

다중 인터페이스를 이용한 실내 위치 측위 고도화 기술

양원석⁰, 이광조⁺, 김선경⁺

⁰상명대학교 디지털 미디어 학과 wonseok07101@gmail.com

⁺연세대학교 컴퓨터 과학과 kjlee5436@cs.yonsei.ac.kr, skyum@cs.yonsei.ac.kr

High Precision Technique for Indoor Location Positioning Using Multiple Interfaces

WonSeok Yang⁰, KwnagJo Lee⁺, SunKyum Kim⁺

⁰Dept. of Digital Media, Sangmyung University

⁺Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

최근 무선 인터넷 기술의 발달과 보급으로 인해 실생활에서도 쉽게 무선 네트워크를 이용한 통신을 할 수 있게 되었다. 무선 네트워크를 이용한 통신을 위해선 통신 망을 유지해 주는 AP(Access Point)가 필수적이다. 이러한 AP를 활용한 AP의 신호 세기를 이용하는 실내 위치 측위 기술은 위치 기반 서비스의 발달과 함께 주목 받고 있다.

본 논문에서는 실내 위치 측위에 많이 사용되는 삼각측량법을 개선하기 위해 다수의 무선 네트워크 인터페이스를 사용한다. 최근에는 하나의 디바이스에 여러 개의 무선 인터페이스가 장착되는 것이 보편화 되었는데 이러한 여러 개의 인터페이스를 활용하여 실내 위치 측위 값을 보정하였다. 실험 결과, 2개의 모듈을 사용할 때의 결과가 1개의 모듈을 사용했을 때 보다 평균 4.9% 좋은 성능을 보였다.

1. 서 론

최근 무선 인터넷의 빠른 보급과 응용 분야의 다양화로 모바일 환경에서의 연구가 활발해지고 있다. 특히 무선 신호 세기를 이용한 실내 측위 기술은 GPS를 사용할 수 없는 상황에서 위치 기반 서비스(LBS)를 위해 중요한 기술로서 고도화하는 연구가 진행되고 있다[1].

본 논문에서는 실내에서 사용자의 위치를 계산하기 위해 Access Point(AP)에 송출되는 무선 신호의 세기로 삼각측량법을 이용하였다. 삼각 측량법은 어떠한 위치를 측정하기 위하여 두 개의 정점의 좌표와 위치로부터 두 정점 사이의 거리를 이용하여 현재 좌표를 측위하는 기술로서, 배와 해변 사이의 거리를 재는 데 활용되었다. 최근에는 무선 신호 세기를 이용하여 실내외 위치 측정하는 데에도 널리 이용되고 있다. 하지만 무선 환경에서의 위치 예측은 두 개의 정점에 해당하는 AP들과의 신호세기를 실제 거리로 변환시켜야 하기 때문에 많은 오차가 발생한다[1][2]

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 두 개의 무선 인터페이스를 활용하여 실내에서 보다 정확한 위치를 계산하는 방식을 제안한다. 실험 결과 두 개의 인터페이스를 사용하는 것이 단일 인터페이스를 사용하는 것보다 평균 약 4.9%의 성능 향상이 있음을 알 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 AP를 이용한 위치 측위 기술에 대하여 알아보고,

3장에서는 제안하는 위치 측위 기술에 대하여 논의한다. 4장에서는 실제코드에 대하여 알아보고, 5장에서 제안된 위치 측위 기술을 실험을 통하여 검증하고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 AP를 이용한 위치 측위 기술

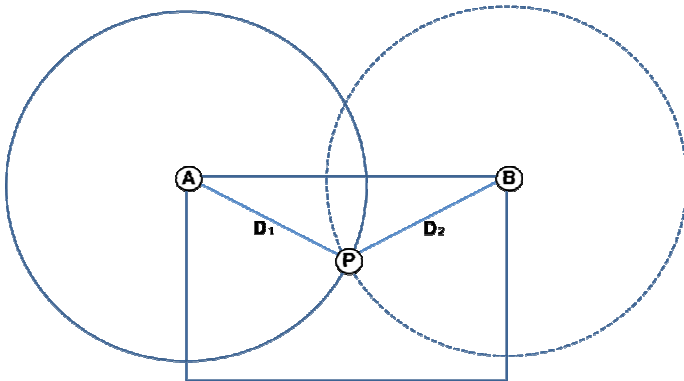
기존의 AP 기반 위치 측위 방식 중 대표적인 것은 SKYHOOK의 XPS 시스템을 들 수 있다.[3] XPS 시스템은 WiFi 기반 위치 측위 방식, GPS 방식, Cell Tower 방식을 모두 종합하여 위치를 측위하는 시스템이다. XPS 시스템은 AP가 많은 도시지역에선 WiFi 기반 위치 측위 방식으로, AP가 드물지만 GPS 신호의 수신이 양호한 지역에선 GPS 방식으로, WiFi 및 GPS 방식 모두 활용이 불가능 할 때에는 Cell Tower 방식을 사용한다.

그러나 XPS 시스템은 클라이언트의 위치를 계산하여 알려주는 서버인 모바일 위치 서버가 필요하다. 이 서버는 미리 측위된 AP들의 위치에 대한 데이터베이스를 갖고 있고 이에 기반하여 사용자의 위치를 계산해 클라이언트에게 제공한다.

또 다른 방식으로는 Spotigo의 HyPS 시스템이 있는데, WiFi, cellular ID, GPS 방식을 혼용한다. HyPS 시스템은 수신된 WiFi 신호 패턴을 활용하여 위치 측위를 한다[4]. 이는 GPS 측위 방식의 단점인 고층 건물에서의 신호 반사로 인한 측위 오류에 대한

대안으로 개발되었다.

2.2 삼각측량법



[그림 1] 삼각측량법

[그림 1]은 삼각측량법의 예를 보여준다. 두 개의 정점 A, B는 미리 좌표를 알고 있는 지점이다. 무선 인터페이스를 이용할 경우, 신호 세기 대비 거리가 정확하다고 가정하고, P에서 수신되는 신호 세기를 거리로 환산하고, 이를 이용하여 A와의 거리인 D_1 , B와의 거리인 D_2 를 계산한다. 이때 미지의 지점 P는 A를 중심으로 하고 반지름이 D_1 인 원과 B를 중심으로 하고 반지름이 D_2 인 원의 교차점이 된다. 하지만 신호 대비 거리의 값이 불규칙하므로 P의 위치를 정확하게 계산하는 것은 매우 어렵다.

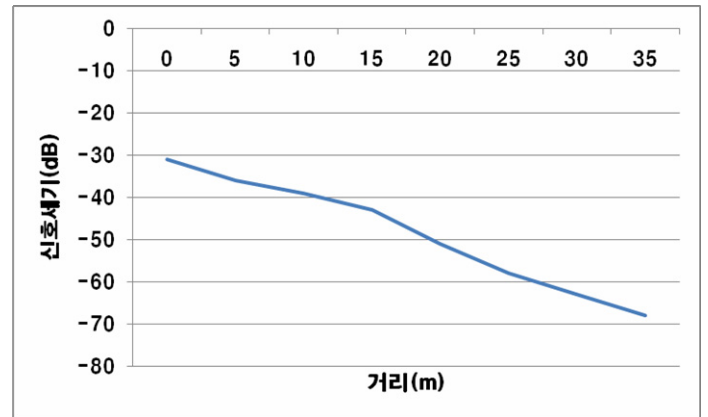
3. AP를 이용한 위치 측위 시스템

앞서 제시한 SKYHOOK의 XPS 시스템이나 Spotigo의 HyPS 시스템은 위치 측위 시 단일 인터페이스를 이용하기 때문에 이를 보정하기 위하여 GPS와 AP를 DB화 하여 예측하는 모델이 필요하였다.

본 논문에서는 두 개 이상의 네트워크 인터페이스를 이용하여 신호의 오차를 보정하는 방법을 제시한다.

3.1 AP 신호 값의 특성

[그림 2]는 10m 간격으로 무선 네트워크로부터의 신호세기를 나타낸 그래프이다. 본 실험에 쓰인 3개의 AP들의 경우 그 신호 특성들이 비슷하게 나타나는 것을 확인할 수 있었고, 이를 이용하여 거리에 따른 신호세기의 1차 함수를 생성하여 삼각 측량에 이용하였다.



[그림 2] 거리에 따른 신호 세기

3.2 다중 인터페이스를 이용한 AP 신호 값 오차의 보정

최근 무선 단말기의 경우 여러 개의 무선 인터페이스가 탑재되는 것이 기본이다. 대표적으로 WiFi와 블루투스 모듈이다. 우리는 이러한 다중 인터페이스를 이용하여 위치를 보정하고자 한다. 무선 인터페이스의 신호는 2.4Ghz 대의 전파로, 신호간 간섭이 일어날 확률이 크고, 공기 중의 습도 등의 변수에 대해서도 매우 민감한 성질을 가지고 있다. 따라서 안정적인 신호 값을 지속적으로 받아들이지 못하는 문제로 인해 발생하는 오차를 줄이기 위하여 본 실험에서는 두 개의 인터페이스를 활용하여 최근 10개의 신호 세기를 리스트로 관리하여 중간의 4개의 값을 평균을 내어 활용하였다. 10개의 신호 리스트에는 여러 개의 인터페이스가 측정된 신호 세기 값들이 정렬되어 들어간다. 이는 리스트의 크기를 증가하고 평균을 얻기 위한 값들의 개수를 증가하면, 두 개의 인터페이스의 경우뿐만 아니라 더 많은 숫자의 인터페이스에도 적용 가능 하다.

4. 구현 코드

4.1 AP 신호 세기 검색

본 실험에서는 AP의 신호 검색을 위해 ManagedWifi 라이브러리를 이용하였다. 이 라이브러리[5]는 공개된 것이며 무선 랜 카드 인터페이스 별로 신호세기를 얻어오는 함수를 지원한다. [그림 3]은 SSID가 AP1로부터 신호세기를 획득하는 코드이다.

```

Wlan.WlanBssEntry[] list =
wc.Interfaces[0].GetNetworkBssList();
for (int i = 0; i < list.Length; i++){
    if (Encoding.ASCII.GetString
(list[i].dot11Ssid.SSID).Contains("AP1"))
    { CQ[rear1] = list[i].rssi;
      rear = (rear1 + 1) % 10; }
}
    
```

[그림 3] 무선 세기를 획득하는 코드

위 코드의 wc.interfaces[0]은 무선 랜 모듈의 첫번째 인터페이스를 의미한다. 무선 랜 모듈이 갖고 있는 주변 AP 리스트는 GetNetworkBssList() 함수로 불러 올 수 있다. AP 신호 세기 관리를 위해 해당 AP의 신호 세기인 list[i].rssi를 원형 큐인 CQ를 만들어 관리하였다.

4.3 신호 값에 기반한 거리 산출

신호의 세기는 사용자와 AP간의 거리가 멀어짐에 따라 약해지므로, 3.2절의 오차 보정 과정에서 얻은 신호 세기로 특정 AP로부터 사용자가 얼마만큼의 거리에 위치하고 있는지를 계산한다. 즉, 신호의 세기를 거리로 환산하고자 함이다. 신호세기를 거리로 환산하는 코드는 아래와 같다.

```

double RealDistance(int decibel) {
    double dec = decibel * (-1);
    return (dec-24)*1200/16; }
    
```

[그림 4] AP신호를 거리로 환산하는 코드

AP의 신호는 음수 값으로 입력되므로, 편의상 부호를 +로 바꾼 후에 계산한다. 또, 위 코드의 식 (dec-24)*1200/16 은 거리에 따른 신호 값을 측정하여 얻은 신호 대 거리의 관계식이다. 다양한 실험을 통하여 신호 세기 값인 decibel에서 24를 빼서 1차로 보정을 한 후에, 2차로 그 결과 값에 1200/16을 곱한다. 2차 보정의 비례식은 충분한 실험을 거쳐서 12m 당 16dB 만큼 약해짐을 확인할 수 있었다. 이렇게 변환된 거리 값들을 가지고 삼각측량법을 이용해 사용자의 위치를 측정한다.

3.4 삼각 측량

[그림 5]는 측정된 AP와 사용자의 거리를 기반으로 삼각 측량 함수를 이용하여 사용자의 위치를 예측하는 삼각 측량 함수의 코드이다.

```

void triangulation(){
    double d1 = RealDistance();
    double d2 = RealDistance();
    double d3 = RealDistance();
    Circle c1 = new Circle(0,0,d1);
    Circle c2 = new Circle(0,300,d2);
    Circle c3 = new Circle(300,300,d3);
    Point p1 = intersectC(c1,c2);
    Point p2 = intersectC(c2,c3);
    Point p3 = intersectC(c1,c3);
    P = Average(p1,p2,p3);
}
    
```

[그림 5] 삼각 측량 코드

위의 코드에서 d1, d2, d3은 RealDistance() 함수로부터 얻은 각 AP와 사용자 간의 거리이다. 이 거리 값은 화면상의 좌표로 변환되어 있다. (0,0), (0,300), (300,300)은 3개 AP의 각각의 화면상의 위치 좌표이다. 이를 이용하여 각 AP의 위치를 중심으로 하는 원의 교차점을 구하여 평균을 내면 사용자의 x-좌표 및 y-좌표 값을 수할 수 있다.

4. 실험 환경 및 실험

본 실험을 위해서 노트북에 무선 랜을 추가로 하나 더 장착하여 이용하였다. 사용된 무선 랜 모듈은 Intel 3945ABG과 ipTime N300CA이다. 각 모듈은 [표 1]와 같은 사양을 가지고 있다.

[표 1] 사용된 무선 랜 모듈 사양

	3945ABG	N300CA
인터페이스	Mini - PCI express	PCMCIA Cardbus
통신 방식	802.11a/b/g	802.11a/b/g/n
칩셋	Intel Pro/Wireless 3945ABG	Ralink RT2860T

실험에 사용된 무선 AP는 3개이며 Cisco Linksys WRT-54G 2개와 Asus WL-566gM 1개로 실험하였다. 각 AP의 사양은 [표 2]와 같은 사양을 가지고 있다.

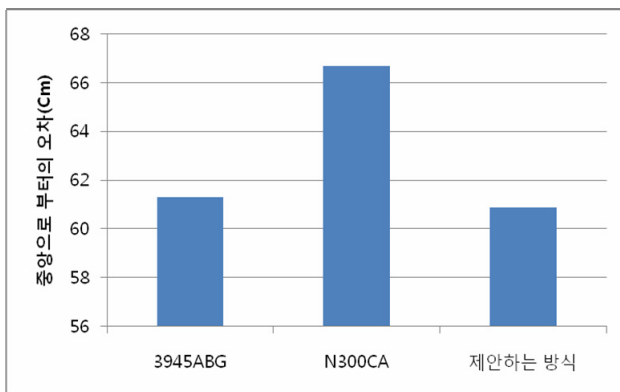
[표 2] 무선 AP사양

	WRT-54G	WL-566gM
통신 방식	802.11a/b/g	802.11b/g
안테나 수	2	3

실험은 12m x 12m의 공간에서 이루어졌으며 1차로

3945ABG 단일 모듈로, 2차로 N300CA 단일 모듈로, 끝으로 두 모듈 모두를 사용하여 실험영역 중앙에서 위치 측정하였다. 본 실험은 각 모듈 별로 3,000번의 위치 측위를 통하여 측정된 좌표와 실제 좌표간의 오차의 평균을 구하였다. [그림 6]은 실험 결과를 막대그래프로 표현한 것이다.

본 실험은 AP로부터 노트북이나 넷북에 수신된 신호 세기를 이용한 사용자의 위치 측위이므로 칩셋의 에너지 소비 효율을 고려하지 않았다. 추후 모바일 디바이스에 대한 실험에서는 칩셋의 에너지 소비 효율을 고려할 예정이다.



[그림 6] 실험 결과

실험 결과 1개의 인터페이스만을 사용 할 때 보다 2개의 인터페이스를 사용할 때 오차가 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 제안하는 방식이 3945ABG만을 이용한 경우보다는 0.7%, N300CA 보다는 8.7% 성능 향상이 있었으며 두 개의 평균 값 보다는 4.9%의 성능 향상이 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 삼각 측량을 이용한 실내 위치 측위의 고도화를 이용하여 두 개 이상의 인터페이스를 이용하는 방식을 제안하였다. 실험결과 두 개의 인터페이스를 사용할 경우 하나의 인터페이스를 사용하는 경우보다 평균 4.9% 성능 향상이 있었다. 향후 동일한 종류의 인터페이스가 아닌 다른 종류의 무선 인터페이스를 이용하여 연구를 진행해보려고 한다.

6. 사사

본 연구는 한국과학재단(KOSEF) 일반연구자지원사업(2010-0015846)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

[1] 전현식, 김나리, 박현주, “실내 환경에서 효과적인 위치 측위 시스템에 관한 연구”, 한국통신학회 논문지, 2009.02

[2] 박세진, 김민구, “802.11 무선 신호 학습 기법을 이용한 실내 위치 인식 시스템의 구현”, 한국정보과학회 학술발표 논문집, 2007.6

[3] SKYHOOK WiFi Positioning System
<http://www.skyhookwireless.com/>

[4] Spotigo HyPS 시스템
<http://gpsobsessed.com/spotigos-hyps-hybrid-positioning-system-aims-at-skyhook-wireless/>

[5] ManagedWifi.dll
<http://managedwifi.codeplex.com/>