2007년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2007. 7. 18 - 20

무선랜 신호세기를 이용한 효율적인 위치인식에 관한 연구

이인철, 공영배, 장형준, 박귀태
고려대학교 전자전기공학과

A Study for efficient location estimation using WLAN

In-Chul Lee, Young-Bae Kong, Hyeong-Jun Chang, Gwi-Tae Park
Dept. of Electronics and Electrical Engineering, Korea University

Abstract - 핸드폰, PDA, Laptop이 보편화 되면서 이를 이용한 위치 인식 기술의 중요성이 높아지고 있다. 이러한 위치기반 서비스(LBS : Location Based Service)는 GPS를 이용한 실외 서비스와 WLAN, Zigbee, UWB 등을 이용한 실내 서비스로 나눌 수 있다.

본 논문에서는 이미 많은 수의 기반시설(AP : Access Point)가 구축되어 있는 무선랜 기반의 효과적인 위치 측정 기법에 관한 연구를 모색해보고자 한다. 각 AP에서 받은 신호세기(SS : Signal Strength)를 데이터 베이스에 저장한 후, 이동단말기(MU : Mobile Unit)의 위치가 요구되는 장소에서 다시 신호세기를 측정하여 데이터 베이스와 비교하여 가장 적합한 위치 데이터 정보를 리턴하는 핑거프린트(Fingerprint) 방식을 소개한다. 그리고 불안정한 신호 세기 데이터를 판별하기 위하여 단일 클래스 SVM 기법인 SVDD(Support Vector Data Description)을 이용하였다.

1. 서 론

최근 정보 통신 기술의 급격한 발전으로 인해 네트워크 인프라가 광범위하게 보급되고 있고, 첨단 디지털 장비가 일상 생활에 보편화 되어감에 따라 이를 바탕으로 한 유비쿼터스 시대가 도래하고 있다. 이러한 유비쿼터스 시대에 다양한 고객의 요구를 만족하기 위해서는 사람이 직접 관여하지 않은 상황에서도 고객에게 필요한 서비스를 제공해 줄 수 있어야 한다. 컴퓨터가 스스로 사람의 행동 및 위치를 인식하는 기술은 유비쿼터스 서비스의 기초가 된다 [3].

기존의 위치 기반 서비스(LBS)는 GPS를 이용한 실외 환경 중심으로 개발되었으나, 현재에는 다양한 기술의 보급과 사용자의 요구로 인하여 실내 환경에서 위치 추적에 대한 관심과 필요성이 증가되고 있다. 실내 환경 위치 기반 서비스는 다양한 분야에 활용될 수 있는데, 대표적인 예로 박물관, 공장, 빌딩 내에서 사용될 수 있는 실내 네비게이션, 병원 내 특별 환자 및 의사 위치 추적 등 많은 유용한 어플리케이션들이 있다.

기존에 진행되어온 실내 위치 인식 기술들은 초음파(Ultrasonic)을 이용한 Cricket, 적외선(Infrared)을 이용한 Active Badge, RF(Radio Frequency)를 이용한 RADAR[1] 등이 있다. 이러한 시스템들은 위치 인식을 위한 기반 시설을 새로 설치해야한다는 공통적인 단점들이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해 GSM(Global System for Mobile communication) 이나 무선랜 (Wireless LAN)를 이용한 위치 인식기술이 각광을 받고 있다.

무선랜 기반의 위치 인식 기술에는 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 그 중 하나는 세 개 이상의 AP로부터 신호 세기를 측정하고 그 값을 거리로 환산한 후 삼각측량법을 이용하여 이동단말기의 위치를 결정하는 Deterministic 방법이다. 이 방법을 적용하기 위하서는 먼저 신호 세기값을 거리 값으로 환산하기 위한 모델식을 결정하여야 한다. 그러나 실내 환경의 영향으로 일반적인 모델식을 결정하고 적용하는 어려움이 따르기 때문에 이 방법으로는 정확한 위치 정보를 제공할 수 없다.

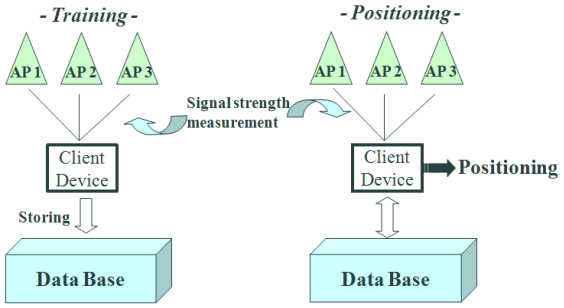
다른 하나는 미리 측정된 신호세기의 데이터 베이스와 이동 단말기에서 측정한 신호세기를 비교하여 위치를 결정하는 Fingerprint 방식이다. 이때 데이터 베이스에는 각각의 위치에서 모든 AP로부터 수신되는 신호 세기가 저장된다. 이 방법을 이용한 위치 인식 시 가장 중요한 요소는 정확한 데이터 베이스의 구축이다. 그러므로 데이터 베이스 구축 시 여러 차례 실험을 통하여 정확한 데이터 베이스를 생성하여야 한다. 그래서 이 방법은 정확한 위치 정보를 제공할 수 있지만 이러한 시간과 노력이 필요하다는 단점이 있다 [4].

무선랜 신호 세기를 이용한 실내 위치 측정 시 가장 우려되는 것은 사람, 벽, 등의 장애물의 존재 유무에 따른 신호 감쇄이다. 또한 RF신호의 불안정함 때문에 야기되는 부정확한 위치 측정을 보완하기 위하여 본 논문에서는 단일 클래스 SVM인 SVDD를 적용한 알고리즘을 모색해보았다.

2. 본 론

2.1 핑거프린트 (Fingerprint)

본 절에서는 제안하는 알고리즘에서 활용되는 핑거프린트를 소개한다. WLAN 환경에서는 이동 단말기의 위치를 측정하기 위해 각 AP로부터의 신호세기(Signal Strength)로 위치를 측정한다.



<그림 1> 핑거프린트의 Training 단계와 Positioning 단계

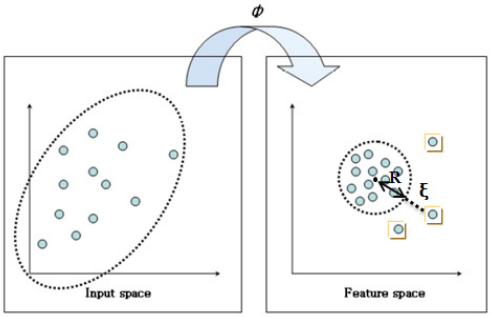
<그림 1>에서 보는 것과 같이 핑거프린트는 데이터 베이스를 생성하는 "Training" 단계와 이동단말기가 요구하는 위치 데이터 값을 측정하는 "Positioning" 단계로 나누어진다.

"Training" 단계는 위치 측정을 요구하는 전체 영역을 대상으로 RP(Reference Point)를 일정한 간격으로 배치한다. RP를 전체 영역에 고르게 배치한 후 RP에 이동 단말기를 위치 시킨 후, 모든 AP로부터 신호세기를 측정하여 데이터 베이스에 저장한다. 보다 정확한 데이터 베이스의 구축을 위하여 여러 차례 반복하여 이 단계를 수행한다.

"Positioning" 단계는 이동단말기의 위치를 요구하는 장소에서 신호세기를 측정하여 데이터 베이스와 비교한 후 이동단말기위치와 가장 적합한 위치 데이터 정보를 리턴한다.

2.2 SVDD (Support Vector Data Description)

SVDD는 단일 클래스 문제를 해결하는 SVM 알고리즘 중 하나로 David M.J Tax 와 Robert P.W. Duin 에 의해 제안되었다 [5].



<그림 2> SVDD를 이용한 mapping

<그림 2>는 SVDD를 이용하여 입력공간의 데이터를 특성공간으로 매핑시킨 것으로, 그림에서도 볼 수 있듯이 입력공간의 데이터들은 넓게 퍼져 있다. 그러므로 데이터 전체를 둘러싸기 위해서 큰 타원형의 하이퍼 평명이 그려진다. 그러나 SVDD 알고리즘을 사용하게 되면 오른쪽

그림과 같이 입력 데이터를 서로 가까이 위치하도록 매핑시키며, 반지름을 최소화하면서 매핑데이터를 둘러싸는 원형의 하이퍼 평면을 만들어 낸다.

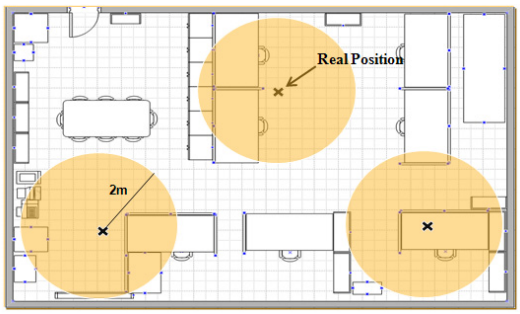
$$\min R^2 + C\sum_{i=1}^{N}\xi_i$$
$$s.t. \parallel x_i - a \parallel^2 \leq R^2 + \xi_i \quad , \xi_i \geq 0 \ (i = 1, \cdots N)$$

위 식에서 반지름 R을 최소화 하면서 데이터를 둘러싸는 하이퍼 평면을 찾아내는 최적화 작업을 수행한다. Feature space에서 하이퍼 평면 안에 매핑되지 않는 데이터는 에러로 판별한다 [6].

SVDD 기법을 무선랜 기반의 위치 측정에 적용하여 AP로부터 RF 신호세기를 받을 때, 사람이나 벽 등의 장애물 및 불안정한 RF특성으로 야기되는 신호 반사(reflection), 다중경로(multipath), 회절(diffraction)등의 많은 오차 요소를 판별해 낸다. 그리하여 나머지 AP의 신호세기를 이용하여 핑거프린트 방식을 이용하여 위치 측정을 한다.

3. 실 험

본 실험에서 사용된 환경 조건은 <표 1>과 같다.

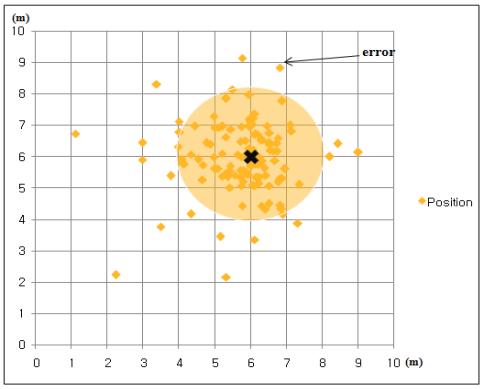


<그림 3> Testbed

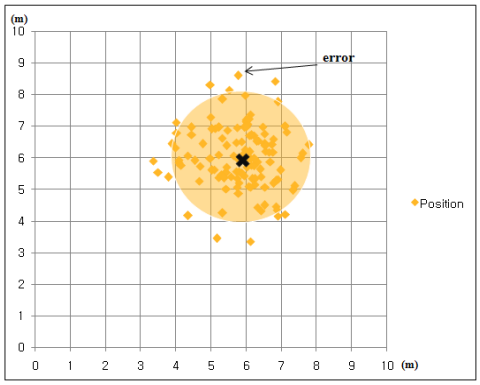
<표 1> 실험에 사용된 환경조건

실험장소	고려대학교 제2공학관 645호
Laptop	HP Pentium(R) M processor 1.73GHz 1GRAM, Micro Windows XP sp2
WLAN card	LinkSys WPC55AG
AP	LinkSys WRT54G, Cicco, Lancom L-54G
Software	Ekahau positioning engine

핑거프린트 방식 무선랜 위치 측정 프로그램인 Ekahau positioning engine 을 이용하여 신호세기에 따른 위치를 측정하였다 [7]. 본 테스트 환경에서 이동단말기는 LinkSys WPC55AG 무선랜 카드를 탑재한 Laptop을 이용하였으며 정지된 한 지점에서 10분동안 신호세기를 받아 위치를 측정하였고 <그림 3>은 불안정한 RF신호 때문에 발생하는 위치 측정 에러를 나타낸다. 이를 보완하기 위하여 SVDD를 적용하여 불안정한 RF 신호를 판별하여 다시 위치 측정을 했을 때의 에러는 아래 <그림 4>과 같다.



<그림 3> Positioning without SVDD



<그림 4> Positioning Using SVDD

<표 2> 실험 결과

	Positioning without SVDD	Positioning Using SVDD
Total point	120	120
Number of errors	17	11
Precision	85.8%	91.6%

<표 2>에서 보는 것과 같이 SVDD를 이용하여 불안정한 RF 신호세기의 AP를 판별해내어 그 외 나머지 AP를 이용하여 위치를 측정하는 것으로 정확도가 85.8%에서 91.6%로 높아졌다.

4. 결 론

유비쿼터스 시대가 도래함에 따라 사회적으로 실내 위치 측정 시스템에 대한 관심이 증가되었다. 하지만 기존의 실내 위치 인식 시스템은 실내 환경의 빈번한 변화에 능동적으로 대응하지 못하기 때문에 정확한 위치 측정에 어려운 문제가 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 보완하기 위한 무선랜 기반의 위치 인식 시스템에 대한 연구를 소개하였다. 불안정한 RF 신호를 SVDD를 이용하여 에러 신호인지 아닌지를 판별하여 위치 측정을 하였다. 향후 AP 숫자를 늘리고 건물 전체에서 테스트를 해보고 위치 측정에 적용할 수 있는 보다 간단한 알고리즘이 필요하다.

무선랜 기반의 위치 인식 분야는 이미 여러 주도 기관을 중심으로 많은 연구가 되어지고 있다. 그러나 여전히 현실에 적용된 서비스로써 미진한 바가 있다. 하지만 이미 많은 기반시설(AP)이 구축되어 있기 때문에 이것들을 이용한 연구가 점점 더 큰 의미를 가질 것으로 기대한다.

[참 고 문 헌]

[1] Paramvir Bahl and Venkata N, Padmanabhan, "RADAR : An in-building RF-based user location and tracking system", In IEEE INFOCOM 2000, pp. 777-785, 2000

[2] T.Roos, P.Myllymaki and H. Tirri, "A Statistical modeling approach to location estimation", IEEE Transactions on Mobile Computing 1, pp. 59-69, 2002

[3] Jeffery Hightower, Sunny Consolvo, Anthony LaMarca, Ian Smith and Jeff Hugees, "Learning and Recognizing the Places We Go", Ubicomp 2005 : 7th International Conference, pp. 140-152, 2005

[4] Hyeon-Sig Jeon, Sung-Hyun Woo, Ho-Eung Lee and Hyun-Ju Park, "A Study on algorithm for Efficient Location Tracking in Indoor Environment", Journal of Information Technology Applications & Management, pp. 60-74, 2006

[5] David M.J. Tax, Robert P.W. Duin, "Uniform Object Generation for Optimizing One-Class Classifiers", Journal of Machine Learning Research 2, pp. 155-173, 2001

[6] David M.J, SVDD, http://ida.first.fraunhofer.de/~davidt/

[7] Ekahau, WLAN positioning engine, http://www.ekahau.com/