

스마트폰 기반의 도서위치 검색 시스템 개발

유선길*, 오동익**
 *순천향대학교 의료과학과
 **순천향대학교 의료IT공학과
 e-mail:sgyoo@sch.ac.kr

A Study on the Book Localization System based on the Smart Phone

Sun-Gil Yoo*, Dong-Ik Oh**
 *Dept of Medical Science, SoonChunHyang University
 **Dept of Medical IT Engineering, SoonChunHyang University

요 약

도서관에 RFID 시스템을 도입함으로써 업무의 효율을 높일 수 있다. R-LIM2는 도서의 위치까지 안내하는 기능을 제공하는 RFID 기반의 진보된 도서관리 시스템이지만 위치 추정과 내비게이션에 다수의 안테나 및 별도의 PDA를 사용함으로써 경제적으로는 비효율적이었다. 이에 본 논문에서는 R-LIM2의 내비게이션 기능을 별도의 기기 없이 사용자가 휴대한 스마트폰으로 가능하게 하고, 기존에 구축되어 있는 무선 네트워크 인프라를 활용하여 위치 추정이 가능하게 함으로써 보다 경제적이고 효과적인 도서위치 검색 시스템을 개발하였다.

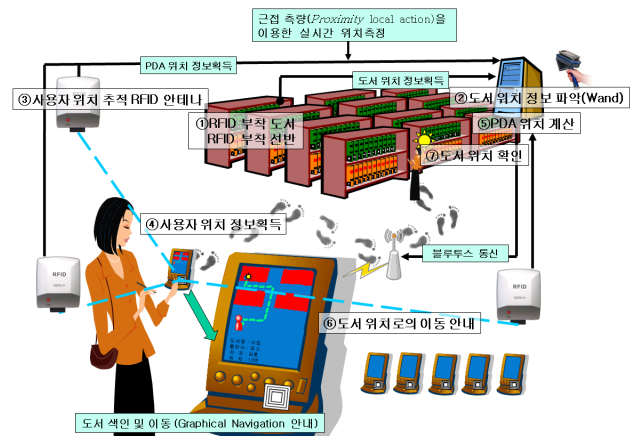
1. 서론

최근 도서관에서는 기존에 사용되던 바코드 기술의 문제점을 극복하고 RFID 기술이 가지는 장점을 이용해 보다 편리한 기능을 제공할 수 있는 RFID 도서관으로의 변환이 활발히 이루어지고 있다[1]. 본 연구팀에서는 이러한 RFID 기반 도서관리 시스템인 R-LIM2(RFID based Library Management System2)를 개발한바 있다[2,7]. R-LIM2 시스템에서는 일반적인 도서의 대출 및 반납 기능에 더하여, 휴대용 단말기를 이용하여 원하는 도서를 색인하여 현재 도서가 위치한 곳까지 편리하게 찾아 갈 수 있도록 하는 내비게이션 기능을 제공한다. 본 논문에서는 기존의 R-LIM2의 위치추정 및 내비게이션 기능을 별도의 PDA 없이, 사용자가 소지한 스마트폰과 무선 접속장기를 활용하여 가능하도록 하도록 하였다. 즉, 사용자는 자신의 스마트폰을 이용해 도서 DB에 접속하여 원하는 도서를 색인하고, 이의 위치정보를 시각적 디스플레이를 통해 얻어 도서가 위치한 곳까지 이동하며, 서가 앞에서 버튼을 트리거하여 도서의 위치를 LED점등을 통해 파악한다. 본 논문에서는 사용자의 위치 추정을 위해 Wireless LAN을 위해 설치한 WAP(Wireless Access Point)를 활용한다. 구체적으로는 스마트폰과 WAP과의 RF 신호의 세기 측정을 통해 사용자의 위치를 추정하는데, 이러한 방식을 통해 기본보다 보다 경제적이고 편리한 내비게이션 시스템을 구축할 수 있게 되었다.

2. R-LIM2 시스템

도서관 이용에 있어 가장 큰 문제점 중의 하나는 도서

의 실제 위치를 파악하기 어렵다는 것이다. 만약 도서가 분류체계에 따른 위치에 놓여 있지 않다면 이 문제는 더욱 심각해진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구팀에서는 R-LIM2 시스템을 개발하였는데, 이 시스템은 찾기자 하는 도서가 위치한 서가까지 사용자를 안내하는 내비게이션 기능과, LED를 밝혀 도서의 위치를 파악할 수 있는 기능을 갖추고 있다.



(그림 1) R-LIM2 위치 안내 시스템의 구성

R-LIM2의 작동 시나리오는 (그림 1)과 같다: 모든 도서에 RFID 태그를 부착한 뒤 도서를 서가의 선반에 위치시키며, 선반에 일정간격으로 선반태그와 LED를 장착한다(①). 휴대용 RFID 리더기를 통해 태그들을 스캔하여 도서의 위치를 선반태그를 기준으로 파악한다(②). 사용자의 실시간 위치파악을 위해서는 도서관 내부에 다수의 안

테나를 설치하고(③), 근접측량 알고리즘을 사용해 RFID 태그를 부착한 PDA의 위치를 파악한다(④). 중앙서버에서 도서의 위치와 사용자의 위치가 파악되면(⑤), GUI로 제공되는 내비게이션 안내에 따라 도서가 위치한 서가로 이동한다(⑥). 서가에 도착한 이용자는 선반태그와 연동된 LED를 점등함으로써, 손쉽게 도서의 위치를 확인할 수 있다(⑦).

본 논문에서는 기존의 R-LIM2 기능을 대부분 활용하되, 사용자 위치추정에 WAP(Wireless Access Point) RSSI 기반의 위치추정 방식을 새롭게 도입하였다. 이 방식에서는 대부분의 네트워크에 이미 구축되어 있는 무선 네트워크 인프라를 활용하기 때문에, 추가적인 위치추적용 RFID 장비가 필요 하지 않아 기존의 방식보다 경제적으로 시스템을 구축 할 수 있다.

3. RSSI 기반 위치 추정기법

일반적으로 객체의 위치파악을 위해서는 GPS, ActiveBadge, RFID 리더기 등과 같은 시스템을 사용하지만, GPS는 실내에서 활용할 수 없다는 제약이 있고, 실내에서 사용할 수 있는 시스템의 구축은 고가이기 때문에 시스템 구축에 많은 제한이 있다. 이에 본 연구에서는 최근 급속히 보급되고 있는 스마트폰과 IEEE 802.11 Wireless LAN 인프라를 활용하여, RSSI(Received Signal Strength Indication) 방식을 기반으로 스마트폰 사용자의 위치를 추정하도록 하였다. 각 WAP에서는 스마트폰의 거리에 따라 신호의 감쇄가 일어나게 되는데, 이를 이용하여 적절한 계산식을 활용하면 신호 감쇄에 따른 거리를 추정할 수 있다[3].

신호세기를 이용해 단말기와 WAP의 정확한 거리가 파악되면 삼변측량방식을 통해 단말기의 위치를 파악할 수 있다. 그러나 RSSI를 활용하는 거리 측정은 실내 환경에서 벽이나 문 등 장애요소에 크게 영향을 받는다. 실제로 WAP의 신호세기와 개체와의 거리사이의 상관관계를 구하여 사용자의 위치를 판정하는 대부분의 실험결과에서 큰 오차를 보이며[4], 이러한 영향을 고려하여 거리를 측정하기 위해서는 매우 복잡한 계산이 필요하다[5]. 때문에 벽으로 차단된 사무실과 같이 주변 환경이 복잡한 경우에는, 특정 위치에서의 신호세기를 측정한 후 이를 비교하는 Fingerprint 방식이 많이 활용되며, 본 논문 또한 이 방식을 사용하여 단말기의 위치를 추정한다.

Fingerprint 방식은 계산에 의거하지 않고 사전 조사된 자료값에 대한 확률적 일치성을 통해 사용해 위치를 추정하는 방법으로, 노이즈 및 주위 환경 정보가 이미 반영된 데이터를 추정을 위한 정보로 활용하는 방식이다[6]. 위치 추정은 측위가 이루어질 장소의 각 지점에서의 RSSI 측정값에 대한 데이터베이스를 구축하는 준비단계(off-line phase)와 실제 개체의 측위가 이루어지는 실시간 단계(realtime phase)로 구성된다[4].

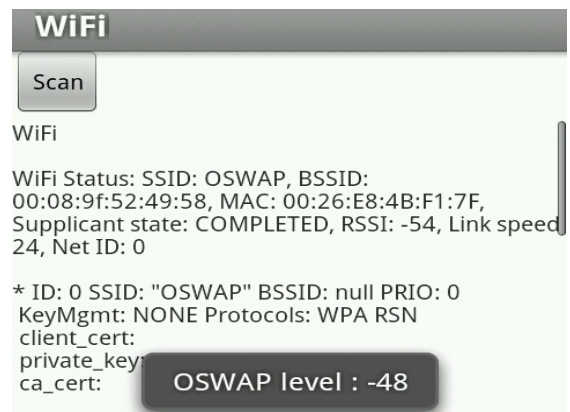
준비단계에서는 측위가 이루어질 장소의 공간을 바둑

판 모양으로 나눈 뒤 두 선이 교차하는 부분을 후보지점으로 설정한 후, 각 후보지점에서의 WAP의 RSSI를 측정하여 특정 위치와 신호세기를 연관 짓는 데이터베이스를 구축한다. 이러한 WAP에서의 신호세기를 지문(Fingerprint)이라고 한다. 실시간단계에서는 실제개체의 위치에서 측정한 지문(RSSI값)을 준비단계에서 구축한 데이터베이스의 지문들과 비교하여 가장 유사한 값을 가지는 후보지점을 개체의 현 위치로 추정한다.

지문방식은 RSSI값을 직접 거리로 계산하여 삼변측량을 하는 방식보다 정확도가 높다. 또한 측정된 RSSI값을 특정 위치와 연관 짓지만 기하학적 거리나 각도 등의 계산을 필요로 하지 않아 위치추정의 실시간 오버헤드가 적다. 반면, 실제 측위 전에 데이터베이스를 구축하는 준비단계를 필요로 하는데, 이러한 작업은 측위가 이루어질 공간이 넓거나 후보지점이 많을수록 긴 시간을 필요로 한다. 하지만 얼마나 세밀한 위치추정이 필요한가에 따라 후보지점의 수가 결정되므로 공간의 크기와 위치추정의 세밀도(Granularity)를 고려하여 이 방식의 도입여부를 결정할 수 있다.

4. Android 기반 R-LIM2 위치추정과 맵 구성

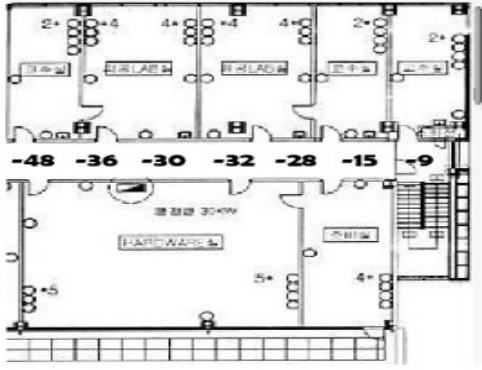
대부분의 스마트폰은 RSSI 측정이 가능한 하드웨어 리시버를 장착하고 있다. 스마트폰에 탑재된 Android 플랫폼 환경에서의 소프트웨어 개발은 Java 언어를 사용하는데, WAP으로부터의 RSSI를 측정하기 위해서는 시스템에서 제공하는 android.wifi.WifiManager 클래스를 사용한다. WifiManager 클래스는 네트워크에 관한 정보 및 WAP 검색 기능 등을 제공한다.



(그림 2) WAP의 신호를 측정한 결과

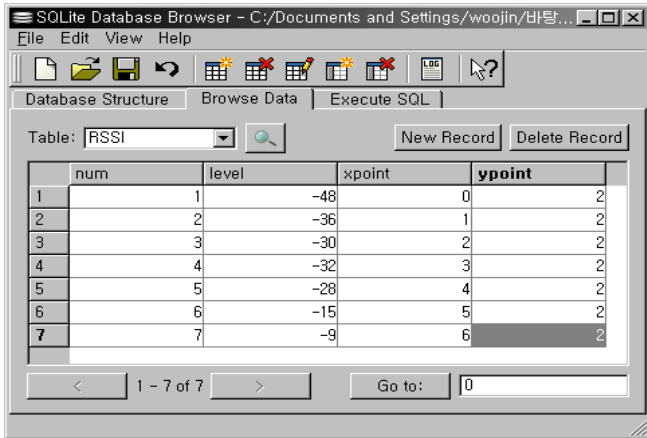
(그림 2)는 WifiManager 클래스를 사용하여 RSSI를 수신하여 출력한 결과로, 실험에 사용한 WAP의 SSID인 "OSWAP"과 이의 RSSI 값인 -48을 메시지로 출력하여 주고 있다.

본 논문에서는 (그림 2)와 같은 측정을 통해 지문 데이터베이스를 구축하였는데, 2m간격으로 신호를 측정하여 그 위치와 값을 등록하였다. (그림 3)은 실내 공간에서 신호를 측정한 결과이다.



(그림 3) 각 지점에서의 RSSI 측정값

Android 플랫폼에서 지문 데이터베이스 구축을 위해서는 SQLite를 사용하였다. SQLite는 무료 파일 DB엔진으로 용량이 작지만 안정적이어서 모바일 환경에서 많이 사용되고 있다. (그림 4)는 (그림 3)의 신호세기 측정결과를 SQLiteDatabaseBrowser를 사용하여 등록한 예이다



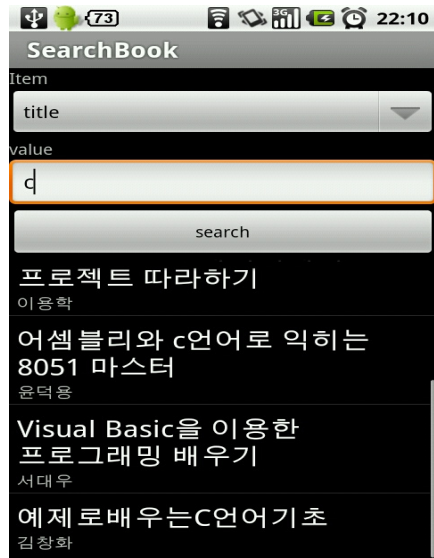
(그림 4) SQLiteDatabaseBrowser를 사용한 DB파일작성

5. 도서색인 및 안내를 위한 App 구현 및 시연

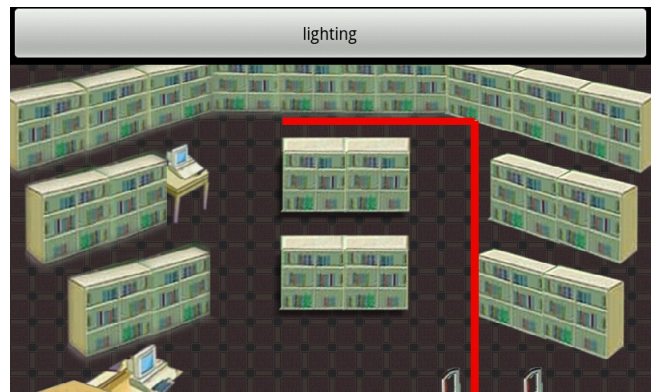
사용자가 사용하게 될 스마트폰 어플리케이션은 기능에 따라 크게 두 가지 부분으로 나뉜다. 사용자가 도서 DB에서 원하는 도서를 색인하는 색인모듈과, 색인된 도서가 위치한 서가까지 안내를 하는 안내모듈이다.

(그림 5)는 도서색인 App의 GUI를 보여준다. 도서를 검색하면, 검색한 도서의 제목, 저자, 출판사 등의 정보를 리스트 형태로 출력해주며, 원하는 도서를 선택하게 되면 안내가 시작된다. 물론 안내가 시작되기 이전에 RSSI 신호에 의해 사용자의 위치파악이 선행된다.

색인 모듈에서 서가 번호를 획득하면, 프로그램은 저장된 서가와 가장 가까운 정점을 찾아내어, 목표 정점을 결정하고 시작 정점으로 부터의 이 정점으로의 최단 경로를 Dijkstra 알고리즘을 통하여 계산한다. 계산된 최단 경로는 안내모듈에 의해 화면에 그려지게 되는데, 이때 Java 스레드를 사용하여 동적으로 경로가 표시되도록 하였다 ((그림 6)).



(그림 5) 도서색인 화면



(그림 6) 서가까지의 경로 표시

기존의 R-LIM2 시스템에서는 사용자의 위치 파악이 RFID 리더를 이용해 이루어졌는데, 본 논문에서는 이를 RSSI기반의 위치추정기술로 대체하였다. 이를 통해 복잡한 알고리즘의 계산을 거치지 않고 간단하게 RSSI 지문값의 대조를 통해 위치 추정을 하게 하였을 뿐더러 PDA와 RFID 태그 및 리더를 사용하지 않아 보다 경제적으로 시스템 구축이 가능하게 되었다.

RSSI 기반의 위치추정 기술이 반영된 R-LIM2 시스템에서도 기존의 R-LIM2와 동일하게 모든 도서에 RFID 태그를 부착하고 서가에 일정간격으로 선반용 RFID 태그를 부착한다. 도서를 서가의 선반에 위치시키고, 휴대용 RFID 리더기를 통해 태그들을 스캔하여 도서의 위치를 선반태그를 기준으로 파악한다. 다른 점은 스마트폰을 통해 도서색인이 이루어지고, WAP에서의 RSSI 값에 의해 사용자의 위치가 파악된 뒤, 이 위치에 근거하여 도서까지의 경로가 계산되고, GUI로 제공되는 내비게이션 안내에 따라 도서가 위치한 서가로 사용자가 이동한다((그림 7)).



(그림 7) 현재 위치에서 목적지까지의 경로 안내모습

서가로 이동한 뒤, 목적지에서 LED점등 버튼을 클릭하면 찾고자 하는 책이 놓여있는 서가의 선반에 위치한 7-Segment LED가 점등된다. 점등모듈과 스마트폰은 블루투스를 이용하여 통신한다. (그림 8)에서 보는 바와 같이, 스마트폰에서 해당 서가번호를 블루투스를 통해 점등 모듈로 송신하면, 해당되는 서가의 LED가 숫자를 표시(점등)한다.



(그림 8) 내비게이션 화면과 LED 점등 모습

6. 결론

도서관에 RFID 시스템을 도입함으로써 각종 도서관 업무의 효율화를 가져왔다. R-LIM2는 RFID 시스템을 활용한 도서 대출 반납 시스템인데, 도서의 위치를 쉽게 찾을 수 있는 방법도 제공한다. 그러나 RFID를 사용함으로써 다수의 RFID 안테나가 필요하고, 위치추정에 사용되는 알고리즘의 계산적 오버헤드도 크다는 단점을 가지고 있었다. 도서색인 및 안내에도 별도의 PDA가 필요했었다. 이에 본 연구에서는 R-LIM2의 위치 추정 및 내비게이션 기능을 별도의 PDA 없이, 사용자가 휴대한 스마트폰으로 가능하게 하고, 스마트폰의 무선 접속기기를 활용하여 위치추적이 가능하도록 하였다.

이를 위해 본 연구에서는 모바일 디바이스의 Wireless LAN을 위해 설치한 WAP(Wireless Access Point)과 스마트폰과의 RF 신호의 세기를 일정한 간격으로 정한 위

치에서 측정하여 데이터베이스화 한 후, 단말기에서 측정된 신호의 세기를 이 데이터베이스의 지문값과 비교하여 사용자의 현재 위치를 추정할 수 있도록 하였다. 또한, 스마트폰에서 도서의 검색 및 색인이 가능하고 색인된 도서까지 쉽게 찾아갈 수 있도록 Android용 어플리케이션을 개발하여, 기존의 PDA와 RFID 기반 위치추정방식을 보다 경제적이고 편리한 방식으로 대체하였다.

본 논문에서 구현한 R-LIM2 시스템은 실제 도서관이 아닌 건물 내 복도에서 시연한 것이어서 단지 1개의 WAP 만을 이용하여 위치 데이터를 구축하였다. 향후의 연구에서는 이 시스템을 실제 도서관 환경에 적용할 수 있도록 다수의 WAP를 이용하는 방식으로 구현할 예정이다. 또한 위치추정이 필요한 다른 응용분야에도 이를 확장하여 적용할 예정인데, 가장 먼저는 병원과 같은 실내 환경에서 환자의 위치를 추적할 수 있도록 하여 위급상황이 파악되면 즉시 환자의 위치로 구조요원을 파견할 수 있는 응용을 구축하자 한다. 향후 스마트 단말기의 소지가 더욱 더 일반화 될 것이기에 본 연구에서 구현한 RSSI 지문을 활용한 위치추정을 적용할 수 있는 분야는 무궁무진할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Klaus Finkenzeller and Rachel Waddington, "RFID Handbook: Radio-Frequency Identification Fundamentals and Applications", John Wiley & Sons, 304, 2000.
- [2] Jung-Wook Choi, Dong-Ik Oh, and Il-Yeol Song, "R-LIM: an Affordable Library Search System Based on RFID", In Proceedings of the 2006 International Conference on Hybrid Information Technology (ICHIT'06), pp. 103-108, IEEE CS, Cheju, Korea, Nov. 2006.
- [3] 김수희, 정인환, "Wireless LAN 환경 하에서 Access Point의 RSSI 삼각측량 방식을 이용한 RTLS 설계", 2006년도 한국정보과학회 학술 발표논문집, 제33권 2호, pp. 330-333, 2006년 10월.
- [4] 임재걸, 주재훈, 남윤석, "위치기반서비스를 위한 통합 측위시스템 설계 및 응용", Journal of information technology applications & management, 제13권 4호, 2006년 10월.
- [5] Paolo Barsocchi, Stefano Lenzi, Stefano Chessa, Gaetano Giunta, "Virtual Calibration for RSSI-based Indoor Localization with IEEE 802.15.4", Communications, 2009. ICC '09. IEEE International Conference, June. 2009.
- [6] 조영수, 조성윤, 김병두, 이성호, 김재철, 최완식, "실내외 연속측위 기술 동향", 전자통신동향분석, 제22권 3호, 22-28쪽, 2007년 6월.
- [7] 최정욱, 오동익, "R-LIM2 시스템의 도서위치 파악을 위한 에이징카운터 위치추정", 한국정보기술학회논문지, 제 5권 3호, pp. 49-59, 2007.