

# 액세스 포인트의 신호세기를 이용한 측위 방법

임재걸\*, 주재훈\*\*, 이계영\*, 한희웅\*

\*동국대학교 컴퓨터멀티미디어학부

\*\*동국대학교 전자상거래학과

e-mail : {[@dongguk.ac.kr](mailto:yim, givej, lky, heemang8)}

## Positioning Method using signal strength of Access Points

\*Jae-Geol Yim, \*Jae-Hun Joo \*Hee-Woong Han, \*Gye-Yeoung Lee

\*Dept. of Computer and Multimedia, Dong-Guk University

\*\*Dept. of Electronic Commerce, Dong-Guk University

### 요 약

사용자의 위치를 파악하는 것은 위치기반서비스 시스템 개발에 필수 요소이다. 본 논문은 액세스 포인트의 신호의 세기를 참조하여 사용자의 위치를 파악하는 방법을 소개한다. 기존의 위치 파악 시스템은 옥외용과 옥내용으로 분류되고, 옥내용은 실내의 일정 영역에 적외선 센서를 부착하거나, 천정에 초음파와 RF 신호 발생기를 부착하는 등 특수한 환경을 꾸며주는 것이 필수적이다. 옥외용으로는 GPS가 대표적으로 사용되는데 옥내에서는 GPS 데이터를 수신할 수 없다는 단점이 있다. 근래에 들어 무선 랜이 흔히 설치됨에 따라 본 논문은 무선 랜에 이미 설치된 액세스 포인트의 신호 세기를 이용한 측위 방법을 제안한다. 이 방법은 무선 랜이 설치된 곳이라면 옥내나 옥외에서도 적용이 가능한 장점이 있다.

### 1. 서론

위치기반 서비스(LBS: Location Based Service)란 사용자가 지정한 지리적 위치나 혹은 사용자가 현재 위치한 지리적 위치를 고려하여 사용자에게 유용한 정보를 제공하는 것을 말한다. 여기에서 지리적 위치란 위도와 경도로 결정되는 지구상의 2차원적인 좌표나 위도, 경도, 그리고 고도로 결정되는 3차원적인 좌표를 일컫는다. 근래에 무선이동 단말기를 통하여 사용자에게 제공되는 위치기반 서비스에는 다음과 같은 것들이 있다[1].

첫째, 사용자가 지정한 혹은 사용자의 위치에서 가장 가까운 장소, 생산물, 서비스를 찾아주는 디렉터리 서비스, 둘째, 사용자의 위치를 찾아주는 게이트웨이 서비스, 셋째, 주어진 장소의 이름, 거리와 번지, 혹은 우편번호에 대한 지리적 위치를 결정하여 주는 지오코더(geocoder)와 반대로 지리적 위치를 입력받아 완벽한

주소를 찾아주는 역지오코더(reverse geocoder)를 포괄적으로 지칭하는 위치 유틸리티 서비스, 넷째, 모바일 단말기 상에 지리적인 정보를 표현하는 서비스를 일컫는 표현서비스, 다섯째, 사용자에게 적당한 경로를 제공하는 경로 서비스 등이 있다. 위에 열거한 바와 같이 위치기반 서비스는 일반적으로 사용자에게 매우 유용한 정보를 제공하기 때문에 위치기반서비스를 제공하는 시스템 개발이 활발히 진행되고 있다 [2-5].

위치기반 서비스를 개발하려면 필수적으로 사용자의 위치를 파악해야 한다. 사용자의 위치를 파악하는 측위 방법은 옥외용과 옥내용으로 구분되며, 옥외용은 GPS 방법이 일반적으로 사용되고 있다. 옥내용으로 크리켓[6] 액티브벡지[7], 등 다양한 시스템이 소개된 바 있는데, 기존의 이러한 방법들은 실내의 일정 영역에 적외선 센서를 부착하거나, 천정에 초음파와 RF 신호 발생기를 부착하는 등 특수한 환경을 꾸며주어야 작동한다. 측위 방법 중에 RADAR[8]는 위치가 고정

된 세 개의 베이스 스테이션이 사용자의 위치를 측정한다. RADAR가 채용한 위치 특정 방법은 일종의 테이블 look-up 방법이다. 오프라인 단계에서는 테이블을 생성하는데, 건물 곳곳에서 이동단말기로부터 패킷을 브로드캐스트 하면 신호의 세기를 각 베이스 스테이션이 측정하여 사용자의 지도상의 x, y 좌표와 신호의 세기를 함께 테이블에 기록한다. 실제 사용 단계에서는 사용자가 보내는 신호의 세기와 가장 근접한 항을 테이블에서 찾아서 그 항의 지도좌표를 사용자의 현재 위치로 찾아 준다.

본 논문은 액세스 포인트의 신호 세기를 이용한 측위 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 무선 랜이 흔히 설치되어 집에 따라 측위를 부가적인 장비나 설비가 필요 없다는 장점이 있고, 또한 옥내 및 옥외에서도 사용이 가능하다는 장점이 있다. 단, 무선 랜의 영역 내에서만 사용 가능하다는 제한점이 있다.

## 2. 제안하는 방법

제안하는 방법은 RADAR에서 채용한 방법을 그대로 원용하는 것이다. 단, RADAR가 Free BSD가 설치된 베이스 스테이션에서 신호의 세기를 측정한 반면, 제안하는 방법은 Access Point로부터 나오는 신호의 세기를 이동 단말기가 측정한 다는 것이 다른 점이다. 따라서 본 방법은 이동단말기 자체에서 자신의 위치를 파악한다는 점과 무선 랜이 이미 깔린 곳에서는 특별한 장치를 더 설치할 필요가 없다는 점이 RADAR와 크게 다르다.

제안하는 방법도 RADAR와 같이 준비 단계와 사용 단계로 구성된다. 준비 단계에서는 찾아보기 테이블을 작성한다. 사용 영역 내의 여러 지점에서 액세스 포인트,  $A_1, A_2, \dots, A_n$  각각으로부터 오는 신호의 세기,  $s_1, s_2, \dots, s_n$ 을 측정하여 지점 이름과 신호의 세기를 찾아보기 테이블에 기입하여 작성한다. 이때, 측정하는 사람이 서 있는 방향까지 고려하여 4개의 방향 각각에 대한 신호 세기를 측정한다. 각 경우마다 10회 이상 여러 번 측정하여 측정치의 평균을 기입한다.

사용 단계에서는 사용자가 현재 본인의 단말기가 측정하는 각 액세스 포인트의 신호의 세기들을 찾아보기 테이블에서 찾아 그에 해당하는 지점과 사용자가 향하고 있는 방향을 결정하여 준다. 사용자의 현재 위치가 찾아보기 테이블에 존재하지 않을 수도 있고, 간섭 현상으로 신호의 세기가 찾아보기 테이블에 있는 값과 상이할 수도 있다.

따라서 측정치와 가장 가까운 튜플을 찾아보기 테이블에서 찾아 해당 지점을 현재 지점으로 삼는다. 가장 가까운 튜플이란 차이가 가장 적은 튜플로서, 측정치가  $ss_1, ss_2, \dots, ss_n$ 이라면,  $(ss_1 - s_1)^2 + (ss_2 - s_2)^2 + \dots + (ss_n - s_n)^2$ 가 가장 적은 튜플을 일컫는다. 여기에서  $s_1, s_2, \dots, s_n$ 은 찾아보기 테이블에 기입된 신호의 세기 값이다.

AP의 신호세기가 약한 특정지점에서는 신호세기가 측정이 되는 경우와 측정되지 않는 경우가 있다. 그래서 AP신호의 세기가 측정되지 않은 곳은 측정된 데이터 중 가장 낮은 신호의 세기를 기입하였고 알고리즘을 구현 할 때도 측정되지 않은 신호가 있다면 측정된 신호의 최소 값을 넣어서 실험하였다. 알고리즘은 아래 <표 1>에 나타난다.

```

현재의 AP신호 세기 s1,s2,s3를 받아온다.
측정된 신호세기 data파일을 불러온다.
불러온 data를 point[][7]에 저장한다.
point[i][0]=s1'; //AP1의 신호세기
point[i][1]=s2'; //AP2의 신호세기
point[i][2]=s3'; //AP3의 신호세기
point[i][3]=(s1-s1')2+ (s2-s2')2+ (s3-s3')2;
point[i][4]=i; //data의 순번을 나타낸다.
point[i][5]=(i/4)+ 1; //위치정보를 제공한다.
point[i][6]=(i+ 1)%4; //방향의 정보를 제공한다.
point[i][3]을 오름차순으로 정렬한다.
가장 낮은 값들 중 10개를 출력한다.

```

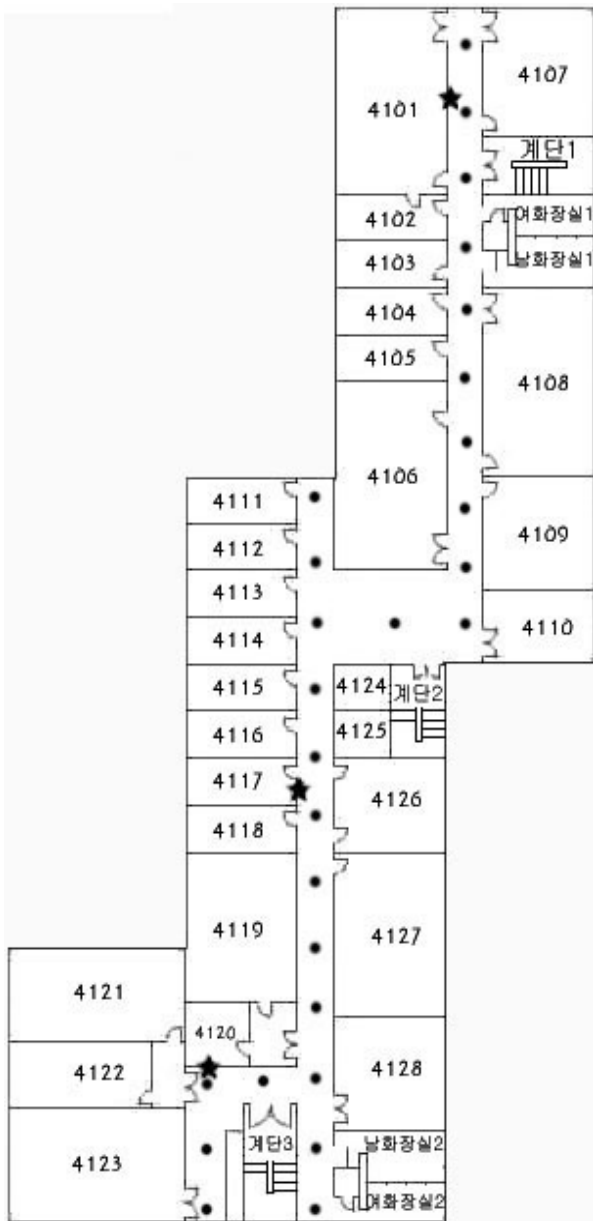
<표 1> 사용자의 위치를 찾아내는 알고리즘

## 3. 실험

실험 환경 구축을 위하여 액세스 포인트의 신호의 세기를 읽는 프로그램을 작성해야 하나, 아직 미완성임으로, 본 실험에서는 이 방법이 실용성이 있는지 보이는 것으로 만족하기 위하여 네스팟을 이용하여 측정하였다. 실험 적용 장소는 본 캠퍼스의 자연과학관 4층으로 구획도는 <그림 1>에 보이는 바와 같다. <그림 1>에 별표는 액세스 포인트의 위치이며, 까만 점은 준비 단계에서 찾아보기 테이블을 작성하기 위하여 신호의 세기를 측정한 장소들이다.

준비단계에서 작성한 찾아보기 테이블의 일부는 <표 2>에 보인다. 총 27지점 각각에 대하여 액세스 포인트의 신호의 세기를 기록한다. 같은 지점이더라도 사용자가 향한 방향에 따라 신호의 세기가 크게 변화

한다.



<그림 1> 자연과학관 4층

따라서 지도를 중심으로 하여 측정하는 사람이 동, 서, 남, 북 4 방위 각각을 향한 각각의 경우에서 신호의 세기를 측정하여 기입하였다. 신호가 약해서 측정할 수 없었던 곳은 측정한 신호세기 중 가장 낮은 값을 기록한다.

사용단계에서 얼마나 정확하게 사용자 위치를 파악하는지 검증하기 위하여 27곳에서 10회수만큼 액세스 포인트의 신호 세기를 획득하여 찾아보기 테이블에서 27곳의 측정위치 중 가장 근접한 곳을 찾고 각 측정위치마다의 지도상의 x, y 좌표를 look-up한 결과와 실제 위치와 비교하여 오차를 측정하였다. 오차 측정 결과는 <표 3>에 요약되어 있다.

측정지점	방향	Ap1	Ap2	Ap3
12번째	북쪽	-78	-64	-74
	동쪽	-70	-54	-85
	남쪽	-71	-59	-85
	서쪽	-68	-53	-85
13번째	북쪽	-79	-58	-85
	동쪽	-71	-55	-85
	남쪽	-70	-59	-80
14번째	북쪽	-69	-60	-80
	동쪽	-70	-48	-82
	남쪽	-75	-54	-83
15번째	북쪽	-72	-51	-85
	동쪽	-69	-42	-85
	남쪽	-76	-45	-85
...	...	...	...	...

<표 2> 각 지점의 신호세기 측정 일부(단위 : dMb)

사용자의 위치를 정확하게 찾아낸 결과는 84%이고, 한 지점 오차범위에서 정확한 결과는 96%이다. 단, 위치는 정확히 찾아주었으나 방향을 정확히 찾은 결과는 21%이다. 각 방향에 따른 신호세기의 차이가 많지 않기 때문이었다. 그리고 몇 개의 신호세기가 잡히느냐에 따라 정확도는 확연하게 달라지는 것을 알 수 있다. 먼저 3개가 잡혔을 때는 오차가 거의 없는데 반해 2개가 잡히거나 혹은 1개가 잡힐 때는 조금씩 사용자의 현재위치와는 다른 곳을 찾아내기도 한다.

측정된 AP 신호수(회수)	위치가 일치 시	1개 지점 오차범위	방향 정확도
3개 (9회)	100%	100%	33%
2개 (57회)	89%	100%	17%
1개 (9회)	33%	66%	0%

<표 3> 실험 결과 표 (단위: %)

#### 4. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서는 무선 랜 구축에 사용된 액세스 포인트를 이용하여 사용자의 위치를 파악하는 것이 가능성을 실험을 통하여 보였다. 기존의 방법은 옥내용과 옥외용으로 구분되어 옥내용은 옥외 사용이 불가능하고, 옥외용은 옥내 사용이 불가능한데 반하여, 제안된 방법은 옥내외 겸용이라는 장점과 적용 환경을 구성하기 위하여 특별한 장치를 설치해야 할 필요가 없다는 장점이 있는 반면, 무선 랜이 설치된 지역이라야 적용이

가능하다는 제한 사항이 있다.

본 논문에서는 신호의 세기를 측정하기 위하여 기존의 네스팻을 사용하였다. 따라서 찾아보기 테이블 작성도 수작업으로 할 수밖에 없었다. 향후에는 신호의 세기를 읽는 프로그램을 개발하여 실험 과정을 자동화하고자 한다.

실험 결과, 제안하는 방법은 사용자의 위치를 준비 단계에서 실측 지점으로 사용한 지점에 대응시키기 때문에 오차가 필연적으로 존재하게 됨을 알 수 있다. 이를 해소하는 방법으로 좀 더 많은 AP를 사용하는 것과 보간법을 고안하는 것이 향후 연구 사항이다.

실험 결과에서 알 수 있듯이 3개의 AP의 신호세기를 모두 측정할 수 있는 지역에서와 그렇지 않은 지역에서의 정확도는 많은 차이를 보이고 있다. 많은 AP를 사용하면 사용자의 위치를 정확하게 알아 낼 수 있게 된다. 그리고 방향을 알아내기 위해서는 신호세기가 개체를 통과했을 때 변화하는 신호세기를 정확히 파악하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또 보간법을 사용하게 되면 벽과 같이 사람이 위치 할 수 없는 지점을 사용자의 위치로 계산하는 것이 가능하게 된다. 이러한 계산 결과를 보정하여 주려면 적용 공간을 나타내는 전자지도가 필요하다. <그림 1>에 대한 전자지도의 일부가 <표 4>에 보인다. 전자 지도는 영역내의 각 지형지물에 대하여 이것을 나타내는 도형을 구성하는 선들의 정점들로 구성된다.

장소	형태	시작지점	마지막 지점
4101	사각형	0,0	64,59
계단1	사각형	0,64	92,59
여화장실1	사각형	0,92	112,59
남화장실1	사각형	0,112	137,59
4108	사각형	0,137	228,59
...	...	...	...
4109	사각형	0,228	283,59
4110	사각형	0,283	322,59
복도 1	사각형	0,59	322,77
중앙복도	사각형	273,77	322,136

<표 4> 그림 1에 대한 전자지도의 일부

제안하는 방법은 준비 단계에서 영역내의 여러 지점에서 신호의 세기를 실측하여 찾아보기 테이블을 생성한다. 향후에는 액세스 포인트까지의 거리와 신호의 세기 간의 함수 관계를 파악하는 연구를 계속하고자 한다. 거리와 세기 간의 함수 관계를 파악하면 사용 단계에서

측정한 신호의 세기를 함수식에 대입하여 액세스 포인트까지의 거리를 계산할 수 있다. 최소 세 개의 액세스 포인트에 대한 거리를 계산하면, 이 거리들을 바탕으로 삼각측량법으로 사용자의 위치를 파악할 수 있다.

본 논문에서는 측위에 대하여 살펴보았다. 향후에는 디렉터리 서비스, 게이트웨이 서비스, 등의 다양한 응용 서비스 시스템을 개발하고자 한다.

참고문헌

[1] Marwa Mabrouk, OpenGIS Location Services (OpenLS): Core Services OGC 03-006r <http://www.opengis.org/>

[2] Hartigan, P.F., "Transport and Processing of Perishable Information: Essential Infrastructure for Location Based Services," *3G Mobile Communication Technology*, Vol. 8, No. 10(May 2002), Conference Publication No. 489 IEE 2002, pp.345 - 349.

[3] Koo, S. and C. Rosenberg, "Location-based E-campus Web Services: From Design to Development," *Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2003. (PerCom 2003)*, March 23-26 2003, pp. 207-215.

[4] Krishnamurthy, N., "Using SMS to Deliver Location-based Services," *Proceedings of 2002 IEEE International Conference on Personal Wireless Communications (Proceedings of ICPWC'2002)*, Dec. 15-17 2002, pp. 177 - 181.

[5] Virrantaus, K., J. Veijalainen, and J. Markkula, "Developing GIS-Supported Location-Based Services," *Proceedings of the Second International Conference on Web Information Systems Engineering, 2001, Vol. 2, Dec. 3-6 2001*, pp.66-75.

[6] Adam Smith, HariBalakrishnan, Michel Goraczko, and Nissanka Priyantha, "Tracking Moving Devices with the Cricket Location System", *Proc. of MobisSYS'04*, June 2004.

[7] R. Want, A. Hopper, V. Falco and J. Gibbons, "The Active Badge Location System", *ACM Transactions on Information Systems* 10, pp. 91-102, Jan. 1992.

[8] Paramvir Bahl and Venkata N. Padmanabhan, "RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system", *INFOCOM*, pp. 775-784, Mar. 2000.