

# 위치정보 서비스를 위한 근거리 무선 솔루션

김학용, 서동길, 신동원  
삼성네트웍스 R&D센터

## A Wireless Solution for Indoor Location Services

Hakyong Kim, Dong-Gil Seo, and Dong-Won Shin

R&D Center, Samsung Networks Inc.

{hy0391.kim, donggil.seo, drive.shin}@samsung.com

### 요 약

본 논문에서는 위치정보 서비스를 위해 개발된 근거리 무선 솔루션을 소개한다. 개발된 솔루션은 IEEE 802.11b 표준 기반의 무선랜 기술과 IEEE 802.15.4 표준 기반의 Zigbee 기술을 이용하여 개발되었다. 개발된 솔루션은 기본적으로 실시간 위치추적 및 트래킹 기능을 제공하며, 부가적으로 의료센서와 연결되어 위치기반 헬스케어용 솔루션으로 사용되거나 위치기반 원격제어용 솔루션으로 사용될 수 있다. 본 논문에서는 위치정보 서비스를 위한 근거리 무선 솔루션의 기본 구성 및 개발 과정에서 경험했던 문제점 및 해법을 중심으로 소개할 것이다.

### 1. 서론

개인 사생활 침해 등의 이슈가 논란의 여지로 남아 있지만, 위치기반 서비스는 시나브로 우리 삶의 일부분을 차지하기 시작하고 있다. GPS를 이용한 차량용 자동항법장치는 이미 선택사항이 아닌 기본사항으로 인식되고 있고, GPS와 연결된 핸드폰을 이용한 친구찾기, 길안내, 그리고 교통상황 및 레스토랑 소개와 같은 생활정보를 제공하는 위치기반 서비스(LBS: Location-Based Service)가 조금씩 보편적인 서비스로 인식되고 있다 [1]. 최근에는 이동통신 기술 및 지상파 기술을 이용한 미아방지 및 안심귀가 서비스가 새롭게 소개되고 있다.

이러한 위치기반 서비스들은 생활의 편이 제공 및 유괴, 납치, 자살과 같은 사회적 문제의 예방이라는 차원에서 관심을 끌면서 보다 다양한 분야로 서비스 영역을 확대해 나가고 있다. 그러나, GPS, 이동통신, 그리고 지상파와 같은 기술을 이용한 위치기반 서비스는 다음과 같은 근본적인 문제점 및 한계를 가지고 있다.

- 실내에서 사용할 수 없다.
- 위치추적 정확도가 10여 미터 이상이다.
- 고가의 장치를 필요로 한다.
- 별도의 통신비 및 서비스 이용료가 필요하다.
- 배터리 사용시간이 몇 시간 수준으로 짧다.

물론, 여기서 언급되지 않은 다른 문제점도 더 있지만, 이 중에서도 실내에서 사용할 수 없고 위치추적 정확도가 매우 낮다는 것은 가장 시급히 극복해야 할 과제로 여겨지고 있다. 따라서, 최근에는 이러한 문제를 해결할 수 있는 근거리 위치추적 솔루션에 많은 관심이 모아지고 있다.

RTLS (Real-Time Location Service)라고도 불리는 근거리 위치추적 솔루션은 주로 실내나 제한된 공간과 같은 근거리에서 사용되며, 정확도가 3m 정도로 높다. 이러한 특성을 가진 위치추적 솔루션은 주차장, 헬스케어센터, 생산라인, 물류창고 등과 같은 다양한 산업시설은 물론, 위치기반 출입 통제와 같은 보안 용도로도 사용될 수 있다. 또한, 기존의 LBS 솔루션과 연결되어 Seamless LBS 서비스를 제공할 수도 있다. 이런 잠재적인 시장은 우리가 근거리 위치정보 솔루션을 개발하게 된 이유라 할 수 있다.

우리가 개발한 근거리 위치정보 솔루션은 실시간 위치추적 및 트래킹과 같은 기본적인 기능 이외에 센서정보의 전달 및 이용, 양방향 호출 등과 같은 다양한 부가 기능을 제공한다. 기본적으로 전력소모의 최소화 및 소형화, 경량화도 함께 고려되었으나, 다양한 기능의 구현 및 검증을 마친 후 2차 개발 과정에서 고려하기로 했다. 상기와 같은 다양한 기능 및 특성을 지원하기 위해서는 이에 적합한 통신 기술을 사용해야 하지만, 모든 이슈를 만족시키는 통신 기술이 없어서 IEEE 802.11b 표준[2] 기반의 무

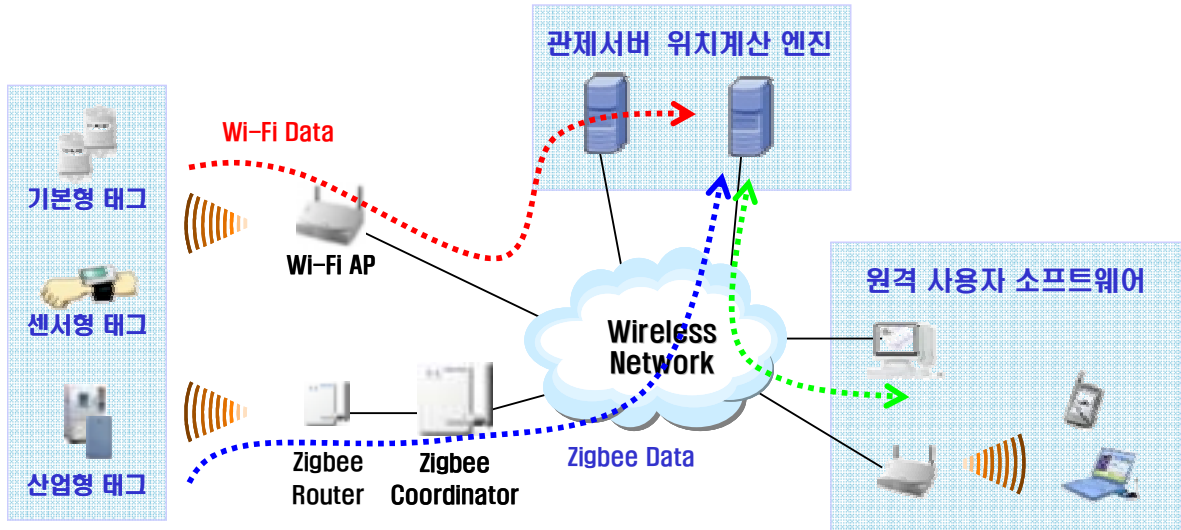


그림 1. 위치정보 서비스를 위한 근거리 무선 솔루션의 전체 구성도.

선랜 기술과 IEEE 802.15.4 표준[3] 기반의 Zigbee 기술을 이용하여 두 종류의 근거리 위치추적 장치를 개발하였고, 하나의 관제 시스템에 통합하는 방식을 취하였다.

지금까지 근거리 혹은 실내 위치추적과 관련한 다양한 연구들이 진행되어 왔으며, 대부분의 연구는 위치추적 정확도와 같은 성능적인 측면에 초점을 맞추고 있다 [4]~[5]. 우리가 개발한 위치추적 시스템에서도 위치추적 정확도를 높이기 위한 다양한 기법들이 연구되고 개발되었으며, 기존의 연구결과와 비슷하거나 더 뛰어난 실험 결과를 얻은 바 있다 [8]. 그러나, 본 논문에서는 성능 측면보다는 우리가 개발한 시스템의 전체적인 구성을 중심으로 근거리 위치추적 시스템을 개발하는 과정에서 발생하는 문제 및 이러한 문제를 해결하기 위한 일련의 노력을 소개하고자 한다. 이는 실험적인 차원을 넘어 실제적인 측면을 강조하기 위함이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 우리가 개발한 시스템의 구성 및 주요 기능을 소개한다. 3장에서는 개발 과정에서 발생한 문제 및 이의 해결을 위한 우리의 노력에 대해 이야기하고자 한다. 마지막으로, 4장에서는 향후 개발 내용들에 대해 소개할 것이다.

## 2. 근거리 위치추적 시스템

### 2.1 시스템 구성

우리가 개발한 위치정보 서비스용 근거리 무선 솔루션은 기본적으로 실시간 위치추적 및 트래킹 기능을 지원하며, 부가적으로 의료센서에서 얻어지는 바이오 정보와 위치 정보를 함께 이용하는 기능, 원격으로 다른 장치를 제어하는 기능, 양방향 호출 기능, SMS를 이용한 호출 기능 등을 제공하도록 설계

되었다. 이러한 다양한 기능을 제공하기 위해 Wi-Fi 기술 및 Zigbee 기술을 이용한 위치추적 시스템을 개발하였고 이를 하나의 관제 시스템에 통합하였다.

[그림 1]은 개발된 위치정보 서비스용 근거리 무선 솔루션의 구성도를 보여주고 있다. 그림에서 보이는 것처럼 전체 시스템은 1) 태그 부분과 2) 위치계산 엔진을 포함하는 관제서버 부분, 그리고 3) 원격 사용자 소프트웨어 부분으로 구성되어 있다.

하드웨어로 구성된 태그는 위치정보를 수집해서 관제서버로 보내주는 장치로, Wi-Fi 시스템의 경우 기본형 태그와 센서형 태그가 있으며 Zigbee 시스템의 경우 기본형 태그와 산업형 태그로 구성된다. 센서형 태그는 사용자의 맥박과 산소포화도(SPO<sub>2</sub>)를 측정하는 의료센서와 기본형 태그가 연결된 것으로, 현재는 프로토타입으로 개발된 상태다. 의료센서와 기본형 태그는 SPI 및 GPI를 이용해 연결하고 있으며 향후 일체형을 개발할 예정이다. 산업형 태그는 태그의 Serial 포트(RS-232/485)에 연결된 산업용 기계장치의 원격 제어가 가능한 태그 장치이다. Wi-Fi 태그는 Atheros의 무선랜 칩셋을 이용하였고, Zigbee 태그는 Chipcon의 위치인식 로직이 포함되어 있는 칩셋을 이용하였다.

관제서버는 위치계산엔진, 데이터베이스, 사용자 GUI, 그리고 리모트 인터페이스 부분으로 구성된다. 위치계산엔진은 태그나 노트북에 설치된 클라이언트 프로그램이 전송하는 위치정보를 이용하여 실시간 위치를 계산하는 부분이다. MySQL 5.0[6]으로 구성된 데이터베이스 부분은 위치계산엔진에서 계산된 위치값 및 의료센서가 보내준 부가정보 등을 저장한다. 사용자 GUI 부분은 관리자 및 일반 사용자들의 사용을 돕기 위한 모듈이며, 리모트 인터페이스 부분은 원격 사용자 소프트웨어를 지원하기 위한 모듈이다. 리모트 인터페이스는 Apache의 Tomcat 6.0[7]을 이용하고 있다.

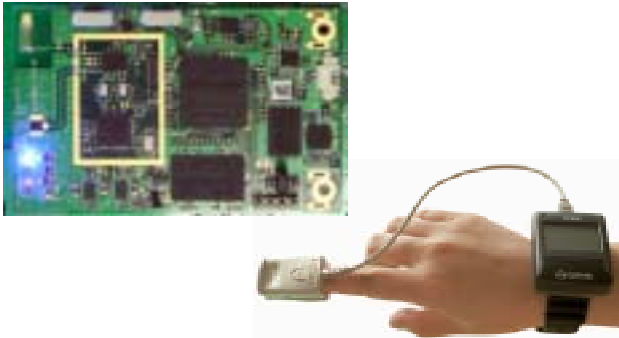


그림 2. Wi-Fi 용 기본형 위치 태그와 의료센서.

원격 사용자 소프트웨어는 범용 브라우저와 위치추적용 클라이언트 프로그램으로 구성된다. 인터넷 익스플로러와 같은 범용 브라우저를 이용해 인터넷을 통해 관제서버에 접속하면, 리모트 인터페이스 모듈을 통해 관제서버의 설정 및 위치정보의 확인과 같은 기능들을 수행할 수 있다. 위치추적용 클라이언트 프로그램은 IEEE 802.11b를 지원하는 무선 네트워크 인터페이스 카드를 가지고 있는 장치에 설치되어 하드웨어 태그처럼 위치정보를 수집해서 관제서버로 전송하는 기능을 수행한다.

## 2.2 기능

위치정보 서비스용 근거리 무선 솔루션은 기본적으로 실시간 위치추적 기능 및 트래킹 기능을 지원한다. 2.1절에서 소개된 태그 장치나 위치추적용 클라이언트 프로그램에 일정한 시간마다 보내온 위치정보를 이용해 태그 혹은 클라이언트 프로그램이 설치된 무선랜 장치의 실시간 위치를 계산하여 관심 지역의 단면도 상에 표시하게 된다. 트래킹 기능은 선택된 태그 및 클라이언트 프로그램이 설치된 무선랜 장치의 위치정보를 지정된 시간 동안 기록한 후 보여주는 기능이다.

부가 기능으로는 의료센서가 보내준 정보를 위치정보와 함께 이용하는 것으로, 의료센서가 보내준 맥박 및 산소포화도 값이 기 설정된 조건을 만족하면 관리 화면에 경고 메시지와 함께 의료센서 태그를 착용하고 있는 관심 대상자의 현재 위치를 표시해 주게 된다. 이 기능은 SMS 통보 기능과도 함께 연동되어 사용될 수 있다.

SMS 통보 기능은 의료센서의 경우처럼 기 설정된 조건을 만족하는 상황이 발생하면 기 지정된 사람들의 핸드폰으로 SMS 메시지를 전송하는 기능이다. SMS 메시지의 내용은 현재 상황에 대한 요약 및 태그의 현재 위치 등을 포함할 수 있다.

원격 제어 기능은 태그에 연결된 산업장치 혹은 의료센서와 같은 센서의 설정값 등을 원격으로 제어하는 기능이다. 산업설비의 설치 및 설정 변경이 잦은 환경에서 유용하게 사용될 수 있다.

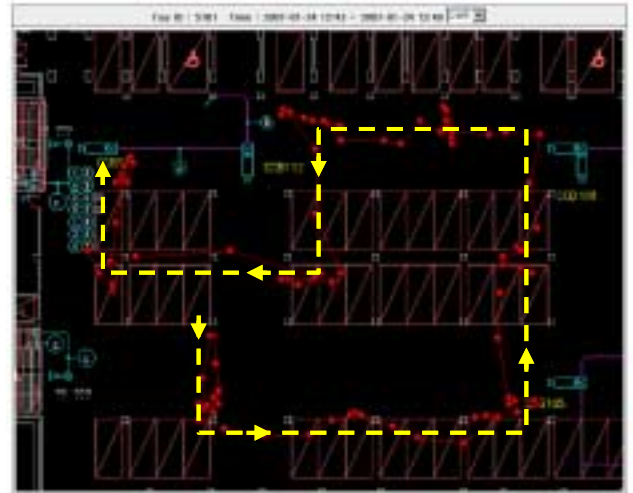


그림 3. 주차장에서의 트래킹 시험 장면.

또 하나 중요한 기능은 양방향 호출 기능이다. 기존 근거리 위치추적 시스템은 태그에 있는 버튼을 누르는 경우 태그의 위치를 화면에 표시하는 것으로써 관리자를 호출한다. 하지만, 우리가 개발한 시스템은 이와 같은 관리자 호출 기능 외에 SMS를 이용한 호출도 가능하다. 또한, 관리자가 특정 태그를 호출할 수도 있다. 관리자에 의해 호출된 태그는 태그에 포함되어 있는 LED를 10초간 깜박이거나 진동장치를 10초간 동작시키게 된다.

무선랜 태그의 경우는 로밍 기능도 지원한다. 일반적인 무선랜 기반 위치추적 시스템이 특정 무선랜 AP의 신호가 도달하는 제한된 공간에서만 사용할 수 있다. 그러나, 본 논문에서 소개되는 무선랜 기반 위치추적 시스템은 유효한 무선랜 AP가 존재하는 곳에서는 무선랜 AP의 신호세기에 따라 자동으로 AP를 변경하여 새로운 연결을 설정함으로써 훨씬 넓은 지역에서의 위치추적 기능을 제공할 수 있다. Zigbee 기반 위치추적 시스템의 경우, Zigbee가 기본적으로 제공하는 라우팅 기능을 사용하고 있다.

## 2.3 위치계산

[그림 4]는 일반적인 위치계산 절차를 보여준다. 먼저 태그와 같은 장치에서 전송된 데이터에서 위치정보를 추출하고, 추출된 위치정보에서 유효한 값들만을 필터링 해서 걸러낸다. 필터링된 유효한 위치정보는 삼각법 등을 통해 실시간 측정 위치값이 계산되며, 위치값 보정 과정을 통해 측정 위치값이 실제 위치값을 더욱 잘 반영할 수 있도록 해 준다.



그림 4. 일반적인 위치계산 절차.

본 논문에서 소개된 위치정보 서비스용 근거리 무선 솔루션은 Wi-Fi 및 Zigbee의 수신신호세기(RSS: Received Signal Strength) 및 삼각법을 이용하여 위치

를 계산한다. 태그가 수신한 무선랜 AP 혹은 Zigbee 라우터의 RSS값은 무선랜 AP 및 Zigbee 라우터의 전송 파워 세기와 비교하여 전송 파워 손실을 계산하고 Friis의 자유공간에서의 전송 파워 손실 공식을 이용하여 거리값을 계산한다. Friis의 공식은 다양한 방식으로 표현될 수 있으나, 우리는

$$d = K \cdot 10^{\frac{L_{pw}}{20}} + \alpha$$

와 같은 공식을 이용하였다. 이 식에서  $d$ 는 태그와 AP 혹은 라우터 사이의 거리(단위: m)이며,  $L_{pw}$ 는 전송파워 손실을 나타낸다.  $K$  및  $\alpha$ 는 계수 및 상수로 시스템이 적용되는 환경 및  $d$  값의 범위에 따라 조금씩 다른 값을 갖는다. Friis 공식에 의해 계산된 세 개 이상의 거리값을 삼각법 공식을 이용하면 간단히 실시간 측정 위치값을 계산할 수 있다.

전파 환경이 안정적이지 못한 실제 환경에서 삼각법에 의해 계산된 실시간 측정 위치값은 심하게 요동치는 특성을 보이게 된다. 이러한 현상을 최소화하기 위해 스무딩(Smoothing)이라는 위치값 보정을 수행해야 한다. 본 솔루션에서는 산술평균에 의한 스무딩, 이동평균에 의한 스무딩, 그리고 속도적응형 스무딩 기법을 이용하고 있다.

### 3. Troubleshooting

근거리 위치추적 시스템과 관련된 많은 연구 문헌들이 존재하지만, 위치추적 시스템의 개발과 관련된 이슈들에 대한 연구는 찾아볼 수가 없다. 대부분의 연구는 위치추정 정확도와 같은 성능 평가에 초점을 맞추고 있으며, 일부는 위치추적 시스템의 적용 실험에 대해 소개하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 위치추적 시스템의 성능이나 적용보다는 개발 과정에서 발생하는 문제 및 이러한 문제들의 해결 과정에 대해 소개하고자 한다.

#### 3.1 위치추적 시스템 방식의 선택

근거리 위치추적 시스템은 네트워크 기반(Network-based) 방식이나 클라이언트 기반(Client-based) 방식을 이용할 수 있다. 네트워크 기반 방식은 네트워크에 연결된 무선랜 AP와 같은 중계 장치들이 태그의 신호를 수집해서 위치정보로 이용하는 방식이다. 반면에, 클라이언트 기반 방식은 태그가 중계 장치들이 주기적으로 전송하는 신호를 수집해서 위치정보로 이용하는 방식이다. 네트워크 기반 방식은 태그의 기능을 단순화시킬 수 있다는 장점이 있지만, 태그의 위치정보를 수집하고 관제서버로 전송하는 기능을 포함하는 전용 중계 장치를 새로이 개발해야 한다는 문제를 가지고 있다. 반면에, 클라이언트 기반 방식은 태그가 다양한 기능을 수행해야 하므로 전력 소모의 증가, 태그 크기의 증가와 같은 단점이 있지만, 상용 범용 중계 장치를 그대로 이용할 수

있다는 장점이 있다. 우리는 일반적인 무선랜 환경에서 부가적으로 위치추적 기능을 추가하기 위해 클라이언트 방식을 선택했다.

#### 3.2 위치계산 방식의 선택

근거리 위치추적 시스템의 위치계산 방식은 크게 삼각법(Trilateration)에 의한 위치계산과 핑거프린팅(Fingerprinting)에 의한 위치계산으로 양분해서 생각할 수 있다. 위치계산의 정확성이라는 이유로 대부분의 연구가 핑거프린팅 방식을 이용하고 있다. 그러나, 핑거프린팅 방식은 전파환경이 바뀔 때마다 라디오맵(radio map)을 작성해야 하는 관리상의 문제가 크기 때문에, 현실적인 측면을 감안하여 삼각법을 이용하기로 했다.

삼각법에 사용되는 거리를 구하기 위해서는 우리가 사용한 수신신호세기(RSS)를 이용할 수도 있으며, 전파의 도착 시간(TOA: Time of Arrival) 혹은 전파의 도착 시간차(TDOA: Time Difference of Arrival), 전파의 도착 각도(AOA: Angle of Arrival) 같은 특성값을 이용할 수도 있다. 그러나, 우리가 선택한 근거리 무선 통신 기술인 Wi-Fi 및 Zigbee는 정밀한 시간정보를 이용할 수 없으며, 시간 혹은 각도 정보를 이용하기 위해서는 범용 무선랜 AP를 사용하는 대신 별도로 위치추적 전용 AP를 개발해야 한다. 또한, 위치정보를 수집하는 태그에서 각도 정보를 이용하기 위해서는 태그의 크기가 아주 커져야 하는 문제도 발생한다. 따라서, 수신신호세기를 이용하였다.

#### 3.3 위치추정 정확도 개선

근거리 위치추적 시스템 개발 초기에는 태그를 이용해 수집한 위치정보를 계산하는 것으로 태그의 위치를 정확히 추정할 수 있을 것으로 생각했으나, 실제 개발과정에서 다양한 문제점이 발견되었다. 첫째는 전파 환경이 심하게 요동치며 예측이 불가능하다는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 이상한 수신신호세기 값을 걸러내는 위치정보 필터링 기능을 추가로 개발했으며, 계산된 측정 위치값이 심하게 출렁이는 것을 막기 위해 위치값 보정(스무딩) 기능을 추가로 개발했다. 특히, 이동하는 태그의 위치를 정확히 추적하면서 배터리 소모를 줄일 수 있는 속도적응형 스무딩 기법을 개발하였다 [8].

또한, Friis 공식을 이용하여 삼각법에 사용되는 거리값을 계산하는 과정에서 단일한 파라미터 값을 이용하는 대신, 실제 환경에서의 실험을 바탕으로 거리에 따라 서로 다른 파라미터 값을 사용하도록 했다.

[그림 5]는 Friis의 공식에서  $K = 0.01$  및  $\alpha = 0$ 인 경우의 거리와 수신신호세기와 관계도를 보여주는 그래프다. 무선랜 AP의 전송신호세기를 15dBm으로 했을 때, Friis 공식에 의해 얻어지는 이론값과 두 가지의 태그 유형에 대해 태그와 무선랜 AP 사이의

거리를 2m에서 17m까지 늘려가며 수신신호세기를 측정하여 산술평균을 취한 실험값과 비교하고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 대부분의 거리에서 태그들의 평균 수신신호세기는 이론값을 잘 따라가고 있음을 알 수 있다. 그러나, 4m 미만의 거리에서는 오차가 큼을 알 수 있다. 이렇게 큰 오차는 실제 위치값의 계산 과정에서 부정확한 위치값을 계산해 내는 것으로 확인됐다. 즉, 거리가 2~3로 계산되어야 하지만, 실제로는 5~6m로 계산되었다. 이런 문제를 해결하기 위해 특정 위치에 대한 위치정보(위치정보를 보낸 AP의 개수)가 4개 이상인 경우 수신신호세기가 -40dBm 이하인 신호는 위치값 계산에서 배제하였다.

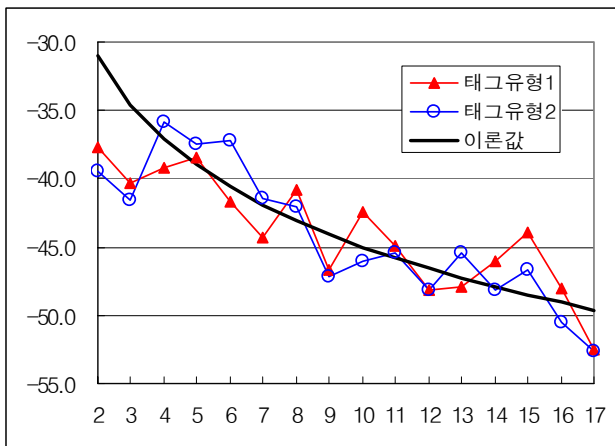


그림 5. 거리와 수신신호세기와의 관계

### 3.4 위치정보의 안정성 문제

무선랜 기반 위치추적 시스템에서 위치정보는 무선랜 AP가 100msec마다 전송하는 비콘 (beacon) 신호를 이용한다. 따라서, 인가되지 않은 무선랜 AP가 전송하는 신호는 잘못된 위치값을 계산해내게 된다. 따라서, 태그가 수신한 위치정보는 기 인가된 유효한 AP로부터 온 신호인지를 반드시 확인해야 한다.

## 4. 요약 및 향후 개발 목표

본 논문에서는 우리가 개발한 위치정보 서비스를 위한 근거리 무선 솔루션에 대해 소개했다. 상기 솔루션의 구성과 특징은 물론 개발과정에서 부딪친 문제들과 이러한 문제들을 해결하기 위한 우리의 노력 및 해법들에 대해 소개했다. 이러한 내용은 실제로 근거리 위치추적 시스템을 개발하는 과정에서 커다란 도움이 될 것으로 기대한다.

본 논문에서 소개된 위치추적 시스템은 다양한 분야에 활용하기 위해 솔루션 형태로 개발되었다. 따라서, 단순히 위치추적 시스템에서 제공되는 위치추적이나 트래킹 기능 이외에 다음과 같은 다양한 부가 기능을 제공하고 있다.

- 센서와의 연결을 통한 부가 데이터의 이용
- 원격 제어 기능
- 양방향 호출 기능
- SMS를 이용한 호출 및 통보 기능

상기와 같은 기능들을 포함하도록 개발하였으나, 아직도 해결하거나 향후 포함하고자 하는 기능들이 많다. 위치추정 정확도를 향상시키는 것은 시간을 가지고 꾸준히 해결해 나가야 할 과제이며, 태그의 방향이 위치추정 정확도에 미치는 영향 분석은 가장 중요한 이슈 중의 하나이다. 배터리 사용시간을 증가시키기 위한 방법론 개발도 위치추정 정확도의 개선 못지 않게 중요한 이슈다. 특히, 센서와 연결되어 사용되는 경우는 센서의 전력 소모가 크기 때문에 더욱 중요해진다. 센서의 사용과 관련해서 현재는 의료센서만을 이용하고 있으나, 향후 RFID 태그를 비롯하여 다양한 산업용 센서와의 연결 및 응용 어플리케이션의 개발도 함께 고려 중에 있다.

현재의 위치추적 시스템은 GPS나 이동통신망 기술을 이용하여 실외에서만 사용할 수 있거나, 혹은 Wi-Fi나 ZigBee 기술을 이용하여 실내 및 근거리에서만 사용할 수 있는 것으로 양분되어 있다. 만약, 실외는 물론 실내에서도 함께 사용할 수 있는 위치추적 시스템이 있다면, 이는 새로운 서비스 영역을 창출할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서, 실외는 물론 실내에서도 함께 사용할 수 있는 위치추적 시스템 및 서비스의 개발도 고려 중에 있다.

## 5. 참고 문헌

- [1] 김학용, “무선랜 기반 위치정보 서비스,” Telecommunications Review, 제16권 2호, pp. 188~202, 2006.
- [2] IEEE Standard, “Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification: Higher Speed Physical Layer (PHY) Extension in the 2.4 GHz Band,” 1999.
- [3] IEEE Standard, “Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs),” 2003.
- [4] Z. Xiang, S. Song, J. Chen, H. Wang, J. Huang, and X. Gao, “A wireless lan-based indoor positioning technology,” In IBM Journal on Research and Development, pp. 617~626, September 2004.
- [5] M. Wallbaum and S. Diepolder, “Benchmarking wireless LAN Location Systems,” The 2<sup>nd</sup> IEEE International Workshop on Mobile Commerce and Service (WMCS’05), pp. 42~51, July 2005, .
- [6] MySQL, <http://www.mysql.org>
- [7] Apache Tomcat, <http://tomcat.apache.org>
- [8] Hakyong KIM, “A speed-adaptive location estimator for wireless LAN-based RTLS systems,” The 12th Asia-Pacific Conference on Communications 2006 (APCC’06), Busan, Korea, Aug. 31 - Sept. 1st, 2006.