

## 고정 태그 위치의 정확한 확인을 위한 시스템 구축에 관한 연구

이 두 용\* · 장 정 환\* · 장 청 윤\* · 조 용 철\*\* · 이 창 호\*

\*인하대학교 산업공학과 · \*\*한국항만연수원 인천연수원

## A Study on the Construction of System for Correct Location Determination of Fixed Tag

Doo-Yong Lee\* · Jung-Hwan Jang\* · Jing-lun Zhang\* · Yong-Chul Jho\*\* · Chang-Ho Lee\*

\*Department of Industrial Engineering, INHA University · \*\*Korea Port Training Institute Incheon

## Abstract

This paper deals with the construction of system for correct location determination of fixed tag. We adapted to construct the above method. Also we adapted the several filtering method. This system was constructed through using of several filtering methods to decrease the location determination error and fingerprint method which is composed of training phase and positioning phase. We constructed this system using Labview 2010 and MS-SQL 2000 as database. This system results in less location determination error than least square method, triangulation positioning method, and other fingerprint methods.

**Keywords :** least square method, triangulation positioning method, fingerprint method

## 1. 서 론

아이폰과 더불어 시작된 스마트폰의 폭발적인 성장으로 LBS를 ‘가능성을 가진 킬러앱’의 하나가 아닌 ‘시장에서 성공한 킬러앱’의 하나로 시장의 전면에서 등장하게 했다. Gartner의 ‘2012년 스마트폰 애플리케이션 예측’보고서에서는 LBS를 2위로 예상할 정도로 LBS는 스마트폰의 킬러앱으로 확고히 자리잡고 있다. 스마트폰에서의 LBS의 성공은 플랫폼 단에서의 LBS 기술지원 및 기술의 개방에 힘입은 바가 크다. 아이폰과 안드로이드에서는 LBS를 킬러앱으로 정의하고 GPS, WLAN, 디지털 컴퍼스(Digital Compass) 등의 하드웨어적인 지원, LBS를 위한 다양한 기술 및 API, DB 제공 등을 통해 LBS 활성화를 위한 토대를 마련했다. 또한 서비스적으로 이러한 기술지원을 기반으로 foursquare를 비롯한 다양한 LBS 서비스가 성공을 거두고 있고, 소셜 네트워크 서비스(SNS: Social Network Service),

증강현실(AR: Augmented Reality), 게임 등 다른 킬러앱과 연계해 다양한 서비스를 제공하고 있으며 향후 안전 및 사고 예방 등의 공공적인 측면에서도 다양한 애플리케이션이 기대되고 있다[3][4][5].

LBS 진화를 위한 기술적인 측면으로는 복합 측위를 통한 측위 정밀도 향상이 필수적이다. GPS, WLAN뿐만 아니라 RFID, WPAN, VLC 등 실내 측위의 고도화를 위한 기술들이 적용되어 정밀도가 향상되어야 다양한 서비스의 지원이 가능할 것이다. 최근에는 위치정보를 획득하는 방법에 대한 연구보다는 일정수준의 정확도를 지닌 측위방법과 상업화와의 결합된 비즈니스 모델에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다[5][6].

따라서 본 연구에서는 고객 위치 측위 알고리즘의 신뢰도 및 정확도 향상을 위해 필터링 방법을 적용하고 시스템 구축을 통해 검증하였다. 다양한 위치 측위 알고리즘과 비교를 위한 프로그램을 구현하고 기 개발된 시스템의 정확도를 확인하였다.

† 본 연구는 한국연구재단의 지원으로 연구되었음(2011-0018005)

† 교신저자: 이창호, 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

M · P: 010-3761-2995, E-mail: lch5601@inha.ac.kr

2012년 1월 20일 접수; 2012년 3월 8일 수정본 접수; 2012년 3월 8일 게재확정

## 2. 이론적 배경

### 2.1 Fingerprint 측위방법

Fingerprint 방법을 활용하여 위치를 결정하기 위해 DB에 저장하는 Fingerprint 데이터는 어떤 데이터를 사용할 것인지 또는 측위에서 어떻게 활용할 것인지에 따라서 결정론적 방법과 확률론적 방법으로 나눌 수 있다.

결정론적 알고리즘은 다수의 AP에서 수신되는 거리값을 설정된 RP에서 수차례 측정하여 측정값들의 평균값 또는 중간값과 같은 대표값을 DB에 저장한 후 Positioning 단계에서 측위한 거리값과의 유클리드 거리를 비교하여 가장 작은 유클리드 값을 가진 RP의 좌표를 Tag의 좌표로 추정하는 방법이다. 유클리드 거리 대신 맨하탄 거리를 사용할 수도 있지만 계산상의 편의를 위해 일반적으로 유클리드 거리를 많이 사용한다.

확률론적 알고리즘은 Training 단계에서 특정 AP에서 수신되는 거리값을 설정된 RP에서 수차례 측정하여 반복 측정에 따른 데이터의 분포를 나타낼 수 있는 파라미터(평균, 표준편차)를 DB에 저장한다. 이러한 측정을 RP와 AP의 수에 따라 반복적으로 수행하여 DB를 구성한 후, Positioning 단계에서는 DB에 저장된 파라미터를 따르는 분포를 기반으로 Tag의 위치에서 수신된 거리값이 관측될 확률을 계산한다.

Tag의 위치에 대한 후보 RP를 선정하는 방법에 따라서, Fingerprint 측위방법을 NN, kNN, kWNN 방법으로

나눌 수 있다. 각 알고리즘의 파라미터 값을 참조하여 후보 RP 중에 MU와 가장 유사한 파라미터 값을 가지는 하나의 RP를 선택하는 NN(Nearest Neighborhood) 알고리즘, k개의 후보 RP를 선택하여 모두 동일한 가중치를 부여하는 kNN(k-Nearest Neighborhood) 알고리즘, k개의 후보 RP에 서로 다른 가중치를 부여하는 kWNN (k-Weighted Nearest Neighborhood) 알고리즘이 있다[1][2][4][8][9].

### 2.2 확률론적 알고리즘을 적용한 Fingerprint 측위 방법

Rice Gaussian 알고리즘은 Fingerprint에 소속된 RP  $j$ 에서 AP  $i$ 로 부터 거리값이  $S_{ap_i}$ 인 거리가 될 확률을 계산한다. 확률을 계산하기 위해 AP  $i$ 에서 실제로 측정된 거리값이 DB에 저장된 AP  $i$ 의 파라미터를 가지는 정규분포의 밀도함수와 대응된다. Rice Gaussian 알고리즘은 고정된 위치에서 측정한 거리값은 정규분포를 따른다는 가정을 하고 있어서 AP  $i$ 의 정규분포의 특성을 나타내는 파라미터는 평균  $\mu_i$ 와 표준편차  $\sigma_i$ 가 된다. 따라서 Tag의 위치에서 AP  $i$ 로 부터 거리값  $S_{ap_i}$ 가 될 확률  $P_{ij}(S_{ap_i})$ 는 다음의 식(1)과 같다.

<표 1> Fingerprint 측위방법의 분류표

	측정 데이터 (DB 저장 값)	측위에 사용되는 파라미터	최인접 RP 하나만 도출	우선순위에 따라 k개의 RP 고려	
				동일 가중치	비동일 가중치
결정론적 측위방법	거리의 평균값	Positioning 단계의 거리값과 DB에 저장된 RP의 거리값의 유클리드 거리	NN	kNN	kWNN
	거리의 중간값	Positioning 단계의 거리값과 DB에 저장된 RP의 거리값의 유클리드 거리	NN	kNN	kWNN
확률론적 측위방법	거리의 평균과 표준편차	DB에 저장된 데이터를 기반으로 하는 분포에 Positioning 단계의 거리값이 관측될 확률	Rice-Gaussian	-	-
		확률값을 log-scale로 변환	-	-	Rice-Gaussian kWNN

$$P_{ij}(S_{ap_i}) = \int_{s-0.5}^{s+0.5} df(\mu_{ij}, \sigma_{ij}) \quad \text{식(1)}$$

식(1)에서  $i(=1, 2, \dots, m)$ 에서  $m$ 은 수신 가능한 AP의 개수를 나타내고,  $j(=1, 2, \dots, n)$ 에서  $n$ 은 RP의 개수를 나타낸다.  $df(\mu_{ij}, \sigma_{ij})$ 는  $\mu_{ij}$ 와  $\sigma_{ij}$ 를 파라미터로 가지는 정규분포의 밀도함수(density function)를 의미한다. 밀도함수의 파라미터들은 RP와 AP에서 반복 측정된 측정치들의 평균과 표준편차이다. 정규분포의 밀도함수에서 특정 값  $s$ 의 확률은 0이므로, 입력된 거리값을 고유하게 분별할 수 있도록 적분 구간을  $[s - 0.5, s + 0.5]$ 로 설정한다.

실제 측정 샘플에 포함된  $j$ 개의 RP에서  $i$ 개의 AP로부터 수신되는 전체 거리값에 대해 개별적 확률을 계산한 다음, Tag의 위치와 가장 유사한 RP를 결정하기 위해 RP  $j$ 의 총 확률  $P_j(s)$ 는 식(2)와 같이  $m$ 개의 AP  $i$ 로부터 각각 거리값  $S_{ap_i}$ 를 가질 모든 확률들의 곱으로 계산된다.

$$P_j(s) = \prod_{i=1}^m P_{ij}(S_{ap_i}) \quad \text{식(2)}$$

이때,  $n$ 개의 RP들 중에서 총 확률값  $P_j(s)$ 가 가장 높은 RP의 좌표를 Tag의 위치로 결정한다[1][2][8].

### 3. 정확도 향상을 위한 시스템 구축

#### 3.1 정확도 향상을 위한 필터링 방법

Fingerprint 방법에서 측위 정확도 향상을 위한 한가지 방법으로  $d_i$ 값의 보정을 위한 회귀분석을 사용하였다. 회귀분석(Regression Analysis)은 관찰된 연속형 변수들에 대하여 독립변수와 종속변수 사이의 인과관계에 따른 수학적 모델인 선형적 관계식을 구하여 어떤 독립변수가 주어졌을 때 이에 따른 종속변수를 예측하고, 도출된 수학적 모델이 독립변수와 종속변수간 관계를 얼마나 잘 설명하고 있는지를 판별하기 위한 적합도를 검증하는 통계적 분석 방법이다. 회귀분석은 시간에 따라 변화하는 데이터나 어떤 영향, 가설적 실험, 인과관계의 모델링 등의 통계적 예측에 이용되는 방법으로  $d_i$ 값이 오차를 포함하고 있더라도 통계적으로 유의한 예측값  $\bar{d}_i$ 를 구할 수 있다. 보정계수까지 적

용된  $\bar{d}_i$ 값은 테스트 범위를 벗어나면 위치계산에 사용되지 않도록 아래의 필터링 방법을 적용하였다. 핑거프린트 방법은 삼각측량법과 최소자승법과 다르게  $\bar{d}_i$ 가 실제 AP와 태그간 거리의 오차에 따라 측위 정확도가 결정되는 것이 아니라  $\bar{d}_i$ 값들의 편차에 영향을 받기 때문에 다음과 같은 필터링방법 까지 적용하였다.

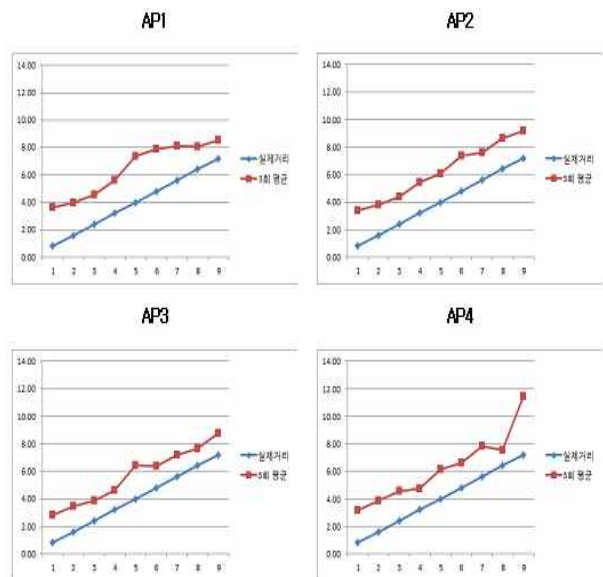
$$\bar{d}_i \leq x.axis_{max} \text{ and } \bar{d}_i \leq y.axis_{max}$$

$x.axis_{max}$  : x축에 위치한 좌표의 최대값  
 $y.axis_{max}$  : y축에 위치한 좌표의 최대값

일련의 과정을 거친 후 트레이닝 단계에서는 AP 4대에서 수신되는  $d_i$ 값들을 보정하고 필터링한  $\hat{d}_i$ 값을 수집하여 DB에 저장한 후 평균과 표준편차를 구하고, 포지셔닝 단계에서는 수집된  $\hat{d}_i$ 값이 어느 위치의 트레이닝 데이터와 유사한지를 판단하게 된다.

이와 같은 방법으로 보정된  $d_i$ 값을 사용할 수 있는 프로그램을 구현하고 시스템에 사용되는 각각의 AP에 대한 보정계수를 산정하여 다시 한번 필터링 과정을 거쳐 Fingerprint의 Training Data와 Positioning Data의 정확도를 향상시킬 수 있다.

또한 ToA를 이용한 거리 측정에서 각 기기의 정확도를 향상시키기 위해 각 AP 별로 실내에서 단위 테스트를 수행하였다. 테스트는 Tag를 각 AP로부터 0.8m씩 거리를 늘려가며 테스트하였고, 총 50회씩 3번의 테스트를 수행하여 평균값을 계산하고 보정계수를 산정하였다.



[그림 1] AP 별 거리에 따른 신호값 실내 테스트

위 그림에서 파란색 점은 실제 거리를 나타내고, 빨간색 점은 거리측정 알고리즘을 이용하여 거리별로 테스트한 결과값을 평균한 측정 거리이다. 빨간색 점 사이의 선은 측정 거리에 대한 회귀선을 나타낸다.

실내에서 거리측정 알고리즘을 이용하여 계산된 거리값에 대한 보정계수를 산정하기 위하여 각 AP의 특성을 고려하여 회귀분석을 통해 기울기 및 y 절편을 계산하여 시스템에 구현하였다. 계산된 보정계수는 다음과 같다.

$$(원\ 데이터값 - y절편) / 기울기 = 보정된\ 값 \quad 식(3)$$

AP1의 기울기는 0.6844, y절편은 2.9974, 0.8m 지점의 신호값 평균은 3.65이므로 공식에 대입하면  $(3.65 - 2.9974) / 0.6844 = 0.9535$ 이고, AP1의 1m 지점의 보정된 값은 0.9535이고 다음 값들도 이와 같은 형식으로 구할 수 있다.

위 필터링 방법들을 적용하여 보정된  $d_i$  값 사용 및 각 기기별 보정계수를 산정하여 고객 위치 확인 알고리즘의 측위 정확도를 향상시키는 방안을 적용하였다.



[그림 2] Fingerprint 방법과 사용된 필터링 방법

### 3.2 고객 위치 추정 시스템 및 프로그램 구현

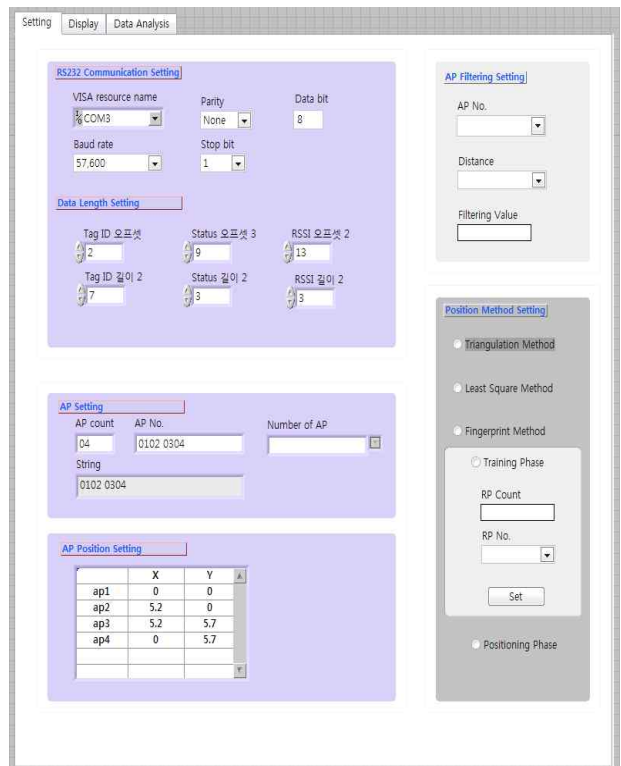
고객 위치의 정확도를 측정하기 위한 프로그램은 Labview 2010으로 구현하였고 MS-SQL 2000으로 데이터베이스를 구성하였다. 프로그램의 구성은 우선 하드웨어 설정 부분, AP 세팅, 데이터베이스 연결 설정, 측위 방법 설정 부분으로 프로그래밍하였고, 실제 적용 가능성 테스트를 위해 강의실을 대상으로 테스트를 수행하였다.

우선 Training Data를 수집하기 위해 Training 버튼을 선택하고 RP(Reference Point)의 번호를 지정하면 각각의 AP에서 들어온  $d_i$  값이 필터링 및 보정되어 DB에 저장되고 각 RP에 해당하는 Training Data를 수집할 수 있다.

그 다음으로 모든 RP에서 Training Data를 수집한 후 자동으로 데이터베이스에서 각 RP에서의  $d_i$  값에 대한 평균과 표준편차를 계산하여 따로 저장하는 과정을 거친다. 이는 Training Data를 수집하는 과정에서 바로 수행하는 것 보다 프로그램의 부하를 줄일 수 있고, Positioning Data를 측정하여 비교할 때 계산 속도를 빠르게 하기 위해 추가하였다.

이후 Positioning 단계에서 각각의 AP에서 수신된  $\hat{d}_i$  값과 Training Data의 평균과 표준편차로 계산된 표준 정규분포에서 수집된 데이터를 비교하여 고객이 위치할 확률을 계산하게 된다. 이때 임의로 지정된 K의 수에 따라 가중치를 부여하게 되고 지정된 K값에 상응하는 위치 데이터와 가중치에 따라 확률론적 방법의 측위 계산을 수행하게 된다.

Fingerprint 방법의 정확도를 비교하기 위해 일반적으로 많이 사용하는 삼각측량법과 최소자승법의 측위 데이터를 같이 계산하게 되고 고객의 위치를 확인할 때 비교하는 데이터로 사용할 수 있다.



[그림 3] 테스트 프로그램 세팅 화면

### 4. 시스템 테스트 결과 및 분석

<표 3> 복도 거리별 테스트 결과

(단위: m)

#### 4.1 테스트 시나리오

우선 실내 환경의 특성을 적용하기 위해 테스트 장비의 특성을 파악하는 테스트를 진행하였다. AP와 Tag와의 거리를 3m, 6m로 설정하고 각 위치에서 30초간 측정하였다. 이 테스트에서는 각 AP의 최대 신호 도달 거리, 초당 데이터 수를 파악하여 장비의 신뢰성을 검증할 수 있다.

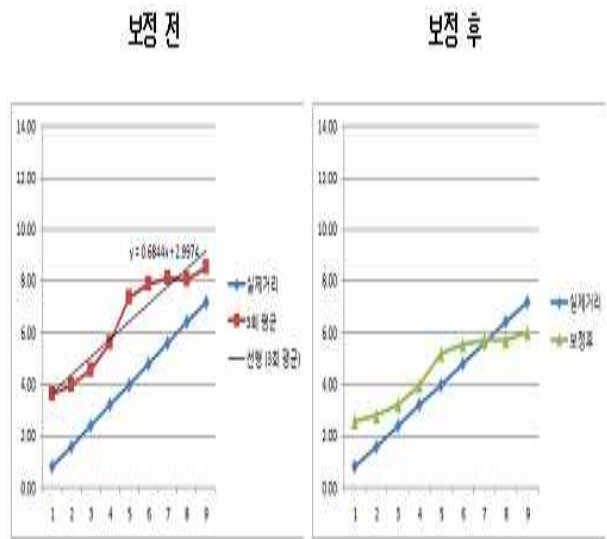
다음으로 각 AP의 거리별 정확도를 판별하기 위하여 기기별 보정계수를 산정하는 테스트를 수행하였다. AP와 Tag와의 거리는 0.8m에서 7.2m까지 0.8m씩 거리를 늘려 테스트를 수행하고 각 거리마다 30초씩 데이터를 수집하여 충분한 수의 데이터를 확보한 후 기기별 보정계수를 산정한다.

세 번째로 8x10m 크기의 강의실을 선정하여 테스트 Zone을 설정하고 Fingerprint 방법의 Training 단계를 수행하였다. RP는 가로, 세로 2m씩 총 RP의 수를 20개로 설정하고, Training Data는 각 RP의 중앙에서 300초씩 측위하여 충분한 데이터를 수집하였다.

마지막으로 Positioning 단계를 수행한다. Positioning 단계에서는 각 RP의 중앙에서 데이터를 수집하고 추가로 각 RP의 지정된 지점에서 데이터를 수집하여 한 개의 RP 당 총 5곳의 Positioning Data를 수집하였다.

	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2
AP1	3.65	3.99	4.54	5.63	7.38	7.88	8.13	8.06	8.51
AP2	3.42	3.80	4.38	5.42	6.09	7.36	7.61	8.64	9.15
AP3	2.79	3.44	3.88	4.64	6.44	6.39	7.21	7.66	8.77
AP4	3.17	3.88	4.54	4.76	6.14	6.61	7.82	7.56	11.44

이를 통해 회귀분석을 통한 보정 전과 후를 비교하면 다음과 같다.



[그림 4] 회귀분석을 통한 보정 전후 비교

#### 4.2 테스트 결과 및 분석

우선 테스트 장비의 특성 테스트는 각 AP별로 거리에 따른 데이터 획득의 수를 수집하였다.

<표 2> AP별 데이터 획득 수의 차이

	AP1	AP2	AP3	AP4	평균
3m	1,640	1,349	1,379	1,383	1,438
6m	1,306	1,193	1,372	1,080	1,238

각 AP별 거리에 따라 3m에서 측위할 때의 데이터와 6m에서 측위할 때의 데이터 수가 차이가 있는 것을 알 수 있다. 3m 거리에서의 데이터 수는 48개/초이고, 6m 거리에서의 데이터 수는 41개/초로 추후 Fingerprint 방법을 사용하는데 거리에 따른 데이터 수의 문제는 발생하지 않을 것으로 판단되었다.

그 다음으로 각 AP별 거리에 따른 보정계수를 산정하기 위한 테스트를 진행한 결과이다.

위 결과에서 보듯이 보정계수를 적용하기 전에는 실제 거리와  $d_i$  값이 상당한 차이를 보이고 있는 반면 보정 후 그 격차가 상당히 감소한 것을 알 수 있다. 이는 Fingerprint 방법에서는 측위 결과에 많은 차이를 보이지 않을 수 있지만 다른 측위방법(삼각측량, 최소자승법 등)에서는 상당히 다른 결과를 보여줄 수 있기 때문에 보정 작업을 수행하였다.

마지막으로 Fingerprint 방법을 적용한 테스트 결과와 삼각측량, 최소자승법을 이용하여 계산된 측위 결과를 비교하였다.

각 RP에서 측위한 데이터를 바탕으로 Fingerprint 방법, 삼각측량법, 최소자승법으로 계산한 결과를 비교해보면 실제 거리와 고객 위치와의 오차가 가장 적게 발생한 방법은 Fingerprint 방법이다. 약 1m의 오차가 발생하였고 삼각측량은 Fingerprint 방법보다 약 30%, 최소자승법은 9.3% 더 큰 오차가 발생하였다.



<표 4> 각 측위 방법별 오차 비교

	Fingerprint	삼각측량	최소자승법
1	0.53	1.36	1.34
2	0.82	1.22	0.81
3	0.47	0.98	0.65
4	1.00	1.72	1.41
5	1.16	3.52	1.89
6	1.48	0.98	1.48
7	1.18	1.03	1.04
8	0.84	0.53	0.52
9	0.95	0.72	0.81
10	0.50	1.2	1.09
11	0.60	1.22	1.12
12	0.94	0.64	0.65
13	1.01	0.86	1.00
14	0.48	1.00	0.94
15	0.47	0.52	0.83
16	3.09	2.82	2.43
17	1.66	1.19	0.70
18	1.14	0.89	0.60
19	1.32	1.79	1.44
20	0.77	2.41	1.57
평균	1.02	1.33	1.12

### 5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 고객 위치 확인 알고리즘의 정확도 향상을 위해 필터링 방법 및 보정 방법을 적용하여 프로그램으로 구현하고 실제 강의실을 대상으로 테스트를 수행하였다. 또한 현재 가장 많이 사용하는 방법인 삼각측량법과 최소자승법으로 계산된 측위 데이터와의 비교를 통해 기 개발된 알고리즘의 측위 정확도가 다른 측위 방법과 비교하여 측위 정확도가 향상된 것인지 확인할 수 있었다.

하지만 측위 기기의 특성 및 테스트 환경으로 인해 일부 RP에서 Fingerprint 방법이 다른 측위 방법에 비해 오차가 더 큰 것을 확인할 수 있었다. 이는 Fingerprint 방법의 경우 Training Data와 Positioning Data의 편차가 심한 경우 발생하는 문제로 이는 다른 삼각측량법이나 최소자승법을 이용하여 결과를 보정하는 방법으로 개선이 가능할 것이다.

따라서 추후 연구로는 Fingerprint 방법의 편차를 줄일 수 있는 방법으로 다른 측위방법을 적용하여 데이터를 보정하는 연구가 필요할 것이다.

### 6. 참고 문헌

- [1] 권대우, “Fingerprint 방법에 의한 실내와 실외 위치결정의 측정오차 감소 방안에 관한 연구”, 인하대학교 석사학위 논문, 2011. 02.
- [2] 권대우, 이두용, 송영근, 장정환, 이창호, “실내외 위치측위를 위한 Fingerprint 기반 측정오차 감소 방안 연구”, 대한안전경영과학회지 제 13권 제 1호, 2011.03
- [3] 김보미, 심민진, 이종은, “유비쿼터스 센서 네트워크의 위치탐지 기술 및 동향”, IITA 주간기술동향 통권 1291호, 2007. 04.
- [4] 김학용, 김성덕, 서동길, 지정강, 장현태, “근거리 위치추적 기술 동향”, 삼성네트웍스 주간기술 동향, 2007. 02.
- [5] 박찬휘, 최재혁, 진희채, “LBS 시장과 산업의 동향 및 전망”, TTA Journal No.123, 2009. 06.
- [6] 여건민, 안지환, “LBS 기술 및 표준화 동향”, ETRI 전자통신동향분석 제25권 제6호. 2010. 12.
- [7] 이동환, 박종진, 김수용, 문영성, 이만형, “유비쿼터스 컴퓨팅의 실내 측위 기술을 위한 U-SAT 시스템의 적용에 관한 연구”, 제어, 자동화 시스템공학 논문지 제12권 제9호, 2006. 09.
- [8] 이두용, 박설화, 송영근, 장정환, 조용철, 이창호, “ToA 기반 실내 위치측위 시스템 개발에 관한 연구” 대한안전경영과학회지 제 13권 제 1호, 2011.03.
- [9] 조영수, 조성윤, 김병두, 이성호, 김재철, 최완식, “실내외 연속측위 기술 동향”, ETRI 전자통신동향분석 제22권 제3호, 2007. 06.
- [10] 최현민, 박영균, 김창훈, 남영진, 홍춘표, “무선 센서 네트워크를 위한 위치 인식 시스템”, 대구대학교 대학원 정보통신공학과, 2008.

### 저 자 소 개

#### 이 두 용



인하대학교 산업공학과 석사 취득. 현재 동 대학원 산업공학과 박사과정 중.  
관심분야 : RFID 기반 물류 관리 시스템, SCM, LBS 등

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

#### 조 용 철



인하대학교 산업공학과 공학사, 공학석사 취득. 동 대학원에서 공학박사 취득. 현재 한국항만연수원 인천연수원 교수로 재직 중.  
관심분야 : ERP, SCM, 항만물류, RFID, EPCglobal Network

주소: 인천광역시 중구 항동 7가 1-31 한국항만연수원 인천연수원

#### 장 정 환



한라대학교 산업경영공학과 공학사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중.  
관심분야 : RFID 관련 물류 관리 시스템 개발, 항공물류 RFID 시스템 개발 등

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

#### 이 창 호



인하대학교 산업공학과 학사 취득. 한국과학기술원 산업공학과 석사, 경영과학과 공학박사 취득. 현재 인하대학교 교수로 재직 중.  
관심분야 : 물류, RFID, SCM 등

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

#### 장 청 윤



남서울대학교 산업경영공학과 공학사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중.  
관심분야 : SCM, ERP, RFID 관련 물류관리 시스템 개발 등.

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과