

실내 공간 활용 증대를 위한 Wifi기반 위치 데이터 분석 시스템 설계

김진아*, 조재현**, 문남미**

*호서대학교 컴퓨터공학과

**호서대학교 컴퓨터소프트웨어학전공

e-mail:jina4288@naver.com

Wifi-based Position Data Analysis System designed to increase indoor space utilization

Jin-Ah Kim*, JaeHyeon Cho**, Namme Moon**

*Dept of Computer Engineering, Hoseo University

**Dept of Computer Software, Hoseo University

요 약

최근 위치 기반 서비스의 활용이 높아졌으며 특히 Wifi를 사용한 위치 측위 기술의 발달로 실내 위치 인식 서비스가 증가했다. 따라서 본 논문에서는 실내 공간 활용 증대를 위하여 실내 공간에서의 위치 측정 데이터를 수집해 분석하는 시스템을 제안하였다. 위치 측정을 위해 Wifi기반 Fingerprinting 기술을 통해 라디오 맵을 구축하였으며 이를 통해 실제 교내 도서관의 위치 데이터를 수집하였다. 데이터 분석은 도서관 이용 빈도가 높은 시간과 장소를 기준으로 이루어졌으며 시간과 장소간의 상관관계를 확인하였다.

어떤 영향을 끼치는지 확인하였다.

1. 서론

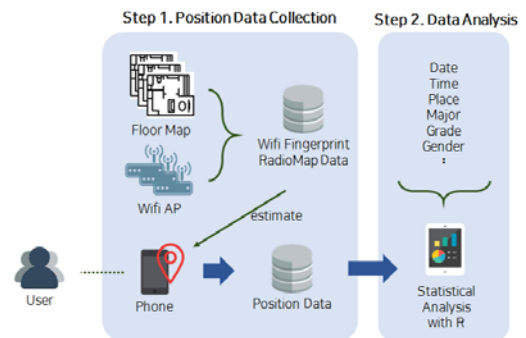
스마트폰이 확산됨에 따라 위치 측위 기기의 보급화가 이뤄지면서 위치기반 서비스(LBS : Location Based Service)의 활용성이 빠르게 증대되고 있다[1]. 최근 실외 환경 중심에서 실내 중심으로 위치 측위가 확대되면서 공항, 쇼핑몰 등 다양한 실내 공간의 위치 정보 파악이 가능해졌으며 더 높은 실내 측위의 정확도를 위해 실내 측위 기술에 관한 연구가 끊임없이 이루어지고 있다[2].

실내 측위는 일반적으로 센서, 무선 통신, 영상 등을 기반으로 이루어지는데 이 중에서 빛과 공간의 제약은 받지 않는 무선통신이 많이 이용된다[3]. 이미 대부분 실내 공간에 수많은 AP(Access Point)가 설치되어 있어 별도의 장비가 필요 없는 Wifi가 주로 각광받고 있다[4][5].

Wifi로 사용가능한 실내 측위 기법은 RSS(Received Signal Strength), Fingerprinting, AOA(Angle Of Arrival), TOA(Time Of Arrival) 등이 있다[6]. 위치 추정을 위해 신호 세기를 측정을 하여 라디오 맵을 사전에 제작해야 하지만 주위 환경이 변하지 않는 한 가장 정확한 위치 측정이 가능한 fingerprinting 방식이 주로 이용되고 있다[5][7][8].

그리하여 본 논문에서는 Wifi 기반 Fingerprinting 측위 기법으로 수집된 위치 데이터를 분석하는 시스템을 제안하여 실내 공간의 활용을 높이고자 한다. 이를 위하여 시간과 장소를 기준으로 사용자들의 이용 실태를 파악하며 시간과 장소 요소의 상관관계 분석을 통해 실내 공간 이용에

2. 시스템 개요



(그림 1) 시스템 운영 방식

본 연구는 정확한 실내위치 측정을 위해 3개 이상의 Wifi AP가 설치된 공항, 쇼핑몰, 도서관 등 넓고 개방된 실내 공간을 주요 환경으로 설정한다. 이 시스템은 위의 (그림 1)과 같이 사용자가 휴대하는 스마트폰의 애플리케이션을 통해 사용자의 위치 정보를 DB에 축적하는 데이터 수집 단계와, DB에 축적된 위치 데이터를 분석하여 실내 공간의 이용 실태를 파악하는 데이터 분석 단계로 구성된다. 데이터 수집 단계는 Wifi 기반의 Fingerprinting 기술로 사전에 라디오 맵을 구축하여 이를 기반으로 위치를 추정하고, 데이터 분석 단계는 날짜·시간·장소·성별 등 다양한 요소에 따라 실내 공간 이용정보에 대해 통계분석한다.

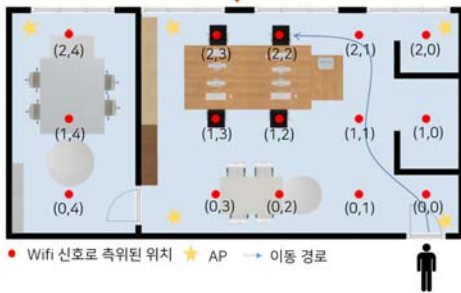
3. 실내 위치 데이터 수집

실내 측위 기법은 Wifi 기반의 Fingerprinting 기술을 사용한다. 이를 위해 Wifi 신호로 라디오 맵을 구축하는 단계와 구축된 정보를 바탕으로 위치를 비교해 추정하는 측위 단계로 나뉜다[9].

Wifi로 라디오 맵을 구축하기 위해서는 위치 측위 하고자 하는 공간을 격자로 구분하여 각 구분된 곳마다 주변 AP로 부터의 신호 세기인 RSSI 정보를 DB로 만들어 놓아야 한다[10]. 구축된 라디오 맵을 바탕으로 실제 Wifi 신호로 측위된 위치와 비교하여 가장 유사한 위치를 선정해 위치 추정이 이루어진다. 그리하여 아래 (그림 2)와 같이 위치를 추정이 가능해진다.

X	Y	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5
0	0	AP1SV(0,0)	AP2SV(0,0)	AP3SV(0,0)	AP4SV(0,0)	AP5SV(0,0)
0	1	AP1SV(0,1)	AP2SV(0,1)	AP3SV(0,1)	AP4SV(0,1)	AP5SV(0,1)
0	2	AP1SV(0,2)	AP2SV(0,2)	AP3SV(0,2)	AP4SV(0,2)	AP5SV(0,2)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2	2	AP1SV(2,2)	AP2SV(2,2)	AP3SV(2,2)	AP4SV(2,2)	AP5SV(2,2)
2	3	AP1SV(2,3)	AP2SV(2,3)	AP3SV(2,3)	AP4SV(2,3)	AP5SV(2,3)
2	4	AP1SV(2,4)	AP2SV(2,4)	AP3SV(2,4)	AP4SV(2,4)	AP5SV(2,4)

SV : 측정된 신호 세기 값



(그림 2) 라디오 맵을 통한 위치 추정 예시

이러한 두 단계를 거쳐 축적된 데이터는 <표 1>의 예시와 같은 데이터 구조를 갖게 되며, 장소에 관한 고유 번호(PCode), 장소 이름(Pname), 층 수(F), 공간에 들어온 시간(Etime), 장소에서 나간 시간(Ltime), 장소에서 머무른 시간(STime), 날짜, 사용자 정보(UID)로 구성된다.

<표 1> 위치 데이터 구조 예시

PCode	Pname	F	UID	Etime	Ltime	STime	Date
1101	입구	1	141156	16:30	16:37	7	16-09-07
1102	정보검색실	1	141156	16:34	17:24	50	16-09-07
1201	입구	2	154132	11:24	11:37	13	16-09-08
1501	열람실1	5	124856	18:37	18:55	18	16-09-10
1502	북카페	5	147543	10:14	10:30	16	16-09-11
1503	열람실3	5	147543	10:27	10:47	20	16-09-11

4. 데이터 분석

데이터 분석은 모든 사용자들의 위치 데이터를 수집하여 이를 토대로 통계 분석이 이루어진다. 우선, 공간 이용 실태에 대해 파악하기 위하여 사용자들의 시간대별로 어느 장소를 많이 이용하는가에 대하여 분석이 필요하다.

또한, 식사시간과 같은 특정 시간에는 사람들의 동선에

음식점이 포함될 가능성이 높다. 이렇듯 시간에 따라 장소에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해 이 두 요소간의 상관관계를 파악할 수 있다. 사용자가 목적지까지 도달하는 동선 사이에 다른 불필요한 장소 정보가 포함될 수 있고 대부분 층별로 공간의 특성을 나눠놓기 때문에 층과 시간의 상관관계로 대신 살펴볼 수 있다. 이 때, 상관관계 분석을 위하여 피어슨 상관계수가 사용된다. 값에 따라 양 또는 음의 상관관계를 갖게 된다.

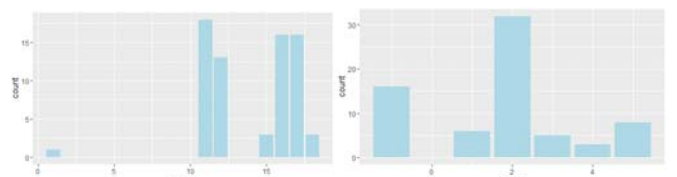
5. 시뮬레이션 결과

시스템의 성능 검증을 위하여 교내 도서관을 실험 환경으로 설정하였으며 학생 10명의 일주일간 도서관 이용을 분석하였다. 교내 도서관은 지하 1층부터 지상 5층까지로 구성되어 있으며 각 층의 정보 검색실, 열람실, 휴게실 등 주요 학생들이 이용하는 공간을 중점으로 Loplac API를 활용하여 라디오 맵을 구축하였다. 이를 토대로 아래 (그림 3)과 같이 안드로이드 기반 애플리케이션을 구현하여 사용자의 위치 정보를 수집하였다.



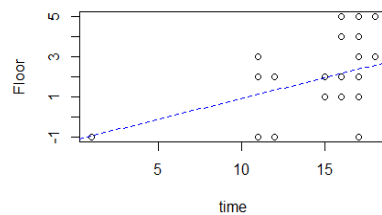
(그림 3) App 구현 화면

수집된 데이터로 학생들의 시간에 따른 도서관 이용 실태와 시간과 장소 요소 사이의 상관관계에 대해 분석한 결과, 다음 (그림 4), (그림 5)와 같았다.



(그림 4) 시간과 층별 도서관 이용 빈도수

```
> cor(x, y = NULL, use = '
Floor      ttime
Floor 1.0000000 0.3446755
```



(그림 5) 시간과 층의 상관관계

6. 결론 및 기대효과

본 논문에서는 Wifi기반 Fingerprinting 위치 측위기술을 활용해 얻은 위치 정보를 사용하여 실내 공간의 활용증대를 위한 시스템 설계를 제안하였다. 실제 활용성을 확인하기 위해 교내 도서관을 주요 환경으로 설정하여 다수 Wifi AP의 신호 세기를 측정해 라디오 맵을 구축하였다. 이를 토대로 학생들의 위치 정보를 수집하여 시간 및 층에 따른 도서관 이용 빈도수를 분석하였다. 또한 시간과 층의 상관관계를 피어슨 상관계수로 분석하여 강한 양의 상관관계로 학생들의 수업이 끝날 쯤 도서관 사용이 빈번하고 높은 층을 이용하는 것을 확인하였다.

추후, 사용자 개인 정보를 취합하여 사용자들을 성적이 나 학년 등으로 군집화 분석이 가능하며 이로써 유사 사용자에게 학습 방법을 추천할 수 있다. 또한, SNS나 교내 사이트의 게시물 등과 같은 비정형 데이터를 수집해 각 사용자의 성향을 파악하여 사용자에게 맞는 추천도 가능해 학생들의 학습 향상에 도움 될 거라 기대한다.

참고문헌

- [1] 박창민, “위치정보의 서비스 동향과 패러다임의 변화”, *Internet & Security Focus*, pp.24-40, 2013.5
- [2] 이상우, 김선우, “실내 위치측위 기술 동향 및 전망”, *한국통신학회지* 32(2), pp.81-88, 2015.1
- [3] 김청미, 장백철, “실내위치인식기술동향”, *한국컴퓨터정보학회 논문지* 21(1), pp.17-24, 2016.1
- [4] 임정민, 성태경, “스마트폰 기반 실내 측위 기술 동향”, *한국통신학회지* 32(8), pp.16-23, 2015.07
- [5] 이장재, 권장우, 정민아, 이성로, “실내 측위 결정을 위한 Fingerprinting Bayesian 알고리즘”, *한국통신학회 논문지* 35(6), pp.888-894, 2010.6
- [6] A. Bensky, “Wireless Positioning Technologies and Applications,” Altech House, 2008
- [7] Farshad, A., Li, J., Marina, M. K., Garcia, F. J., “A microscopic look at WiFi fingerprinting for indoor mobile phone localization in diverse environments“, 2013 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation(IPIN), pp.1-10, 2013.
- [8] Caso, Giuseppe, Luca De Nardis, and Maria-Gabriella Di Benedetto, “Frequentist inference for WiFi fingerprinting 3D indoor positioning.” 2015 IEEE International Conference on Communication Workshop (ICCW), pp.809-814, 2015.
- [9] 김광열, 신요안, “실내 WiFi Fingerprinting 무선측위 기법의 Virtual Radio Map 구축 특성 분석”, *한국통신학회 학술대회논문집*, pp.269-270, 2015.1
- [10] 김범무, 정민아, 이성로, “선박의 WLAN 환경에서 K-최근접 이웃 알고리즘 기반 Fingerprinting 방식을 적용한 위치 추정 방법”, *한국정보통신학회 논문지* 18(10), pp.2530-2536, 2014.10