

삼각측량법과 최소자승법을 활용한 실내 위치
결정의 산포 감소 방안에 관한 연구
A Study on Error Reduction of Indoor
Location Determination using Triangulation
and Least Square Method

장 정 환* · 이 두 용* · 장 청 윤* · 이 창 호*

Abstract

본 논문에서는 위치기반서비스의 핵심기능을 담당하는 측위기술 중 흔히 사용되고 있는 삼각측량법과 최소자승법을 보정한 방법을 이용하여 객체의 위치를 결정하는 알고리즘의 산포를 감소시키는 방안을 연구하였다. 두 측위 방법에서 사용되는 거리값은 모두 동일한 보정과 필터링 과정을 적용하였으며, 프로그램 구현 후 실내에서 테스트를 실시하였다.

프로그램은 LabView 2010으로 구현하였고, 각각의 알고리즘을 모듈화하여 필터링 적용 전후 및 개선효과를 비교하기 쉽도록 구성하였다. 일반적인 환경에서 실험한 결과 삼각측량이 최소자승법보다 더 좋은 정확도를 보여주었고, 필터링 과정을 거칠수록 정확도가 향상되는 것을 확인하였다.

Keywords: Location Determination, Triangulation Method, Least Square Method, Location-Based Service

† 이 연구는 한국연구재단의 지원으로 연구되었음(2011-0018005)

* 인하대학교 산업공학과

1. 서론

LBS(Location based Service)는 처음 군사용으로 출발하여 그 효용성이 입증되면서 치안·교통 등 공공부문에서 널리 활용되고 있다. 최근에는 스마트폰의 확산으로 GPS, 기지국 ID, 와이파이 등 정밀도가 향상된 위치측정 기술과 모바일 앱들이 하나로 통합되고 있으며 여기에 소셜 네트워크 서비스(SNS), 증강현실, 게임 등 새로운 형태의 킬러 앱들이 더해지면서 활용도는 더욱 높아지고 있다. 현 상황에 따라 RFID, Wi-Fi, 적외선 등과 같은 무선통신을 활용하여 삼각측량, 핑거프린트 등의 방법을 이용한 다양한 측위방법이 개발되고 있다.

다양한 측위방법 중 본 연구에서는 SDS-TWR(Symmetric Double Sided-Two Way Ranging) 프로토콜을 이용하여 계산한 거리를 활용하여 삼각측량법과 최소자승법의 보정과 필터링 방법 적용 후 측위 정확도를 알아보고자 한다.

2. 측위방법

삼각측량법은 세 지점에 대한 위치정보를 기반으로 거리측정 또는 각도를 이용하여 이동 물체의 2차원 또는 3차원 좌표를 인식하는 방법으로 비교적 정확한 위치측정이 가능하다. 삼각측량을 이용하여 2차원 좌표를 알기 위해서는 3개 지점에 대한 정보가 필요하며, 삼각측량법을 사용하는 방법으로는 거리측정 방식, 각도측정 방식 등이 있다.

본 논문에서는 실내 환경에서 4개의 AP를 사다리꼴 형태로 배치하고 각각의 AP와 Tag 간의 거리는 SDS-TWR(Symmetric Double Sided-Two Way Ranging) 프로토콜로 측정하였다. TWR 거리측정 기술은 송신기에서 출발하여 수신기에 도착한 전파 전송 시간과 전파 속도를 통해 거리를 측정하는 기술로써 RSSI 기반의 기술보다 더 높은 정확도를 보여준다. 하지만 초음파 속도의 약 90만 배 빠른 실제 RF 전파를 사용하기 때문에 더 정확한 거리를 구하기 위해 TWR을 한 번 더 반복하는 것이 SDS-TWR 기술이다. SDS-TWR이 정확도가 높지만 실내 환경의 특성에 따라 전파는 굴절, 반사, 흡수 등 왜곡되어 거리 값을 계산하는데 영향을 주게 되어 오차가 발생한다.

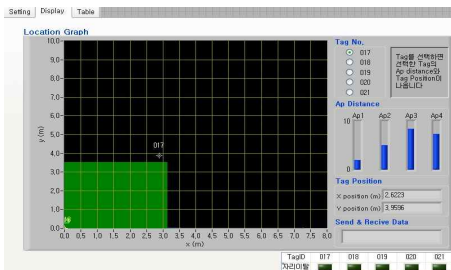
이러한 오차를 개선하기 위해 각각의 AP와 Tag까지의 거리 값들은 회귀분석을 통해 보정하고 필터링 과정을 거치게 된다. 보정과 필터링 과정을 거친 거리 값들은 삼각측량에 사용되는데 기존 삼각측량법에 따라 3가지의 거리 값을 사용한 것이 아니라 2가지의 거리 값을 사용하도록 변형하였다. 기존의 삼각측량법의 경우 3가지의 거리 값으로 원을 그려 세원이 만나는 지점이 Tag의 최종 좌표가 되지만 세원이 한 점에서 만날 확률은 희박하다. 따라서 본 논문에서는 기존 방법과 다르게 네 개의 거리 값을 사용하여 2개씩 6가지로 조합한 후 계산된 좌표들을 필터링하여 최종 좌표를 구하게 된다.

삼각측량법과 비교를 위하여 사용한 최소자승법(Least Square)은 삼각측량법에 비해

계산과정이나 위치추정과정의 단순하기 때문에 사용되는 방법으로 측정값들의 분포를 가장 잘 나타내는 함수를 구하는 방법이다. 삼각측량법과 동일하게 네 개의 거리 값을 모두 사용하고, 두 방법의 오차 비교를 위해 동일한 거리 값과 보정, 필터링 방법을 사용하였다.

3. 측위 프로그램 구현

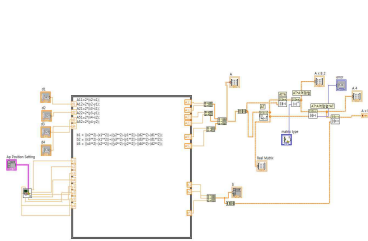
LabVIEW 2010을 이용하여 삼각측량, 최소자승법을 활용한 측위 프로그램을 각각 구현하였다. 측위과정은 여러 단계를 거치게 되는데 첫 단계에서는 각각의 AP에서 수신되는 거리 값이 보정과 필터링 단계를 거쳐 오차를 최소화 시킨다. 다음으로 각각의 측위 알고리즘을 거쳐 결과 값이 DB(Ms-Sql 2000)에 저장된다. 삼각측량, 최소자승법 측위 알고리즘의 경우 모듈화 하였기 때문에 알고리즘의 계산과정을 제외하고, 나머지 과정은 두 방법이 동일하도록 프로그램을 구현하였다. [그림 1]은 프로그램 인터페이스 중 실시간으로 Tag의 좌표를 확인 가능할 수 있도록 구현한 화면이고, [그림 2]와 [그림 3]은 두 알고리즘을 구현한 소스의 일부의 모습 보여준다. [그림 4]는 최종 결과를 DB에 저장한 테이블을 보여준다.



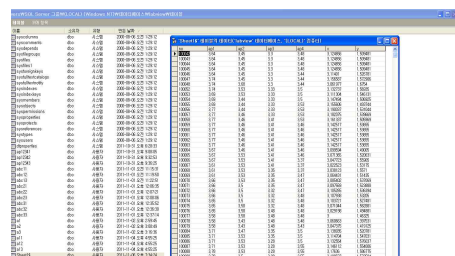
[그림 1] LabVIEW 프로그램 실행 화면



[그림 2] 구현된 삼각측량 알고리즘



[그림 3] 구현된 최소자승법 알고리즘



[그림 4] 저장된 결과 값 DB

4. 성능 테스트 및 결과 분석

본 연구는 실내·외의 주변 잡음 환경에서 측위 정확성 향상 방법 개발을 목표로 연구를 진행하였고, 실내·외 연속측위 알고리즘 및 시스템 개발의 선행연구로써 실내 환경에서 측위성능 테스트를 수행하였다.

두 가지 방법으로 각각 2,700회의 테스트를 진행하였고, 삼각측량법이 최소자승법에 비해 좋은 결과를 보여주었다. 삼각측량법의 경우 평균 0.398m의 오차를 보여주었고 최소자승법은 0.594m의 평균 오차가 발생하였다. 이 결과에서 프로그램에 적용된 여러 필터링 모듈 중 테스트 범위를 초과하는 거리값을 필터링하는 모듈을 제거할 경우 삼각측량법이 0.406m, 최소자승법이 0.717m의 오차를 보였으며, 한가지의 필터링 방법만을 적용하여도 각각 약 2%, 17%의 오차가 감소한 것을 알 수 있었다.

5. 결론 및 추후 연구과제

본 연구에서는 급부상하는 위치기반서비스의 핵심기능을 담당하고 있는 측위기술의 관점에서 측위 정확성 향상 방안을 연구하였다. 흔히 사용되는 삼각측량법을 변형한 방법과 최소자승법을 이용한 측위방법을 사용하였고, 삼각측량이 더 좋은 정확도를 보여주었으며 필터링과정을 거치면서 정확도가 향상되는 것을 확인하였다.

향후 연구로는 필터링 방법의 개선을 통한 측위 오차 감소 방안, 주변 환경 변화에 따라 대응가능한 필터링 방법의 개발, 이동체의 실시간 위치 측위 방안 등을 고려한 실내·외 연속 측위 기술 및 시스템 개발에 대한 연구가 필요할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] 김정수, "TOA 알고리즘을 이용한 위치인식 시스템 구현에 관한 연구", 광운대학교 대학원 석사학위논문, 2007.
- [2] 윤성조, "IEEE 802.15.4 WPAN을 이용한 실내/외 결합 측위 시스템", 경북대학교 대학원 전자전기컴퓨터학부 석사학위논문, 2008. 08.
- [3] 전황수, "LBS 시장 및 업체 동향", 정보통신산업진흥원 주간기술동향, 2011. 1 .19
- [4] A. Kealy, S. Winter and G. Retscher, "Intelligent location models for next generation location-based services", Journal of Location Based Services, Vol. 1, No. 4, 2007. 12.
- [5] C. Flora and M. Hermersdori, "A practical implementation of indoor location-based services using simple WiFi positioning", Journal of Location Based Services, Vol. 2, No. 2, 2008. 06.

저 자 소 개

- 장 정 환** : 한라대학교 산업경영공학과 공학사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중. 주요 관심분야는 RFID 관련 물류 관리 시스템, LBS 등
- 이 두 용** : 인하대학교 대학원 산업공학과 석사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 박사과정 중. 주요 관심분야는 RFID 관련 물류 관리 시스템 개발, 항공물류 RFID 시스템 개발, SCM, LBS 등
- 장 청 윤** : 남서울대학교 산업경영공학과 공학사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중. 주요 관심분야는 SCM, ERP, RFID관련 물류관리 시스템 개발 등.
- 이 창 호** : 인하대학교 산업공학과 공학사, 한국과학기술원 산업공학과 공학석사, 한국과학기술원 경영과학과 공학박사 취득. 현재 인하대학교 산업공학과 교수로 재직 중. 주요 관심분야는 RFID를 활용한 항공물류 정보시스템, 인천항 물류관리, 항공산업 관련 스케줄링과 중소기업의 ERP 개발 등.
- 주 소** : 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과