

항만물류 특성을 반영한 컨테이너 정보시스템 설계

박영재
동명대학교 경영정보학과

The Design of the Container Logistics Information System Reflects the Port Logistics Environment

Young-Jae Park

Dept. of Management Information Systems, Tongmyong University

요약 항만물류는 그 특성상 global visibility와 traceability가 요구된다. 그러나 현재까지 항만물류에 적용된 전통적인 RFID기술로는 이러한 요구에 부응할 수 없다. 최근의 IP-USN 또는 M2M과 같은 기술들은 네트워크가 구성되어 있어야 한다는 전제와 대량의 컨테이너가 장치되어 있는 항만물류 거점에서는 폭발적인 통신량으로 인한 문제가 발생한다. 또한 최근의 항만물류 관련 이해관계자들의 요구는 보다 적극적인 대응을 할 수 있는 기술과 방법을 요구하고 있다. 이러한 요구와 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 IP-RFID 기반의 스마트 항만물류서비스시스템을 제안한다. IP-RFID 기반의 스마트 항만물류서비스시스템은 스마트 RFID 태그와 센서, 그리고 인터넷에 연결해 주는AP를 태그와 분리하여 통신 문제를 해결하였다. 온도센서, 습도센서, 충격센서, GPS 등이 연결된 태그는 컨테이너에 부착되어 언제 어디서든 원하는 정보를 실시간으로 획득할 수 있어 글로벌한 추적과 투명성을 보장받을 수 있다.

주제어 : IP-RFID, RFID 태그, 항만물류, IT 융복합, 서비스 플랫폼

Abstract The nature of port logistics requires global visibility and traceability. However, the traditional RFID technology still applied cannot meet these demands. IP-USN and M2M in port logistics have faced challenges of the prerequisite of network composition and immense communications at the base where a grand number of containers are installed. To resolve the issue, this study suggests an IP-RFID-based smart port logistics service platform. The IP-RFID-based port logistics service system resolved the communication problem by separating the RFID tag and AP, which allows internet connection, from the tag. The tags connected with thermo-sensors, humidity sensors, pressure sensors, GPS, etc. are attached to the containers insuring global visibility and traceability, key factors in logistics, by obtaining desired real-time information regardless of time and location.

Key Words : IP-RFID, RFID Tag, Port Logistics, IT Convergence, Service Platform

1. 서론

세계적으로 중요한 항만을 보유한 독일과 미국 등은

전기통신과 컴퓨터를 결합한 고도의 새로운 사회기반을 형성하는 최신 정보통신기술을 활용하여 컨테이너 화물 관리체계의 효율화, 항만 운영정보체계 개선 등 물류체

* 이 논문은 2013학년도 동명대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 연구되었음 (2013A022)

Received 10 March 2015, Revised 15 April 2015

Accepted 20 May 2015

Corresponding Author : Youngl-Jae Park

(Tongmyong University)

Email: yjpark@tu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

계 개선을 위한 다양한 활동을 하고 있다. 또한 기업들의 글로벌화로 인해, 글로벌 물류관리체계의 효율성은 기업의 경쟁력을 좌우하는 가장 중요한 요소가 되고 있다[1, 2].

범국가적인 글로벌 경영을 추구하면서 세계적인 생산·물류네트워크를 형성하여 물류분야 전체에서의 경쟁력 있는 경영활동을 위한 SCM(Supply Chain Management)이 중요하게 된 것이다. 즉, 물류관리의 투명성 제고, 물류비용 절감 및 기업 경쟁력 향상, 물류정보의 신속성 및 정확성 등의 측면에서 컨테이너 화물위치 및 상태에 대한 실시간 정보의 효율적 관리 활용에 대한 인식이 증대되고 있다. 정보통신기술을 활용한 항만물류의 효율화는 신속하고 정확한 정보처리로 개별기업에게는 글로벌 SCM 개선에 크게 기여할 수 있으며, 국가적으로는 국가물류와 항만시설의 활용도를 높임으로써 투자비용을 절감하고 물류서비스 만족도를 향상시켜 항만 및 기업의 경쟁력을 향상시킬 수 있다.

항만은 대량의 해운운송과 소량의 육상운송의 중간거점으로 운송 수단의 전환 및 버퍼기능을 수행한다. 물류, 생산, 생활 및 국제교역기능과 배후지의 경제발전을 위한 기지로서의 역할을 수행하는 종합적인 공간인 항만은 그 중요성이 더욱 커지고 있다. 현재 항만물류분야에서의 RFID/USN (Radio Frequency Identification/ Ubiquitous Sensor Network)기술은 한정된 공간에서 적용되고 있다. 즉 항만물류 전체 프로세스에의 적용은 기술적 한계를 극복해야만 한다. 최근 이를 위해 컨테이너에 RFID를 부착하여 컨테이너의 위치를 글로벌하게 추적하고 모니터링하기 위한 연구가 진행되고 있다. 리더기(Reader)가 반드시 필요한 기존의 RFID 기술로 컨테이너의 이동을 추적하려면 전 세계에 리더기를 설치해야 하기 때문에 센서 네트워크와 결합한 RFID 기술을 응용하고 있다[2, 3].

그러나 이러한 USN(Ubiquitous Sensor Network)기반의 기술은 센서 네트워크가 모두 구성되어 있어야 한다는 전제가 있고, 특히 container terminal 이나 container yard와 같이 대량의 컨테이너들이 집중되어 있는 공간에서의 USN과 같은 M2M(machine to machine communication) 방식은 통신 인프라 측면에서의 많은 문제점을 내포하고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하고 글로벌한 컨테이너의 위치 및 상태를 모니터링하여 필요한 정보를 제공하기 위해서는 항만물류 특성을 고려한 RFID(Radio Frequency Identification) 기반의 시스템이 필요하다. 2

장에서는 RFID, USN, IP-USN 등의 관련기술과 연구동향에 대해 살펴보고, 3장에서는 항만물류가 가지는 특성과 선진 항만들의 정책에 대해 소개한다. 4장에서는 망 접속 장치인 AP(Access Point)와 RFID 태그가 분리된 태그 시스템에 대해 제안하고, 이들의 하드웨어 및 소프트웨어 구조에 대해 제시한다. 그리고 태그로부터 수집된 데이터를 처리하기 위한 플랫폼에 관한 개념적 구조를 제시하였다.

2. RFID, USN, IP-USN

단방향적인 화물의 위치 추적 및 상태 모니터링으로는 다양한 항만물류 주체들의 요구를 수용할 수 없다. 예를 들어, 위험물 운송의 경우 화재나 폭발과 같은 위급사항에서는 이에 대처할 수 있는 조치를 할 수 있어야 한다. 이와 같이 컨테이너에 부착되는 태그나 센서는 단방향 통신이 아닌 양방향 통신이 필요하다. 또한 태그나 센서의 기능도 쉽게 바꿀 수 있어야 한다. 새로운 기능을 수행할 수 있도록 원격으로 태그나 센서를 제어할 수 있어야 한다는 것이다. 또한 양방향 통신을 쉽고 경제적으로 구현하기 위해서는 IP(Internet Protocol) 인프라를 활용이 요구된다. IP를 기반으로 하는 디바이스와 센서가 필요하다.

항만물류는 그 특성상 global visibility와 traceability가 요구된다. 그러나 현재까지 항만물류에 적용된 전통적인 RFID기술로는 이러한 요구에 부응할 수 없다. 최근 IP-USN 또는 M2M과 같은 기술들을 항만물류에 적용하고자 하는 시도가 진행되고 있다. 그러나 이러한 기술들은 네트워크가 구성되어 있어야 한다는 전제와 대량의 컨테이너가 장치되어 있는 항만물류 거점에서는 폭발적인 통신량으로 인한 문제가 발생한다. 또한 최근의 항만물류 관련 이해관계자들의 요구는 보다 적극적인 대응을 할 수 있는 기술과 방법을 요구하고 있다.

2.1 RFID

정보전달의 고속화를 위해서는 컴퓨터에 정보를 입력하는 방법의 자동화가 필수적이다. 이를 실현하는 기술을 일반적으로 자동인식 및 데이터 획득(AIDC: Automatic Identification and Data Capture) 기술이라 하며 AIDC의

최신 기술이라 할 수 있는 RFID/USN은 사람의 작업이나 판단을 궁극적으로 배제하고 상품이 갖는 정보를 자동적으로 취득해서 온라인으로 관련 정보를 처리하는 자동처리 시스템 구현의 핵심요소기술이다[4].

RFID는 1970년대부터 실용화를 위한 기초기술의 연구개발이 시작되어 1980년대에 들어와 제조현장에서 물류관리 자동화 등에 응용되기 시작하였다[5, 6, 7]. 90년대 중반부터 각 응용분야에 대해 ISO (International Standardization Organization)에서 국제 표준화가 논의되어 본격적인 실용화의 기반이 갖추어지기 시작했다.

RFID 미들웨어란 이 기종(heterogeneous) RFID 시스템에서 발생하는 대량의 태그 데이터를 수집, 필터링하여 의미 있는 정보로 요약, 응용 시스템에 전달하는 시스템 소프트웨어이다 [8]. RFID 미들웨어를 사용하는 이유는 리더 인터페이스 제공, 이벤트 필터링 그리고 표준화된 서비스 인터페이스를 제공하기 위한 것이다.

센서 네트워크 플랫폼은 UC Berkeley에서 개발한 이벤트 기반의 운영체제인 Tiny OS, 런타임시, 수정이 필요한 모듈의 업데이트가 가능한 UCLA의 SOS, 주변 환경에 맞추어 자동적으로 학습하고 재설정과 업그레이드를 통해 주위 환경에 최적으로 적응할 수 있는 진화 능력(evolvability)의 특징을 가지는 ICU의 ANTS (An evolvable Network of Tiny Sensors), 그리고 ETRI의 NanoQplus 등이 개발되고 있다. 센서 네트워크 플랫폼에서 중요한 이슈는 서로 다른 센서 네트워크를 통합적으로 관리하고 다양한 기술을 수용할 수 있는 플랫폼에 대한 요구이다. 다양한 센서 네트워크 물리 인프라 기술의 연동을 지원하는 글로벌 액세스망과 이 기종 센서 네트워크들의 글로벌한 정보 공유 표준 인프라를 포함하는 플랫폼으로 EPC의 센서 네트워크 플랫폼이 있다. EPC 센서 네트워크 플랫폼은 RFID와 USN의 통합 인프라스트럭처이기도 하다[9].

서비스 플랫폼이란 응용 프로그램을 개발하는 입장에서 서비스 별로 따로 개발하는 것이 아닌 서비스에 공통적으로 필요한 서비스 구성 요소를 찾아서 공통된 서비스를 제공해 주는 것으로 공통되는 특징과 서비스들을 추출하고, 추출된 특징들과 서비스들을 재사용하여 서비스 개발의 편의성을 지원하고자 하는 것이다 [10,11]. 서비스 플랫폼은 네트워크와 하드웨어 장치, 무선 네트워크에 독립적 소프트웨어 플랫폼을 제공하여 일관된 방

법으로 응용 프로그램을 개발하고 유지보수가 용이한 소프트웨어 플랫폼을 제공하는 것이다[12].

2.2 USN

Sensor network는 기본적으로 sensor node와 sink node로 구성된다. 센서 네트워크 내의 각각의 sensor node에서 얻은 데이터는 sink node로 수집되어 인터넷 등 외부 네트워크를 통하여 사용자에게 제공된다. 센서 노드는 저가의 초소형 저전력 장치로 센싱을 위한 센서, 센싱 정보를 디지털 신호로 변환하기 위한 ADC (Analog to Digital Convert), 데이터 가공 처리를 위한 프로세스와 메모리, 전원 공급을 위한 배터리, 그리고 데이터 송수신을 위한 wireless transceiver 등으로 구성된다. USN (Ubiquitous Sensor Network)은 초기에 전자태그를 통해 개체를 식별하는 단계에서 센싱기능을 부가해 환경정보를 동시에 취득하는 단계를 거쳐 태그 상호간 통신으로 네트워크를 구축하고 기능이 적은 다른 태그를 제어하는 단계로까지 발전하였다. USN기술은 태그, reader, middleware, application service platform 등을 중심으로 유무선망을 이용한 네트워크로 구성된다. 이와 같이 RFID 태그가 소형화·저가격화 됨에 따라, 사물인식(object recognition) 및 USN과 함께 적용하는 연구가 진행되고 있다[13,14,15,16,17].

2.3 IP-USN

IP-USN (Internet Protocol-Ubiquitous Sensor Network)은 기존의 IP 인프라를 기반으로 광범위한 확장성을 제공하고 센서 노드, gateway 및 싱크 노드의 이동성을 보장하는 USN서비스이다[17,18]. 특히 IP-USN은 인터넷 인프라와 연계해 원하는 장소에 센서 네트워크를 구축, 다양한 서비스의 제공이 가능해 국내외에서 많은 연구를 수행 중에 있다. 센서 네트워크에 IP를 적용하는 것은 동일 PHY/MAC 계층에서 운영되는 센서 네트워크에 IP를 기반으로 최소한의 네트워크 운영과 기존 유무선 네트워크와의 유연한 연결성을 제공하기 위함이다. 센서 네트워크에 적용되는 IP 기술은 유무선 네트워크에서 충분히 검증된 기술로 센서 네트워크와 기존 PC간에 적용이 용이하고 개발비용에 대한 중복 투자비용의 절감을 가져온다. ZigBee가 소규모 센서 네트워크에 적합하다면 IP-USN은 대규모 네트워크에 유용하며 기존 인터넷 서

비스와 바로 연계되는 장점이 있다[19]. IP-USN에서는 IPv6 규격을 센서 네트워크의 특성에 맞게 적용시켜 기존의 인터넷과 효과적으로 연동한다.

컨테이너의 위치와 상태 정보를 실시간으로 획득하기 위한 국외 연구는 연구실 수준에서 개념적 설계 형태로 진행되고 있다. 국내의 경우, 국외에 비해 보다 활발한 연구가 정부의 지원 아래 진행되고 있다. 그 중 일체형 태그 시스템의 경우, 이미 상용화 단계에 들어서서 서비스가 되고 있는 실정이다. 그러나 분리형의 경우, 개념적 설계가 보고된 바가 있는데, 그 경우에는 태그에 GPS 모듈을 내장하고 있는 형태로, 태그 자체의 애플리케이션이 무겁고, 기존 항만에서 사용되고 있는 433Mhz 태그를 그대로 사용하기에는 제한이 있다[2].

3. 항만물류의 특성과 정책

항만물류는 항만을 통한 화물의 물류 즉, 수출입 컨테이너 물류이다. 따라서 항만물류는 화주 공장, CY(Container Yard), ICD(Inland Container Depot), Container Terminal 등 다양한 물류거점이 글로벌하게 위치하고 있으며, 육상 및 해상운송을 포함하고 있다. 따라서 항만물류 주체들의 global visibility와 traceability에 대한 요구가 증가하고 있다.

특히 미국의 경우 2001년 911테러 이후 안전과 보안업무를 총괄하는 국토안보부(DHS: Department of Homeland security)를 창설하고, 해운보안법, 항만보안법, 911 테러방지권고이행법률 등을 연이어 제정하는 등 자국에 대한 테러위협을 원천차단하기 위해 전 방위적으로 물류보안체계를 강화하였다. 2012년부터는 미국으로 반입되는 모든 컨테이너 화물에 대해 운송 도중 컨테이너가 개폐되지 않았음을 확인할 수 있도록 미국 세관이 인정한 보안장치를 장착해야만 미국 내 반입을 허락하는 법률도 통과시켰다. 뿐만 아니라 유럽연합은 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)의 국제선박 및 항만시설보안규칙(ISPS code: International Ship and Port Facility Security Code) 조항 중 권고사항까지도 의무화한 ‘해운 및 항만시설 보안규정’을 제정해 물류보안을 강화했다[2]. 또한 세계관세기기의 기업 물류보안제도이행에 역점을 둔 물류보안규칙을 입법화하여 시행하고, 수

입화물 검색 시스템을 구축 운영하는 등 물류보안강화를 위한 노력을 꾸준히 펼쳐오고 있다.

이렇듯 미국, 유럽 등의 선진국들은 보안조치 강화와 더불어 물류흐름의 저해를 방지하고 끊임없는 물류정보를 획득, 추적하기 위한 전자봉인 및 스마트 컨테이너 개발과 기술 표준화 등 관련 연구 개발 사업에 투자 확대는 물론 시장선점을 위해 발 빠르게 움직이고 있다.

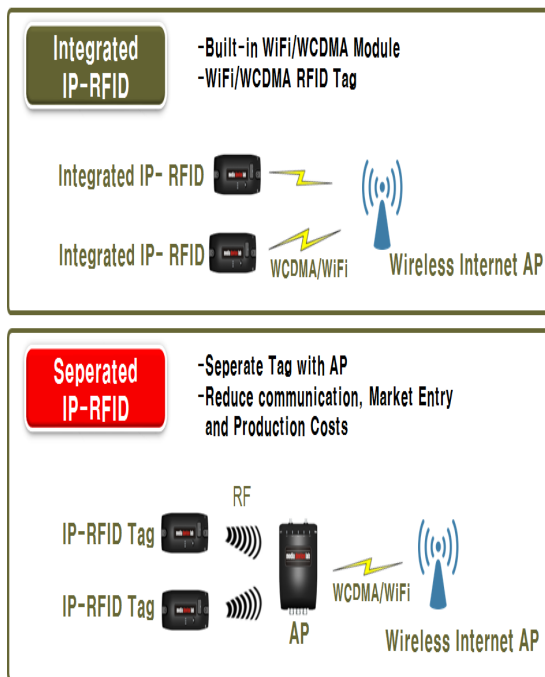
그러나 항만물류의 글로벌한 특성과 투명성을 확보하기 위해서는 RFID와 같은 기존의 시스템으로는 한계가 있다. 예를 들면 개별 국가에서 구축한 RFID 시스템은 상호간에 연동이 되지 않아, 정보의 공유를 위해선 전세계에 하나의 서버만 존재해야 하며, 기존 RFID 시스템으로 global visibility와 traceability 구현하기 위해서는 모든 국가의 항만에 RFID 시스템을 구축해야 하기 때문에 현실적으로 불가능하다. 컨테이너 화물을 분실하여 다른 지역 항만을 통과 하여도 국가 간 정보가 공유 되어 있지 않으면, 도난 사실이 발견되지 않는다. 그러나 IP 태그 시스템은 태그에 ‘What + Where 정보’가 저장되어 있기 때문에, 국가 간 별도의 정보 공유가 필요 없이 global visibility와 traceability가 가능하다. 이와 같은 이유로 항만물류에서는 IP 기반의 기술이 요구된다.

4. IP-Tag 기반 컨테이너 물류정보시스템 설계

항만물류의 흐름상에서 보면 AP(Access Point)는 운송 중에는 운송수단인 컨테이너 트럭과 컨테이너 선박에 또는 컨테이너 장치장이나 컨테이너 터미널과 같은 물류거점 상에서는 커버리지를 고려한 셀에 하나씩 두고 컨테이너에 부착된 태그로부터 전송되는 정보를 인터넷을 통해 목적지로 전송하게 된다. 본 연구에서는 컨테이너 내부에 온도, 습도, 충격, 도난분실방지를 위한 도어개폐 등의 센서를 설치하고 이들 센서 정보를 취합하는 RFID 태그를 컨테이너에 부착하는 것을 제한한다. RFID가 부착된 컨테이너는 기차나 트럭 그리고 선박을 통해 세계로 운송되게 되며, 이들 이동 중인 컨테이너는 그 운송수단 즉, 기차나 트럭, 선박 등에 컨테이너에 부착된 태그와 통신하기 위한 AP가 부착되어 태그와 AP간에는 RFID 통신을 통해 정보를 송수신하게 되고 AP는 사용자에게

WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access) 망을 이용해 정보를 제공한다. 한편 장치장에서는 하나의 고정형 AP가 다수의 컨테이너 즉, 컨테이너에 부착된 태그들과의 통신을 담당하는 분리 형태이다.

[Fig. 1]에서 보는 바와 같이 컨테이너의 위치 및 상태를 파악하여 관련 정보를 실시간으로 전송하기 컨테이너용 태그는 크게 인터넷 접속을 위한 통신 모듈을 태그가 가진 일체형과 태그와 분리된 분리형으로 구분해 볼 수 있다.



[Fig. 1] Integrated and Separated Tag System

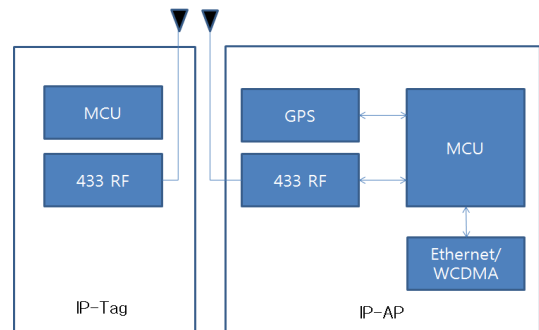
태그와 통신모듈 즉, 와이파이 또는 CDMA와 같은 이동 통신망에 접속하기 위한 모듈이 결합된 태그는 별도의 AP가 없더라도 언제든지 망에 접속하여 정보를 전송할 수 있다. 이러한 태그들은 USN 또는 M2M과 같은 형태로 인터넷에 접속할 수 있는 IP를 가지고 있다.

한편 분리형 태그는 별도의 AP를 통해서만 와이파이 또는 이동 통신망에 접속할 수 있는 것으로 태그와 AP간에는 RF(Radio Frequency)를 이용한 정보통신을 하고 태그로부터 전송 받은 정보를 AP가 인터넷을 통해 목적지로 정보를 전달하게 된다. 일체형 IP-RFID의 경우,

IP-USN과 같은 문제점을 지닌다. 즉, 컨테이너가 집중된 container yard나 container terminal과 같은 경우 많은 태그들이 동시에 인터넷에 접속하기 위해 시도하게 되고 이럴 경우 비효율적이고 비경제적인 통신뿐만 아니라 접속 대기 및 실패로 인해 원하는 정보를 원하는 시간에 즉 실시간 정보의 획득이 어려워 질 수 있다.

구현 측면에서 보면 일체형 시스템이 보다 간편하며 또한 시장 진입 측면에서도 유리한 것이 사실이다. 그러나 일체형인 경우, 크기가 크고 전력 소모가 많으며, 운영 유지에 많은 비용이 발생한다. 분리형의 경우, AP는 사회적 인프라로 취급될 수 있어 구축비가 절감되며, 태그도 기존의 433Mhz RFID를 그대로 수용할 수 있으며 전력 소비도 크게 줄어든다. 그러나 구현 측면에서는 분리형 시스템이 복잡하며 특히 IP 기능을 부여하기 위해서는 하드웨어 및 소프트웨어의 설계가 중요하다.

4.1 IP-Tag와 AP



[Fig. 2] Hardware Architecture

[Fig. 2]에서와 같이, 태그와 AP를 분리하여 컨테이너 물류정보를 수집하고 또한 기존 RFID의 기술 및 시장을 그대로 수용하기 위해 분리된 IP-Tag에는 기존의 433Mhz RFID를 그대로 사용하였다. 어플리케이션 및 컨테이너 내부 온도, 습도, 충격, 개폐탐지 등의 센서를 제어하고 이들 센서로부터 데이터를 수집하기 위한 MCU(Micro Control Unit)가 필요하다. 그리고 AP에는 태그와 433Mhz로 통신하기 위한 433 RF(Radio Frequency), 위성좌표 수집을 위한 GPS, 그리고 이더넷 또는 WCDMA 망과의 통신을 위한 모듈과 처리를 위한 MCU가 있어야 한다. 또한 AP는 트럭, 기차, 선박 등 여러 수

단으로 운송되는 컨테이너 물류의 특성을 감안해 볼 때, 트럭, 기차로 육상을 이동 중인 컨테이너와 선박을 이용해 해상운송 중인 컨테이너 즉, 이동 중인 컨테이너의 데이터를 태그로부터 수집하여 사용자에게 전송해 주기 위한 AP와 컨테이너 터미널, 컨테이너장치장 (ODCY: Off Dock Container Yard), 내륙컨테이너기지(ICD: Inland Container Depot) 등 물류거점에 장치중인 컨테이너의 정보를 수집하여 전송해 주기 위한 AP로 구분하여 볼 수 있다. 즉, 이동 중인 컨테이너의 태그 정보를 사용자에게 전송해 주기 위한 AP는 WCDMA 망을 이용하여 사용자에게 해당 태그가 부착된 컨테이너의 정보를 전송하기 위해, 장치 중인 컨테이너에 대해서는 SP(Smart Point)가 이더넷을 통해 사용자에게 컨테이너 정보를 제공한다. SP에는 RFID 리더기 기능에 이더넷 통신과 IP-RFID 통신을 위한 프로토콜 및 장치장에 장치된 다수의 컨테이너 즉, 여러 태그들과의 동시통신제어를 위한 기능들을 부가하였다.

수출지에서 수입지까지의 물류흐름에 따라 살펴보면, 먼저 수출지의 화주 공장에서 화물 적입을 마친 컨테이너는 트럭 또는 기차에 실려 내륙컨테이너기지나, 컨테이너 터미널로 운송된다. 이때 IP-Tag는 트럭이나 기차에 부착된 AP와 433Mhz RF 통신을 이용하여 컨테이너 내부의 온도, 습도, 충격 등의 센싱 데이터를 AP로 전송하고 AP는 이동통신망인 WCDMA망을 통하여 서비스 플랫폼으로 데이터를 전송해 준다. 컨테이너 장치장이나 컨테이너 터미널에 도착한 컨테이너는 장치장 또는 터미널의 야드에 설치되는 AP에게 역시 컨테이너 내부의 센싱 데이터를 전송하고 AP는 이더넷망을 통해 센싱 데이터를 중계해 준다.

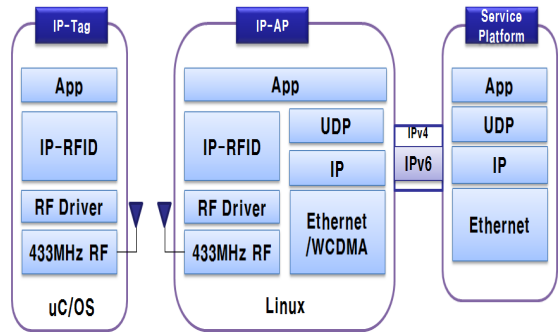
AP는 운송중인 컨테이너나 장치장에 장치된 컨테이너의 센싱 데이터에 AP의 GPS 데이터와 IP 주소를 추가하여 서비스 플랫폼으로 전송한다. 장치중인 컨테이너를 선박에 적하하면 컨테이너에 부착된 IP-Tag는 선박에 설치되는 AP와 433Mhz RF통신으로 데이터를 전송하고 선박의 AP는 선박에서 사용하는 위성인더넷통신을 이용하여 서비스플랫폼으로 데이터를 전송하게 된다. 수입지에서부터는 역순으로 이루어지게 된다.

4.2 네트워크 프로토콜 및 소프트웨어 구조

본 연구의 IP-Tag와 AP에 사용되는 프로토콜은 [Fig.

3]과 같다. 양방향 통신을 위해서는 통신을 위한 양자간에 식별할 수 있는 주소가 필요하다. 각 디바이스마다 고유의 식별번호 즉 IP 주소가 필요한데, 본 연구에서는 IPv6(Internet Protocol version 6)를 적용하여 AP가 IP 주소를 가질 수 있도록 설계하였는데, AP는 IP-Tag의 ID와 자신의 IP 주소를 조합하여 IP-Tag의 IPv6 주소를 생성하게 된다. 즉, AP는 네트워크 상에서 게이트웨이의 기능을 수행할 수 있도록 하였다.

IP-Tag에 사용되는 OS(Operating System)는 uC를 사용하여, 6LowPan을 따라 네트워크 프로토콜을 구성한다. AP는 Linux 기반 위에 태그와 통신하기 위한 L1, L2, L3를 설계하고, 사용자 측에는 이더넷과 IP 프로토콜을 적용하였다.

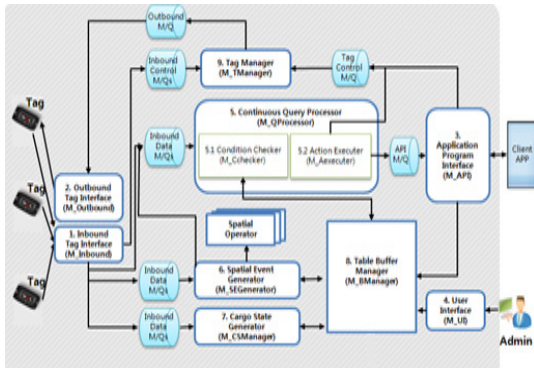


[Fig. 3] Software Architecture

4.3 서비스 플랫폼

[Fig. 4]에서는 서비스 플랫폼의 개념적 구조도를 보이고 있다. 주요 모듈별 기능은 Inbound TAG Interface는 태그 데이터를 수신하여 Inbound Message Queue에 저장하고, .Outbound TAG Interface는 Outbound Message Queue에 저장된 메시지를 읽어서 해당 Tag로 전송한다. Spatial Event Generator는 Inbound Message Queue로부터 태그 데이터를 받아 태그의 물류거점위치 정보를 생성하고 Cargo Situation Generator는 태그로부터 수신된 온도, 습도, 충격 등의 화물상태정보를 기록한다. Continuous Query Processor는 태그로부터 수신된 데이터가 사용자가 등록해 놓은 조건을 만족하는를 검사하여 조건을 만족하는 데이터가 수신되었을 때는 사용자에게 태그로부터 수신된 데이터를 가공하여 전달한다. 수신된 데이터가 사용자의 조건을 만족하는 데이터가 아닐때는 Message

Que에서 삭제하여 태그로부터 수신되는 많은 데이터를 보관해 두지 않게 된다. 일반적인 RFID 미들웨어의 경우 수신된 데이터를 모두 보관하게 되는 것과 차이가 있다.



[Fig. 4] Conceptual Architecture of Service Platform

이와 같이 항만물류 서비스 플랫폼의 기술적 특징은 첫째, 태그로부터 발생되는 데이터를 데이터베이스에 저장하는 것이 아니라 클라이언트의 질의(query)를 데이터베이스에 저장 한 후, 해당 정보를 메모리에 모두 올려 운영을 한다. 저장된 질의에 해당되는 즉, 클라이언트가 관심을 갖고 있는 태그로부터 모니터링의 대상이 되는 특정 이벤트가 발생하여 해당 정보를 수신하였을 경우, 서비스플랫폼은 해당 정보를 분석하여 클라이언트에게 발생한 이벤트의 정보를 알려준다. 이와 같이 전통적인 DBMS (Database Management System)에서는 데이터가 영구적(persistent)이고 질의가 일시적(transient)이지만 DSMS (Data Stream Management System)에서는 질의가 영구적이고 데이터는 일시적이다. 클라이언트의 질의는 SQL (Structured Query Language)로 표현되는 것이 아닌 XML (eXtensible Mark-up Language)로 표현된다. 클라이언트가 XML로 표현된 질의를 서비스 플랫폼에게 등록을 요청하면 서비스 플랫폼은 이를 파싱(parsing)하여 데이터베이스에 저장한다. 다수의 태그로부터 수신되는 정보의 양은 엄청나다. 따라서 태그로부터 수신되는 정보들은 클라이언트가 모니터링하기 원하는 태그에 특정 이벤트가 발생하였을 때만 처리하고 클라이언트가 관심이 없는 일반적인 상황은 모두 삭제하여 데이터베이스의 저장공간을 낭비하지 않게 된다.

둘째, 전통적인 DBMS와 클라이언트간에는 동기식

모드로 통신을 하게 된다. 그러나 서비스 플랫폼에서는 클라이언트가 질의를 서비스 플랫폼에 등록을 하고 나면, 플랫폼과의 접속을 유지하지 않는다. 서비스 플랫폼은 수집되는 태그들의 정보를 분석하여 클라이언트에게 전송해야 할 이벤트가 있을 경우, 해당 클라이언트와의 통신 접속 시도하여 해당 정보를 전송하는 비동기식 모드로 동작한다.

셋째, 서비스플랫폼은 수신된 태그 데이터가 클라이언트가 요구하는 특정 이벤트인지를 비교하기 위해 디스크의 데이터베이스를 검색하지 않고, 디스크 데이터베이스와 데이터의 일관성을 유지하고 있는 메모리상의 데이터와 비교하여 처리한다. 즉 in memory database management system이다. 서비스 플랫폼이 운영을 위한 데이터를 디스크가 아닌 메인 메모리에 모두 올려서 서비스를 수행하게 된다.

5. 결론

본 연구에서는 글로벌하게 이동하는 컨테이너에 대한 실시간 위치 및 컨테이너 상태 정보를 추적하기 위한 태그와 AP를 설계하고 이들을 통해 사용자에게 정보를 직접 제공하기 위한 시스템을 제안하였다. 현재 설계를 완료하고 이를 구현 중에 있다. 구현이 완료되면 실증 테스트를 할 계획이다. 이러한 시스템이 성공적으로 개발되면, 항만물류 이해관계자들이 저비용으로 실시간 항만물류 정보를 획득할 수 있게 될 것으로 생각된다. 특히 글로벌 SCM 측면에서 정확한 물류 정보의 실시간 획득은 매우 중요하다. 운송중인 재료나 부품의 위치나 상태에 관한 정보는 해당 기업의 생산 및 판매 계획 수립에 있어 반드시 필요한 정보이며, 이러한 물류 정보는 전체 SCM 측면에서는 그 파급효과가 더욱 크다 하겠다. 항만물류는 그 특성상 글로벌한 위치 추적 및 화물 상태의 모니터링이 필요하다. 이를 위해 전통적인 RFID는 리더기를 전 세계에 설치하기가 현실적으로 불가능하므로 새로운 기술이 필요하다. 또한 USN이나 IP-USN의 경우에는 네트워크가 모두 존재해야만 하는 전제가 필요하며, 대량의 컨테이너가 장치(stock)되어 있는 container yard에서는 비효율적이고 폭발적인 통신량이 발생하는 문제점이 있다. 따라서 인터넷과의 통신을 담당하는 기능을 따

로 분리한 분리형 IP-RFID 기술이 항만물류에는 적합하다. RFID에 IP 기능이 적용된 태그는 양방향 정보 교환이 가능해 지고 또한 시스템이 태그를 통제할 수 있게 될 뿐만 아니라 메모리와 프로세스를 탑재한 태그는 어떤 기능의 소프트웨어를 탑재하느냐에 따라서 다양한 기능과 역할을 할 수 있는 스마트한 능력을 가지게 된다. 최근의 항만물류는 다양한 이해관계자들의 많은 요구와 관심의 대상이 되고 있다. 미국은 911사건 이후 자국에 들어오는 모든 화물에 대한 보안을 강화하고 있으며, 이를 위한 기술을 개발하고 있다. IP-RFID는 화주, 선사, 운송사, 컨테이너 터미널 등과 같은 직접적인 주체뿐만 항만 당국, 세관, 출입국관리소, 검역소 등 다양한 이해관계자들이 그들의 목적에 따라 참여하고 있다. 지금까지는 이러한 다양한 이해관계자들이 요구하는 정보를 실시간으로 제공하기는 어려웠다. 본 연구에서 제안하는 IP-RFID 기반의 서비스 플랫폼은 이러한 이해관계자들의 다양한 요구를 충족시킬 수 있는 서비스 기반의 정보시스템이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This Research was supported by the Tongmyong University Research Grants 2013.

REFERENCES

- [1] J.Park and Y Kim, Study on Mobile Container Management for Smart Container Cold Chain, Proceedings of a Korea Computer Congress 2010, Vol. 37, No. 19(D), pp. 393-396, 2010.
- [2] H. Choi, J. Kim, M. Kang, J. Shin, J. Shon, Y. Moon and E. Lee, A Study on The Development of Container Security Device(CSD) based on Active RFID, Journal of Communications and Networks, Vol. 35, No. 2, pp. 244-251, 2010.
- [3] C. Ro, and K. Kim, Design and Implementation of Port container Management System Using RFID, The Journal of the Korea Contents Association Vol. 6, No. 2, pp. 1-8, 2006.
- [4] J. Landt, The history of RFID, IEEE Potentials, Vol. 24, No. 4, pp. 8-11, 2005.
- [5] I. K. Rhee and Y. I. Seo, RFID based SCM Management Improvement and ROI Estimation, The Journal of Korea Information and Communications Society, Vol. 37C, No. 1, pp. 17-23, 2012.
- [6] J. H. Eom, S. N. Woo and S. S. An, Location Service Model Based on Integrated Architecture of RFID Network and Cellular Network, Proceedings of Korea Computer Congress 2007, Vol. 34, No. 1(D), pp. 100-104, 2007.
- [7] Y. J. Choi, D. H. Han, H. J. Jeong, W. C. Han and H. S. Kim, The Evaluation Effectiveness on RFID System Based Logistics Process, Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 15, No. 6, pp. 111-120, 2010.
- [8] D. Y. Kim, J. W. Lee, Y. J. Kim, J. H. Kang, S. M. Hong and W. Y. Jung, The Implementation of a Global Sensor Network Platform, Journal of the Korea Information Science Society, Vol. 25, No. 12, pp. 83-92, 2007.
- [9] B. W. Min, Y. S. Oh, D. Y. Han and J. Y. Koo, Design of u-Health Service Platform, Proceedings of The Korea Contents Association Conference, vol. 7, No. 1(low part), pp.797-801, 2009.
- [10] D. S. Han, I. Y. Ko and S. J. Park, Evolving mobile u-health service platform, Review of Korea Institutes of Information Security and Cryptology, Vol. 17, No. 1, pp. 11-21, 2007.
- [11] K. Y. Kim, D. K. Kim and S. J. Lee, A Design and Implementation of Service Platform for Telematics Terminals, Journal of Korean Society for Internet Information, Vol. 7, No. 3, pp. 13-30, 2006.
- [12] H. R. Choi, B. K. Park, Y. J. Park, M. J. Cho, C. H. Park, J. W. Lee and G. R. Kim, Development Plan of Pet Dog Safe Transportation System Using IP-RFID, Communications in Computer and Information Science, Vol. 261, pp. 317-328, 2011.
- [13] R. Weinstein, RFID: a technical overview and its application to the enterprise, IT Professional, Vol. 7, No. 3, pp. 27-33, 2005
- [14] C. S. Lee, S. K. Park and J. M. Ahn, "Intelligent

- Library Management System using RFID and USN”, Journal of Information Processing systems, Vol. 19-D, No. 3, pp. 247-256, 2012.
- [15] K. K. Jung, S. J. lee, C. W. Lee, T. V. Nghia, S. B. Chung and K. H. Eom, Implementation of RFID System using Wireless Sensor Networks, Proceeding of The Korean Institute of maritime information and communication sciences, pp. 858-861, 2011.
- [16] H. R. Choi, B. K. Park, S. G. Hong, Y. S. Park and C. S. Lee, A Study on Application of a Marine Leisure Activity Management System Using IP-RFID, Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 12, No. 2, pp. 878-887, 2011.
- [17] H. B. Kim, “The Analysis of the IP-USN Trends and Security Requirement”, Review of Korea Institutes of Information Security and Cryptology, Vol. 16, No. 6, pp. 64-73, 2006.
- [18] J. K. Song and P. S. Mah, “The Trends of Ubiquitous Sensor Network OS for IP-USN”, Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 23, No. 1, pp. 12-20, 2008.
- [19] J. G. Hwang, T. S. Cheong, Y. I. Kim and Y. J. Lee, “Trends of RFID Middleware Technology and Its Applications”, Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 20, No. 3, pp. 81-91, 2005.

박 영 재(Park, Young Jae)



- 2003년 2월 : 동아대학교 경영정보학과(경영학박사 경영정보시스템전공)
- 2004년 3월 ~ 2005년 2월 : 미국 카네기멜론대학교, Research Faculty
- 2006년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 경영정보학과 교수
- 관심분야 : EC, DSS, 물류시스템
- E-Mail : yjpark@tu.ac.kr