

선박 내부 위치 측위를 위한 시스템 설계

박진관*, 정민아*, 윤석호**, 이성로°

System Design for Location Determination Inside the Ship

Jin-gwan Park*, Min A Jung*, Seokho Yoon**, Seong Ro Lee°

요 약

본 논문은 GPS 신호를 수신할 수 없는 대형선박의 내부에서 현재 위치를 정확하게 측정하기 위해서, GPS 신호를 대신하여 선박내부에 설치되어 있는 Wireless AP (Access Point)에서 발신되는 RSSI (Received signal strength indication)를 이용하였다. 선박내부에서 수신되는 RSSI 신호 중 신호세기가 가장 강한 3곳의 AP에서 발신되는 RSSI를 Friis 공식을 통해 거리로 환산 후, 삼각측량법을 통해 위치로 변환하였다. 그리고 AP에서 발신되는 신호에는 노이즈가 발생되기 때문에 신호세기가 불규칙하게 변함으로써 정확한 위치를 얻기 힘들다. 그래서 칼만필터를 통해 실시간으로 위치를 보정하고, 보정된 위치는 서버 DB에 저장된다.

Key Words : LBS, AP, RSSI, Triangulation, Kalman filter, WLAN

ABSTRACT

In this paper, we present a system design for location determination inside the ship. Since the GPS signal can not be received in the interior of the large vessel, we use the vessel wireless AP (Access Point) RSSI (received signal strength indication) to accurately measure the position. We convert the RSSI for the 3 AP's into distance through the Friis formula and get the location through triangulation. The signal strength varies irregularly due to noise making it difficult to obtain the exact location. Thus Kalman filter is used to real-time position correction, that is store in a server database.

I. 서 론

현재 해상을 운송하는 선박이 점차 대형화 되고 있는 추세이다. 해상운송을 하는 대형 컨테이너선과 유조선 그리고 여객만을 수송하는 호화객선 (크루즈선) 처럼 대형화된 선박에서 선원과 승객의 위치를 측정하기 위해 현재 육지에서 사용되고 있는 실시간 위치추적 서비스 (RTLS, Real-Time Locating Service(System))가 필요한 시점이 도래하고 있다.

위치 기반 서비스 (Location Based Service:LBS)에서 측위 기술은 핵심 기반 기술로 현재 위성 항법 시스템 (GPS)이 그 중심을 차지하고 있지만, GPS 신호가 닿지 않는 건물 내부, 선박 내부와 같은 음영지역에서는 GPS신호를 사용하지 않는 새로운 방식의 측위 기술이 요구 되고 있다. 현재에는 WLAN (Wireless Local Area Network)을 이용한 측위 방식이 실내 측위 시스템에서 가장 적합한 기술로 각광을 받고 있다¹⁻³⁾. 그래서 IPS (Indoor Positioning

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구입(2009-0093828)
 ※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2012-H0301-12-1005)
 • 주저자 : 목포대학교 컴퓨터공학과, chrispj@mokpo.ac.kr, 학생회원
 ° 교신저자 : 목포대학교 정보전자공학과, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원
 * 목포대학교 컴퓨터공학과, majung@mokpo.ac.kr, 정회원
 ** 성균관대학교 정보통신공학부, syoon@skku.edu, 중신회원
 논문번호 : KICS2013-01-019, 접수일자 : 2013년 1월 14일, 최종논문접수일자 : 2012년 2월 19일

Service, 실내 위치추적 서비스)가 필요한데, 이 IPS 기술은 기존 이동통신망 기반의 위치 기반 서비스와 동일하게 사람 혹은 사물의 위치를 확인하거나 추적하는 것이지만, 주로 근거리 및 실내와 같은 제한된 공간에서의 위치확인 및 위치추적 서비스를 지칭하는데 사용된다. 위치추적을 위해서 사용되는 기법은 LBS에서 사용되었던 기법들, 즉 Cell-ID, 삼각법, 핑거프린팅 (fingerprinting) 기법을 그대로 이용한다. 차이가 있다면, LBS에서는 코드분할다중접속 (CDMA)나 GSM같은 이동통신 기술을 이용하지만, RTLS에서는 Wi-Fi (IEEE 802.11b), Zigbee (IEEE 802.15.4), UWB, 블루투스 (Bluetooth), RFID 등과 같은 근거리 통신 기술을 이용한다⁴⁾. Cell-ID의 경우 기지국의 전파를 이용하여 위치를 측위하는 방식이므로 선박 내부에서는 기지국에서 발신하는 비콘신호를 수신할 수 없고, AP의 RSSI를 이용하는 핑거프린팅 방식은 삼각법에 비해 비교적 정확한 위치를 추정할 수 있지만 일정 간격마다 각 AP들의 RSSI를 수집하여 데이터베이스를 구축하여야 하고, 구축된 후 실내 내부의 변경이 생기면 수신신호의 세기가 일정하지 않을 뿐 아니라 수신 세기값의 변동이 커지기 때문에 다시 일정 간격마다 각 AP들의 RSSI를 수집하여야 하는 단점이 존재한다. 그리고 실내위치측위의 활용성을 높이기 위해 기존에 사용하는 안드로이드폰의 Wi-Fi를 이용하였다. Zigbee의 경우 전용 단말기가 필요하기 때문에 휴대성이 떨어지고 블루투스와 RFID는 수신거리가 짧아 실시간으로 실내위치측위를 할 수가 없고 UWB의 경우에는 Cell-ID방식과 마찬가지로 선박내부에서는 기지국의 신호를 수신할 수 없기에 사용할 수 없다. 이러한 이유 때문에 본 논문에서는 선박내부위치측위에 가장 적합한 AP의 RSSI과 삼각측량법을 이용하여 위치를 측정하고자 한다.

본 논문에서는, 안드로이드폰의 Wi-Fi를 이용하여 서버에 등록된 Wireless AP (Access Point)중에서 현재위치에서 신호세기가 가장 강한 3군대의 AP에서 발신되는 RSSI (Received signal strength indication)를 수신하고 각 Wireless AP의 (x, y) 위치를 서버 DB에서 검색한 후 Friis 공식을 이용해 거리로 환산하고 삼각측량법을 통해 위치를 측정하게 된다. 그리고 Wireless AP에서 수신되는 RSSI는 각각의 성능과 장애물에 따라 상당한 잡음이 발생하고 이로 인하여 RSSI값이 불규칙적으로 변하기 때문에 RSSI의 잡음을 걸러내기 위해 칼만필터를 적용하였다. 그리고 최종적으로 측정된 위치는 서버 DB에 저장된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 삼각측량 기술을 이용하여 위치측위를 하는 방식을 설명하고, III장에서는 RSSI를 이용한 실내 위치 측위시스템의 알고리즘 및 실험을 통한 성능을 비교 분석한다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

위치인식하기 위한 기본 원리에 따라 위치인식기술들을 구분하면 근접방식을 이용한 위치인식과, 삼각측량 기술을 이용하는 방법과 신호의 특성에 따른 장면분석 기술로 구분할 수 있다⁵⁾. 본 논문에서는 삼각측량 기술을 이용하는 대표적인 3가지 기술인 Cell-ID, GPS, WPS 에 대해 알아본다.

2.1. Cell-ID

2.1.1. Cell-ID 방식

이동사의 기지국마다 Cell ID가 존재하여 이용자가 속한 기지국의 Cell ID를 통해서 거리를 측정하는 방식이다. 기지국의 전파 coverage (Cell 반경)만큼 이 동시에 오차의 범위는 500~1500m로써 정확한 위치측위가 불가능하다. 하지만 대도시와 같은 경우 수십 미터 간격으로 기지국이 세워져 있기 때문에 오차의 범위가 100m 이내로 줄어들게 된다⁶⁾.

2.1.2. Enhanced Cell ID 방식

Cell ID방식에 기지국과 단말기간의 거리정보를 추가하여 정확도를 높인 측위 방식이다. GSM방식의 이동전화에서 사용되는 기술이며, 국내에서는 Signal Strength정보를 추가하여 좀 더 정확한 정보를 제공하고 있다.

2.1.3. 삼각법 (Triangulation)

다수 (보통 3개)의 기지국으로부터 위치를 받아 이를 통해 측위하는 방식이다. AOA, TOA, TDOA 등의 방식이 이에 속한다.

1) AOA (Angle of Arrival)

이용자의 단말기로부터 들어오는 전파의 도래각을 기지국에서 측정하여 위치측위하는 방식이다. 2개의 기지국만으로 위치를 판단할 수 있으나, 기지국마다 다각도의 전파를 수신할 수 있는 안테나가 필요하여 상용화가 힘든 측위법이다.

2) TOA (Time of Arrival)

단말기로부터 신호를 수신한 1개의 기지국을 중심으로 다른 두개의 기지국에서 수신한 신호와의 신호도달 시간을 이용하여 측위하는 방식이다. 단말기와 기지국 모두 절대적인 시간이 동기화 되어야 하여 역시 상용화가 힘든 측위법이다.

3) TDOA (Time Difference of Arrival)

이용자가 속한 기지국의 신호와 인접 기지국들로부터의 신호 도달 시간 차이를 이용하는 기술이다. TOA와 달리 기준시간은 필요없지만 AP간의 시간 동기화는 필요하며 기지국과 이용자사이에 중계기 등을 통하는 경우에는 값이 길게 잡혀 오차의 원인이 되기도 한다.

2.2. GPS (Global Positioning System)

GPS 수신기는 세 개 이상의 GPS 위성으로부터 송신된 신호를 수신하여 위성과 수신기의 위치를 결정한다. 위성에서 송신된 신호와 수신기에서 수신된 신호의 시간차를 측정하면 위성과 수신기 사이의 거리를 구할 수 있는데, 이때 송신된 신호에는 위성의 위치에 대한 정보가 들어 있다. 최소한 세 개의 위성과의 거리와 각 위성의 위치를 알게 되면 삼변측량에서와 같은 방법을 이용해 수신기의 위치를 계산할 수 있다^[7]. 그러나 시계가 완전히 정확하지 않기 때문에 오차를 보정하고자 보통 네 개 이상의 위성을 이용해 위치를 결정한다.

2.3. WPS (WiFi Positioning System)

와이파이 기반 위치 획득 체계 (Wi-Fi-based positioning system, 이하 WPS)는 실내와 같이 GPS를 통한 위치 획득이 어려운 환경에서 사용되기 위해 고안된 위치 획득 체계이다. WPS는 도심지의 무선 액세스 포인트 수 증가와 발맞추어 발전하기 시작하였다. WPS를 사용하는 단말기로부터 데이터를 수신하여, 무선 액세스 포인트 위치 정보를 갱신한다. 무선 액세스 포인트를 이용한 위치 획득은 수신된 신호의 강도 (Received Signal Strength, RSS) 측정과 지문대조 (fingerprinting)기술에 기반하고 있다. 획득된 위치 정보의 정확도는 데이터베이스에 입력된 무선 액세스 포인트 수에 의존적이다. 때때로 발생하는 신호의 요동 현상으로 인해 위치 오차가 커지고 부정확할 수 있다. 수신된 신호의 요동을 최소화하기 위해 잡음을 걸러낼 수 있는 다양한 기술을 사용한다. IP기반 음성 통화 (VoIP) 사업자들에게 적용되는 새로운 법률과 규정들은 주어진 환경에서 액세스

포인트가 단말기의 위치를 확인하도록 강제하고 있는 추세이다^[8].

III. 제안 알고리즘 및 실험 결과

본 논문에서는 안드로이드 폰을 이용하여 Wireless AP에서 발신되는 RSSI를 이용하여 위치 측위를 한다. 선박내부 위치측위를 위한 실험 조건은 표 1과 같다.

표 1. 실험 조건
Table. 1. The experimental conditions

1. Android to receive WiFi signal
2. Installed inside the ship AP (x, y) coordinates and Mac Address
3. Is placed inside the vessel, the server Mac address of AP (x, y) coordinates are stored

표 1에서 각 AP의 Mac 주소는 안드로이드폰을 이용하여 직접 수신해서 서버DB에 저장하였고, 각 AP의 (x, y)좌표는 건물의 설계도면을 이용하여 얻어진 좌표값을 서버DB에 저장하였다. 저장된 (x, y)좌표 값과 Mac주소는 삼각측량법에서 쓰인다. 본 논문에서 제안하는 기법의 알고리즘은 다음과 같다.

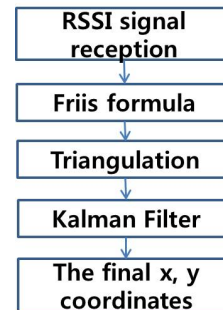


그림 1. 실내 위치측위를 위한 시스템 알고리즘
Fig. 1. System algorithm for indoor positioning

우선 AP에서 발신되는 RSSI 신호를 수신한 후, 수신된 신호가 가장 센 3군대의 AP의 Mac주소를 서버 DB에 저장된 AP의 Mac주소와 같은지 비교를 한다. 만약 수신되는 각 AP의 Mac 주소가 같다면 수신된 신호를 Friis 공식에 대입하여 거리로 환산한다. Friis 공식은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \frac{c}{4\pi f} \cdot 10^{\frac{L}{20}} \quad (1)$$

수신 신호 세기를 이용하는 경우 이동 개체로부터 기준점 사이의 거리는 식 (1)의 Friis 공식을 통하여 수신된 RSSI값을 거리로 환산할 수 있다.

여기서, c 는 전파속도이며, f 는 주파수, L 은 이동체가 송신한 신호의 전송 손실(RSSI)이다. 예를들어, 2.4Ghz 대역을 사용하는 AP와 RSSI가 60dB이고 전파속도가 3×10^8 [m/sec]라면, 현재 위치와 AP 두 지점 사이의 거리 d 는 식 (2)와 같은 값을 얻을 수 있다⁹⁾.

$$d = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 3.14 \times 2.4 \times 10^9} \cdot 10^{\frac{60}{20}} \quad (2)$$

$$\cong 0.01 \times 1000 = 10[m]$$

Friis 공식을 통해 환산된 거리는 삼각측량법을 통해 (x, y) 좌표로 변환된다. 본 논문에서 쓰일 삼각측량법은 그림 2과 식 (3)과 같다.

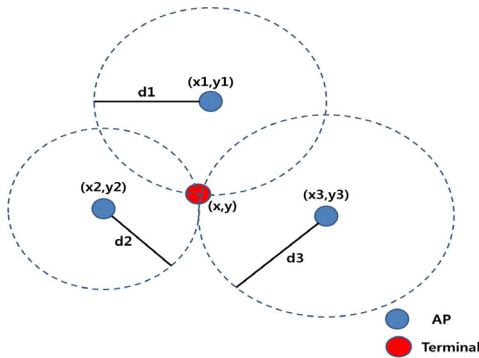


그림 2. 삼각측량법 도식
Fig. 2. Triangulation schematic

$$d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 \quad (3)$$

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

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

각 AP의 좌표를 (x1, y1), (x2, y2), (x3, y3) 이고, 현재 위치인 (x, y)로부터 각 AP까지의 거리는 d1, d2, d3 이다. d1, d2, d3 는 Friis공식을 통해 거리로 환산된 값을 대입하고, 각 AP의 (x, y) 좌표는 그림 3과 같이 서버DB에 저장되어 있는 값을 현재 위치에서 수신되는 RSSI 값이 가장 강한 3곳의 AP 좌표값을 대입하면 된다. 각 AP의 (x, y)좌표는 목포대학교 대외협력관 4층 복도의 설계도면의 축척을 이용하여 실제 거리와 대입한 결과 값을 서버 DB에 저장하였다.

+ Options							
		macid	rssi	locationX	locationY	locationname	
<input type="checkbox"/>			00:1f:45:20:c2:b0	-95	10	20	3층랩실
<input type="checkbox"/>			00:1f:45:38:9f:50	-52	380	90	4층복도1
<input type="checkbox"/>			06:30:0d:7f:14:e1	-44	230	110	4층복도2
<input type="checkbox"/>			00:1f:45:20:d2:d0	-34	155	80	4층복도3
<input type="checkbox"/>			00:30:0d:7e:90:e0	-88	12	20	3층 랩실
<input type="checkbox"/>			06:30:0d:7e:90:e1	-88	12	32	3층랩실

그림 3. 서버 DB에 저장된 AP의 Mac주소와 (x,y)좌표
Fig. 3. AP's Mac address, and (x, y) coordinates stored in the server DB

현재 측정하는 위치인 (x, y)좌표값은 식 (3)의 피타고라스 정리에 의해 계산될 수 있다. 피타고라스 정리를 통하여 구한 (x, y)좌표는 RSSI의 노이즈값까지 포함되어 있기 때문에 처음 위치를 측정할 위치에 정지하고 있어도 (x, y)좌표는 심하게 값이 변하게 된다. 이러한 노이즈를 감소시키기 위한 방법으로는 여러 가지 방법이 존재 하지만 가중치 평균을 통한 필터링과 칼만필터를 통한 필터링의 비교하여 보다 노이즈에 강건한 필터인 칼만필터를 선택하였다.

$$x = (x_0 \times 0.45) + (x_1 \times 0.25) \quad (4)$$

$$+ \sum_{i=2}^4 x_i \times (0.2 - i \times 0.05)$$

가중치평균을 통한 필터링은 식 (4)와 같이 최근 과거 5개의 값을 사용하고 각각 가중치를 부여하여 평균을 구하는 것이다. 최근 수집된 값일수록 높은 가중치를 두고 이전에 수집된 값일수록 낮은 가중치를 두는 것이다¹⁰⁾.

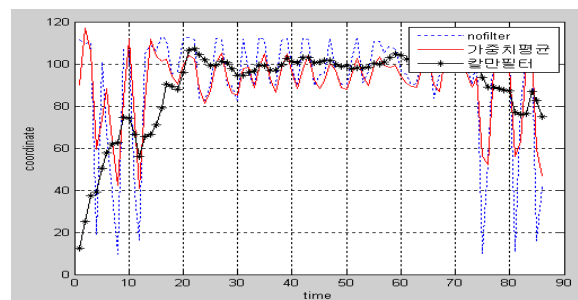


그림 4. 칼만필터와 가중치평균을 통한 필터링 비교
Fig. 4. comparisons of Kalman filter and a weighted average

그림 4에서 보여지는 것과 같이 칼만필터가 가중치

평균을 통한 필터에 비해 매우 안정적인 값을 보여주어 칼만필터가 보다 노이즈에 강건하다는 것을 알 수 있다. 이렇게 노이즈에 강건한 칼만필터는 선형 시스템에서 현재 사용되는 필터 중 가장 뛰어난 성능을 보여주는 필터로써 실시간으로 상태를 추정하는 효율적인 재귀 추정기(Recursive Estimator)이다. 일반적으로 시간에 따른 변화를 예측하고 잡음으로부터 신호를 찾아내기 위해 사용된다^[11]. 칼만필터는 노이즈가 존재하는 센서 측정값으로부터 노이즈가 제거된 정확한 값을 확실적인 추정을 해내는 데에 널리 사용되는 방법이고, estimated error covariance를 최소화한다는 의미에서 최적화라고 말할 수 있으며, “predict”와 “correct” estimator 루틴을 수행하는 수학적 식들의 집합이다. 최소자승법(Least Square)의 개념을 바탕으로 이전의 측정 데이터와 새로운 측정 데이터를 사용하여 데이터에 포함된 노이즈를 제거하여 새로운 결과를 estimate 하는 알고리즘이다. 여기서 필터링 측정 데이터에 포함된 불확실성(noise)을 필터링하는 것으로 노이즈를 동반한 측정데이터에서 원하는 신호를 골라내는 알고리즘으로 보면 된다. 확실적인 추정이라는 것은 노이즈를 정규 분포(가우시안 분포)를 가지는 것으로 가정하기 때문이다. 이것이 칼만필터의 장점이자 단점으로 가우시안 분포로 가정하면 평균과 분산으로 그 특성이 완벽하게 표현이 가능하다.

$$\begin{aligned}
 x_k &= Ax_{k-1} + Bu_k + w_{k-1} & (5) \\
 z_k &= Hx_k + v_k \\
 p(w) &\sim N(0, Q) \\
 p(v) &\sim N(0, R)
 \end{aligned}$$

- x_k : k시간에서의 시스템의 상태
- x_{k-1} : k-1시간에서의 시스템의 상태
- w_{k-1} : k-1시간에서의 process noise
- v_k : k시간에서의 measurement noise
- A, B, H : 시스템 매트릭스
- Q : process noise covariance
- R : measurement noise covariance

식 (5)는 칼만필터의 기본식이다. 여기서 x_k는 k 시간에서의 시스템의 상태를 나타내는 벡터이다. 이 값은 직접적으로 측정할 수 없다. 다만 측정 잡음(v_k, measurement noise)이 포함된 z_k 값(센서에서 읽어들이는 값)으로 측정된다. 한편, 칼만필터를 적용하기 위해서는 적용하려는 대상의 모델이 필요하며 이 모델의 정확도가 중요하다. 이런 모델의 부정확

도를 process noise (w_k) 라 한다. 이 process와 measurement noise가 평균이 0인 가우시안 분포를 이루며 이때의 covariance가 각각 Q와 R인 정규 분포를 띤다고 가정하면, 노이즈는 Q와 R을 통해서 표현된다^[12].

칼만필터에 삼각측량을 통해 생성된 (x, y)값을 최소 9번 적재하여야 노이즈를 감소한 값을 얻을 수 있다.

우선 정지한 상태에서 RSSI를 총 100번 수신하여 삼각측량법을 통해 생성된 x, y 각각의 값을 그래프로 표현한 결과는 그림 5과 같다.

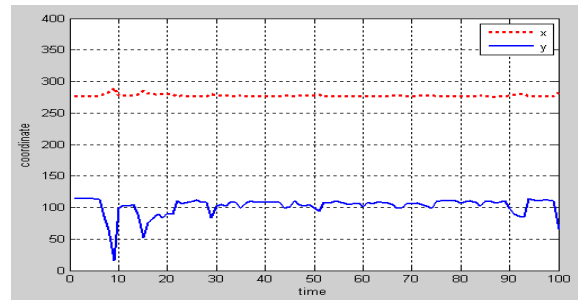


그림 5. 칼만필터 적용 전 시간대별 x, y 값
Fig. 5. Timephased x, y values before Kalman filter applies

그림 5에서 보면 제자리에서 RSSI 신호를 수신하는 상태임에도 불구하고 y의 값이 매우 불규칙함을 알 수 있다. 다음은 칼만필터를 적용한 각각의 x, y의 값을 그래프로 표현하였다.

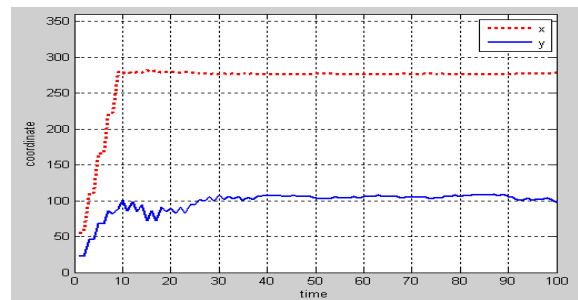


그림 6. 칼만필터 적용 후 시간대별 x, y 값
Fig. 6. Timephased x, y values after Kalman filter applies

그림 6에서 보면 처음 9번까지는 가중치평균을 계산하기위해 신호 값을 적재하는 과정이고 9번 이후에는 칼만필터를 적용하지 않은 그래프와 비교해 봤을 때 매우 안정적임을 그림 7을 통해 보면 알 수 있다.

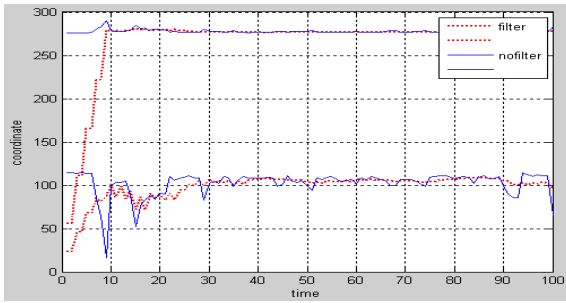


그림 7. 칼만필터 적용 전과 후의 x, y 값 비교
Fig. 7. Comparison of Kalman filter applies before and after the x, y values

실제 구현될 실내의 지도상의 좌표에서 현재위치인 (x, y)좌표를 x, y 평면상에서 표현하면 다음과 같다.

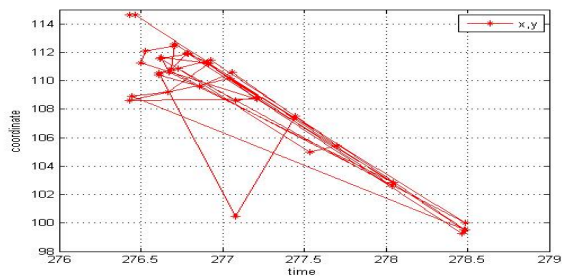


그림 8. 칼만필터 적용 전의 평면상의 (x,y)좌표
Fig. 8. On the plane (x, y) coordinates before Kalman filter applies

그림 8은 DB에 등록된 3개 이상의 AP가 측정되는 위치에서 삼각측량법을 통해 얻어진 (x, y)좌표를 기록한 것이다. 좌표의 기록은 이동하지 않고 제자리에서 총 100번의 측정으로 얻어진 것이다. 그림 8에서 보여지는 것과 같이 정지해있는 상태임에도 불구하고 현재위치인 (x, y)값의 변화폭이 눈에 띄게 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이 (x, y) 좌표 값을 실내측위에 쓰이게 된다면 정확한 현재 위치를 측정하기란 어려운 일이 될 것이다.

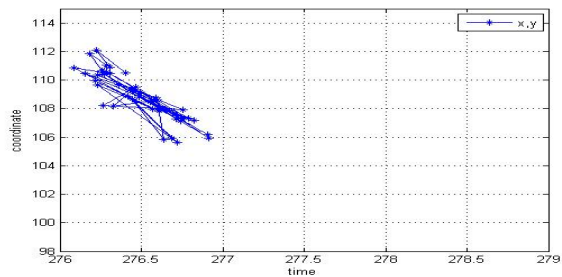


그림 9. 칼만필터 적용 후의 평면상의 (x,y)좌표
Fig. 9. On the plane (x, y) coordinates after Kalman filter applies

그림 9에서 보여지는 것과 같이 칼만필터를 적용시

킨 후의 (x, y)좌표의 변화폭이 그림 8과 비교하여 확연히 줄어든 것을 확인할 수 있다. 이렇게 구해진 (x, y)좌표를 실제 건물 내부 지도에 구현한 결과는 다음과 같다.

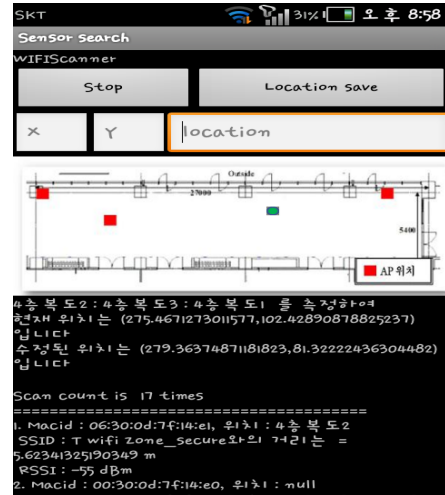


그림 10. 안드로이드폰을 이용한 실내 위치측정 구현
Fig. 10. Implementation measure indoor positioning using an Android phone

그림 10은 목포대학교 대외협력관 4층 복도의 설계도면을 가지고 실험을 한 것이다. 각각의 AP는 서버 DB에 저장되어있고 현재 그림 8에서 보여지는 위치의 AP (x, y)좌표는 그림 3에 나타나 있다. 그림 10에서 보는바와 같이 복도에 설치된 3개의 AP를 통해 현재위치를 측정할 수 있다. 안드로이드폰을 통해 측정된 현재 위치는 녹색점으로 표현된다.

+ Options				
	phonenum	time	locationX	locationY
<input type="checkbox"/>	01038394306	2013-01-07 14:48:14	276.3368802634343	113.35240173148122
<input type="checkbox"/>	01036419796	2013-01-07 14:48:13	271.58361959807485	103.65818622734994
<input type="checkbox"/>	01038394306	2013-01-07 14:48:04	276.4581050593324	113.21578566369108
<input type="checkbox"/>	01036419796	2013-01-07 14:48:03	272.406240718205	105.90828076694943
<input type="checkbox"/>	01038394306	2013-01-07 14:47:54	221.21594155061797	90.34738112107027
<input type="checkbox"/>	01036419796	2013-01-07 14:47:53	110.0463491290774	43.70482505740361
<input type="checkbox"/>	01038394306	2013-01-07 14:47:44	55.52700728451147	22.628366344814193
<input type="checkbox"/>	01036419796	2013-01-07 14:48:23	270.97250168203294	102.10116975055159
<input type="checkbox"/>	01038394306	2013-01-07 14:48:24	276.2458450704606	113.84962274485343
<input type="checkbox"/>	01036419796	2013-01-07 14:48:33	270.4957758569973	100.8581021124231
<input type="checkbox"/>	01038394306	2013-01-07 14:48:34	276.3031514986636	113.44643621162221
<input type="checkbox"/>	01036419796	2013-01-07 14:48:43	272.62569760678866	106.36241538648181
<input type="checkbox"/>	01038394306	2013-01-07 14:48:44	276.29902536552845	112.98914689547377

그림 11. 서버 DB에 저장되는 현재 위치
Fig. 11. Current location stored in the server DB

그림 11은 측정이 시작되는 시점부터 매 10초마다 서버 DB에 사용자의 휴대폰번호와 측정된 시간 그리고 현재 위치를 서버 DB에 저장한 그림이다. 이 자료를 통해 관리자는 실내에서 이동하는 사용자들의 위치를 실시간으로 파악할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 GPS 신호를 수신할 수 없는 선박 내부에서 위치를 정확하게 측정하기 위해서 선박내부에 설치된 AP를 이용한 실시간 위치측위 기술을 제안하였다. 실내의 정확한 위치를 추정하기 위해 실내에 설치된 각 AP의 (x, y)좌표와 Mac 주소를 서버 DB에 저장하여, 현재 위치에서 RSSI를 수신할 때 신호세기 가장 강한 3곳의 AP Mac주소를 얻고, 서버 DB를 검색하여 Mac주소가 일치하는 AP들의 RSSI만을 거리로 환산하였다. 그리고 RSSI 신호에서 발생하는 노이즈를 감소시키기 위하여 칼만필터를 적용시켜 노이즈로부터 발생하는 현재 위치의 오차를 줄여 좀 더 정확하게 현재 위치를 사용자에게 알려줄 수 있다. 그리고 매 10초마다 현재 측정되는 곳의 (x, y)좌표와 사용자의 휴대폰 번호가 서버 DB로 저장되기 때문에, 선박내부에서 선원과 승객의 위치를 실시간으로 파악할 수 있으므로, 불의의 사고나 위기상황 속에서 선원과 승객의 위치를 파악함으로써 신속하게 대처할 수 있다. 실험 결과 본 논문에서 제안한 알고리즘이 실제 선박내부에서의 위치측위에 효과적으로 적용이 가능할 것으로 사료된다.

References

[1] V. Patmanathan, "Area Localization using WLAN", *KTH Electrical Engineering*, 2006.

[2] Y. Wang, X. Jia, "An indoor wireless positioning system based on wireless local area network infrastructure", *The 6th International Symposium on*

[3] K. W. Chung, H. C. So, W. K. Ma, and Y. T. chan, "Received signal strength based mobile positioning via constrained weighted least squares", *ICASSP'03 IEEE International Conference*, vol. 5, no. pp. V-137-40, Apr. 2003.

[4] Real-Time Locating Service, [http://ko.wikipedia.org/wiki/Real-Time Locating Service]

[5] H. C. Jin , G. W. Nam, "Analysis of location determination and location-based services", *The Korean Institute of Communications and Information Sciences*,

Information & Communications Magazine 25(7), 2008.6, 24-33 (10 pages)

[6] Wi-Fi-based positioning system, [http://ko.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi-based positioning system#cite_ref-3]

[7] How GPS Receivers, [Workhttp://electronics.howstuffworks.com/gadgets/travel/gps1.htm]

[8] S. H. Kim, I. H. Jeong, "Access Point Wireless LAN environment using RSSI triangulation RTLS design", *Journal of the Korea Information Science Society Fall Conference. 2006.* vol. 33, no.2(D)

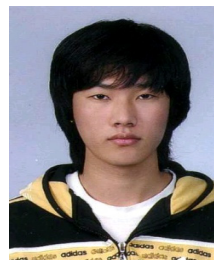
[9] H. Y. Kim, "Triangulation," *Hanyang University*, 2008.

[10] D. H. Won, Y. H. Lee, D. Y. Suh, "Inside location based service through RSSI measurement from wireless AP", *2011 The Korean Society of Broadcast Engineers Summer Conference*, 2011.7, 110-113 (4 pages)

[11] Todd K. Moon, Wynn C. Stirling, *Mathematical Methods and Algorithms for Signal Processing*, Prentice Hall, 2000.

[12] An Introduction to the Kalman filter - Greg Welch, Gary Bishop *Kalman filtering - Dan Simon (Embedded Systems Programming, June 2001)*

박진관 (Jin-gwan Park)



2011년 2월 목포대학교 컴퓨터교육과 졸업
 2011년 3월~현재 목포대학교 컴퓨터공학과 석사과정
 <관심분야> 무선센서네트워크, 임베디드시스템

정민아 (Min A Jeong)



1994년 2월 전남대학교 전산
통계학과 석사
2002년 2월 전남대학교 전산
통계학과 박사
2005년 3월~현재 목포대학교
컴퓨터공학과 부교수

<관심분야> 데이터베이스/데이터마이닝, 생체인식시
스템, 무선통신응용분야(RFID, USN, 텔레매틱
스), 임베디드시스템

이성로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 고려대학교 전자
공학과 공학사
1990년 2월 한국과학기술원
전기및전자공학과 공학석사
1996년 8월 한국과학기술원
전기및전자공학과 공학박사
1997년 9월~현재 목포대학

교 공과대학 정보전자공학과 교수
<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시
스템, USN/텔레매틱스응용분야, 임베디드시스템

윤석호 (Seokho Yoon)



1997년 2월 한국과학기술원 전
자전산학과 공학사(최우등)
1999년 2월 한국과학기술원 전
자전산학과 공학석사
2002년 2월 한국과학기술원 전
자전산학과 공학박사
2002년 3월~2002년 6월 MIT

박사후 연구원
2002년 7월~2003년 2월 하버드대학교 박사후 연
구원
2003년 3월~현재 성균관대학교 정보통신공학부 전
임 강사, 조교수, 부교수
2000년 2월 삼성 휴먼테크 논문대상 동상 수상
2007년 Marquis Who's Who in Asia에 등재
2007년 IEEE 준석학회원
2008년 Marquis Who's Who in World에 등재
2009년 한국통신학회 LG 학술상 수상
<관심분야> 통신 이론, 이동통신, 통계학적 신호처리