

# Smart Tag를 이용한 컨테이너의 GPS 위치 추적 시스템 개발

論文

55P-4-4

## Development of GPS Tracking System for Container using Smart Tag

金 炯 完<sup>†</sup> · 朴 志 浩<sup>\*</sup>

(Dong-Wan Kim · Jee-Ho Park)

**Abstract** - In this paper, we explore a novel transportation container in the marine terminals. The container includes Smart Tag embedded with radio frequency(RF) chips, which is used to access information about productions and possibly incorporated with GPS systems for integrated managements of them. The proposed mechanism is valuable for decreasing cost, increasing satisfaction of customers, and preventing economic loss due to production missing, thus increase of economic efficiency is highly anticipated. Consequently, accurate and proficient management is considerably accomplished in overall procedures of inventory and currency by means of the proposed systems.

**Key Words** : Smart Tag, Wireless communication, Logistics transportation process, GUI, Total monitoring

### 1. 서 론

오늘날 세계경제는 세계무역기구(WTO) 체제아래 글로벌 경영시대에 진입함에 따라, 물적 유통영역이 세계적인 네트워크 속에 생산·유통 및 소비가 국경 없이 이루어지고 있기 때문에 국제 물류를 이해하고 응용하는 것이 매우 중요하다.

국제 물류기능으로는 운송·보관·하역·포장 및 정보활동으로 대별되나, 이 중에서도 운송물류로부터 물자유통이 시작되고, 특히 전 세계 교역량의 75%가 바다를 통하여 운송되고 있는 실정이다. 더욱이, 무역의존도가 높은 우리나라의 경우 전체 수출입 화물량의 99.7% 이상이 항만 운송이 차지하고 있다. 이러한 항만 운송의 화물은 거의 대부분이 컨테이너에 의해서 이루어지고 있으며, 기존의 항만물류 자동화 시스템은 화물 이송, 저장 및 내륙 수송 연계에 있어서 일반적인 바코드 시스템을 적용하고 있으나 기존의 바코드 시스템은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다[1-4].

- 인식거리가 짧다.
- 1회용으로 재사용이 불가능하다.
- 구김, 누수 등에 의한 예러율이 높다.
- 국제 표준 규격이 다양하여 통합이 불가능하다.
- 먼지, 물, 굵힘 등의 외부 물리적 환경에 취약하다.
- 물류 자체의 인식 정보를 읽기 보다는 기존의 DB 시스템과 항상 연동하여 사용하여야만 화물에 대한 정보를 인식할 수 있다.

Smart Tag의 활용 기술은 Smart Tag를 부착한 정보 발

신원에 따라 크게 사람, 물건, 환경 3가지로 분리할 수 있다. 사람이 정보를 발신하는 것은 개인 ID와 같은 자기 자신에 관한 정보다. 이 정보를 Smart Tag에 가지고 다님으로써 자기 자신의 행동이나 이력 등의 정보를 네트워크를 통하여 전달한다. 물건에 의한 정보 발신은 유통물류 분야 등 Smart Tag의 최대의 수요가(년간 수조 개 이상) 있을 것으로 예상되며 요즘 와서 물류나 항공수화물과 같은 물품관리의 분야에 Smart Tag의 채택은 Smart Tag가 현실성 있는 기술임을 입증하고 있다[5-8].

따라서, 본 논문에서는 인식거리가 길고, 자체 보유 메모리에 의해 다양한 데이터를 저장할 수 있으며, 주변 환경에 영향을 받지 않는 강인성을 보유하고 있으며, 데이터 삭제 및 리셋 기능을 보유하고 있으므로 반영구적으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 다양한 분야에 적용할 수 있는 Smart Tag를 이용하여 실시간 물류 이송 및 적재 정보 확인을 가능케 하며, 통합 모니터링 시스템과의 연동을 통한 물류 유통의 효율성 및 생산성을 향상시킬 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

### 2. Smart Tag

#### 2.1 Smart Tag의 기술이론

사람과 사물에 의해 많은 수의 물건과 사람에 관한 정보가 발신되기 시작되면 그 주변을 둘러싸고 있는 환경도 점차로 변화해 간다. 길거리의 전신주나 보도, 빌딩의 벽이나 바닥 등에 Smart Tag 태그를 심어두고 길가에 무선 판독기를 설치하여 주변의 정보를 네트워크로 전달하면 그야말로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 되는 것이다. 현재의 컴퓨터는 「자신의 주변에 무엇이 있는지, 그것이 어떤 상태인지」와 같은 자신의 주변 세계를 감지하는 일을 할 수 없다. Smart Tag는

<sup>†</sup> 교신저자, 正會員 : 東明大 電氣電子工學科 教授 · 工博  
E-mail : dongwan@tu.ac.kr

正會員 : 東明大 메카트로닉스공학과 教授 · 工博  
接受日字 : 2006년 9월 30일  
最終完了 : 2006년 10월 24일

컴퓨터가 주변의 세계를 감지하여 정보를 스스로 모으고, 처리할 수 있게 하는 컴퓨팅의 새로운 패러다임이라고 할 수 있다.

방대한 수의 사물에서 나오는 정보가 네트워크를 통해 흐르면 지금까지 상류(서버)에서 하류(클라이언트)에 정보를 전송하는 것을 전제로 한 정보통신 네트워크 기술도 조금씩 변화하여 갈 것이다. 물건과 물건을 연결하는 M2M 통신에서 발생하는 데이터의 양이 폭발적으로 증가하면 정보통신 네트워크의 패러다임이 '많은 수의 작은 크기의 데이터를 얼마나 효율적으로 전송할 것인가'로 변화되어 갈 것이며, 정보화의 대상이 모든 사물의 영역으로 확장될 것이다.

Smart Tag(Radio Frequency Identification)는 제품에 바코드 대신 초소형 IC칩과 안테나 등으로 구성되어 있는 Smart Tag를 부착, 이에서 송출되는 신호를 인식기로 읽어 들이는 무선 자동인식기술이다. Smart Tag에 사용되는 주파수는 134kHz 이하 저주파 대역과 13.56MHz의 고주파 대역으로 나뉘어져 있는데 고주파는 주로 이동기기에 사용되고 있다. 원리는 기존 바코드시스템과 유사하지만 바코드처럼 인식기를 가까이 대지 않고도 수십 미터 떨어진 전방에서 태그에 담긴 정보를 읽을 수 있다는 편리함 때문에 대형매장이나 물류관리 업체를 중심으로 속속 도입되고 있다. 인식기에 기록된 모든 상품의 출납정보를 무선랜을 이용해 중앙컴퓨터에 전송함으로써 자동으로 화물의 이송 및 저장 정보관리가 가능해진다. 정보의 축적 과정에서 인간의 개입이 필요치 않고, 제품의 흐름이 조용히 이뤄진다고 해서 Silent Commerce로 부르기도 하며, 제품정보를 저장하고 있는 Smart Tag를 스마트상표라고도 한다.

Smart Tag 기술은 현재 슈퍼마켓 등에서 물건을 팔라 출입문을 통과할 때 자동으로 상품정보가 인식되어 신용카드로 결제되는 무인점포 시스템, 차량번호자동인식시스템(도난차량 수배 및 톨게이트 요금징수) 등에도 응용되고 있다. 최근에는 기차표용 비접촉식 IC카드를 시작으로 전자화폐, 소매점의 고객관리용 카드 등으로도 활용범위가 넓어지고 있다.

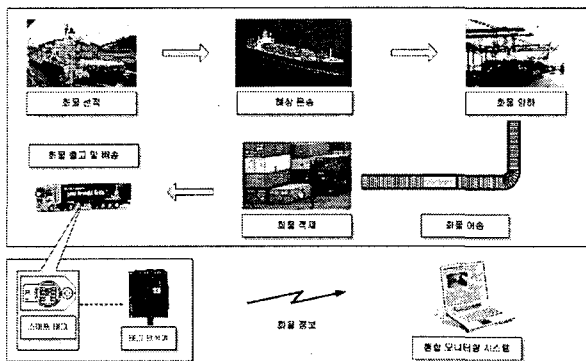


그림 1 Smart Tag를 이용한 물류 이송 시스템 구성도  
Fig. 1 Logistics transportation system using Smart Tag

2.2 Smart Tag의 활용방안

Smart Tag의 기술적 파급효과는 무선통신 주파수 확보 및 기술 기준 제정을 통한 인식 거리 확대 기술 확보와 무선 통신·메모리 기능 개발을 응용한 표준화 테스트베드 구축과

통합 모니터링 소프트웨어의 물류 이송 데이터 저장 시스템에 정확한 자료를 제공하여, 시스템별 상호 연동 기능을 통한 원격 물류 이송 및 적재 정보 확인을 할 수 있다. 또한 기업이 경영목표를 효율적으로 달성할 수 있도록 자산 및 장비의 취득에서 운용, 보전, 이동, A/S, 업그레이드, 폐기까지의 Total Life Cycle Cost를 최소화함으로써 실시간으로 화물의 운용 상태를 파악하여 유통 과정에서의 물류 이동 신속화를 구축함으로써 물류 이송에 따른 제반 경비를 절감 할 수 있고, 전문 인력에 대한 불필요한 작업을 감소시킴으로써 물류 처리 생산성 증대를 통해 수출입물류비 절감을 이룰 수 있다.

물류 관리에 있어서 운영 실적 관리 효율성을 증대시키고, 실시간으로 정확한 물류 이력 및 현 상태를 파악할 수 있다. 물류의 수량 사실화에 의한 관리, 계획 등 합리적인 통계 분석을 통해 관리의 질적 향상 및 경영지원 자료의 신속한 제공을 가능케 한다.

3. 시스템 구성

컨테이너 터미널 내에서 컨테이너의 입출입시 현재 일부에서는 국제규격에 따른 태그가 부착되어 출발지 및 배송지의 정보를 통합센터에서 관리하는 경우도 있으나 주변 정보와의 공유를 위한 시스템의 수정보완이 어려운 실정이며 컨테이너의 경우 통신의 거리가 문제가 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 스마트 태그를 컨테이너에 부착(수신기가 읽을 수 있는 컨테이너 외부)하여 입출고시에 이를 읽어 들이고 이를 야적장에 모아두는 경우는 구역별 모듈을 통하여 그룹별로 개발된 통합통신모듈을 이용하여 블루투스(무선통신에 따른 거리의 제약을 극복가능) 통신을 통하여 메인으로 전송하도록 함으로서 스마트 태그의 거리의 제약성을 극복할 수 있도록 하였으며[9], 개발된 Smart Tag을 이용한 실시간 물류 추적 시스템은 차세대 항만 물류관리 시스템의 이송물류 컨테이너에 Smart Label(RF Chip)을 부착하여 상품의 기본적인 정보를 Read/Write하여 활용함에 있어서 신속, 정확, 안전하고 통합적인 물류관리 시스템으로 물류비용의 최소화와 고객서비스를 획기적으로 향상 시킬 수 있도록 활용하여, 기존의 제품 분실로 인한 매출액 대비 손실액을 최소한으로 방지하여 이익증대의 효과를 창출하고 재고의 파악이나 생산된 제품의 유통을 포함한 모든 과정에서 정확하고 효율적인 관리환경을 구축하였다.

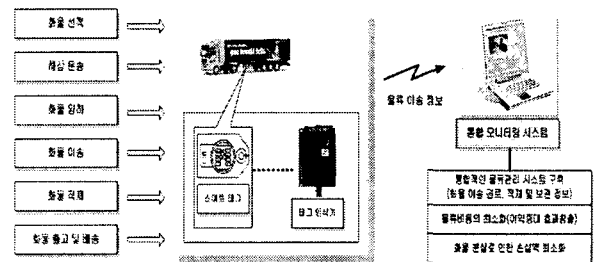


그림 2 제안하는 Smart Tag을 이용한 물류 이송 시스템 개요도  
Fig. 2 Proposed logistics transportation system using Smart Tag

3.1 개발 시스템의 구성도

다음의 그림 3은 전체시스템의 구성도를 나타낸다.

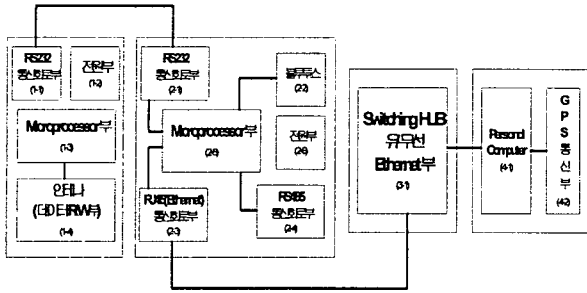
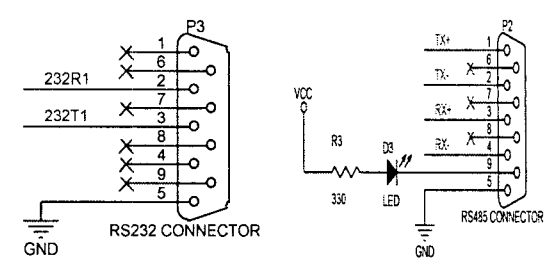
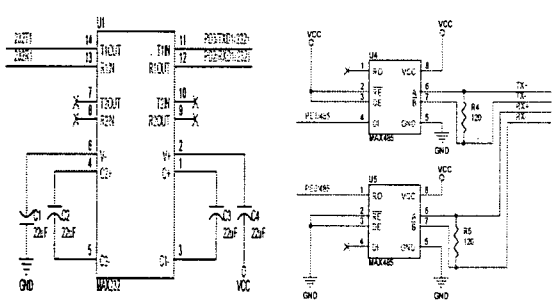


그림 3 제안하는 전체 시스템의 구성도  
Fig. 3 Block diagram of proposed system

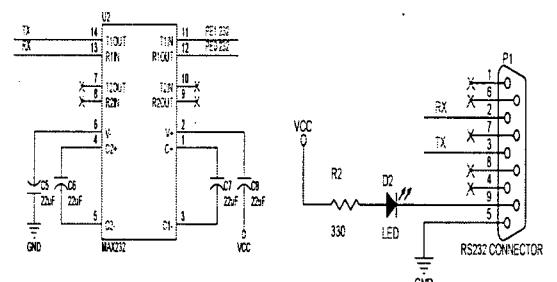
그림 3의 개발된 시스템은 Smart Tag로 데이터를 Write 및 Read하는 메인 보드로써, 해당되는 응용 데이터 처리를 위한 마이크로프로세서부, 데이터 인식을 위한 안테나부, 검출된 데이터 송수신을 위한 외부 직렬 통신(RS232)회로부 및 메인 회로 구동을 위한 전원부로 구성되어 있다. 전원부는 RFID 비접촉식 데이터 인식 메인 회로 구동을 위한 DC 전원 회로부로서, 외부 정류회로를 사용하며 DC 4.5~5.5[V], 200[mA]이다.

통합 통신보드는 RFID 비접촉식 데이터 인식회로부터 검출된 데이터를 외부로 송수신하기 위한 통합 통신모듈이다. 그림 4는 통합통신보드에서 직렬통신부(RS232, RS485)의 회로도이며, 그림 5는 통합통신부에서 유/무선 Ethernet부 및 블루투스 통신회로도이다. 그림 6은 마이크로프로세서부의 회로도이며, 통신에 의한 데이터를 분석 및 처리하여 위치 추적정보를 저장 및 디스플레이한다. 유/무선 Ethernet부는 RFID 비접촉식 데이터 인식회로부터 검출된 데이터를 통합통신보드로 수신하여 원격지의 서버로 전송하기 위한 Ethernet 회로부로 구성되어 있다.

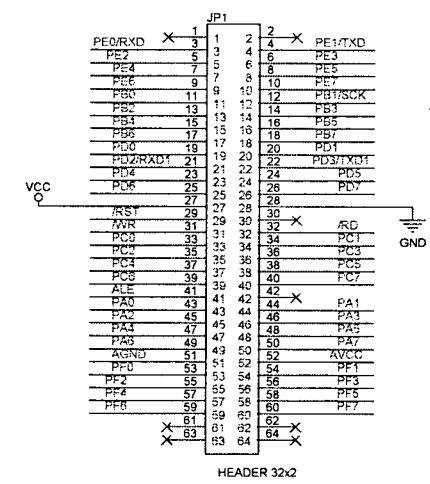
PC & GPS부는 RFID 비접촉식 데이터 인식회로부터 검출된 데이터를 메인 서버에서 위치인식 시스템과의 연동을 위한 회로로서, 각 클라이언트에서 수집된 데이터를 원격지의 서버에 수집하여 필요한 물류 정보의 위치 추적을 가능하게 하며, GPS시물레이터기능, RFID R/W기능, GPS & RFID 자료 DB저장기능 등이 있고, GPS 통신부는 NMEA0183-WGS-84 세계 표준 좌표계를 이용하며 오차거리는 5~100[M] 정도이다.



(a) RS232통신회로도 (b) RS485통신회로도  
그림 4 통합통신부의 RS232와 RS485회로도  
Fig. 4 Circuit diagram of RS232 and RS485 of total communication module



(a) 블루투스통신회로도  
(b) RJ 45 (Ethernet) 통신회로부  
그림 5 통합통신부의 블루투스 및 이더넷 통신회로도  
Fig. 5 Circuit diagram for bluetooth and ethernet of total communication module



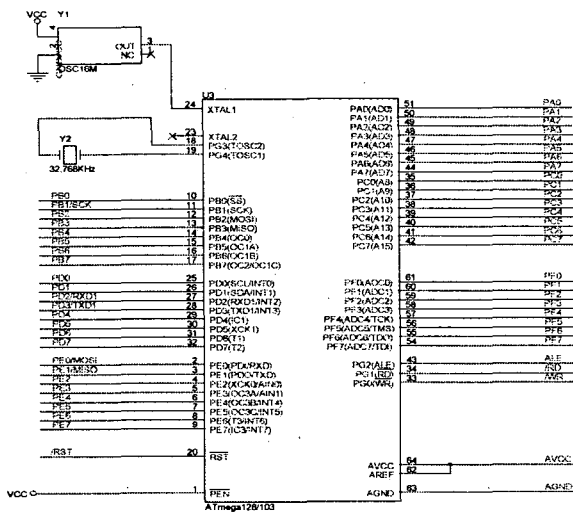


그림 6 마이크로 프로세서부의 회로도  
Fig. 6 Circuit diagram for microprocessor module

그림 7은 개발된 RF(Smart Tag Reader/Writer)의 외부 확장 회로의 도면을 나타내며, 무선 데이터 송수신 회로의 구동을 통해 비접촉식 Smart Tag 데이터를 읽어, 데이터 인터페이스 통신회로(RS232/485 및 Ethernet)를 통해 통합 DB 및 GUI 모니터링 시스템에 각 클라이언트 데이터를 전송하게 된다.

다음의 그림 8은 본 논문에서 개발된 RF(Smart Tag Reader/Writer) 데이터 인식 메인 회로 및 Firmware Cording 회로의 실물을 나타내고 있다. 무선 데이터 송수신 회로의 구동을 통해 비접촉식 Smart Tag 데이터를 읽어, 데이터 인터페이스 통신회로(RS232/485 및 Ethernet)를 통해 통합 DB 및 GUI 모니터링 시스템에 각 클라이언트 데이터를 전송하게 된다.

3.2 GPS를 이용한 실시간 모니터링 프로그램

본 절에서는 개발된 시스템의 대표적인 기능에 대한 예를 제시하며, 부록에는 프로그램의 펌웨어부분으로 프로그램의

소스내용의 일부를 제시하였다. 또한 제시된 프로그램으로 구현된 대표적인 기능에 대한 그림을 제시하였다. 제시된 프로그램 중 RFID 통신프로그램은 RFID 14443통신 프로토콜을 이용하여 물류추적카드의 신호를 Reading하며, 카드 DR 값 및 기본정보를 인식 가능하다. 그림 9는 컨테이너 화물현황을 나타내는 그림이며, 통신으로 받아온 화물정보를 DB에 저장하며, 저장된 데이터를 야드별 날짜별로 분류하여 사용자가 한눈에 전체 컨테이너상황을 파악 가능하다.

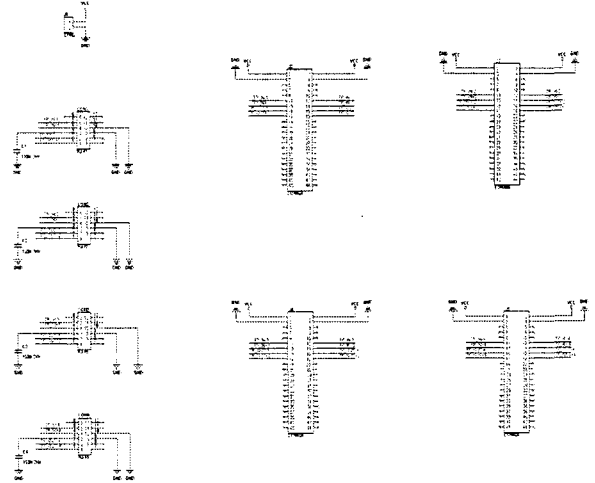


그림 7 RF(Smart Tag) 무선 데이터 인식 확장 인터페이스 보드 회로도  
Fig. 7 Circuit configuration of interface board for RF(Smart Tag)

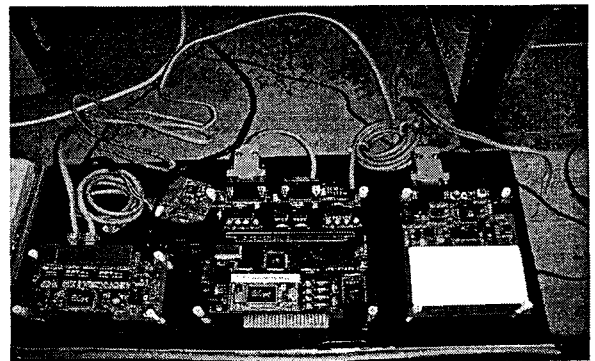


그림 8 RF(Smart Tag) 데이터 인식 메인 회로 및 Firmware Cording 회로  
Fig. 8 Circuit configuration of RF data recognizing and Firmware Cording

그림 10은 개발된 프로그램의 시물레이터 기능을 나타내며, 저장된 DB를 읽어 들여 야드의 상황을 시물레이터로 Display하며, 야드 상황을 동영상형태로 보여줌과 동시에 이동하는 물류에대한 정보가 아래의 표시창에서 디스플레이 할 수 있다. 그림 11은 GPS추적 기능으로 마지막 게이트를 빠져나감을 신호로 하여 GPS추적기능을 동작 현재의 위치를 보여주며, 디스플레이한 마지막 지도를 저장하여 물류의 마지막 경로역시 DB화 한다.

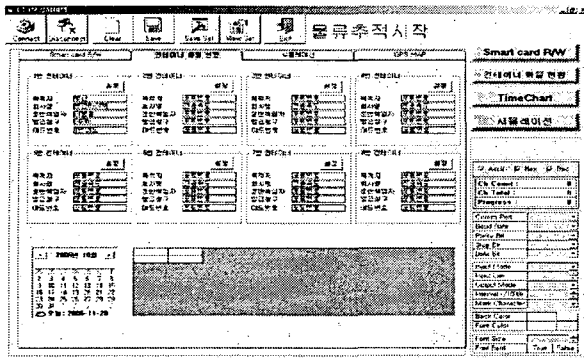


그림 9 컨테이너 화물현황  
Fig. 9 The present state of goods in container

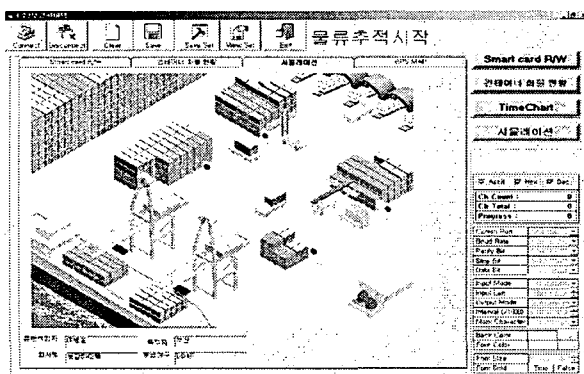


그림 10 시뮬레이션 기능  
Fig. 10 Function of simulation

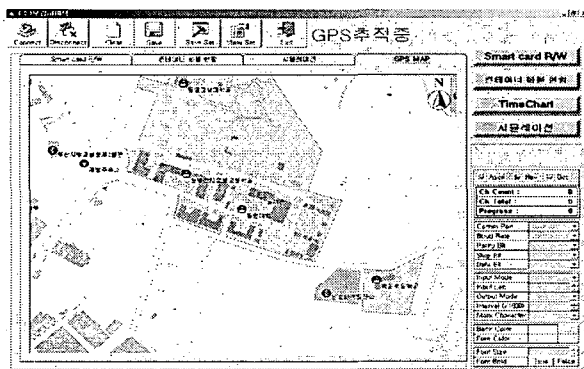
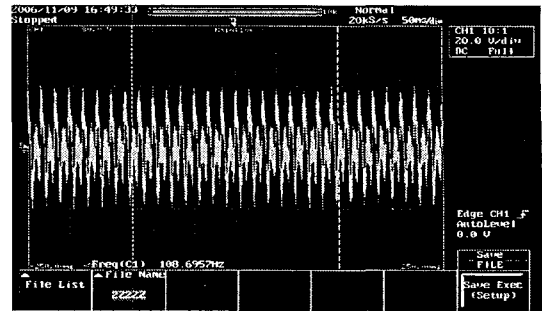


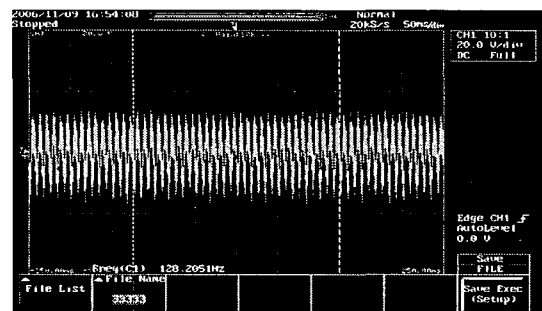
그림 11 GPS 추적기능  
Fig. 11 Function of GPS tracking

#### 4. GPS 통합 모니터링 시스템

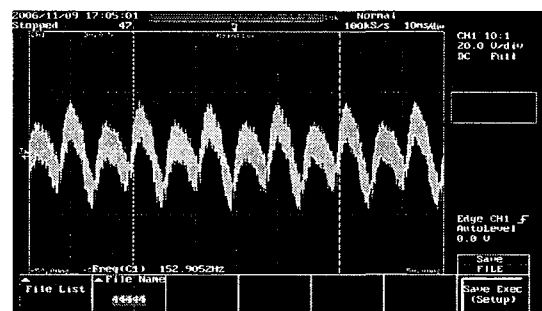
본 논문에서 개발된 시스템에 대한 데이터전송상태에 대한 파형측정을 통해 데이터전송의 상태를 확인하였다. 그림 12는 개발 시스템의 RF 무선 통신 데이터이며 (a)는 RFID를 통한 수신부의 R/W에 대한 파형이며, (b)는 수신부의 파형을 마이크로프로세서의 입력단에서 읽는 입력파형이고, (c)는 마이크로프로세서에서 Ethernet로 보내는 출력부에 대한 파형이며, (d)는 마이크로프로세서에서 읽어 들인 신호를 메인 통합PC로 보내는 Ethernet출력부에 대한 파형이다.



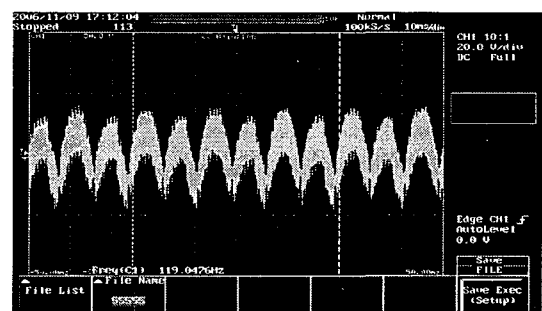
(a) 수신부에서의 입력신호



(b) 마이크로프로세서의 입력신호



(c) 마이크로프로세서의 출력신호



(d) Ethernet부의 출력신호

그림 12 무선 데이터 송수신 회로의 입출력 파형  
Fig. 12 The wave of input/output for wireless data transmission and reception circuit

그림 13는 GPS 통합 모니터링 프로그램 중 RFID R/W기능 및 초기화면을 나타내며, 각 야드에서 일어나는 입/출고 현황을 RF카드신호를 통하여 실시간 체크하고 카드 상태 및 에러에 카드상태 자동 초기화 및 복구 기능을 수행한다. 또

한, 기능 실행부분에 멀티기능을 적용하여 한 번에 모든 기능을 한 화면에 모니터링이 가능하다.

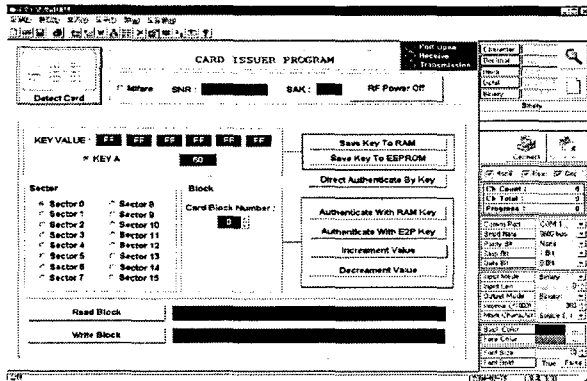


그림 13 RFID R/W화면  
Fig. 13 Window of RFID R/W

그림 14는 RFID DB & 보고서 화면으로 RF-ID R/W기능에서 받아온 데이터를 가공하여 분류별 특성별로 구분하며, 구분된 데이터를 DB검색엔진과 연결하여 저장 기능 구현한다. 또한, 현장 야드 내의 데이터베이스 자료 검출 및 그래프화 기능을 구현하며, 통합 DB로 관리되어 모든 테이블, 뷰트리거, 스토어드 프로시저 등의 값을 재배치 및 재구성한다. 마지막으로 자동 데이터 무결성 검사(Automatic Data Base Consistency Checker) 기능, 각 야드별 입/출고 보고서 기능, 전체 데이터 배치 보고서 기능 및 차트마법사를 통한 입/출력 그래프 보고서 기능을 구현한다.

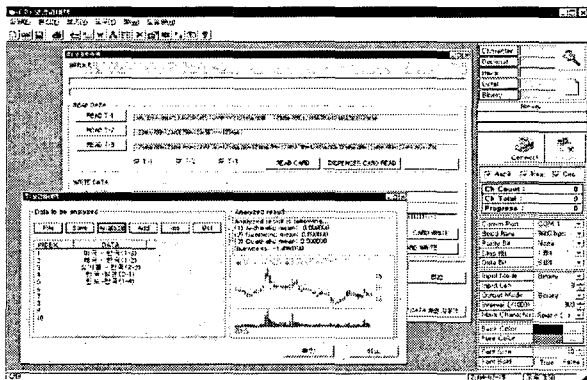


그림 14 RFID DB & 보고서 화면  
Fig. 14 Window of RFID DB & report

그림 15는 RFID 시뮬레이터 화면을 나타내며, GUI(Graphic User Interface)방식을 채택하여 사용자가 화면으로 시뮬레이터를 보고 적재 화물의 위치 및 내용을 파악할 수 있으며, 야드 확대기능 각각의 야드 화면을 따로 보도록 하는 기능 및 적재화물 추적검색 기능을 수행한다. 또한, 화면상에 풍선도움말을 이용하여 여러 가지 야드 상황을 실시간으로 전달하며, 가상데이터를 입력하여 시뮬레이터로 사용 가능하다. 그림 16은 개발된 Smart Tag를 이용한 컨테이너용 GPS 위치 추적 시스템의 전체 실험 장치를 나타낸다.

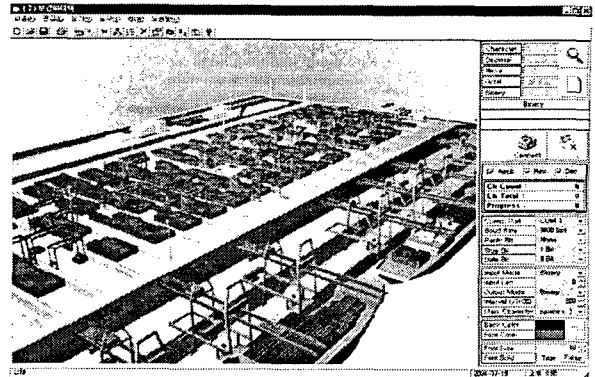


그림 15 RFID 시뮬레이터 화면  
Fig. 15 Window of RFID simulator

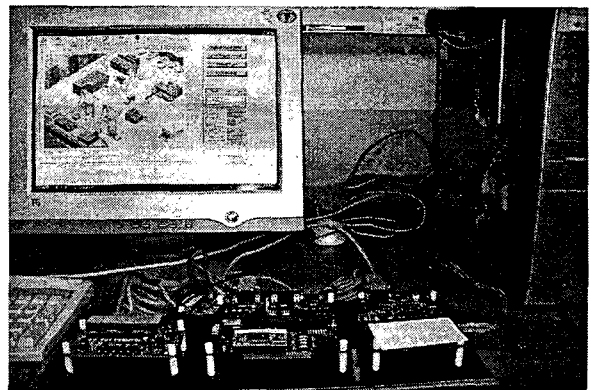


그림 16 GPS 위치 추적 시스템의 실험도  
Fig. 16 The experiment configuration of GPS tracking system

### 5. 결 론

본 논문에서 개발된 비접촉식 RF-ID Smart Tag 데이터 인식 시스템을 이용한 실시간 물류추적시스템은 차세대 항만 물류관리 시스템의 이송물류 컨테이너에 Smart Label를 부착하여 상품의 기본적인 정보를 Read/Write하여 신속, 정확, 안전하고 통합적인 물류관리로 물류비용의 최소화와 재고의 파악이나 생산된 제품의 유통을 포함한 모든 과정에서 정확하고 효율적인 관리환경의 구축이 가능하며, 통합 모니터링 소프트웨어의 물류 이송 데이터 저장 시스템에 정확한 자료를 제공하여, 시스템별 상호 연동 기능을 통한 원격 물류 이송 및 적재 정보 확인 기술을 확보할 수 있어 선진 항만물류 자동화시스템의 구축에 기여할 것으로 사료된다. 또한 개발된 무선통신·메모리기능의 개발을 응용한 표준화 테스트베드 구축과 무선 Read/Write 기능 및 자체 메모리 보유로 인한 유비쿼터스 시스템 기능의 구축으로 기술적 응용과 국내·외 특허출현에 의한 기술 경쟁력 확보로 선진 항만 물류 대상국에 대한 터미널 자동화 시스템 시장 진출에도 기여하리라 기대된다. 향후 개발된 시스템의 터미널 적용을 통한 문제점의 검토와 수정 및 보완과 표준화를 통해 차세대 항만물류 자동화시스템의 구축을 위한 지속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Jan van Beemen, "Automatic container Terminals Practical Lessons from the First 15 years", International Symposium on Automated Container Terminal, the Trend in the 21st Century, 2003.
- [2] Journal of Commerce, A winner for sea-Land, May 7, 1996.
- [3] Graham, M. G., "Stability and competition in intermodel container shipping: finding a balance", 25 Maritime Policy and Management, 1998.
- [4] K. Cullinane and M. Khauna, "Economics of scale in large container ships: optimal size and geographical implication", Journal of Transport Geography, 2000.
- [5] A. J. van Dierendonck, P. Fenton, and T. Ford, "Theory and performance of narrow correlator spacing in a GPS receiver", Navigation: Journal of the Institute of Navigation, Vol. 39, pp. 265-283, 1992.
- [6] B. W. Parkinson and P. Axelrad, "Autonomous GPS integrity monitoring using the pseudorange residual", Navigation: Journal of the Institute of Navigation, Vol. 35, pp. 255-274, 1988.
- [7] 김동완, "2004년 BTP산학연구개발사업의 최종보고서", (재)부산테크노파크, 2005.
- [8] A. Leick, GPS Satellite Surveying, John Wiley & Sons, 1995.
- [9] 김동완 외 1인, "통합통신모듈", 실용신안등록 제 20-0411077호, 2006.

부 록

【비접촉식 RF-ID 데이터 코딩 펌웨어 소스프로그램의 예】

```
//-----
#include <vcl.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#pragma hdrstop
#include "Main.h"
#include "232.h"
#include "Util.h"
#include "Proto.h"

int ver_fg=0;
int iCardType;
unsigned char ucIssuing;
unsigned char ucCancel;
int iComSelect;
int iIssuingCountValue;
unsigned char ucKeyValue;
int iBlockNumber;
int iSectorNumber;
```

```
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TMainForm *MainForm;
//-----
__fastcall TMainForm::TMainForm(TComponent* Owner)
: TForm(Owner)
{
}

//-----
void __fastcall TMainForm::Message(AnsiString asMsg)
{
    pMsgBar->Caption = asMsg.UpperCase();
    pMsgBar->Refresh();
}

//-----
void __fastcall TMainForm::sbCloseClick(TObject *Sender)
{
    Close();
}

// -- end -- //
```

저 자 소 개



**김 동 완 (金 炯 完)**  
 1960년 2월 1일생. 1984년 동아대 전기공학과 졸업. 1987년 부산대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 동대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 동명대 전기전자공학과 교수.  
 Tel : 051-620-3416

E-mail : dongwan@tu.ac.kr



**박 지 호 (朴 志 浩)**  
 1971년 4월 23일생. 1997년 동아대 전기공학과 졸업. 1999년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 2002년 8월 동대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 동명대 메카트로닉스공학과 교수.  
 Tel : 051-620-3629

E-mail : parkjh@tu.ac.kr