

## 항만내 차량 위치인식 및 영상 확인 시스템 구현

이 기 옥\*

# Implementation of Vehicle Location Identification and Image Verification System in Port

Ki-Wook Lee \*

### 요 약

최근의 항만은 유비쿼터스 환경 구축에 따른 일반적인 항만 관리에 있어 U-Port 서비스를 도입하여 컨테이너 위치 추적 시스템, 항만 터미널 관리 시스템, 선진정보교환시스템 등을 구현하고 있다. 특히, 화물 차량과 컨테이너의 위치 추적 서비스는 실시간으로 화물차량과 컨테이너의 위치와 상태 정보를 제공하여 효율적인 차량 운행 관리와 문제 발생 시 즉각적인 대처가 가능하게 한다. 하지만 대규모 항만 내에서 화물 차량의 무질서한 운행이나 주·정차, 도난·파손·사고·출입·관제 등의 문제를 효율적으로 관리하기에는 미흡하다. 본 논문에서는 항만 내에서의 이러한 문제점을 해결하기 위하여 자동 게이트 통관 시점부터 항만 내에 화물 차량이 체재하는 동안 차량 또는 출입자의 위치를 전자 지도상에 표시하고, 확인이 필요하거나 사고 발생 지역을 원격에서 영상으로 확인할 수 있는 항만내 차량 또는 출입자의 위치 인식 및 고해상도 영상 압축, AVE/H.264 저장 및 영상 전송을 통한 영상 확인 시스템을 구현하였다.

### Abstract

As the ubiquitous environment is created, the latest ports introduce U-Port services in managing ports generally and embody container's location identification system, port terminal management system, and advanced information exchange system etc. In particular, the location identification system for freight cars and containers provide in real time the information on the location and condition for them, and enables them to cope with an efficient vehicle operation management and its related problems immediately. However, such a system is insufficient in effectively handling with the troubles in a large-scale port including freight car's disorderly driving, parking, stop, theft, damage, accident, trespassing and controlling. In order to solve these problems, this study structures the vehicle positioning system and the image verification system using high resolution image compression and AVE/H.264 store and transmission technology, able to mark and identify the vehicle location on the digital map while a freight car has stayed in a port since the entry of an automatic gate, or able to identify the place of accident through image remotely.

▶ Keyword : 유비쿼터스(Ubiquitous), U-Port 서비스(U-Port Service), 위치인식(Location Identification), 영상확인(Image Verification)

• 제1저자 : 이기옥

• 투고일 : 2009. 11. 23, 심사일 : 2009. 11. 30, 게재확정일 : 2009. 12. 24.

\* 동명대학교 항만물류학부 부교수



물류 분야에서의 RFID 기술을 이용한 위치추적 서비스를 살펴보면, 위치 추적의 방향은 화물과 차량이 분리되어 각각의 속성에 따라 관리되는 시스템으로 화물 위치 추적의 경우 공장 내 원자재의 이동, 물류 센터 내 제품의 입고고 관리 및 재고관리, 물류 거점 내 컨테이너의 반출·입 및 로케이션 관리 등 한정된 범위 내에서의 자체 화물의 특성에 따라 관리되고 있으며, 차량 위치 추적의 경우는 특정 물류업체나 사업에 따라 각각 구축되어 있는 관제센터를 통해 단순 배차나 이동 경로 및 운행관리 등의 업무에 적용되어 있어 화물의 상태와 차량 위치 상태가 단절되어 관리되고 있는 실정이다[7].

본 논문에서는 위치 추적 대상을 항만내의 화물 운반 차량으로 한정하고, 화물 차량의 위치는 GPS 위성 정보를 이용하여 위치를 인식하며, 인식된 위치 정보와 차량 식별을 위한 RFID 태그의 고유 정보를 위성을 사용하여 서버에 전송할 수 있는 RFID 송수신기를 설계하여 Ad-Hoc 통신을 사용하지 않고 위성을 사용하여 정보를 전송함으로써 multi-hop 전송을 통한 위상 관리 문제를 해결하였다.

## 2.2 GPS와 전자지도를 이용한 위치추적

GPS(Global positioning System)는 미국정부가 1970년대 초반부터 개발을 시작하여 약 60억불의 예산이 투자된 항법지원시스템으로 GPS위성에서 방송하는 C/A코드를 이용하면 전세계 어디에서나 전천후, 24시간 측위가 가능하고, 그 오차한도는 약 100m정도가 된다[8]. 또한 이 오차한계를 줄이기 위한 연구가 진행 중에 있으며, 최근에는 오차를 1m 이내로 줄일 수 수준까지 발전하였다[9]. GIS(Geographical Information System : 지리정보시스템)는 지형공간정보를 전산처리가 가능하도록 수치화하여 컴퓨터에 입력하고, 이를 지도 제작이나 자원관리와 같은 각종 응용분야에 활용하는 시스템이다. 전자지도에 GPS를 이용하여 위치정보를 표현하기 위해서는 GPS위성으로부터 현재의 위치를 수신하고 이를 WGS-84 경위도 좌표에서 Bessel TM 좌표로 좌표체계를 변환한 후, GIS 툴을 이용하여 수치지도의 레이어를 사용목적에 맞게 분리함으로써, 수치지도상에 변환된 좌표가 시각적으로 표시되는 이동물체 위치추적 시스템이 구현된다[10]. 또한, GIS의 수치 지도가 아닌 전자지도를 이용한 솔루션 개발을 통해 이동 물체의 위치 추적을 구현하는 경우도 많다[11]. 근래에는 이러한 종류의 전자지도와 위치정보를 매칭해 주는 다양한 종류의 모듈들이 개발되어 제공되고 있다. 본 연구에서는 C-Navi 사의 K-MAP 모듈을 위치정보의 시각화에 사용하였다.

## III. 위치/영상 확인 시스템 설계

본 연구에서는 ARM7 보드를 이용한 RFID Read/Write 제어용 보드를 설계하고, RFID 태그 정보와 GPS 위성 자료를 이용하여, 확인된 위치정보를 인터넷을 통해 서버로 전송하는 시스템을 구현하였다. 전체적인 시스템은 확인된 위치 데이터를 전자지도상에 표시하여 위치 확인할 수 있는 차량 모니터링 시스템과 각종 사고 등 필요시 해당 지역을 영상 장비를 이용하여 원격에서 영상을 확인할 수 있는 비전시스템으로 구성된다.

### 3.1 RFID 제어 설계

제안된 시스템의 UHF RFID 리더는 TCP/IP 프로토콜을 기반으로 인터넷 상에서 데이터를 자유롭게 전송하도록 설계하였다. 일반적으로 소프트웨어로 구현된 TCP/IP 프로토콜을 내장한 하드웨어가 인터넷을 통한 Multi-Thread 접근을 위해서는 시스템의 가속이 필요하다. 그래서 본 연구에서는 TCP/IP 프로토콜 기반에서 위치 정보 및 영상 정보의 자유로운 인터넷 전송을 위해 소형 마이크로 프로세서와 ASSP가 하드웨어적으로 내장된 칩을 이용하여 임베디드 형태의 LAN 하드웨어를 설계하여 구현했다. 그리고 Atmel사의 ATmega 128과 Wiznet사의 W3100A 칩을 사용하였고, Wiznet사의 TCP/IP 솔루션은 기존 소프트웨어 TCP/IP 프로토콜과 Ethernet MAC을 하나의 칩 속에 구현했다. 또한 통신시스템에서는 송수신 데이터를 위한 버퍼로 DRAM을 내장하고 있기 때문에 별도의 운영체제 없이 하드웨어로 TCP/IP 프로토콜을 처리하기 때문에 이더넷에서 들어오는 자료를 선형 속도에 가깝게 실시간으로 처리할 수 있다.

그림 2는 하드웨어 TCP/IP 솔루션의 인터페이스로, 기존의 Low-end MCU에 TCL/IP 칩을 연결하고, 여기에 이더넷 PHY칩과 MAG 잭만 연결하여 하드웨어를 구성하였다.

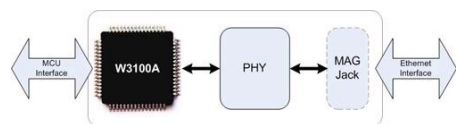


그림 2. 하드웨어 TCP/IP 솔루션의 인터페이스 구성  
Fig. 2. H/W TCP/IP Solution's Interface Diagram

임베디드형 900MHz RFID 송수신기는 획득한 태그 정보를 실시간으로 처리하기 위해 마이크로프로세서의 높은 동작주파수와 빠른 연산능력이 필요하기 때문에 ARM7 코어가 내장된 S3C44BOX ARM프로세서를 사용하였다. ARM7 Core가 내장된 ARM 프로세서는 저전력 고성능의 32비트 RISC 아키텍처로서 이동 전화, PDA(Personal Data Assistant)와 같은 임베디드 디바이스에서 널리 사용되는 프로세서이며 31개의 32비트 레지스터를 가지고 있다. 그림 3은 ARM 프로세서를 이용한 Stand-alone 형태의 보드 설계 구성도이다. 설계된 보드는 통신 기능과 태그 정보 처리 및 미들웨어 구현을 위해 1개의 외부 램, 1개의 확장 램, 그리고 I2C통신으로 동작을 하는 EEPROM을 사용한다. 외부 램은 보드의 기본적인 동작과 CPU를 동작시키기 위해 기본적인 동작 프로그램을 저장하며, 외부 램은 태그 데이터를 이용하여 미들웨어 구현을 위한 변수설정에 사용된다.

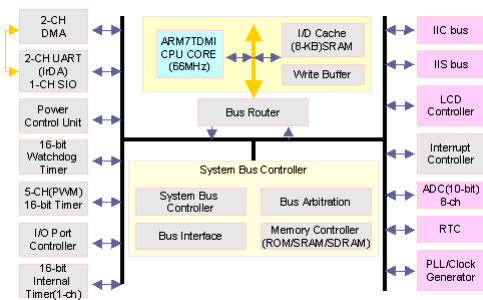


그림 3. 보드 블록 다이어그램  
Fig. 3. Board Block Diagram

위치 확인 시스템은 태그 정보 획득을 위해 소프트웨어적 프로토콜 즉, 비교적 간단한 형태의 데이터 처리를 수행하기 때문에 일반적으로 ARM프로세서에서 사용되는 Linux 를 사용하지 않고 간단한 uCOS-II를 사용하였다. uCOS-II를 이용한 임베디드 시스템의 개발 분야는 실시간 운영체제를 사용하여 신뢰성을 높이고, ESB(Embedded Systems Building Blocks)를 이용하여 프로그램 모듈화로 다른 프로세서 적용과 이식이 용이할 수 있으며, 개발시간 단축과 커널의 소형화로 간단한 프로세서를 이용한 시스템 적용에 용이하다.

### 3.2 위치 및 영상 시스템 설계

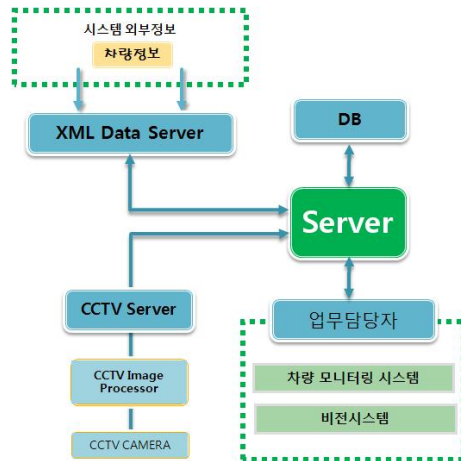


그림 4. 시스템 구성도  
Fig. 4 System Diagram

그림 4는 위치 및 영상 시스템의 구성도이며, RFID 리더에 의해 추출된 위치정보는 인터넷을 통해 전송되고, 서버의 위치 및 영상 확인 시스템에서는 이 정보를 이용하여 차량의 위치를 전자지도 상에 표시함으로써, 필요시 해당 지역의 감시 카메라 영상을 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다.

최근에는 기존의 종이 지도를 대체할 수 있는 전자지도의 사용으로 위치확인 of 불분명함을 해결할 수 있는 장비들이 사용되고 있다. C-Navi K-MAP을 사용한 차량 모니터링 시스템은 인터넷으로 위치정보를 수신한 서버가 수신한 위치정보를 C-Navi K-MAP를 이용하여 전자지도상에 해당 위치에 차량 표시를 나타내어 해당 차량의 운행 경로를 파악하거나, 통행 제한 구역 진입을 제한하는 등의 효율적인 관리를 할 수 있다. C-Navi K-MAP은 C-Navi 사가 국내 최초로 국립해양조사원에서 발간한 공인 전자해도를 사용하여 만든 전자해도 시스템(ECS)이다.

영상시스템은 원격에 설치된 서버가 감시 카메라 영상을 수집하여 저장하고, 실시간 영상은 서버에서 압축 이미지로 변환되어 저장되고, 이 압축 영상이 전송되어 관제서버에 비전 시스템으로 표시된다. 이때 영상의 압축은 가장 최근에 개발된 국제 표준 비디오 압축 알고리즘인 H.264/AVE를 사용하였다. 그림 5는 H.264/AVE 알고리즘을 이용한 영상 확인 시스템의 흐름도이다. 영상정보는 원본 이미지와 압축 이미지로 분리되어 원격의 감시 카메라 서버에 저장되고, H.264/AVE 압축 이미지는 원격으로 관제실로 전송되어 비전 시스템을 통해

확인할 수 있다. 이때, 특정 영역에 대한 검색 요청 시 해당 압축이미지를 전송하여 확인할 수 있도록 설계하였다.

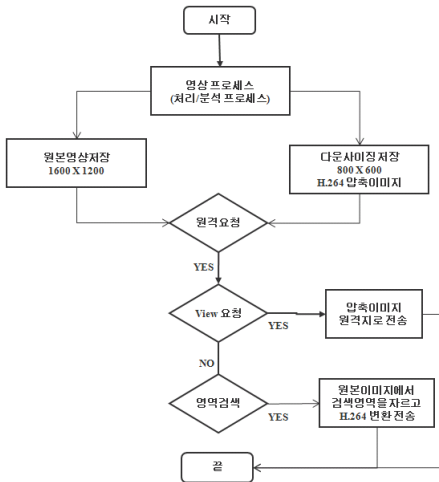


그림 5. 영상 확인 시스템 흐름도  
Fig. 5 Image Verification Diagram

여러 개의 프레임이 연속적으로 이어지는 비디오의 경우 각 프레임 사이에는 유사성이 존재하는데 특정 프레임의 경우 앞과 뒤의 프레임에서 조그만 변화(이동, 회전, 증감, 색 변화 등) 만이 있을 뿐이다. 이러한 시간 중복성을 제거하기 위해 한 프레임을 블록 단위로 나누고 그 매크로 블록 주위의 일정한 검색 영역에서 그 블록에 가장 유사한 블록을 탐색해 간다. 이때 두 프레임 사이의 변화 분을 정량적으로 측정하는 방법에는 여러 종류가 있으나, (식 1)의 MAD(Mean Absolute Difference) 방식이 수식이나 회로 구성이 간단하여 많이 사용된다[12].

$$MAD(i, j) = \frac{1}{M^2} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{M-1} |C(x+k, y+l) - R(x+i+k, y+j+l)| \quad \dots (식 1)$$

여기서 현재 프레임의 매크로 블록 화소들을  $C(x+k, y+l)$ , 참조 프레임의 화소들을  $R(x+i+k, y+j+l)$ 이라 가정할 때, MAD 방식은 현재 프레임의 매크로 블록과 참조 프레임의 매크로 블록의 각 픽셀 간의 밝기 차를 구하여 모든 탐색 영역의 값을 합한다. 그리고 그 값들을 비교하여 제일 작은 탐색 블록의 위치 벡터를 선택함으로써 각 참조 프레임의 매크로 블록의 이동 벡터를 결정하게 된다. 제안된 시스템은 왜곡 예측을 위해 MAD 방식을 적용한 H.26/AVE 알고리즘을 이용하여 영상 압축을 실행하였다.

원격지의 이미지 전송을 위해서 OFDM(orthogonal frequency component) 전송 기술을 사용하였는데, OFDM은 전송 대

역폭이 주어지면 신호의 다중 경로에 의한 잡음을 해결하기 위해 사용되는 기술이다. OFDM은 서로 직교하는 주파수 성분, 즉 서로 다른 여러 개의 주파수로 나누어 신호를 변조하는 방식인데, 각 주파수 성분을 반송파(carrier)라고 한다. 다중 반송파(multicarrier) 변조는 여러 개의 주파수로 나누어 변조하는 방식으로 OFDM은 다중반송파 변조의 대표적인 예이다. OFDM은 다중반송파 변조를 위해 FFT(Fast Fourier Transform)를 사용한다. OFDM 기술을 사용한 이유는 OFDM의 경우 사용되는 다중반송파의 개수만큼 분산되어 데이터가 전송되기 때문에 각 반송파 당 데이터율이 낮아져서, 단일반송파 전송방식에 비해 전송채널에서 발생하는 채널 왜곡에 강인한 특성을 가지기 때문이다.

#### IV. 시스템 구현

본 시스템의 수행성을 검증하기 위해 RFID 송수신기와 임베디드형 LAN 하드웨어 구현을 위해 ARM7 보드를 이용하여 설계한 RFID Read/Write 제어용 보드, 위치정보와 영상정보를 수신한 서버의 전자지도 차량 모니터링 시스템과 비전 시스템으로 구성된 환경을 구현하였다. 그림 6은 설계한 RFID Read/Write 제어용 보드이고, 표 1은 하드웨어 구성 내역이다.

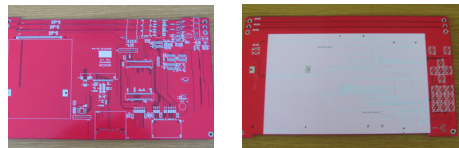


그림 6. RFID Read/Write 제어용 보드  
Fig 6. RFID Read/Write Control Board

표 1. 하드웨어 구성 내역  
Table 1. Hardware Specification

제품	목적
RFID Read/Write	차량에 탑재하여 GPS 위성 정보 수신 및 공중망으로 정보 송신
감지카메라	항만내의 설치지역의 영상을 촬영
HUB	카메라와 공중망, 관제 PC 중계
원격 CCTV 서버	카메라 영상(원본이미지와 압축이미지) 저장
관제서버	항만내 관제실에 설치하여 전체 시스템 제어

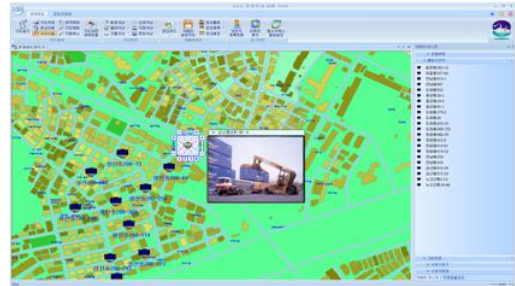
항만내 차량위치인식과 영상 확인 시스템을 위한 소프트웨어 개발 환경은 표 2와 같다.

표 2. 소프트웨어 개발 환경  
Table 2. Software Development Specification

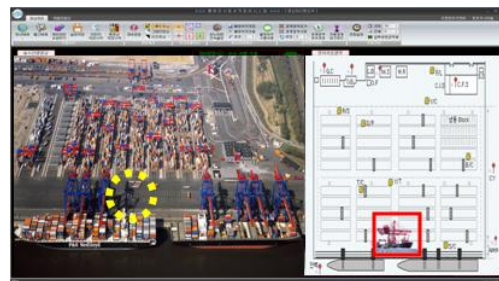
구성 요소	구성 내용
운영체제	Windows XP
개발 도구	.NET Framework Visual Studio C++
데이터베이스	MS-SQL Server

개발된 소프트웨어는 관리모드, 서버 모드를 갖는다. 관리 모드는 시스템 구동 시 시스템 설정사항이나 환경의 정보를 변경할 수 있고, 이더넷을 통해 다른 장치와의 연결도 가능하다. 서버 모드는 화면 위쪽은 전체 항만 지도와 함께 차량 정보가 인식된 위치에 차량 정보를 표시한다. 화면 하단은 감시 카메라 보드가 표시되고 감시 카메라 보드를 선택하면 실시간 동영상을 제공한다.

그림 7은 구현된 시스템 화면이다. 서버 모드인 메인화면 a에서 전자지도와 감시 카메라 영상이 동시에 표시되고 차량의 위치가 전자지도상에 표시된다. 메인화면에서 전자지도 화면 메뉴를 선택하면, b와 같이 상세 전자지도가 화면에 출력되고 해당 지역 내의 차량의 위치를 표시한다. 전자지도 출력 상태에서도 특정 지역의 감시 영상 자료를 확인할 있게 시스템을 작성하였고, 보다 확실한 영상 자료 확인을 할 수 있는 메뉴를 구성하여 그림 7의 c와 같이 영상 정보를 호출할 수도 있다. 감시카메라가 장착된 원격지 서버인 카메라 컨트롤러는 영상을 획득하기 위해 구현된 소프트웨어를 이용하여 영상을 획득하고, 감시 카메라 서버로 영상을 전송하고 저장하는 역할을 한다.



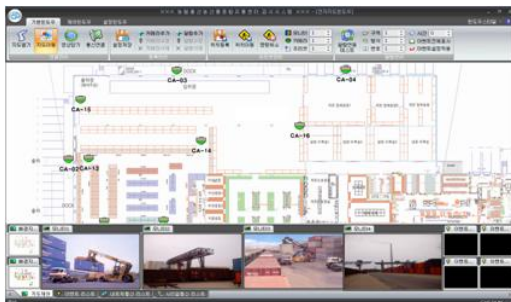
b. 전자지도 출력 화면



c. 영상정보 호출 화면

그림 7. 시스템 구현 화면  
Fig 7. Implemented System Screen Shot

항만을 대상으로 구현된 시스템 중 하나인 국토해양부의 유비쿼터스 항만 시스템은 RFID 기술을 통해 인식된 물류정보를 실시간으로 관련 업계 및 기관에 제공하는 서비스를 수행하고 있으며, 또 다른 구현 사례 중의 하나인 한국정보사회진흥원의 위치추적서비스 시스템의 경우는 하역장비의 위치추적과 위험화물 컨테이너의 모니터링 서비스를 제공하고 있다. 이는 모두 RFID 인식 기술을 기반으로 한 서비스를 제공하는 것으로 본 연구에서 구현한 시스템과 같이 영상 모니터링을 통한 보안 서비스를 제공하기에는 부족한 인프라를 갖고 있다. 기존에 구축된 항만내의 인식 시스템과 본 논문에서 구현한 시스템을 비교하면, 표 3과 같다.



a. 구현시스템 메인 화면

표 3. 구현 시스템의 기능 비교  
Table 3. Function Comparison of Implemented System

비교항목	국토해양부 유비쿼터스 항만	한국정보사회진흥원 위치추적서비스	구현시스템
RFID 정보 인식 및 전송	○	○	○
위치인식 및 전송	×	○	○
모니터링 서비스	×	○	○
영상화면 전송 및 확인	×	×	○

## V. 결론

본 연구에서는 항만 내에서의 효율적인 차량 운행 관리와 문제 발생 시 즉각적인 조치로 문제를 해결하기 위해 ARM7 보드를 이용한 RFID Read/Write 제어용 보드를 설계하였다. 그리고 RFID 태그 정보와 GPS 위성 자료를 이용하여 확인된 위치정보를 인터넷을 이용하여 서버로 전송함으로써, 이를 전자지도에 표시하여 차량을 효율적으로 관리할 수 있고, 사건 발생에 대한 처리를 위해 해당 지역을 원격으로 모니터링 할 수 있는 영상 시스템을 구현하였다. 기존의 차량 위치 인식 시스템이 RF를 통해 정보를 전송할 때, 네트워크 전송 실패로 인해 서버에서 해당 정보를 제어할 수 없었던 점을 해결하기 위해 제안된 시스템은 RF 송수신 기능을 갖는 하드웨어를 제작하였고, 영상 정보의 실시간 확인 서비스를 연계함으로써 효율적으로 항만 관리를 할 수 있다. 따라서 물류 정보의 공유를 목적으로 구축된 기존 시스템에서 보안 영역으로 까지 확장된 시스템을 도입함으로써 자동 게이트 통관 시점부터 항만 내에 화물 차량이 체재하는 동안 차량의 효율적인 위치관리와 차량 정보의 제공, 차량 관리 업무의 효율성 증가 및 위기에 대한 신속 대응을 수행할 수 있다.

향후, 차량의 운행 이력을 관리하고 항만 내의 통행량을 분석하여 항만내의 차량 관리에 이용할 수 있도록 해야 하며, 항만 모니터링을 위한 영상자료의 필터링 알고리즘의 개발과 구현을 통해 무인 감시 체제를 구축하여 보안 관리에 활용하면 보다 안전하고 효율적인 U-Port 서비스를 제공할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 박현태, "RFID를 활용한 부산항의 U-Port 전환 방안에 관한 연구" 신라대 대학원 석사학위논문, 2006년.
- [2] 홍동희, 이승명, "항만 게이트 자동화를 위한 최적 설계에 관한 연구," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 6권, 제 2호, 58-64쪽, 2001년 6월.
- [3] 여수지방경찰청 홈페이지, <http://yeosu.kcg.go.kr/>
- [4] 박병주, "U-Port 구축 사업의 의미와 기대효과," 경남발전연구원, 경남정책, 2009년.
- [5] 김석규, "무선 센서 네트워크에서 보이드 문제 해결을 위한 위치 기반 데이터 전송 기법," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 14권, 제 4호, 59-67쪽, 2009년 4월.
- [6] 이근왕, 박일호, "RF 송수신기를 이용한 PC 보안 설계 및 구현," 한국산학기술학회논문지, 제 10권, 제 2호, 287-293쪽, 2009년.
- [7] 홍승범, 홍교영, 김웅이, "화물차량 및 화물 인식 중 자동 게이트 시스템의 구현," 한국항공운항학회지, 제 12권, 제 2호, 43-58쪽, 2004년.
- [8] Peter. H. Dana, "Global Positioning System (GPS) Time Dissemination for Real-Time Application," Real-Time Systems, Vol. 12, pp. 9-40, 1997.
- [9] 이태용, "GPS의 위치정확도 향상을 위한 실시간 보정 신호 처리 기술의 구현 전북대 대학원 석사학위논문, 2002년.
- [10] 김종우, 최계현, 김장수, "GPS정보와 수치지도 매칭을 통한 위치확인 시스템 구현 정보통신산업진흥원, ITFIND, 1999년.
- [11] 이연우, "GPS와 전자지도를 이용한 이동물체의 위치추적," 삼척대 산업대학원, 석사학위논문, 2001년
- [12] 오황석, 백윤주, 이흥규, "블럭 정합 알고리즘을 위한 적응적 비트 축소 MAD 정합 기준과 VLSI 구현," 정보과학회 논문지, 소프트웨어 및 응용, 제 27권, 제 5호, 543-550쪽, 2000년 5월.

## 저 자 소 개



### 이 기 욱

1985년 계명대학교 전자계산학과 (공학사)

1987년 동국대학교대학원 전자계산학과(공학석사)

2001년 계명대학교대학원 컴퓨터공학과(공학박사)

1991년~2006년2월  
동명대학 컴퓨터정보처리과 교수

2006년 3월~현재

동명대학교 향만물류학부 부교수

관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 지능 DB, 물류정보