

논문 2017-12-03

Wi-Fi RSSI 신호와 지자기 센서를 이용한 실내 위치 추정

(Indoor Location Estimation Using Wi-Fi RSSI Signals and
Geomagnetic Sensors)

김 시 훈, 강 도 화, 김 관 우, 임 창 현*

(Si-Hun Kim, Do-Hwa Kang, Kwan-woo Kim, Chang Heon Lim)

Abstract : Recently, indoor LBS has been attracting much attention because of its promising prospect. One of key technologies for its success is indoor location estimation. A popular one for indoor positioning is to find the location based on the strength of received Wi-Fi signals. Since the Wi-Fi services are currently prevalent, it can perform indoor positioning without any further infrastructure. However, it is found that its accuracy depends heavily on the surrounding radio environment. To alleviate this difficulty, we present a novel indoor position technique employing the geomagnetic characteristics as well as Wi-Fi signals. The geomagnetic characteristic is known to vary according to the location. Therefore, employing the geomagnetic signal in addition to Wi-Fi signals is expected to improve the location estimation accuracy.

Keywords : Indoor location estimation, Wi-Fi, Geomagnetism, Fingerprinting, LBS

I. 서 론

제 스마트폰의 보급률이 증가함에 따라 사용자의 편의를 위한 서비스들이 많이 증가하고 있다. 예로서 모바일 뱅킹, 쇼핑, 위치 기반 서비스 등의 서비스들이 활발하게 사용되어 지고 있다. 그 중에서 위치 기반 서비스의 경우, 현재 GPS를 사용한 실외 위치 기반 서비스들이 많이 사용되고 있다. 한편, 최근에는 실내 LBS (Location Based Service)의 수요도 증가하고 있다. 하지만 실내의 경우 실외에서 높은 정확도를 보이는 GPS신호가 도달하지 못하므로 다른 방식의 실내 위치 추정 방법이 필요하다.

이러한 상황에 맞게 많은 연구소 및 대학을 중심으로 다양한 연구가 진행되고 있다. 구체적으로 RFID, Wi-Fi, Bluetooth, 적외선, 지자기를 활용한

기술이 대표적이다 [1-5]. 활용기술은 차후 추정기법에서 자세히 기술한다. 이처럼 언급한 각각의 방식에 따라 인식거리, 위치 정확도, 인프라 설치비용 등의 여러 가지 특성이 결정된다.

이번 논문에서는 기존의 인프라를 크게 변화시키지 않으면서 실내 위치를 추정하는 Wi-Fi 기반의 실내 위치 추정 방식을 제안한다. 제안 방식은 지자기 센서를 함께 활용하여 Wi-Fi신호만 이용한 위치 추정에서 발생할 수 있는 AP간에 충돌 및 중첩과 같은 단점을 보완할 수 있다. 또한 현재 스마트폰 사용자라면 이미 내장되어있는 Wi-Fi관련 모듈과 자계센서를 이용하는 것이기 때문에, 사용자에게 손쉽게 적용할 수 있을 것이다.

II. 기존의 실내 위치 추정 방법

1. 위치 추정 방법

위치를 추정하기 위한 방법으로는 삼각 측량법과 Fingerprinting 기법이 대표적이다. 삼각 측량법이란 삼각형 한 변의 길이와 그 양쪽 각을 구한 후, 이를 이용하여 나머지 한 변의 길이를 수학 공식을 이용해 계산해내는 평면위치 결정 측량법이다. 따라

*Corresponding Author (chlim@pknu.ac.kr)

Received: Oct. 17 2016, Revised: Dec. 2 2016,

Accepted: Dec. 19 2016.

S. Kim, D. Kang, K. Kim, C. H. Lim : Pukyong National University

서 삼각 측량법을 활용하여 위치를 추정하기 위해서는 삼각형의 변의 길이 또는 각을 측정하는 과정이 필요하다. 이를 측정하는 방법으로는 ToA (Time of Arrival), TDoA (Time Difference of Arrival), AoA (Angle of Arrival), 그리고 Wi-Fi와, RFID의 RSSI (Received Signal Strength Indication)를 이용하여 측정하는 방법이 있다 [6, 7].

Fingerprinting 기법은 확률론적 모델링에 의한 위치 추정 방법으로 신호의 노이즈 및 주위환경 정보를 위치추적을 위한 정보로 활용한다. Fingerprinting 기법은 준비단계와 측정단계의 두 단계로 위치를 추정한다. 준비단계에서는 서비스 지역을 일정한 크기의 가상의 셀로 나눈다. 그리고 각 셀마다 데이터를 측정하여, 데이터베이스 (DB)를 구축한다. 이후 측정단계에서는 수집한 DB와 위치 추정 시 측정된 데이터를 비교하여 가장 근사한 셀을 추정한다.

Fingerprinting 기법은 주변의 채널 환경적인 요소를 사전 정보 수집 단계를 통해서 고려하는 장점이 있다. Fingerprinting 기법을 활용한 실내 위치 추정 방법은 Wi-Fi를 활용하는 방법이 대표적이다 [8].

2. 실내 위치 추정 기법

기존에 실내 위치 추정을 위해서 사용되는 기법으로는 Wi-Fi, RFID, Bluetooth, 지자기 등이 있다 [9]. 각각의 기법들에 따라 장단점이 존재한다.

2.1 RFID 기반의 실내 위치 추정

RFID는 태그 (tag)와 리더 (reader)로 구성되는 데, reader가 신호를 송출하면 근방의 태그가 고유 ID를 회신한다 [1]. Bluetooth기반의 위치추정과 유사하게 수신된 고유 ID 또는 RSSI를 이용하여 위치를 추정한다. RFID 기반의 위치 추정은 RFID가 근접센서이므로 위치 추정 오차가 적다는 장점이 있지만, 신호의 도달거리가 짧아 리더를 조밀하게 배치해야 한다는 단점이 있다.

2.2 Wi-Fi 기반의 실내 위치 추정

Cell ID, Fingerprinting 등의 방법들을 이용하여 위치를 추정한다 [2]. Wi-Fi를 활용한 실내 위치 추정은 주변 물체들에 따라 신호 감쇠 정도가 변한다는 단점이 있다. 하지만 기존의 무선랜 인프라를 이용할 수 있기 때문에 시스템 구축비용이 저렴하다는 장점이 존재한다.

2.3 Bluetooth 기반의 실내 위치 추정

비콘 기반의 측위 기술로 BLE (Bluetooth Low Energy)방식의 비콘을 사용한다 [3]. 비콘이 주변 임의의 단말기에 해당하는 장치 ID, 서비스 장소명 등의 데이터를 전송한다. 이를 수신한 단말기는 ID 또는 수신된 신호의 세기를 활용하여 위치를 추정한다. Bluetooth 기반의 위치 추정은 단독으로 측위가 가능하다는 장점이 있지만, 공간이 넓어짐에 따라 많은 수의 비콘이 필요하다는 단점이 있다.

2.4 적외선 기반의 실내 위치 추정

적외선 송신기, 분배기, 적외선 수신기 그리고 활용 모듈 총 네 가지 요소로 사용자의 위치를 추정한다 [4]. 적외선 기반의 위치 추정은 더욱 조밀하게 사용자의 위치를 추정할 수 있다는 장점이 있지만, 공간이 넓어짐에 따라 많은 수의 적외선 송신기가 필요하다는 단점이 있다.

2.5 지자기 기반의 실내 위치 추정

지자기를 활용한 실내 위치 추정은 지구 자기장이 실내라는 환경에서 보이는 특징을 고려한 위치 추정이다 [5]. 지구 자기장은 건물 내부 등 실내 환경에서 강자성을 띠는 철근 등의 물질에 의해 공간적인 국소지자기 교란이 발생한다. 따라서 실내 환경의 경우 지구 자기장의 투자율의 분포가 균일하지 못하기 때문에 자속 밀도의 분포도 균일하지 못하다. 지자기를 활용한 실내 위치 추정은 이러한 실내에서의 지자기의 특수한 성질을 이용하는 것이다. 시스템 구축비용이 적다는 장점이 있지만, 지하철이 다니는 등의 자기장이 불규칙적으로 변하는 공간에서는 적용이 어렵다는 단점이 있다.

III. 제안한 실내 위치 추정 방법

1. 두 가지 실내 위치 추정 기술의 결합

실내 위치 추정을 위한 기존의 기술들의 성능을 개선하기 위해 여러 방안들이 많이 연구되고 있다. 본 논문에서는 실내 위치 추정 기술로 Wi-Fi를 기반으로 지자기를 함께 사용하는 방안을 제안한다.

Wi-Fi를 활용한 실내 위치 추정은 실내에서 존재하는 Wi-Fi신호를 감지하고, RSSI를 통해 신호 감쇠를 이용한 위치 추정을 한다.

지자기를 활용한 실내위치 추정은 3축 (x, y, z 축) 지자기 센서를 이용하였다. 각 축에 따른 지자기 측정값들을 벡터로 나타낼 수 있는데, 같은 위치

일지라도 스마트폰 방향에 따라 그 값이 달라진다. 방향변화에 따른 각각의 축에 해당하는 값의 변화가 크고, 실제 위치 추정 시에 사용자가 동일한 방향을 맞춰주는 것은 쉽지 않다. 따라서 3축의 벡터 대신에 벡터의 크기 값을 위치 추정에 사용하였다.

Wi-Fi 신호의 RSSI는 거리에 따라서 일정한 감쇠를 보이기 때문에 인접한 셀에서는 비슷한 크기의 값을 갖는다. 하지만 지자기 값은 주변 구조물에 따라 인접한 셀에서도 상이한 값을 가질 수 있다. 하지만 경우에 따라 거리와 무관하게 비슷한 값을 가지는 셀이 나타날 수 있다. 이런 이유 때문에 본 논문에서는 지자기 값을 단독으로 사용하기보다는 보조적인 역할로써 위치 추정 성공 확률을 높이는 역할을 할 수 있도록 하였다. Wi-Fi 신호를 활용하는 것은 기존의 인프라를 거의 그대로 활용한다는 장점을 갖지만, Wi-Fi 방식 하나만 적용하였을 경우 주변 물체들의 배치에 따라 RSSI가 변한다는 단점이 나타난다. 즉, 이로 인해 올바른 위치 추정에 실패하는 결과를 나타내기도 한다. 하지만 지자기의 경우 RSSI와는 다른 요인에 의해 그 값이 달라지므로 RSSI에 근거한 위치 추정 오차를 줄일 수 있다. 또한 Wi-Fi 신호만 사용하여 실내 위치 추정을 했을 때는 두 개의 AP 중간에 해당하는 셀들의 위치 추정 성공 확률이 낮아지는 경향이 있다. 하지만 지자기 값은 각 셀에서 고유의 값을 가지기 때문에 앞서 언급한 상황의 위치 추정 성공 확률을 높일 수 있다.

2. 실내 위치 추정 방법

2.1 오차범위를 활용한 Fingerprinting 기반의 위치추정

Wi-Fi와 지자기 신호 모두 Fingerprinting 기법의 위치 측위 방법을 사용할 수 있다. 따라서 Fingerprinting 기반의 Wi-Fi를 활용한 실내 위치 추정 방법에 지자기 위치 추정 방법을 병행한다면 위치 정확도를 높일 수 있다. 기존의 Fingerprinting법은 위치 추정 결과로 가장 가능성이 높은 셀 하나만을 출력한다. 하지만 본 논문에서는 셀 후보군을 이용하여, 추정위치와 오차범위를 계산한다. 여기서 추정위치는 사용자가 현재 위치한다고 판단되는 셀이다. 오차범위는 추정 위치보다는 가능성이 낮지만, 사용자의 현재 위치일 가능성이 있는 셀을 의미한다. 우선, 가능성이 높은 셀 후보군을 계산한다. 다음으로 셀 후보군들의 위치 평균값보다 멀리 떨어져 있는 셀 후보를 제거한다. 이후 남은 셀 후보군들의 평균 위치를 추정 위치로 출력한다. 이때

최종적으로 남은 셀 후보군들의 숫자가 오차범위와 관련이 있다. 오차범위를 셀 후보군들의 숫자만큼의 배수의 면적으로 표현한다.

Fingerprinting기법의 위치 추정에서는 셀의 크기가 측위 해상도와 가장 밀접한 관련을 가진다. 셀의 크기가 작을수록 측위 해상도는 높아지지만, 인접한 셀 간의 데이터베이스의 차이가 적어지기 때문에 정확한 위치를 추정하기 어려워진다. 본 논문에서는 셀의 크기를 실험을 통해 1.8m*1.8m로 정하였다. 3개의 AP를 활용하여 위치를 추정하였고 1.8m*1.8m의 셀 크기를 가질 때 DB의 차이가 위치 추정에 용이하게 나왔다.

2.2 위치 추정 알고리즘

Fingerprinting 기반의 위치 추정은 미리 구축해둔 DB와 현재 측정된 값을 비교하여 가장 유사한 값을 가지는 셀의 위치를 현재 위치로 추정한다. 따라서 측정된 값을 DB와 비교할 때 얼마나 높은 정확도를 보이는지, 어떤 알고리즘을 거치는지가 중요한 요소가 될 수 있다. 대표적인 알고리즘으로는 기존에 구축해둔 DB와 측정된 데이터들과의 거리를 구해 가장 인접한 상위 k개의 데이터를 선택하는 대표적인 알고리즘인 KNN (K-Nearest Neighbor)을 활용할 수 있다 [10]. 일반적으로 AP와 단말기 간의 거리가 짧을수록 RSSI가 크다. 즉, RSSI가 큰 값일수록 장애물과 주변 환경의 영향을 덜 받기 때문에 높은 신뢰도를 보인다. 이점은 DB를 구축하는 과정에서 RSSI가 클수록 표준편차가 작게 나오는 것을 통하여 확인하였다. 하지만 KNN 알고리즘은 수신된 신호의 신뢰도를 고려하지 않는다. 그러므로 본 논문에서는 수신된 신호의 신뢰도를 반영한 다른 방식의 알고리즘을 구상 및 구현하였다. 최종적으로 Wi-Fi의 RSSI를 이용한 위치추정을 우선적으로 하고, 지자기를 활용하여 측위 해상도를 더욱 높이고자 하였다. 지자기 값은 일반적으로 인접한 셀과 무관하고 각 셀에서 고유의 값을 나타내지만, 크기 값만을 사용하기 때문에 경우에 따라 동일한 값을 가지는 셀이 나올 수 있다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 연산순서를 정해주었다. 우선 Wi-Fi 신호를 활용한 추정이 첫 번째 단계다. 이로 추정된 셀 후보군이 축약되고 두 번째 연산순서인 지자기가 활용된다. 지자기가 결정하는 셀 범위는 첫 번째 단계에서 선택된 셀 후보군 내에서 결정된다. 따라서 첫 번째 단계에서 결정된 셀 범위와 지자기가 결정하는 셀 범위의 겹치는 부분이 없다면, Wi-Fi신호가 우선순위를 갖기 때문에 최종추정은 Wi-Fi신호

만을 활용한다.

$$Z_{i_n} = \left| \frac{\hat{X}_i - \mu_{i_n}}{\sigma_{i_n}} \right| \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, M \\ n = 1, \dots, N \end{matrix} \quad (1)$$

식 (1)에서 M 은 AP의 총 개수이고 X_k ($k=1, \dots, M$)는 각 AP의 RSSI를 100회 측정된 평균값이다. \hat{X}_i 는 측정된 X_k 값을 신뢰도에 따라 가중치를 반영하기 위해 내림차순으로 정렬한 것이다. N 은 셀의 개수로 n 은 n 번째 셀을 의미한다. μ_{i_n} 및 σ_{i_n} 은 DB의 평균과 표준편차이다. 식 (1)의 과정으로 \hat{X}_i 를 Z_{i_n} 로 변환한다.

$$|Z_{i_n}| < z \quad (2)$$

식 (2)의 결과에 따라 각 셀의 위치추정 결과가 나온다. 결과가 '참'일 경우, 해당 셀에 위치한다고 추정한다. 위 식에서 z 값은 위치 추정 정확도와 실패확률을 결정하게 된다. 여기서 실패확률이란 현재 측정값이 DB와 유사한 셀이 없다는 것이고 '거짓'이 나올 확률을 의미한다. 그림1은 시뮬레이션을 통해 구한 z 값에 따른 위치 추정 성공 확률이다. z 값이 1.5에서 2사이일 때 가장 70%이상의 성공확률을 가진다. 실제 환경에서 실험을 통하여 z 값을 2로 정했다.

즉, $|Z_{i_n}|$ 이 2보다 작을 경우에 'True'를 할당하고 2보다 크거나 같을 경우에는 'False'를 할당하였다. 이런 과정을 각 셀마다 연산을 거치게 되고,

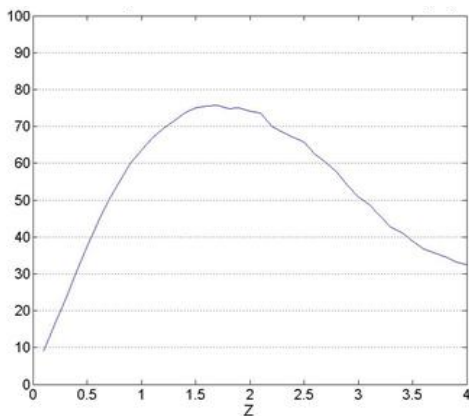


그림 1. z 값에 따른 위치 추정 성공 확률
Fig. 1 Probability of successful position estimation for varying z

표 1. a, b, c번 셀의 DB

Table 1. Database of a, b, c cell

AP \ cell	a	b	c
AP1(μ_1/σ_1)	73.6/1.5	51.1/5.4	45.6/6.1
AP2(μ_2/σ_2)	93.5/2.2	89.9/3.3	79.9/4.8
AP3(μ_3/σ_3)	40.7/7.0	52.8/5.2	56.3/4.9
Ma(μ_m/σ_m)	34.2/0.2	35.7/0.1	34.3/0.1

표 2. 셀과 AP간의 연관성

Table 2. Association of APs and cells

AP \ cell	a	b	c
AP1	0	1	1
AP2	1	1	0
AP3	1	1	1

표 3. 각 셀이 현재 위치를 포함할 가능성

Table 3. Probability that the current position is included in each cell

AP \ cell	a	b	c
Wi-Fi	111	111	101
Geomagnetic	0	1	0

따라서 각각의 셀은 M 개의 비트를 가진다. 이때 비트란 앞서 언급한 식 (2)의 판정을 각 AP별로 거쳤을 때 나오는 M 개의 양자화된 값의 배열이다. M 개의 비트에서 i 의 순서대로 MSB부터 LSB로 할당함으로써 RSSI의 신뢰도에 따른 가중치를 부여하게 된다. 즉, 측정된 RSSI가 가장 크면 식 (2)의 결과가 MSB에 해당하고, 가장 작을 경우 LSB에 해당한다. 최종적으로 각 셀별로 M 비트의 워드가 가장 큰 값을 추정위치 후보군으로 결정한다. 지자기를 이용한 실내 위치 추정 또한 앞서 사용한 식 (1), 식 (2)의 과정을 거치게 된다. 각 셀마다 '0'과 '1'의 값을 출력된다.

첫 번째 단계를 통해 셀 후보군들이 나온다. 이후 셀 후보군들 중에서 각 셀에서 지자기에 대한 식 (2)의 결과가 1이 되는 지점을 추정위치로 결정한다. 만약 추정 위치가 두 개 이상일 경우, 추정 위치는 셀 번호의 평균값으로 한다. 이때 오차범위는 출력된 셀 값들의 개수로 계산하고 구현 결과에서 반영한다. 전체적인 알고리즘의 진행과정을 아래의 예를 들어 간략하게 설명하고자 한다.

2.3 위치 추정 알고리즘 예시

표 1은 실내 위치 추정에서 사용하는 셀의 일부

DB를 나타낸 것이다. 표 안의 값은 각각의 AP에 대한 RSSI 평균값과 분산을 나타내고, 마찬가지로 지자기에 대한 크기를 평균과 분산으로 나타내었다. 이때 실내 위치 추정을 하고자 하는 사용자의 위치는 10번 셀이라고 가정한다.

표 2에서는 앞서 언급하였던 식 (1)과 식 (2)을 거친 후 '0'과 '1'의 값으로 양자화한 값을 나타낸다. 표 1에서 RSSI값이 컸던 AP의 양자화 값을 MSB에 할당하고, RSSI가 작은 AP의 양자화 값을 LSB에 할당한다. 이런 과정을 거쳐 RSSI의 신뢰도를 반영한 3비트의 배열을 구할 수 있다.

표 3은 Wi-Fi와 지자기가 전체 알고리즘을 거친 결과를 보여준다. 우선적으로 Wi-Fi를 활용한 위치 추정으로 셀 a, b가 가장 값이 크므로 셀 후보군으로 결정된다. 지자기를 활용한 위치 추정 결과와 중복되는 셀을 찾아낸다. 이를 통하여 결과로서 셀 b를 선택한다. 최종 결과로 셀 b 하나만 나왔으므로, 추정위치는 셀 b이다. 그리고 셀의 수가 1개이므로 오차범위는 셀 크기와 동일하다. 만약 지자기 후보군이 셀 a, b라면 최종 추정 결과가 두 개의 셀을 갖게 된다. 이 경우에는 사용자가 셀 a와 b의 사이에 있다고 가정한다. 그리고 위치추정 오차범위를 셀 크기의 두 배로 표현한다. 마지막으로 Wi-Fi의 후보군과 지자기의 후보군이 중복되는 셀이 없다면 앞서 언급한대로 Wi-Fi를 이용한 위치추정 결과를 출력한다.

IV. 실내 위치 추정 시스템 구현 결과

1. 실험 환경

그림 2는 실험환경으로 부경대학교 2호관 3층 복도의 일부를 18개의 셀로 구분하였다. 이때 셀의 크기는 1.8m*1.8m의 크기를 가진다. 복도의 폭이 셀의 크기와 동일하여 일차원의 직선 형태로 구성하였다. AP는 총 3개를 사용하였으며, 전체 실험구간에 균등하게 배치되도록 약 7~8m정도의 간격을 가지고 설치하였다. AP의 경우 이동 및 설치가 간편하도록 Wi-Fi 증폭기를 사용하였다. 공유기는 샤오미 3세대 802.11AC모델, AP에 해당하는 Wi-Fi 증폭기는 샤오미 증폭기를 사용하였다. AP의 RSSI를 측정하는 도구는 C언어 오픈소스 파일을 수정하여 활용하였다 [11]. Wi-Fi 신호의 RSSI는 노트북을 활용하여 측정하였고, 지자기는 휴대전화에 내장된 3축 자계센서를 활용하였다. 실내 위치 추정 시스템은 MATLAB의 GUI기능을 사용하여 구현하였다.

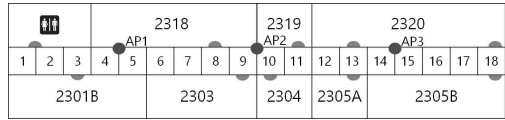


그림 2. 위치 추정 실험에 사용된 실내 공간
Fig. 2 Indoor area map used for location estimation

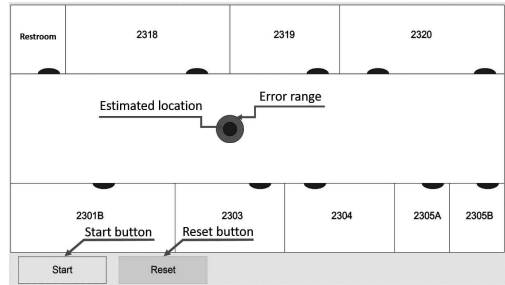


그림 3. 위치 추정 사용자 인터페이스
Fig. 3 GUI for location estimation

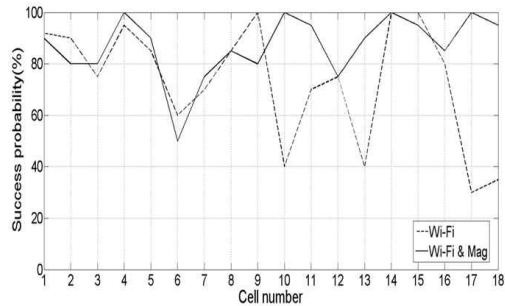


그림 4. 셀 위치 추정 확률
Fig. 4 Probability of correct cell location estimation

2. 실험 결과

그림 3은 MATLAB을 활용하여 실내 위치 추정 시스템을 구현한 결과이다. Start버튼을 누르면 각각의 AP에 대한 평균 RSSI값을 측정한다. 만약 신호 감도가 좋지 않을 경우 최대 5번까지 RSSI를 다시 측정한다. 그 후 휴대전화로부터 현재 위치에 대한 지자기의 세기를 수신 받는다. 수신한 신호를 바탕으로 앞서 언급하였던 알고리즘을 거친다. 이때 추정위치는 셀 단위로 그림 상에서 작은 검은색 원으로 표현한다. 위치 추정 알고리즘을 거쳐서 발생할 수 있는 오차범위는 큰 흰색 원으로 표시한다.

그림 4는 앞서 언급하였던 실험환경에서 셀별로

위치 추정 성공확률을 나타낸 것이다. 이때 위치 추정 성공확률이란 실제로 실내 위치 추정을 실험했을 때 위의 시스템이 현재 사용자의 위치를 올바르게 추정했을 경우의 확률을 의미한다. 오류확률이란 그 반대의 경우를 의미한다. 동일한 위치에서 20번 위치추정을 하였고, Wi-Fi만을 사용했을 때 26.56%의 오류확률이 나왔지만, 본 논문에서 제안한 Wi-Fi와 지자기 값을 결합한 방법을 이용하였을 때는 13.06%로 줄어들어 오류 확률이 1/2로 줄어드는 효과를 보였다.

각 셀의 위치에 따라서 위치 추정 성공 확률에 많은 차이를 보였다. 기본적으로 AP와 아주 가까이에 있는 경우에 높은 성능을 보였으며, 두 AP사이의 셀이나 AP의 신호가 잘 도달하지 못하는 거리에 있는 셀에서 낮은 성공률을 보였다. DB 상에서 각 AP의 수치들이 주변 셀과 큰 차이를 보이지 못했기 때문이다. RSSI가 주변 셀과 뚜렷한 차이를 보이지 않는 셀에서도 지자기 값을 보였기 때문에 함께 병행하였을 때 성공 확률을 높일 수 있다. 하지만, 위치 추정 시 지자기를 측정하는 시간이 추가적으로 필요하므로 위치 추정 시간이 9.5sec에서 12.3sec로 늘어난다는 문제가 있었다.

V. 결론

실외 LBS가 그렇듯 실내 LBS 또한 그 규모와 수요가 지속적으로 늘어날 것이다. 상용화가 가능할 정도의 시스템을 위해서는 기존에 존재하는 방법들에 비해 보다 효율적이고 안정적인 실내 위치 추정 방법이 필요하다.

Wi-Fi와 지자기의 세기를 이용하는 fingerprinting 기반 실내 위치 추정은 이런 요구조건을 어느 정도 만족시켜줄 것으로 보인다. 우선 Wi-Fi는 최근의 통신시스템의 활성화로 인해 이미 실내에 구축되어 있는 경우가 많다. 따라서 인프라 구축 비용이 거의 추가되지 않는다. 다만 기존의 방식에서는 원하는 위치 추정 성공 확률을 얻기 위해 그만큼의 AP 수를 늘여주어야 하는 단점이 있는데, 제안한 방법으로 지자기센서를 결합하여 AP수를 최소화한 상태로 위치 추정 성공 확률을 한층 높일 수 있다. 지자기 센서 또한 최근 대부분의 사람들이 스마트폰을 소유하고 있기 때문에 내장되어있는 3축 지자기 센서를 활용이 가능하다. 따라서 Wi-Fi와 지자기를 결합한 실내 위치 추정 방식은 효과가 있음을 제시하는 바이다.

References

- [1] J.W. Song, S.J. Hur, Y.W. Park, K.Y. Yoo, "Database investigation algorithm for high-accuracy based indoor positioning," IEMEK J. Embed. Sys. Appl., Vol. 7, No. 2, pp. 85-93, 2012 (in Korean).
- [2] Y.J. Park, "Design and implementation of enhanced fingerprint locating algorithm for indoor Wi-Fi environment," Pusan National University, 2013 (in Korean).
- [3] J.S. Kwon, J.M.Lee, H.S.Kim, "Advanced indoor zone detection with bluetooth and ultrasound of smartphone," IEMEK J. Embed. Sys. Appl., Vol. 11, No. 3, pp. 135-141, 2016 (in Korean).
- [4] S.M. Kim, W.J. J, W.T Woo, "Infrared-based user location tracking system for indoor environments", Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea CI, Vol. 42, No. 5, pp. 9-12, 2005 (in Korean).
- [5] S.J. Hur, J.Y Song, Y.W Park, "Indoor position technology in geo-magnetic field," The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 38C, No. 01, 2013 (in Korean).
- [6] J.G. Park, M.A. Jung, S.H. Yoon, S.R. Lee, "System design for location determination inside the ship," The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 38C, No. 22, pp. 181-188, 2013 (in Korean).
- [7] B.S. Lee, S.W. Kim, "A study on self-localization of home wellness robot using collaboration of trilateration and triangulation," Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers, Vol. 18, No. 1, pp. 057-063, 2014 (in Korean).
- [8] S.H. Son, Y.J. Park, B.J. Kim, Y.J. Baek, "Wi-Fi fingerprint location estimation system based on reliability," The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 38C, No. 06, pp. 531-539, 2013 (in Korean).
- [9] J.J. Yoo, Y.S. Cho, "Trend in technical

development and standardization of indoor location based services," Electronics and Telecommunications Research Institute, 2014 (in Korean).

[10] Y.G. Jeong, "A study on implementation of indoor positioning system based on wireless

LAN," Kongju National University, 2015 (in Korean).

[11] <http://www.rohitab.com/discuss/topic/37123-c-scanning-for-wireless-networks/>

Si-Hun Kim (김 시 훈)



He is currently B.S. degree candidate in Pukyong University. His research interests include indoor positioning systems.

Email: mmpes77@pukyong.ac.kr

Chang Heon Lim (임 창 현)



He received the B.S. degree in electronic engineering from Seoul National University in 1986 and received the M.S. and Ph.D. degree in Electrical and

Electronic Engineering from KAIST in 1988 and 1993, respectively. He is currently a professor in Pukyong National University. His research interests include wireless communications and radar signal processing.

Email: chlim@pknu.ac.kr

Do-Hwa Kang (강 도 화)



He is currently B.S. degree candidate in Pukyong national university. His research interests include indoor positioning systems.

Email: sedrtf@pukyong.ac.kr

Kwan-Woo Kim (김 관 우)



He is currently B.S. degree candidate in Pukyong national university. His research interests include indoor positioning systems.

Email: king91116@pukyong.ac.kr