

## 영상 기반 실내 측위 시스템에서 GPS 신호를 이용한 식별 모호성 제거

심원일, 박종일\*

한양대학교

red112@naver.com, jipark@hanyang.ac.kr\*

## Removing Identifying Ambiguity Using GPS in Image-based Indoor Positioning System

Wonil Shim, Jong-Il Park\*

Hanyang University

## 요약

영상을 포함하여 다양한 방법으로 실내에서 위치를 확인하는 방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 영상 기반의 측위 또한 여러 가지 방법이 있는데, 우리는 시스템 구축 비용이 많이 들지 않으면서도 많은 서비스에 활용 할 수 있는 영상 기반의 실용적 측위 시스템에 대한 연구를 하였다. 이 시스템은 실내에 미리 설치된 간판이나 광고 등을 식별하고 이를 이용하여 실내에서 사용자의 위치를 구할 수 있다. 그러나, 영상 기반의 시스템이기 때문에 같은 영상이 서로 다른 참조 대상으로 등록 될 경우, 이것을 서로 구별 할 수 없다는 단점이 있다. 실내에서는 GPS와 같은 위성 항법 신호 수신에 잘 되지 않기 때문에 GPS를 위치를 확인하기 위한 목적으로 사용 할 수는 없다. 그러나, 특정 지점에서 수신되는 GPS 신호가 유사한 점을 이용하면, 서로 다른 위치에 설치된 동일한 이미지의 참조 대상을 구별 할 수 있다. 이 방법은 추가적인 비용이 들지 않기 때문에, 영상 기반의 실용적 측위 시스템의 장점을 그대로 유지 하면서 측위 성능을 더 높일 수 있는 방법이다.

## 1. 서론

다양한 방식의 실내 측위 시스템들이 연구되고 실제로 사용되고 있다[1]. 영상을 이용한 실내 측위에 대한 연구 또한 다양한 방식으로 활발히 진행되고 있으며, 여러 분야에 적용되고 있다[2-6]. 일반적으로, 실내 측위 시스템은 구축하는데 많은 비용이 들거나 고급 기술이 필요하여, 위치 기반의 서비스를 제공하기가 쉽지 않다. 이에, 우리는 이전 연구를 통해 적은 비용으로 손쉽게 구축 할 수 있는 영상 기반의 측위 시스템을 제안하였다[7]. 그러나, 영상 기반의 측위 시스템은 같은 영상을 식별 할 수 없다는 한계가 있는데, 특히 안내 표지판이나 광고는 같은 이미지를 반복적으로 사용하는 경우가 많아서, 참조 대상으로 사용 할 대상을 결정하는데 제약이 따른다. 이러한 제약은 완화하기 위해, 우리는 GPS 신호를 사용하는 방법을 제안한다. GPS 신호를 통해 얻게 되는 좌표는 여러 방향에 있는 위성으로부터 수신되는 GPS 신호로 계산되는데, 실내에서는 GPS 신호가 잘 수신되지 않기 때문에, 계산된 좌표의 오차가 크고 위치를 판단하는데 사용하기 부적합하다. 하지만, 부정확한 좌표라도, 같은 이미지를 사용하는 서로 다른 참조 대상이 있는 각 위치에서, 차이가 큰 GPS 좌표가 수신된다면 참조 대상을 구분하는데 활용 할 수 있다. 이에, 우리는 GPS 신호를 이용하여 기존 연구에서 제안한 시스템의 이미지 중복에 의한 모호성을 완화하는 방법을 제안한다.

## 2. 본론

측위 시스템은 사용하는 참조 신호는 서로 다르지만, 대부분 비슷한 방법으로 위치를 구한다[8-11]. 즉, 위치에 대한 참조 정보를 제공하는 다수의 신호 발생 장치를 배치하고, 사용자가 가진 센서를 이용하여 수신되는 신호를 분석하여 위치를 결정한다. 일반적인 측위의 방법과 선행 연구에서 제안했던 방법을 간단히 요약하고, 이어서 본 연구에서 제안하는 내용을 살펴 보도록 한다.

## 현재 사용되는 대표적인 측위 방식들

측위에는 위성에서 송신 되는 측위 전용 신호를 포함하여, 움직임, 음파, 전자기 신호와 영상도 사용 된다[1]. 또한, 이 신호를 해석하는 방법도 다양한데, Cell 판정, AOA(Angle of Arrival), TOA(Time of Arrival), TDOA(Time Difference of Arrival), RSS(Received Signal Strength), Fingerprinting 방식 등 다양한 방식이 있다[8-11]. 우리의 선행 연구는 영상을 이용한 AOA 방식에 가깝다[7]. 그러나, AOA의 참조 신호가 여러 개의 이미지가 아니라 하나의 이미지 내에 포함되어 있는 여러 개의 특징점들이다. 따라서, 동일한 이미지의 서로 다른 참조 대상은 올바르게 식별 할 수가 없다. 물론, 영상 내에서 다수의 참조 대상을 식별 하여 그 정보를 활용하면 좀 더 안정적인 측위를 할 수 있을 것이다.

\* 교신저자

실내에서 GPS 신호의 수신 특성

실내에서 GPS 를 활용하기 위해, 실내에서 수신되는 GPS 신호의 특성 파악을 위한 여러 가지 실험을 하였다.

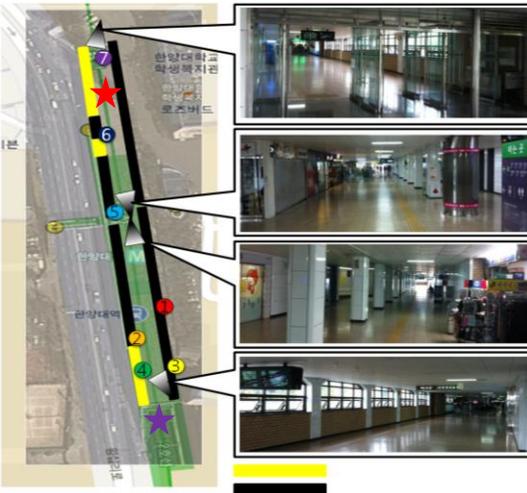
항목	내용
대상 건물	지하철 역사 (한양대학교)
구조	한쪽은 지하이고, 다른 한쪽은 지상에 노출 되어 있는 형태. 
단말기	iPhone 4 창문 벽(지하)
GPS 좌표	iOS SDK 에서 제공하는 API 를 사용
Data	KML 의 Path 와 Point 로 저장
분석	Google Earth[*], Google Map[*]

표 1. 실내에서 GPS 수신 특성 실험

이 실험을 통해, 아래와 같은 특성을 확인 하였다.

- 창문이 있는 곳에서 좀 더 정확하고 연속적인 신호가 수신 된다.(그림 1-(a),(c)참조)
- GPS 수신 신호는 창문에서 가까운 곳에서 실제 위치와의 오차와 좌표 값들 사이의 편차가 적다. (그림 1-(b)참조)
- 수신 초기에는 편차가 크며 점차 수렴 해 간다. (그림 1-(b)참조)

개선 된 영상 기반 측위 시스템

위 실험 결과에 따라, 동일한 이미지를 사용하는 서로 다른 참조 대상을 구별 하기 위해 표 2 와 같이 참조 대상의 데이터에 GPS 좌표를 추가하고, 즉, 식별 된 이미지로 등록 된 참조 대상 중, 수신되는 GPS 좌표와 가장 가까운 지점의 좌표로 등록 된 데이터를 참조 대상으로 식별 하도록 하였다.

구분	변경 전	변경 후	변경
식별정보	Image ID	Target ID	추가
이미지정보		Image ID	용도 변경
변환정보	Transform	Transform	유지
GPS 좌표	-	GPS coord.	추가

표 2. 참조 대상 Lookup Table 의 변경

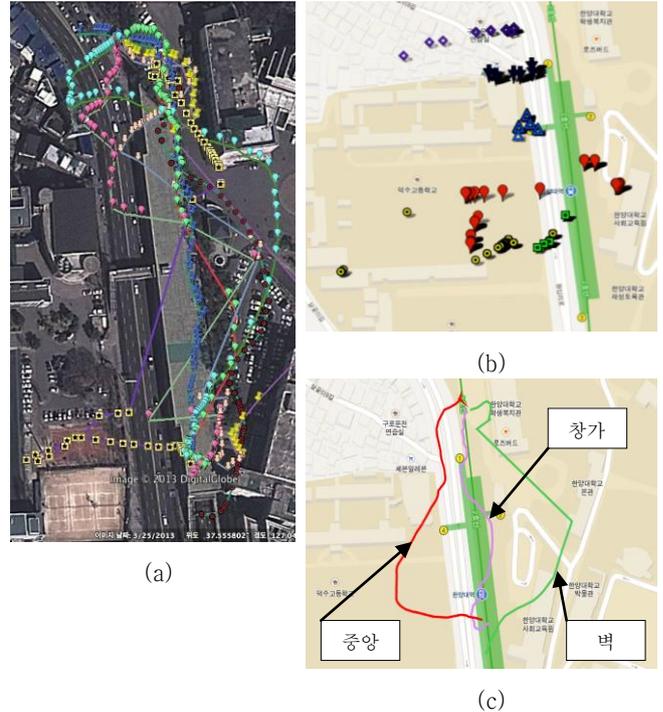


그림 1. 실내 GPS 수신 특성 테스트 (a)지하철 역사를 여러 차례 왕복하여 기록한 GPS 신호 (b)표 1 의 지도에 표시 된 각 지점에서 정지한 상태로 기록한 GPS 좌표 (c) 통로 내 이동 위치에 따른 궤적

적용 실험

개선 된 Lookup Table 과 GPS 좌표를 감안한 참조 대상 식별 방법을 적용하여 측위 실험용 응용 프로그램을 만들어 테스트를 하였다. 사용 된 중복 이미지와 해당 지점에서 수신 된 GPS 좌표는 표 3 과 같다. 제안 된 방법의 유효성을 확인하기 위해 먼저 기존의 방법으로 측위 테스트를 하고, 제안 된 방법으로 측위 테스트를 하여 개선 여부를 검토 하였다.

항목	참조 대상 1	참조 대상 2
위치	표 1 그림의 빨간색 별 표시	표 1 그림의 보라색 별 표시
이미지		
GPS	127.043202, 37.556474	127.043550, 37.555000

표 3. 동일한 이미지의 두 개의 참조 대상

실험 결과

먼저 기존의 방법으로 실험을 했을 때는 두 개의 이미지가 거의 같기 때문에 올바르게 식별을 하지 못하였다. GPS 신호를 참조 하지 않을 경우, 참조대상 1 로 식별 되는 경우가 많았다. 반면, GPS 좌표를 이용하자 표 4 와 같이 대응되는 참조 대상을 잘 판단하였다.

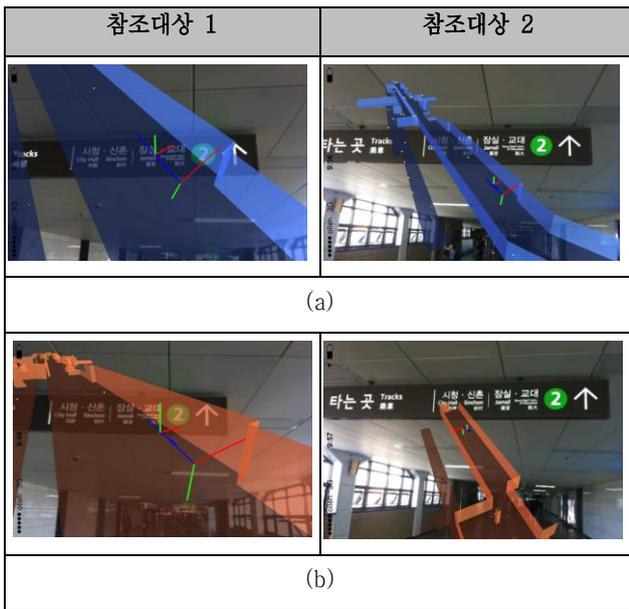


표 4. GPS 신호를 이용하여 동일한 이미지의 서로 다른 참조대상을 식별 (a)GPS 를 참조하지 않은 경우 (b)GPS 참조

### 3. 결론

본 연구에서 제안한 방법은 영상 기반 측위 시스템에서 동일한 이미지를 사용하는 참조 대상을 서로 식별하는 방법 중, 큰 비용을 추가하지 않고 사용할 수 있는 실용적인 방법 중의 한가지이다. GPS 신호가 수신 되지 않으면 이 방법은 사용할 수 없기 때문에 적용 할 수 있는 범위가 넓지는 않지만, 특정 OS 나 플랫폼의 특성에 종속되지 않는 GPS 신호를 사용한다는 점도 큰 강점이다. 외벽을 유리로 처리하는 건물이 늘어나면서 본 연구와 같이 실내에서 GPS 신호를 보조적인 정보로 활용 할 분야가 늘어날 것이라 본다.

### 4. 향후 연구 계획

GPS 가 수신되지 않는 영역에서 생길 수 있는 이미지 중복에 의한 모호성 완화를 위해, 본 연구에 적용 된 방식과 유사한 방식으로 Wifi AP 를 활용 해 볼 수 있을 것이다. Wifi AP 정보에 대한 접근은 플랫폼에 따라 제한을 많이 받기도 하기 때문에, 플랫폼 공급사의 정책에 영향을 많이 받지만, 개방 된 정보들을 활용해서 본 연구와 같은 보조적인 역할을 하는 신호로 한정한다면 충분히 활용 할 가능성이 있을 것으로 보고 연구를 진행 중이다.

### 감사의 글

본 연구는 지식 경제부 및 한국산업평가관리원의 산업융합원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [KI002058, 대화형 디지털 홀로그램 통합서비스 시스템의 구현을 위한 신호 처리 요소 기술 및 하드웨어 IP 개발]

### 참고 문헌

[1] Christian LUKIANTO and Harald STERNBERG, " Overview of Current Indoor Navigation Techniques and Implementation Studies" , Fig Working Week 2011, May, 2011

[2] Nishkam Ravi, Pravin Shankar, Andrew Frankel, Ahmed Elgammal and Liviu Iftode, "Indoor Localization Using Camera Phones", WMCSA '06 P Proceedings of the Seventh IEEE Workshop on Mobile Computing Systems & Applications, 2006.

[3] Alessandro Mulloni, Daniel Wagner, Dieter Schmalstieg, and Istvan Barakonyi, "Indoor Positioning and Navigation with Camera Phones", page 26 - 28, PERVASIVEcomputing, April-June, 2009.

[4] Sung Hyun Jang, "A QR Code-based Indoor Navigation System Using Augmented Reality", "Extended Abstracts: Proceedings, Seventh International Conference of Geographic Information Science", Columbus, Ohio, September, 2012..

[5] F. Lyardet, D. W. Szeto, E. Aitenbichler, "Context-Aware Indoor Navigation", European Conf. on Ambient Intelligence, 2008.

[6] Harlan Hile and Gaetano Borriello, "Positioning and Orientation in Indoor Environments Using Camera Phones", IEEE Computer Graphics and Application, July/August, 2008.

[7] 심원일, 박종일, "실내 시설물 영상을 이용한 실용적 실내 측위 시스템", 한국방송공학회 하계학술대회, 8월, 2013.

[8] Jinwon Choi, Yu-Suk Sung, Jun-Sung Kang, Seong-Cheol Kim, "Localization Algorithms Using Wireless Communication Systems", Telecommunications Review 18th, April, 2008.

[9] Hyung Keun Lee, Chris Rizos, "Wireless Signal Map Matching for Terrestrial Wireless Location Systems", Telecommunications Review 15th, December, 2005.

[10] Rainer MAUTZ, "OVERVIEW OF CURRENT INDOOR POSITIONING SYSTEMS", Geodesy and Cartography, DOI: 10.3846/1392-1541.2009.35.18-22, vol. 35, no. 1, pp. 18-22. 2009.

[11] Dragos Niculescu, Badri Nath, "Ad Hoc Positioning System (APS) Using AoA", MobiHoc '04 Proceedings of the 5th ACM international symposium on Mobile ad hoc networking and computing, 2004.