

## 블록트랜스포터 운송경로 최적화를 위한 위치 측위 시스템

박진관\*, 오주성\*, 이성로\*\*, 정민아<sup>o</sup>Location Determination System for Transport Path Optimization  
of Block TransporterJin-gwan Park\*, Joo-Seong Oh\*, Seong Ro Lee\*\*, Min-A Jeong<sup>o</sup>

## 요 약

조선 산업의 생산필드에서 블록트랜스포터의 운송경로를 최적화하지 않으면 많은 물류비용과 생산지연비용을 유발시킨다. 이러한 블록트랜스포터의 운송경로를 최적화하기 위해서는 실시간으로 트랜스포터의 위치를 확인하는 과정이 선행되어야 한다. 본 논문에서는 블록 트랜스포터의 위치를 측위하기 위해 모바일 RFID를 이용한 실시간 위치측위 구현 방법을 제안하였다. 스마트폰에 탑재된 모바일 RFID 리더기를 사용하여 트랜스포터에 부착되어 있는 모바일 RFID TAG를 인식한 후 트랜스포터의 이름 및 하중정보 등을 수신 받고, GPS 및 AP를 이용한 위치 측위 정보와 함께 서버로 전송한다. 서버로 전송된 정보를 통해 운송경로 최적화 및 운송경로를 실시간으로 수정할 수 있다.

**Key Words** : NFC, Transporter, Location Determination, Optimal path planning, Mobile RFID

## ABSTRACT

Block Transporter should be optimized transportation path, otherwise it brings about lot of logistics costs and production delays. Block Transporter location must be checked in real time for optimization of transportation path. In this paper we implement real-time location determination using mobile RFID for location of Block Transporter. Mobile RFID reader mounted on a smartphone is recognize Mobile RFID Tag attached in the Transporter. Then, Smartphone is store information of every Transporter name and load and etc. Finally, Smartphone is transmit information(Mobile RFID Tag information, Transporter information, location determination information used AP and GPS) to the server. As a result, We can optimize or modify transportation path of Block Transporter in real-time using information transmitted to the server.

## I. 서 론

조선 산업은 한국 경제에 큰 영향을 주는 중공업 산업이다. 1990년대 이후 한국의 조선 산업은 글로벌

순위에서 경쟁 우위를 점하고 있지만 일본, 서유럽 및 중국 등과 무한 경쟁 시대에 직면해 있다<sup>[1]</sup>.

선박 및 해양구조물 건조 시 정해진 일정 계획에 맞추어 생산 공정이 진행되어야 한다. 특히 트랜스포

\* 본 논문은 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업(NIPA-2014-H0401-14-1009)과 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2009-0093828)의 연구결과로 수행되었음.

♦ First Author : Mokpo National University Department of Computer Engineering, chrispj@mokpo.ac.kr, 학생회원

° Corresponding Author : Mokpo National University Dept. of Computer Engineering, majung@mokpo.ac.kr, 정회원

\* Mokpo National University Dept. of Computer Engineering, ojoos@mokpo.ac.kr, 학생회원

\*\* Mokpo National University Dept. of Information & Electronics Engineering, srlee@mokpo.ac.kr 종신회원

논문번호 : KICS2014-05-179, Received May 2 2014; Revised July 9, 2014; Accepted July 9, 2014

터를 효율적으로 운용하여 조선소 내의 대표적 물류인 블록의 운송 시간을 단축하고 운송비용을 감소하며 물류 흐름을 원활하게 하는 것이 중요하다. 트랜스포터는 시속 4~8km로 운행하는 저속 이동차량으로서 빌딩 4~5층 높이의 최대 1,000톤 블록을 이동시키는 기능을 수행한다. 조선소에서는 트랜스포터 운용 담당자의 경험 및 블록의 공정 단계와 우선순위를 바탕으로 트랜스포터에 블록을 할당하여 운송 계획을 세우고 있다. 그러나 현장에서 트랜스포터의 운송 상태 및 경로 등을 정확하게 파악하는 것이 어려우며, 운송 경로에 예상치 못한 장애물이 발생하거나 갑작스런 트랜스포터의 고장으로 인해 다른 트랜스포터의 경로를 막는 등 블록 운송 계획에 차질이 생기는 경우가 많아 트랜스포터를 효율적으로 운용하는 것이 어려운 실정이다<sup>2)</sup>. 그리고 블록 트랜스포터는 작업자에 의해 이동되는데, 작업이 장기간 진행되는 동안 작업자가 직접 블록의 위치를 파악하고 기록을 통해 관리하고 있다. 이로 인해 장기간 동안 현장에 비치된 수많은 블록에 대한 위치를 정확하게 파악하지 못하는 경우가 많아 작업효율이 떨어지고 트랜스포터의 효과적인 이동 제어가 어렵게 된다. 또한 이동 제어의 비효율은 선박 제조의 전체 일정에 차질을 주기도 한다. 상기 문제점을 개선하기 위해서는 블록 수송 트랜스포터의 추적 관리가 작업자의 수기(手記) 보다는 추적 및 모니터링이 가능한 RFID 기술이 효과적이다. 대형 조선소일수록 트랜스포터의 보유 대수가 많아 효율적인 제어 및 위치 관리가 필요하다<sup>1)</sup>.

그러므로 본 논문에서는 고비용이 소모되고 생산 일정에 큰 영향을 주는 블록 수송용 트랜스포터의 효율적인 추적관리가 가능하도록 모바일 RFID 방식 중 하나인 NFC(Near Field Communication)를 도입하여 트랜스포터의 위치를 실시간으로 측위하여 조선소 작업장 전체의 작업 흐름을 향상하고자 한다. 트랜스포터에 13.56MHz의 모바일 RFID 주파수대역을 이용한 NFC TAG를 부착하고 스마트폰에 기본적으로 탑재되어 있는 NFC 수신기를 이용하여 TAG에 저장된 트랜스포터의 정보를 수집한다. 수집된 TAG 정보와 함께 GPS와 AP(Access Point)를 이용한 위치측위 정보를 스마트폰의 인터넷망을 통해 서버로 전송한다. Google Maps JavaScript API v3를 사용하여 트랜스포터의 현재 위치 및 트랜스포터, 운전수의 정보를 마커로 표시함으로써 서버에서 실시간으로 확인 가능하도록 하였다.

이와 같이 트랜스포터의 위치 및 운전수의 정보를 실시간으로 파악가능 하기 때문에 선박 블록 이동을

위한 효율적인 배치와 운송경로 최적화를 가능하게 하여 조선 산업 전체 공정에 대한 관리를 강화할 수 있다.

## II. 관련 연구 및 개발 동향

조선소에서 운용되는 블록 트랜스포터의 운송경로를 설정하는 다양한 방법에 대해서 알아본다. 그리고 조선소에서 사용되고 있는 RFID기술 동향과 모바일 RFID에 대해서 알아본다.

### 2.1 트랜스포터의 최적 블록 운송 계획 절차

트랜스포터의 블록 운송 계획을 세우기 위해, 비슷한 중량을 가진 블록들을 그룹으로 묶어 각 그룹마다 한 종류의 트랜스포터로 운송하도록 가정하였다. 그리고 각 그룹에서 최단 거리에 있는 블록들을 순서대로 운송시키는 휴리스틱 알고리즘을 적용하는 방법이 있다<sup>3)</sup>.

복수 트랜스포터의 공주행 거리 최소화를 고려한 블록 운반 계획 문제를 최적화 문제로 정식화 하였고, 개미 알고리즘과 유전 알고리즘을 적용하여 최적 해를 구하는 방법이 있다<sup>4)</sup>.

사용자의 편의성을 고려한 완성도 있는 최적 블록 운송 경로 계획 시스템을 개발하였으며, 트랜스포터의 교차 주행 여부를 고려하여 계산 시간을 단축시키기 위한 특화된 알고리즘을 구현하는 방법이 있다<sup>5)</sup>.

AGV(Automated Guided Vehicle)의 최단 경로를 계산하기 위해 각 노드의 위치와 요청 받은 작업장까지의 직선거리를 평가 함수로 하는 A\* 알고리즘을 사용하였으며, AGV의 속도를 고려하여 AGV간의 충돌을 예측하고 회피하는 방법이 있다<sup>6)</sup>.

생산 공장의 생산품의 이동 경로를 고려하여 기계들을 최적 배치하는 연구를 수행하였다. 격자눈금 위에 모든 기계들을 배치하고 각 기계의 출구에서 다음 기계로의 입구 방향으로 격자 눈금을 진행시키면서 최단 경로를 계산하는 방법이 있다<sup>7)</sup>.

자동 청소 로봇의 기하학적 형상과 초기 위치, 환경 변화 등을 감지하여 이동 경로를 계산하는 연구를 수행하였다. 청소 로봇의 이동 패턴을 몇 가지로 정의하여 주어진 면적을 모두 지나도록 이동 경로를 계산하는 방법이 있다<sup>8)</sup>.

출발지와 도착지를 일대일 연결하여 최단 경로를 계산할 수 있는 A\* 알고리즘을 적용하였으며, 조선소의 운송 경로가 격자형에 가깝다는 점을 착안하여 격자형 거리 추정에 적합한 맨해튼 (Manhattan)방식을

A\* 알고리즘의 거리 추정에 적용하는 방법이 있다<sup>12)</sup>.

### 2.2 조선소에서 활용되는 RFID 기술

조선 생산 현장에서의 대표적인 생산관리정보기술 분야는 다음과 같다:

- 통합 자원 관리 시스템
- 통합 물류 관리 시스템
- 통합 생산 계획/관리/분석 시스템
- Shop별 Digital Manufacturing 시스템
- 생산 현장 실시간 정보 공유 체계
- PDA를 이용한 생산 정보 관리

조선 정보기술 발전방향의 한 부분으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 제시하면서, 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 확산에 따라 조선 생산 분야에서도 공정현황 관리, 제품정보 흐름 관리, 블록이동 관리, 생산실적관리 등에 대한 실시간 작업이 이루어질 것이다. 즉 RFID, 센서, 유무선 및 광대역 통신 기술의 상용화에 따라 그전에 기술적으로 해결되지 않던 물류 및 생산관리 분야의 현안이 해결될 수 있을 것이다<sup>9)</sup>.

RFID를 이용하여 트랜스포터의 위치를 측위하는 방법도 논의 되고 있다. GPS와 바다에 매설된 RFID를 이용하여 GPS로 수신이 되지 않는 상황에서는 RFID 태그를 인식하여 위치를 계속적으로 추적하는 시스템이다. 바다에 매설한 RFID 태그는 수동형으로 배터리 교환을 위한 유지보수가 필요하지 않으며, 고이득의 RFID 안테나 개발을 통해 인식거리를 대폭 향상시킨다. 그러나 RFID에서 GPS로 위치추적이 변경될 때, RFID 매설태그의 인식거리의 한계 때문에 TP의 위치가 다소 불안정하게 표시되는 경우가 있다<sup>10)</sup>.

### 2.3 모바일 RFID

RFID리더의 휴대폰 장착에 대한 실효성이나 활용성은 무척 다양하다고 말할 수 있다. 현재의 휴대폰이 사용자와 사용자간, 사용자와 사업자간의 정보교환이라고 한다면 모바일 RFID는 사용자와 사물과의 정보교환까지 가능하게 하는 것이며, 이를 위한 가장 효율적인 통신수단이 바로 모바일 RFID이다. 이와 같이 모바일 RFID기술은 단순히 RFID 리더에 이동성을 부여한 기술이 아니다. 일정 구역내에 산재되어있는 태그들을 이동하면서 인식할 수 있는 핸드헬드형 리더와는 구별되며, 구역이나 배치에 구애받지 않고 어디서든 실생활에 밀접하게 관련되어있는 물품태그들을 인식하고 곧바로 모바일네트워크를 사용하여 인식된 정보를 가공, 활용할 수 있도록 하는 것이 모바일 RFID 기술이다<sup>11)</sup>.

모바일 RFID 기술은 RFID 통신에서 이용하는 주파수 대역의 특성에 따라 서로 다른 활용 방식으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 유럽 및 미국에서는 13.56MHz 대역의 근거리 RFID 통신을 이용하여 모바일 RFID 단말 간 통신 및 모바일 지급 결제(Mobile Payment)를 응용 영역으로 삼고 있다<sup>12)</sup>. 또한 일본에서는 315MHz와 2.45GHz 두 가지 주파수 대역을 활용하여, 쇼핑물 등의 일정 구역 안에서의 위치 파악 및 주변 상품 정보를 제공하는 모바일 RFID 응용을 구현한 바 있다. 우리나라는 모바일 RFID 단말의 다양한 활용 및 사업적 특성을 고려하여, 데이터 전송속도 및 인식거리에서 장점을 갖는 900MHz 대역 RFID 통신을 활용한 모바일 RFID 기술 개발 및 서비스 모델을 채택하고 있다<sup>13)</sup>. 표 1은 13.56MHz NFC 방식과 900MHz 모바일 RFID 방식에 대한 대표적인 차이점을 간략히 정리하고 있다<sup>14)</sup>.

본 논문에서는 13.56MHz 대역을 사용하는 NFC TAG와 스마트폰에 탑재되어 있는 NFC 리더기를 사용하여 시스템을 구현 하였다.

표 1. 모바일 RFID 기술의 주파수 대역별 차이점  
Table 1. Differences between frequency bands of Mobile RFID

주파수 대역	13.56MHz	900MHz(UHF)
인식거리	- 10cm (근거리 통신)	- 1m (출력 조절을 통한 인식거리 조정)
특성	- 단말 기기간 양방향 통신 가능	- 기존 UHF 태그 호환 활용 가능 - 다수의 태그를 동시에 인식 가능
응용 서비스	모바일 지불 결제	제품 정보제공

## III. 트랜스포터 위치 측위 시스템 설계 및 구현

블록 트랜스포터의 운송 경로 최적화하기 위한 제반 사항인 트랜스포터 위치 측위 알고리즘에 대해서 살펴본다. 그리고 제안한 시스템 구현 환경 및 구성 방법, 실험 결과에 대해서 알아본다.

### 3.1 시스템 구현 환경

본 논문에서 제안하는 시스템을 구현하기 위한 제원은 표 2와 같다.

스마트폰에 기본적으로 탑재되어 있는 NFC 리더기를 사용하여 NFC TAG를 인식한다. NFC TAG는 내부에 888byte를 기록할 수 있는 NXP NTAG(TCB)

표 2. 시스템 구현환경  
Table 2. System implementation environment

Computer	cpu : i7 - 2630qm memory : 4Gb OS : Windows 7(x86)
Server	Apache, PHP, Mysql, HTML5, Google Maps JavaScript API v3
Device	Model : LG G2(Smart phone) cpu : 2.26Ghz Quad core memory : 2Gb Connectivity : Wi-fi 802.11 a,b,g,n ac / NFC OS : Android (4.2.2)
Mobile RFID TAG	Chip : NXP NTAG(TCB) Frequency : 13.56 MHz Range : 0-1cm

를 사용하였다. 서버는 Winow7 운영체제를 기반으로 Port 88을 이용하여 스마트폰과 서버간의 통신을 지원하였다. HTML5과 Mysql, Google Maps JavaScript API v3를 사용하여 서버에서 트랜스포터의 위치를 실시간으로 구글지도를 통해 확인 할 수 있도록 하였다.

3.2 블록 트랜스포터 위치 측위 알고리즘

본 논문에서는, 블록 트랜스포터의 위치를 실시간으로 측위하기 위해 안드로이드기반 스마트폰, 13.56MHz 대역의 RFID TAG와, GPS, Wi-Fi, AP(Access Point)를 사용한다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 시스템의 개괄적인 알고리즘이다.

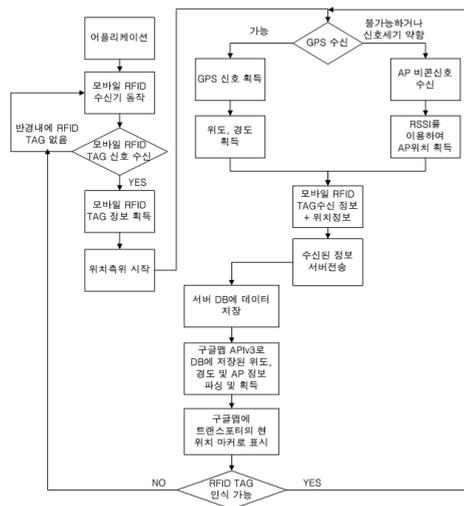


그림 1. 시스템 알고리즘  
Fig. 1. System Algorithm

3.2.1 모바일 RFID TAG 인식

NFC TAG 인식 가능 범위가 0cm~1cm 반경이기 때문에 트랜스포터의 운전석에 TAG를 부착한다. 부착된 TAG에는 트랜스포터의 이름, 하중, 블록 적재 속도 및 하역 속도등의 정보가 기록되어 있다. 안드로이드 기반의 스마트폰에 내장되어 있는 NFC 리더기를 통해 반경내에 있는 NFC TAG의 정보를 수신한다. 만약 인식 가능 범위 내에 NFC TAG가 존재하여 TAG 정보를 수신했을 경우 스마트폰을 이용한 위치 측위를 시작한다.

3.2.2 GPS 및 AP를 이용한 위치측위

GPS 신호를 수신할 수 있는 실외의 경우 GPS를 이용하여 위도와 경도 좌표값을 획득한다. 하지만 블록이 조립되고 장비들이 보관되는 블록 공장의 경우 GPS 신호를 수신할 수 없거나 신호가 약하기 때문에 정확한 위치를 측위 할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 실내 내부에 설치된 AP를 이용한다. 실내에 설치된 AP의 mac주소와 이름을 서버 DB에 미리 저장되어 있어야 한다. 스마트폰에 수신된 AP들의 mac주소 중 서버DB에 등록 되어 있는 AP 중에서 가장 가까운 AP를 선택하여 서버DB에 저장된 위치를 트랜스포터의 현재 위치로 상정한다. AP와 트랜스포터의 거리는 각각의 AP에서 발산되는 비콘 신호 중 RSSI(Received Signal Strength Indication)를 Friis 공식에 적용하여 신호세기를 거리(m)로 환산하여 구한다. 식 (1)은 신호세기(rssi)를 거리로 환산하는 Friis 공식이다.

$$L = 20\log_{10}\left(\frac{4\pi Id}{\lambda}\right)[dB] \quad (1)$$

식 (1)의 Friis의 공식은 자유 공간에서의 경로 손실을 구하는 것이며, 여기서 λ는 전파의 파장을 나타내며 거리 d 와 동일한 단위를 사용한다. 식 (1)을 두 지점 사이의 거리 d에 대해 나타내면 식 (2)와 같다.

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \frac{c}{4\pi f} \cdot 10^{\frac{L}{20}} \quad (2)$$

c는 전파속도이며, f는 주파수, L은 이동개체가 송신한 신호의 전송 손실(RSSI)이다. 예를 들어, 2.4Ghz 대역을 사용하는 AP와 RSSI가 60dB이고 전파속도가 3 × 10<sup>8</sup> [m/sec]라면, 현재 위치와 AP 두 지점 사이의 거리 d를 구할 수 있다<sup>15)</sup>.

트랜스포터가 조전소 야드에서 운용되는 경우 정확한 위치가 요구된다. 하지만 블록 공장내부에서는 트랜스포터가 그곳에 위치하고 있다는 정보만 있으면 되기 때문에 AP와 트랜스포터 사이의 거리만을 고려한 위치측위 방법을 택하였다.

### 3.2.3 웹서버 및 구글지도를 통한 위치 확인

수신된 GPS의 위도와 경도, AP의 위치 정보와 NFC TAG 정보 및 운전자의 휴대폰 번호를 서버로 전송한다. 서버는 APM(Apache + PHP + Mysql)을 사용하여 웹서버로 구현한다. 스마트폰을 이용하여 서버 DB에 데이터를 저장 하는데 있어서, 안드로이드는 Mysql에 직접 연결할 수 없기 때문에 PHP로 작성된 쿼리문을 통해 DB에 저장 된다. Google Maps JavaScript API v3를 사용하여 DB에 저장된 위도와 경도를 참조한 후 트랜스포터의 현재 위치를 마커로 표시한다. Google Maps JavaScript API v3는 HTML5을 사용하여 구현한다<sup>[6]</sup>. 만약, GPS 신호를 수신할 수 없거나, AP와 트랜스포터 사이의 거리가 지정 해놓은 일정 거리 이하면 GPS의 위도와 경도값을 배제하고, AP 위치 정보값을 Google Maps JavaScript API v3에 적용한다. AP 위치 정보값은 구글 지도를 이용하여 AP가 설치된 장소의 위도와 경도값을 추출하여 서버 DB의 AP 테이블에 저장한다. 그림 2는 구글지도를 이용하여 AP가 위치한 곳의 위도와 경도값을 추출하는 과정이다.

AP와 트랜스포터의 거리가 일정거리 이상 멀어지면, 다시 GPS의 위도와 경도값을 참조하여 위치를 마커로 표시한다.

이러한 일련의 과정을 거치는 도중 스마트폰이 NFC TAG를 인식하지 못하면 어플리케이션은 자동 종료된다. 만약 운전수가 작업 후 어플리케이션을 종료 하지 않았을 경우, 스마트폰의 위치가 트랜스포터

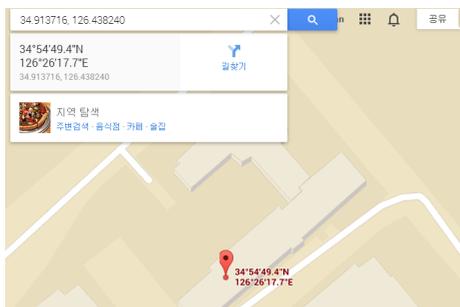


그림 2. AP의 위도와 경도값 추출  
Fig. 2. Obtained the latitude and longitude values of AP

의 위치로 인식되는 불상사가 발생할 수 있기 때문에, NFC TAG를 인식하였을때만 어플리케이션이 구동되도록 하였다.

### 3.3 시스템 구현

본 논문에서 제안하는 시스템을 구현하기 위해서는 웹서버, 스마트폰, NFC TAG, GPS, AP 및 AP 좌표값이 필요하다.

웹서버가 구축되어 있고 트랜스포터를 운용하는 운전수의 스마트폰에 해당 어플리케이션이 설치되었다는 것을 가정 한다. 트랜스포터 운전석에 트랜스포터의 정보를 저장한 NFC TAG를 부착한다. 운전수는 어플리케이션이 설치된 스마트폰을 NFC TAG에 태깅하면 어플리케이션이 자동으로 실행 되며, 운전수의 전화번호 및 NFC TAG에 저장된 정보, GPS 수신 정보, AP 수신 정보를 수집하게 된다. GPS 및 AP의 정보가 수집되면 데이터를 서버로 전송한다. 서버로 전송하는 간격은 GPS의 위도와 경도값이 변화 할 때 서버로 전송하거나, AP와 트랜스포터 사이의 거리가 20m 이하일 경우 서버로 데이터를 전송하게 된다. 그리고 스마트폰이 NFC TAG의 인식거리에서 벗어나거나 인식을 하지 못하면 어플리케이션이 자동 종료 된다.

#### 3.3.1 웹서버 구현

웹서버는 APM을 사용하여 구축하고, 구축된 웹서버의 DB는 트랜스포터의 위치 측위한 데이터가 저장되는 테이블과 AP의 mac주소와 ssid(service set identifier) 및 구글지도에서 추출한 위도와 경도가 저장되어 있다.

그림 3은 트랜스포터의 위치 정보 및 트랜스포터를 운용하는 운전수의 휴대폰 번호가 저장되는 DB 테이블이다.

transporter 필드에는 트랜스포터 식별 번호 및 NFC TAG ID를 저장한다. phonenumber는 TAG를 인식한 스마트폰의 전화번호를 저장하고, latitude와 longitude는 현재 스마트폰의 GPS 좌표값인 위도와

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
transporter	varchar(100)	YES		NULL	
phonenumber	varchar(20)	YES		NULL	
latitude	varchar(20)	YES		NULL	
longitude	varchar(20)	YES		NULL	
time	datetime	YES		NULL	
APMacAddress	char(100)	YES		NULL	
speed	char(10)	YES		NULL	

그림 3. 트랜스포터 위치 정보 테이블  
Fig. 3. Table of transporter location information

경도를 저장하게 된다. 그리고 time은 스마트폰이 데이터를 전송한 시점의 시각을 반환하여 저장하고, APMacAddress는 수신받은 AP 비콘신호 중에서 가장 거리가 가까운 AP의 mac주소를 저장한다. 마지막으로 speed는 GPS를 사용하여 현재 트랜스포터의 속도를 계산하여 저장하게 된다.

그리고 수신되는 AP들 중에서 서버에 등록된 mac 주소와 비교를 하여 상관없는 AP 비콘신호를 배제하기 위해서 AP 정보를 저장해놓은 테이블을 만들어 놓아야 한다. 그림 4는 실험을 진행 할 건물 내부에 설치된 AP들의 정보를 DB로 구축해놓은 것이다.

macid는 AP의 mac주소를 저장하고, location은 AP가 설치된 위치의 건물 및 건물 내부의 위치를 관리자가 알아 볼 수 있도록 명시하고, ssid는 AP의 이름을 저장하게 된다. latitude와 longitude는 구글지도를 통해 AP가 위치한곳의 위도와 경도값을 추출한 값을 저장한다.

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
macid	varchar(20)	YES		NULL	
location	varchar(20)	YES		NULL	
rssid	varchar(20)	YES		NULL	
ssid	char(20)	YES		NULL	
latitude	char(20)	YES		NULL	
longitude	char(20)	YES		NULL	

그림 4. AP 위치 정보 테이블  
Fig 4. Table of AP location information

### 3.3.2 스마트폰 어플리케이션 구현

안드로이드 기반 스마트폰으로 어플리케이션을 구성하였다. 사용자 정보는 운전수의 전화번호, 트랜스포터 정보는 NFC TAG ID와 TAG에 저장되어 있는

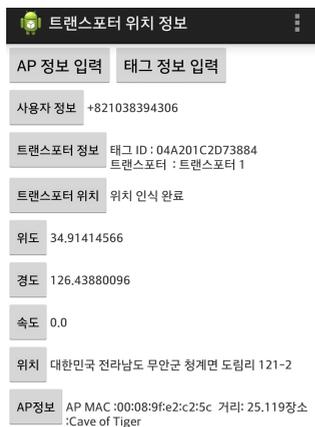


그림 5. 어플리케이션 구동 화면  
Fig. 5. Operating application image

트랜스포터 정보를 출력한다. 위도와 경도 및 속도, 위치는 GPS를 수신하여 표시하고, AP 정보는 수신되고 있는 AP 비콘 신호를 수집하여 각각의 mac주소를 서버의 AP 테이블에 저장된 mac주소와 비교하여 일치하는 mac주소를 필터링하고, 필터링된 AP에서 수신신호세기(RSSI)가 가장 강한 AP의 정보를 출력한다. 그림 5는 NFC TAG에 스마트폰을 태깅 했을 때 어플리케이션의 구동 화면이다.

그림 5의 데이터는 모두 서버로 전송된다.

### 3.4 시스템 검증

본 논문에서 제안한 시스템을 검증하기 위해서 목포대학교 대외협력관 건물의 내·외부를 통해 실험을 진행하였다. 건물 외부는 조선소 야드로 가정하고, 건물 내부는 블록 공장으로 가정하였다. 스마트폰에 NFC TAG를 부착하고 건물 외부에서 내부로 이동하는 과정에서 위치추위가 연속적으로 이루어지는가를 실험하였다.

그림 6과 7은 HTML5로 구현된 구글지도를 이용하고, 서버 DB에 저장된 데이터를 참조하여 현재 위치를 마커로 표시한 것이다. 그림 6은 건물 외부에서 GPS 및 AP 신호를 수신하여 위치를 측위한 화면이다. 건물 외부에서는 AP와의 거리가 20m 이상 떨어진 곳에서 GPS를 수신 받았다.

그림 7은 건물 외부에서 건물 내부로 이동하는 도중 AP와 스마트폰의 거리가 20m 이하일 경우 서버에

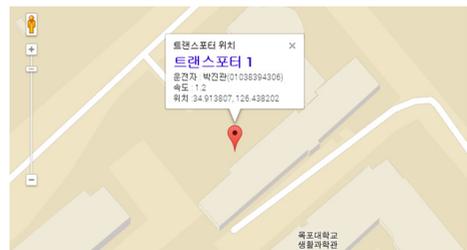


그림 6. 건물 외부에서 위치 측위  
Fig. 6. Location determination at outside the building



그림 7. 건물 내부에서 위치 측위  
Fig. 7. Location determination at inside the building

저장된 AP의 위도와 경도 좌표를 참조하여 마커를 표시한 것이다.

트랜스포터의 경우에도 외부에서는 GPS를 사용하여 위치를 측위하고, 블록 공장 내부에 위치할 경우 공장 내부에 설치된 AP의 위도와 경도값을 참조하여 위치가 측위 가능함을 실험결과를 통해 증명 하였다.

#### IV. 결 론

대부분 조선 현장에서의 블록 이동은 트랜스포터를 이용하고 있으며, 작업자에 의해 블록의 위치와 트랜스포터의 이동 관리가 이루어지고 있다. 그러나 장기간의 조립 작업이 이루어지는 동안 블록의 위치와 다수의 트랜스포터 이동 관리가 효율적으로 이루어지지 못하여 낮은 작업 효율을 야기하기 때문에 선박 제조의 전체 일정에 차질을 주게 된다 그러므로 선박 블록 이동을 위한 효율적인 트랜스포터 배차를 가능하도록 본 논문에서는 모바일 RFID를 도입하는 방향을 제시 하였다. 기존에 사용하는 스마트폰과 저렴한 비용의 NFC TAG를 트랜스포터에 부착하는 방식이기 때문에 추가적인 인프라를 구축할 필요가 없고, 트랜스포터의 이동궤적을 서버에서 확인 가능하기 때문에 운송경로를 실시간으로 재조정 할 수 있다. 이렇듯 트랜스포터의 운송경로를 실시간으로 최적화 할 수 있기 때문에 조선소 작업장 전체의 작업 흐름을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

추후 연구 과제로는 트랜스포터 뿐만이 아닌 트랜스포터에 적재되는 블록의 정보를 수신하여 서버로 전송하는 시스템 개발이 필요하다.

#### References

[1] J. C. Shin, H. S. Shim, K. S. Kang, and D. H. Han, "A study on the implementation of block transporter tracking management system by introducing RFID framework in the shipbuilding industry," *J. Soc. Naval Architects of Korea*, vol. 18, no. 3, 2011.

[2] Y. J. Heo, J. H. Cha, D. Y. Cho, and H. C. Song, "Optimal block transportation path planning of transporters considering the damaged path," *J. Soc. Naval Architects of Korea*, vol. 50, no. 5, pp. 298-306, Oct. 2013.

[3] C. M. Joo, W. S. Lee, and K. B. Lee, "Transporter scheduling for block

transportation in the shipyard," *Conf. Korean Operations Research and Management Sci.*, pp. 13-14, Cheongju, Korea, May 2005.

[4] S. B. Yim, M. I. Roh, J. H. Cha, and K. Y. Lee, "Optimal block transportation scheduling considering the minimization of the travel distance without overload of a transporter," *J. Soc. Naval Architects of Korea*, vol. 45, no. 6, pp. 646-655, 2008.

[5] J. H. Cha, D. Y. Cho, H. C. Song, and M. I. Roh, "Development and application of optimal block transportation simulation system of transporters in shipyard," in *Proc. Soc. CAD/CAM Engineers Conf.*, vol. 2012, no. 5, pp. 446-452, Pyeongchang, Korea, Feb. 2012.

[6] Y. H. Joo and J. S. Kim, "Shortest path searching algorithm for AGV based on working environmental model," *J. Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, vol. 17, no. 5, pp. 654-659. Oct. 2007.

[7] S. Bock and K. Hoberg, "Detailed layout planning for irregularly-shaped machines with transportation path design," *European J. Operational Research*, vol. 177, no. 2, pp. 693-718, 2007.

[8] C. Hofner and G. K Schmidt, "Path planning and guidance techniques for an autonomous mobile cleaning robot," in *Proc. IEEE/RSJ/GI Int. Conf. Advanced Robotic Systems and the Real World (IROS)*, pp. 610-617 vol. 1, Sept. 1994.

[9] S. K. Lee, H. W. Suh, and W. J. Lee. "Software technologies for shipbuilding innovation," *Commun. Korean Inst. Inf. Sci. Engineers*, vol. 25, no. 2, pp. 26-34, 2007.

[10] J. H. Park, B. T. Jang, and D. S. Lim, "Location Tracking System for Transporter in Shipyard," *Conf. The Inst. Electron. Inf. Engineers*, pp. 1774-1777, Jun. 2012.

[11] K. H. Park, "Mobile RFID technology," *TTA J.*, no. 102, pp. 38-43, 2005.

[12] G. S. Kim and J. H. Sin, "NFC technology trends and certification," *TTA J.*, vol. 133. pp. 132-136, Jan. 2011.

[13] Y. W. Kim, H. J. Kim, S. K. Yoo, and J. S.

Lee, "Status of the mobile RFID service network architecture and standardization," *TTA J.*, no. 102, pp. 44-53, May 2005.

- [14] S. W. Oh, "Mobile RFID technology standardization activities and strategy," *The J. Korea Inf. Commun. Soc.*, vol. 36, no. 12B, pp. 1698-1707, Dec. 2011,
- [15] H. Y. Kim, "Wireless LAN-Based LBS Services," *Tele-communication Rev.*, vol. 16, no. 2, pp. 188-202, 2006.
- [16] Google. Google Maps JavaScript API v3. Jan. 2013. from <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/?hl=ko>

**박진관 (Jin-gwan Park)**



2011년 2월: 목포대학교 컴퓨터교육과 학사 졸업  
 2013년 8월: 목포대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업  
 2013년 9월~현재: 목포대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 <관심분야> 무선센서네트워크, 실내위치추위, 데이터베이스, 임베디드시스템, 빅데이터

**오주성 (Joo-Seong Oh)**



2011년 2월: 목포대학교 컴퓨터교육과 졸업  
 2014년 3월~현재: 목포대학교 컴퓨터공학과 석사과정  
 <관심분야> LBS, 데이터베이스, 빅데이터

**이성로 (Seong Ro Lee)**



1987년 2월: 고려대학교 전자공학과 공학사  
 1990년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사  
 1996년 8월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사  
 1997년 9월~현재: 목포대학교 공과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템

**정민아 (Min-A Jeong)**



1992년 2월: 전남대학교 이학사  
 1994년 2월: 전남대학교 이학석사  
 2002년 2월: 전남대학교 이학박사  
 2002년 4월~2003년 2월: 광주과학기술원 정보통신공학과 Post-Doc

2003년 4월~2005년 2월: 전남대학교 전자통신기술연구소 Post-Doc  
 2011년 9월~2013년 2월: Cleveland Clinic Research  
 2005년 3월~현재: 목포대학교 컴퓨터공학과 부교수  
 <관심분야> 데이터베이스/데이터마이닝, 생체인식시스템, 무선통신응용분야, 임베디드시스템