

유비쿼터스 Active RF-ID를 이용한 무선 위치 인식 기반 구현에 관한 연구

정창덕, 최원석
고려대학교,

A study on Realization of System in Wireless Location Awareness Technology Using Ubiquitous Active RF-ID

Jung chang duk, Choi Yeon Suk
www.korea.ac.kr, .
E-mail : jcd1234@korea.ac.kr,

요 약

본 논문은 유비쿼터스 환경하에서 수신된 RF 신호의 수신 강도를 이용하여 위치를 추정하고 이를 기반으로 각종 서비스를 제공하는 시스템이다. 이는 크게 무선 송신 단말기, 정보처리 기지국 위치 인식 서버 및 시스템 호스트의 네 부분으로 구성되었으며, 30층 규모의 건물에 5000여 개의 단말기가 운영 중에 있다. 실내에서의 이동 객체 위치를 추정하기 위하여 자체 개발, 제작된 송/수신기의 RF 감쇠 특성을 살펴보고, 이를 이용하여 책상, 파티션 등 사무 기기로 이루어진 사무실에서의 위치 추정 방법을 소개한다. 실내 환경의 변화와 주변 시설물 등의 영향으로 RF 신호는 감쇠, 흡수, 반사, 회절 등 많은 영향을 받으며, 특히 복층의 경우 층간 효과도 존재한다. 이러한 실내 상황에서 위치 추정 결과를 제시하며, BAS등 외부 시스템과의 연계를 통한 지능적인 서비스를 제공한다. 제고하는 서비스에는 사용자 위치에 근거한 자동 조명/공조 연동 및 주차장 Gate 연동 서비스 등 기본적인 공공 서비스부터 개인별 시장/Wellness 이용 현황 등을 자동 체크하여 이에 근거한 요금 부과 및 Schedule 관리 등을 할 수 있게 하는 개인 서비스가 있다. 또한 본 시스템을 실제로 설치, 운영하고 있는 적용 사이트에 관한 사례를 통해 앞으로의 개선 방향 및 서비스 효율성 등에 관해 논의한다.

1. 서론

정보 통신 기술의 발전에 힘입어 컴퓨팅 (Computing) 환경은 유선 통신에서 무선 통신으로 전환되고 있다. 이러한 환경의 변화에 대처하기 위해서 많은 기업들은 모바일 장치 및 관련 서비스들을 개발하고 있으며, 2003 년 현재 정부는 유비쿼터스 코리아(Ubiquitous Korea : U-Korea)를 제창하며 본 경향에 박차를 가하고 있다. 모바일

컴퓨팅(Computing) 분야의 최대 화두는 위치를 기반으로 한 서비스의 공급 및 개발이며 이의 선점을 위하여 전 세계적으로 시제품 개발 및 시범 서비스 시행을 통한 기반 기술 및 사업 능력 향상을 꾀하고 있다.

그러나 실내에서의 위치 추적을 위해서는 실내 각 구역에서의 정확한 위치 정보를 제공해 주거나 층간 구분이 뚜렷한 정보를 제공해 주어야 하지만, 현재

제공되고 있는 위치 추적 서비스는 광범위한 지역 내에서의 대략적인 위치 정보만을 제공해 주고 있다. 즉, 건물 내에서의와 같은 정밀한 위치 추적을 필요로 하는 대다수의 소비자들에게는 적절하지 못한 서비스임을 고려해 보았을 때, 실내에서 위치 추적이 가능한 서비스의 개발은 필수적이라 할 수 있겠다.

당사에서 개발된 실내 무선 위치인식 시스템은 기존의 시스템과는 달리 건물 등과 같은 실내에서의 위치 추정에 적합하게 설계되어 소비자의 욕구를 충족시킬 수 있는 요건을 충분히 갖추고 있다.

본 논문에서는 무선 RF 신호를 이용하여 실내 사무 환경에서 단말기의 위치를 추정하고 BAS 와 연동하는 시스템에 대하여 소개하고 이를 구현하기 위한 이동 객체의 위치 추정 알고리즘을 개발한다.

2. 이론적 배경 및 관련연구

기존에 사용되던 위치 추정 방법인 GPS나 네트워크 통신망 기반 무선 위치 추정법은 비교적 광범위한 실외에서의 사용에는 적합하나, 실내에서 사용하기에는 문제점을 지니고 있다. 기업이나 여러 연구 단체들은 GPS나 네트워크 통신망을 기반으로 한 무선 위치 추정법을 발전시켜 실내에서도 사용이 가능하도록 연구를 해오고 있으나 실효는 거두지 못하고 있는 상태이다. 이러한 GPS나 Mobile Phone을 이용한 위치 추정 시스템은 빌딩이나 주거 환경 등 일반적인 실내용 위치 추정 시스템으로 사용하기에는 그 정밀도나 시설 제약으로 인해 사용이 부적합하다. 때문에 실내용 위치 추정 시스템에서는 RF와 IR을 이용한 시스템이 가장 일반적으로 사용되고 있다.

Active Badge System 은 배지(badge)와 센서(sensor)가 있으며, 배지는 이동 객체에 부착되어 매 10 초 마다 각 각의 고유한 신호를 내보내는 특징이 있다. 센서는 실내의 지정된 위치에 설치되어 배지가 발산하는 신호를 받아 들여 이동 객체를 찾아내고, 이를 위치 추적 software 와 연계시켜 이동 객체의 위치를 추정한다. 그러나 Active Badge System 은 위치 정보를 수신하는데 있어서 몇 가지 단점을 지니고 있다. 첫째, IR 이 제대로 작동하기 위해서는

필요한 범위를 한정시켜야 하며, 그렇기 때문에 범위의 제약을 받게 될 경우, 이 시스템은 불완전한 장치가 된다. 둘째, IR 시스템을 구축하기 위해서는 막대한 설치비용이 들며, 이를 유지하고 보수하는 것에도 많은 비용이 든다. 셋째, IR 시스템은 햇빛의 영향을 많이 받기 때문에 창문과 같이 직접적으로 햇빛의 영향을 받을 수 있는 장소에 설치가 되면 오작동을 하게 된다.

IR 기술에 기초한 또 다른 시스템으로는 R. Azuma 가 제안한 시스템이 있으나 이 시스템 역시 Active Badge System 과 비슷한 단점을 지니고 있다.

최근에 몇몇 위치 추정 시스템은 실내의 넓은 지역에서 사용되도록 많은 연구와 시도가 거듭되고 있다. 기존에 사용되던 실외용 시스템인 AOA 방식과 TODA 방식을 실내에서 사용할 수 있도록 발전시키는 움직임도 있다. 그러나 이들 시스템 역시 운영되는 범위에 대한 한계성을 극복하지 못한다는 단점을 지니고 있다.

Daedalus project 는 정밀하지 못한 이동 객체의 위치 추정 시스템을 발전시킨 모델이다. 이 시스템에서 정의된 기지국은 증폭된 beacon 의 물리적인 좌표를 수신하여 위치를 판단하게 되는데, 이 경우 mobile host로부터 전송된 정보를 받아들인 기지국은 이동 객체의 위치를 판단하는 것이 아니라, 정보를 받아들인 기지국의 위치를 이동객체의 위치로 결정하는 방식이다. 즉, 하나의 기지국이 설치된 일정 범위를 이동 객체의 위치로 지정하는 것이다. 따라서 하나의 기지국이 좁은 지역에 세밀하게 배치되어 있다면 보다 정확한 위치 정보를 수신할 수 있지만, 기지국이 설치된 범위가 넓어지면 넓어질수록 그 정밀도가 떨어진다는 단점을 가지고 있다.

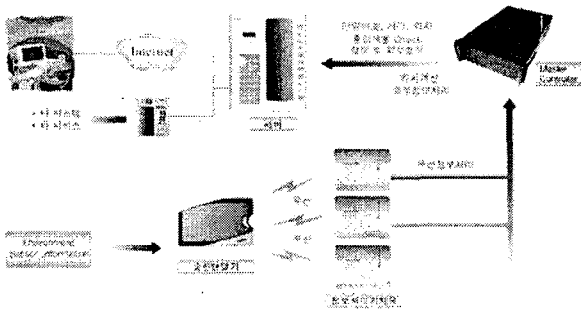
지금까지 살펴본 실내에서의 위치 추정 시스템은 나름대로의 장점과 단점을 지니고 있다.

단점으로 지적된 부분들에 대한 보완책으로 나온 것이 바로 RF 를 이용한 시스템이다. RF 네트워크는 기존은 방식 중 하나인 IR 네트워크에서의 범위, 규모, 배치, 그리고 유지 보수 등에 비해서 뛰어난 성능을

보이고 있다. 특히 속도가 향상되면서 이동 객체에 대한 정보를 더욱 신속하게 수신하고, 광범위한 규모의 사무실이나 학교, 집 등과 같은 실내에서 사용할 수 있는 조건을 갖추고 있다.

3. 연구모형

3.1 시스템 구조



<그림1> 실내 무선 위치 인식 시스템 구조도

<그림1>은 실내 위치 기반 정보 시스템의 구조도로써 이는 송신 단말기, 정보처리 기지국(Base Station, BS), Master Controller, 위치 인식 Server, Data Base Server로 구성되어 있다. 본 위치 인식 시스템은 출입 통제 및 보안 강화 시스템, 고가/유동 자산 사용 및 도난 관리, 생산 물류 관리, 에너지 절감 지원 도구, 근태 관리와 같은 기업 활동의 용도로 개발되어 사용하고 있다.

개발된 송신 단말기는 일반 근무자가 휴대하고 다니며 무선 신호를 송신하도록 설계되었으며, 저 전력 소모를 이루고자 RF Module 을 자체 개발, 제작하였다. 단말기는 RF Module, Main B/D, Case, Battery 로 구성되며, Case 는 일반 회사의 사원증을 삽입할 수 있는 구조로 설계되었다. 송신 단말기의 CPU 는 ATMEL 사의 ATtiny12V 로 송신 단말기의 고유 정보 저장과, Ball Sensor, Reset S/W, LowBatt Sensor 에 의한 신호를 처리한다. Ball Sensor 는 움직임을 감지하여 Interrupt 를 발생시키며, Reset S/W (Emergency Button)는 송신 단말기의 초기화에 대한 Interrupt 를 발생 시킨다.

LowBatt Sensor 는 Battery 에 대한 상태를 검출하는 것으로 저 전압에 대한 감지의 역할을 한다. RF Module 과 Antenna 에서는 CPU Process 에 의한 정보들을 무선 신호로 변환하여 송신하게 되며 <표 1>에 송신 단말기의 사양을 나타내었다. 송신 단말기로부터 전송된 정보는 각각의 정보처리 기지국(BS)에서 수신이 되고, 이러한 정보들은 위치를 추정하게 되는 기본 Data 가 된다.

<표 1> 송신 단말기 사양

항 목	내 용
소비 전류	10 mA
내부 전원	3 Volts Lithium Cell Battery
무선 주파수	447.675 MHz
무선 출력	0.5 mW 이하 (-4dBm~-6dBm)
변조 방식	FSK(FM) 방식
전송 속도	1200 bps
채널 수	1 ch
통신 방식	단향 방식(TX)
Antenna	종 류 : Helical Antenna 길 이 : 41 mm 이득 및 지향 특성 : 0 dBi / 무지향성
CPU	ATtiny12V
RF Module	사용 시 소요 전류 : 7mA
외 관	사이즈 : 91.4 × 57.3 × 10.8 (mm) 재질 : Ploy Carbonate 총 무게 : 39.5g

BS 에서는 수신된 송신 단말기 Data 와 이때의 전계 강도를 계산하여 일정 주기로 Master controller 에 송신한다. Master Controller 에서는 각각의 BS 로부터 전송된 정보를 이용하여 송신 단말기의 위치를 계산하고, 정보를 추출하여 위치인식 서버로 전송한다. 이러한 과정에 의하여 각 층마다 서로 다른 송신 단말기의 보들을 수집하여 타 시스템과 연동되어 운영하게 된다.

3.2 RF 신호 세기의 감쇠 특성

본 논문에서 실내 위치추정을 위하여 사용하는 방법은 수신된 RF신호의 수신강도를 이용하는 것이다. 그러나 RF신호의 자유 공간에서의 감쇠, 매개 물질에 의한 흡수, 장애물에 의한 반사 및 회절 등은 방향을 변화시키고, 전계강도를 감쇠시킨다. 본 절에서는 창와텍(窓)에서 개발, 제작된 송수신기에서의 감쇠 특성을 살펴보고, 위치추정 알고리즘에 적용하기 위한 거리-SS 모델에 대한 특성을 살펴봄, 신호 세기의 감쇠는 log 식에 비례하여 감쇠한다고 가정하였다. 실험은 장애물의 존재 상태에 따라 각각 수행되었다. 수신된 신호와 송수신기간의 거리 모델식의 형태는 다음과 같다.

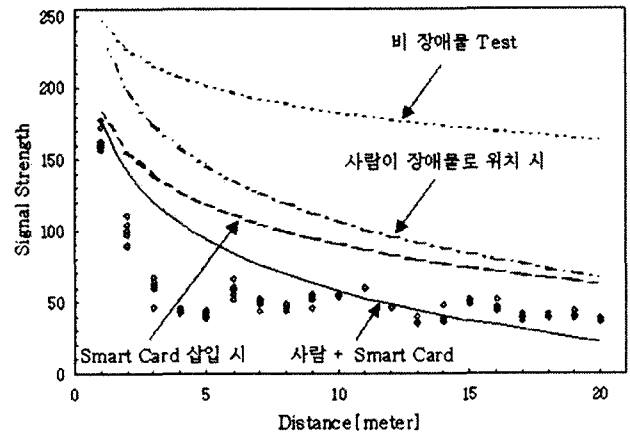
$$P = P_0 - 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right)$$

P : Signal Strength d_0 : 송신거리
 P_0 : $d = d_0$ 의 거리에서 P n : 상수

비장애물 실험의 기본적 조건은 송신 단말기와 기지국(BS)사이, 그리고 송수신기 주위에 송수신 시 전파 특성에 영향을 미칠 수 있는 장애물이 존재하지 않는 상태를 말한다. 비장애물 실험 장소는 경기도 이천에 위치한 전파연구소 이천분소에서 행해졌으며 실험 환경은 전파가 반사되지 않고 투과되는 FRP 소재로 이루어진 공간이다. 5 개의 송신 단말기를 이용하여 위치를 변화시키며 신호를 송신하여 결과를 얻었다.

장애물 실험은 송신 단말기에 Smart Card 가 삽입된 경우, 송수신기 사이의 사람에 의한 영향이 존재하는 경우에 대한 실험이다. Smart Card 내에 있는 Smart Chip 에 대한 영향 정도를 측정한 실험이며 그림 3-22 에서 보이는 바와 같이 Smart Card 의 영향으로 비장애물 실험인 경우보다 가 24%(=63)정도의 감쇠한 184, 경사도의 증가를(9.3) 보이는데, Smart Card 삽입에 따른 감쇠현상이 더 커짐을 알 수 있다. 본 실험의 결과로 장애물이라는 인식을 하지 않았던 Smart Card 에 대한 Signal

Strength 의 영향이 상당히 큰 감쇠현상으로 중요한 의미를 갖는다. 다음으로 Signal 송신 시 장애물이 존재하여 신호에 직접적인 영향을 줄 수 있는 상태에 대한 영향을 알아보기 위한 실험을 수행하였다. 송신 단말기의 방향은 Base Station(BS)로의 송신 방향인 0 degree 이며 송신 단말기와 장애물 사이의 거리는 각각 15cm 이며 1m 간격으로 20m 의 거리까지의 Signal Strength 를 측정하였다.



<그림 2> RF 신호 세기의 감쇠 특성 및 장애물에 의한 영향

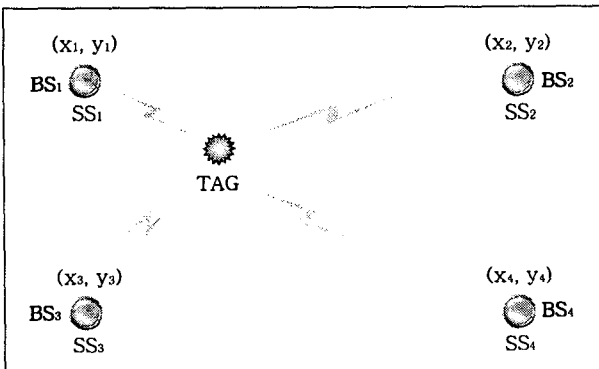
그림 3-24 에서와 같이 장애물의 영향으로 비장애물 실험보다 가 10 정도 감쇠, 상수 이 5.2 정도 증가되었으며 장애물에 의한 영향으로 Signal Strength 는 거리에 따른 감쇠현상이 더 커짐을 알 수 있다.

Smart Card 와 장애물이 동시에 존재한 경우에 대한 실험 결과 역시 <그림 2>에서 볼 수 있으며, 특히 RF Signal Strength 특성을 파악하기 위한 실험 결과는 시스템 운영에 기본이 되는 자료로서 반드시 필요한 결과이다. 그러나 위의 결과들에서 볼 수 있듯이 송수신 거리에 따른 RF Signal Strength 는 주위 환경에 따라 매우 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다. 더욱이, 일반 사무실에서의 결과는 동일한 거리에서 전파를 송신하더라도 주위 환경이나 기후, 인접한 장애물, 간접 전파들에 의하여 각기 다른 Signal Strength 값을 나타낸다. 실내 사무 환경은 책상, 파티션 및

근무자들의 이동 등으로 인하여 감쇠, 반사, 흡수, 회절 등의 원인이 되는 장애물들이 많이 존재하고 간섭전파와 같은 주변의 여러 가지 환경 영향에 의하여 일정하지 않은 Signal Strength 의 결과를 얻게 된다. 이러한 환경 영향에 의한 장애물 실험은 시스템 운영에 적용되기에는 힘든 상황을 보여 준다. 결국 실제 측정된 결과보다는 그 결과에 대한 추세를 이용하여 시스템을 운영해야만 한다는 결론을 얻을 수 있다.

3.3 RF 신호를 이용한 송신단말기의 위치 추정 분석

RF Signal Strength 를 이용하여 송신태그의 위치를 추정하기 위해서는 거리에 따른 Signal Strength 의 감쇠가 항상 일정해야 한다는 전제가 있다. 하지만 실제 RF 신호는 공간상에 존재하는 장애물과 습도, 기온 등의 환경 요인에 의해 많은 차이를 보이게 되며 Signal Strength 의 절대 값에 의존해서 송신태그의 위치를 추정하게 되면 환경의 변화에 따라 추정위치에 많은 에러를 포함하게 된다. 이러한 단점을 극복하기 위해 거리-SS 감쇠 모델식에 근한 방법이 아닌 이미 알고 있는 수신기의 위치와 각 수신기 별 Signal Strength 의 상대적인 크기를 이용하여 송신태그의 위치를 추정하는 방식을 소개한다.



<그림 3> 상대적인 Signal Strength 를 이용한 태그 위치의 추정

<그림 3>에서와 같은 상황을 가정하면, BS1 에서의 수신강도가 가장 크고 BS4 에서의 값이 가장 작을

것이다. 신호를 송신한 단말기의 위치를 추정하기 위하여 각 수신기에서 수신한 신호를 SS_i 라 하고 각 수신기의 위치를 중심으로 수신된 Signal Strength 를 x, y 성분으로 각각 $x_i SS_i, y_i SS_i$ 라 하자. 여기서 x_i, y_i 는 각 수신기의 위치이고 SS_i 는 수신된 신호세기이다.

각 수신기에서 수신된 신호세기를 기반으로 수신된 신호강도를 이용하여 다음 식과 같은 방법으로 송신 단말기의 위치 x, y 를 추정한다.

$$x = \frac{\sum x_i SS_i}{\sum SS_i} \quad y = \frac{\sum y_i SS_i}{\sum SS_i}$$

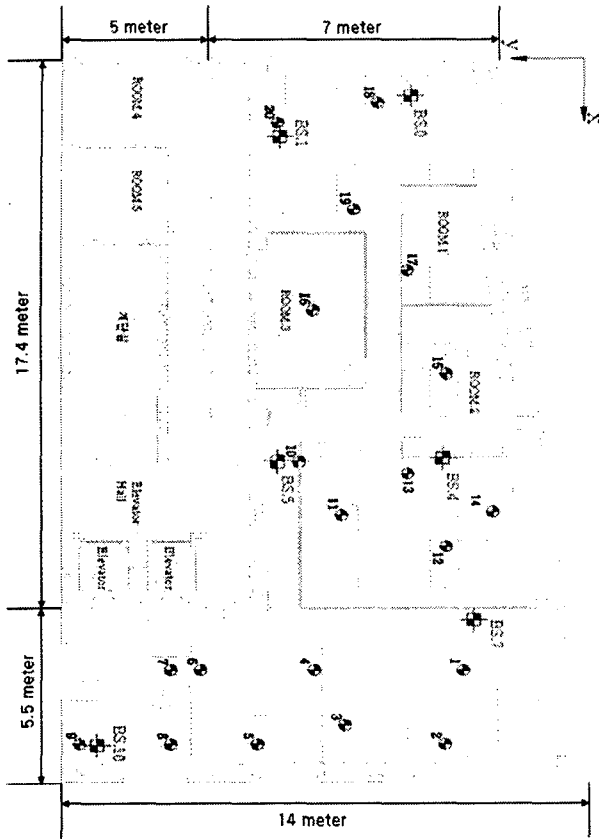
x, y : 추정하고자 하는 Tag 의 위치
 x_i, y_i : 각 수신기의 공간상의 위치
 SS_i : 각 수신기에서 수신한 신호 세기

위의 식은 면적 중심이나 질량 중심을 구하는 식의 형태와 유사하며, 강하게 수신된 수신기의 위치에 가깝고 약하게 수신된 수신기의 위치에서는 멀게 단말기의 위치를 추정한다.

위와 같은 방법은 계산 속도도 빠르고, 간단하며 본 시스템이 설치된 곳과 같이 30 층 규모에 5000 여 개의 단말기를 사용하는 곳에 매우 효과적이나 수신기간의 거리 및 설치 수량에 민감하게 영향을 받는다.

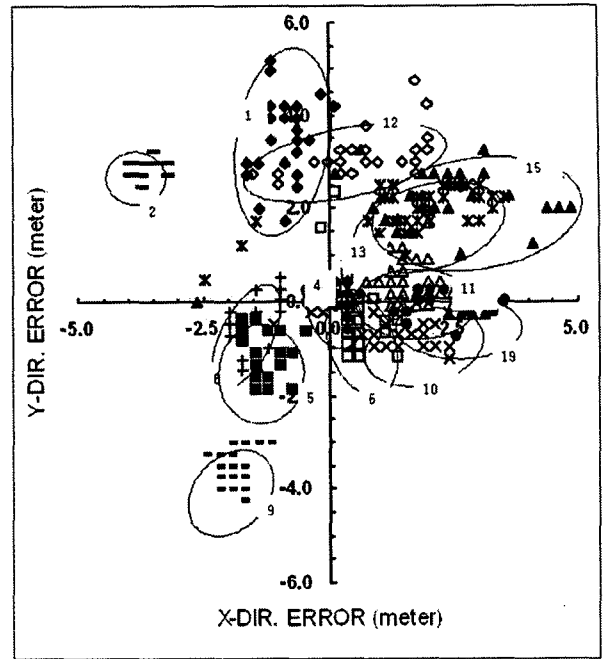
3.4 실험 및 결과

실내에서의 위치추정 실험을 위하여 <그림 4>와 같이 23m×14m 의 사무실 공간에서 총 6 개의 사무 공간과 3 개의 작은 방으로 구성되었으며 석고보드와 유리벽으로 나뉘어져 있고, 각각의 공간에는 파티션과 책상 등 사무기기로 이루어져 있다. 또한 테스트는 일반적인 업무 환경 하에서 진행되었으며 테스트 장소 내 임의의 위치 13 곳을 선정하여 실험하였다.

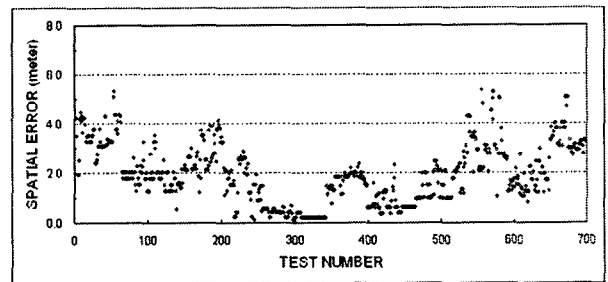


<그림 4> 실내 사무 환경에서의 위치 추정 실험

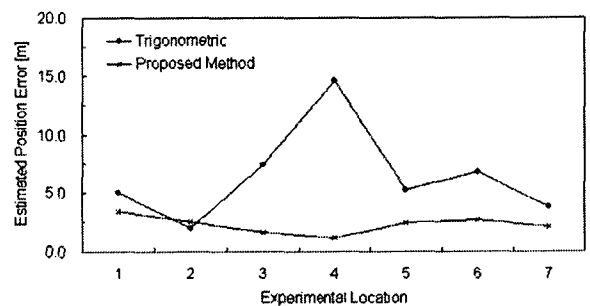
<그림 5>는 사무실 각 위치에서의 추정 에러를 나타낸다. 추정 에러는 $\pm 6m$ 이내에 분포하고 있으며 위치에 따라 에러의 크기는 매우 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 수신되는 RF 신호가 송신단말기가 위치한 환경에 많은 영향을 받는 것을 의미하여 그에 따라 추정 오차도 다양하게 발생하게 된다.



<그림 5> 사무실 각 위치에서의 추정 오차



<그림 6> 위치 추정 오차의 분포도



<그림 7> 추정 정밀도의 비교

<그림 6>은 위치 추정 에러의 분포도를 나타낸 것이며 평균 추정 오차는 2.26m 이고 표준 편차는 1.3m 이다. 본 논문에서 제시한 방법의 성능을 살펴보기 위하여 송신 단말기 1~7 이 위치한 14×5.5m 공간에 6 개의 안테나를 설치하여 삼각

측량으로 구한 값과 비교하여 보았다. 안테나는 약 5m 간격으로 실험 공간 주위에 설치하였으며 그 결과는 <그림 7>과 같다. 삼각 측량에 의한 위치를 추정하기 위하여 수신된 신호와 송수신기간의 거리 모델식을 실험을 통하여 구하였으며 그 형태는 다음과 같다.

$$P = P_0 - 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right)$$

P : Signal Strength d_0 : 송신거리

P_0 : $d = d_0$ 의 거리에서 P n : 상수

실험으로 구한 P 와 n 은 각각 240, 14 이고 이 값은 수신한 RF 신호를 증폭하여 AD 변환을 하여 얻은 값이며 실험 환경에서 송신기로부터 일정 거리 떨어지면서 얻은 값을 이용하였다.

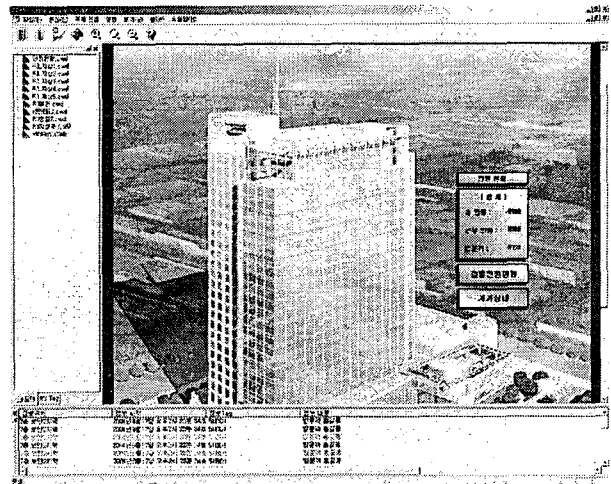
실내에서의 RF 신호는 주변 환경에 많은 영향을 받으며 이로 인하여 추정 오차도 크며 오차의 분포도 앞의 실험에서처럼 위치에 따라 일정 영역 내에 분포하는 것이 아니라 넓은 영역에 분산되어 나타난다. 이와 같은 비교 실험을 통하여 본 논문에서 제안하는 위치 추정 방법은 효과적이고 보다 정확한 위치 추정 성능을 나타내는 것을 알 수 있으며 특히, 많은 단말기를 동시에 운영해야 하는 응용 분야가 대부분인 경우를 감안하면 계산 속도 및 Data 처리에 부하가 적게 걸리는 장점도 갖고 있다.

<그림 8>은 추정 오차의 Histogram 을 나타낸 것이며 일반적인 Room 크기인 3m 이내의 오차는 65.8%, 5m 이내의 추정 오차 분포는 98.7%를 나타내고 있다. 이러한 추정 방법을 실제 운영 사이트에 적용하여 위치 정보를 이용한 보다 향상된 서비스를 제공한다.

4. 검증

앞에서 언급하였듯이 일정 규모 이상의 건물에 있어선 위치 인식 서버의 부하 문제로 인하여 각

층별로 위치 인식 서버를 각각 설치한다. 이렇게 구성된 위치 인식 서버는 한 층만을 담당하게 되므로 층간 구분을 위하여 통합 서버가 필요하게 된다. 위치 인식 서버와 통합 서버는 TCP/IP 를 이용해 연결되게 되며 위치 인식 서버에서 실시간으로 층/태그 ID 및 State/추정 위치 정보를 통합 서버에 전송하게 된다. 통합 서버에서는 전송된 데이터를 Database 상에 저장하며 또한 Client 의 Data Source 로서의 역할도 한다. 위치 인식 서버와 최종 클라이언트 프로그램은 모두 통합 서버로 접속하여 위치 인식 서버가 전송한 데이터를 통합 서버에서 가공 및 필터링을 하여 클라이언트에게 재 전송해주게 된다.



<그림 9> 전체 시스템의 메인 화면

이 과정에서 통합 서버는 Database 상에 태그의 History 정보를 남기게 되며, 건물 내 타 시스템들과의 연동을 하게 되다. 통합 서버는 공조, 조명 시스템 등과 접속하여 태그 위치 정보에 기인하여 BAS 와 연동을 하며 또한 실시간 데이터 수집을 통하여 인원 밀집 지역(식당 등)의 시간대별 통계치 등의 Data 를 제공한다. <그림 9>는 전체 시스템의 메인 화면을 나타내며 <표 2>는 통합 서버에서 제공하는 서비스 및 기능의 일부분을 정리한 것이다.

<표 2> 통합 서버의 기능 및 서비스

IBS 통합서버 연동기초자료제공	IBS 통합시스템과 연동 → 조명, 공조, 방범 등의 서버 시스템이 위치인식 정보를 활용한 서비스 구현이 이루어지도록 인프라를 제공한다.
살사건 기기상태 정보수집 처리기능	빌딩 내 위치 정보 수집을 실시간으로 처리(대형 건물인 경우 필연해야 한다.)
멀티 클라이언트의 화면 및 정보 동기화 기능	하나의 단말에서 변경되는 정보(그래픽 치, 사용 정보, 구성 정보)는 PC의 재 부팅 없이 실시간으로 모든 단말에서 갱신되도록 Update
단말기 위치계산	개별 단말기 소지자나 단말기가 부착된 자산에 대해 현재 위치를 파악할 수 있 도록 일정 간격으로 위치를 계산하여 현황을 화면에 표시하며 이력 정보 보기 를 통하여 이동 경로를 파악
Battery 관리	개별단말기의 배터리 교체 시기를 알려 주므로, 시스템의 원활한 운영이 가능 하도록 한다.
관리항목등록	위치인식을 할 대상 정보를 등록하는 기능
도면 등록	건물의 층 도면 및 전층 도면을 등록 하여 위치 표시를 도면상에서 표현 하도록 기초 도면을 설정, 입력하는 기능이다.

5. 결론

본 논문은 실내에서의 무선 RF 신호를 이용한 이동 객체의 위치 인식 및 이를 이용한 통합 시스템 응용 서버를 개발하는 것이다. 무선 위치 인식 시스템은 송신 단말기, 정보처리 기지국, Master Controller, 위치 인식 서버, DB 서버로 구성되었으며 사용 주파수는 447MHz 대의 RF 신호를 이용하였다. 그러나 RF 신호, 특히 실내에서의 RF 특성은 주위 환경에 따라 민감하게 반응하여 일반 사무 공간과 같은 여러 장애물에 의한 감쇠, 반사, 흡수, 회절 등 많은 간섭을 받으므로 규칙적이고 정형화된 모델을 얻기가 매우 힘들기 때문에 위치 추정도 환경 변화의 의존도를 최대한 줄일 수 있도록 위치를 추정하는 추정 기법이 개발되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 실내 RF 특성을 고려하여 위치 추정 알고리즘을 제안, 실험하였으며 그 결과는 매우 만족스러운 것이었다. 실제로 30 층 건물에

5000 여 개의 단말기가 현재 운영이 되고 있으며 단말기 소지자의 위치를 기반으로 근태 관리, 방문자 관리, 보안 지역 설정, 그리고 빌딩 자동화 시스템과의 연동을 통한 조명, 공조 제어 등 많은 서비스를 제공하고 있고, 이는 현재 전 세계적으로 관심을 가지고 추진 중인 Ubiquitous 시스템의 실제 구축 사례라 볼 수 있다.

본 논문에서는 Ubiquitous 구현의 핵심 기술이라 할 수 있는 실내 이동 객체의 위치 추정 기술과 그 응용에 대하여 소개하였으며, 보다 향상된 시스템 및 응용 분야의 확대를 위하여 RF Module 및 기타 Hardware 의 소형화, 단말기의 지능화, 정보처리 기지국 및 Master Controller 의 성능 향상 등, 관련 분야의 많은 연구와 개발이 진행되어야 하겠다.

Acknowledgement

본 논문은 중소기업청 기술혁신개발사업 과제를 통하여 수행된 결과이며 과제를 수행하는데 도움을 주신 중소기업청 관계자에게 감사를 드립니다.

Reference

- [1] TELECOMMUNICATIONS REVIEW 제 10 권 6 호, 김 옥 외, 위치기반 무선 인터넷 서비스, 2000. 11~12 월
- [2] 30 대 품목 기술/시장 요약보고서, pp. 96~100
- [3] TELECOMMUNICATIONS REVIEW 제 9 권 1 호, 무선통신 시스템에서의 위치측정 방식의 성능 분석, 박성진 외, 1999. 1~2 월
- [4] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, J. Gibbons., "The Active Badge Location System," *ACM Transactions on Information System*, Vol. 40, No. 1, pp. 91~102, January 1992
- [5] R. Azuma, "Tracking Requirements for Augmented Reality,"

Communications of the ACM, Vol. 36, No. 7, pp. 50~51, July 1993

[6] S. Tekinary, "Wireless Geolocation System and Services," Special Issue of the *IEEE Communications Magazine*, April 1998

[7] T. D. Hodes, R. H. Katz, E. S. Schreiber, and L. Rowe, "Composable Ad Hoc *MobiCom '97 Proceedings*, pp. 1~12, September 1997

[8] Paramvir Bahl, Venkata N. Padmanabhan "User Location and Tracking in an In-Building Radio Network," Microsoft Corporation, February 1999

[9] H. Hashemi, "The Indoor Radio Propagation Channel," *Proceedings of the IEEE*, Vol.81, No.7, pages 943-968 July 1993

[10] S. O. Rice, "Mathematical analysis of Random Noise," *Bell Systems Technical Journal*, Vol.23, pp. 282-332, 1944, and vol.24, pp. 46-156, 1954

[11] S. Y. Seidl and T. S. Rapport, "914 MHz path loss prediction Model for Indoor Wireless Communications in Multi-floored building,

IEEE Transactions on Antennas and Propagation,

Vol.40, No.1, pp.207-217, February 1992

[12] T. Seidl, H. P. Kriegel, "Optimal Multi-Step k-Nearest Neighbor Search," Proc. ACM SIGMOD, 1998

[13] T. S. Rapport, *Wireless Communications - Principles and Practice*, IEEE Press, 1996