무선 수신신호 세기의 증감 추세를 이용한 스마트폰 기반 저비용 실내측위 시스템

최대근, 정재훈*
성균관대학교, *성균관대학교
cdg1994@skku.edu, *pauljeong@skku.edu

Low-Cost Smartphone-Assisted Indoor Positioning System with RSS Change Trend

Choi Dae Geun, Jeong Jae Hoon*
Sungkyunkwan Univ., *Sungkyunkwan Univ.

요 약

본 논문은 스마트폰이 수신하는 무선신호의 세기의 증감 추세를 이용하여 실내에 존재하는 수신 단말의 위치를 파악하는 알고리즘을 설명한다. 무선신호를 이용한 기존 실내측위 시스템이 가지고 있던 문제점인 정확도 문제와 비용 문제를 해결하고자 한다. 실내 위치정보를 요구하는 사무실, 학교, 쇼핑몰, 지하철과 같은 장소에서 저비용으로 신뢰할 수 있는 정확도를 가지는 스마트폰 기반의 실내측위 시스템을 제안한다.

Ⅰ. 서 론

실내에 설치된 Access Point(AP)와 스마트폰 사이의 무선 수신신호 세기(Received Signal Strength, RSS)를 이용한 실내측위 기술은 다양하게 개발되어 왔다. 무선 수신신호의를 이용한 실내측위 기술은 실내에 설치된 AP와 사용자의 스마트폰 외에 추가적인 장비가 필요없다는 장점이 있지만, 다양한 요소에 영향을 받는 무선신호의 특성 때문에 여러 가지 단점이 존재한다. 실내측위의 정확도가 낮거나, 정확도를 높이기 위하여 고비용의 추가적인 작업이 필요해진다. 본 논문에서는 실내측위 기술이 적용될 범위를 사무실, 학교, 쇼핑몰, 지하철과 같은 닫힌 공간으로 한정하는 대신 기존의 RSS를 이용한 실내측위 기술이 가진 여러 단점을 보안하는 RSS의 증감 추세를 이용한 실내측위 기술을 제안한다.

Ⅱ. 본론

실내공간의 중요성이 부각되면서 실내 위치정보에 대한 연구가 진행되기 시작했다. 그 중에서도 별도의 하드웨어 장비 없이 실내에 위치한 AP와 사용자가 가지고 있는 스마트폰을 이용한 실내측위 기술이 활발하게 연구되고 있다. Google은 Google Maps에 실내 지도정보를 제공하고 있으며, Apple은 WiFi를 이용한 실내측위 기술을 개발한 WifiSLAM를 인수하였다.[1-2] 대기업 뿐만 아니라 많은 스타트업 기업 또한 실내 측위 기술을 개발하고 서비스하고 있다.[3]

AP와 스마트폰 사이의 무선 수신신호 세기(Received Signal Strength, RSS)를 이용한 기술은 추가적인 인프라를 설치하지 않아도 구현이 가능하다는 장점을 가지고 있지만, 실내의 장애물이나 주변 환경에 영향을 받는 무선 신호의 한계 때문에 정확도가 낮다는 단점을 가지고 있다. RSS를 이용한 기존의 대표적인 실내측위 기술로 삼변측량법과 패턴 인식(Fingerprinting) 기법이 존재한다.[4] 삼변측량법은 간단하지만 RSS가 가진 불안정성 때문에 정확도가 낮고, 패턴 인식 기법은 인식을 위한 라디오 지도(radio map)을 생성하는 비용이 높다.[5-6] 본 논문에서는 RSS를 이용한 기존 실내측위 기법이 가지고 있는 문제점을 해결하여 실내 위치기반 서비스를 제공할 수 있는 실내측위 시스템을 제안한다.

무선 신호의 세기는 여러 가지 요소에 영향을 받지만, 가장 큰 영향을 주는 요소는 송신기와 수신기 사이의 거리이다. RSS가 정확히 거리에 반비례하지는 않지만, 송신기와 수신기가 가까우면 신호의 세기가 세고, 멀면 신호의 세기가 약한 것을 확인할 수 있다. 이러한 무선 신호의 세기는 불안정하여 값 자체로 사용하기 힘들지만, 송신기와 수신기의 위치관계에 따라 무선 신호가 증가하거나 감소하는 것은 뚜렷하게 드러나 사용하기 쉽다. 그림 1은 스마트폰을 소지한 사용자가 AP에 다가갈 때와 멀어질 때 RSS의 증감 추세를 나타낸다. 사용자가 AP에 다가가면 RSS는 시간에 따라 증가하는 추세를, 사용자가 AP로부터 멀어지면 RSS는 시간에 따라 감소하는 추세를 보인다.

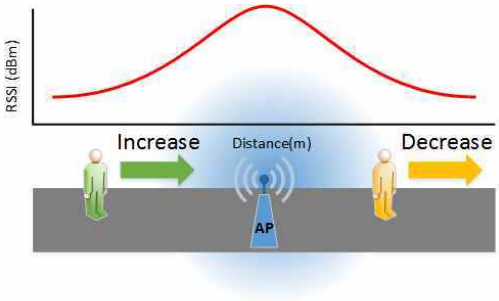

그림 1. AP에 다가갈 때와 멀어질 때의 RSS 증감 추세

실내에 AP가 여러 개 있는 경우, 각 AP가 송신하는 무선 신호의 세기를 시간별로 측정하여 RSS 증감 추세를 구하면 스마트폰을 소지한 사용자의 위치와 이동 방향을 파악할 수 있다. 그림 2은 RSS 증감 추세를 이용한 실내 측위의 예시를 나타낸다. RSS를 측정했을 때, (AP1, AP2, AP3)로부터 수신한 RSS의 증감 추세가 (감소, 감소, 증가)인 경우 사용자가 AP2와 AP3사이에 있으며 오른쪽으로 이동하고 있음을 알 수 있다.

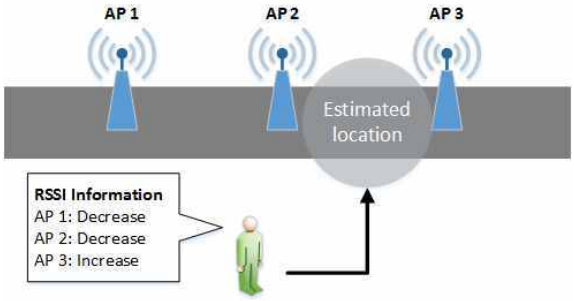

그림 2. RSS 증감 추세를 이용한 실내측위의 예시

본 논문에서 제안하는 시스템의 구조도는 그림 3과 같다. 관리자와 사용자의 스마트폰과 실내측위 서비스를 제공하는 메인 시스템으로 구성된다..

1. 실내측위를 위한 기본 정보를 구성하기 위해 관리자가 참조정보를 생성해야 한다. 관리자의 스마트폰을 이용해 위치정보와 무선신호 세기 쌍의 정보를 수집한다. 실내측위를 하고자 하는 공간을 최소 1m 단위로 움직이면서 무선신호 정보를 수집한다. 필요한 정확도에 따라 이 과정에서 소요되는 비용을 조절할 수 있다.
2. 관리자가 수집한 위치정보-무선신호 정보를 이용해 실내측위에 사용할 참조정보를 생성한다. 실내 공간을 적절한 구역으로 나누고, 각 구역에서 측정될 것으로 예측되는 무선신호 세기와 증감추세를 구한다.
3. 사용자가 실내를 돌아다니면서 수신한 무선신호를 분석한다. 무선신호 세기값과 증감추세를 구한다. 무선신호 세기의 증감추세를 쉽게 파악하기 위해 평활화(Smoothing) 등의 처리과정을 진행한다.
4. 은닉 마르코프 모델(Hidden Markov Model)을 이용해 사용자 위치 추정한다. 사용자가 실내를 돌아다니면서 수신한 무선신호 세기 정보와 참조정보를 비교하여 실내 사용자의 위치를 추측한다. 은닉 마르코프 모델을 이용해, 사용자가 있을 가능성이 가장 높은 구역을 찾는다. 필요에 따라 기존의 실내측위 기술인 추측 항법(Dead Reckoning) 기술 등을 연동한다.
5. 사용자에게 추정된 실내 위치정보를 제공하면서 동시에 위치측위의 정확도를 평가한다. 정확도가 높은 경우 사용자가 수집한 정보를 참조정보와 합침으로써 참조정보를 강화한다

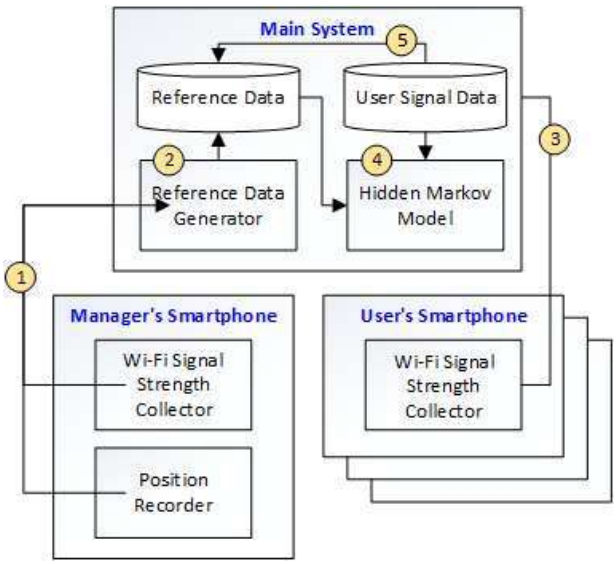

그림 3. 실내측위 시스템 구조도

Ⅲ. 결론

스마트폰과 AP사이의 무선 신호의 세기를 이용한 실내측위 기법은 스마트폰과 AP 외의 추가적인 장비가 필요하지 않다는 장점이 있으나, 무선신호의 불안정성 때문에 기존의 기법들은 정확도와 비용이라는 한계를 가지고 있다. 본 논문은 증가하고 감소하는 RSS의 변화 추세를 이용하여 기존 기법의 문제점을 해결하고자 하였다. RSS 증감 추세는 RSS 값 자체에 비해 안정적이기 때문에 정확도가 향상되며, 라디오 지도를 이용한 패턴 인식 기법에 비해 초기 비용이 적다. RSS 증감 추세를 이용하여 실내측위 시스템을 구축한다면, 적은 비용으로 실내측위 서비스를 공급할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2017R1D1A1B03035885)이고, 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음(2015-0-00914).

참 고 문 헌

[1] Empson, Rip. “Apple Acquires Indoor GPS Startup WiFiSlam For $20M.” TechCrunch, 24 Mar. 2013, techcrunch.com/2013/03/24/apple-acquires-indoor-gps-startup-wifi slam-for-20m/.

[2] AngelList, “Indoor Positioning Startups”, https://angel.co/indoor-positioning

[3] Kasantikul, Kittipong, et al. "An enhanced technique for indoor navigation system based on WIFI-RSSI." Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2015 Seventh International Conference on. IEEE, 2015.

[4] Boonsriwai, Sujittra, and Anya Apavatjrut. "Indoor WIFI localization on mobile devices." Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2013 10th International Conference on. IEEE, 2013.

[5] Sigg, Stephan, Ulf Blanke, and Gerhard Troster. "The telepathic phone: Frictionless activity recognition from wifi-rssi." Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2014 IEEE International Conference on. IEEE, 2014.

[6] Honkavirta, Ville, et al. "A comparative survey of WLAN location fingerprinting methods." Positioning, Navigation and Communication, 2009. WPNC 2009. 6th Workshop on. IEEE, 2009.