

# SiRF Star II chipset 기반 전자캠퍼스를 위한 옥외 측위 시스템

임재걸\*, 이계영\*, 오성혁\*\*, 김환근\*

\*동국대학교 컴퓨터멀티미디어학과

\*\*유빅테크(주)

e-mail: {yim, lky, ducice}@dongguk.ac.kr

\*\* dextrose@chol.com

## SiRF Star II Chipset Based Out Door Positioning System for E-Campus

Jaegel Yim\*, Gyeyeoung Lee\*, Hwanken Kim\*

\*Dept of Computer and Multimedia, Dongguk University

Seong hyeok Oh\*\*

Ubicktech Co., LTD

### 요 약

위치기반서비스 시스템에서 가장 기본이 되는 요소는 사용자의 위치를 정확히 측정하는 것이다. 측위 시스템은 옥외용과 옥내용으로 구분될 수 있고, 옥외용은 GPS 기반 시스템이 가장 일반적이다. 본 논문은 SiRF Star II chipset을 이용하여 전자캠퍼스를 위한 옥외용 측위시스템 구현 사례를 소개한다. 전자캠퍼스의 특징으로 적용 영역이 비교적 협소하다는 것과 따라서 좀 더 정확한 측정 방법이 필요하다는 것을 들 수 있다. 본 논문은 RADAR 방식을 사용하여 오차를 줄일 수 있다는 것과 사용자 추적 방법 구현 사례를 보인다.

### 1. 서론

위치인식과 관련된 기존의 연구 결과를 위치인식 알고리즘, 수단, 시스템 등의 관점에서 살펴보면 다음과 같다. 위치인식 알고리즘에는 AOA (Angle of Arrival), TOA(Time of Arrival) 그리고 TDOA(Time Difference of Arrival) 등이 있다. AOA는 multi-array antenna를 사용하여 수신된 신호의 방향을 계산하는 방식이다. 하나의 측정값은 물체와 하나의 선으로 지칭된다. 따라서 최소 2개의 multi-array antenna를 사용함으로써 물체가 위치하는 교차점을 얻을 수 있으며, 더 많은 AOA 값을 사용함으로써 정확도를 높일 수 있다. TOA는 송신기와 수신기의 시계가 동기화되어 있는 상태에서 이동노드의 위치를 추정하기 위한 방식으로 물체로부터 최소 3개의 수신기까지의 절대적인 시간을 계산하여 위치를 추적하는 알고리즘이다. 끝으로 TDOA는 여러 수신기에서 받은 신호의 차이 값을 이용하여 물체의 위치를 인식하는 방식으로 알려진 위치에 있는 노드들은 동기화 되어 있고 위치를 추정할 이동노드는 다른 노드와 동기화 되지 않은 상태일 때 적용할 수 있는 방식이다. 서로 동기화되어 있는 수신기들은 물체로부터 신호를 수신한 시간을 저장하고, 물체

에서 신호를 전송한 절대적인 시간은 알 수 없지만 수신기에서 받은 시간 값의 차이는 계산할 수 있다.

위에서 살펴본 바와 같이 정확한 위치를 인식하기 위해서는 결국 알려진 지점과 발견하려는 물체의 거리 측정이 필요하다. 거리 측정 수단으로는 RF 신호의 신호세기(RSSI : Receive Signal Strength Indication)를 이용하는 방식, 초음파를 이용하는 방식, 그리고 UWB(Ultra Wide Band) 신호를 이용하는 방식 등이 있다.

위치인식시스템을 커버 영역에 따라 분류하면 매크로 위치인식시스템과 마이크로 위치인식시스템, 그리고 Ad-hoc 위치인식시스템으로 분류할 수 있다. 매크로 위치인식시스템은 가장 광범위한 위치인식 가능 영역을 제공하며, 현재 위치기반 서비스(Location Based Service: LBS)를 위해 GPS(Global Positioning System)와 이동통신망 기반 위치인식시스템이 활용되고 있다. 마이크로 위치인식시스템은 무선 환경의 제한으로 매크로 위치인식시스템이 커버하지 못하는 실내나 지하 또는 건물 밀집지역 등에서 위치인식을 제공하며, 유비쿼터스 컴퓨팅을 위해 다양한 방향으로 연구되고 있다. Ad-hoc 위치인식시스템은 임시로 구성되는 Ad-hoc 네트워크 또는 센서 네트워크 영역에서 활용하기 위해 연구되고 있다. Sensor

Network 및 홈 네트워크 등에서 사용되는 마이크로 위치 인식시스템에서는 적외선, 초음파, 무선통신 신호의 신호 세기, UWB, 입체영상 등을 이용하는 연구가 수행되고 있다.

GPS는 미국정부가 군사목적으로 구축한 항법지원 시스템인데, GPS신호의 일부를 민간인이 사용할 수 있도록 허용하여, 대부분의 위치기반 서비스 시스템이 GPS를 이용한다. GPS 데이터에는 거리오차, 위성의 배치상황에 따른 기하학적인 오차 증가 그리고 미 국방성이 실시하는 선택적 이용성에 의한 오차 등이 내재되어 있다.

기존에 소개된 측위 시스템 중, RADAR[3]는 옥내 측위 시스템으로 위치가 고정된 세 개의 베이스 스테이션이 사용자의 위치를 측정한다. RADAR가 채용한 위치 특정 방법은 일정한 테이블 look-up 방법이다. 오프라인 단계에서는 테이블을 생성하는데, 건물 곳곳에서 이동단말기로부터 패킷을 브로드캐스트하면 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 찾아서 그 항의 지도좌표를 사용자의 현재 위치로 찾아 준다.

본 논문은 전자캠퍼스의 용도에 쓰일 SiRF StarII chipset 기반 사용자 위치 측위 시스템 구현과 실험 결과를 소개한다. 전자캠퍼스의 적용 영역이 캠퍼스라는 비교적 제한적인 공간임으로 본 논문에서는 RADAR가 채용한 방법을 적용하여 오차를 줄인다.

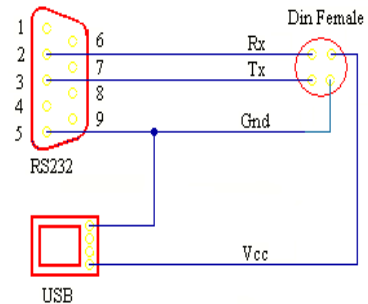
## 2. 실험 환경

SiRF StarII chipset은 GPS 데이터를 시리얼 통신 방식으로 <그림 1>에 보이는 바와 같이 Tx 핀을 통하여 전송하고 Rx 핀을 통하여 수신한다. 따라서 Rx, Tx 핀은 각각 컴퓨터의 시리얼 포트의 2번과 3번 핀에 연결되어야 한다. SiRF StarII chipset에는 자체 전력 공급원이 없으므로 그림 1과 같이 컴퓨터의 USB 포트로부터 전력을 공급받도록 한다. 또한 SiRF StarII chipset에 흐르는 전압과 컴퓨터에 흐르는 전압이 다르므로 중간에 변압장치를 설치한다.

실험을 위하여 시리얼 통신 프로그램과 GPS 데이터 수신 프로그램을 작성한다. 프로그램 개발 도구로 .net을 사용한다. 시리얼 통신 클래스는 시리얼 포트를 여는 메소드, 닫는 메소드, 지정된 수만큼의 바이트를 보내는 메소드와 받는 메소드 등 통신에 필요한 다양한 메소드를 제공한다.

SiRF StarII chipset은 GPS 데이터를 GGA, GLL, RMC 등의 형식으로 연속적으로 전송한다. 우리의 GPS 클래스는 이 중에서 RMC 형식의 데이터만 추출하여 함수 값으로 리턴한다. RMC 형식은 Message ID, UTC Time, Status, Latitude, N/S Indicator, Longitude, E/W Indicator, Speed Over Ground 등의 항목으로 구성되는데,

Message ID가 '\$GPRMC'이다. 즉, SiRF StarII chipset 으로부터 들어오는 데이터를 차례로 검사하여 '\$GPRMC' 라는 문자열을 만나면 입력 데이터를 위의 항목으로 입력 받고 그렇지 않으면 그냥 흘려보낸다. RMC 형식의 각 항목 중, Status는 현재 데이터가 타당한지 아닌지를 나타낸다. 이 항목의 값이 'A'이면 타당한 데이터이고 그렇지 않으면 타당한 값이 아니다. RMC 형식을 구성하는 여러 항목 중 우리가 원하는 항목은 Latitude와 Longitude 뿐임으로 클래스 GPS는 Status 값이 'A'일 때, Latitude와 Longitude 값을 리턴한다. 본 실험을 위하여 메인 함수에서 GPS 함수를 호출하여 위도와 경도 값을 받아오는데, 메인함수가 GPS 데이터를 받기 위하여 오랫동안 아무 일도 못하고 기다리는 것을 방지하기 위하여 멀티스레드를 사용하여 메인함수가 실행되는 스레드와 GPS 데이터를 받는 스레드가 동시에 실행되도록 실험 환경을 구현하였다.



<그림 1> GPS 모듈과 노트북 결선도

메인함수에서 GPS 함수를 위한 스레드를 생성하면, GPS 함수는 데이터를 획득하여 공용변수에 데이터를 기록하고 flag를 세팅한다. 메인함수는 flag를 체크하여 1로 세팅되었으면 데이터를 사용하고, flag를 reset한다. Flag가 세팅되어 있지 않으면 자신을 sleep 함으로써 자원을 release한다. 마찬가지로 방법으로 GPS 함수는 flag를 체크하여 세팅되어 있으면 자신을 100ms 동안 sleep한 다음 다시 reset되었는지 체크한다.

## 3. 측위 및 추적 방법

본 논문은 RADAR처럼 테이블 look-up 방법을 채용하여 사용자 위치를 측정한다. 즉, 교정을 격자 모양으로 나누고 각 지점에서 실제 GPS 좌표를 측정한 다음 그 지점의 전자지도상의 x, y 좌표와 GPS 좌표 (경도, 위도)를 짝을 지어 데이터베이스에 저장한다. 이와 같이 표를 만드는 과정을 준비단계라고 한다. 즉 테이블의 각 줄은 다음과 같은 모양이다.

x1, y1, 경도1, 위도1

실제 적용 단계에서는 SiRF StarII chipset을 소지한 사용자가 실제로 돌아다니는 동안 SiRF StarII chipset으로부터 현재 GPS 좌표를 측정한 후, 준비 단계에서 작성한 테이블에서 가장 근접한 경도, 위도를 찾아 해당 x, y 좌표를 사용자의 위치로 결정하여 준다. 이러한 작업을 실행하는 클래스는 geocoder라고 명명한다.

SiRF StarII chipset이 제공하는 데이터는 10m 이내의 오류를 내포하므로 geocoder가 생성하는 x, y 좌표는 실제와 일치하지 않는다. 사용자 trace 데이터에 내재한 오류를 보정하기 위하여 최소자승법을 이용한 회귀분석과 지도매칭 방법을 사용한다.

최소자승법은 주어진 데이터를 가장 잘 나타내는 다항식을 구하기 위하여 일반적으로 사용된다. 최소자승직선은 주어진 일련의 좌표들,  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 을 가장 잘 나타내는 직선 식을 찾는다. 직선 식은 일반적으로  $y = ax + b$ 의 형식을 띤다. 따라서 원하는 식은 다음을 최소화하는 a와 b가 된다.

$$\sum_{i=1}^n \{y_i - (ax_i + b)\}^2 \quad \text{--- (식 1)}$$

(식 1)을 a와 b 각각에 대하여 편미분한 결과 식을 0으로 하여주는 a와 b가 바로 (식 1)을 최소화하여주는 성질이 있다. 즉, 다음 연립 방정식을 만족하는 a와 b가 (식 1)을 최소화한다.

$$2 \sum_{i=1}^n \{y_i - (ax_i + b)\} = 0$$

$$2 \sum_{i=1}^n x_i \{y_i - (ax_i + b)\} = 0$$

이 연립방정식을 만족하는 a와 b는 각각 다음과 같다.

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$b = \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n x_i y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

학교 교정의 길은 보통 일자로 되어 있다. 따라서 사용자의 위치를 시간에 따라 추적하면 직선이 되는 것이 일반적이다. 따라서 geocoder가 제공하는 일련의 x, y 좌표로부터 다음과 같은 방법으로 사용자의 이동경로를 추정할 수 있다.

- 1) 시작점부터 측정하는 x, y 좌표의 평균을 시간대별로 구한다.
- 2) 시간대별 x 평균과 y 평균의 차이를 구한다.
- 3) 시간대별 x 평균과 y 평균의 차이에 변화가 한계값을 넘으면 그 지점을 새로운 시작점으로 지정한다. 새로운

시작점은 지금까지 경로의 종점이기도 하다.

- 4) 시작점부터 종점까지의 x, y 좌표에 최소자승법을 적용하여 직선 경로를 구한다.
- 5) 지도상에서 가장 가까운 길로 4)에서 구한 직선 경로를 이동한다.

4. 실험결과

본 논문에서는 <그림 2>에 보이는 본 대학 '진흥관'을 중심으로 측정된 실험 결과를 제공한다. 준비 단계에서 <그림 2>의 각 지점에 대한 GPS 좌표를 기록한 표의 일부가 <표 1>에 보인다.



<그림 2> 진흥관 지도

순번	좌표(x,y)	위도	경도
0	0,396	3351.7421	12911.5752
1	59,389	3551.7387	12911.5777
2	110,301	3551.7581	12911.5846
3	99,201	3551.7715	12911.5788
4	0,211	3551.7781	12911.5692
5	128,293	3551.7614	12911.5938
6	682,387	3551.7455	12911.5862
7	260,370	3551.7486	12911.6208
8	260,359	3551.7498	12911.6202
9	177,286	3551.7625	12911.6024
10	162,178	3551.7757	12911.5929
11	147,164	3551.7812	12911.5973
...	...	...	...

<표 1> x, y 좌표와 GPS 좌표로 구성된 표

사용 단계에서 50회에 걸쳐 GPS 좌표를 획득하여 <표 1>에서 가장 근접한 지도상의 x, y 좌표를 look-up한 결과는 <표 2>에 요약되어 있다. 정확한 결과는 6%이고 4m 오차 범위에서 정확한 결과는 52%, 8m 오차 범위에서 정확한 결과는 96 %이다.

횟 수	0m 범위	4m 범위	8m 범위
횟 수	3	26	48
확 률	6 %	52 %	96%

<표 2> 실험 결과 요약

<그림 2>에 해당하는 전자지도의 일부가 <표 3>에 보인다. <표 3>의 전자지도는 사용자의 위치를 추적할 때, 지도 매칭 단계에서 사용된다. '진입로'에서부터 '앞길3'까지 사용자 추적 실험을 실행한 결과 <표 4>과 같은 결과를 얻었다. <표 4>의 x, y 좌표는 지도의 좌상귀가 (0, 0) 인데 반하여 (식 1)의 x, y 좌표는 좌하귀가 (0, 0)이다. 지도의 세로 길이가 424임으로 (식 1)을 적용할 때, 424-y 좌표 값을 y 값으로 사용하였다.

장소명	좌 표 구 성	특 징
진입로	(176,286)(223,290)(303,368)(261,370)(262,358)	출입가능
갈림길	(173,262)(192,264)(219,265)(223,290)(176,286)	출입가능
앞길1	(163,179)(182,180)(192,264)(173,262)	출입가능
앞길2	(146,146)(164,144)(163,141)(178,140) (182,180)(163,179)(146,146)	출입가능
앞길3	( 94,153)(100,154) (100,150)( 99,148) (119,150)(120,148) (146,146)( 94,168)	출입가능
...	...	...

<표 3> 전자지도의 일부

<표 4>에 보이는 실험값들을 가장 잘 나타내는 직선의 식을 최소자승법으로 구한 결과 <표 4>에 보이는 바와 같은 계수를 얻었다. 예를 들어 진흥관 진입로 상의 데이터를 나타내는 수식은 (식 2)와 같다. 이들을 <표 3>을 참조하여 지도에 매칭한 결과 <그림 3>에 보이는 경로를 얻었다.

$$y = -1.14854x + 392.17422 \quad \text{---- (식 2)}$$

5. 결론

본 논문은 RADAR에서 채용한 측위 방법이 대학 캠퍼스에서 GPS를 사용하는 경우에도 실용성이 있는지 살펴본 실험 결과를 보였다. 실험 결과 8m 오차 범위 내에서 이 방법이 정확한 측위 결과를 생성하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 측위 방법을 토대로 얻은 데이터에 최소자승법을 적용하고 지도 매칭 과정을 거쳐 사용자의 이동 경로를 추적하는 방법도 소개하였다.

실험 결과 GPS를 사용한 방법은 오차 범위가 8m임을 알 수 있었다. 이 오차 범위는 공간이 제한적인 캠퍼스에서 실용화되기에는 문제가 있다. 향후에는 다른 보정 자료를 이용하여 오차 범위를 줄이는 방법을 연구하고자 한다. 지도 매칭 방법에도 많은 문제가 있다. 향후 연구 과제로 실세계에 적용될 수 있는 다양한 모양의 지형을 고려한 지도 매칭 방법에 대하여 연구하고자 한다.

장소명	좌표(x,y)	위 도	경 도	ax + b	
				a	b
진입로	278,355	3551.7494	12911.6235	-1.14854	392.17422
	259,324	3551.7547	12911.6195		
	221,287	3551.7610	12911.6113		
	212,285	3551.7613	12911.6093		
갈림길	214,268	3551.7643	12911.6098	-1.66667	378.33333
	200,279	3551.7623	12911.6068		
앞길1	188,265	3551.7647	12911.6042	-4.13725	959.03137
	177,245	3551.7682	12911.6018		
	186,224	3551.7717	12911.6038		
	178,203	3551.7753	12911.6020		
	177,177	3551.7799	12911.6018		
앞길2	172,158	3551.7830	12911.6006	-0.22222	309.55555
	169,152	3551.7840	12911.6001		
앞길3	160,150	3551.7845	12911.5980	-0.05000	280.05000
	141,151	3551.7842	12911.5941		
	101,149	3551.7845	12911.5855		

<표 4> 걸어가면서 얻은 일련의 x, y 좌표 값



<그림 3> 사용자 추적 실험 결과

참고문헌

[1] Want, A. Hopper, V. Falco and J. Gibbons, "The Active Badge Location System", ACM Transactions on Information Systems 10, pp. 91-102, Jan. 1992.  
 [2] Adam Smith, Hari Balakrishnan, Michel Goraczko, and Nissanka Priyantha, "Tracking Moving Devices with the Cricket Location System", Proc. of MobisSYS'04, June 2004.  
 [3] Paramvir Bahl and Venkata N. Padmanabhan, "RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system, INFOCOM, pp. 775-784, Mar. 2000.