

# 스마트폰을 이용한 협력형 실내 지형 측정 시스템

오현민, 김미정, 최혜원, 이제민, 김형신  
충남대학교 컴퓨터공학과

cool6013@gmail.com, skanw1003@naver.com, potter0930@nate.com  
{leejaymin, hyungshin}@cnu.ac.kr

## Smartphone-Based Collaborative Indoor Mapping System

Oh Hyunmin, Choe Hyewon, Kim Mijeong, Jemin Lee, Hyungshin Kim  
Department of Computer Science and Engineering, Chungnam National University

### 요 약

위치 정보를 이용한 서비스는 다양한 분야에서 사용되고 있음에도 불구하고, GPS 기술의 한계로 실내에서는 거의 이용되지 못하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 연구에서는 실내 지형을 측정하기 위한 스마트폰을 이용한 협력형 시스템을 제안한다. 실내 구조는 스마트폰 센서를 이용해 알아낸 걸음 수와 방향 정보를 결합하여 측정한다. 제안한 방법을 검증하기 위해서 걸음 수 측정의 정확도 검증 실험과 걸음 수와 방향 정보를 이용해 지도를 그려 실제 건물의 내부와 비교하는 실험을 했다.

### 1. 서 론

운동보조 프로그램, 티맵, 구글 맵스, 대중교통 알림 시스템 등 Global Positioning System (GPS)를 기반으로 한 현재 위치, 주변 지도 정보를 제공하는 스마트폰 응용프로그램은 최근에 빼놓을 수 없는 필수적인 프로그램이 되었다. 하지만 현재 제공되는 프로그램들은 전부 GPS가 감지되는 곳에서의 서비스만 지원하기에 건물 내부나 터널, 지하상가 등에서 사용할 경우 위치의 표시가 명확하지 않다. 대형 포털 사이트에서 건물의 내부 지도를 제공해주기도 하지만, 백여 개의 건물 외에는 해당 장소의 지도를 보기위해서 전단지, 건물 입구의 지도 등을 참고해야 하므로 어디서나 확인 할 수 없다는 불편함을 갖고 있다.

이런 문제점으로 인하여 비슷한 주제로 개발 되고 있는 서비스들에는 구글사의 구글맵스 인도어와 삼클라우드사의 인사이드, 쉐콤사의 이젯 (IZat) 등이 있다. 해당 서비스들은 사용자에게 지도를 받거나, 사진을 이용한 영상처리, Wi-Fi를 이용하여 실내 지도를 제공하고, 실내에서 위치를 파악하는 서비스들이다. 이처럼 실내 위치를 측정하기 위해 여러 기업들의 관심이 기울어져 있고, 박람회에도 참가하는 등 점점 현 사회에서 중요도가 올라가고 있다[1-4].

다수의 기업들에서 이미 실내 위치 기반 서비스를 연구 하고 있지만, 본 연구에서 제안하는 방법과는 다음과 같은 차이가 있다. 해당 기업들은 영상처리를 이용하거나, Wi-Fi를 이용하여 실내 위치 서비스를 제공 하므로 배터리 소모가 심하고, 서비스를 이용하기 위해 추가적인 정보가 필요하다는 단점이 있다. 본 연구는 스마트폰 저전력 센서만을 이용하므로 위와 같은 문제를 발생 시

키지 않는다.

본 연구에서 제안한 방법은 건물 내부 구조를 그리기 위해서 스마트폰 내부 센서만을 이용하며, 정확도를 높이기 위해서 여러 사용자가 정보를 제공하고 공유할 수 있도록 했다. 우선, 거리 정보를 얻어내기 위해서 가속도 센서를 이용해서 걸음 수를 측정 했다. 또한 정확한 걸음 수 측정을 위해서 알고리즘을 만들었다. 방향센서를 이용해서 방향 정보를 알아내며, 걸음 수와 방향 정보를 이용해서 최종적으로 건물의 내부 구조를 그리게 된다.

제안한 방법의 정확도를 검증하기 위해서 두 가지 실험을 수행 했다. 첫 번째는 가속도 센서를 이용한 걸음 수 측정 알고리즘의 정확도를 검증 하는 실험이다. 두 번째는 걸음과 방향을 이용해서 건물 내부 구조를 그리는 것이다. 실험결과 걸음 수 측정의 경우 98%이상의 정확도를 보였으며, 제안한 방법을 이용해서 실제 건물 내부 구조와 유사하게 그릴 수 있음을 확인 했다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성 된다. 2장에서는 실내 위치기반 서비스의 시스템 구조를 설명한다. 그리고 3장에서는 제안한 방법을 검증하기 위한 실험을 기술 한다. 마지막으로 4장에서는 본 연구의 결론을 내린다.

### 2. 실내 위치기반 서비스의 시스템 구조

본 장에서는 실내 위치 기반 서비스의 구조와 서비스를 구현하기 위해 작성한 알고리즘에 대해 설명한다.

그림1은 본 연구에서 제안하는 실내 위치기반 서비스의 전체적인 시스템을 도식화 한 것이다. 사용자가 안드로이드 스마트폰에서 기반으로 하는 위치 기반 서비스를 사용하여 실내를 돌아다니며 값을 측정한다. 그 데이터

는 서버로 전송되어 특정 알고리즘을 이용하여 좌표를 계산하고 그 좌표 값을 이용하여 지도를 그린 후, 사용자에게 보여준다. 한 사용자의 데이터만 보는 것이 아니라 다른 사용자가 지도 등록을 하게 된다면 그 정보도 추가되어 최신의 정보로 업데이트 한다. 일정 기간을 정하여 오래된 정보를 제거하면 공사 등으로 인해 갈 수 없게 된 장소도 업데이트 할 수 있다.

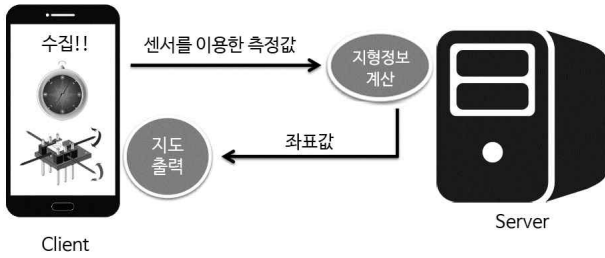


그림 1. 실내 위치기반 서비스 구조

본 연구에서는 사용자의 걸음수를 측정 한 후 각 걸음마다 좌표를 구하여 지도를 그린다. 사람의 걸음은 스마트폰의 가속도 센서를 이용하여 측정한다. 사용자가 걸음을 내딛을 때 마다 선형 가속도 센서로 측정된 Z의 값이 음수에서 양수로 증가하였다가 다시 음수로 바뀔 때를 한 걸음이라 체크한다. 이 때 단순히 음수에서 양수로 변할 때가 아니라 값이 -1보다 작은 음수에서 1보다 큰 양수로 변하였다가 다시 -1보다 작은 값으로 변할 때를 한 걸음이라 정의한다. 최대값과 최소값을 주지 않고 0만을 조건으로 주었을 때 정확도가 떨어져서 최대값과 최소값을 주었다.

걸음수를 측정 한 다음 그 측정한 결과를 바탕으로 좌표를 구한다. 지자기 센서를 활용하여 방위각을 구하고 그 방위각을 이용하여 좌표를 계산한다.

임의의 좌표계를 두고 점을 찍어 그 점의 좌표를 원점 (0, 0)이라 한다. 원점과 좌표 값을 구하려는 점 A까지의 거리를 임의의 수인 1이라고 한다. 이것은 특별히 단위가 있는 것이 아닌 본 연구의 좌표계에서 쓰인 임의의 단위이다. 이것을 1보폭이라 칭한다. 그리고 삼각함수와 방위각 $\alpha$ 를 이용하여 점A의 좌표가 식1과 같이 나온다. 다음 점인 B는 첫 번째 걸음과 같은 걸음을 걸었다고 가정하기에 A와 B사이의 거리도 1보폭이라 한다. 그 후 B의 좌표는 A와 같은 방식으로 구하여 식2와 같이 나타낸다. 그 다음 점도 같은 방법으로 좌표를 구한다. 예를 들어 원점(0,0)에서 자북방향으로 1보폭으로 한걸음 걸어간다고 하면 좌표는  $(1 \times \cos(0^\circ), 1 \times \sin(0^\circ))$ 이 되어 (1,0)이 될 것이고 그 후 동쪽으로 한걸음 더 걸게 되면

$(1 \times \cos(90^\circ), 1 \times \sin(90^\circ))$ 가 되어 (1,1)이 되는 형식이다.

$$A(x \times \cos \alpha, x \times \sin \alpha), \quad (식1)$$

$$B(x \times \cos \alpha + x \times \cos \beta, x \times \sin \alpha + x \times \sin \beta), \quad (식2)$$

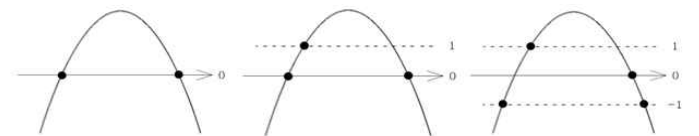
### 3. 실험

본 연구에서는 두 가지 실험을 하였다. 첫 번째는 걸음을 측정하는 알고리즘의 정확도를 검증하기 위한 실험이고, 두 번째는 제안한 방법을 이용해 그린 것과 실제 구조를 비교하는 실험이다.

#### 3.1 걸음을 측정하는 알고리즘 실험

실험은 스마트폰을 이용하여 100번, 200번, 400번씩 측정하는 실험을 하였다. 직접 한걸음마다 버튼을 눌러 실제 걸음의 횟수를 측정하였고, 수집된 자료를 이용해 알고리즘을 적용하여 구해진 걸음의 횟수와 비교하여 정확도를 측정하였다. 실험 조건은 순간순간 측정된 3축 센서의 Z값의 값에서 걸음이라고 판단하는 조건을 그림2와 같이 총 3가지로 나누어 결과를 비교하였다.

각각의 실험 결과는 표1에 정리하였다. 실험1의 경우 임계값을 0으로 하여 Z값이 음수에서 양수로 다시 음수로 변화했을 때를 의미한다(알고리즘1). 실험 2의 경우 실험1에 양수 일 때 값이 1보다 커야한다는 조건을 추가하여 테스트하였다(알고리즘2). 실험3은 실험2에 조건을 음수일 때 -1보다 작아야한다는 조건을 추가하여 테스트하였다(알고리즘3). 실험 결과 실험 3의 경우가 걸음 수가 조금 적게 나오지만 오차율이 가장 낮아 본 연구에 적합하다 생각되어 해당 조건을 사용하기로 하였다.



(가)알고리즘1:임계 값이 0인 경우 (나)알고리즘2:최대 값이 1인 경우 (다)알고리즘3:최대/최소값 ±1인 경우

그림 2. 각 실험 조건

걸음수 측정값	100	200	400
실험1	83%	56%	27.5%
실험2	95%	96%	86.25%
실험3	98%	96.5%	98.75%

표 1. 걸음걸이 수 측정 정확도



그림 3. 충남대 공과대학 건물의 외곽을 GPS와 제안한 방법을 이용해서 비교한 실험 결과



그림 4. 충남대 공과대학 3층에서 일자형 복도를 측정한 결과



그림 5. 충남대 인문대학에서의 실험 결과

### 3.2 실제 건물 측정 실험

정확도를 비교하기 위한 참값을 얻기 위해 GPS를 이용하여 정확한 이동 경로를 얻어 냈다. 그다음 제안한 알고리즘을 이용해서 같은 경로에 대해서 측정한 다음 비교 하였다.

그림 3은 충남대 공과대학 건물의 외곽을 GPS를 이용하여 측정한 결과에, 본 연구 개발을 위해 제작한 응용프로그램의 결과를 덧씌워 비교해본 그림이다. 실제 측정한 결과는 아직 축척을 제대로 넣지 않았기에 다른 응용프로그램을 이용하여 측정한 값의 축척에 비율을 맞추어 비교하였다.

그림4는 충남대 공과대학 건물 3층 복도를 걸어서 측정한 모습이다. 3층 복도는 일자 모양이지만 한쪽 끝에는 넓은 공간이 있는 모습이다. 실제 측정 결과 복도를 직선으로 걸었음에도 불구하고 구불구불한 모습이 나타났다. 이러한 결과가 나타난 이유는 공과대학 건물 내에 있는 많은 컴퓨터와 같은 전자장치들이 지자기 센서에

영향을 미치기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 비교적 전자장치들이 적은 인문대학에서 실험을 추가로 진행 했다.

그림 5는 충남대 인문대학에서 실험한 결과로 해당 건물의 평면도에 여러 사람이 제안한 방법을 이용하여 측정한 결과를 덧씌운 모습이다. 그림 4에서의 공과대학 건물에서의 실험결과와 달리 한 구간을 제외하면 비교적 직선적인 모습을 보이고 있다. 하지만 특정 연구실 앞에서 나침반센서가 모두 동일하게 문제가 발생하여 (그림 5 좌측상단) 진행 방향이 아닌 이상한 모습으로 나타났다.

실험결과 제안한 방법을 이용하면 어느 정도 실제와 유사하게 건물 내부를 측정할 수 있음을 보였다. 하지만 대부분의 건물들이 다수의 전자 장치를 보유하고 있는 만큼 전자파 간섭을 해결하는 연구를 수행해야 할 것이다.

### 4. 결론 및 향후 연구

현재 위치정보를 이용한 서비스는 많이 있지만 대부분 GPS 기술에 의존한 서비스들로 실내에서는 그 사용이 제약적이다. 본 연구는 이를 해결하기 위해 스마트폰 내부 센서를 이용하여 실내 지도를 그리는 실험을 하였고, 이를 통해 외부환경의 영향을 받지만 어느 정도 비슷한 결과를 보였다.

향후 사용자들이 편리하게 측정할 수 있는 응용프로그램을 제작하여, 더 많은 사용자들로부터 데이터를 수집하여 보다 여러 건물들의 내부 지도의 모습을 제공 및 갱신 할 예정이며, 실험결과 밝혀진 지자기 센서와 건물 내 전자장치들 간의 간섭 문제를 해결하는 새로운 방법을 연구할 계획이다.

### 감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다. (No. 2011-0013115)

### 참 고 문 헌

- [1]구글 맵스 인도어, <https://www.google.com/maps/about/partners/indoormaps/>
- [2]삼 클라우드 인사이드, <http://sdistory.com/220017826476>
- [3]퀄컴 이젯, <http://lazion.com/2512759>
- [4]스마트 국토 엑스포, [http://blog.naver.com/naver\\_map/220107077959](http://blog.naver.com/naver_map/220107077959)