 데이터베이스에 저장하여 관리한다.

선박에 RFID를 적용한 기존 연구로는 Cho et al.(2007)이 RFID와 USN(Ubiquitous Sensor Network)의 선박 적용 가능성의 검증을 위해서 적용 가능 분야를 연구하고 선박과 같은 전파사용이 취약한 환경을 모사한 테스트베드를 구축하여 각 통신에 대한 실험을 수행한 연구가 있다.

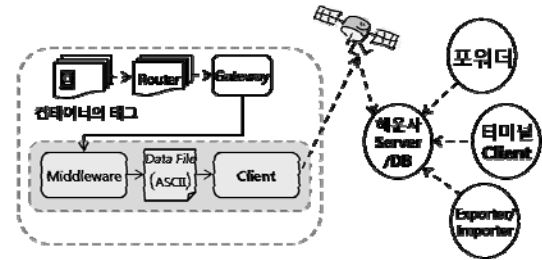


Fig. 1 Proposed framework

③ ~ ④의 과정은 선박의 클라이언트가 인터넷을 통해서 선박의 데이터베이스에 저장된 컨테이너의 정보를 SOAP (Simple Object Access Protocol) 메시지를 이용해 전달하는 모습을 나타낸 것으로 Fig. 1의 웹서비스 클라이언트 부분과 해운사 서버 부분에 나타나 있으며 Fig. 2에 자세하게 나타내었다.

웹서비스를 이용하여 선박에서 RFID를 이용하여 수집된 데이터를 육지에 위치한 서버에 전송하여, 웹서비스의 플랫폼 독립적인 특성을 활용하여

선박에서 전송된 정보를 선사, 운송사, 터미널 등의 위치에서 공유 할 수 있도록 한다.

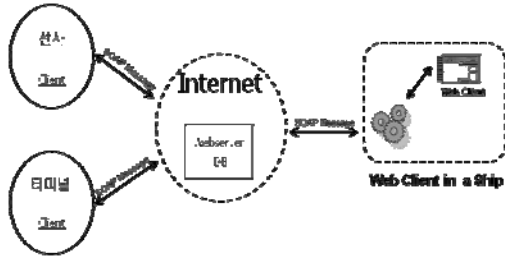


Fig. 2 Structure of webservice system

현재 ArionIT 사에서 인도양, 대서양 및 태평양 즉 전세계를 커버하는 위성인터넷 서비스를 제공하고 있다. 인공위성인터넷 서비스를 이용하기 위해서 선박에 위성인터넷 모뎀과 안테나를 설치하여 선박에도 웹 환경을 조성할 수 있다. 실제로 Jung and Park(2006)이 위성 데이터 통신을 이용하여 원격으로 육상에서 실시간 다중의 사용자가 동시에 선박 운항 정보를 감시, 기록, 분석할 수 있도록 하는 시스템에 대한 연구를 하였다. 웹 환경 조성이 완료되면 웹서비스를 통해서 선박의 데이터를 원격지의 데이터베이스에 전송이 가능하다

웹서비스는 인터넷이나 기타 네트워크를 통해서 호스트에 접속하여 작업을 수행하도록 설계된 소프트웨어 시스템으로써 플랫폼에 독립적으로 실행될 수 있다.

이와 같은 시스템을 통해서 EDI 문서의 교환이 아닌, 하나의 데이터베이스를 공유하게 됨으로써 문서 전달과정의 수작업으로 발생하는 문제를 해결할 수 있다.

5. 프레임워크 구성

위의 Fig. 1 과 Fig. 2 에 나타난 전체 시스템 구조를 바탕으로 각각의 컴포넌트에 대한 설명과 이에 대한 구현 및 실험 계획을 설명하겠다.

제안하는 프레임워크는 크게 3 개의 파트로 구성되어 있는데 먼저 컨테이너의 위치와 정보를 인식, 추출하는 RFID 시스템 부분 그리고 선박과 항

구의 데이터 교환을 위한 웹서비스 서버 및 클라이언트 부분 그리고, 마지막으로 컨테이너 데이터의 추출과 혹은 저장을 위한 데이터베이스 및 데이터베이스 관리프로그램으로 나눌 수 있다.

RFID 시스템으로는 Zigbee 기반 능동형 RFID 시스템을 사용할 계획이다. Zigbee 란 868 MHz, 902-928 MHz 및 2.4 GHz 에서 동작하는 무선개인영역통신망 규격으로 무선개인영역 통신망 규격인 IEEE 802.15.4-2006 표준에 기반을 두고 있는 기술로써 Fig. 3 의 프로토콜 구조로 구성되어 있다. Fig. 4 는 송/수신 하는 데이터의 구조를 간략하게 나타낸다. MSB 부터 컨테이너에 부착될 태그의 ID, 신호가 들어온 순서를 나타내는 serial number, LQI(Link Quality Indicator), 태그의 신호를 수신하는 게이트웨이나 라우터의 ID 이다. 여기서 LQI 는 각 zigbee 연결 사이의 강도를 나타내는 정수의 값이다.

Zigbee 기반의 능동형 RFID 를 선택한 이유는 선박과 같이 RF 를 사용하기에 열악한 환경에서는 도달 거리와 전파의 강도가 높은 능동형 태그가 알맞고 위에서 설명한 내용과 같이 Zigbee 는 무선 통신망 규격에 기반을 두고 있어서 네트워크 구성에 용이하여, 선박 내 컨테이너 인식을 위한 시스템 구성할 때 보다 적은 개수의 리더로 시스템을 구성할 수 있을 것으로 판단되었기 때문이다.

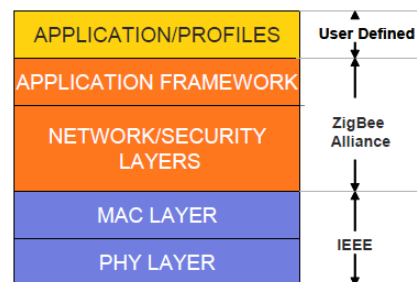


Fig. 3 Zigbee protocol (http://www.zigbee.org)

0	TagID	SN	SN	LQI	G/R ID	5
	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	1Byte	

Fig. 4 Data structure

그 다음으로 웹서비스 부분을 설명하면 먼저 간략하게 웹서비스란 네트워크 상에서 서로 다른 종류의 컴퓨터들의 상호작용을 위한 소프트웨어 시스템으로 모든 메시징에 XML 이 사용되어 상호 운용성이 높은 기술이다. 웹서비스를 선택하게 된 이유는 다른 인터넷상 통신 방법들 보다 구현이 쉽기 때문이다(Kim 2008).

6. 구현 및 실험계획

본 논문에서 제안하는 프레임워크는 주로 기항지가 많고, 다수의 컨테이너를 싣는 선박에서 유용할 것으로 판단이 되어 제안하는 시스템 구성으로 실험의 대상이 될 선박은 비교적 큰 편에 속하는 9,000TEU 이상의 Hapag Lloyd 사의 Colombo Express 컨테이너 선박을 모델로 선정하여 선박의 구조를 분석 중이며, zigbee 의 신호강도를 사용하여 컨테이너의 위치를 파악하기 위해서 LQI 값의 특성을 파악하는 중이다.

실험은 먼저 한국해양연구원에 구축된 컨테이너를 이용하여 테스트베드를 구축하여 육상에서 먼저 실험을 진행을 계획하며 이에 관해서 컨테이너의 위치에 따른 리더의 위치 및 네트워크 구성에 대한 연구를 진행 중이다.

실험에 사용이 될 웹서비스의 서버 및 클라이언트 부분은 Microsoft .Net framework 를 사용하여 구현하였으며 데이터베이스 시스템은 Microsoft MSSQL 을 사용하였으며, 웹서비스 서버와 호환성을 생각하여 동일한 회사의 제품을 선택하였다.

먼저 데이터베이스의 구조는 Fig. 4 의 ER 다이어그램과 같다. 컨테이너 선박과 선박 안의 카고(Bay) 그리고 이상완 등(2001)의 다이어그램을 참조하여 컨테이너간의 관계를 간략히 표현 하였다. Fig. 4 의 내용을 바탕으로 MSSQL 서버에 데이터베이스를 구현하여 사용하였다.

자세한 프로그램 구현 환경은, 먼저 웹서비스 서버는 IIS(Internet Information Services)를 이용하여 인터넷 서비스를 제공하고 웹서비스는 ASP.Net 과 C# 언어를 이용하여 구현하였다.

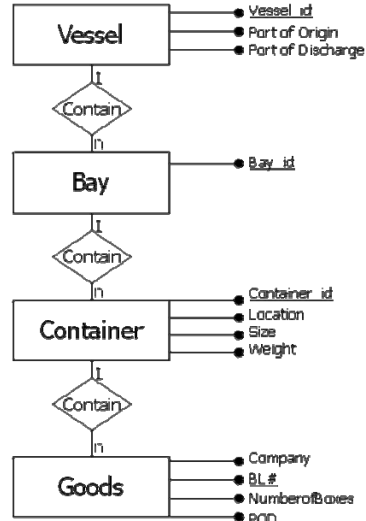


Fig. 5 ER Diagram

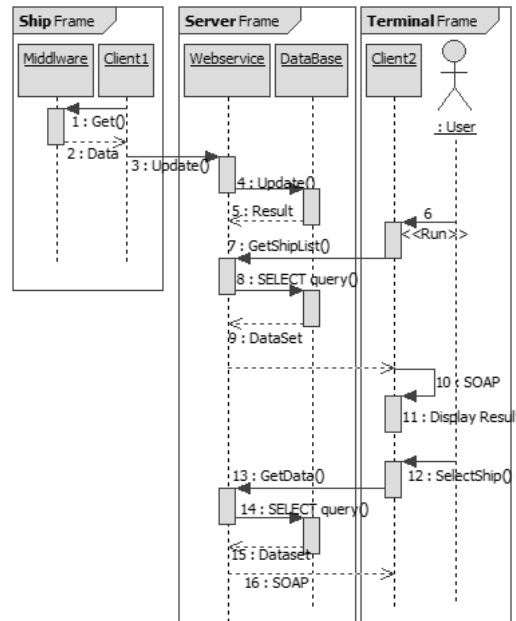


Fig. 6 Sequence Diagram

데이터베이스와 연결하는 부분은 ADO.Net 을 이용하였다. 클라이언트는 C# 언어와 ADO.Net 을 이용하였다.

웹서비스 서버와 클라이언트 및 데이터베이스 간의 작동 순서를 나타내는 Sequence 다이어그램

램은 Fig. 5 와 같다. 최초 선박의 클라이언트가 RFID 미들웨어로 부터 받은 정보를 처리하여 컨테이너 선적정보를 추출한 후 인터넷을 이용하여 웹서비스 서버로 전송하게 되면 웹서비스 서버는 연결된 데이터 베이스에 해당 내용을 기록하게 되어 컨테이너 선적정보가 선박의 실제 선적 내용으로 업데이트 된 내용을 사용자가 접근 할 수 있도록 설계되었다.

7. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 선사나 화물운송사에서 미리 받은 선박의 컨테이너 선적정보, 선박 접안 후 실제의 컨테이너의 상태와 다른 문제점에 대해서 분석하고, 그것의 해결 방법으로 RFID 와 웹서비스를 이용하는 프레임워크를 제안하였으며 웹서비스 서버와 클라이언트를 구현하여 RFID 시스템과 연동 하는 시스템을 구현하였다.

웹서비스를 이용하여 원격지의 데이터베이스를 수정하고 정보를 추출하는 시스템과, 이에 따른 UI(User Interface)를 갖춘 클라이언트와 원격지의 데이터베이스에 RFID 로 수집한 정보를 저장하는 기능을 가지는 요소를 포함하고 있다.

본 연구에서 제안한 프레임워크를 따르게 된다면 컨테이너선박이 기항하는 컨테이너 터미널에서의 작업자에 의한 컨테이너 정보 기록의 과정에서 발생하는 컨테이너 정보의 오류와 bay plan 내용을 따르지 않는 선적에서 오는 컨테이너 정보의 오류를 해결할 수 있다. 자세히 설명하면 본 연구에서 제안한 프레임워크가 TOS 와 연동이 된다면, 컨테이너 터미널에서 EDI 문서 관리의 수작업으로 생기는 문제점을 RFID 로 정보를 정확하게 수집하고, 그 정보를 문서전달이 아닌 웹을 통한 공유가 가능하게 되어, 본 연구에서 분석한 문제점을 해결할 수 있을 것이다. 따라서 항구의 선적계획의 실행이 원활해질 것이며, 궁극적으로 컨테이너 터미널의 효율성이 증가 할 것으로 생각된다.

현재 능동형 RFID 기반으로 위치인식에 관한 연구가 많이 진행 되고 있고, 선박내의 RF 에 열악한 환경에 대한 테스트만 확실히 된다면, 본 논문에서 제안하는 프레임워크를 구현하여 실제 컨테

이너 터미널 및 선박에 적용이 가능하다고 본다.

3,000TEU 컨테이너 선박의 경우 깊이가 약 10 ~ 15m 정도이고 홀더 안에 겹겹이 차곡차곡 쌓아 올리기 때문에, 공간 확보하기 좋지 않다. 앞으로 선박에서 능동형 RFID 사용 가능성을 검증하는 실험과 신호강도를 이용하여 태그의 위치를 파악하는 실험이 필요하다.

후 기

본 연구는 2009 년 교육과학기술부에서 한국과학기술원에 지원한 모바일하버사업단 연구비의 지원을 받아 수행된 연구임

본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 세계수준의 연구중심대학육성사업(WCU)으로 지원받아 수행 되었습니다.(R31-2008-000-10045-0).

참 고 문 헌

- Cho, S.R., Paik, B.G., Park, B.J. and Lee, D.K. 2007, " Study on Application Fields and Basic Characteristics of Ubiquitous Computing Technologies in a Ship," Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 44, No. 6, pp. 657-665.
- Choi, H.R., Park, N.K., Park, B.J., Kwon, H.K. and Yoo, D.H., 2004, " A Study On Operation Method of Handling Equipments in Automated Container Terminals," Conference of Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 17, No. 2 , pp. 233-241.
- Jung, T.G. and Park, S.H., 2006, " A Study on Development of Integrated System of Ship's Information," Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 30, No 2, pp. 15-22.
- Kim, B.C., 2008, Retrieval of CAD Model Data Using Data-Centric Interface in Web Services Environments, Doctoral Thesis at KAIST.
- Kim, I.J., Han, S.H. and Paik, B.G., 2008, " A Framework for Information Exchange Between

Ships and Harbors Using RFID and Web Services,” Proceedings of the Annual Autumn Meeting SNAK, pp. 739-743.

- Park, D.J., Choi, Y.B. and Nam, K.C. 2006, RFID-Based RTLS for Improvement of Operation System in Container Terminals, Communications, 2006. APCC'06. Asia-Pacific Conference on Busan, Korea, pp. 1-5.
- Seo, K.M., Lee, J.H. and Shin, J.Y., 2006, “ A Heuristic for the Realtime Ship Load Planning in Container Terminal,” Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 30, No 6, pp. 491-498.

- KTCA, <http://www.kca.or.kr>
- KNet, <http://www.knet.co.kr>
- 이상완, 최형림, 박남규, 김현수, 박병주, 유동호, 노진화, 2001, 항만컨테이너터미널 ERP 개발을 위한 기초 조사연구, 제 4 회 CIIPMS 연구결과발표회 논문집



< 김 익 준 >



< 한 순 흥 >



< 백 부 근 >