

·대학 캠퍼스용 위치기반 서비스를 위한 옥외측위방법

임재걸, 이재호^o

동국대학교 컴퓨터멀티미디어학과
{yim, santa81^o}@dongguk.ac.kr

Outdoor Positioning Method for LBS on University Campus

Jaegeol Yim, Jaeho Lee^o

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 RF 신호를 이용한 RADAR가 있다. GPS 방법은 美 국방성의 선택적 제공 때문에 큰 오차가 불가피하다. 한편 RADAR 방식은 오차가 작으나 옥내에서만 적용이 가능하다. 근래에는 대학 캠퍼스마다 무선 LAN을 서비스하지 않는 곳이 없다. 본 논문은 무선LAN용 AP의 신호의 세기(RSSI)를 이용하여 정확도를 제고하는 옥외측위방법을 제안한다. GPS를 이용한 측위와 제안하는 RSSI를 이용한 방법의 정확도를 실험적으로 비교한 결과를 소개하고, GPS 데이터와 RSSI를 함께 고려한 측위 방법과의 비교 결과도 소개한다.

1. 서 론

위치기반 서비스(LBS: Location Based Service)란 사용자 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, 정보 제공 서비스 등 부가가치가 높은 서비스들이 많이 있는데[1], 이러한 서비스를 개발 하려면 필수적으로 사용자의 위치를 파악해야 한다.

본 논문에서는 위치기반 서비스를 위한 옥외측위방법으로 GPS수신모듈과 무선LAN용 AP의 신호의 세기(RSSI)를 이용하여 대학 캠퍼스내에서 사용자의 위치를 판단하는 옥외측위방법에 대하여 설명하겠다.

2. 기존의 연구

사용자의 위치를 파악하는 측위시스템은 옥외용과 옥내용으로 구분된다. 옥외용은 수신기로부터 인공위성까지의 거리와 인공위성의 위치를 기준으로 삼각측량의 원리를 사용하여 위치를 측정하는 GPS 방법이 일반적이고, 이동 단말기의 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, 위치 인식서버에 측위 데이터를 전송함으로써 단말기의 위치를 인식하는 방법이다.

옥내용에는 적외선을 이용한 방법[2]이 있고, 초음파를 이용한 방법으로 캠퍼리지 대학에서 개발한 Active Bat[3,4,5]과 MIT에서 개발한 Cricket[6]이 있으며, RF(radio frequency) 신호를 이용한 방법으로 RADAR[7]가 있다.

데이터 마이닝의 classification은 training data를 바탕으로 흥미 있는 개체, A의 class를 결정하는 방법을 연구한다. Classification 방법으로 K-NN 방법, Bayesian 방법, 신경망 방법, 결정 트리 방법, 등이 있다. K-NN 방법에서는 흥미 있는 개체의 속성 값들을 training sample들과 비교하여 가장 가까운 sample이 속한 class에 개체 A가 속한다고 결정한다.

본 논문에서는 옥외 측위방법으로 GPS 수신모듈과 무선LAN용 AP의 신호의 세기(RSSI)를 이용하여 사용자의 위치를 판단하는 옥외 측위방법을 제안한다.

본 절에서는 옥외측위방법을 실험하기 위한 개발 환경과 GPS 프로그램, K-NN 프로그램 소개에 대하여 설명한다.

3.1 개발 환경

옥외 측위방법으로 GPS를 이용하는 방법과 RSSI를 이용하는 방법을 노트북 컴퓨터에 구현한다. GPS 수신 모듈은 (주)제이콤의 모델 X-150이며 노트북 컴퓨터의 USB포트에 연결한다. 무선LAN용 AP신호를 수신하기 위한 랜카드는 Intel(R) PRO/Wireless 2915ABG Network Connection이다. 프로그램 개발 도구로서는 Microsoft Visual C#2005를 사용한다.

3.2 GPS 프로그램 소개

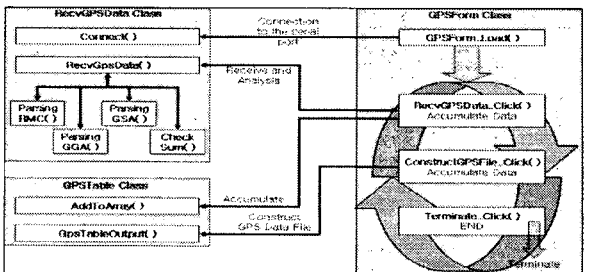
(주)제이콤의 모델 X-150모델의 GPS 수신 모듈은 NMEA[8]라는 포맷 중 <그림 1>처럼 \$GPGGA, \$GPGSA, \$GPRMC로 시작하는 3가지 GPS 데이터를 제공한다.

```

...
$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,0.00,213.74,19
0206,*0E
...
    
```

<그림 1> 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 추출한 데이터가 GPS 경위도 좌표이다. <그림 2>는 GPS 수신 프로그램의 메소드가 호출되는 흐름도를 보이고 있다.



<그림 2> GPS 수신 프로그램의 메소드 호출 흐름도

3. 측위 프로그램 개발

3.3 K-NN 프로그램 소개

<표 1> K-NN 알고리즘 구현

```

algorithm k_nn_location(MacLookupTable,
                        items, tablesize, int k)
K-NN 알고리즘을 사용하여 현재위치를 찾음.
사전조건 MacLookupTable은 표2와 같이 각지정별로
AP의 신호값을 가지고 있는 배열
items는 실측에 의한 AP별 신호값 배열
tablesize는 MacLookupTable의 지정 개수
k는 K-NN 알고리즘의 'K'

사후조건
1 SimilarityList[location_number]
// 지정 좌표, aSimilarity 값을 가진 배열
2 xy_list[location_number]
// SimilarityList를 similarity 값을 기준으로 작은 순서로
// 정렬한 후, x, y 좌표만 순서대로 복사하여 얻은 배열
3 aSimilarity // 샘플과 실측 벡터와의 맨하탄 거리
4 avg_X, avg_Y // K-NN 알고리즘에 의한 최종 값
5 for(i=1; i<=tablesize; i++)
    1 실측벡터와 샘플 i간의 맨하탄 거리를
    aSimilarity에 반환
    2 (aSimilarity, i) 값을 SimilarityList에 삽입정렬
6 end loop
7 for(i=1; i<=tablesize; i++)
    1 SimilarityList[i]의 지점의 x좌표를 알아내
    xy_list[i].x에 대입
    2 smallerList[i]의 지점의 y좌표를 알아내
    xy_list[i].y에 대입
8 end loop
9 for(i=1; i<=k; i++)
    1 avg_x += smallerList[i].x
    2 avg_y += smallerList[i].y
10 end loop
11 avg_x = avg_x / k
12 avg_Y = avg_Y / k
13 PictureBox에 현재위치(avg_X, avg_Y)를 그려준다.
end k_nn_location
    
```

<표 2> 옥외측위를 위한 RSSI 사전 조사 테이블

지정	X좌표	Y좌표	AP Address	AP신호
0-0	476	476	00:13:5F:57:C8:70	-72
			00:13:C3:9B:F6:C0	-71
			00:13:C3:9B:FB:50	-60
			00:13:5F:57:E7:A0	-73
		
			00:14:BF:74:79:AA	-80
			00:12:44:BA:BB:F0	-79
:	:	:	:	:
16-16	28	28	00:12:44:BA:C6:10	-75
			00:13:5F:57:C5:C0	-77

(신호단위:dBm)

사용자의 위치를 찾기 위해 평균 신호 값만을 기록한 파일을 읽어 <표 2>와 같이 메모리에 배열(LookupTable)로 구성한다. 실측에 의한 신호 값과 LookupTable의 각 지점의 신호 값을 비교하여 맨하탄 거리와 위치정보를 배열에 저장한다. 배열에 있는 가장 작은 맨하탄 거리 결과 값에 대한 위치를 현재위치라고 보는 것이 최적 값 하나만을 사용하여 위치를 찾는 1-NN 방법이다.

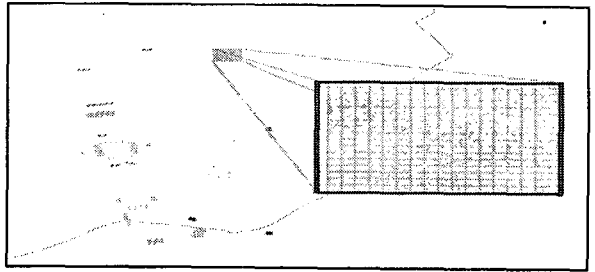
4. 실험

본 절에서는 실험 환경 및 옥외측위방법으로 GPS 수신 모듈과

무선 LAN 카드를 이용하여 사전 조사테이블을 생성하고 단일 GPS, 무선LAN용 AP신호, GPS신호와 무선LAN용 AP신호를 통합하여 옥외 측위를 실험하는 방법과 결과를 소개한다.

4.1 실험 환경

본 논문의 옥외측위방법을 위한 실험 장소로 <그림 3>에 보이는 동국대학교 경주 캠퍼스와 자연과학관 앞 광장에서 1m 단위로 실험을 실시한다.(실험 장소에는 무선LAN용 AP 단말기의 신호가 수신된다)



<그림 3> 동국대학교 경주캠퍼스 자연과학관 앞 실험 장소

4.2 실험 결과

본 절에서는 GPS 데이터의 표준편차, 사전 조사테이블 생성 시의 측정 횟수와 정확도의 상관관계, 실측 시 스캔횟수와 정확도의 상관관계, 옥외측위방법으로 단일 GPS이용, RSSI를 이용, GPS와 RSSI를 통합하여 이용한 실험에 대한 결과에 대하여 설명한다.

4.2.1 GPS 데이터의 표준편차

옥외측위방법을 위하여 임의의 1개 지점에서 GPS 수신 모듈을 가지고 GPS 수신 데이터를 조사하여 표준 편차와 분포를 나타낸다. <표 3>은 GPS 수신 데이터를 나타내고 있으며 <표 4>는 평균 위/경도와 위/경도 표준편차를 나타낸다.

<표 3> GPS 수신 데이터

횟수	위도	경도
1	N35,51,46.11	E129,11,47.934
2	N35,51,46.152	E129,11,47.994
3	N35,51,46.128	E129,11,48.072
4	N35,51,46.026	E129,11,48.072
5	N35,51,46.086	E129,11,48.126
6	N35,51,46.092	E129,11,47.88
7	N35,51,46.092	E129,11,47.868
8	N35,51,46.11	E129,11,47.862
9	N35,51,46.074	E129,11,47.934
10	N35,51,46.098	E129,11,47.796

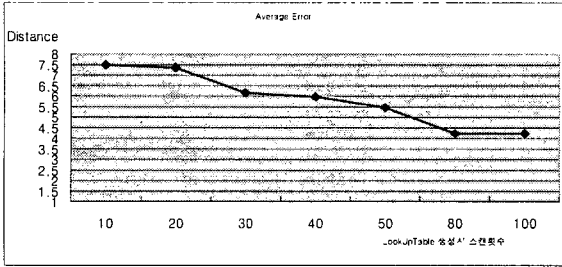
<표 4> GPS 수신데이터의 평균 위/경도 및 위/경도 표준편차

평균위도	평균경도	위도표준편차	경도표준편차
N35,51,46.0968	E129,11,47.9538	0.033422	0.108593

4.2.2 사전 조사테이블 (LookUpTable)의 생성 시, 스캔횟수와 정확도의 상관관계

옥외측위방법의 기초 데이터가 되는 사전 조사 테이블(LookUpTable) 생성 시 샘플의 측정횟수는 옥외측위방법에서 중요한 하나의 요소이다. LookUpTable의 스캔횟수에 따른 변화를 증명하기 위하여 8M단위의 여러 지점(후보지역)에 대하여 사전조사테이블을 10회, 20회, 30회, 40회, 50회, 80회, 100회의 샘플 개수를 가진 각 7개의 사전조사테이블을 생성한다. 실험 시 사용하는 방법은 1-NN방법을 이용한다. 실측 시 측정횟수는 1회로 실시한다. 실험의 결과는<그림 5>10회시 7.492M, 20회시

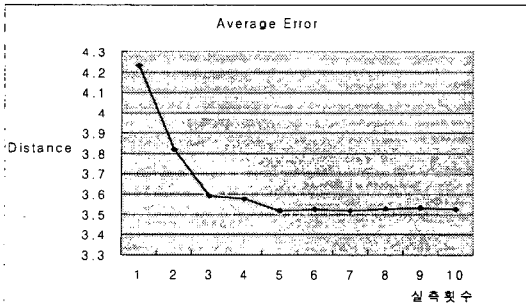
7.358M, 30회시 6.175M, 40회시 5.956M, 50회시 5.459M, 80회시 4.24M, 100회시 4.235M 의 오차거리결과를 얻을 수 있다.



<그림 5> LookUpTable 스캔횟수와 정확도의 상관관계

4.2.3 데이터 실측 시, 실측스캔 횟수와 정확도의 상관관계

목외측위방법으로 실측 시 실측스캔 횟수가 정확도에 어떠한 영향을 주는지에 대한 실험을 실시한다. 실측 시 실측스캔 횟수에 따른 정확도의 변화를 증명하기 위하여, 8M 간격의 여러 지점(후보지역)에서 사전 조사 테이블을 생성(단, Fix값은 100회)한 후 실측 횟수를 1회부터 10회까지의 변화에 따라 실험을 실시한다. 실험 결과는<그림 6> 평균오차가 1회시 4.235M, 2회시 3.82M, 3회시 3.549M, 4회시 3.576M, 5회시 3.519M, 6회시 3.525M, 7회시 3.519M, 8회시 3.527M, 9회시 3.532M, 10회시 3.525M의 결과를 얻을 수 있다.



<그림 6> 실측스캔 횟수와 정확도의 상관관계

4.2.4 GPS를 이용한 실험

GPS 사전 조사테이블에는 목외 측위를 위한 실험장소의 여러 지점(후보지점)에서 측정한 GPS신호의 위도, 경도를 기록하고, 이때 후보지점의 지도상의 X, Y 좌표도 프로 기록하여 둔다. GPS 사전 조사테이블은 <표 5>과 같다.

<표 5> 목외측위를 위한 GPS 사전 조사테이블

지점	X좌표	Y좌표	위도	경도
0-0	476	476	N,35,51,46.266	E,129,11,47.604
0-1	476	448	N,35,51,46.392	E,129,11,47.706
0-2	476	420	N,35,51,46.236	E,129,11,48.012
:	:	:	:	:
16-15	28	56	N,35,51,47.334	E,129,11,48.036
16-16	28	28	N,35,51,46.812	E,129,11,47.664

GPS 사전 조사 테이블을 이용하여 K-NN방법 중 1-NN방법으로 GPS 수신 모듈을 가지고 실측 후 오차거리 9.696M의 결과를 얻을 수 있다.

4.2.5 RSSI를 이용한 실험

RSSI 사전 조사 테이블에는 목외측위를 위한 실험장소의 여러

지점(GPS 사전조사 테이블과 동일한 지점)에서 측정한 AP신호의 세기를 기록한다. RSSI 사전조사 테이블과 동일한 지점에 대한 지도상의 X, Y좌표도 기록하여 둔다. RSSI 사전 조사테이블 <표 2>을 이용하여 GPS 실험방법과 동일한 방법을 적용(단, 무선 LAN카드를 사용하여 AP신호 수신)하여 오차거리 3,25M의 결과가 얻어졌다.

4.2.6 GPS 와 RSSI 를 통합하여 이용한 실험

GPS 사전 조사테이블과 RSSI 사전 조사테이블 2개의 테이블을 통합비교 하는 방법으로 GPS 수신 모듈에서 수신된 신호와 무선LAN카드용 AP신호를 통합하여 목외측위를 실시한다. 실험 방법은 GPS 와 RSSI 실험방법과 동일하다. 실험 후의 오차거리는 4.299M의 결과를 얻었다.

5. 실용화 방법

목외측위방법으로 1차적으로 8M 간격으로 넓은 지역에 대해 사전 조사 테이블을 생성하여 GPS 수신 모듈로 수신한 데이터로 1차 측위를 한 뒤, 2차 측위로 1차 측위에서 결정된 지점에 대하여 1M단위의 사전 조사 테이블을 가지고 RSSI로 측위를 하여 위치를 추정하면 기존의 GPS만 사용한 방법 보다 오차를 줄일 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 기존의 목외측위방법으로 단일 GPS만 사용하여 목외 측위를 실시하면 오차 범위가 크게 나는 것을 실험으로 보이고, 그 해결 방안으로 RSSI를 이용한 측위 방법을 소개하였다. RSSI 기반 1-NN 프로그램을 구현하여 실험 한 결과, 단일 GPS로 목외측위 시 평균오차 9.696m인 데 반하여, RSSI로 목외측위 시 평균오차 3.25m라는 결과를 얻을 수 있었다. 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있을 거라는 기대아래 GPS와 RSSI를 통합하여 측위 실험을 수행한 결과 평균오차가 4.299 m였다. 이로써 더욱 예상과 달리 오차 범위가 큰 GPS 데이터와 상대적으로 오차범위가 적은 RSSI를 통합하면 단일 RSSI를 이용한 결과보다 오차거리가 증가함을 보였다.

참고문헌

- [1] 임재걸, 정승환, "전자캠퍼스를 위한 옥내외 측위 모듈", 제25회 정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집.
- [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] 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.
- [6] 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, MOBI-COM'99, Seattle, Washington, USA, August 1999, pp.59-68.
- [7] Paramvir Bahl and Venkata N. Padmanabhan, "RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system, INFOCOM, pp. 775-784, Mar. 2000.
- [8] NMEA : National Marine Electronics Association <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>