

IEEE 802.11 무선랜 환경에서 RSSI 기반의 위치추적 연구

권성용¹, 권혁준¹, 민경욱¹, 한수훈¹, 박호환¹, 박현진¹, 김영락², 김종근¹

¹영남대학교 컴퓨터공학과

²(주)세종아이에스

A STUDY FOR RSSI-BASED LOCATION TRACKING ON 802.11 WLAN

SungYoung Kwon¹, HyeokJun Kwon¹, GyeungWook Min¹, SooHoon Han¹,

HoHwan Park¹, HyeunJin Park¹, YoungRak Kim², ChongGun Kim¹

¹Dept. of Computer Engineering, Yeungnam Univ.

²SejoongIS CO.

요약

Wi-Fi 기반 위치 추적 시스템은 일반적인 Wi-Fi 네트워크 환경에서 모바일 장치에서 수신하는 RSSI 신호값을 사용하여 무선 AP와의 거리를 추정하고 현재 사용자의 위치를 알 수 있는 시스템이다. 주로 야외가 아닌 실내에서 사용자 또는 사물의 위치를 판단하여 동선 계획 또는 위험 감지나 현재 위치 추적 등 여러 가지로 활용할 수 있다. 본 연구에서는 802.11n WLAN과 AP를 사용하여 실내 환경에서 사용자의 위치를 찾는 방법을 연구하기 위해 WiFi 신호 특성을 분석하고 핑거프린터 방식에 의한 실내 위치 추적의 정확성을 높일 수 있는 방안을 연구한다.

1. 서론

실내에서 이동하는 단말의 위치 추적 필요성이 증가함에 따라 다양한 위치 추적 방법들이 제안되고 사용되기 시작하고 있다. 공장자동화에서 자동작업 장치들의 동선 제어 및 개선과 고용자들의 위험 알림 또는 화물의 이동 추적 등 다양한 용도로 사용할 수 있는 환경을 제공한다. 본 논문에서는 Wi-Fi 환경 아래에서 실내 위치 추적 방법을 RSSI 신호 측정 측면에서 살펴본다.

2. 관련 연구

Wi-Fi를 이용한 위치 추적 연구는 이동 개체의 현재 위치를 계산하기 위해 위치 정보를 얼마나 정확하게 얻을 수 있는지에 집중되어 있다. 무선랜의 전파 환경은 페이딩 등의 불안정한 영향이 있다. 고정된 AP와 특정 위치의 무선단말 사이의 전파 도착 시간 그리고 전파 도착 방향이 항상 일정하지 않아 전파 세기의 값이 거리에 따라 일정하지 않고 변동 폭이 진동하는 문제가 나타나기 때문이다. 그래서 특정 위치의 전파 측정에는 일정 시

간 동안 같은 위치에서 여러번 전파를 측정한 후 산술적인 평균 값을 이용하거나 전파 환경 특성에 대한 확률적인 방법론을 이용하고 있다[1]. 보완된 방법으로 두 가지 이상의 위치 측정 방식에서 얻어진 위치정보를 동시에 사용하거나[24], 이동 개체의 현재 위치를 계산하기 위해 이전에 계산된 위치값을 함께 사용한다[5].

3. 무선 통신 거리와 범위

무선 통신 거리는 통신이 가능한 기기 간의 연결이 끊어지지 않는 최대 거리로 정의된다. AP의 송신 파워와 안테나의 성능과 무선 단말기의 송신 파워와 안테나의 성능에 따라 무선 거리는 결정된다.

3.1 RF 신호 전파 예측

자유 공간 모델이 기본 모델이다. 라디오 신호 예측은 환경에 따라 매우 복잡하지만, 본 연구에서는 이것을 간단하게 계산할 수 있게 한 Friis 식을 사용한다[6].

$$P_{rx} = P_{tx} G_{rx} G_{tx} \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (1)$$

식 (1)에서 P_{rx} = 수신 파워, P_{tx} = 송신 파워, G_{rx} = 수신 안테나 이득, G_{tx} = 송신 안테나 이득, λ = 신호 파장, d = 송수신간 거리를 나타낸다.

AP와 이동장치 간의 거리를 장치에서 받은 신호세기와 송수신 안테나 이득, AP송신 파워 기반으로 Friis식을 응용하여 구할 수 있다.

3.2 신호 전파 손실

Wi-Fi 전파 신호뿐만 아니라 모든 전자기파는 통신 경로 중간에 만나는 간섭 매체의 재료 및 형태의 성질에 따라 영향을 받는다. 고주파수인 Wi-Fi는 천장이나 벽 같은 장애물에 반사할 수 있다.

Wi-Fi 통신에서는 일반적인 사용 환경인 가정이나 사무실에 있는 벽이나 가구, 사람 등의 방해로 받게 되는데 이는 신호의 손실을 불러온다. 다양한 사물이나 재질에 따라 감소되는 dB의 경우 [표 1]을 통해 확인할 수 있다[7].

[표 1] 2.4GHz에서의 건물 재료에 따른 일반적인 신호 감소

범위	재료들	손실 (dB)
작음	유리, 나무 문, 콘크리트 블록 벽, 석고	2-4
보통	벽돌 벽, 대리석, 철조망, 금속 재질의 유리	5-8
큼	콘크리트 벽, 종이, 방탄 유리	10-15
매우 큼	금속, 은도금 (거울)	>15

4. 위치인식을 위한 실험

4.1 신호 측정 실험을 위한 장비 설정

Wi-Fi 신호의 특성을 분석하기 위하여 수신기로 IPTime사의 A1000UA 제품과 신호 송신을 위한 AP로 D-Link사의 DAP-2690 B1 모델을 사용하고 있다. A1000UA 모델은 2.4GHz/5GHz를 위한 2dBi의 안테나가 달려있고 DAP-2690 모델은 2.4GHz를 위한

4dBi 안테나와 5GHz를 위한 6dBi 안테나가 달려있으며 기본 출력은 FCC 기준에서 2.4GHz와 5GHz 둘 다 23dBm이다.

4.2 거리에 따른 신호 세기 측정 및 분석

주파수에 따른 신호 측정의 차이를 분석하기 위해 5GHz 대역과 2.4GHz 대역에서 직선거리의 신호를 측정하였다. 송신 AP의 높이 및 수신 단말기의 높이는 둘 다 1.5m정도로 하였고, 바닥에 책상이 놓여 있는 일반 강의실에서 실험을 수행하였다. 0.6m 거리마다 신호세기를 10초에 1회씩 총 5번 측정하여 평균 수신신호 세기를 구하였다. 측정 결과 [표 2]와 [표 3]에서 보이는 것처럼 3m정도까지의 거리에서는 상당히 의미있는 신호 감쇄율을 보이고 있다. 그러나 3m의 거리를 넘어서면 신호의 감쇄 폭이 적어짐과 함께, 신호 세기가 진동하는 형태로 불안정하게 들어오는 것을 확인할 수 있다. 따라서 현재의 환경에서는 3m이상의 거리에서는 신호세기에 따라 거리를 계산해 내는 방안이 효과가 없을 것으로 보이고 있다.

3m이후의 신호세기 진동의 원인에 대해서는 다양한 추가 분석이 필요하다. 분석이 필요한 사항은 다음과 같다.

- 좁은 실내에 의한 벽, 천장 등에 의해 반사되는 신호의 효과
- 송신 AP송신 신호 세기에 따른 분석
- 공간의 규모(방의 크기, 천장의 높이)에 따른 분석

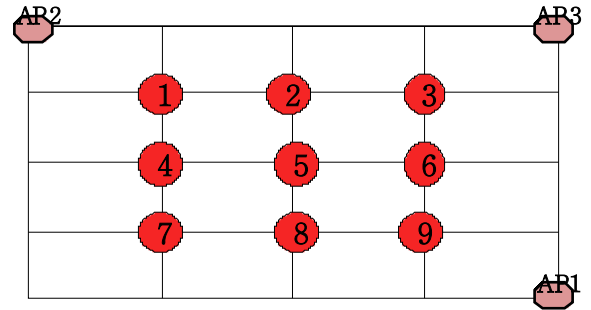
[표 2] 5GHz (36CH, 5.18GHz)에서의 거리별 평균 신호 세기

거리 (m)	평균신호세기 (dBm)
0.6	-24.8
1.2	-30.2
1.8	-35.2
2.4	-39.2
3.0	-40.6
3.6	-41.6
4.2	-41.2
4.8	-44.6
5.4	-43.2
6.0	-46.2
6.6	-44
7.2	-50.6

[표 3] 2.4GHz (1CH, 2.412GHz) 에서의 거리별 평균 신호 세기

거리 (m)	평균신호세기 (dBm)
0.6	-12
1.2	-23.6
1.8	-32.6
2.4	-36.4
3.0	-37.6
3.6	-38.2
4.2	-43.2
4.8	-37.4
5.4	-41.8
6.0	-40.4
6.6	-46.6
7.2	-48.8

며, 표 (4)를 통하여 각각의 9곳에서의 평균 신호 세기를 확인할 수 있다.



[그림 1] AP 위치 및 위치정보 수집

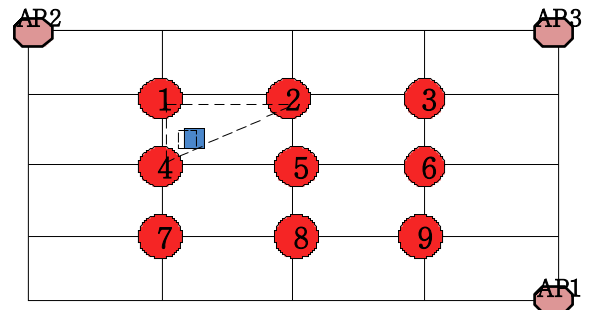
[표 4] 5GHz에서의 위치별 AP로부터 평균 수신 신호 세기 (dBm)

위치	AP 1	AP 2	AP 3
1	-49.4	-67.8	-45.8
2	-44.4	-73.2	-51
3	-47	-71.6	-42.2
4	-47	-72.8	-46.4
5	-44.6	-75.4	-42.8
6	-39.6	-81.6	-44
7	-46.6	-78.4	-51.2
8	-45.4	-84	-49.8
9	-36	-83	-45.8

4.3 핑거프린트 방식을 이용한 위치인식

핑거프린트 방식은 확률적인 위치 추정 방법으로 특정 위치에서 수신되는 Wi-Fi 신호 세기를 기록한 트래킹 데이터 기반으로 주변 AP들로부터 받은 현재 신호와 비교하여 비슷한 값을 가지는 위치를 나타낸다[8-9]. 기록되는 데이터는 AP의 고유 번호, 특정 위치에서의 수신 신호 세기 등이 있다. 실내 환경에서는 신호 손실이 [표 1]과 같이 발생하고, 4.2의 신호 측정 및 분석에 따라 거리에 따른 수신 신호의 세기가 일정하지 않을 뿐 아니라 수신 세기 값의 변동이 크다. 따라서 핑거프린트는 임의의 위치에서 AP들로부터 받은 수신 신호를 트래킹 DB에 기록된 정보인, AP들로부터 받은 수신 신호들의 정보와 비교하여 가장 유사한 데이터를 갖는 위치로 현 수신기의 위치를 추정할 수 있게 된다. 이 방법에서 정확도는 특정 위치들 간의 거리 간격이 조밀할수록 더 정확해진다.

본 연구에서 수행한 실제 연구 측정에서는 7.9m x 5.4m의 학교 강의실에서 세 모서리에 5GHz AP를 각각 채널이 겹치지 않게 하나씩 배치한 후 전체공간을 4 x 4 로 구역을 나눈 뒤 (각 칸은 197.5cm x 135cm) 중앙의 9점을 특정 위치로 하여 수신 신호를 10초에 1번씩 5번 측정하여 평균값을 기록한 후 임의의 수신기 위치에서 AP로부터 오는 수신 신호세기들을 다시 10초에 1번씩 5번 측정하여 평균을 낸 값을 사용하여 위치를 찾아보았다. AP의 배치와 측정하는 특정 위치 9곳은 그림 (1)에서 볼 수 있



[그림 2] 핑거프린트 방식에 의한 위치 추정

[그림 2]의 임의의 위치에서 측정하였을 때, AP1, AP2, AP3 으로부터 10초마다 1번씩 5번 측정하여 나온 평균값들은 -50.2,

-72.8, -51 이었다. 그 값들과 가까운 표 (4) 에서의 값들을 참고 하여 보면 1번, 2번, 4번이 가까운 3개의 값으로 나왔고 그 중 4 번과의 수치 차이가 제일 적어 4번과 가까운 것으로 나옴으로서 확인되었다. [그림 2]에서 □는 실제 위치, □는 추측된 위치를 보인다.

4.4 참조 가중치 도입 방안

추정위치를 더 정확하게하기 위하여 각 AP의 거리에 따른 신호 세기를 참조하여 제일 가까운 AP에 참조가중치를 추가로 주고, 먼 AP에 대해서는 참조가중치를 줄이는 방식을 연구하고 있다. 적절한 가중치를 도입하는 원리는 가까운 AP일수록 신호 변화의 세기가 크고, 먼 AP일수록 신호 변화가 없어지기에 이에 따른 가중치를 준 경우 실제 위치 추적이 정확해질 가능성이 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 AP와 이동노드의 거리에 따른 Wi-Fi 수신 신호의 변화에 따른 위치 추정 방법에 대해 연구하고 있다. 그러나 이동 단말기와 AP의 거리에 따른 RSSI 값의 차이가 3m이후에서는 구분이 미약해진다. 이 부분을 개선할 수 있는 추가 연구가 필요하다. 핑거프린트 방식을 이용하였을 때 위치를 참조가중치를 이용하여 더 정확하게 찾는 것을 제안하고 있다. 위치별로 각 AP에 참조가중치를 줌으로서, 현재 발생하고 있는 오차를 어느 정도 줄일 수 있을 것으로 예상하고 있다.

감사의 글

본 연구는 “2014년 서울 어코드 공학교육 활성화 사업” 지원으로 연구되었습니다.

References

- [1] P. Bahl and V. Padmanabhan, “RADAR: An In-Building RF-Based User Location and Tracking System“, IEEE INFOCOM, Vol. 2, Israel, Mar. 2000, pp. 775-784.
- [2] V. Lang and C. Gu, “A Location Method for WLAN based Location Service“, The 2005 IEEE Int'l Conf. on e-Business Engineering (ICEBE'05), Beijing, China, Oct. 2005, pp. 427-432
- [3] C.-D. Wann and M.-H. Lin, “Data fusion methods for accuracy

- improvement in wireless location systems”, Wireless Communications and Networking Conference (WCNC) 2004, Vol. 5, NO. 1, Mar. 2004, pp. 471-476
- [4] T. Klein-Ostmann and A. E. Bell, “A Data Fusion Architecture for Enhanced Position Estimation in Wireless Networks”, IEEE Communications Letters, Vol. 5, No. 8, Aug. 2001, pp. 343-345
- [5] Z. Xiang, S. Song, J. Chen et al., “A Wireless LAN-Based Indoor Positioning Technology”, IBM J. Res. & Dev., Vol. 48, No. 5/6, Sept./Nov. 2004, pp. 617-626
- [6] Friis H.T., Proc. IRCE, vol. 34, 1946, p. 254 (Friis transmission equation)
- [7] S. Woo, H. Jeon, G. Kim, H. Park, “A Design of Indoor Location Tracking System for Ubiquitous Computing Environment”, KSII, Vol. 7, No. 3, Jun. 2006, pp. 71-82
- [8] H. Jeon, S. Woo, H. Lee, I. Ryu, S. Yoon, H. Park, “A Study on Algorithm for Efficient Location Tracking in Indoor Environment”, JITAM, Vol. 13, No. 3, Sep. 2006, pp. 59-74