

Wireless LAN 환경 하에서 Access Point의 RSSI 삼각측량 방식을 이용한 RTLS 설계

김수희⁰ 정인환
한성대학교 컴퓨터 공학과
(climax79⁰, ihjung)⁰@hansung.ac.kr

Design of RTLS using triangulation to the AP's RSSI in Wireless Local Network

Soohee Kim⁰ Inhwang Jung
Dept of Computer Engineering, Hansung University

요 약

사용자의 위치 기반 서비스는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 중요한 역할을 하고 있다. 위치 기반 서비스는 현재 사용자나 사물의 위치를 표시 해 주는 서비스이다. 이러한 위치 인식 기반 서비스는 GPS, ActiveBadge, Sensor 등과 같은 장비를 이용하여 위치를 인식 할 수 있다. 그러나 특허나 벤더에 따라 서로 다른 기술들을 사용하기 때문에 매우 노동 집약적이며 각 장비마다 가격이 고가이기 때문에 의미 있는 ROI를 이끌어 낼 수 없다. 비록 가격이 낮아져 의미 있는 ROI를 이끌어 내더라도 대부분의 위치 인식은 Zone-level 정도의 정확도를 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 급속히 보급되고 있는 IEEE 802.11 Wireless LAN 인프라를 활용하여 AP의 RSSI 정보를 이용하여 위치 인식을 한다. 또한, Zone-level에서 room-level로 기존의 위치 인식보다 좀 더 정밀하게 하기 위하여 삼각측량 알고리즘을 이용하여 설계하였다.

1. 서 론

사용자의 위치 기반 서비스는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 중요한 역할을 하고 있다. 위치 기반 서비스는 현재 사용자나 사물의 위치를 표시 해 주는 서비스이다. 예를 들어 현대적인 병원에서 환자의 위치가 실시간으로 알려진다면 비상 시 환자의 안전이 향상될 수 있다. 제멋대로 돌아다니는 알츠하이머 환자를 추적하는 대표적인 예라고 볼 수 있다. 또한, 미국 국토 보안국에 의해 주도되고 있는 정부/군에서의 VIP 위치 추적이나 석유 정제와 같은 분야에서의 비상 시 필드 엔지니어의 위치 추적 등이 있다. 이처럼 위치 기반 서비스는 현대 사회에서 다양한 서비스로 제공되고 있다.

위치 기반 서비스는 GPS, ActiveBadge, Sensor 등과 같은 장비를 이용하여 위치를 인식 할 수 있다. 그러나 특허나 벤더에 따라 서로 다른 기술들을 사용하기 때문에 매우 노동 집약적이며 각 장비마다 가격이 고가이기 때문에 의미 있는 ROI를 이끌어 낼 수 없다[1]. 비록 가격이 낮아져 의미 있는 ROI를 이끌어 내더라도 대부분의 위치 인식은 Zone-level의 정확도를 가지고 있다. Zone-level이란 위치 추적 대상이 있는 공간을 특정 지

역(건물의 층수, 특정 사무실 위치)으로 찾아주거나 표시하는 것을 말한다. 또한, 기존의 추적 방법은 새로운 장치를 착용하거나 프로세싱 하는데 많은 자원을 낭비하고 사용자 인증부분, 감지한 정보와 기존 컴퓨터와의 연계성 문제에 대한 부족한 점이 있다.[2]

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위하여 최근 급속히 보급되고 있는 IEEE 802.11 Wireless LAN 인프라를 활용하는 방법을 제안한다. 최근 무선을 이용한 데이터 전송방식은 가장 광범위한 통신 시장 영역으로 성장하였다. 예를 들어 스마트폰, PDA 그리고 랩탑과 같은 3G 네트워크 단말 장치들 대부분에 IP의 응용서비스를 제공하기 위하여 IP와 무선의 복합적 연구가 활발히 진행되고 있다. 올해는 WIBRO 상용화[3]로 인하여 초고속 무선 인터넷 도입으로 연구가 더욱 빨라지고 있다. 이러한 무선 서비스는 AP(Access Point)를 이용하여 통신을 하고 있으며 현재 각 기업 및 건물 등에 설치되어 있다. AP와 3G 네트워크 단말 장치간의 신호세기를 이용하여 삼각측량법에 의한 위치 인식은 기존의 Zone-level에서 Room-level까지 사용자 위치에 대한 정확도를 확보 할 수 있다. Room-level이란 3m X 3m 정도의 작은 공간을 대상으로 하는 경우를 말한다. RTLS(Real-Time Location System)의 경우는 GPS나 LBS와 같이 광범위한 위치 인식이 아닌 공장이나 사무

실, 병원과 같은 실내에서 실시간으로 위치를 추적하는 시스템으로 RSSI 삼각측량방식을 이용할 경우 Room-level까지 위치 인식이 가능하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 RSSI 삼각측량 방식을 이용한 RTLS를 설계하기 위한 관련연구를 기술한다. 3장에서는 RSSI 삼각측량 방식을 이용한 RTLS 설계에 대해 기술하며 마지막으로 결론 및 향후 연구 과제를 4장에서 기술한다.

2. 관련연구

2.1 위치 측정 기술의 종류

2.1.1 GPS(Global Positioning System)

GPS는 우리에게 가장 친숙하며 우리 생활 깊숙이 침투해 있는 기술이다. 위치 정보는 GPS 수신기로 3개 이상의 위성으로부터 정확한 시간과 거리를 측정하여 3개의 각각 다른 거리를 삼각 방법에 따라서 현 위치를 정확히 계산할 수 있다. 나침반과 달리 위성항법시스템은 위도·경도·고도의 위치뿐만 아니라 3차원의 속도정보와 함께 정확한 시간까지 얻을 수 있다. 위치 정확도는 군사용과 민간용에 따라 차이가 있으며, 민간용은 수평·수직 오차가 10~15m 정도이며 속도측정 정확도는 초당 3cm이다. 또한, 인공위성에는 3개의 원자시계가 탑재되어 있어 3만 6000년에 1초만의 오차를 갖는 시간 정보를 제공하고 있다. 인공위성을 이용한 항법시스템 GPS는 미국 국방성의 주도로 개발이 시작되었으며, 위성 그룹과 위성을 감시 제어하는 지상관제 그룹, 그리고 사용자 그룹으로 구성되어 있다. GPS는 현재 단순한 위치정보 제공에서부터 항공기·선박·자동차의 자동 항법 및 교통관제, 유조선의 충돌방지, 대형 토목공사의 정밀 측량, 지도제작 등 광범위한 분야에 응용되고 있으며, GPS 수신기는 개인 휴대용에서부터 위성 탑재용까지 다양하게 개발되어 있다.

2.1.2 LBS(Location Based Service)

위치 기반 서비스(LBS, Location Based Service)는 유선 및 무선 이동통신환경에서 휴대폰, PDA 등의 다양한 이동 컴퓨터 기기를 사용하여 사용자에게 위치에 기반한 정보를 제공하는 서비스를 의미한다. LBS는 서비스 방식에 따라 이동통신 기지국을 이용하는 셀 방식과 위성을 활용한 GPS 방식으로 나뉜다. 셀 방식은 전국에 분포되어 있는 기지국을 사용하기 때문에 일반적으로 대략 500~1500m의 오차로 위치 확인이 가능하다. 그러나 대부분의 인구밀집지역의 경우 수십 미터 간격으로 기지국이 세워져 있기 때문에 오차의 범위는 100m 이내로 줄어들게 된다. 셀 방식은 오차의 범위가 넓어 대략적 위치를 파악하지만

중계기 등을 이용해 건물 내 및 지하 등의 위치를 파악할 수 있다.

2.1.3 RTLS(Real Time Location System)

RTLS(Real Time Location System)은 실시간 위치 추적 시스템으로 위치 측정 기술 중 가장 좁은 영역에 적용되는 기술이다. 병원이나 학교와 같은 제한된 범위 내에서 위치를 측정하는 기술이다. 측정 기술은 RF, ActiveBadge, 무선센서 등 다양한 방법으로 측정이 가능하며 본 논문에서는 장비를 이용하지 않은 Wireless LAN 인프라 기반 AP와 3G 네트워크 장비 사이의 RSSI를 이용하여 측정한다.

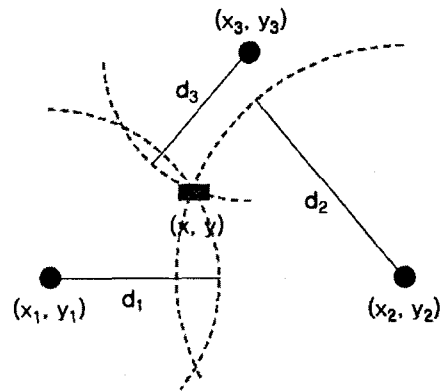
2.2 삼각측량법

삼각측량법은 기하학적인 방법으로 RTLS 시스템에서는 2차원 평면상에서 이동하는 개체의 실시간 위치를 추정하는데 가장 보편적으로 사용되는 방법이다. 2차원 평면상에서 이동하는 개체의 실시간 위치를 추정하기 위해서는 최소 3개 이상의 기준점이 필요하다. [그림 1]은 3개의 기준점으로부터 위치를 측정하기 위한 거리를 d_1, d_2, d_3 으로 표현하였다. 각 기준점으로부터 위치 측정을 위한 목표점까지의 거리는 피타고라스 정리에 의해 계산할 수 있다.

$$d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2$$

$$d_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2$$

$$d_3^2 = (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2$$



[그림 1] 기준점으로부터의 위치 측정까지의 거리

2.2.1 RSSI를 이용한 삼각측량법

수신 신호 세기(RSSI, Radio Signal Strength Information)[4]를 이용하는 경우 이동 개체로부터 기준점 사이의 거리는 Friis 공식을 통해 구할 수 있다.

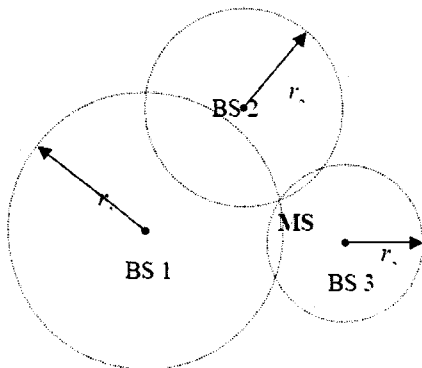
$$L = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) \text{ [dB]}$$

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \frac{c}{4\pi f} \cdot 10^{\frac{L}{20}}$$

λ 는 전파의 파장, c 는 전파의 속도, f 는 주파수, L 은 이동 개체가 송신한 신호의 전송 손실로 나타낸다. 송신한 신호의 전송 손실은 이동 개체의 신호 전송 세기와 기준점에서의 수신 신호의 세기의 차에 의해서 구해진다.

2.2.2 TDOA 정보를 이용한 삼각측량법

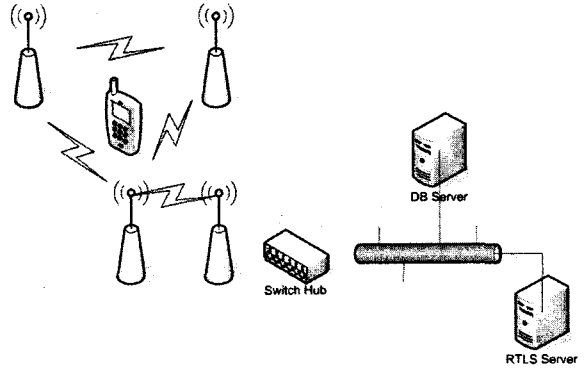
TDOA(Time Difference Of Arrival) 방식[5]은 항법을 위해 널리 사용되고 있는 시스템인 LORAN 이나 DECCA 에서 사용되고 있다. 사용 중인 TDOA 방식은 서로 다른 곳에서 송신한 신호의 도달 시간차를 이용하여 위치를 결정한다. 두 AP에서 거리 차가 일정한 곳, 즉 두 AP를 초점으로 하는 쌍곡선 위에 단말기가 위치하게 된다. [그림 2]와 같이 3개의 AP로부터 2개의 쌍곡선이 얻어지고 이 두 쌍곡선의 교점이 단말기의 위치가 된다. 물론, 도착 시간 정보를 이용하기 위해서는 이동 개체와 모든 기준점은 시간 측면에서 서로 동기화 되어야 한다.



[그림 2] TDOA 무선 측위 알고리즘 원리

3. 설 계

본 논문은 RSSI를 이용하여 삼각측량 방식을 이용한 사용자의 위치를 측정함으로써 RTLS를 제공한다. [그림 3]은 시스템 구성도를 나타낸다. DB Server는 사용자의 위치 및 사용자 정보를 저장하며, RTLS Server는 각 데이터를 수집하여 위치정보를 DB Server에 보내주게 된다.



[그림 3] 시스템 구성도

3.1 RTLS Server

RTLS Server는 실시간으로 위치 정보를 계산하여 DB Server에 전달하게 된다. 기본적으로 실시간 위치 측정을 하기 위한 실내 MAP 데이터와 각 AP의 위치 및 MAC 주소를 가지고 있어야 한다. 각 데이터는 Server에 파일로 저장되며 유동성을 위하여 다른 건물로 이동하였을 경우 데이터를 바꿀 수 있게 디자인 되어야 한다.

RTLS Server는 AP 및 Client를 통하여 초당 전파의 파장, 전파의 속도, 주파수, 이동 개체가 송신한 신호의 전송 손실 데이터를 받아 삼각측량 알고리즘에 의해 해당 Client 위치를 측정하게 된다. 측정된 위치는 실시간으로 DB Server로 전송되어 유지된다.

3.2 DB Server

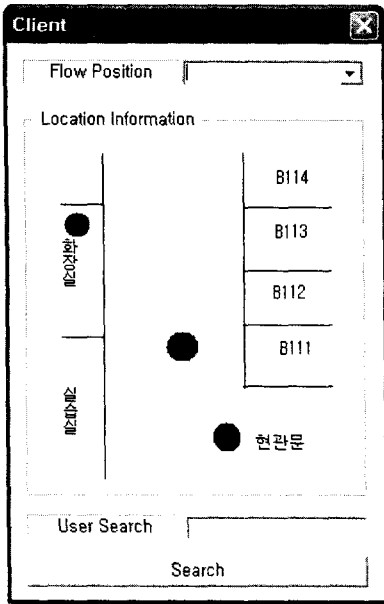
DB Server는 Client 정보 및 위치정보 등이 저장된다. Client 정보는 아이디, 비밀번호, 이름, MAC 주소, 아이피 주소, Server 접속 여부, 기타 필요한 정보 등이 저장된다. 위치 정보는 MAP 이미지 데이터, 층수별 이미지, 건물 데이터 및 Room-level에 의해서 3m X 3m 로 표시 되는 사용자의 위치를 저장한다.

3.3 Client Interface

Client는 Server의 접속방법이 두 가지로 나누어진다.

고정 아이피 일 경우 무선 인터넷이 접속 되면 자동으로 로그인 되어 Server에 접속한다. 유동 아이피일 경우 DHCP 서버에서 아이피를 할당 받기 때문에 아이디, 비밀번호, 서버주소를 이용하여 접속한다. 일단 Client가 접속되면 상태는 Active 상태로 바뀌면서 RTLS Server는 필요한 정보를 수집하여 위치 정보를 DB Server로 보낸다. Client Interface는 해당 위치 정보를 DB Server를 통하여 실시간으로 전송받게 된다. 전송 받은 정보는 MAP Viewer에 뿌려진다.

[그림 4]는 Client Interface를 보여준다. 건물은 일반적으로 층별로 되어 있기 때문에 모든 층별 위치 정보를 알 수 없다. 따라서 층 별 설정을 통한 위치 정보를 Location Information에 뿌려지게 된다. 위치 정보에서 빨간 점은 현재 Client 위치를 나타내며 검은 점은 다른 Client 위치를 나타낸다. 위치에 마우스 커서나 스타일러스 펜을 가져 갈 경우 해당 Client의 정보가 나타난다. 또한 다른 Client 위치를 알고 싶을 경우 Search 기능을 통하여 위치 정보를 알 수 있다.



[그림 4] Client Interface

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 RTLS를 무선망의 AP RSSI를 이용하여 삼각측량 알고리즘을 통해 위치를 측정하였다. 기존의 추가 장비 없이 AP를 이용한 위치 인식이 가능하며 Zone-level이 아닌 Room-level까지 위치가 측정된다.

향후 연구는 설계한 AP의 RSSI 삼각측량법 방식을 이용한 RTLS 구현 및 보완모듈을 추가하여 안전성과 범용성, 상용성을 가질 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Geier, J.; Bell, R, "RTLS: An Eye on the Future Install a real-time location system for total supply chain visibility-and an ROI measured in months" 2001
- [2] Frost & Sullivan, "'Movers & Shakers Interview with Antti Korhonen, President & CEO, Ekahau,'" <http://www.frost.com/prod/servlet/exec-brief-movers-feature.pag?mode=open&sid=51598884>
- [3] 우택상, "WiBro(휴대인터넷)시장에 대한 연구" 고려대학교 학위논문, 2005
- [4] 남보은, "RSSI 값의 변화율에 따른 이동단말의 위치 추정에 관한 연구" 경희대학교 학위논문, 2000
- [5] 장재석, "CDMA 환경하에서의 TDOA 방식을 이용한 무선측위 시스템 개발에 관한 연구" 성균관대학교 학위논문, 1999