

# Wireless LAN Access Point 를 이용한 사용자 위치 추적<sup>1</sup>

정재현, 김종원, 우운택  
광주과학기술원 정보통신공학과  
{jhjeong, jongwon, wwoo}@kjist.ac.kr

## User Location Tracking using Wireless LAN Access Point

Jaeheon Jeong, JongWon Kim, Woontack Woo  
DIC (Department of Information & Communications)  
K-JIST (Kwang-Ju Institute of Science and Technology)

### 요 약

미래의 편재컴퓨팅 (ubiquitous computing) 환경에서 위치기반 서비스 (LBS: location based service)를 제공하는 것은 매우 중요하다. 본 논문에서는 기존의 적외선, GPS, vision, RF (radio frequency) 등의 센서기반 사용자 위치 추적 기법을 보완할 수 있는 방안으로 IEEE 802.11b Wireless LAN 인프라를 이용하는 방안을 제안한다. 먼저 WLAN AP(access point)를 활용하는 제안 기법에서는 AP 에 연결된 MAC (media access control) 주소에 의한 사용자 추적과 추적된 정보를 편재컴퓨팅 환경 속의 다수 사용자들에게 전송하는 방법이 포함된다. 검증용 위해 실험 Wireless LAN 테스트 환경에서 제안 기법을 구현해 보았으며, 위치추적 서버와 간단한 소프트웨어적인 추가를 통해서 사용자 위치 정보의 공유가 가능함을 확인한다.

Keyword : 편재 컴퓨팅, wearable computing, 무선 네트워크, 위치 기반 서비스, 위치 추적

### 1. 서 론

급속한 유무선 통합형 네트워크의 발전, 사용자 컴퓨팅 환경의 모바일화 등과 같은 환경적 변화로 인해서 편재컴퓨팅의 구현이 급속히 다가오고 있다. 편재컴퓨팅 환경에서 사용자의 위치를 추적하여 이에 적합한 서비스를 제공하는 위치기반 서비스 (LBS: location based service)가 필요하다. 편재 컴퓨팅 환경에서 사용자의 위치 정보를 센싱하는 기술은 아래의 몇가지로 요약될 수 있다. 먼저 GPS (global positioning system)는 인공위성을 이용하여 위치를 파악하므로 건물내에서는 사용이 제한된다. 카메라를 이용하는 vision 방식은 감지 및 추적은 가능하지만 적용범위 제한과 추적 비용이 단점이다 [1]. RF 신호를 이용하는 ActiveBadge 는 방 크기 정도의 오차가 있으며, 초음파를 이용한 매우 정확한 Active Bat 도 있다. 그러나, 사용자는 ActiveBadge 나 Active Bat 을 착용해야 하고 환경은

Sensor Station 로 구성되어야 한다 [2][3]. 바닥에 센서를 설치하여 위치를 알 수 있는 SmartFloor 는 사용자의 위치를 추적할 수 있으나 인증은 어렵다 [4][5]. 무선 방식으로 멀티 베이스에서 RF 신호의 강도를 처리하고 기록하여 추적하는 MSR RADAR 등이 있다 [6]. 위에 기술한 기존의 추적 방법은 새로운 장치를 착용하거나, 프로세싱하는데 많은 자원을 낭비하고, 사용자 인증부분, 감지한 정보와 기존 컴퓨터와의 연계성 문제에 대해 부족한 점이 있다.

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위하여 최근 급속히 보급되고 있는 IEEE 802.11b Wireless LAN 인프라를 활용하는 방안을 제안한다. 먼저 WLAN AP(access point)를 활용하는 제안 기법에서는 AP 에 연결된 MAC (media access control) 주소에 의한 사용자 추적과 추적된 정보를 편재컴퓨팅 환경 속의 다수 사용자들에게 전송하는 방법이 포함된다. 검증용 위해 실험 Wireless LAN 테스트 환경에서 제안 기법을 구현해 보았으며, 위

<sup>1</sup> 교육부 BK21 사업의 지원에 의해 수행된.

치추적 서버와 간단한 소프트웨어적인 추가를 통해서 사용자 위치 정보의 공유가 가능함을 확인한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 WLAN AP 기반 사용자 위치 추적 알고리즘과 위치 공유 기법을 다루고, 3 절에서는 구현을 설명한다. 4 절에서는 결론 및 추후 과제를 언급한다.

## 2. AP 기반 사용자 위치 추적 및 공유 기법

제안하는 AP 기반 사용자 위치 추적 및 공유 기법은 그림 1 과 같이 폴링 서버 (위치 추적 서버), 공유메모리 서버, 클라이언트로 구성된다.

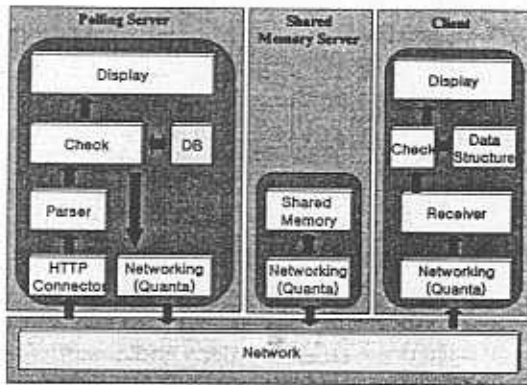


그림 1. 위치 추적 및 공유 시스템 구성도.

IEEE 802.11b WLAN 에서 AP 는 그림 2 에서 같이 유무선 LAN 을 연결시켜주는 장치이다. 대체로 독립형 장치로서 이더넷 허브나 서버에 연결하여 사용하고 스위치의 역할을 한다. 그림 2 에서 알 수 있듯이 노트북이나 PDA 는 무선 랜카드를 사용하여 WLAN 을 사용한다. 각 랜카드에는 MAC (media access control) 주소라고 불리는 고유한 48 비트 길이의 주소가 저장되어 있다. MAC 주소를 키값으로 사용하여 WLAN 사용자의 정보를 저장하면, AP 에 연결된 정보를 읽어와서 저장된 MAC 주소와 비교하여 사용자의 정보를 확인할 수 있다.

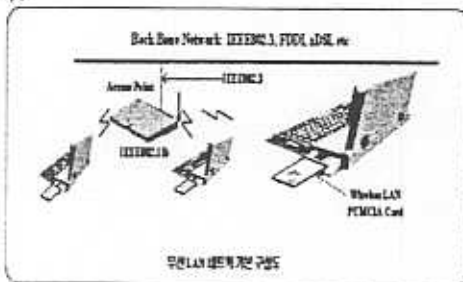


그림 2. Wireless LAN 기본 개념도.

IP 기반 WLAN 환경에서 AP 는 각 AP 에 연결된 노드들의 IP, MAC 주소, 받은 패킷 갯수, 애리난 패킷 개수, 전송 속도 등의 정보를 제공하고 이벤트 로그 서비스, 각종 초기값 세팅 등의 서비스를 제공한다. 이러한 정보를 웹페이지나 텔넷 접속을 통하여 정보를 검색하고 관리할 수 있는 기능을 제공한다. 본 논문에서는 이러한 웹서비스 기능을 이용하며, 특히 AP 에 연결된 노드들의 MAC 주소를 참조한다.

### 2-1 폴링 서버

폴링 서버는 그림 1 에서와 같이 HTTP Connector 를 통해 AP 에 접근한 후 MAC 주소를 파싱한다. 파싱된 MAC 주소를 DB 에 저장된 MAC 주소와 비교하여 사용자들의 정보를 연결된 클라이언트들에게 전송하고, 폴링서버에 사용자의 정보를 출력하는 기능을 담당한다. 그림 3 은 본 논문에서 제안한 폴링 서버의 플로우차트이다.

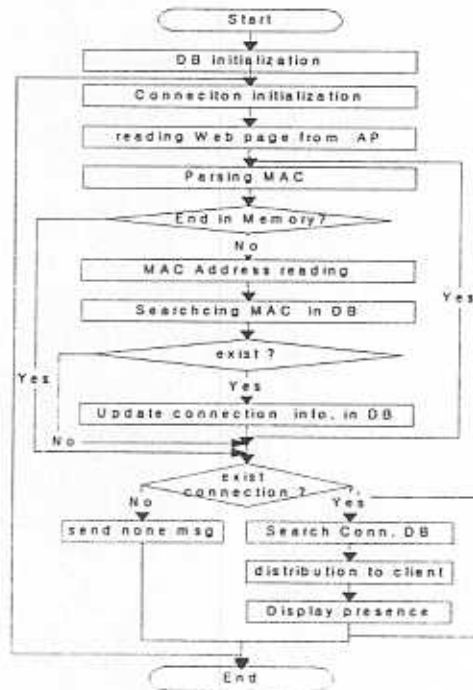


그림 3. 사용자 위치 추적 순서도.

먼저 폴링 서버는 사용자 정보를 저장한 데이터베이스를 초기화 한다. 데이터베이스에는 사용자의 MAC 주소, 이름, 연락처, 연결상태 등의 정보를 저장하고 있다. 따라서 연결정보에 대한 값을 모두 초기화 하며, 효율적인 프로세싱을 하기 위하여 IP 주소와 위치 정보를 메모리에 데이터 구조를 정의해서 저장한다. 그리고, 해당 AP 에 각 노

드들이 연결된 DB 정보를 초기화 한 후, AP 에 접근하여 연결된 노드들의 MAC 주소를 가져온다.

AP 에 접근하는 방법은 텔넷을 사용하여 접속하여 특정 명령을 사용하는 방법과 웹페이지를 이용하여 해당 페이지에서 정보를 가져오거나 세팅하는 방법이 있다. 본 논문에서는 후자의 웹페이지에서 정보를 가져오는 방법을 사용한다. 웹페이지를 읽어오는 기능은 HTTP 1.0 프로토콜을 이용한다 [7]. Request 형식에 원하는 웹페이지 URL 을 입력하고 80 포트를 이용하여 소켓에 접속한다. 여기에서 읽어온 웹페이지를 메모리에 저장하고 MAC 주소를 파싱한다.

파싱한 MAC 주소가 있으면 메모리에 저장된 웹페이지의 마지막인지 비교하여, 메모리의 끝이 아니면 다음으로 넘어가고, 메모리의 끝이면 연결된 사용자를 체크하는 단계로 넘어간다. 파싱한 MAC 주소가 사용자가 사용하는 MAC 주소인지 DB 에서 비교한후, 해당 MAC 주소를 사용하는 사용자가 존재하면 Connection 필드를 Yes 로 업데이트 한다. 그리고, 다음 MAC 주소를 찾고 업데이트 하는 작업을 반복한다.

다음은 연결된 사용자의 정보를 검사하는 단계로서 DB 에 Connection 필드의 정보가 Yes 인 MAC 주소를 검색한 후 하나씩 공유메모리에 연결된 클라이언트들에게 연결된 사용자의 위치 정보와 인적 정보를 전송한다. 클라이언트에서 간단히 디스플레이하기 위해, 사용자의 일련 번호를 같이 전송한다. 연결된 사용자가 없는 경우에는 없다는 메시지를 전송하며, 폴링 서버의 인터페이스에 사용자의 인적 정보를 사용자들에게 디스플레이한다. 이 작업을 연결된 모든 리스트가 끝날 때까지 반복한다. 알고리즘을 간단히 구현하기 위해 연결된 사용자의 리스트를 주기적으로 전송한다. 아래 그림 4 는 폴링 서버의 인터페이스이다.



그림 4. Polling server interface.

사용자 정보를 관리하기 위해서 데이터 베이스 구축이 필요하고, 이곳에 사용자 MAC 주소를 등록하고 사용자의 개인 정보를 저장한다. 이를 구현하기 위해서 Access 를 이용하여 데이터 베이스

를 구현하였다. 아래 표 1 은 데이터베이스 스키마이다.

표 1. 서버 데이터 베이스 스키마

	타입	설명
MAC	텍스트(13)	MAC 주소
IP	텍스트(50)	IP 주소
Connection	텍스트(3)	AP 에 접속 유무
Location	텍스트(50)	사용자의 위치
Role	텍스트(5)	AP / User 구분
Name	텍스트(16)	사용자 이름
ID	텍스트(50)	학번
Email	텍스트(50)	이메일 주소
Handphone	텍스트(50)	핸드폰
Officephone	텍스트(50)	사무실 전화번호

## 2-2 공유메모리 서버

공유메모리란 서버의 메모리를 클라이언트들이 공유하여, 어떤 클라이언트가 공유메모리에 데이터를 저장하면, 연결된 모든 클라이언트에게 그 저장된 정보를 전송하여 일관성을 유지시키는 기법이다. 본 논문에서는 공유메모리를 사용하여 사용자의 정보를 전송하는 목적으로 사용한다.

정보 전송을 위해서, 가장 쉽게 접근할 수 있는 것이 브로드캐스팅을 사용할 수 있으나, 이것을 사용시 라우터 안에 연결된 모든 클라이언트에게 정보가 전달되기 때문에 AP 에 연결된 노드들에게 전달해야 되는 상황에는 사용할 수 없다. 다음 대안으로 생각해 볼 수 있는 것이 멀티캐스트이다. 현재 멀티캐스트는 라우터에서 지원하여야 작동이 되며, 이기능을 사용하기 위해서는 라우터가 멀티캐스트를 지원한 물론 멀티캐스트 그룹에 가입하거나 해지하는 절차를 필요로 한다. 그래서, 멀티캐스트를 에뮬레이션 할 수 있는 기능이 필요하다. 이것을 구현하기 위해서는 QUANTA 라이브러리에서 제공하는 공유메모리 (shared memory)를 사용한다 [8]. QUANTA 는 협업형 가상현실 응용에 최적화되어 C++ 기반으로 개발된 하이브리드 방식의 네트워킹/데이터베이스를 지원하는 툴킷으로 가상공간 공유를 지원하기 위한 네트워킹 기능을 제공한다. QUANTA 의 공유메모리는 기본적으로 전통적인 클라이언트 서버 방식을 사용한다. 서버는 클라이언트의 연결을 기다리며, 클라이언트들은 서버에 연결하여 서비스를 받는 방식이다. 상태 정보를 공유하는 방식에는 중앙에서 집중적으로 동적공유상태 (dynamic shared state)를 관리하는 기법에는 file repository, repository in server memory, virtual repository 등이 있다. 이중에서 QUANTA 는 server memory 에 중앙 집중적으로 동적상태를 push 하는 방식으로 볼 수 있다. 기본적인 네거니

좁은 클라이언트가 서버에 있는 경로와 키값을 구별자로 사용하여 fetch 명령을 통해서 서버에 있는 데이터를 읽어온다. 그리고 모든 클라이언트들은 put 명령을 통해서 서버에 있는 메모리에 데이터를 쓰고, 쓰는 즉시 연결된 모든 클라이언트들에게 데이터가 전송된다. remote commit 명령은 데이터를 서버에 지정한 경로와 키값을 식별자로 파일에 저장하고, commit 명령은 경로와 키값을 식별자로 클라이언트에 저장한다.

QUANTA 를 사용한 공유 메모리 서버는 초기화 부분과 프로세스 부분으로 나뉜다. 초기화 부분에서 공유 메모리 서버에 사용하는 데이터 베이스 디렉토리 이름, TCP 사용 포트, UDP 사용 포트, 최대 사용자 수 등을 설정한다. 그리고, 프로세스 부분에서는 서버에 연결된 클라이언트들을 제어하고, 들어오는 요청을 처리하는 역할을 한다. 이 부분은 주기적으로 실행되어 위에 기술한 기능을 실행한다. 공유메모리 서버는 공유 메모리에 데이터가 저장되고, 저장된 데이터를 서버에 연결된 모든 클라이언트들에게 전송되는 메커니즘을 갖고 있다. 위에 언급한 commit 이나 remote commit 은 파일에 데이터를 저장하므로 프로세싱 자원을 낭비하기 때문에, 본 논문에서는 put 명령을 사용한다.

### 2-3 클라이언트

Receiver 에서는 공유 메모리에 저장된 데이터를 수신하여 디스플레이하는 역할을 한다. 먼저 클라이언트 데이터 베이스를 초기화 한후, Connection 필드를 No 로 설정한다. Check 에서는 클라이언트의 데이터 베이스에 접근하여 상태가 변경된 사용자의 정보를 갱신하기 위하여, 수신된 연결된 사용자 리스트를 입력받아 자체 데이터 베이스에 MAC 를 키값으로 사용자 정보와 연결상태 정보등을 저장한다. Display 에서는 주기적으로 데이터베이스를 검색하여 연결된 사용자의 정보를 디스플레이 한다. 표 2 는 클라이언트에서 사용자의 정보를 저장하는 데이터베이스 스키마이다. 서버와 다르게 데이터는 보여주는 역할만 하므로, 하나의 데이터 형으로 설정한다.

표 2. 클라이언트 데이터 베이스 스키마.

	타입	설명
MAC	텍스트(13)	MAC 주소
Data	텍스트(255)	사용자 정보
Connection	텍스트(3)	AP 에 접속 유부

### 3. 구현 및 결과

본 사용자 위치 추적을 구현에 대해서는 사용자가 노트북이나 PDA 를 사용하고, 모든 건물에서 네트워크는 무선랜을 사용하고, 사용자들은 노트북이나 PDA 를 통해서 건물안에 여러 장소로 이동할 수 있으며, 각 무선랜카드는 AP 를 통하여 데이터 송수신을 한다고 가정하였다. 출석 체크 프로그램은 폴링 서버, 공유메모리 서버, 변경 내용을 보여주는 클라이언트로 구성되어 있다.

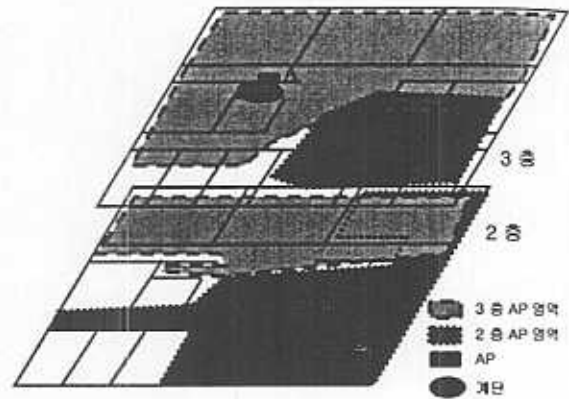


그림 5. AP 의 관할 영역.

그림 5 에서 AP 가 관할하는 영역을 비교하여 보았다. 2 층에 우측 하단에 보이는 방과 3 층 좌측 상단에 AP 가 설치되었다. 실험 결과, AP 는 콘크리트 건물에서 방 두개 정도 넘어서는 거리에서 사용이 가능하였고, 복도에서는 방 두개 거리가 넘는 곳에서도 사용 가능하였다. 2 층과 3 층 사이의 계단에서는 두 층이 연결되는 공간이기 때문에 신호가 각 층에 도달하는 경향이 있었다. 3 층에 설치된 AP-A 근처 계단에서는 3 층의 AP-A 로 연결되었고, 2 층에 설치된 AP-B 근처의 계단에 연결된 3 층에서는 2 층의 AP-B 로 연결되는 현상을 보였다. 2 층의 그림에서 우측 상단에서는 두개의 AP 가 사용되는 것을 알 수 있었다. 그림 6 은 실제로 AP 에 연결되어 사용하는 모습이다.



그림 6. AP 에 연결되어 사용하는 모습

또한, AP 가 20 - 30 초 간격으로 사용자의 연결을 검사하기 때문에 사용자 접속을 실시간으로 알 수는 없었다. 약간의 시간 차이는 있지만 사용자의 접속과 끊김을 보여줄 수는 있고, 소프트웨어로만 구현 가능함을 제시하였다. AP 가 관할할 수 있는 영역에 대해서는 장애물이 없는 환경에서는 반경 90 미터에 이른다. 그러나, 사무실 처럼 방이 많은 경우에는 보통 AP 가 설치되어 있는 위치에서 열방 두개 정도 떨어진 위치에서 송수신할 정도였고, 층별로는 신호가 전달되지 못하는 경향이 있었다.

전술한 것에서 알 수 있듯이 실험에 사용한 AP 들은 계단 근처에 설치가 되어 있었다. 신호가 계단을 통해서 전송되어서 건물 내에서 층별로 확연히 위치를 파악할 수는 없었다. 또한, 두개의 AP 가 중복되는 영역도 존재하여, 층별로 사람의 위치를 파악하기는 힘들었다. 이러한 점은 AP 가 계단 근처에 설치되어 신호가 중복되는 문제점에 발생한 것으로 판단된다. 그러므로, AP 를 적당한 위치에 배치하면 층별로 사용자의 위치를 파악할 수 있을 것으로 예상된다. 그리고, AP 에 접속 가능한 사용자수는 이론적으로 제한은 없으나, 효율적인 사용을 위해서는 30 - 50 User 로 추천한다.

이런 환경에 AP 라는 기본적인 인프라를 구축되어 있다면, 새로운 장비를 추가하지 않고, 프로그램을 설치하고, MAC 주소를 등록하는것으로만 실행 가능하다. 또한, 다수의 사용자가 동시에 사용할 수 있으므로 확장성이 뛰어나며, 설치 비용이 거의 들지 않았다. 기존의 다른 센싱 시스템과 다르게, 현 AP 에서 사용하고 사용자 정보를 연결된 클라이언트들에게 전송할 수 있다는 점이 장점이다. 단점으로는 센싱을 네트워크를 통해서 함으로 AP 가 관할하는 영역만큼 오차가 생길 수가 있다.

#### 4. 결론 및 추후과제

본 논문에서 기존 네트워크 인프라를 이용하여 사용자가 AP 가 관할하는 영역에 들어왔다는 것을 알려줄 수 있는 방식을 제안하였다. 제안 방식은 상기한 바와 같이 기존의 인프라 사용, 확장성, 설치 비용, 사용자 인증의 측면에서 우수한 장점을 갖고 있다. 그러나 AP 가 갖고 있는 관할 영역의 문제점 때문에 정확한 위치를 추적하기에는 부족한 면이 있다. 이러한 문제는 AP 배치를 최적화시켜 해결 할 수 있을것으로 예상된다.

#### 참고문헌

- [1] J. Krumm et. al. "Multi-Camera Multi-Person Tracking for Easy Living," *Proc. 3<sup>rd</sup> IEEE international' Workshop Visual Surveillance, IEEE Press, Piscataway, New Jersey, 2000*, pp. 3-10.
- [2] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, and J. Gibbons, "The Active Badge Location System," *ACM Transactions on Information Systems*, vol. 10, no. 1, 1992, pp. 91-102.
- [3] G.D. Abowd, E.D. Mynatt, and T. Rodden, , "The Human Experience," *IEEE Pervasive Computing*, vol. 1, no. 1, 2002, pp. 48 -57.
- [4] R.J. Orr and G.D. Abowd, "The Smart Floor: A Mechanism for Natural User Identification and Tracking," *Proc. 2000 Conf. Human Factors in Computing Systems (CHI 2000)*, ACM Press, New York, 2000.
- [5] J. Hightower, G. Borriello, "Location systems for ubiquitous computing," *IEEE Computer*, vol. 34, no. 8, 2001, pp. 57-66.
- [6] P. Bahl and V. Padmanabhan, "RADAR:An In Building RF-Based User Location and Tracking System," *Proc. IEEE Infocom 2000, IEEE CS Press Los Alamitos, Calif., 2000*, pp. 775-784.
- [7] T. Berners-Lee, et. al., "HyperText Transfer Protocol - HTTP/1.0," RFC1945, 1996.
- [8] Leigh, J., Yu, O., Schonfeld, D., Ansari, R., and et. al Adaptive Networking for Tele-Immersion, *Proc Immersive Projection Technology/Eurographic Virtual Environments Workshop (IPT/EGVE)*, Stuttgart, Germany, 2001, pp. 16-18.