

---

# 스마트폰의 다중 센서를 이용한 GPS 음영지역 위치추적 개선

강성재 · 김민수 · 정용호 · 황소영 · 유동희

부산가톨릭대학교

## Localization Improvement in GPS Interfering Spot Using Multiple Sensors of Smartphone

Seongjae Kang · Minsoo Kim · Yongho Jeong · Soyoung Hwang · Donhui Yu

Catholic University of Pusan

E-mail : ksj10401@naver.com

### 요 약

GPS 위치정보는 위성의 개수에 따라 정확도가 달라지며 주위에 고층빌딩이 있거나 숲이 우거져 있는 경우 정확도가 떨어지거나 수신율이 저하되는 단점이 있다. 본 논문은 스마트폰에서 GPS 위치 정보와 스마트폰의 센서 정보를 통합하여 GPS 음영지역에서 위치정보를 개선시킬 수 있는 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 스마트폰에서 구현하여 성능 평가하였다.

### ABSTRACT

The accuracy of GPS varies depending on the number of GPS satellites and is declined in GPS interfering spot such as around forest or buildings. This paper proposes a localization improvement algorithm in GPS interfering spot by integrating information of multiple sensors in smartphone. The proposed algorithm is implemented in smartphone and the performance is evaluated in campus area.

### 키워드

localization, GPS, sensors, smartphone

### 1. 서 론

GPS 위치정보는 위성의 개수에 따라 정확도가 달라지며 주위에 고층빌딩이 있거나 숲이 우거져 있는 경우 정확도가 떨어지거나 수신율이 저하되는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 위치정보를 중첩하여 필터링 하는 방법과 GPS 이외의 센서들을 통해 위치정보의 정확도를 높이는 방법이 있다.

이미 대부분의 GPS는 필터링된 위치정보를 제공하며 진행 방향과 속도를 얻을 수 있는 주변 센서를 통해 위치정보를 보다 정확하게 제공하기 위한 알고리즘도 제시되었다[1, 2].

본 논문에서는 스마트폰에서 GPS 위치정보의 정확도를 향상시키기 위해 스마트폰의 다양한 센

서를 이용하여 위치정보를 보정하였다. 또한, 보정된 위치정보는 오차가 있을 시에는 그 오차가 누적되어 알고리즘이 진행 될수록 실제 데이터와 비교하여 오히려 더 큰 오차가 생길 수 있는 문제가 발생할 수 있기 때문에 데이터의 필터링을 거쳤다. 그리고 입력되는 GPS 위치정보와 보정된 위치정보 각각에 가중치를 두어 실제 데이터와 보정된 데이터 간 오차가 커지는 것을 방지하는 알고리즘을 제시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 GPS 위치정보의 정확도를 개선시킬 수 있는 알고리즘을 제시하고 3장에서는 제시한 알고리즘을 실제 데이터에 적용하여 제시한 알고리즘의 성능을 분석한다. 마지막으로 4장에서는 논문의 결론을 맺고 차후 개선책에 대해 다룬다.

## II. 스마트폰의 센서를 이용한 GPS 위치추적 개선

### (1) 알고리즘 구조

제안하는 알고리즘 구조는 정확한 이동방향 찾기, 이동 거리 구하기, GPS 위치정보와 값 합성하기의 세 단계로 이루어진다. 이 때 사용자의 이동 방향을 보다 정확하게 측정하기 위해서 스마트폰의 컴퍼스와 자이로스코프 두 가지의 센서를 이용하였다.

제안하는 알고리즘에서 이동 방향을 구하기 위해서 컴퍼스를 이용해 방위각을 얻어내었다. 하지만 컴퍼스는 주변 자기장의 영향을 많이 받고 정확도 또한 떨어져 정확한 사용자의 방위 값을 얻어내기 위하여 출력되는 컴퍼스의 방위 정보를 재귀적 자료처리를 통해 안정화 한다.

사용자의 이동 방향을 얻어낸 다음에는 사용자의 이동 거리를 구한 후 사용자의 이동 방향으로 그 이동거리만큼 이동한 것으로 계산한다. 이 때 이동 거리는 GPS 위치정보를 통해 들어온 좌표를 통해 각 지점 사이의 거리를 모두 합산해 구한다.

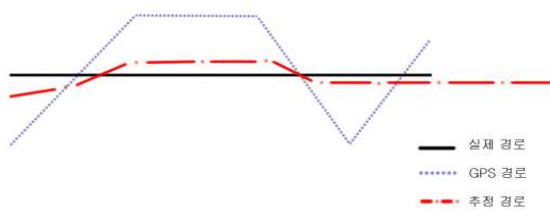


그림 1. 각 위치정보의 이동 경로와 거리

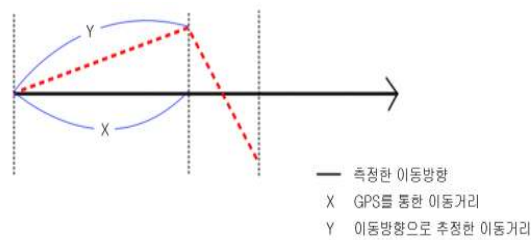


그림 2. GPS 위치정보를 통한 이동 거리 계산

이 때 그림 1과 같이 GPS 위치정보는 실제 이동 경로를 중심으로 편차를 보이며 흩어져 있고 이 좌표들 간의 거리를 모두 합산하여 이동 경로를 추정한다면 실제 이동 거리보다 많은 거리를 이동 한 것으로 추정 될 수 있다. 이를 해결하기 위해 그림 2와 같이 거리를 구하기 위해 사용한 GPS 위치정보를 통해 GPS 위치정보의 이동 방향을 측정하고 재귀적 자료 처리를 통해 구한 이동 방향과의 각도 차이를 구하고 그 각도가 커

짐에 따라 삼각함수를 통해 이동 거리를 적게 반영 하여 이동 거리를 최대한 유사하게 추정해 낸다.

이러한 알고리즘을 통해 구한 사용자의 이동 경로는 GPS 값을 따라가는 것이 아니라 GPS 위치정보를 통해 사용자의 이동 거리만을 받아와서 제안한 알고리즘을 통해 독자적인 경로를 구하기 때문에 알고리즘을 통해 구한 이동 경로에 오차가 있을 때에는 그 오차가 누적되어 나중에 가서는 오히려 오차가 커질 가능성이 있다. 때문에 제안한 알고리즘을 통해서만 이동경로를 추정하는 것이 아니라 GPS의 위치정보를 일부 반영하여 실제 데이터에서 오차가 계속 누적되는 것을 방지한다.

### (2) 컴퍼스 방위각 재귀적 처리 함수

스마트폰의 컴퍼스는 값의 흔들림이 많고 주변 자기장의 영향을 많이 받는다. 때문에 컴퍼스 값을 누적하여 그 평균값으로 값을 안정시켰다. 이 때 컴퍼스의 값은 계속적으로 들어오기 때문에 들어 온 값을 모두 저장하지 않고 재귀적인 자료 처리를 통해 값을 안정시켰다.

$$x_0 = a_0$$

$$x_1 = (x_0 + a_1)/2$$

$$x_n = (x_{n-1} + a_n)/(n+1)$$

$$x_i = \text{누적된방위각}, a_i = \text{새로운컴퍼스값}$$

위의 공식을 통해 컴퍼스의 방위각을 안정화할 수 있다. 하지만 실제로 구해야 할 방위각은 사용자가 이동하면서 계속 변화하기 때문에 이 값을 보정하기 위해 이전 방위각으로부터 변화량을 구해 그 값을 반영하여 재귀적 처리를 했다.

$$x_0 = a_0$$

$$x_1 = (x_0 + d_1 + a_1)/2$$

$$x_n = (x_{n-1} + d_n + a_n)/(n+1)$$

$$x_i = \text{누적된방위각}, a_i = \text{새로운컴퍼스값}$$

$$d_i = \text{이전값으로부터방위변화}$$

위처럼 이전 방위 값부터 현재 방위 값 까지 방위 변화량을 더하여 불연속적인 데이터 간에 재귀적 데이터 처리가 가능하도록 했다. 이 때 각도 변화량  $d_i$ 는 자이로스코프를 이용해 구했다. 자이로스코프는 컴퍼스처럼 절대적인 방위각을 구할 수는 없지만, 위의 상황처럼 이전부터 현재까지의 각도 변화량을 구하는데 있어서 매우 높은 정확도를 가진다. 때문에 위의 과정을 거치면 효율적인 데이터 안정화가 가능하게 된다.

## III. 성능 분석

제안한 알고리즘의 성능 분석을 위해서 GPS 위치정보와 제안한 알고리즘을 통한 보정 된 위

치정보를 가지고 이동 경로를 추적하였다. 추적한 이동 경로는 Google 지도에 표시하여 실제 이동경로와 비교하여 성능을 평가 하였다.

성능 평가를 위한 이동 경로는 교내에서 도보를 통한 이동으로 평가 하였다. 높은 건물이 많아 GPS의 수신이 원활하지 않은 지역과 주변에 아무런 장애물이 없어 GPS의 위치정보가 거의 오차 없이 수신되는 지역에서 GPS의 수신 감도에 따라 제안한 알고리즘의 성능을 평가 하였다.



그림 3. 고층 건물 주변

그림 3에서는 높은 교내의 고층 건물 사이에서 이동 경로를 추적하였다. 이 결과에서는 건물 사이를 통과할 때 GPS의 위치정보가 실제 이동 경로에서 많이 벗어나는 것을 볼 수 있다. 반면 제안한 알고리즘을 통해 수정된 위치정보는 실제 이동경로를 좀 더 정확하게 추적했음을 볼 수 있다.



그림 4. 장애물 없는 운동장

그림 4에서는 장애물이 없는 운동장에서 이동 경로를 추적하였다. 이때에는 GPS의 위치정보가 수 미터 내의 아주 적은 오차만을 내게 되며 오히려 제안한 알고리즘을 통해 추정 한 이동 경로가 실제 이동 경로와의 오차가 크을 알 수 있다. 그러나 GPS의 정확도가 높을수록 GPS 위치정보를 많이 피드백 받기 때문에 컴퍼스의 오차 때문

에 GPS 위치정보보다 정확도가 떨어지기는 하지만 어느 정도의 신뢰도 유지는 가능하다.



그림 5. 컴퍼스 데이터의 오차가 심할 경우

그림 5에서는 컴퍼스의 오차가 심할 경우의 결과이다. 제안한 알고리즘에서는 컴퍼스 데이터를 안정화하고 신뢰도를 높이기 위한 방법을 제시했지만 장비의 성능이 높지 않고 주변 환경의 영향을 매우 많이 받기 때문에 그에 대해 한계가 있었다. 때문에 간혹 실제 이동경로와의 오차가 매우 커지는 문제가 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 스마트폰에서 GPS 위치 정보와 스마트폰의 센서 정보를 통합하여 GPS 음영지역에서 위치정보를 개선시킬 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 성능평가 결과 주변 장애물이 많은 음영지역에서 GPS 위치 정보보다 높은 정확도를 가졌고, GPS 수신이 매우 원활한 지역에서도 기본적인 성능을 유지하였다. 하지만 스마트폰에 탑재된 센서의 성능이 높지 않고 주변 환경의 영향을 많이 받는데다 여러 기기로 테스트를 거친 결과 각 기기마다 다른 약간의 영구적인 오차가 존재하였다.

향후에는 가속도센서나 카메라 등 스마트폰의 다른 주변 센서들을 통해 위치 추정 성능을 향상시키는 것이 가능할 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 김지용, 이지홍, 변재민, 김성훈, "경사도로에서 다중 센서를 이용한 이동로봇의 위치 추정 성능 개선", 전자공학회지, 제47권, 제1호, pp. 67-75, 2010.
- [2] 김지용, 이지홍, 변재민, "GPS 음영지역 극복을 위한 이동로봇의 실험적 위치추정", 대한전자공학회 2009년 정보 및 제어 심포지움 논문집, pp. 115-117, 2009.