

# 무선랜 네트워크의 인프라 정보를 이용한 위치측위 시스템에 관한 연구

## A Study on a Location Determination System using Infrastructure Information of a WLAN Network

임 중 선\*                  최 경 현\*\*  
(Joong-Seon Lim)        (Gyung-Hyun Choi)

### 요 약

본 연구는, 무선랜 네트워크 내에서 인프라 스트럭처가 제공하는 정보를 이용하여 에이전트 단말의 위치를 결정하는 위치정보 제공 시스템을 개발, 제시하였다.

본 시스템은 일반적인 ESS(Extended Service Set)형의 무선랜 구성에서 AP(Access Point) 컨트롤러를 통해 실시간 위치측위 엔진을 구성하였으며, 측위 엔진은 SNMP(Small Network Management Protocol)을 이용하여, 각각의 AP에 접속하여 통신 패킷을 송수신하는 에이전트 단말의 정보를 AP 컨트롤러로부터 수집하여 위치 기반 서비스용 Cell ID.정보로 활용하게 된다. 실제 사무실 환경에서 구현해 본 결과, 평균 62.5%의 AP간 로밍 성공률을 보였으나 AP내 단말정보의 업데이트 시간은 평균 11초로서, 정확한 위치정보와 함께 긴급성이 덜 필요로 하는 위치기반 서비스에의 적용 가능성을 보였다.

### Abstract

In this paper, we propose the location determination system of an agent mobile device using the information provided by the WLAN(Wireless LAN) infrastructure.

This system is configured as a typical ESS(Extended Service Set)-type WLAN structure with real-time location positioning engine and thru AP(Access Point) controller. The positioning engine collects the information of agent devices using SNMP(Small Network Management Protocol) thru AP controller and utilize those information as Cell ID. for LBS(Location Based Service). In the result of a real office environment implementation, the average success rate of inter-AP roaming is measured to 62.5% and the duration time of the device information update within the AP is average of 11 second of time, which means this system is adaptable to the location based service of above average accuracy but somewhat less urgency.

**Key words** : LBS, GPS, LDT(Location Determination Technology), WLAN, Handset Based Solution, Network Based Solution

\* 주저자 : 한양대학교 산업공학과 박사과정

\*\* 공저자 및 교신저자 : 한양대학교 산업공학과 교수

† 논문접수일 : 2011년 10월 5일

† 논문심사일 : 2011년 10월 12일

† 게재확정일 : 2011년 10월 18일

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

대부분의 모바일 서비스는 움직이는 객체의 위치정보를 활용하여 다양한 업무편의 및 생활편의 서비스를 제공하게 된다. 따라서 위치정보는 모바일 서비스의 기본 인프라 정보로 자리 매김하고 있으며, 보다 정확하고 빠른 위치정보의 제공과 이를 기반으로 한 서비스의 제공 기술들에 대한 연구, 개발이 활발히 이루어지고 있다[1].

과거의 1세대 위치기반 서비스는 GPS 또는 이동통신망을 이용한 실외 위치정보를 이용하여, 사용자가 제시한 목적지까지의 경로를 탐색하여 전자지도상에 나타내 주는 반응적(Responsive) 서비스라 할 수 있는 반면, 최근의 2세대 서비스는 GPS와 무선랜망을 이용하여 실외/실내의 위치정보를 획득해, 이를 전자지도 및 개인용 이동단말 기기(스마트폰, PDA, 노트북 등) 상에서 증강현실 등으로 표출함으로써, 유용한 주변장소를 제시해주는 선제적(Proactive) 서비스라 할 수 있다[2].

이러한 서비스들은 과거와 달리 실내나 음영지역에서도 위치인식이 가능하고 비교적 좁은 영역에서 수 미터 이내의 정밀도가 요구됨에 따라, 실내에서의 보다 차별화된 위치정보 획득 방안과, 개인용 이동단말 기기와 결합된 사용자 중심의 서비스가 요구되어지고 있다.

컴퓨터 기술과 무선 제어 기술의 발전으로 인터넷의 대중화와 무선접속을 통한 인터넷의 사용자 수요가 폭발적으로 증가하였고, 주요 공공시설이나 건물 내에는 대부분 무선랜 네트워크가 설치되어 있어, 유비쿼터스 서비스를 제공하는 기반시설의 하나로 이용되고 있다. 아울러 이동단말 또한 무선랜 접속모듈을 기본으로 장착한 단말기의 보급이 증가함에 따라 위치 기반 서비스에서의 측위 수단으로서 많이 사용되어지고 있다.

본 논문에서는 실내에서의 보다 차별적인 위치정보 서비스를 제공하기 위해서, 무선랜 망에서 사용되는 이동단말이 클라이언트의 설치 및 셋팅

없이 실내의 액세스포인트(AP: Access Point)들로부터 수집되는 이동단말의 정보만을 이용하여, Cell ID 방식의 위치 정보를 제공하는 시스템을 제안한다.

제안하는 기법은 무선랜 환경에서 액세스 포인트의 배치구조에 따라 정확도의 차이가 발생할 수 있으나, 적절한 배치가 이루어질 경우 실외에서 이동통신망에 의한 위치정보시스템과 견주었을 때 보다 더 정확도 높은 위치 기반 서비스를 제공할 수 있다. 또한 추가적인 통신장비를 설치하지 않아도 위치 기반 서비스를 제공받을 수 있다는 장점이 있는 반면, 이동단말에 클라이언트 소프트웨어를 설치 및 셋팅해야 하는 단점이 있다.

### 2. 연구의 범위 및 방법

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 위치 기반 서비스(LBS: Location Based Service)를 위한 전과 환경의 특징을 토대로 연구의 착안점을 제시하고, 기존의 위치기반 서비스에 적용된 측위 방법 및 수단별 장단점과, 무선랜 네트워크의 구성을 살펴보았다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 무선랜 인프라스트럭처가 제공하는 정보를 이용한 위치정보 제공 시스템을 설명한다. 4장에서는 실제 사무실 환경에서의 실험을 통해 제안하는 시스템의 위치 정확도를 로밍 성공률과 업데이트 시간으로 검증해 보았으며, 5장에서 이에 대한 결론을 맺는다.

## II. 위치 측위 관련 연구

### 1. 위치 측위 기술에 대한 연구

위치결정 기술은 LBS의 기본 기술로서 그 방식에는 커버 영역에 따라, 광범위한 위치인식 가능 영역을 제공하는 매크로 위치인식 방식과, 무선 네트워크 환경의 제한으로 매크로 위치인식시스템이 커버하지 못하는 실내나 지하 또는 건물 밀집 지역 등에서 위치인식을 제공하는 마이크로 방식,

그리고 애드혹네트워크 또는 센서네트워크 영역에서 활용하기 위한 애드혹 위치인식 방식으로 나눌 수 있다. 매크로 방식은 이동단말 자체에 GPS 수신기를 내장한 단말기 기반 기술(HBS: Handset Based Solution)과 무선통신망으로부터 송신되는 전파신호를 이용하여 위치를 측정하는 네트워크 기반 기술(NBS: Network Based Solution)로 나뉘어 발전해 왔으며, 모든 무선 네트워크를 이용한 방식의 이

론적 근거를 제공한다. 각 방식별 수단 및 적용 기술들은 <표 1>과 같다[3].

<표 1> 위치 추위 기술 방식  
(Table 1) Type of Location Determination Technology

| 구 분            | 방식                |              | 적용기술                  |
|----------------|-------------------|--------------|-----------------------|
| 매크로<br>인식방식    | 단말기 기반            |              | GPS,<br>DGPS          |
|                | 네트워크<br>기반        | 신호<br>강도측정   | AOA                   |
|                |                   | 전파전달<br>시간측정 | TOA,<br>TDOA          |
|                | Hybrid            |              | AGPS,<br>AFLT,<br>MCS |
| 마이크로<br>인식방식   | Infra Red (적외선)   |              | Active Badge          |
|                | Super sonic (초음파) |              | Active Bat            |
|                | UWB               |              | UWB                   |
|                | RF                | RFID         |                       |
|                |                   | WLAN         |                       |
| 영상인식           |                   | 3D 영상인식      |                       |
| Ad Hoc<br>인식방식 | WSN               |              | Centroid,<br>APIT,    |
|                | MANET             |              | DV-Hop                |

\* 약어 (Abbreviation)

- GPS : Global Positioning System (위성항법시스템)
- DGPS : Differential GPS (보정 위성항법시스템)
- AOA : Angle Of Arrival (전파 입사각)
- TOA : Time Of Arrival (전파 도달 시간)
- TDOA : Time Difference Of Arrival (전파 도달 시간차)
- AGPS : Assisted GPS (지원측위 위성항법시스템)
- AFLT : Advanced Forward Link Trilateration (CDMA망에서 TDOA방식에 의한 단말기 기반 3변측량 측위법)
- MCS : Mixed Cell Sector (이동통신망 기지국 Cell Sector의 중심들의 중심을 단말의 위치로 하는 방식)
- UWB : Ultra Wide Band (초광대역통신)
- WLAN: Wireless LAN (무선 근거리통신망)
- WSN : Wireless Sensor Network (무선 센서네트워크)
- MANET: Mobile Ad-hoc Network (이동 Ad-hoc 네트워크)
- Centroid: 모든 수신 레퍼런스노드들의 평균치로 위치계산
- APIT : Approximation Point-In-Triangulation (노드가 3개의 비컨 노드로 이루어진 삼각형 영역의 내부인자 외부인자를 검사하여 영역을 좁혀가는 방식)
- DV-Hop: Distance Vector-Hop (비컨노드 사이에 존재하는 노드 간의 평균거리와 Hop수를 이용하여 노드간의 거리를 측정하는 방식)

### 1) GPS

지구를 따라 6개의 궤도에 4개씩 모두 24개의 GPS 위성에서 보내오는 반송파 신호의 위상을 측정 (절대 측위)하거나 반송파 신호의 코드를 추적(상대 측위)하여 위성까지의 거리를 측정함으로써 삼각 측량 방법을 이용해 위치를 측위하는 방법이다. 4개의 위성을 이용하여 경도와 위도 및 고도를 계산하고 수신기와 위성간의 거리를 측정하여 사용자의 위치를 알아낸다. 더 많은 위성으로부터 신호를 받으면 보다 정확한 위치값을 얻어낼 수 있다. GPS 위치 측정은 50-200m의 오차를 가지고 있지만, 지상에 기준 수신기를 두고 시간 오차를 보정하는 DGPS(Differential GPS)는 오차를 5m 이내로 줄일 수 있다. 위성 통신을 이용한 위치기반 기술은 신호 반경이 넓고 고정된 위성을 통해 안정적인 서비스의 제공이 가능하여 현재 가장 많이 사용되고 있지만, 정밀도가 낮고 기후에 영향을 많이 받으며 GPS 위성 신호의 수신에 어려운 실내나 음영지역에서는 서비스가 불가능한 단점이 있다[4].

### 2) 이동통신

이동통신망을 이용해 측위하는 방식으로 통신망의 기지국으로부터 오는 수신신호를 이용하는 망 기반(Network Based)방식, 단말기에 장착된 GPS 수신기 등을 이용하는 단말기 기반(Handset Based) 방식, 그리고 이들을 혼합하여 사용하는 혼합(hybrid)방식으로 분류할 수 있다. 이용자가 속한 기지국의 ID를 통해 이용자의 위치를 3초 이내에 파악할 수 있는 장점이 있다. 그러나 셀 반경의 크기에 따라 위치 정보의 정확도가 큰 편차를 보인다. AOA, TOA, TDOA 방식은 측위 파라메타의 신뢰성에 크게 의존함에 따라 오차범위가 크고 중계기가 설치되어 기지국 신호에 변화 요인이 발생하면 위치 측위 결과값이 사용자의 위치에서 많이 벗어나게 된다. Assisted GPS 알고리즘은 Location

서버에서 reference GPS수신기를 이용하여 GPS 위성 신호와 데이터를 실시간으로 관리하며 이동 단말이 위치 측위를 요청하면 서버는 현재 단말이 있는 위치에서 탐색해야 할 GPS 위성 신호의 Doppler 주파수와 Code 위치, 그리고 각각의 탐색 범위에 관한 정보를 휴대단말로 보내 주게 된다. 이렇게 획득한 GPS 신호의 측정치는 다시 Location 서버로 보내지게 되며 여기서 단말의 위치를 계산하여 단말로 보내주게 된다. 이 방식은 CDMA 이동통신사업자들이 주로 채택하고 있는 기술로써 현재 제안된 기술 중 실내와 실외환경에 가장 우수한 성능을 제공하는 방식이다.

### 3) AGPS

AGPS는 이동통신망을 이용하여 이동단말에 Assistance 데이터를 전송한다. 이동 단말기는 수신한 Assistance 데이터를 이용하여 단말기가 위성의 위치를 추적하여 동기를 이루고, 의사 거리를 측정하여 위치인식 서버에 측위 데이터를 전송함으로써 단말기의 위즈를 인식하는 방법이다.

AGPS는 초기 위치인식 시간을 기존의 GPS 방식보다 줄일 수 있다는 장점을 가지지만, 나머지 기존 GPS의 단점을 그대로 가지고 있다[5].

### 4) UWB

단거리 구간에서 저전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하기 위한 무선 기술인 UWB는 변복조 기능이 필요없고 낮은 전력 밀도를 가지며 전력 소모가 작고 저가의 통신 장비의 구현이 가능하다. 이는 투과성이 좋아서 건물내의 벽이나 비금속 칸막이 등을 통과할 수 있고 음영지역에서도 사람이나 사물의 위치를 파악할 수 있고 약 15cm의 위치정확도를 제공할 수 있어 실내 위치인식에 많이 사용될 것으로 기대된다[6].

### 5) IR

빠른 RF 신호와 상대적으로 느린 초음파의 전

송속도차를 이용하는 측위방식이다.

송신기와 수신기간의 펄스 도달 시간을 측정하여 수신기의 신호패턴을 분석하고 물체 이동 방향을 예측할 수 있다. 매우 정확한 위치정확도를 가지고 3차원 측위도 가능하나 고가의 인프라 설치 비용이 발생한다[7].

## 6) RF

수신된 RF 신호의 강도(Signal Strength)를 측정하여 신호 감쇠로 인한 신호 전달 거리를 측정하여 위치를 계산할 수 있다. RF 신호가 송신기의 안테나로부터 방사될 때, 파면은 전파가 진행하는 방향에 있는 공기와 장애물을 통해 나아간다. RF 신호는 창문, 문, 벽, 사람에 의해서 반사, 굴절되어 신호의 감쇠가 발생하여 손실의 예측이 어렵지만 이미 알려진 특성을 이용해서 전파 환경을 설정하고 전파감쇄를 추정하는 것은 가능하다.

### (1) RFID

RFID를 이용한 위치 측위 기술은 RFID 태그 또는 스마트 태그라고 불리는 고유 식별ID를 가진 초소형 IC 칩을 부착한 대상이 접근하면 판독기가 칩을 읽어내어 대상체의 정보를 알아내는 기술로서 위치정보를 찾아내기가 용이하다. RFID는 비가시성이고 비접촉식이며 동시에 여러 태그를 고속으로 인식할 수 있지만 제대로 식별하기 위해서는 충돌 방지 알고리즘이 필요하다.

### (2) 무선랜(WLAN: Wireless LAN)

무선랜 기반의 측위 기술들은 상대적 위치를 삼각 측량하고 계산하기 위하여 무선 노드들 사이의 전파지연들을 모니터링하여 위치를 결정하는 방법을 사용한다. 무선랜 기반 위치 시스템들은 이미 보편적으로 사용되고 있고 소프트웨어 기반 위치 솔루션을 이용하면 전용 실내 위치 추적 구조들보다 저렴하게 구현이 가능하다.

## 2. 실내위치 측위에 관한 연구

실외측위 분야는 GPS로 대변되는 위성항법시스

템(GNSS, Global Navigation Satellite System)에 기반한다고 단언해도 과언이 아니다.

그러나 자동차를 제외하고 볼 때, 사람들이 가장 많이 다니는 곳, '항법'이라는 서비스를 가장 필요로 하는 곳은 바로 실내이다. 현재 실내추위를 위한 방안은 다음과 같다.

### 1) 인공지표(Artificial Landmark) 기반 인식방식

위치를 알고 있는 곳에 인공지표를 설치하고, 이를 감지함으로써 위치를 파악하는 방식이다. 인공지표를 감지하기 위해 적외선, 초음파, RF 기반 방법을 사용하는 것이 가능하다. 이 방법은 인공지표를 설치해야 하는 번거로움이 있기는 하지만, 이러한 인공지표가 워낙 저가이기에 경제적으로 이득이 있으며, 비교적 사용이 간단하다. 하지만 정밀한 연속 위치해를 얻는 것이 어려우며, 인공지표가 촘촘히 깔리지 않으면 개략적인 위치해만을 얻게 된다.

### 2) 의사위성(Pseudolite) 기반 인식방식

의사위성의 가장 큰 장점은 바로 GPS 혹은 GNSS와 같은 신호이기 때문에, 사용자는 하나의 GPS 수신기로 실외와 실내에서 모두 사용이 가능하다는 점이다. 상대적으로 단점은 의사위성을 실내에 설치해야 한다는 점이다. 즉, 인프라스트럭처 측면에서는 비용이 들 것이나, 사용자의 측면에서는 거의 비용이 들지 않게 된다.

### 3) 영상(Vision) 기반 인식방식

사람이 눈으로 사물을 보며 상대적인 위치를 파악하는 것처럼 카메라의 영상을 이용해 위치를 파악하는 방식이다. 인프라스트럭처를 깔지 않아도 되는 장점이 있는 반면, 사용에 있어 많은 한계를 지니고 있다.

그 밖에도 관성항법장치(INS, Inertial Navigation System) 기반 시스템을 비롯한 여러가지 방법들이 있으나, 아직 실내추위 분야에 있어 확실한 해법이라 말할 수 있는 것은 없는 것이 현실이다. 그

중에서도 가장 경제성이 뛰어난 인공지표 기반 방식에 대해서 많은 연구가 이루어지고 있으며, 특히 현재 가장 널리 쓰이고 있는 무선통신 방식인 무선랜에 기반한 실내추위에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

## 3. 무선랜 실내추위에 관한 연구

무선랜 실내추위에 관한 연구 중 대표적으로는, Intel사에서 진행중인 PlaceLab 프로젝트가 있다. 이는 기본적으로 무선랜 신호값에 기반하여 위치를 측정하며, 한 발 더 나아가 GSM(Group Special Mobile), 블루투스, RFID 등과 같은 최신 네트워크 인프라를 이용한 보다 정확한 위치 측정 방법을 연구 중에 있다.

유럽의 교통약자들을 위한 ASK-IT 프로젝트에서는 홈 서비스, 실내 안내 등을 제공할 때 무선랜 네트워크를 변형한 MOTE 센서네트워크를 이용한 실내 위치추정 방법을 연구하고 있다.

이 외에도 무선신호의 전파모델 Propagation model 과 계산된 지점과 가장 가까운 곳을 선택하는 Nearest Neighbor 기법을 이용한 RADAR 시스템 등이 있다. 현재 상용화되어 판매중인 시스템으로는 Ekahau RTLS(Real-Time Location System), AeroScout Visibility System 등이 있다[8].

이러한 연구들을 통해 많은 구체적인 측위방법들이 제시되고 있으나, 크게는 GPS에서도 사용되고 있는 삼각측량법과, Cellular 망과 같이 격자 형태로 지역을 분할하여 셀 단위로 위치를 측정하는 Fingerprinting 방식, 두 가지 방법으로 요약할 수 있다.

### 1) 삼각측량법

이동통신망 내에서 에이전트 단말은 각 AP까지의 거리를 반지름으로 하는 원 위에 존재한다. AP까지의 거리는 전파의 진행 거리에 따른 신호 감쇠 정도를 구하는 Friis 공식을 이용하여 구할 수 있으며, 최소 세 지점과의 거리를 이용해 세 개의 원이 교차하는 점을 찾는다. 이 방법을 사용하면 어디서든지 3개의 AP까지의 거리를 구하는

간단한 연산을 통해 위치추정이 가능하다.

그러나, 삼각측량법은 신호 감쇠값 만으로는 정확한 거리추정이 어려우며, 가구나 벽, 문과 같은 장애물이 많은 실내 공간에서는 사용하기 어렵다는 단점을 가지므로, AP의 전파 출력이나 안테나 이득과 같은 부가 정보에 따른 전파특성을 이용한 거리계산법을 사용하여 보정을 하게된다.

## 2) Fingerprinting법

Fingerprinting은 경험적인 데이터에 기반한 방법으로써 먼저 위치를 측정하고자하는 지역을 셀 형태로 나누어 각 셀에 대한 신호값을 조사하여 저장해 놓은 다음 실제추위시 저장된 값과 비교하여 위치를 결정하는 방법으로서, 위치추위 대상지역을 셀 형태로 나누어 각 셀별 신호강도 데이터를 수집하는 단계와 수집된 데이터를 기반으로 특정한 알고리즘을 사용하여 실제 위치를 추정하는, 두 단계로 나뉘어 수행된다. 이렇게 셀 단위로 데이터를 저장하기 때문에 위치추위의 최종결과는 셀 식별자가 된다.

이 방법은 특정 지역에 대한 신호 특성값을 추출하기 때문에 주위 환경 특성을 반영한 신호값을 저장할 수 있으며 주위 환경이 크게 변하지 않는 한 그 지역에 대한 신호 특성값은 대체로 일정하게 유지되기 때문에 저장된 신호값과 현재 측정된 신호값의 비교를 통하여 보다 정확한 위치 추정이 가능하다는 장점이 있는 반면, 신호를 수집하는데 필요한 시간이 위치추정 대상 지역의 규모와 분할된 셀에 비례하므로 실제 위치추위 단계 전에 많은 사전작업이 요구되며 수집된 신호는 주변환경에 대한 특성을 반영하고 있기 때문에 주변환경이 바뀌면 새로 데이터 수집을 해야하는 단점이 존재한다.

## 4. 무선랜 네트워크 구조

### 1) 인프라스트럭처 BSS (Basic Service Set)

인프라스트럭처 네트워크는 동일한 서비스 영역에서 이동 스테이션의 통신을 포함한 모든 통신 과정에서 액세스 포인트(AP, Access Point)가 사용

된다. 인프라스트럭처 BSS에 있는 이동 스테이션이 다른 이동 스테이션과 통신하는 것이 필요하다면 송신 스테이션이 프레임을 액세스 포인트로 보내고, 액세스 포인트가 프레임을 대상 스테이션으로 전송한다. 인프라스트럭처 BSS에서 대응되는 기본 서비스 영역은 액세스 포인트로부터 신호를 받을 수 있는 영역으로 정의된다.

### 2) ESS (Extended Service Set)

BSS는 조그만 사무실이나 가정에서도 커버리지를 구성할 수 있지만, 더 큰 영역에서의 커버리지는 제공할 수 없다. 그래서 802.11은 BSS를 연결함으로써 구성되는 임의적인 규모의 무선 네트워크를 ESS로 허용하고 있다. ESS는 백본 네트워크와 함께 BSS를 연결함으로써 이루어진다. ESS구성에서 BSS의 AP의 커버리지를 겹치게 설치함으로써 연속적인 커버리지가 구성되며 AP간 단말을 로밍하여 끊임없는 서비스를 제공할 수 있다.

### 3) SNMP (Small Network Management Protocol)

SNMP는 네트워크 장비를 관리 감시하기 위한 목적으로 TCP/IP 상에 정의된 응용 계층 표준 프로토콜이다. SNMP는 네트워크 관리자가 네트워크 성능을 관리하고 네트워크 문제점을 찾아 수정하는데 도움을 준다. SNMP를 지원하는 서버에 관리자가 질의를 해 자료를 받아갈 수 있고, 반대로 어떤 값은 쓰기를 요청할 수도 있다. 현재 SNMP는 SNMP 버전 1, SNMP 버전 2, SNMP 버전 3의 세 가지 버전이 있다. 버전 3에서는 이전의 접속 주소와 커뮤니티 판별에 의존하던 인증방법 대신 계정과 암호로 인증하는 방식을 사용한다.

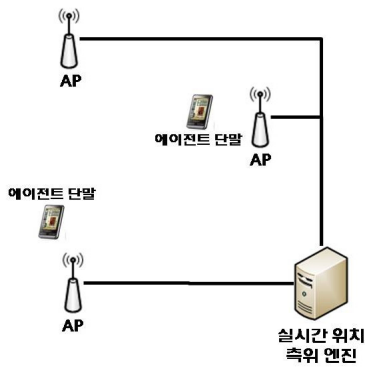
## Ⅲ. 무선랜 네트워크의 인프라 정보를 이용한 위치추위 시스템

본 장에서는 인공지능 기반으로서 무선랜 네트워크 내에서 인프라스트럭처가 제공하

는 정보를 이용한 위치 정보 제공 시스템의 구조와 에이전트 단말의 위치 결정 방법을 제안한다. 기본적으로 삼각측량법에서 처럼 SNMP를 통해 AP들의 위치와 MAC 주소를 수집한다.

### 1. 시스템 구조

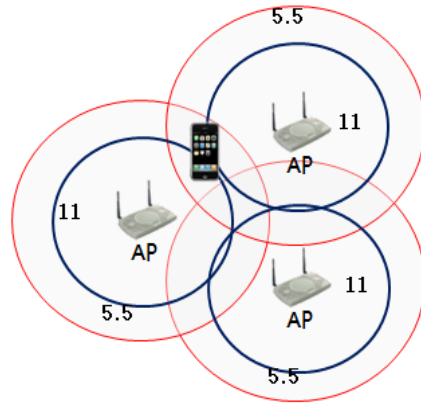
<그림 1>은 일반적인 ESS의 무선랜 네트워크 구조와 동일하다. 차이점은 AP Controller의 존재 유무이고 실시간 위치 측위 엔진은 SNMP를 이용하여 각각의 AP에 접속되어 통신용 패킷을 송수신하는 에이전트 단말의 정보를 AP Controller로부터 수집하여 위치 기반 서비스용 Cell-ID 정보로 활용한다. <그림 1>은 이 과정을 개념적으로 보여준다.



<그림 1> 시스템 구성도  
<Fig. 1> System Configuration

### 2. 전송속도 제어

무선랜 네트워크 내의 각각의 AP에서는 통신영역을 구분하기위한 송신전력과 AP와 에이전트 단말 사이의 데이터 송수신시 전송속도를 설정할 수 있다. <그림 2>와 같이 전송속도별 전파세기를 만족하지 않으면 데이터 송수신의 제한을 받으므로 좀 더 가까이 있는 AP로 접속(로밍)을 하게 된다. 이를 이용하여 ESS내에서 에이전트 단말의 접속이나 로밍을 제어하여 Cell-ID의 위치정보를 획득할 수 있다.



<그림 2> 전송속도 제어  
<Fig. 2> Transmission Speed Control

### 3. 에이전트 단말 정보 수집

<표 2>는 전용 프로그램에서 SNMP를 이용하여 각각의 AP에서 수집되는 에이전트 단말의 접속 정보의 구조를 나타낸다.

<표 2> 에이전트 단말의 접속정보  
<Table 2> Access Information of Agent Device

| IP            | 접속된 AP | MAC 주소            |
|---------------|--------|-------------------|
| 192.168.1.120 | AP-1   | 00:13:02:11:e7:9b |
| 192.168.1.12  | AP-1   | 00:19:d2:22:a4:e1 |
| 192.168.1.140 | AP-3   | 00:1d:e0:5b:a7:8d |
| 192.168.1.20  | AP-3   | 00:21:5d:d3:89:bc |
| 192.168.1.25  | AP-2   | 00:21:5d:2e:b5:52 |

에이전트 단말의 정보는 무선랜 네트워크에 접속 즉시 수집할 수 있으며 다른 AP로의 로밍시에는 접속된 AP의 정보가 변경된다.

무선랜 네트워크에서 제공되는 에이전트 단말의 접속 정보를 이용하여 Cell ID방식의 위치 기반 서비스 제공이 가능하다. 또한 AP의 특성상 설치 간격이 10-20m사이를 유지하므로 AP의 설치방법에 따라서 위치정확도를 높일 수 있다.

## IV. 실험 및 평가

본 장에서는 III장에서 제시된 시스템을 위한

실제 네트워크를 구성하였다. AP는 Meru Networks의 AP150으로 실내용 모델이고 4대의 AP는 스위치에 연결되어 ESS망으로 구성하였다.

이동단말로는 삼성의 스마트폰인 옴니아를 이용하였고 이동단말이 AP에 접속하면 SNMP를 이용하여 MIB (Management Information Base)정보를 수집할 수 있는 프로그램은 Microsoft Visual Studio 2008 C#을 사용하였다. 그리고 AP의 커버리지 측정은 Ekahau사의 Site Survey 프로그램을 이용하였다.

### 1. AP 규격

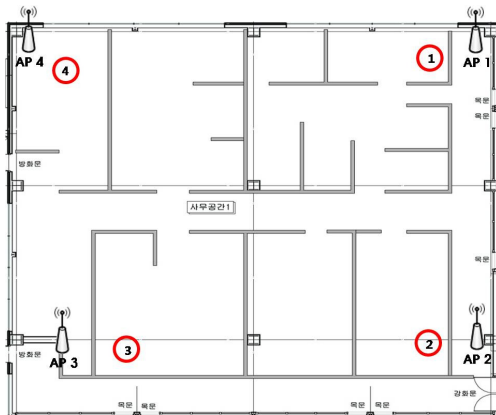
본 논문에서 실험을 위하여 설치한 AP들의 환경은 <표 3>와 같다.

<표 3> AP 사양  
<Table 3> Specification of AP

|         |                                      |
|---------|--------------------------------------|
| 안테나     | 3dBi, omni-directional               |
| 출력      | 3dBm, 802.11g, 1ch                   |
| 수신감도    | -73dBm at 54Mbps,<br>-85dBm at 6Mbps |
| 허용 전송속도 | 54Mbps, 48Mbps                       |

### 2. 실험 환경

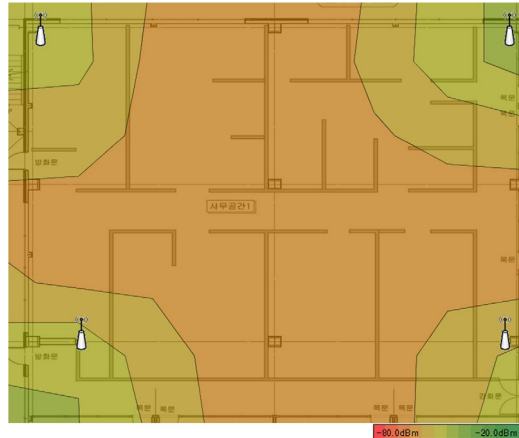
<그림 3>은 실험을 위한 AP의 설치 및 기하학적 배치구조를 나타낸다. 가로 20m, 세로 18m의 크기이고 총 4대의 AP를 설치하였다.



<그림 3> 실내 실험 환경  
<Fig. 3> In-door Experiment Layout

### 3. AP 커버리지

<그림 4>는 Ekahau사의 Site Survey프로그램을 이용하여 측정한 AP들의 커버리지를 나타내며, 이는 실험 환경을 구성하기 위한 값이 적절하게 설정되었는지를 확인할 수 있다.



<그림 4> 측정된 AP의 커버리지  
<Fig. 4> Coverage of Measured AP

설정된 셋팅 값에 따라서, 각 AP들이 정확하게 전파를 출력하고 있는지와, 이를 통하여 전송속도 제어값의 설정범위를 파악할 수 있다.

### 4. 실험 결과

실험은 <그림 3>에 표시된 1-4 지점을 이용하여, 1지점에서 2,3,4지점, 2지점에서 1,3,4지점, 3지점에서 1,2,4지점, 4지점에서 1,2,3지점으로 이동할 때 AP간의 로밍여부를 전용 프로그램을 통하여 확인하였다.

<표 4>에서 로밍성공률은 전체 측정횟수 중 로밍이 성공한 경우의 퍼센트이고, 업데이트 시간은 성공여부와 상관없이 전환된 시간의 합에 대한 측정횟수이다. 로밍의 성공 여부는 로밍이 완료된 시간을 측정하여, 10초 이내를 성공으로 하였고 10초를 초과하는 것은 실패로 간주한다. 10초의 기준은 실내 실험환경 공간을 사람이 도보로 가로지르는 평균시간을 기준으로 하였다.



업데이트 시간의 평균을 산출하기 위하여 실패 일 경우의 업데이트 시간도 포함하였다. 개별적인 업데이트 시간은 8-17초 내에서 전환되었고 평균 값은 10.8초에서 11.45초로 측정되었다.

<표 4>에서 업데이트 시간의 편차는 크지 않지만 성공한 경우의 시간과 성공하지 않은 경우의 시간 차이는 최소 3초에서 최대 9초가 차이가 난다. 이는 무선랜 네트워크를 구성하는 시스템에서 에이전트 단말의 로밍이 제대로 이루어지지 않기 때문으로 AP가 설치된 장소가 협소하고 전파환경의 변화에 따른 경계가 모호하여, 전력, 전송속도 등의 조건 값이 만족하지 않았음으로 분석할 수 있다.

제안하는 위치 측위 시스템의 실험결과에 따른 로밍성공률(정확도) 및 업데이트 시간은 약 62.5%와 평균 11초대를 보인다.

기본적으로 이 방식은 삼각측량법 적용시 필요로 하는 네트워크 인프라에 대한 복잡한 부가적 정보 대신 고정형 AP를 사용함으로써 측위과정의 복잡성을 대폭 간소화 시켰으며, Fingerprinting법 적용시 소요되는 셀 분할에 따른 복잡한 사전작업 등도 최대한 단순화 시킨 방법으로서, AP에 인접

한 ‘구분 가능한 특정 실내공간에서의 에이전트 단말 존재 여부’를 확인할 수 있는 최적의 간편 시스템이다.

아울러 로밍성공율은 위치의 정밀도가 아니라, 측정치에 대한 신뢰 정도로서, 특별히 유의한 통계적 해석보다 경험적으로 2/3 수준의 측정 신뢰성을 보이는 것으로 해석된다. 업데이트 시간은, 해당 업데이트 시간 내에는 위치 변화가 없는 다소 정적인 에이전트에 대한 위치기반 서비스에 적용이 가능함을 의미한다.

그러나 업데이트 시간의 기준에 따라 정확도가 높아 질 수 있으므로, 위치 기반 서비스의 적용이 가능한 서비스 목적별로 요구되는 위치 정보의 정확성 및 정밀도와, 그에 따른 로밍성공율 및 업데이트 시간 간의 통계적 해석 과정이 뒤따라야 할 것이나, 이는 추후 과제로 남겨두었다.

## V. 결론 및 추후 연구 과제

현재 위치기반 서비스를 위한 위치측위 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고 다양한 위치측위 솔루션이 개발되어 출시되고 있으며, 성능 향상을 위한 지속적인 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는, 무선랜 네트워크에서 인프라스트럭처를 활용하여 에이전트 단말의 위치를 측위 할 수 있는 시스템을 제안하였는 바, 이러한 측위 시스템은 에이전트 단말이 무선랜 네트워크에 접속이 되면 AP내의 기억장치에 단말 정보가 저장되어지는 점을 이용하는 시스템으로서 실험을 통한 결과로는 성공률(정확도)이 약 62.5%이고, 업데이트 시간은 11초대로 예측되었다. 제안된 위치 측위 기법은 측정시간 기준에 따라 성공률(정확도)이 변경되며, 비교적 업데이트 시간이 느린 실내나 지하 또는 건물밀집 지역에서의 공공안전서비스와 모바일 오피스 지원 시스템 등에 적용이 가능하다.

향후 과제로는 무선랜 네트워크에서의 삼각측량을 통한 위치 측위 시스템과 연동하여 정확도를 높일 수 있는 보조 측위 시스템으로 활용할 수 있도록 성공률(정확도)이나 업데이트 시간을 향상시

<표 4> 실험 결과  
(Table 4) Result of Experiment

| 구분         | 1→2   | 1→3   | 1→4   | 평균    |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 측정횟수(회)    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| 로밍성공률(%)   | 65    | 60    | 60    | 61.6  |
| 업데이트 시간(초) | 10.8  | 10.85 | 11.2  | 10.95 |
| 구분         | 2→1   | 2→3   | 2→4   | 평균    |
| 측정횟수(회)    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| 로밍성공률(%)   | 65    | 60    | 65    | 63.3  |
| 업데이트 시간(초) | 11.25 | 11.25 | 11    | 11.16 |
| 구분         | 3→1   | 3→2   | 3→4   | 평균    |
| 측정횟수(회)    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| 로밍성공률(%)   | 65    | 60    | 60    | 61.6  |
| 업데이트 시간(초) | 10.9  | 11.1  | 11.05 | 11.01 |
| 구분         | 4→1   | 4→2   | 4→3   | 평균    |
| 측정횟수(회)    | 20    | 20    | 20    | 20    |
| 로밍성공률(%)   | 65    | 55    | 70    | 63.3  |
| 업데이트 시간(초) | 10.8  | 11.45 | 10.45 | 10.9  |

키는 한편, 독립적인 위치 기반 서비스를 제공하기 위하여 AP의 기하학적 설치 구조에 대한 개선 연구가 필요한 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 최혜욱, 장정아, 김경호, 최완식, “공간위치정보 기술 표준화 연구,” *공간정보시스템학회, 2005 GIS/RS 공동 춘계학술대회*, pp.149-154, 2005. 5.
- [2] 이성호, “스마트폰과 위치기반서비스를 활용한 서비스산업 혁신전략,” *SERI 경영노트*, 제62호, 2010. 7.
- [3] Jeffrey Hightower and Gaetano Borriello, “Location Sensing Techniques,” *Technical Report UW-CSE-01-07-01*, Univ. of Washington, July 2001.
- [4] 김도성, 정영자, “RFID를 이용한 실내측위 시스템의 설계 및 구현,” *한국컴퓨터종합학술대회 논문집A*, pp.256-258, 2005. 7.
- [5] 김재훈, 김영섭, 박옥선, 김성희, “유비쿼터스 위치기반 서비스 및 위치인식 시스템 연구 동향,” *정보통신연구진흥원*, 2003. 12.
- [6] 박용환, 김선미, “차세대 위치기반서비스 측위 기술,” *한국통신학회*, 제23권, 제6호, pp.83-98, 2006. 6.
- [7] 전현식, 김나리, 박현주, “실내 환경에서 효과적인 위치측위시스템에 관한 연구,” *한국통신학회논문지*, vol. 34, no. 2B, pp.119-129, 2009. 2.
- [8] 한호연, 남두희, “무선랜 기반 실내 위치 측위 시스템,” *한국ITS학회, 2007년도 제6회 추계 학술대회*, pp.186-191, 2007. 10.

### 저자소개



**임 중 선 (Lim, Joong-Seon)**

1983년 2월 : 서강대학교 물리학과(학사)  
 1999년 2월 : 서강대학교 정보처리학과(석사)  
 2004년 8월 : 한양대학교 산업공학과(박사 수료)  
 1987년 2월 ~ 2005년 7월 : (주)LG CNS 수석  
 2005년 8월 ~ 2006년 12월 : DB정보통신(주) 상무이사  
 2007년 2월 ~ 2008년 4월 : (주)세인시스템 전무이사  
 2008년 5월 ~ 현 재 : (주)올웨이즈네트웍스 대표이사



**최 경 현 (Choi, Gyung-Hyun)**

1980년 : 서강대학교 수학 학사  
 1982년 : 서강대학교 대학원 수학 석사  
 1989년 : Va. Tech. IEOR 석사  
 1994년 : Va. Tech ISE 박사  
 1997년 ~ 현 재 : 한양대학교 산업공학과 교수  
 2010년 ~ 현 재 : 한양대학교 기술경영전문대학원 원장