

삼각측량법을 활용한 핑거프린트 방법의 측위 오차
감소 방안에 관한 연구
A Study on Error Reduction of Location
Determination using Fingerprint Method based
on Triangulation

장 청 윤* · 이 두 용* · 장 정 환* · 조 용 철** · 이 창 호*

Abstract

최근 GPS와 Wi-Fi가 내장된 스마트폰의 보급으로 이를 이용한 위치기반 서비스(Location-based Service)가 발전하고 있다. 하지만 위치기반 서비스들의 오차 범위는 3~4m 내외로 크기 때문에 사용자들은 더 정확한 위치를 제공하기를 바라고 있다. 본 논문에서 위치기반 서비스의 핵심기능을 담당하는 측위기술 중 흔히 사용되고 있는 삼각측량법을 활용하여 핑거프린트 방법의 측위오차를 줄일 수 있는 방안을 연구하였고 프로그램으로 구현한 후 테스트를 실시하였다. 프로그램은 Labview2010으로 구현하였고, 각각의 알고리즘을 모듈화하여 필터링 적용 전 후 및 개선효과를 비교하기 쉽도록 구성하였다. 실내 테스트는 인하대학교의 강의실에서 실시하였고 실외 테스트는 인하대학교 운동장에서 실시하였다. 테스트 결과 실내의 경우 본 논문에서 제시하는 필터링 방법을 적용하기 전의 오차가 1.02미터에서 0.83미터로 감소하였고 실외에서는 0.74미터에서 0.54미터로 오차가 감소하였다.

Keywords : Location Determination, Triangulation Method, Fingerprint Method, Location-Based Service

† 이 연구는 한국연구재단의 지원으로 연구되었음(2011-0018005)

* 인하대학교 산업공학과

** 한국항만연수원 인천연수원

1. 서 론

LBS(Location based Services; 위치기반 서비스)는 통신망이나 GPS 등을 통해 얻은 위치 정보를 바탕으로 여러 가지 서비스를 제공하는 콘텐츠이다. 사용자는 스마트폰 등 모바일 기기를 통해 현재 위치한 장소를 기반으로 각종 교통, 날씨, 상점, 편의시설 등 다양한 정보를 실시간으로 얻을 수 있다. 친구 찾기, 주행 중 길안내, 가까운 주요 소 찾기 등은 대표적인 LBS의 사례이다. LBS는 지리정보 시스템(GIS) 또는 지능형교통시스템(ITS)과 관련을 맺고 있다. 와이파이(Wi-Fi)를 활용한 위치기반 서비스를 시작으로 모바일 시대의 유망한 서비스로 각광받고 있다. 본 논문에서는 측위 정확도 향상을 위해 RFID 기술 중 2.4Ghz 주파수를 사용하는 ToA 방법을 적용한 측위방법을 가지고 가장 일반적으로 사용되는 삼각측량과 Fingerprint를 결합한 오차 감소 방안을 모색하였다[1][2][4].

2. 이론적 배경

Fingerprint 방법은 AP가 설치된 환경에 AP와 통신 가능한 단말기를 가진 사용자가 진입하였을 때, AP로부터의 신호세기를 확인하여 데이터베이스에 미리 저장되어 있는 참조 지점(RP: Reference Point)들에서의 신호세기와 비교하여 가장 유사한 특성을 가지는 RP를 사용자의 위치로 추정하는 방법이다. 이 방법은 미리 설정된 구역에서 신호 특성을 파악하여 DB에 저장해 두는 학습(training) 단계와 이를 토대로 객체의 위치를 결정하는 위치결정(positioning)단계로 나누어진다. 측위 이전에 미리 구역을 설정하고 구역마다 신호 특성을 파악 후 DB에 저장해 두어야 하는 선행 작업이 필요하고 측위 구역의 환경이 바뀔 때 마다 매번 이 과정을 다시 수행해야 하는 단점이 있지만 주변의 노이즈 및 주위 환경 정보를 측위에 반영하기 때문에 기존의 모델식 기반의 측위 방법 보다 주변 환경으로 인한 제약을 적게 받고 위치 정확성이 뛰어나다는 장점이 있다. Fingerprint 방법을 활용하여 위치를 결정하기 위해 DB에 저장하는 Fingerprint 데이터는 어떤 데이터를 사용할 것인지 또는 측위에서 이 데이터를 어떻게 활용할 것인지에 따라서 결정론적 Fingerprint 방법과 확률론적 Fingerprint 방법으로 나눌 수 있으며 NN, KNN, KWNN 알고리즘으로 위치를 추정한다. 본 논문에서는 확률론적 Fingerprint 방법에서 KWNN 알고리즘을 사용하였다[1][5].

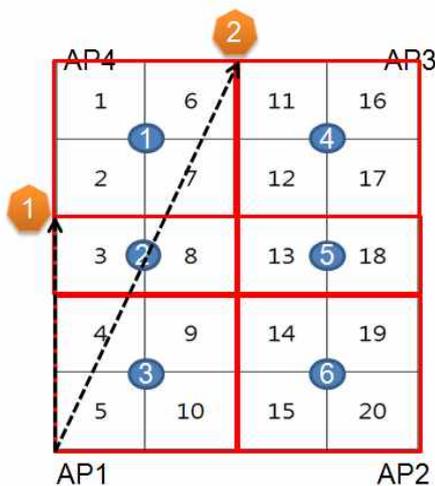
삼각측량법에 의한 위치추정은 이미 좌표가 알려져 있는 세 개 혹은 그 이상의 기준점과 모바일장치 사이의 거리를 계산해 냄으로써 모바일장치의 위치를 추정하는 방법이다. 기준점과 모바일사이의 거리는 RSSI와 같은 전파 특성값을 이용해 계산된다. 만약 고정된 노드가 3개이고 그들과 이동노드 M 사이의 거리가 r_1, r_2, r_3 라고 한다면 이동노드 M이 존재할 수 있는 위치는 반지름 r_1, r_2, r_3 를 가지는 세 원의 교점이 된다. 예를 들어 고정노드 A와 B, C의 위치가 각각 (X_1, Y_1) 과 $(X_2, Y_2), (X_3, Y_3)$ 이고 이동노드의 위치가 (x, y) 일 경우 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다[3][5].

$$\begin{aligned} (x - X1)^2 + (y - Y1)^2 &= r_1^2 \\ (x - X2)^2 + (y - Y2)^2 &= r_2^2 \\ (x - X3)^2 + (y - Y3)^2 &= r_3^2 \end{aligned} \tag{2-1}$$

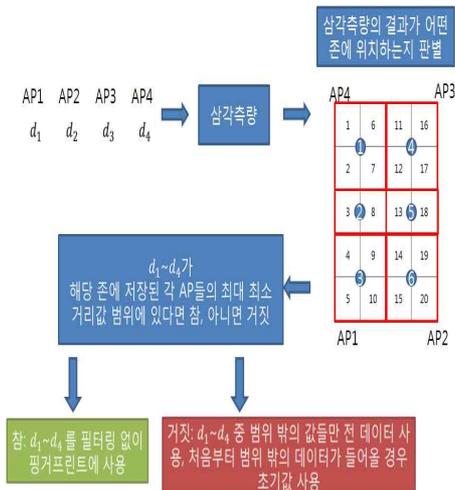
식(2-1)의 해를 구하게 되면 고정된 (x, y)값을 구할 수 있다. 즉 최소한 3개의 고정 노드와 그들 간의 거리 r_1, r_2, r_3 를 알게 되었을 때 이동노드의 정확한 위치를 파악할 수 있게 된다[4][6].

3. 개발 알고리즘 구현과 테스트 내용

삼각측량법을 활용한 핑거프린트 방법에서는 테스트구역 내에 RP들을 여러 개의 존으로 통합하여 각 AP들과 지정된 존과의 실제 거리의 최대, 최소값을 구하여 측정값을 필터링하는 기준으로 사용하게 된다. 본 연구에서는 가로, 세로 각각 2m 크기의 20개 RP를 지정하였고, 20개의 RP를 6개의 존으로 통합하였다. 예를 들어 1번 존에서 필터링의 기준이 되는 값은 [그림 1]에 1번 화살표의 길이이며 최대값은 2번 화살표의 길이가 된다. 실제 테스트에서는 1, 2, 6, 7번 RP에서 수집된 각 AP의 측정값들은 필터링기준을 초과할 경우 필터링 기준 내에 있는 앞전의 데이터를 사용하게 된다. 이러한 필터링 과정을 거치기 위해서는 Tag가 어느 존에 위치하고 있는지를 미리 파악해야 하기 때문에 존을 판별하기 위한 방법으로 삼각측량법을 사용하였다. 존을 판별하고 해당존의 필터링기준에 따라 필터링된 측정값들은 핑거프린트 방법을 통해 최종 위치를 구하게 된다.



[그림 1] 각 AP 최소, 최대값을 구하는 방법

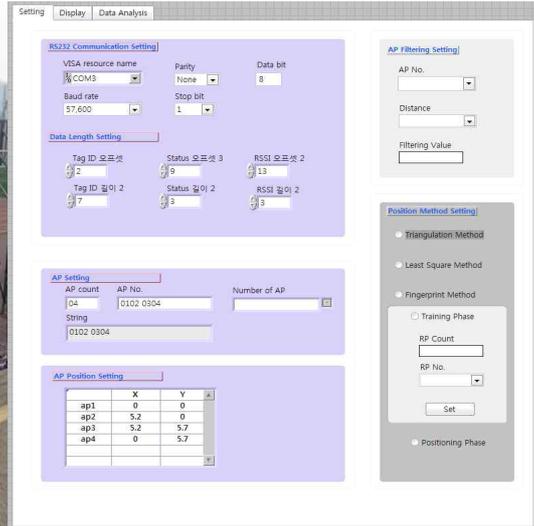


[그림 2] 삼각측량법을 통한 핑거프린트 방법의 필터링방법

측위 테스트 프로그램은 Labview2010으로 구현하였고, 프로그램의 메인화면은 세팅과 display 탭으로 구분하여 세팅 탭에서는 측위 장비와 PC간의 연결 세팅, 데이터 형식 세팅, AP 개수와 위치를 세팅할 수 있다.



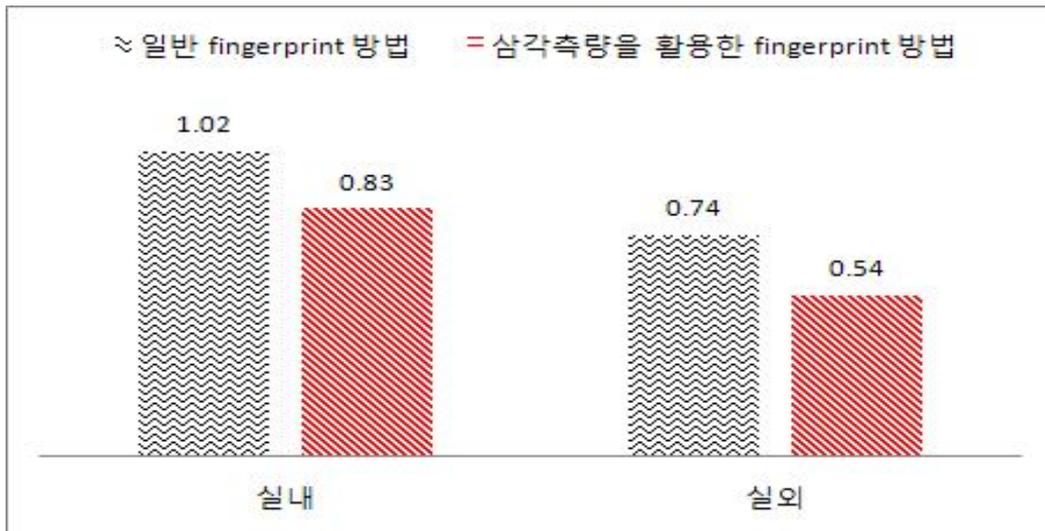
[그림 3] 실외 테스트 환경



[그림 4] 테스트 프로그램 세팅 화면

4. 성능 테스트 및 결과 분석

본 연구에서는 핑거프린트 방법의 오차를 감소시키기 위한 방안으로서 삼각측량을 활용한 필터링 방법을 연구하였다. 프로그램을 구현하여 테스트한 결과 실내의 경우 핑거프린트 방법만을 이용했을 때와 삼각측량방법을 활용하여 필터링 하였을 때의 측위 결과를 비교하기 위해 동일한 측정 데이터를 사용하였다. 실내에서 핑거프린트 방법만을 사용했을 경우 20개 RP에서의 평균 오차는 1.02미터, 삼각측량방법을 활용하여 필터링 하였을 경우에는 0.83미터의 오차를 보였다. 실외 테스트 결과에서는 핑거프린트 방법만을 사용했을 경우 20개 RP에서의 평균 오차는 0.74미터, 삼각측량방법을 활용하여 필터링 하였을 경우에는 0.54미터의 오차를 보였다. 결과적으로 삼각측량방법을 활용하여 필터링 하였을 때 오차가 실내·외 약 0.2미터 감소한 것을 확인할 수 있다



[그림 5] 테스트 결과 분석

5. 결론 및 추후 연구과제

본 연구에서는 삼각측량법과 핑거프린트 방법을 결합하여 오차를 줄이기 위한 방안을 연구하였다. 실제 테스트 결과 기존의 핑거프린트 방법에 비해 삼각측량법을 통한 필터링 과정을 거치면서 오차가 감소하는 것을 확인하였다.

향후 연구로는 기존에 적용된 보정, 필터링방법과 삼각측량법을 통한 필터링방법의 측위 계산 속도의 최적화를 위한 방법과 이동체의 위치를 확인하기 위한 칼만필터 등의 적용이 필요하다.

6. 참고 문헌

- [1] 권대우, “Fingerprint 방법에 의한 실내와 실외 위치결정의 측정오차 감소 방안에 관한 연구”, 인하대학교 석사학위논문, 2011.02.
- [2] 김현중, “LBS 산업육성의 초석: GPS 칩”, 정보통신산업진흥원, 2010. 10, pp.1-2.
- [3] 막마르 엔흐자야, “TOA-A 알고리즘 기반의 주차 안내 시스템 설계”, 동명대학교 석사논문, 2010. 02.
- [4] 이성호, “부상하는 위치기반서비스(LBS)”, 삼성경제연구소 CEO Information, 제 615호, 2007. 08.
- [5] 장정환, “삼각측량법과 최소자승법을 활용한 실내 위치 결정의 산포 감소 방안에 관한 연구”, 인하대학교 석사 학위논문, 2012, 02.
- [6] 진영우, 손상현, 최훈, 백윤주, “항만 환경의 음영지역 극복을 위한 동선 정보 기반의 측위 기법”, 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol.37, No.1, 2010.

저 자 소 개

장 청 윤 : 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중. 남서울대학교 산업경영 공학과 공학사 취득. 주요 관심분야는 SCM, ERP, RFID 관련 물류관리 시스템 개발 등.
주 소 : 인천광역시 남구 용현동 253

이 두 용 : 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 박사 과정 중. 인하대학교 산업공학과 공학석사 취득. 주요 관심분야는 SCM, RFID 관련 물류관리 시스템, 항공물류 정보시스템, LBS 등.
주 소 : 인천광역시 남구 용현동 253

장 정 환 : 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중. 한라대학교 산업경영공학과 공학사 취득. 주요 관심분야는 RFID 관련 물류 관리 시스템, LBS 등
주 소 : 인천광역시 남구 용현동 253

조 용 철 : 한국항만연수원 인천연수원 교수로 재직 중. 인하대학교 산업공학과 공학사, 공학석사 취득. 동 대학원에서 박사 수료. 주요 연구 관심분야는 경영과학 최적화 모델 개발 분야와 VRP, ERP, EC, 물류정보시스템, RFID, 컨테이너 터미널 운영시스템 등
주 소 : 인천광역시 중구 항동 7가 1-31 한국항만연수원 인천연수원

이 창 호 : 현재 인하대학교 산업공학과 교수로 재직 중. 인하대학교 산업공학과 공학사, 한국과학기술원 산업공학과 공학석사, 한국과학기술원 경영과학과 공학박사 취득. 주요 연구 관심분야는 RFID를 활용한 항공물류 정보시스템, 인천항 물류관리, 항공산업 관련 스케줄링과 중소기업의 ERP 개발 등.
주 소 : 인천광역시 남구 용현동 253