

효율적인 위치 보정 방법을 적용한 RSSI 기반 실내 위치 측위 시스템

김영주 · 박진관 · 허유경 · 박선 · 양후열 · 정민아

목포대학교

xfile7@mokpo.ac.kr, *majung@mokpo.ac.kr

RSSI based Indoor Positioning System using effective location compensation

Kim Yeong Ju · Park Jin Gwan · Heo Yu Gyeong · Park Sun · Yang Hu Yeol · ung Min A*

Mokpo Univ., *Mokpo Univ.

요 약

본 논문의 실내위치측위시스템은 무선랜 환경에서 AP의 RSSI 신호를 수신하여 Friis 공식을 통해 거리로 산출되고, 산출된 거리는 삼각측량법에 의해 (x, y)좌표로 변환되어 현재의 위치를 나타낸다. 여기서 RSSI 신호는 신호잡음을 포함하고 신호잡음으로 인하여 실제 위치 측위 시 오차가 발생한다. 이러한, 오차를 보정하고 실내위치측위 정확도를 향상하기 위해 비선형시스템에서 사용하는 확장칼만필터를 적용하여 실험하였다. 본 실내위치측위시스템의 시스템모델은 선형이고 측정모델은 비선형이므로 효율적인 보정알고리즘인 확장칼만필터를 선택하고 실험은 MATLAB로 수행하였다. 실험결과 실내위치측위시스템의 정확도가 향상되었다.

I. 서 론

실내에서는 GPS 신호를 사용하지 않는 새로운 방식의 측위 기술이 요구되고 있다. 위치기반 서비스의 상용화를 위해서는 측위인프라 비용이 무료이거나 최소이어야 한다. 따라서 기존의 인프라를 최대한 사용하되 서비스 지역에 대한 검토를 하여 음영지역에 대하여 최소한의 인프라를 추가하는 방향으로 측위 인프라를 선정하여야 한다. 이와 같은 이유로 요즘 실내 위치측위 환경으로 무선랜을 이용한 측위 방식이 실내 측위 시스템에서 가장 적합한 기술로 각광 받고 있다[1]-[3]. 또한, 무선랜 기반 실내측위방식으로는 AP Cell-ID, 전파(Propagation) Model을 이용한 AP와 단말간의 거리를 추정하여 단말의 위치를 추정하는 방식, 그리고 RF Fingerprint 방식이 있다. WLAN은 AP간, AP와 단말간의 시각동기가 되지 않으므로 무선랜 기반 측위에서 적용되는 측위 기술은 AP에서 송출된 신호를 단말에서 수신시 측정되는 전파세기(RSSI) 정보를 사용한다[4].

본 논문은 무선랜 환경에서 AP의 RSSI 신호정보를 사용하여 실내위치측위를 하였고 정확도 향상을 위한 효율적인 보정알고리즘인 확장칼만필터를 적용하여 시스템을 구현하였다. 구성은 다음과 같다. 본론에서 제안한 실내위치측위시스템을 서술하고, 다음으로 확장칼만필터를 적용하기 위한 시스템모델과 측정방정식을 서술하고 실험결

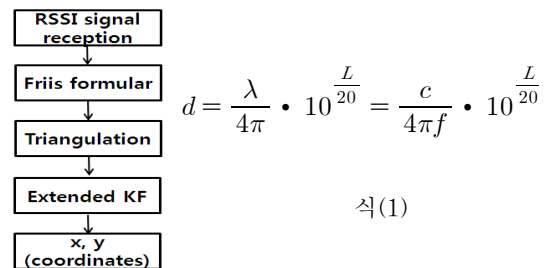
과를 서술하고, 마지막으로 본 논문의 결론 및 향후연구방향에 대하여 논하였다.

II. 본 론

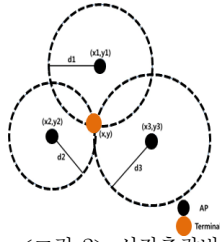
2.1 실내위치측위시스템

먼저, 각 AP의 Mac 주소를 안드로이드폰을 이용하여 수신 후 서버DB에 저장하였고, 각AP의 (x, y)좌표를 건물의 설계도면을 이용하여 산출된 좌표값으로 (x1, y1), (x2, y2), (x3, y3)으로 서버DB에 저장하였다, AP에서 발신되는 RSSI 신호를 수신한 후, 수신된 신호를 Friis 공식에 대입하여 현재 위치인 (x, y)로부터 각 AP까지의 거리인 d1, d2, d3산출된다. 산출된 거리는 삼각측량법을 통해 (x, y) 좌표로 변환된다.

<그림1> 실내위치측위시스템 알고리즘



식(1)에서 c 는 전파속도이며, f 는 주파수, L 은 이동체체가 송신한 신호의 전송손실(RSSI)이다.



$$\begin{aligned} d_1^2 &= (x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 \\ d_2^2 &= (x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 \\ d_3^2 &= (x-x_3)^2 + (y-y_3)^2 \end{aligned}$$

식(2)

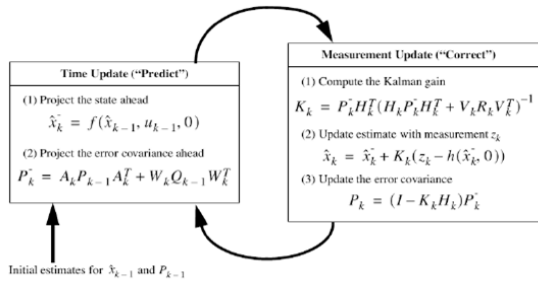
<그림 2> 삼각측량법

각 AP의 (x^i, y^i) 좌표는 목포대학교 대외협력관 4층 복도의 설계도면의 축척을 이용하여 실제 거리와 대입한 결과 값을 서버 DB에 저장하였다 여기서 측정된 (x, y) 좌표값은 RSSI의 노이즈값이 포함되어 있다. 이러한 노이즈를 감소시켜 실내 위치추위를 향상시키기 위해 확장칼만필터 알고리즘을 본 실험에 적용하였다. 위의 그림과 식은 제안하는 실내위치추위시스템 알고리즘, Friis공식, 그리고 삼각측량법이다.

2.2 확장칼만필터

확장칼만필터는 비선형시스템으로 측정하고자 하는 시스템 모델이 아래 <그림 3>과 같이 동역학식과 조건으로 표현되면 식 (3)과 같은 과정으로 측정치를 구할 수 있다는 것으로 w_k 와 v_k 는 각각 시스템 모델잡음과 측정 잡음으로 나타내는 무작위 변수이고 평균0, 분산 σ_i^2 인 백색 Gaussian으로 가정한다[5][6].

$$\begin{aligned} x_k &= f(x_{k-1}, u_{k-1}, w_{k-1}) \quad \text{식(3)} \\ z_k &= h(x_k, v_k) \end{aligned}$$



<그림 3> 확장칼만필터 알고리즘

2.3 시스템 모델

확장칼만필터에서 시스템의 상태 변화를 나타내는 시스템 모델은 아래 식(4)와 같다.

$$x_{k+1} = f(x_k) + w_k \quad \text{식(4)}$$

위의 식(3)은 k시간에서 시스템 상태 x_k 와 상태잡음 w_k 에 따라 현재 시스템 상태 x_{k+1} 이 정해지며, $x_{k+1}=(x_t, y_t)$ 로 단말기의 좌표를 나타내며, 상태잡음 $w_k \sim N(0, Q_k)$ 인 가우시안 분포를 나타낸다.

본 논문에서는 (x, y) 좌표를 시스템 모델식으로 사용한다. (x, y) 좌표를 사용한 시스템 모델의 상태는 $x_k = [x_k \ y_k]$ 로 나타낸다. 여기서 x, y 는 시간 t에서 현재위치의 좌표이며 아래 식(5)와 같은 방정식으로 표현됩니다. 여기서, x, y 는 서로 독립적이다.

$$\begin{bmatrix} x_{k+1} \\ y_{k+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ y_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} \quad \text{식(5)}$$

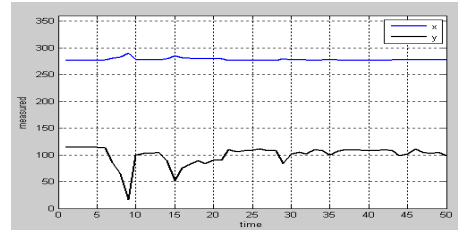
2.4 측정모델

확장칼만필터에서 사용되는 측정 모델은 아래 식(5)와 같다.

$$z_k = h(x_k) + v_k \quad \text{식(6)}$$

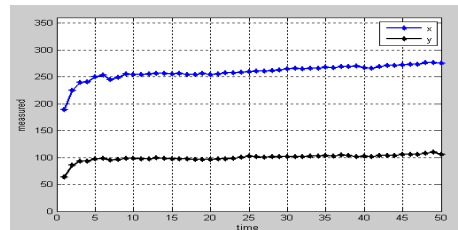
여기서 z_k 는 Friis공식에 의해 생성된 거리를 나타내며 $z_k = (d^1, \dots, d^k)'$ 측정값을 가진다. 그리고 v_k 는 측정잡음으로 $v_k \sim N(0, R)$ 인 가우시안 분포를 나타낸다.

2.5 실험결과



<그림 4> 필터 적용 전 x, y 값

<그림 4>에서 보면 제자리에서 RSSI 신호를 수신하는 상태임에도 불구하고 y의 값이 매우 불규칙함을 알 수 있다.



<그림 5> 확장칼만필터 적용 후 x, y 값

<그림 5>는 확장칼만필터를 적용한 것으로 <그림 4>의 필터를 적용하기 전 x, y 값보다 안정적임을 알 수 있다. 확장칼만필터는 비선형시스템에서 상태를 추정하기 위한 필터로 실생활의 시스템은 대부분 비선형 시스템이며 실외 위치추정의 대표적인 GPS 또한 확장칼만필터를 사용하고 있다. 제안한 실내위치추위 시스템은 시스템모델은 선형이나 측정모델은 비선형이다. 이를 확장칼만필터 알고리즘에 적용하여 <그림 5>와 같이 그래프가 안정적으로 나타났다. 실험결과 제안한 실내위치추위시스템은 확장칼만필터를 적용하여

정확도가 향상되었다.

III. 결 론

본 논문은 무선랜 환경에서 AP의 RSSI 신호를 수신하여 Friis 공식을 통해 거리로 산출되고, 산출된 거리는 삼각측량법에 의해 (x, y)좌표로 변환되어 현재의 위치를 나타내는 실내위치측위시스템으로 여기서 RSSI 신호는 신호잡음을 포함하고 이와 같은 신호잡음으로 인하여 실제 위치 측위 시 오차가 발생한다. 이러한, 오차를 보정하고 실내위치측위 정확도를 향상하기 위해 비선형시스템에서 사용하는 확장칼만필터를 MATLAB에서 실험하였다. 본 논문의 실내위치측위시스템의 시스템모델은 선형이고 측정모델은 비선형이므로 효율적인 보정알고리즘인 확장칼만필터를 선택하고 실험은 MATLAB로 수행하였다. 실험결과 실내위치측위시스템의 정확도가 향상되었다. 향후에는 실내위치측위시스템의 정확도 개선을 위한 확장칼만필터와 다양한 필터의 병합필터 연구가 진행되어야 한다.

- [6] C.K.Chui, and G. Chen, Kalman Filtering with Real-Time-Applications, Springer-Verlag, pp. 108-128, 1991.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음”(NIPA-2013-H0401-13-2006), 이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2009-0093828)

참고문헌

- [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] 진희채, 남광우, “위치측위 방식과 위치기반 서비스 분석”, 한국통신학회논문지 제25권 제7호 (2008년 7월) pp.24-33 1226-4717 KCI
- [5] M.S.Grewal and A.P.Andrews, Kalman Filtering: Theory and Practice, Prentice Hall, pp. 168-170. 1993.