

스마트 폰을 이용한 액티비티 시퀀스와 핑거프린팅 방식 기반 실내 보행자 위치인식

이경진, 신인재, *이재호, 엄두섭

고려대학교, *서원대학교

leekyugnjin333@gmail.com, kshinje@korea.ac.kr, *izeho@seowon.ac.kr, eomds@korea.ac.kr

Activity Sequence And Fingerprinting Based Indoor Pedestrian Localization Using Smartphones

Kyng Jin Lee, In Jae Shin, Jae Ho Lee, Doo Seop Eom

Korea University.

요약

본 논문에서는 스마트 폰 사용자에게 실내 환경에서 위치 기반 서비스를 제공하기 위하여 액티비티 시퀀스와 핑거프린팅 방식을 이용한 실내위치인식 시스템을 제안하였다. PDR(Pedestrian Dead Reckoning) 방식은 에러가 누적되는 단점이 있기 때문에 주기적인 위치 보정이 필요하다. 제안된 시스템은 위치 보정을 위해서 보행자의 행동 패턴을 의미하는 액티비티 시퀀스와 핑거프린팅 방식을 도입한 위치인식 시스템이다. 실험은 일반적인 실내 환경에서 진행하였으며, 위치인식 오차가 감소함을 확인하였다.

I. 서론

최근 스마트 폰의 대한 관심이 증가됨에 따라서, 스마트 폰에 적용되는 무선 통신 기술 및 하드웨어 기술이 비약적으로 발전되고 있다. 또한 이 기술을 이용한 다양한 응용 프로그램과 서비스가 개발되고 있는데, 대표적으로 LBS(Location Based Service)를 들 수 있다[1]. 이를 위한 GPS 기술은 실외위치인식 기술로써 광범위하게 사용 되고 있다. 반면에, 건물 내부의 복잡성 및 장애물로 인한 신호 수신 제약으로 실내 환경에서는 GPS 가 아닌 다른 방식을 필요로 하고 있다. 스마트 폰을 이용한 실내 위치인식 방식은 대표적으로 Pedestrian Dead Reckoning(PDR) 방식과 핑거프린팅(Fingerprinting) 방식이 있다.

스마트 폰에는 가속도 센서, 자이로스코프, 기압 센서, 디지털 나침반 등 다양한 센서가 내장되어 있다. 이를 이용하는 PDR 위치인식 방식은 센서 값을 축적하여 위치를 추정하는 방식이기 때문에 에러가 누적되는 단점이 있어서 주기적인 위치 보정이 필요하다[2].

무선 랜(Wireless LAN) 기반 실내공간에서는 MN(Mobile Node)과 AP(Access Point)의 거리와 환경에 따라 수신신호세기(Received Signal Strength Indicator, RSSI)가 달라지는 특성이 있다. 핑거프린팅 방식의 위치인식은 RSSI 차이를 이용하여 MN의 위치를 인식하는 방법이다. 이는 AP로부터 수신되는 RSSI가 미리 구축되어 있는 Radio Map에서 현재 MN이 수신하는 RSSI를 검색해서 가장 높은 유사도를 가지는 데이터의 관측위치를 MU의 위치로 인식하는 방법이다[1].

본 논문에서는 PDR 위치인식 방식에 보행자의 액티비티 시퀀스와 핑거프린팅 방식을 이용한 PDR 에러 보정 시스템을 설계하고, 일반적인 실내 환경에서의 실험을 통해 위치 에러 변화를 확인할 것이다.

II. 본론

2.1 전체 시스템 구성

PDR 위치인식 방식은 관성 센서를 이용하여 얻어진 걸음, 보폭 그리고

진행 방향에 대한 정보를 이용하여 사용자의 위치를 실시간으로 추정하는 방식이다.

본 논문에서 제안한 시스템은 PDR 방식의 위치인식을 바탕으로 구현하였으며, 그림 1은 PDR 위치인식 도중에 사용자의 액티비티가 감지된 이후 이루어지는 시스템 구성도이다.

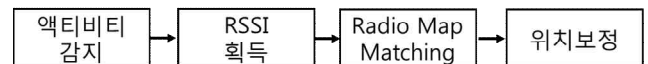


그림 1. 시스템 구성도

액티비티가 이루어지는 위치는 코너, 계단, 엘리베이터, 에스컬레이터이며, 우리는 이들을 액티비티 노드(Node)라 부른다. 액티비티가 발생하지 않는 상황에는 PDR 위치인식 방식으로 거리와 방향 값을 이용하여 보행자의 위치를 추정하도록 구현하였다. 반대로, PDR 도중에 액티비티가 감지될 때 스마트폰은 주변 AP로부터 RSSI를 여러 번 반복하여 획득한다. 이들을 평균화 하여 Radio Map에 저장되어있는 RSSI와 매칭한 후 가장 유사한 노드로 위치예러를 보정을 한다. RSSI를 여러 번 반복하여 수신하고 평균화 하는 이유는 RSSI는 주변 환경에 영향을 많이 받기 때문이다.

2.2 Pedestrian Dead Reckoning

PDR 방식은 사용자의 위치를 실시간으로 추정하기 위해서 이전에 있던 위치에 이동한 거리와 방향을 축적하는 방식이다. 걸음 수를 측정하기 위하여 3축 가속도 센서로부터 얻은 신호의 피크 점을 한 걸음으로 간주하였다. 또한 보행자의 걸음보폭 측정은 노드와 다음 노드 사이의 거리와 걸음 수를 이용하여 추산하였으며, 이동거리는 걸음 수와 걸음 보폭을 통해서 추정하였다. 이와 함께 현재 사용자 위치는 지자기 센서와 디지털 나침반으로부터 추정된 사용자의 이동 방향을 적용하여 추정된다[2].

2.3 액티비티 시퀀스

액티비티 시퀀스는 계단 오르기/내려가기, 승강기 상승/하강, 에스컬레이터 상승/하강, 오른쪽/왼쪽 회전 등 보행자의 특정 행동을 의미한다. 이는 스마트폰 내장센서들을 이용하여 코너, 계단, 엘리베이터, 에스컬레이터 등 특정 위치에서 얻어진다. 다음 그림은 스마트폰 내장센서와 액티비티 시퀀스의 관계도를 나타낸다.

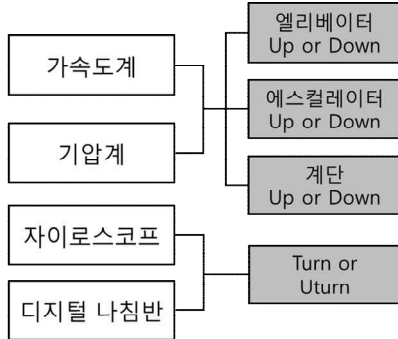


그림 2. 스마트 폰 내장센서와 보행자 액티비티 관계

위치인식 시스템은 가속도계와 기압계의 관측 값을 통해 엘리베이터, 에스컬레이터, 계단 이용 유/무를 알 수 있고, 각각 관측된 값의 패턴은 특징이 다르다[2]. 또한 자이로스코프와 디지털 나침반을 이용하여 사용자의 Turn/Uturn을 감지한다[2].

2.4 맵 매칭

제한된 위치인식 시스템은 PDR에러의 위치보정을 위해서 액티비티 감지 이후 맵 매칭을 사용한다. 맵 매칭은 액티비티가 발생하는 위치에서 미리 측정된 RSSI 값과 현재 액티비티가 발생했을 때 측정된 RSSI 값을 비교하여 현재 위치를 추정하는 방식이다. 스마트폰의 데이터 베이스에는 지도 정보와 함께 액티비티 노드들에 대한 정보가 저장되어 있어야 하며, 각 노드에는 다음과 같은 속성이 저장되어 있어야 한다.

- 1)노드 좌표
- 2)주변 AP로부터 수신되는 평균 RSSI
- 3)노드 타입(코너, 계단, 엘리베이터, 에스컬레이터)

2.5 실험 결과

본 논문에서 제안한 실내 위치 추적 시스템을 실험하기 위하여 삼성 갤럭시 노트3를 사용하였다. 그림 3과 같은 구조의 건물 내부에서 실험을 진행하였고, 그림에서 검정색 원은 AP의 위치이며, 흰색 원은 액티비티가 발생하는 노드 위치이다. 그림에서 노드들에 적혀있는 숫자 {AP1, AP2, AP3}는 각 AP로부터 수신되는 평균 RSSI이다.

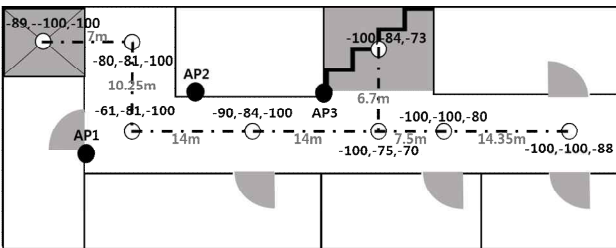


그림 3. 실험 환경

실험은 그림 4에서 빨간색 화살표와 같은 경로로 실험을 진행하였다. 그림 5는 PDR 방식만을 사용한 위치인식 시스템과 본 논문에서 제안한 위치인식 시스템의 시간에 따른 PDR 위치에러 변화 그래프이다.

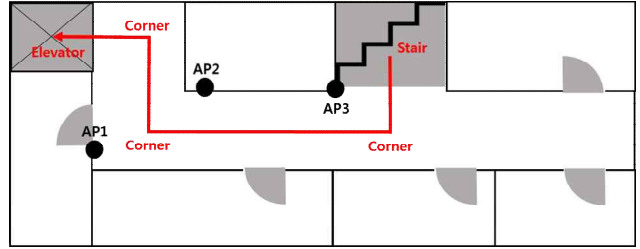


그림 4. 실내위치인식 실험 경로

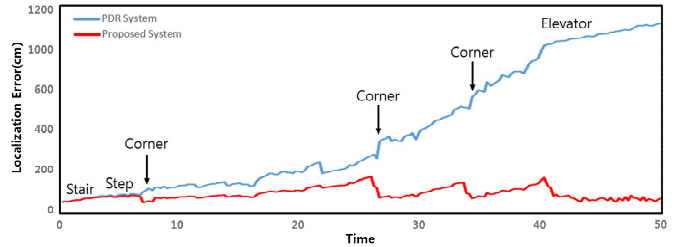


그림 5. 실험 결과

실험 결과에서 파란색 선은 PDR 위치인식 방식만을 사용한 그래프이며, 빨간색 선은 제안된 시스템을 이용한 결과 그래프이다. PDR 위치보정을 하지 않을 시 오차가 점점 누적되기 때문에 파란색 선과 같이 기울기가 점점 커지는 결과를 얻을 수 있었다. 반면에, 빨간색 선은 액티비티가 발생했을 시 위치보정을 하기 때문에 액티비티 노드마다 위치 오차가 수정되는 결과를 얻을 수 있었다.

III. 결론

본 논문에서는 실내 환경에서 위치 기반 서비스를 제공하기 위해서 PDR 기반 액티비티 시퀀스와 핑거프린팅 방식을 이용한 실내위치인식 시스템을 제안하였다. 스마트폰의 내장센서는 사용자가 이동하는 동안 사용자의 액티비티(계단 오르기/내려가기, 엘리베이터 상승/하강, 에스컬레이터 상승/하강, 오른쪽/왼쪽 회전)를 감지할 수 있었다. 특히 엘리베이터와 에스컬레이터, 계단은 한 층에서 몇 개 없기 때문에 액티비티 시퀀스와 핑거프린팅 방식을 함께 이용하면 실내에서 초기 위치를 인식할 때 많은 도움이 되는 것을 실험을 통해 확인하였다.

본 논문은 일반적인 건물 내부에서 실험을 진행하였으며, 향후 복잡한 건물과 같이 액티비티 노드가 무수히 많은 실내 구조나 광장과 같이 통로가 많이 없는 구조에서도 정확하게 위치인식이 되도록 제안된 위치 추적 시스템을 개선할 것이다.

참고 문헌

[1] 이정호, et al. "스마트 폰을 이용한 Wi-Fi 와 IMU 기반의 보행자용 실내 항법 시스템." 한국통신학회 학술대회논문집 (2012): 173-174.
 [2] Zhou, Baoding, et al. "Activity sequence-based indoor pedestrian localization using smartphones." Human-Machine Systems, IEEE Transactions on 45.5 (2015): 562-574.