

# 차량정차감지 알고리즘을 이용한 탑승자의 효율적 위치추적시스템☆

## Efficient Tracking System for Passengers with the Detection Algorithm of a Stopping Vehicle

이 병 문\*                      신 현 호\*\*                      강 운 구\*\*\*  
Byung Mun Lee              Hyun Ho Shin                  Un Gu Kang

### 요 약

지금까지의 위치인식 환경은 사람이나 사물 또는 이동체 자체에 대해서만 연구되어 왔다. 그러나 본 연구에서는 주행 중 인 차량에 있는 여러 탑승자의 위치를 실시간으로 식별하고 추적하는 서비스에 대한 위치인식 모델을 제안하였다. 탑승자의 위치를 식별하려면 GPS기능이 탑재된 고가형 단말기를 이용하는 경우와 GPS기능이 없는 저가형 소형단말기를 이용하는 경우로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 단순한 소형단말기가 GPS를 탑재한 차량용 인터페이스와 센서네트워크로 메시지를 전송하게 함으로써 탑승상황에 따른 효율적인 위치인식을 제공하도록 하였다. 이 기법은 먼저 차량의 상태(정차, 주행)를 감지하고, 주행상태라면 탑승자가 탑승이나 하차를 할 수 없기 때문에 굳이 위치정보를 송수신할 필요가 없어 트래픽을 감소시킬 수 있다. 이것은 전력소모를 줄여 배터리 수명을 늘릴 수 있도록 한다. 이에 본 연구에서는 제안한 차량정차 감지알고리즘을 탑승자 위치추적 시스템으로 구현하여 그 효용성을 확인하기 위해 실험하였다. 또한 설계하여 구현한 시스템을 이용하여 실험한 결과 최대수신거리는 12m로 측정되었으며, 200회의 실험을 통해 탑승인식과 하차인식이 모두 성공했음을 알 수 있었다. 또한 주행인식 측정실험에서는 차량정차 알고리즘을 적용한 경우가 그렇지 않은 경우에 비해서 41.6%의 전송트래픽을 감소시킬 수 있었다.

### ABSTRACT

The location-based service is emerging again to the public attention. The location recognition environment up-to-now has been studied with its focus only on a person, an object or a moving object. However, this study proposes a location recognition model that serves to recognize and track, in real time, multiple passengers in a moving vehicle. Identifying the locations of passengers can be classified into two classes: one is to use the high price terminal with GPS function, and the other is to use the economic price compact terminal without GPS function. Our model enables the simple compact terminal to provide effective location recognition under the on-boarding situation by transmitting messages through an interface device and sensor networks for a vehicle equipped with GPS. This technology reduces transmission traffic after detecting the condition of a vehicle (being parked or running), because it does not require transmission/receiving of information on the locations of passengers who are confined in a vehicle when the vehicle is running. Also it extends battery life by saving power consumption of the compact terminal. Hence, we carried out experiments to verify its serviceability by materializing the efficient tracking system for passengers with the detection algorithm of a stopping vehicle proposed in this study. Moreover, about 200 experiments using the system designed with this technology proved successful recognition on on-boarding and alighting of passengers with the maximum transmission distance of 12 km. In addition to this, the running recognition tests showed the test with the detection algorithm of a stopping vehicle has reduced transmission traffic by 41.6% compared to the algorithm without our model.

☞ keyword : 위치기반서비스(Location-based service), 추적시스템(Tracking system), 탐지알고리즘

\* 종신회원 : 가천의과학대학교 정보공학부 교수(1저자)  
bnlee@gachon.ac.kr

\*\* 준 회원 : 가천의과학대학교 IT학과, 유-헬스케어연구소  
oddieoper@naver.com

\*\*\* 정 회원 : 가천의과학대학교 정보공학부 교수(교신저자)  
ugkang@gachon.ac.kr

[2011/08/23 투고 - 2011/09/08 심사(2011/09/28 2차) - 2011/10/14  
심사완료]

☆ 본 논문은 2011년도 한국인터넷정보학회 하계학술발표대회  
우수논문의 확장버전임.

## 1. 서 론

스마트 기기의 보급이 급증하면서 센서, GPS (Global Positioning System), WiFi를 이용한 각종 서비스와 애플리케이션이 폭발적으로 개발되고 있다. 특히 스마트폰과 태블릿PC의 위치기반 서비스는 사용자가 있는 곳의 주변정보를 편리하게 탐색할 수 있도록 해준다. 이것은 사용자의 물리적인 위치를 식별하고 인식하여야 가능하다. 일반적으로 위치인식 기술은 GPS나 이동통신 기지국을 이용한 실외 측정방식과 적외선, 초음파, WiFi, Zigbee, Bluetooth와 같은 근거리 통신망에서 측정할 수 있는 실내 측정방식으로 나눈다[1,2]. GPS를 이용하는 경우에는 GPS모듈이 반드시 필요하기 때문에 단말기의 개발비용이 증가되며 실내측정이 어렵다. 더구나 사용자의 자유로운 이동성을 고려한다면 실내외가 결합된 하이브리드형 위치식별 방식이 필요하다[3]. 특히 이동하는 차량과 같은 환경에서는 더욱 그러하다. 현재 차량용 네비게이터는 대부분 GPS를 탑재하고 있다. 그래서 차량의 위치는 쉽게 식별된다. 그러나 차량에 탑승한 사람의 위치는 별도의 단말기를 가지고 있지 않는다면 알 수 있는 방법이 없다. 뿐만 아니라 탑승자가 탑승했는지 또는 하차했는지에 대한 여부도 알 수 없다. 이와 같은 경우는 유아가 이용하는 유치원 전용버스에서도 적용될 수 있다[4].

부모의 보호가 필요한 유아는 유치원에서 뿐만 아니라 통학할 때도 실시간으로 위치파악이 필요하다[4]. 그 이유는 위치파악에 따른 빠른 대응이 여러 사고와 범죄를 미리 예방할 수 있기 때문이다. 따라서 유치원 전용버스에는 GPS기능이 있는 인터페이스 장비를 탑재하고 아이들에게는 저렴한 비용의 소형단말기를 이용하도록 한다면 인터페이스 장비와 상호 위치정보를 주고받을 수 있어 아이들의 이동위치를 파악할 수 있다. 이것은 차량용 인터페이스가 GPS를 이용하여 실외의 위치를 인식하고 인터페이스의 수신거리 범위 내에 있는 소형단말기와 상호 송수신 함으로써 위치추적에 드는 비용을 줄일 수 있다[5]. 이 방식을 이용한다면 탑승

자의 정보를 알아낼 수 있을 뿐만 아니라 탑승위치와 하차위치 그리고 탑승자의 변화하는 주행 위치 정보를 파악할 수 있다.

그러나 이 경우에는 단말기와 인터페이스 간에 끊임없는 데이터의 송수신이 필요하다. 이것은 전송 트래픽의 양을 증가시키고 단말기의 배터리를 소모시키는 문제를 야기한다. 본 연구에서는 이 문제를 해결하기 위한 방안을 제시하고자 한다. 즉, 차량이 주행할 때는 탑승자가 승하차 할 수 없기 때문에 데이터를 굳이 송수신할 필요가 없다는 점을 이용하고자 한다. 이와 같은 주행특성을 고려하여 본 논문에서 정차감지 알고리즘을 고안하고, 보다 효율적인 탑승자의 위치인식 모델을 제안하고자 한다. 또한 이 모델의 유효성을 확인하기 위해 시스템을 설계하고 구현하여 실험하고자 한다.

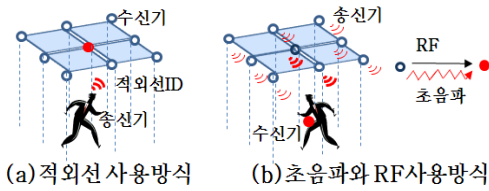
2장에서는 위치인식 기술과 기술의 발전방향에 대해서 살펴보고 3장에서는 차량정차 알고리즘을 이용한 위치추적 모델을 제안한다. 4장에서는 탑승자의 위치추적 시스템을 설계하고 구현하며 5장에서는 시스템을 이용하여 실험한 결과를 분석하고 6장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

### 2.1 마이크로 위치인식 기술

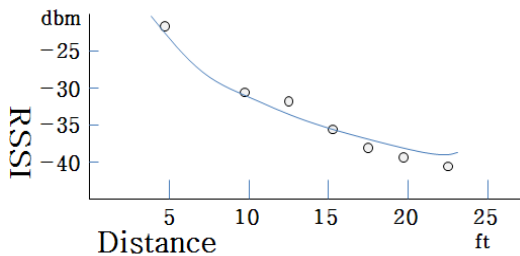
위치인식 기술은 마이크로 위치인식, 매크로 위치인식, 그리고 센서네트워크를 이용한 지능형 상황인지기반의 위치인식으로 구분한다[6]. 마이크로 위치인식은 주로 실내에서 측정할 수 있는 방식이며 적외선을 이용한 방식, 초음파와 RF신호를 이용한 방식, 그리고 수신 신호강도(RSSI)의 차를 이용한 방식으로 나눈다[7].

적외선을 이용한 방식은 (그림 1)의 (a)와 같이 사무실의 천정에 적외선 센서를 설치하고 사람들에게 배지형태의 적외선 발생기를 부착시켜 주기적으로 인식정보(ID)를 적외선으로 전송하게 함으로써 위치를 인식할 수 있다[8].



(그림 1) 실내 위치인식 기술

시스템의 구성이 간단해서 저렴한 비용으로 구현이 가능하다. (b)는 초음파를 이용한 방식으로 적외선 방식과 비슷하나 초음파의 느린 전송성질 때문에 보다 정밀한 위치인식이 가능하다. Active Bat와 Cricket 시스템이 적외선 방식에 포함된다. 특히 핸드셋 기반의 위치인식 시스템인 Cricket은 초음파 신호와 RF신호를 동시에 전송한다[9]. RF신호가 초음파 신호보다 빠르기 때문에 수신기에서 RF신호를 먼저 수신하게 되며 이때 발생하는 시간차로 위치를 계산해 낼 수 있다[7]. 또한 무선 LAN에서는 (그림 2)에서처럼 수신 신호강도(RSSI)에 따라서 위치를 인식할 수 있다.



(그림 2) 신호강도에 따른 추정거리

예를 들면 -30dbm의 신호강도가 측정되면 물체는 AP로부터 10ft거리에 있다고 보는 것이다.

## 2.2 매크로 위치인식 기술

매크로 위치인식은 GPS를 이용한 방식과 이동통신망을 이용한 방식으로 나뉘어지며, 주로 실외에서 측정하는 방식이다. GPS방식을 이용하면 지구를 둘러싼 24개의 위성중에서 최소한 4개 이상의 위성신호를 획득할 수 있다. GPS로부터 위치, 시간,

이동체의 속도를 얻어낼 수 있으며 위치보정을 하게 되면 5m 이내의 오차로 정밀한 위치정보를 얻을 수 있다. 그러나 위성과의 통신이 어려운 실내에서는 위치정보를 획득하기 어렵다는 단점이 있다. 이동통신망 기반의 위치인식기술은 CDMA, WCDMA, GSM/ GPRS 통신망의 기지국을 중심으로 이동 단말기의 신호세기, 신호의 도달시간, 도달시간의 차, 신호의 입사각등을 고려해 삼각측량법으로 위치를 계산한다. 삼각측량법은 센서 네트워크 환경에서도 주로 사용하는 방식이다.

## 2.3 상황인지형 위치인식기술

최근에 와서는 온도, 습도, 조도, 대기농도등과 같은 환경정보와 3축가속도, 컴퍼스, 영상, 가스등 다양한 센싱정보를 위치인식이나 추적에 이용하는 경우가 있다. 이는 인식의 정밀도를 높이고 전력소모를 줄이는 효과가 있다. 또한 센서네트워크를 구성하는 센서노드의 위치를 어디에 두어야 하는지 그리고 어떻게 두어야 하는지를 결정하는데 있어서도 위치인식기술이 필요하다[10,11]. 뿐만 아니라 이동체의 움직임을 추적할 때 위치인식과 추적기술은 더욱 필요하다[12].

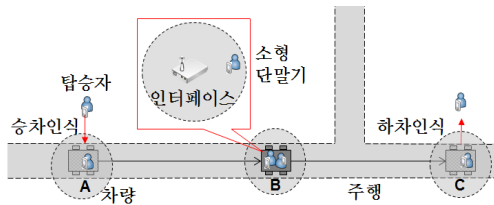
이상에서 살펴보았듯이 위치인식기술은 새로운 국면을 맞이하고 있으며, 차량과 같은 이동체에 탑승한 사용자의 위치를 인식하고 추적할 필요가 있어 본 연구를 통해서 탑승자 위치추적 모델을 제안하고자 한다.

## 3. 탑승자의 위치추적 모델

### 3.1 위치추적 모델

본 모델은 유치원 전용차량과 같이 보호가 필요한 탑승자의 안전을 위해 위치추적이 필요한 경우 탑승과정과 주행위치를 추적할 수 있는 모델이다. (그림 3)에서 탑승자는 A지점에서 탑승할 때 인터페이스와 교신하여 탑승자의 위치를 인식한다. 차량이 B지점으로 이동하면서 인터페이스와 수시로 메시지를 전송해서 차량에 탑승하고 있다는 사실

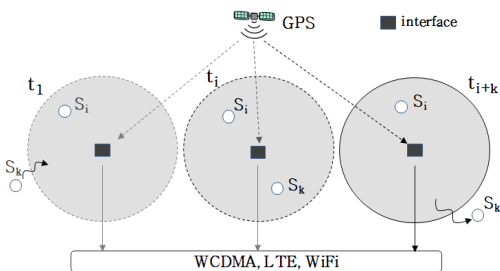
을 인식하게 한다. 또한 C지점에서 하차하게 되면 인터페이스는 소형단말기로부터 교신되지 않아 하차한 것으로 인식할 수 있다.



(그림 3) 탑승자의 위치추적 모델

이 과정에서 인터페이스는 위성으로부터 GPS 데이터를 수신하여 차량의 정확한 위치를 알아낸다. 또한 소형단말기가 전송한 ID는 탑승한 사람의 신원을 알 수 있게 해주어 결국 탑승자 위치를 인식할 수 있게 된다. 이와 같은 과정은 (그림 4)에 있다.

(그림 4)의  $t_1$ 에서 보면 인터페이스의 수신범위내로 센서노드  $S_k$ 가 접근한다. 이때 인터페이스는 위성으로부터 GPS 데이터를 수신받기 때문에 탑승시점과 탑승위치를 매핑하여 탑승자의 위치를 식별할 수 있다. 차량이 출발하여 주행하는  $t_1$  시점에서는 인터페이스의 수신범위내에 두 개의 센서노드  $S_i$ 와  $S_k$ 가 모두 있어 탑승자가 차량과 같이 이동함을 추적할 수 있다.  $t_{i+k}$  시점에서는 센서노드  $S_k$ 가 수신범위 밖으로 이동하면서 상호전송이 중단되며 탑승자의 하차로 인식할 수 있다.

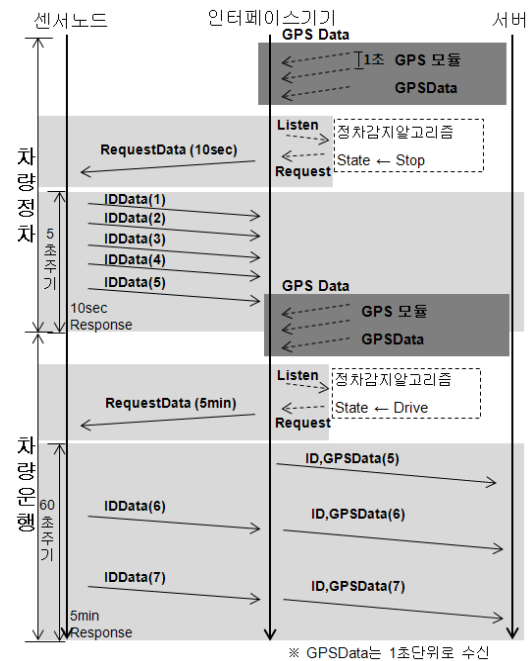


(그림 4) 위치정보의 통합적 인식

그러나 이와 같은 모델은 인터페이스와 센서노드간의 주기적인 데이터 트래픽이 발생하게 되며

전력소모의 주 원인이 된다. 그래서 데이터 트래픽을 최소화할 필요가 있다. 이 문제를 해결하기 위해 차량의 운행상태를 주행 중과 정차 중으로 나눈다. 차량이 주행 중일 때는 탑승자가 승차나 하차를 할 수 없기 때문에 차량 내에서 위치변화가 일어나지 않는다. 또한 차량이 정차중일 경우에만 탑승과 하차가 일어나기 때문에 탑승자의 위치변화가 일어난다. 이같은 사실을 이용한다면 탑승자의 위치변화가 일어날 수 있는 정차중일 때에만 전송하도록 하여 트래픽을 줄일 수 있다.

따라서 본 연구는 차량의 정차를 감지하고 그 상태에 따라 측정 및 전송주기를 제어하는 위치추적 모델을 제안한다. 이를 위해서 (그림 5)에서는 정차감지 알고리즘을 이용한 센서노드와 인터페이스간의 상호전송 절차를 정의하였다. 정차감지 알고리즘은 차량용 위치추적 모델에서 매우 중요한 의미를 갖는다. (그림 5)에서 보면 프로토콜 구조를 2가지로 나눈다. 차량 정차시 전송되는 프로토콜과 차량 운행시 전송되는 프로토콜이다. (그림 5)에 있듯



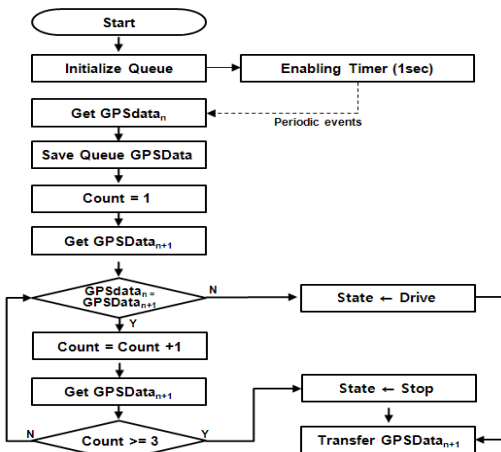
(그림 5) 정차감지 알고리즘을 통한 위치인식 프로토콜

이 예를 설명하면, 인터페이스 기기가 위성으로부터 주기적인 GPS정보를 받는다. 이때 정차감지 알고리즘에서는 이 정보를 사용하여 차량이 정차 되었음을 인지하게 된다. 그래서 인터페이스는 전송 주기를 60초에서 5초로 변경하여 센서노드가 식별 정보를 5초단위로 전송하도록 요청한다[5].

요청받은 센서노드는 5초에 한번 씩 인터페이스 기기로 식별정보(IDData)를 전송한다. 그리고 차량이 운행되면 정차감지 알고리즘을 통해 차량이 이동하는 것을 인지하여 5초에서 60초으로 변경하고 센서노드에게 다시 요청한다. 마지막으로 센서노드는 인터페이스에게 60초 주기단위로 식별정보(IDData)를 전송한다. 이러한 동작을 하려면 차량의 정차유무를 인지하는 정차감지 알고리즘이 필요하다[5].

### 3.2 정차감지 알고리즘

(그림 6)은 제안한 정차감지 알고리즘이다. 우선, 알고리즘에서 사용할 자료(Queue, Count)를 초기화하고, 수신되는 GPSData를 1초에 하나씩 받는다. n 번째 수신한 GPSData<sub>n</sub>을 Queue에 저장하고 n+1 번째 수신한 GPSData<sub>n+1</sub>와 비교한다. 비교할 때 발생할 수 있는 오차범위는 GPS측정오차범위와 같다고 가정한다. 그리고 Count를 하나씩 증가시킨다.



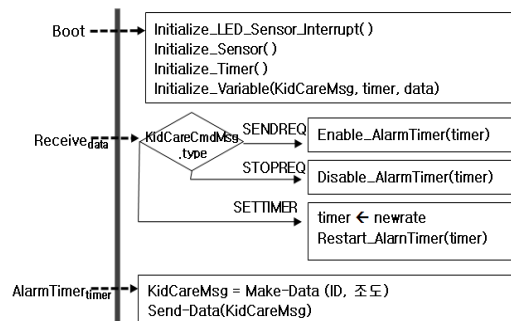
(그림 6) 정차감지 알고리즘

비교결과 정차상태로 판단되면 다음 1초후 GPSData를 받는다. 이와 같이 3회를 반복하여도 다르지 않다면 차량이 정차중이라고 판단하여 상태를 정차(Stop)로 설정한다. 반면 비교결과 위치 값이 변경되었다면 차량의 주행상태(State)를 운행(Drive)로 설정한다. 마지막으로 가장 최근에 수신한 GPSData<sub>n+1</sub>을 위치정보 인식모듈로 전달한다. 이와 같은 알고리즘으로 차량 정차를 감지하고 이것을 통해서 데이터 전송주기를 제어할 수 있다. 정차감지 알고리즘이 탑재된 위치추적 시스템을 구현하기 위해서는 센서노드, 인터페이스, 서비스 관리 서버를 구현하여야 한다.

## 4. 위치추적 시스템의 설계 및 구현

### 4.1 센서노드

센서노드는 탑승자가 휴대하기 용이하거나 부착하기 편리한 형태로 구현되는 것이 바람직하며 전력소모를 최소로 하여 빈번한 배터리 교환과 같은 번거로움을 줄여야 한다. 그래서 저전력 소모에 적합한 Zigbee기반의 센서네트워크와 소형 마이크로프로세서인 MSP430을 탑재한 센서노드에 TinyOS에서 구동할 수 있는 센서 애플리케이션으로 구현하였다. 센서 애플리케이션은 (그림 7)에서처럼 이벤트 방식으로 동작된다. (그림 7)의 좌측부분은 발생할 이벤트를 표기하고 우측부분은 처리할 내용을 표현하였다.

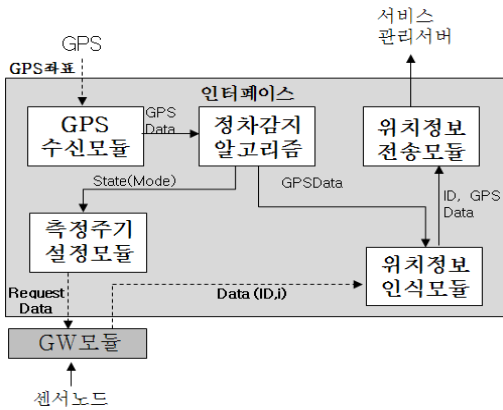


(그림 7) 센서노드 내부처리 구성

Boot 이벤트에서는 각종 하드웨어와 센서, 타이머를 초기화시켜 인터페이스로부터 올 요청에 준비한다. Receivedata 이벤트에서는 전송주기를 변경하는 요청(SETTIMER), 식별데이터를 송신하라는 요청(SENDREQ), 또는 송신을 중단하라는 요청(STOPREQ)인지를 구별하여 타이머를 제어한다. AlarmTimertimer의 이벤트가 발생하면 인터페이스로 전송할 데이터를 구성하고 전송하도록 구현하였다.

### 4.2 차량용 인터페이스

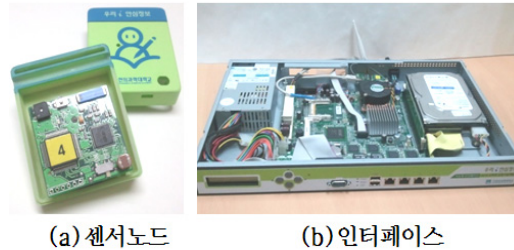
인터페이스는 차량에 부착하여 사용할 수 있도록 INTEL Mobile C 1.72GHz가 탑재된 임베디드 시스템으로 구현하되 GPS, Zigbee CC2420, WiFi, WCDMA 기능을 이용하기 위한 하드웨어 모듈을 포함시켜 자바기반의 모듈형태로 구현하였다. (그림 8)에서 살펴보면 GPS 좌표값을 획득하여 정차감지 알고리즘을 수행하도록 하고 그 판단결과를 측정주기 설정모듈에서 이용하도록 하여 센서노드를 제어하도록 하였다.



(그림 8) 인터페이스 내부모듈 구성

그리고 탑승자의 식별정보를 GW모듈을 통해 수신하여 위치정보 인식모듈로 보내 차량위치와 탑승자위치의 통합과정을 거친다. 이후 위치정보 전송모듈을 이용해 서비스 관리서버로 전송하도록

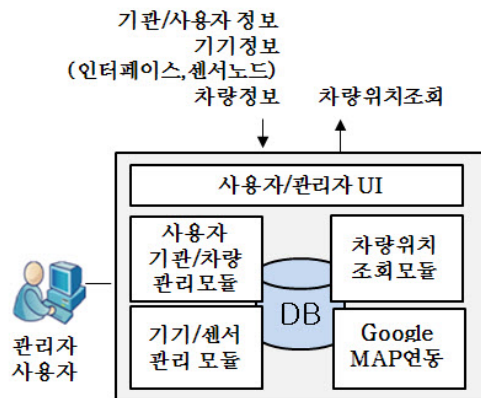
한다. (그림 9)은 센서노드(a)와 인터페이스(b)의 구현결과를 보여주고 있다.



(그림 9) 위치추적 시스템

### 4.3 서비스 관리서버

서비스 관리서버는 서비스에 따라서 관리내용과 처리사항이 각기 다르다. 본 연구에서는 유아전용 통학버스를 대상으로 설정하고 서비스 환경에 맞도록 관리 서버를 설계하고 구현하였다. 서버는 서비스 운영을 위한 등록관리 부분과 위치조회 부분으로 나뉘어진다. (그림 10)에서 보면 사용자/기관/차량/인터페이스/센서의 등록관리 부분과 위치조회/구글맵 연동부분으로 구현하였다.



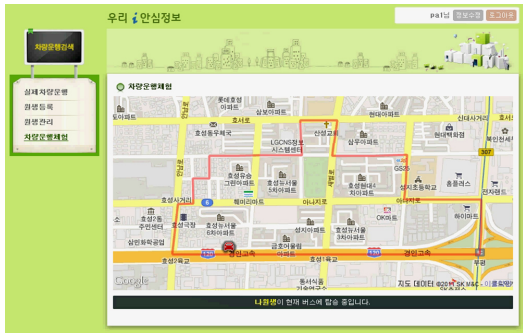
(그림 10) 센서노드 내부처리 구성

또한 웹기반으로 구현하여 모바일환경에서도 원격으로 조회할 수 있도록 하였다. (그림 11)은 학부모가 아이의 탑승차량 위치를 조회하는 화면의 일



부이다.

이와 같이 구현한 시스템을 이용하여 다음 장에서는 유효성 실험을 실시한다. 유효성 실험의 평가 방법은 센서노드와 인터페이스간의 최대전송범위를 측정하고, 탑승인식, 하차인식, 주행과정에서의 위치추적을 확인하여 위치인식의 정확도와 오차를 구하고 평가한다.

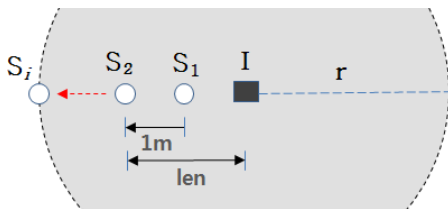


(그림 11) 서비스 관리서버 화면

## 5. 실험 및 평가

### 5.1 최대전송범위 측정 및 평가

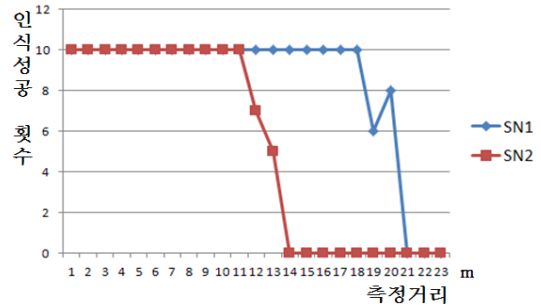
이 실험항목은 유치원 차량과 같은 실제 환경에서 이 시스템이 유용한지를 확인하기 위해 최대전송범위( $r$ )를 측정하여 본다. (그림 12)에서처럼 인터페이스( $I$ )를 중심으로 센서노드( $S_i$ )를 1m 간격으로 이동하면서 인터페이스( $I$ )가 정확한 식별정보를 수신하는지 확인한다.



(그림 12) 최대전송범위 실험구성

이 실험은 배터리 충전상태가 90%인 센서노드 SN1과 충전상태가 50%인 센서노드 SN2를 이용하

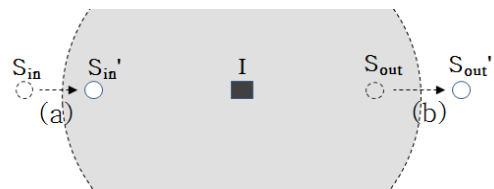
여 1m당 각각 10회씩 실시하여 결과를 얻었다. (그림 13)의 SN1의 경우는 19m에서 6회의 인식성공과 4회의 인식실패를 확인하였으며, SN2의 경우는 12m에서 7회의 인식성공과 3회의 인식실패를 확인하였다. 이것은 28인승이하 차량의 전장길이 약 9m를 모두 커버할 수 있는 길이이다.



(그림 13) 측정거리별 인식성공 결과

### 5.2 위치인식 측정 및 평가

센서노드가 인터페이스의 수신범위 내로 접근하면 탑승인식으로 정의(그림 14 (a))의 하고 이탈하면 하차인식(그림 14 (b))으로 정의하자.



(그림 14) 탑승인식과 하차인식의 실험구성

실험은 실제로 탑승했을 때 탑승인식으로 판단되면 TP(True Positive), 탑승인식으로 판단하지 않았다면 TN(True Negative), 실제로 탑승하지 않았는데 탑승인식으로 판단되면 FP(False Positive), 탑승인식으로 판단하지 않았다면 FN(False Negative)로 구분하여 두 개의 센서노드를 이용한 총 100회의 실험을 하였으며 하차인식의 경우에도 동일한 조건으로 100회의 실험을 하였다. (표 1)은 그 결과를 보여준다.

(표 1) 탑승인식 및 하차인식의 실험결과

탑승인식					하차인식				
S	TP	TN	FP	FN	S	TP	TN	FP	FN
S <sub>m1</sub>	50	0	0	50	S <sub>out1</sub>	50	0	0	50
S <sub>m2</sub>	50	0	0	50	S <sub>out2</sub>	50	0	0	50
계	100	0	0	100	계	100	0	0	100

$$R = \frac{TP + FN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (\text{식 1})$$

$$E = \frac{TN + FP}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (\text{식 2})$$

(표 1)의 결과를 이용하여 정확도(R, Reliability) 식 1을 계산하면 100%를 얻을 수 있고, 오류율(E, Error)을 식 2로 계산하면 0%를 얻을 수 있었다. 이는 제안한 탑승자의 위치추적 모델이 탑승 또는 하차과정에서 신뢰성이 있음을 알 수 있다.

### 5.3 주행인식 측정 및 평가

센서노드가 인터페이스의 수신범위에서 여전히 인식되고 있다면 이것은 주행과정에서의 탑승자 위치변화이다. 본 실험에서는 주행인식을 두 가지 경우로 나누어 한다. 즉, 정차감지 알고리즘이 적용되지 않은 일반적인 경우와 정차감지 알고리즘이 적용된 경우를 말하며, 주행시험을 위해 다음 (표 2)의 조건에서 (그림 15)의 노선을 기준으로 실험하였다.

(표 2) 실험조건

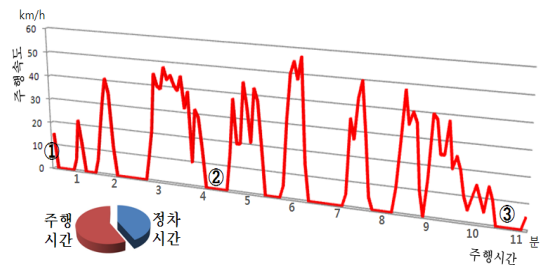
구분	실험조건 및 환경
기 관	인천소재 C유치원 및 차량3호차 노선
주행시간	32분 소요
센서노드	3개 (노드마다 서로다른 식별정보(ID) 사용)
정차지점	10곳 (유치원버스 노선을 기준으로 재구성)
주행속도	약 30~40km/h (주행중 평균속도)
전송주기	정차감지 알고리즘(정차시 5초, 주행시 60초) 적용하지 않을 경우(5초)

주행노선은 총10개의 지점에서 정차하였고 각 지점을 (그림 15)에 숫자로 표기하였다. 주행지역은 대부분 아파트 밀집지역이고 유치원 차량이 유아를 탑승시키기 위해 아파트단지 내까지 진입하는 경우가 많았다. 또한 1번에서 시작해서 10번을 돌아 다시 1번 지점으로 돌아오는 노선이며 총 32분이 소요되었다.



(그림 15) 주행차량 노선도

이와 같은 조건으로 실험하였더니 (그림 16)과 같은 주행패턴을 구할 수 있었다. 즉, 전체주행시간 32분 중에서 11분에 해당되는 주행패턴을 보면 ②번 정차지점까지 주행하는데 3번의 횡단보도를 거쳐 정차신호에 따라 정차되었음을 보여준다.

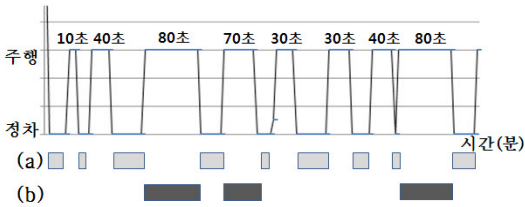


(그림 16) 주행과 정차의 시간적 패턴

또한 (그림 17)의 (a)을 보면 11분 동안 총 9번의 정차(속도가 0으로 측정된 경우)를 했으며, 정차시



간의 합계를 보면 4분40초로 측정되었다. 이는 전체시간의 42.4%에 해당되며 전송주기가 5초이므로 총 56회의 메시지 전송이 이루어졌다.



(그림 17) 주행과 정차시간의 비교

(그림 17)의 (b)에서처럼 60초 동안이상의 주행 시간은 총 3건이 있었기 때문에 3회의 메시지전송이 발생했다. 따라서 센서노드에서 인터페이스로는 총 59회의 메시지 전송이 발생하였다. 물론 차량정차와 주행의 변화가 발생될 때 마다 인터페이스가 센서노드에게 전송주기를 설정하기위해 보낸 메시지는 총 18건이므로 18회의 메시지가 전송되어 56회+3회+18회=77회의 메시지 전송이 발생하였다. 이에 반하여 정차감지 알고리즘을 적용하지 않는 경우에는 5초당 1건이므로 총132회의 메시지 전송이 발생하여 전송회수를 55건의 메시지를 줄일 수가 있어 41.6%의 트래픽 감소를 확인 할 수 있었다.

## 5. 결 론

스마트폰 기술의 발달로 위치기반 서비스가 폭발적으로 늘어나면서 차량의 위치인식 및 위치추적 기술에 대한 관심이 늘고 있다. 본 연구는 차량의 탑승자를 추적하기 위해 필요한 모델을 정의하고 모델의 유효성을 확인하기 위해 시스템을 설계하고 구현하였다. 또한 구현된 시스템을 이용하여 최대전송범위의 측정실험, 탑승자의 승하차시 위치인식 측정실험, 탑승차량의 주행인식 측정실험을 실시하였다. 구현한 시스템은 실험을 통해 최대 12m까지 인식할 수 있어서 28인승 규모의 차량 전장길이를 커버한다. 또한 탑승인식과 하차인식은 100%의 정확도를 실험으로 얻었으며, 인식과정에

서의 전송효율도 제안한 정차감지 알고리즘을 적용하여 41.6%의 전송회수를 줄일 수 있었다.

그러나 횡단보도, 신호대기, 상습정체구간에서의 정차는 하차를 위한 정차와 다르기 때문에 불필요한 전송트래픽을 발생시킬 수 있어 전송효율이 떨어질 수 있다. 이 문제는 버스 탑승문에 센서를 설치하고 개폐여부를 자동으로 측정하는 등 보완의 여지가 있으므로 향후에 연구해야할 부분이다. 또한 탑승자의 위치정보는 정보보호의 측면에서도 매우 중요한 문제이므로 보호가 필요한 유아, 청소년, 노인등 노약계층에 적용하는 것이 바람직할 것이라 판단된다.

## 참 고 문 헌

- [1] J. Hightower, G. Borriello, "Location systems for ubiquitous computing", IEEE Computer, Vol.34, No.8, pp.57-66, 2001.
- [2] F. Reichenbach, D. Timmermann, "Indoor Localization with Low Complexity in Wireless Sensor Networks", Proceedings of 2006 IEEE Int'l Conference, pp.1018-1023, 2006.
- [3] 차종섭, 명승일, 이형섭, 채종석, "능동형 RFID기반 실시간 위치추적 기술동향", 전자통신동향분석 제24권, 제5호, 2009년 10월, pp.87-97.
- [4] 신현호, 임현철, 최용식, 강운구, 이병문, "유아통학차량 위치 추적 서비스를 위한 관리 시스템 설계", 2010년 한국인터넷정보학회 추계학술발표대회 논문집, 2010년 10월, pp.179-180.
- [5] 신현호, 강운구, 이병문, "차량정차감지 알고리즘을 이용한 지능형 위치인식 모델", 2011년 한국인터넷정보학회 하계학술발표대회 논문집, 2011년 6월, pp.105-106.
- [6] 이상윤, "무선 센서 네트워크에서의 위치인식 기술에 관한 비교", 인하대학교 대학원, 2008년 2월.
- [7] Y. Kiran, K. Bhaskar, Rishnamachari, R.

- Sharmila, and S. Bhaskar, "Ecolocation: a sequence based technique for RF localization in wireless sensor networks", Information Processing in Sensor Networks, 2005. IPSN 2005, pp.285-292, 2005.
- [8] R. Want, A. Hopper, V. Falco, and J. Gibbons, "The Active Badge Location System", ACM Transactions on Information Systems, pp. 91-102, 1992.
- [9] A. Smith, H. Balakrishnan, and M. Goraczko, "Tracking Moving Devices with the Cricket Location System", Proceedings of the 2nd Int'l Conference on Mobile Systems, Applications and Services, 2004.
- [10] A. Harter, A. Hopper, P. Steggle, A. Ward, and P. Webster, "The Anatomy of a Context-Aware Application," Proceedings of the Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp.59-68, 1999.
- [11] J. Blumenthal, R. Grossmann, F. Golatowski, D. Timmermann, "Weighted Centroid Localization in Zigbee-based Sensor Networks", WISP 2007 IEEE International Symposium on, pp.1-6, 2007.
- [12] 권영완, 김동국, 김용근, 김윤, 정인범, "무선 센서 네트워크에서 이동 객체의 위치인식을 위한 게이트웨이 노드의 설계 및 구현", 2006년 한국정보처리 춘계학술발표대회 논문집, 2006년 5월, pp.1101-1104.

## ● 저 자 소 개 ●

### 이 병 문



1988년 동국대학교 전자계산학과(공학사)  
 1990년 서강대학교 대학원 전자계산학과(공학석사)  
 2007년 인천대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)  
 1990년~1997년 (주)LG전자(구 LG정보통신) 선임연구원  
 1998년~현재 가천의과학대학교 정보공학부 교수  
 관심분야 : 네트워크프로토콜, 센서네트워크, 센서운영체제, 유헬스  
 E-mail : bmlee@gachon.ac.kr

### 신 현 호



2009년~현재 가천의과학대학교 의료공학부 IT학과  
 2009년~현재 유헬스케어연구소 연구원  
 관심분야 : 센서네트워크, 유헬스  
 E-mail : oddieloper@naver.com

### 강 운 구



2001년 인하대학교 대학원 전자계산공학과(공학박사)  
 2002년~2006년 뉴미디어 연구소장  
 2007년~현재 유헬스케어 연구소장  
 1994년~현재 가천의과학대학교 정보공학부 교수  
 관심분야 : 소프트웨어공학, 유헬스, 의료정보, USN  
 E-mail : ugkang@gachon.ac.kr