

Active RFID를 이용한 실내 무선 위치 인식 기반 스마트 센서 빌딩 구현에 관한 연구*

정창덕
고려대학교 과학기술대학 컴퓨터정보학과
(jcd1234@paran.com)

이 논문은 RFID를 이용한 무선 위치 인식 기술에 대한 것이다. 데이터의 RF 분석에 의한 수신된 신호의 강도로써 위치를 파악하고 위치 특성을 이해하는 실험을 하였다. 이 실험 시스템은 외부 환경 요인을 고려한 상태에서 5000대의 단말기를 이용하여 연구하였다. 이 위치 서비스는 특히 구매, 물류, 제조와 같은 일반산업, 자동조명/공조연동, 주차장 GATE 연동 서비스 등과 같은 많은 산업에서 이용될 것이다. 이 기술의 최적 솔루션은 일상생활의 지능형 정보가 필요하는 데이터의 저장과 접촉 비접촉에 토대를 둔 스마트 카드(전화카드, 은행카드..)등에도 이용될 것이다. 실내 위치 실험 방법은 서비스 및 추정된 위치 데이터를 이용한다. 이 연구의 결과는 아래와 같다. 첫째, Active RFID의 위치인식 시스템 설치 운영의 효율성과 둘째, 실내 무선위치 시스템의 추후 지능형 정보가 필요하는 여러 분야에서의 적용 가능성실험에 있다.

논문접수일 : 2006년 6월 게재확정일 : 2006년 9월 교신저자 : 정창덕

1. 서론

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

을 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 내에서의 같은 정밀한 위치 추적을 필요로 하는 대다수의 소비자들에게는 적절하지 못한 서비스임을 고려해 보았을 때, 실내에서 위치 추적이 가능한 서비스의 개발은 필수적이라 할 수 있겠다[1].

본 논문에서는 무선 RF 신호를 이용하여 실내

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

사무 환경에서 단말기의 위치를 추정하고 BAS (Basic Activity Subset)와 연동하는 시스템에 대하여 소개하고 이를 구현하기 위한 이동 객체의 위치 추정식을 이용하여 연구하였다. 이는 위치 인식을 통해 시스템에 연계된 모든 사물간 정보 교환 및 소프트웨어간의 위치에 따른 실시간 정보 처리와 계산이 가능하게 되어 추후 차세대 지능 정보 시스템의 관리, 운영에도 큰 도움이 되리라 사료된다.

2. 관련연구

기존에 사용되던 위치 추정 방법인 GPS(global positioning system)나 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[2]. 이러한 GPS나 휴대폰을 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 IR(IR Talk)을 이용한 시스템이 가장 일반적으로 사용되고 있다[3].

Active Badge System은 배지(badge)와 센서(sensor)가 있으며, 배지는 이동 객체에 부착되어 매10초 마다 각 각의 고유한 신호를 내보내는 특징이 있다[4]. 센서는 실내의 지정된 위치에 설치되어 배지가 발산하는 신호를 받아 들여 이동 객체를 찾아내고, 이를 위치 추적 software와 연계시

켜 이동 객체의 위치를 추정한다. 그러나 Active Badge System은 위치 정보를 수신하는데 있어서 몇 가지 단점을 지니고 있다. 첫째, IR이 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. Azuma가 제안한 시스템이 있으나 이 시스템 역시 Active Badge System과 비슷한 단점을 지니고 있다[5].

Microsoft의 RADAR 시스템이 많은 수의 고정 노드가 필요하지 않고 동일한 기반시설을 사용하는 장점이 있으나 위치인식대상도 WLAN을 사용해야 하는 점과 고정노드(AP)의 위치가 자주 바뀌는 시스템에는 적합치 않은 점 그 외에 spotON 시스템은 주위 노드들간에 상대위치를 구하고 base station으로부터 절대위치를 구하는 점, cricket 시스템은 MIT의 실내 위치 인식 시스템으로 대상의 실시간 위치 추적이 가능하다. 그리고 유비센서사는 UWB 기술을 이용한 실시간 위치인지 솔루션을 제공하고 있다. 거리 분해력이 매우 우수하며 신호의 이동시간을 정확히 추적할 수 있으나 유비센서의 개수는 최소 3개 이상 있어야 한다. 이밖에 적외선 레이더 및 GPS 센서 이용시 정확도를 높일 수 있으나 구현의 어려운 점, 적외선 및 레이저는 유리등의 투명물체 적용에 한계가 있고, 초음파는 0.1~10M 정도에서의 물체거리 측정, 충돌회피, 물체인식에 활용되나 비용상의 문제, VSN 시스템은 주변 영향으로 주어지는 호처리 지연 특성

을 극복해야 하는 점 등이 있다. 또한 실내에서는 AP를 활용해야 되는데 위치이동을 고려하여 성능 면에서 위치가 자주 이동시 처음에는 다소 좋지 않은 결과가 나왔으나 여러 번 보정한 결과 성능이 점차 개선됨을 발견할 수 있었다. 최근에 몇몇 위치 추정 시스템은 실내의 넓은 지역에서 사용되도록 많은 연구와 시도가 거듭되고 있다. 기존에 사용되던 실외용 시스템인 AOA(Angle Of Arrival) 방식과 TODA(Time Difference Of Arrival) 방식을 실내에서 사용할 수 있도록 발전시키는 움직임도 있다. 그러나 이들 시스템 역시 운영되는 범위에 대한 한계성을 극복하지 못한다는 단점을 지니고 있다.

Daedalus project는 정밀하지 못한 이동 객체의 위치 추정 시스템을 발전시킨 모델이다. 이 시스템에서 정의된 기지국은 증폭된 비콘의 물리적인 좌표를 수신하여 위치를 판단하게 되는데, 이 경우 모발일 호스트로부터 전송된 정보를 받아들이는 기지국은 이동 객체의 위치를 판단하는 것이 아니라, 정보를 받아들이는 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.

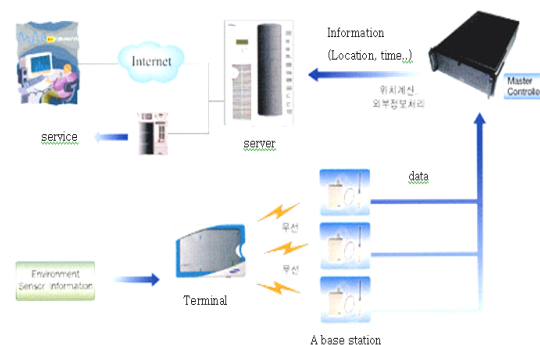
지금까지 살펴본 실내에서의 위치 추정 시스템은 나름대로의 장점과 단점을 지니고 있다. 단점으로 지적된 부분들에 대한 보완책으로 나온 것이 바로 RF를 이용한 시스템이다. RF 네트워크는 기존 방식 중 하나인 IR 네트워크에서의 범위, 규모, 배치, 그리고 유지 보수 등에 비해서 뛰어난 성능을 보이고 있다. 특히 속도가 향상되면서 이동 객체에

대한 정보를 더욱 신속하게 수신하고, 광범위한 규모의 사무실이나 학교, 집 등과 같은 실내에서 사용할 수 있는 조건을 갖추고 있다. 이전 연구에서는 객체에 대한 정보를 신속히 수신하며 무선 환경하의 실내위치정보를 신속히 측정할 연구가 없었다. 본 논문에서는 Active RFID를 사용하여 위치를 추적 하였는데 기존에 사용하였던 다른 위치 추적 방법에 관한 연구보다 무선 환경의 위치인식에 있어서 신호에 따른 인식률이 높음을 보여준다.

3. 실내 위치 기반 정보 시스템

3.1 시스템 구조

[그림 1]은 창와텍(주)에서 개발한 실내 위치 기반 정보 시스템의 구조도로서 이는 송신 단말기, 정보처리 기지국(base station, BS), Master Controller, 위치 인식 서버, 데이터 베이스 서버로 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.



[Fig. 1] Architecture of indoor wireless system

개발된 송신 단말기는 일반 근무자가 휴대하고 다니며 무선 신호를 송신하도록 설계되었으며, 저 전력 소모를 이루고자 RF 모듈을 자체 개발, 제작하였다. 단말기는 RF 모듈, 메인 보드, 케이스, 배터리로 구성되며, 케이스는 일반 회사의 사원증을 삽입할 수 있는 구조로 설계되었다. 송신 단말기의 CPU는 ATMEL사의 Attiny12V로 송신 단말기의 고유 정보 저장과, Ball Sensor, Reset S/W, LowBatt Sensor에 의한 신호를 처리한다. Ball Sensor는 움직임을 감지하여 인터럽트를 발생시키며, 리셋 S/W(emergency button)는 송신 단말기의 초기화에 대한 Interrupt를 발생시킨다. LowBatt Sensor는 Battery에 대한 상태를 검출하는 것으로 저 전압에 대한 감지의 역할을 한다. RF 모듈과 안테나에서는 CPU 프로세서에 의한 정보들을 무선 신호로 변환하여 송신하게 되며 표 1에 송신 단말기의 사양을 나타내었다. 송신 단말기로부터 전송된 정보는 각각의 정보처리 기지국(BS)에서 수신이 되고, 이러한 정보들은 위치를 추정하게 되는 기본 Data가 된다.

<Table 1> Platform summary

항 목	내 용
Current Consumption	10mA
Power	3Volts Lithium Cell Battery
Radio Frequency	447.675MHz
Output power	0.5mW(-4dBm ~ -6dBm)
modem	FSK(FM)
Data rate	1200bps
channel	1ch
Transmit type	Half duplex(TX)
Antenna	type : Helical Antenna length : 41mm
CPU	ATtiny12V
RF Module	Current consumption : 7mA
Exterior	size : 91.4 × 57.3 × 10.8(mm) material : Ploy Carbonate weight : 39.5g

BS에서는 수신된 송신 단말기 Data와 이때의 전계 강도를 계산하여 일정 주기로 Master controller에 송신한다. Master Controller에서는 각각의 BS로부터 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 RF 신호의 수신강도를 이용하는 것이다. 그러나 RF 신호의 자유 공간에서의 감쇠, 매개 물질에 의한 흡수, 장애물에 의한 반사 및 회절 등은 방향을 변화시키고, 전계강도를 감쇠시킨다. 본 절에서는 창와텍(주)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 모델 식의 형태는 다음과 같다[8].

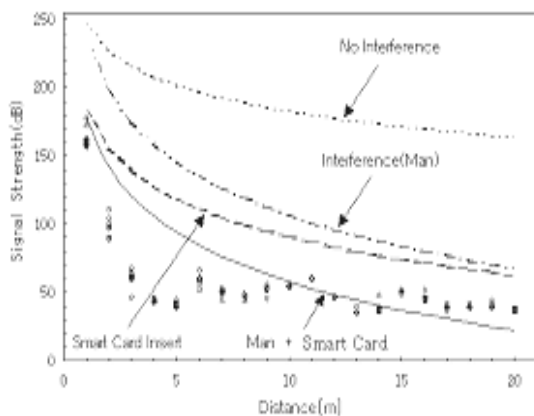
$$P = P_0 - 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right) \quad (1)$$

위 수식에서 P 는 Signal Strength, d_0 는 송신거리, P_0 는 d_0 의 거리에서의 P 를 의미하며 n 은 상수이다.

비장애물 실험의 기본적 조건은 송신 단말기와 기지국(BS)사이, 그리고 송수신기 주위에 송수신시 전파 특성에 영향을 미칠 수 있는 장애물이 존재하지 않는 상태를 말한다[9]. 비장애물 실험 장소는 경기도 이천에 위치한 전파연구소 이천분소

에서 행해졌으며 실험 환경은 전파가 반사되지 않고 투과되는 FRP 소재로 이루어진 공간이다. 5개의 송신 단말기를 이용하여 위치를 변화시키며 신호를 송신하여 결과를 얻었다.

장애물 실험은 송신 단말기에 스마트 카드가 삽입된 경우, 송수신기 사이의 사람에 의한 영향이 존재하는 경우에 대한 실험이다. 스마트 카드 내에 있는 스마트 카드에 대한 영향 정도를 측정하는 실험이며 [그림 2]에서 보이는 바와 같이 스마트 카드의 영향으로 비장애물 실험인 경우보다 24%(=63) 정도의 감쇠한 184, 경사도의 증가를(9.3) 보이는데, 스마트 카드 삽입에 따른 감쇠현상이 더 커짐을 알 수 있다. 본 실험의 결과로 장애물이라는 인식을 하지 않았던 스마트 카드에 대한 신호 세기의 영향이 상당히 큰 감쇠현상으로 중요한 의미를 갖는다. 다음으로 신호 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 0도이며 송신 단말기와 장애물 사이의 거리는 각각 15cm이며 1m 간격으로 20m의 거리까지의 Signal Strength를 측정하였다.



[Fig. 2] Effect of RF signal strength

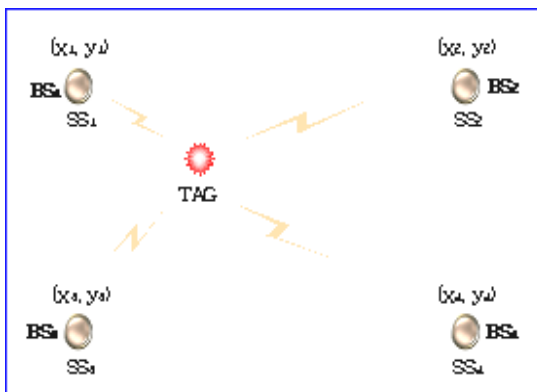
[그림 2]에서 점이 나타내는 것은 송수신기 사이의 사람에 의한 영향이 존재하는 경우에 대한 실험이다. 그리고 선이 나타나는 것은 스마트 카드 내에 있는 스마트 카드에 대한 영향 정도를 측정하는 실험으로 서로 다른 점은 선으로 표시된 스마트 카드에 대한 신호 세기의 영향이 상당히 큰 감쇠현상으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

[그림 2]에서 점은 각 장애물에 따른 사람의 영향 실험치를 나타내며 선은 이런 장애물과 비장애물을 고려하여 다수 실험을 통해 스마트카드의 상태를 신호세기에 따라 선으로 연결해 표시한 것이다. 또한 장애물의 영향이 비장애물 실험보다 10정도 감쇠하여 상수로는 5.2정도 증가되었으며 장애물에 의한 영향으로 신호 세기는 거리에 따른 감쇠현상이 더 커짐을 알 수 있다. 즉 이는 중간매개체가 존재할 경우 신호세기에 영향을 주는 것으로 중요한 의미를 가질 수 있다. 왜냐하면 단순히 RF 스마트 카드와 장애물이 동시에 존재한 경우에 대한 실험 결과 역시 [그림 2]에서 볼 수 있으며, 특히 RF 신호 세기특성을 파악하기 위한 실험 결과는 시스템 운영에 기본이 되는 자료로서 반드시 필요한 결과이다[10]. 그러나 위의 결과들에서 볼 수 있듯이 송수신 거리에 따른 RF 신호 세기는 주위 환경에 따라 매우 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다. 더욱이, 일반 사무실에서의 결과는 동일한 거리에서 전파를 송신하더라도 주위 환경이나 기후, 인접한 장애물, 간섭 전파들에 의하여 각기 다른 신호 세기 값이 달라짐을 볼 수 있다. 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 신호 세기의 결과를 얻게 된다. 이러한 환경 영향에 의한 장애물실험은 시스템 운영 시 고려하

여야 할 것이 무엇인가를 보여주고 있다. 결국 실제 측정된 결과보다는 그 결과에 대한 추세반영 및 환경을 고려하여 시스템을 운영해야만 한다는 결론을 얻을 수 있다.

3.3 RF 신호를 이용한 송신단말기의 위치 추정분석

RF 신호 세기를 이용하여 송신태그의 위치를 추정하기 위해서는 거리에 따른 신호 세기의 감쇠가 항상 일정해야 한다는 전제가 있다[11]. 하지만 실제 RF 신호는 공간상에 존재하는 장애물과 습도, 기온 등의 환경 요인에 의해 많은 차이를 보이게 되며 신호 세기의 절대 값에 의존해서 송신태그의 위치를 추정하게 되면 환경의 변화에 따라 추정위치에 많은 에러를 포함하게 된다[12]. 이러한 단점을 극복하기 위해 거리-SS 감쇠 모델 식에 근한 방법이 아닌 이미 알고 있는 수신기의 위치와 각 수신기 별 신호 세기의 상대적인 크기를 이용하여 송신태그의 위치를 추정하는 방식을 소개한다.



[Fig. 3] Location estimation using signal strength

[그림 3]에서와 같은 상황을 가정하면, BS1에서의 수신강도가 가장 크고 BS4에서의 값이 가장 작

을 것이다. 신호를 송신한 단말기의 위치를 추정하기 위하여 각 수신기에서 수신한 신호를 SS_i 라 하고 각 수신기의 위치를 중심으로 수신된 Signal Strength를 x, y 성분으로 각각 x_iSS_i, y_iSS_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 다음과 같은 방법으로 송신 단말기의 위치 x, y 를 추정한다.

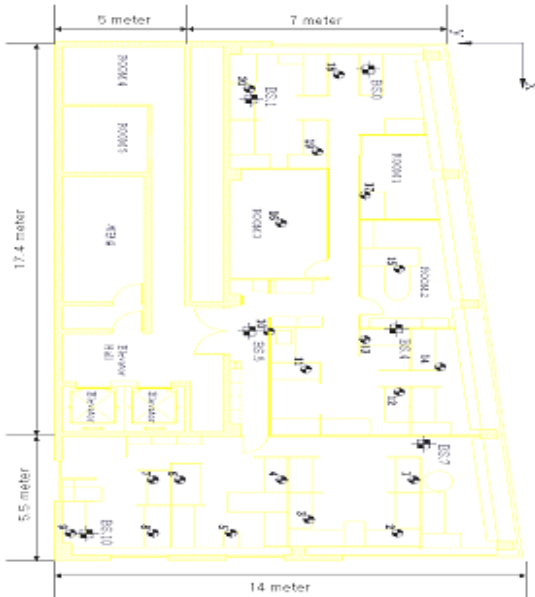
$$x = \frac{\sum x_i SS_i}{\sum SS_i} \quad y = \frac{\sum y_i SS_i}{\sum SS_i} \quad (2)$$

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 추정 식을 사용할 수 있는 근거는 우선 선형구간은 태그와 태그 사이이며 이런 가정하에 사용하였다. 다만 중간에 신호가 같은 매개물체가 들어갈 경우 신호세기에 영향을 주어 비선형적인 곡선이 되기도 한다. 따라서 수신세기에 따른 위치를 추정하는 경우 태그위치, 물질에 따라 신호가 약간 변해도 거리추정은 가능하고 추후 보정을 전제로 이 식을 사용할 수 있었으며, 계산 속도도 빠르고, 간단하며 본 시스템이 설치된 곳과 같이 30층 규모에 500여 개의 단말기를 사용하는 곳에 매우 효과적이거나 수신기간의 거리 및 설치 수량에 민감하게 영향을 받는 점도 고려되었다. 물론 이것은 거리가 아주 짧고 다수실험을 하여 보정을 전제로 한 구간이며 그 구간 이외에서는 선형화로 인한 오차가 발생하였으며 측정이 불가능하다는 점을 밝혀둔다. 따라서 이에 근거하여 다수의 실험을 통하여 실험마다 보정을 통해 오차분석을 수행하였다.

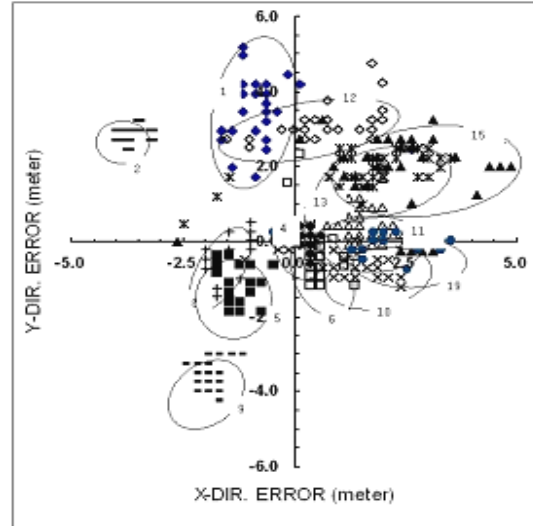
3.4 위치 추정 실험 및 결과

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



[Fig. 4] Experiment in indoor office room

[그림 5]는 사무실 각 위치에서의 추정 에러를 나타낸다. 추정 에러는 $\pm 6\text{m}$ 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.



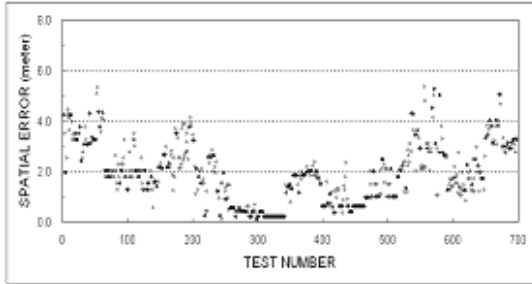
[Fig. 5] Estimate Bias in indoor office room

[그림 6]은 위치 추정 에러의 분포도를 나타낸 것이며 평균 추정 오차는 2.26m이고 표준 편차는 1.3m이다. 본 논문에서 제시한 방법의 성능을 살펴보기 위하여 송신 단말기 1~7이 위치한 14×5.5m 공간에 6개의 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 모델을 실험을 통하여 구하였으며 그 형태는 수식 (1)과 같다.

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

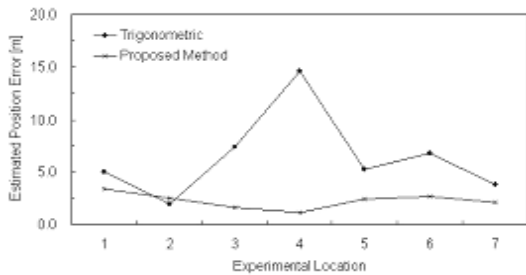
이와 같은 비교 실험을 통하여 본 논문에서 제안하는 위치 추정 방법은 효과적이고 보다 정확한 위치 추정 성능을 나타내는 것을 알 수 있으며 특히, 많은 단말기를 동시에 운영해야 하는 응용 분

야가 대부분인 경우를 감안하면 계산 속도 및 데이터 처리에 부하가 적게 걸리는 장점도 갖고 있다.



[Fig. 6] Result of Estimation position

[그림 7]은 추정 오차의 히스토그램을 나타낸 것이며 일반적인 회의실 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.



[Fig. 7] Compare of Estimated Position

4. 무선 위치 인식 서버

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[13]. 위치 인식 서버와 통합 서버는 TCP/IP를 이용해 연결되게 되며 위치 인식 서버에서 실시간으로 층/태그 ID 및 State/추정 위치 정보를 통합 서버에 전송하게 된다. 통합 서버에서는 전송된 데이터를 데이터 베이스 상에 저장하며 또한 Client의 Data Source로서의 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.



[Fig. 8] Main display of system

이 과정에서 통합 서버는 데이터 베이스 상에 태그의 이력 정보를 남기게 되며, 건물 내 타 시스템들과의 연동을 하게 된다. 통합 서버는 공조, 조명 시스템 등과 접속하여 태그 위치 정보에 기인하여 BAS와 연동을 하며 또한 실시간 데이터 수집을 통하여 인원 밀집 지역(식당 등)의 시간대별 통계치 등의 Data를 제공한다. [그림 8]은 전체 시스템의 메인 화면을 나타내며 <표 2>는 통합 서

버에서 제공하는 서비스 및 기능의 일부분을 정리한 것이다.

<Table 2> Server function and service

IBS server Data	IBS integrated system → supply the infra for service (lighting, security)
- Real-time Equipment - Gathering Data	Real-time processing of Location information with indoor office room
Display of Multi-client Terminal	Terminal update without PC rebooting
Terminal position	- Estimation of Location Position - Calculation of location Position - Display the Terminal
Charge/Recharge	Inform the Battery charge time
Item registration	Registration of objects
Diagram registration	- Setting the Diagram - Input the Diagram

5. 결론 및 추후연구

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[14].

본 논문에서는 이러한 실내 RF 특성을 고려하고 위치 추정식을 이용하여 연구, 실험하였으며 그

결과는 매우 만족스러운 것이었다. 실제로 30층 건물에 5000여 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 유비쿼터스 시스템의 실제 구축 사례라 볼 수 있다[15].

본 논문에서는 유비쿼터스 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 모듈 및 기타 하드웨어의 소형화, 단말기의 지능화, 정보처리 기지국 및 Master Controller의 성능 향상 등, 관련 분야의 많은 연구와 개발이 진행되어야 하겠다.

참고문헌

- [1] 김욱 외, “위치기반 무선 인터넷 서비스”, *Telecommunication Review*, 10권 6호, 2000.
- [2] 30대 품목 기술/시장요약 보고서, 96-100.
- [3] 박성진 외, “무선통신 시스템에서의 위치측정 방식의 성능 분석”, *Telecommunications Review*, 9권 1호, 1999.
- [4] Want, R., A. Hopper, V. Falcao, and J. Gibbons., “The Active Badge Location System”, *ACM Transactions on Information System*, Vol.40, No.1(January 1992), 91-102.
- [5] Azuma, R., “Tracking Requirements for Augmented Reality”, *Communications of the ACM*, Vol.36, No.7(July 1993), 50-51.
- [6] Tekinary, S., “Wireless Geolocation System and Services”, Special Issue of the *IEEE Communications Magazine*, (April

- 1998).
- [7] Hodes, T. D., R. H. Katz, E. S. Schreiber, and L. Rowe, "Composable Ad Hoc Mobi-Com '97 Proceedings", (September 1997), 1-12.
- [8] Paramvir Bahl, and Venkata N. Padmanabhan "User Location and Tracking in an In-Building Radio Network", Microsoft Corporation, February 1999.
- [9] Hashemi, H., "The Indoor Radio Propagation Channel", *Proceedings of the IEEE*, Vol.81, No.7(July 1993), 943-968.
- [10] Rice, "Mathematical analysis of Random Noise", *Bell Systems Technical Journal*, Vol.23(1944), 82-332 and Vol.24(1954), 46-156.
- [11] Seidl S. Y. and T. S. Rapport, "914 MHz Path Loss Prediction Model for Indoor Wireless Communications in Multi - Flooredbuilding", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol.40, No. 1(February 1992), 207-217.
- [12] Seidl, T. and H. P. Kriegel, "Optimal Multi - Step k - Nearest Neighbor Search", Proc. ACM SIGMOD, 1998.
- [13] Rapport, T. S., *Wireless Communications - Principles and Practice*, IEEE Press, 1996.

Abstract

A Study on Realization of System in Wireless Location Awareness Technology Using Ubiquitous Active RFID

Chang Duk Jung*

This paper is wireless location awareness technology using RFID. We investigate the Location of the received Signal strength reported by RF Analyses of the data are performed to understand the underlying features of location fingerprints. The system is performed factors the extreme environmental Emit signal, which consists of a unique 5000 Terminals. The Location Service have become very popular in many service industries, purchasing and distribution logistics, industry, manufacturing companies and a parking place. The Technically optimal Solution would be the storage of Intelligence information in the most common form of electronic data-carrying device in use in everyday life is the smart card based upon a contact field (telephone smart card, bank cards). The method of an indoor positioning experiment system is compared using measured Location data and a charge of service. The result of research showed the following: first, to check out the mechanism between benefit of system installation and operation of Active RFID. Second, it contributed on indoor wireless location intelligence system efficiency.

Key words : Active RFID, Smart Sensor, Wireless

* Department of Computer and Information Science, Korea University