

전자캠퍼스를 위한 옥내외 측위 모듈

임재걸*, 정승환*

*동국대학교 컴퓨터멀티미디어학과

e-mail:* {yim, honourj}@dongguk.ac.kr

In-Door and Out-Door Positioning Module for E-Campus

Jaegel Yim*, Seunghwan Jeong*

*Dept of Computer and Multimedia, Dongguk University

요 약

위치기반서비스는 기본적으로 사용자의 위치를 파악해야 한다. 측위방법은 옥외용과 옥내용으로 구분되며, 옥외용에는 GPS 방법, 이동통신망을 이용한 방법, GPS와 이동통신망을 복합적으로 활용한 방법이 있고, 옥내용에는 적외선을 이용한 방법, 초음파를 이용한 ActiveBat과 Cricket, RF 신호를 이용한 RADAR가 있다. 기존의 옥외용 측위방법은 옥내에서는 사용이 제한되고, 기존의 옥내용 측위방법은 특수한 환경을 꾸며주어야 하는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완한 방법으로 GPS 수신모듈과 무선LAN용 AP의 신호의 세기를 이용하여 사용자의 위치를 판단하는 옥내외 통합 측위시스템을 소개한다. 검증을 위해 제안하는 시스템을 구현해 보았으며, 실험 결과로 성능평가를 한다.

1. 서 론

위치기반 서비스(LBS: Location Based Service)란 사용자가 현재 위치한 지리적 위치를 고려하여 사용자에게 유용한 정보를 제공하는 것을 말한다. 여기에서 지리적 위치란 위도와 경도로 결정되는 지구상의 2차원적인 좌표나 경도, 위도 그리고 고도로 결정되는 3차원적인 좌표를 일컫는다. 위치기반서비스의 예로 공공안전 서비스, 위치추적 서비스, 항법 서비스, 정보제공 서비스 등 부가가치가 높은 서비스들이 많이 있는데[1], 이러한 서비스를 개발 하려면 필수적으로 사용자의 위치를 파악해야 한다.

본 논문에서는 기존의 측위방법들이 가지고 있는 단점들을 알아보고, 이러한 단점들을 보완한 방법으로 옥내외 통합 측위시스템을 소개한다.

2. 관련 연구

사용자의 위치를 파악하는 측위시스템은 옥외용과 옥내용으로 구분된다. 옥외용은 수신기로부터 인공위성까지의 거리와 인공위성의 위치를 기준으로 삼각측량의 원리를 사용하여 위치를 측정하는 GPS 방법이 일반적이고, 이동단말기의 신호의 세기, 신호의 도달 시간, 신호의 도달 시간차, 신호의 입사각 등과 같은 파라미터를 이용하여 위치를 계산하는 이동통신망 기반 위치인식 방법이 있다. 그리고

이동통신망과 GPS를 복합적으로 활용하는 A-GPS (Assisted-GPS) 방식이 있는데, A-GPS는 이동통신망을 이용하여 이동 단말기에 보조데이터를 전송한다. 이동 단말기는 수신한 보조데이터를 이용하여 단말기가 위성의 위치를 추적하여 동기를 이루고, 의사 거리를 측정하여, 위치인식서버에 측위 데이터를 전송함으로써 단말기의 위치를 인식하는 방법이다.

옥내용에는 적외선을 이용한 방법[2]이 있고, 초음파를 이용한 방법으로 캠브리지 대학에서 개발한 Active Bat[3,4]과 MIT에서 개발한 Cricket[5]이 있으며, RF(radio frequency) 신호를 이용한 방법으로 RADAR[6]가 있다.

기존의 옥외용 측위 방법들은 옥내에서는 사용이 제한되고, 옥내용 측위 방법들은 실내의 일정 영역에 적외선 센서를 부착하거나, 천정에 초음파와 RF 신호 발생기를 부착하는 등 특수한 환경을 꾸며주어야 하는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완한 방법으로 GPS 수신모듈과 무선LAN용 AP의 신호의 세기를 이용하여 사용자의 위치를 판단하는 옥내외 통합 측위시스템을 제안한다.

옥내외 통합 측위시스템은 사전조사과정과 실측과정으로 진행되며, 실측과정에서 옥내외를 구분하여 옥외일 경우엔 전자지도 좌표와 GPS 경위도좌표를 알고 있는 두 지점에 보간법을 이용하여 측위를 한다. 보간법이란 함수 값을 알고 있는 주위 점들에 대한 가중평균을 이용하여 중간에 빠진 함수 값을 추정하는 방법으로 아래와 같이 식을 정리할

수 있다.

좌표(X, Y)와 경위도(Lon, Lat)를 알고 있는 두 점 A, B에 대하여 임의의 지점 C의 X좌표 Cx와 Y좌표 Cy는

$$Cx = \left(\frac{C_{Lon} - A_{Lon}}{B_{Lon} - A_{Lon}} \right) (Bx - Ax) + Ax \quad \dots\dots <식 1>$$

$$Cy = \left(\frac{C_{Lat} - A_{Lat}}{B_{Lat} - A_{Lat}} \right) (By - Ay) + Ay \quad \dots\dots <식 2>$$

이다. <식 1>에서 경도는 본초자오선을 중심으로(경도 0°) 하여 동서로 각각 180°로 구분하기 때문에 전자지도의 X좌표와 관계가 있다. <식 2>에서 위도는 적도를 중심으로(위도 0°)하여 남북으로 각각 90°로 구분하기 때문에 전자지도의 Y좌표와 관계가 있다.

옥내일 경우엔 RADAR가 채용한 테이블 look-up 방법을 이용하여 측위를 한다.

3. 옥내의 측위 방법

본 논문에서 소개하는 옥내의 측위시스템은 사전조사과정을 바탕으로 실측과정에서 옥내 또는 옥외를 구분하고, 그 결과에 따라 옥내 측위 모듈 혹은 옥외 측위 모듈을 수행한다. 본 논문에서는 본 대학 캠퍼스와 자연과학관을 대상으로 프로토타입을 개발한 결과를 소개한다.

3.1 사전조사 과정

사전조사 때는 'RSSI 사전조사 테이블'과 'GPS 사전조사 데이터'를 생성한다. RSSI 사전조사 테이블에는 옥내 측위 적용 장소의 여러 지점 (후보 지점)에서 측정된 신호의 세기를 기록한다. 이때 후보 지점의 지도상의 X, Y 좌표도 표로 기록하여 둔다. 자연과학관 1층에 대한 RSSI 사전조사 테이블은 <표 1>과 같고, 후보 지점의 좌표 테이블은 <표 2>와 같다. RSSI가 측정되지 않은 경우에는 매우 작은 값, -99999로 표시한다.

<표 1> 자연과학관 1층 AP의 지점별 RSSI 측정평균(dBm)

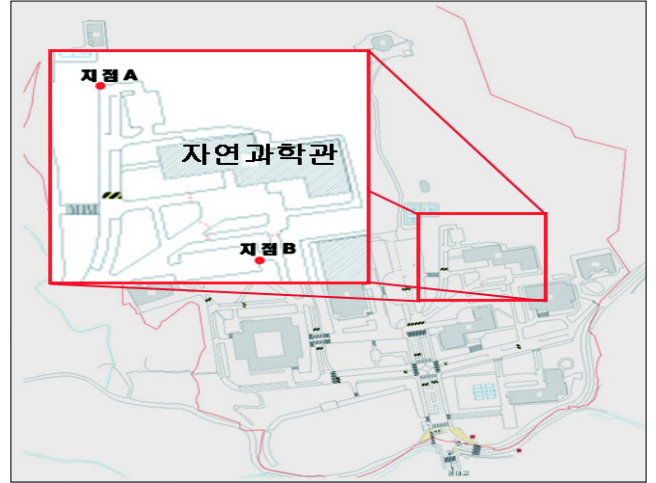
	지점-1	지점-2	...	지점-10	지점-11
AP-1	-46	-37	...	-99999	-99999
AP-2	-61	-55	...	-99999	-99999
AP-3	-77	-74	...	-83	-99999
AP-4	-99999	-99999	...	-64	-72
AP-5	-99999	-99999	...	-45	-47

<표 2> 지점별 전자지도의 (x, y)좌표

	지점-1	지점-2	...	지점-10	지점-11
좌표	20, 64	110, 64	...	504, 203	504, 274

사전조사과정의 'GPS 사전조사 데이터'는 전자지도의 좌표와 GPS 경위도좌표로 구성된다. (그림 1)에 보이는 A, B 두 지점에 대한 'GPS 사전조사 데이터'는 <표 3>과 같다.

(그림 1) 'GPS 사전조사 데이터'를 위한 두 지점



<표 3> GPS 사전조사 데이터

	전자지도의 좌표		GPS 경위도좌표	
	X	Y	위도	경도
지점A	1842	1140	N 35°51'48.7"	E 129°11'44.72"
지점B	2112	1566	N 35°51'45.01"	E 129°11'47.5"

3.2 실측 과정

사용자 측위 모듈이 호출되면, 현재 위치에서 RSSI를 판독하고, RSSI 값을 바탕으로 옥내인지 옥외인지를 판단한다. 옥외이면 옥외 측위 모듈을 호출하고 그렇지 않으면 옥내 측위 모듈을 호출한다.

옥내외에서 RSSI를 실측한 결과 옥외에서는 -59 dBm 이상인 신호가 잡힌 경우가 전무한 반면 옥내에서는 어디에서든지 -85 dBm 이상인 신호들이 잡히고 이 신호들 중에는 -59 dBm 이상인 신호는 하나 이상 존재한다. 한편 옥외에서는 RSSI가 사용 가능한 반면에 옥내와 건물 주위에서는 GPS 데이터가 사용 불가능하므로 현관 근처에서 옥외를 옥내로 판정하는 것은 문제가 되지 않지만 옥내를 옥외로 판정하면 문제가 크기 때문에 본 실험에서는 -59 dBm을 기준 값으로 정하여 측위 모듈이 호출될 때 측정된 RSSI 값이 모두 -59 보다 작으면 옥외로 판정한다.

현재 위치가 옥외로 구분될 경우엔 GPS 경위도좌표를 측정하고, 이 측정값을 'GPS 사전조사 데이터'로부터 보간법으로 현재 위치를 찾는다. 옥외가 아니라고 판정될 경우에는 옥내 측위 방식인 찾아보기 테이블 방식으로 위치를 판정한다.

4. 측위시스템 구현

본 절에서는 제안하는 옥내의 통합 측위 모듈의 구현 환경과 모듈의 구성에 대하여 설명한다.

4.1 구현 환경 및 실험 장소

옥내의 측위시스템을 노트북 컴퓨터에 구현한다. 옥외 측위에 사용되는 GPS 수신 모듈은 (주)제이콤의 모델 X-150이며 노트북 컴퓨터의 USB 포트에 연결한다. 옥내 측위 모듈은 랜 카드가 읽는 AP(Access Point)로부터 수신되는 신호의 강도를 바탕으로 위치를 측정한다. 사용하는 랜 카드는 Intel(R) PRO/Wireless 2200BG Network Connection이다. 프로그램 개발 도구로는 Microsoft Visual C# 2005를 사용한다.

개발하는 옥내의 측위 모듈의 성능을 보이기 위하여 (그림 4)에 보이는 동국대학교 경주 캠퍼스와 (그림 5)에 보이는 자연과학관에서 실험을 실시한다.

(그림 5)에는 가장 왼쪽에 위치한 AP-1부터 가장 오른쪽에 위치한 AP-5까지 총 5개의 AP 설치 지점이 '★'로 표시되었으며, 각 AP에 대한 SSID(Service Set Identifier)와 MacAddress는 <표 4>와 같다. <표 5>는 RSSI 측정의 한 예로 (그림 5)의 AP들 중 AP-2 앞에서 측정한 데이터이다.

<표 4> 자연과학관 1층 AP들의 SSID와 MacAddress

	SSID	MacAddress
AP-1	dongguk	00:13:5F:57:C9:40
AP-2	dongguk	00:13:5F:57:EA:60
AP-3	dongguk	00:13:5F:57:E7:A0
AP-4	dongguk	00:13:5F:57:D7:20
AP-5	dongguk	00:13:5F:57:C5:C0

<표 5> AP-2 앞에서 RSSI를 측정된 결과

SSID	MacAddress	RSSI(dBm)
dongguk	00:13:5F:57:C9:40	-39
dongguk	00:13:5F:57:EA:60	-65
dongguk	00:13:5F:57:D2:20	-52
dongguk	00:13:C3:9B:F7:C0	-68
dongguk	00:12:44:BB:64:C0	-73
dongguk	00:13:5F:57:B5:C0	-62
dongguk	00:13:5F:57:E7:A0	-75

자연과학관 1층에 위치한 AP의 MacAddress는 <표 4>에 보이는 5개가 전부이지만, <표 5>에는 <표 4>에 보이는 것 외에 다른 층에 설치된 AP의 MacAddress도 보인다.

GPS 수신 모듈은 NMEA[7]라는 포맷 중 (그림 6)처럼 \$GPGGA, \$GPGSA, \$GPRMC로 시작하는 3가지 GPS 데이터를 제공한다.

```

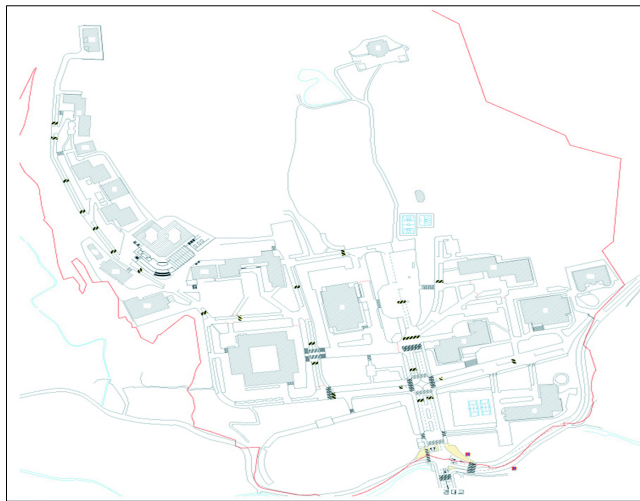
...
$GPGGA,100519.834,3551.7625,N,12911.7778,E,1,
07,1.1,79.0,M,.,,0000*34
$GPGSA,A,3,26,29,08,02,06,21,10,,,,,1.9,1.1,1.5*3F
$GPRMC,100519.834,A,3551.7625,N,12911.7778,E,
0.00,213.74,190206,.,*0E
...
    
```

(그림 6) GPS 데이터의 예

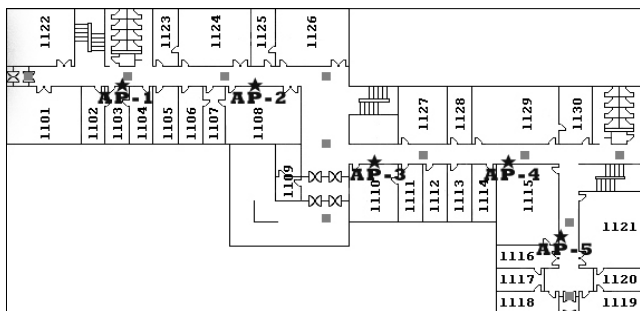
GPRMC 포맷은 현재시각, 위도, 경도 등의 위치정보를 가지고 있으며 GPGSA 포맷은 위성관련 정보를 가지고 있다. 그리고 GPGGA도 위치정보를 가지고 있는데, GPRMC 포맷보다 상세한 정보를 가지고 있다. 이들 데이터에서 위도와 경도를 추출하여 GPS 경위도좌표라 한다.

4.2 옥내의 통합 모듈

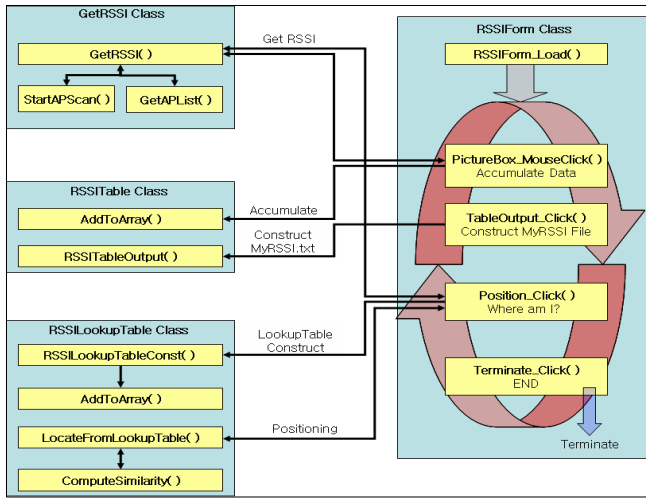
(그림 7)은 현재 위치가 옥내일 경우 옥내 측위모듈이 메소드를 호출하는 흐름을 보이고 있다. GetRSSI Class는 RSSI 데이터 수신을 담당하고, RSSItable Class는 수신된 RSSI 데이터를 관리한다. 그리고 RSSILookupTable Class는 'RSSI 사전조사 테이블'을 생성하며 찾아보기 방법으로 측위시스템을 구현한다.



(그림 4) 동국대학교 경주캠퍼스

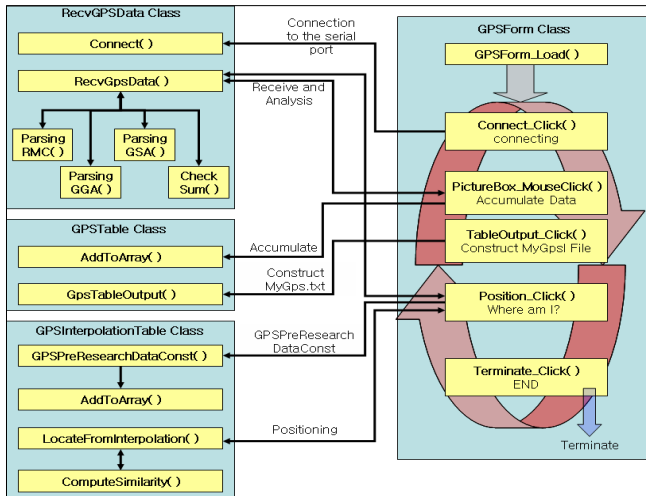


(그림 5) 자연과학관 1층



(그림 7) 옥내 측위시스템의 메소드 호출 흐름도

(그림 8)은 현재 위치가 옥외일 경우 옥외 측위모듈이 메소드를 호출하는 흐름을 보이고 있다. RecvGPSData Class는 GPS 수신 모듈과의 통신을 담당하며 GPS 데이터를 수신하여 GPS 경위도좌표를 추출하는 역할을 한다. 그리고 GPSTable Class는 추출한 GPS 경위도좌표를 관리하고, GpsInterpolationTable Class는 ‘GPS 사전조사 데이터’를 생성하며, 보간법으로 위치를 계산한다.



(그림 8) 옥외 측위시스템의 메소드 호출 흐름도

4. 실험 결과

본 논문에서는 (그림 1)에 보이는 자연과학관을 중심으로 옥내외 통합 측위시스템의 실측 실험 결과를 제공한다. 자연과학관 주변에서 실측 200회에 걸쳐 GPS 경위도좌표를 측정하여 <표 3>의 ‘GPS 사전조사 데이터’에 보간법으로 전자지도좌표를 구했을 때 실제지점과의 오차가 <표 6>에 요약되어 있다. 2M~4M의 오차로 위치를 찾는 경우가 61회로 가장 많았고, 두 번째로 4M~6M 오차로 위치를 찾는 경우가 51회였다. 200회 실측의 결과 평균 오차거리 4.875M이었다.

<표 6> 옥외 실험 결과 요약

오차범위	0M~1M	1M~2M	2M~4M	4M~6M	6M~8M
측정횟수	11	17	61	51	33
확률	5.5%	8.5%	30.5%	25.5%	16.5%
평균 오차거리 = 4.875M					

그리고 (그림 5)의 ‘■’로 표시된 지점을 돌아다니며 100회 실측한 결과 98번은 정확한 측위 결과를 보였으나 2번은 이웃 지점을 현재 지점으로 반환하는 결과를 보였다. 이웃 지점을 반환한 결과는 (그림 5)의 제일 왼쪽 복도 끝에 보이는 지점에서 발생하였다.

5. 결론

본 논문에서 제안한 옥내외 통합 측위시스템은 옥내와 옥외에서 겸용으로 수행함으로써 기존 옥외용 측위방법의 단점을 보완 하였고, 무선 랜 서비스 지역에서 쉽게 구현할 수 있어서 특수한 환경이 요구됐던 기존 옥내용 측위방법의 단점을 보완하였다. 실험 결과 옥내에서는 2.409M, 옥외에서는 4.875M의 오차 범위 내에서 이 방법이 정확한 측위 결과를 생성하는 것을 볼 수 있었다.

향후에는 다른 보정 자료를 이용하여 오차 범위를 줄이는 방법을 연구하고자 한다.

참고문헌

[1] 박종현, 김문구, 백종현, “위치기반서비스(LBS)의 산업 구조 분석 및 시장개발전략 방향,” 한국통신학회지 Vol.20, No.4, 2003년 4월.
 [2] Jeffrey Hightower, Gaetano Borriello, “Location Sensing Techniques,” Technical Report UW-CSE-01-07-01, University of Washington, July 2001.
 [3] John Krumm, Steve Harris, Brian Meyers, Barry Brumitt, Michel Hale, Steve Shafer, “Multi-Camera Multi-Person Tracking for EasyLiving,” Third IEEE International Workshop on Visual Surveillance, July 1, 2000.
 [4] Andy Ward, Alan Jones, Andy Hopper, “A New Location Technique for the Active Office,” IEEE Personal Communications, Oct. 1997.
 [5] Andy Harter, Andy Hopper, Pete Steggles, Andy Ward, Paul Webster, “The Anatomy of a Context-Aware Application,” Proceedings of the Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, MOBICOM’99, Seattle, Washington, USA, August 1999, pp.59-68.
 [6] John Krumm, Lyndsay Willicams, Greg Smith, “SmartMoveX on a Graph-An Inexpensive Active Badge Tracker,” Technical Report MSR-TR-2002-70, Microsoft Research, Jun. 2002.
 [7] NMEA : National Marine Electronics Association <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>