

논문 2008-4-2

RSSI 확률분포를 사용한 실내 위치 인식 시스템의 구현

Implementation of Indoor Location-Aware System based on Probability Distribution of RSSI

김명관*, 김진우**

Myung Gwan Kim*, Jin Woo Kim**

요 약 실내 위치인식 기술은 유비쿼터스 구현의 기반이 되는 중요기술요소 중 하나이다. 특히 병원의 환자 관리, 실버타운의 노인관리, 스마트 홈의 구현을 위해서는 실외의 광역범위보다는 실내에서의 사용자 위치인식에 대한 기술이 필요하다. 본 논문에서는 무선랜기 및 통신기술을 이용한 실내 위치 인식 시스템의 설계 구현에 관해 기술한다. 사용자 위치인식을 위한 기반기술로 무선랜의 전파신호강도(Received Signal Strength Indication, RSSI)를 이용한 삼변측량 기법을 이용하였다. 구현될 시스템은 무선랜기과 지형 맵핑서버, Access Point(AP)로 구성되며, 시스템의 개발 및 실제 환경에서의 테스트를 통하여 실생활 응용에 대한 가능성을 확인할 수 있었다.

Abstract Ubiquitous implementation of indoor location-based technology is recognized that one of the important elements of the technology. Specifically, the hospital management of patients, the silver-town management, the implementation of the smart home for the indoors rather than outdoors in a range of broadband users for location-aware technology is needed. This paper in wireless devices with an indoor location awareness shows about the system's technical design and implementation. Location-based technology for wireless LAN users aware of the strength of radio signals (Received Signal Strength Indication, RSSI) using trilateration. Topographic mapping system will be implemented wireless devices and servers, Access Point (AP), which is the system's development and testing throughout the physical environment to determine the potential for real-life applications.

Keywords : Wireless LAN, Indoor Position Monitoring, RSSI

1. 서 론

현재 가장 많이 사용되고 있는 위치 인식시스템은 Global Positioning System(GPS)이다[4]. GPS는 GPS 위성으로부터 신호를 받아 삼변측량법으로 사용자의 위치를 알아낸다. 그러나 이 시스템은 실내에서 또는 GPS위성의 신호를 방해하는 시가지에서도 비능률 적이다.

또 핸드폰을 이용한 위치인식기술도 최근 몇 년 내에 제안되었다[5]. 하지만 핸드폰을 이용한 위치인식기술은 정확성이 매우 떨어져 많은 기술 발전이 필요하다.

실내위치인식의 필요성은 물류 자동화, 보안, 산업 자동화 및 제어를 위한 무선 센서 네트워크, 건물 자동화, 어린이 보호, 의료 분야 등 다양한 분야에서 응용이 가능하다.

이러한 이유 때문에 실내용 위치 인식시스템이 많이 개발되어 상용화되었다. 적외선[6], 초음파[7], 라디오 신호전파[2, 3]를 이용한 것 또는 여기서 소개하는 전파신호강도(RSSD)를 이용한 것들이 그 예이다.

무선랜 기반의 위치인식시스템이 다른 시스템들 보다 가지는 장점[1]을 알아보면 첫째로 경제성이다. 초음파나 적외선을 이용하는 시스템의 경우 별도의 장비를 구입해야하는 부담이 있지만 무선랜기반의 시스템의 경우 사용

*정회원, 을지대학교 의료산업학부

**준회원, 을지대학교 의료산업학부 졸업

접수일자: 2008.7.15, 수정완료일자: 2008.8.2

하는 PC나 PDA에 무선랜만 설치되어 있으면 별도의 추가비용이 들지 않는다. 둘째 무선랜 기반의 시스템은 다른 타입의 실내 위치인식시스템보다 광범위 지역에서 사용될 수 있다.[9] 셋째로 강한 RF신호를 이용하기 때문에 적외선신호를 이용하는 위치인식시스템의 경우의 형광성조명이나 햇빛이 비추는 경우의 많은 오차를 피할 수 있다.[10]

표 1. 위치인식시스템의 비교

Table 1. Comparison of various positioning system

| 방식 | 정확도 | 제한사항 |
|-------|------|-----------------|
| GPS | 10m | 실외에서만 |
| 적외선 | 방크기 | 조명기에 의한 간섭 |
| 조음과 | 9m | 천정에 격자형의 센서설치 |
| RF 신호 | 3~4m | 802.11과 타신호의 간섭 |

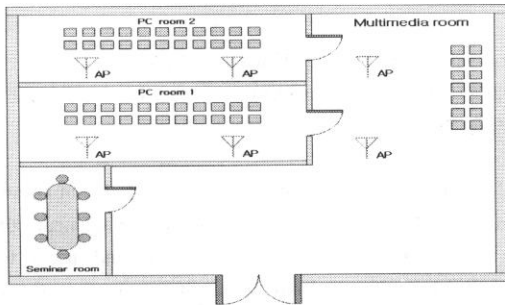


그림 1. 실험환경

Fig 1. Experiment Space

이번에 구현한 전파신호강도의 확률분포를 이용한 실내 위치인식시스템은 먼저 Access Point(AP)에서 샘플 신호들을 측정하여 모여진 신호를 가지고 학습하여 정확성을 개선시킨다. 실험 사용된 Access Point는 ㈜삼성전기의 SWL-3300AP 6개를 사용 하였고 사용된 PDA는 HP의 iPAQ PocketPC 2003, 무선랜은 SanDisk사의 SD 카드타입의 Wi-Fi를 사용하였다. 그림1은 실험을 위한 장소의 구조이다. 80%의 확률로 3m 오차의 정확도를 보이는 결과를 얻을 수 있었다.

II. 본 론

일반적으로 실내에서의 전파신호강도(Received Signal Strength Indication, RSSI)는 사람의 움직임이나 문의 열고 닫음 등에 의해 왜곡된 신호를 가지게 된다.

왜곡된 신호들을 모아 그 위치에서 얻어지는 신호들의 확률을 구한다. 구해진 확률(사전확률)은 Bayesian식을 이용하여 신뢰할 수 있는 데이터(AP와 무선랜 기기 사이의 거리)를 얻어 낸다. 이렇게 얻어진 데이터를 가지고 삼변측량을 하여 사용자의 위치를 알아낼 수 있다.

III. 실험과정 및 결과

실험은 거리별 RSSI를 구하여 신호의 확률분포를 알아보고 RSSI를 서버에 전송하여 서버에서는 AP와 사용자의 거리를 계산한다. 유추된 거리로 삼변측량을 통해 사용자의 현재 위치를 알아낸다.

Step 1) 먼저 AP와 무선랜 기기와의 거리를 달리해가며 각각의 거리마다의 샘플신호들을 얻어 사전확률을 구한다. 그림 2는 6m의 거리에서 얻어진 신호들의 분포표이다.

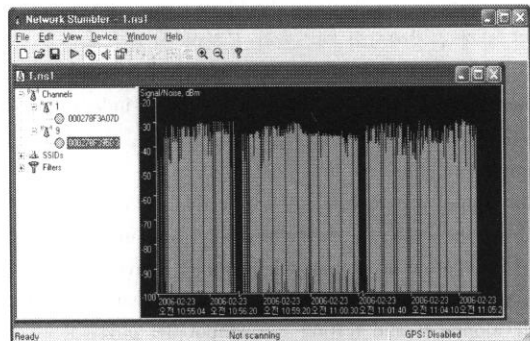


그림 2. AP와의 거리 6m에서 얻어진 신호

Fig 2. Signal of AP from 6m distance

그림 3은 각 AP들로부터 받은 RSSI 신호의 강도를 시간별로 보여주고 있다. Room1과 Room2가 벽으로 막혀서 AP3과 AP4는 AP1과 AP2보다 신호가 약함을 볼 수 있다. 또한 같은 시간 동안 방해물이 없는 AP(Access Point)는 더 많은 응답을 한다. 방해물이 있으면 신호의 표준편차가 크다.



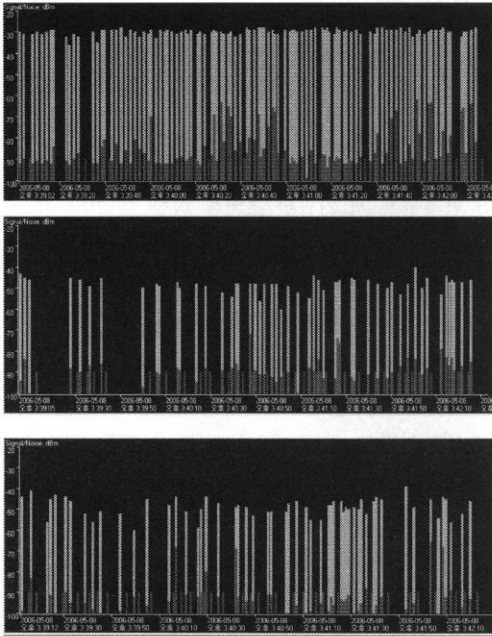


그림 3. AP1, AP2, AP3, AP4로부터 측정된 RSSI
Fig 3. RSSI of AP1, AP2, AP3, AP4

그림 4는 그림2 신호들의 확률분포표이다. 그림 5는 8m에서 얻어진 확률분포표이다.

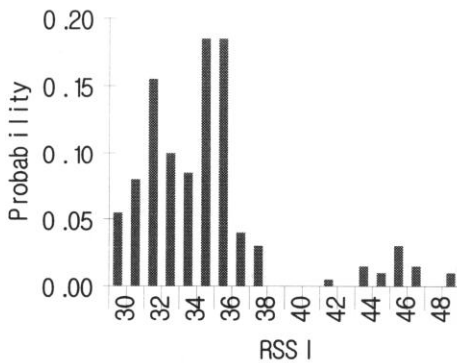


그림 4. 그림2 신호의 확률분포
Fig 4. Probability Distribution of Fig 2

Step 2) 임의의 지점에서 신호를 받아 서버에 전송하면 서버는 이미 알고 있는 사전확률을 Bayesian식을 이용하여 AP와 사용자간의 거리를 유추한다.

$$P(O|I) = \prod_{j=1}^m P(o_j|I)$$

o_j 는 현재 위치에서 얻어진 신호들이고 I 은 무선랜 기기와 AP간의 거리를 나타낸다. 그림 6은 PDA에서 서버로 RSSI를 전송하는 화면이다.

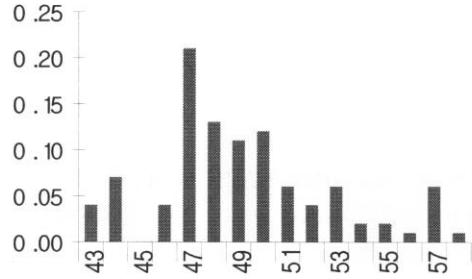


그림 5. AP와의 거리 8m에서 얻어진 확률분포
Fig 5. Probability Distribution between AP distance from 8m

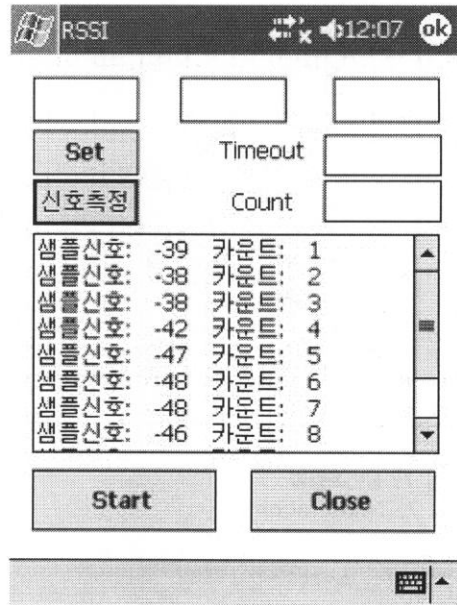


그림 6. PDA에서 서버로 RSSI전송
Fig 6. Sending RSSI Signal from PDA to Server

Step 3) 유추된 거리에 삼변측량을 통해 사용자의 위치 좌표를 알아낸다. 그림 7은 삼변측량법의 예이다. API 원의 방정식은 다음과 같다.

$$R1^2 = (x-a)^2 + (y-b)^2$$

$$R1^2 = x^2 - 2ax + a^2 + y^2 - 2by + b^2$$

여기서 상수항을 왼쪽으로 이항하고 AP2원과 접점을 지나는 직선의 방정식은 다음과 같다.

$$R1^2 - (a^2 + b^2) = x^2 + y^2 - 2ax - 2by$$

$$- R2^2 - (c^2 + d^2) = x^2 + y^2 - 2cx - 2dy$$

$$R1^2 - R2^2 + (c^2 + d^2) - (a^2 + b^2)$$

$$= 2x(c - a) + 2y(d - b)$$

같은 방식으로 AP2원과 AP3원의 접점을 지나는 직선의 방정식과 AP1원과 AP3원의 접점을 지나는 직선의 방정식을 찾아 연립하여 풀면 사용자의 위치를 알 수 있다.

알아낸 사용자의 좌표를 맵핑한다. 그림 8은 서버에서 사용자의 위치를 모니터링하는 화면이다.

위의 실험과정을 통해 약 80%확률로 3m의 오차를 가지는 결과를 얻어내었다.

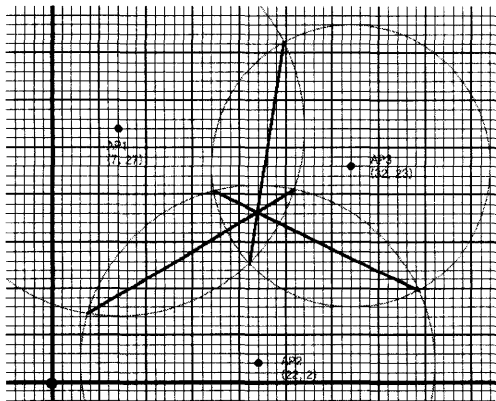


그림 7. 삼변측량법
Fig 7. Trilateration

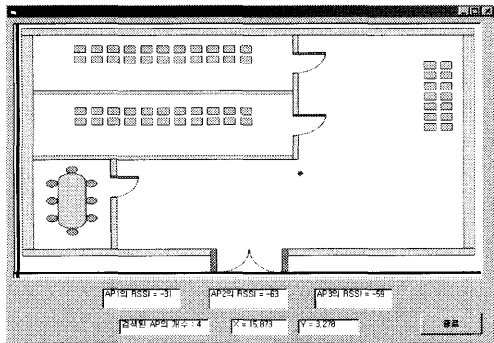


그림 8. 모니터링 화면
Fig 8. Screen shot of monitoring system

IV. 위치모니터링시스템의 활용

이 같은 실내위치인식시스템이 활용될 수 있는 곳으로는 병원에서 환자와 의사가 PDA를 들고 다니면 서버에서는 환자와 의사의 위치를 알 수 있어 위급한 환자가 발생했을 시 긴급한 조치를 취할 수 있다. 또 스마트 홈을 구현 하고자하면 실내위치인식은 그야말로 핵심 기술일 것이다. 실버타운 등에서 노인의 위치추적을 위해 사용할 수도 있으며 큰 공간의 작업장을 갖는 공장에서 작업자들의 위치를 파악하는데 사용할 수도 있다. 그림 9는 여러 응용분야에 사용될 수 있는 시스템의 대략적인 개념도이다.

V. 결론

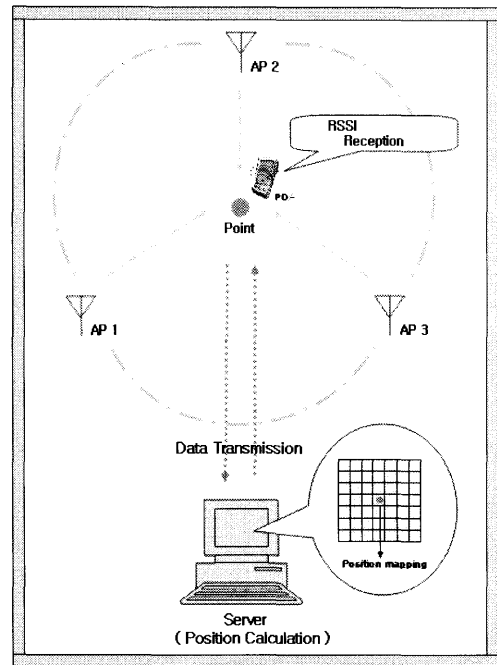


그림 9. 구현될 시스템의 개념도
Fig 9. System Configuration

무선랜기반의 실내위치인식시스템은 다른 방식의 시스템들에 비해 첫째 확장성 및 이식성이 높으며 둘째 비교적 광범위한 지역에서 서비스가 가능하다. 셋째로 외부로부터의 신호간섭이 적은 장점을 가지고 있다.

이번에 실험한 환경은 가로 21m 세로 13m의 비교적

좁은 공간에서 실행되었다. 격자로 나타내어서 약 180개의 셀을 가지고 표현하였으며 80%의 확률로 약 3m 정도의 오차 범위에서 위치를 측정할 수 있었다.

좁은 실험공간이어서 어떤 외부요인이 전파신호강도(RSSI)에 영향을 미치는지 알아보기 쉬웠다. 문의 열고 닫음이나 사람들의 이동 같은 외부적 요인이 정확성의 많은 영향을 끼침을 알 수 있었다.

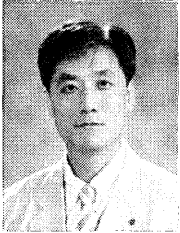
정확성은 다소 떨어지지만 이렇게 구성된 시스템이 다른 실내위치시스템보다 가지는 이점으로는 비교적 저렴한 가격으로 광범위한 실내지역에서 사용할 수 있다는 점이다. 좀 더 정확성을 높일 수 있다면 실생활에서 응용될 수 있다는 가능성을 확인하였다. 그러나 앞으로 벽이나 문 등의 신호왜곡을 가져오는 요인들과 이로 인한 오차를 줄이는 추가 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Z. Xiang, S. Song, J. Chen, H. Wang, J. Huang, X. Gao "A wireless LAN based indoor positioning technology", IBM J. RES. &DEV. VOL. 48, NO. 5-6, September 2004.
- [2] N. Patwari, A. O. Hero III, M. Perkins, N. S. Correal, and R. J. ODea "Relative Location Estimation in Wireless Sensor Networks", IEEE Trans, Signal Proc. 51, No. 8, pp. 2137-2148, August 2003.
- [3] W. Bach, D. dam, L. Evers, M. Jonker, H. Scholten, and P. Havinga "An Iterative Quality-Based Localization Algorithm for Ad Hoc Networks, Proceedings of the International Conference on Pervasive Computing, pp. 55-61, August 2002.
- [4] P. Enge and P. Misra "Special Issue on GPS: The Global Positioning System", Proc. IEEE 87, No. 1, pp. 3-172, January 1999.
- [5] S. Tekinay "Wireless Geolocation Systems and Services", IEEE Commun. Magazine 36, No. 4, pp. 28-29, April 1998.
- [6] R. Azuma "Tracking Requirements for Augmented Reality", Commun. ACM 36, No. 7, pp. 50-51, July 1993.
- [7] N. B. Priyantha, A. Miu, H. Balakrishnan, and S. Teller "The Cricket Compass for Context-Aware Mobile Applications", Proceedings of the 7th Annual Conference on Mobile Computing and Networking (ACM MobiCom), pp. 1-14, July 2001.
- [8] J. Krumm, S. Harris, B. Meyers, B. Brumitt, M. Hale, and S. Shafer, "Multi-Camera Multi-Person Tracking for Easy Living," *Proceedings of the 3rd IEEE International Workshop on Visual Surveillance*, pp. 3-10, July 2000.
- [9] R. Battiti, T. L. Nhat, and A. Villani, "Location-Aware Computing: A Neural Network Model for Determining Location in Wireless LANs," *Technical Report DIT-02-0083, University of Trento, Italy, 2002.*
- [10] A. Smailagic, D. P. Siewiorek, J. Anhalt, D. Kogan, and Y. Wang, "Location Sensing and Privacy in a Context Aware Computing Environment," *Proceedings of the International Conference on Pervasive Computing*, pp. 15-23, May 2001.

저자 소개

김 명 관(정회원)



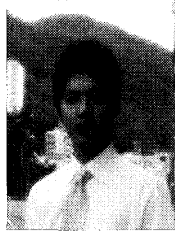
- 1985년 숭실대학교 전자계산학과 학사
- 1987년 숭실대학원 전자계산학과 석사
- 2004년 숭실대학원 컴퓨터학과 박사
- 1989년 8월 ~ 1993년 2월 한국전자통신연구소 인공지능연구실 연구원

• 1993년 3월 ~ 2007년 2월 서울보건대학 컴퓨터정보과 부교수

• 2007년 3월 ~ 현재 을지대학교 의료산업학부 의료전산전공 부교수

<주관심분야 : 인공지능, 자연어처리, 질의응답시스템, 시멘틱웹>

김 진 우(준회원)



- 2006년 을지대학교 컴퓨터정보과 졸업