

선형 보간법을 활용한 이동체의 위치인식 기법

김보연*

Location Recognition Techniques of Mobile Objects using Linear Interpolation

Bo-Yeon Kim*

요약

생활환경의 변화로 공간에서 이동체의 위치인식은 적용 방법에 따라 경제적 이용이 가능한 기술로 인식되고 있다. 전파의 수신신호 강도 지수 특성을 이용한 위치인식은 측위 환경 요인과 인식 방법에 따라 오차가 발생하여 정확도가 높지 않다. 본 연구는 교점 좌표에 대한 수신신호 강도 지수 평균값을 보간법 좌표로 데이터베이스화 한다. 측정 범위 내에서 리더의 수신신호 강도 지수를 측정 분석 후 데이터베이스값과 비교하여 이동 물체의 공간 위치를 결정하는 선형 보간법을 제안한다. 제안 방법은 시스템 구성이 간단하면서 전파의 특성을 반영하여 이동체의 위치 파악에 있어 정확도를 향상시키는 방법이다. 또한 이동체의 위치인식 오차를 줄이기 위하여 오차 보정 방법을 적용 시 16%의 개선 효과를 확인하였다. 데이터베이스 구축이 위치인식 시 측위 시간과 오차를 줄임으로써 성능을 개선시키는 위치인식 기법임을 실험을 통하여 확인하였다.

Abstract

Due to changes in the living environment, the recognition of the location of a moving object in a space is recognized as a technology that can be used economically according to the application method. Location recognition using the characteristics of the received signal strength index of radio waves is not highly accurate because errors occur depending on positioning environmental factors and recognition methods. In this study, the average value of the received signal strength index for the node coordinates is made into a database of interpolation coordinates. A propose a linear interpolation method to determine the spatial position of a moving object by measuring and analyzing the received signal strength index of the reader within the measurement range and then comparing it with the database value. The proposed method is a method that improves accuracy in locating a moving object by reflecting the characteristics of radio waves while simplifying the system configuration. In addition, a 16% improvement effect was confirmed when applying an error correction method to reduce the position recognition error of the moving object. It was confirmed through experiments that database construction is a location recognition technique that improves performance by reducing positioning time and error during location recognition.

Keywords

ambient intelligence, real time location system, received signal strength indication, linear interpolation

* 세종대학교 정보기술·드론과 교수
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9402-9351>

· Received: Apr. 15, 2026, Revised: Jun. 19, 2026, Accepted: Jun. 22, 2026
· Corresponding Author: Bo-Yeon Kim
Dept. of Information Technology-Drone, Saekyung University, Korea
Tel: +82-33-371-3171, Email: boykim@saekyung.ac.kr

I. 서 론

생활환경 변화를 주도하는 지능형 환경(Ambient intelligence) 기술은 다양한 분야에서 사물인터넷(IoT, Internet of Things)을 기반으로 인공지능, 나노기술, 센서 기술, 모바일 그리고 내장형 시스템 기술과 접목되어 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경을 구현하고 있다[1]. 지능화된 서비스 환경에서 실시간으로 이동체의 위치정보를 인식하는 기술은 재해 예방, 교통·항공 분야, 지식 활동의 관리와 이동 그리고 생산 환경 등 다양한 분야에 활용되는 기술이다[2].

물리적 공간 내에서 이동체의 위치를 원격으로 연속적이면서 실시간으로 결정하는 실내·외 겸용 실시간 위치인식 기술인 RTLS(Real Time Location System)에는 ToA(Time of Arrival)방식, TDoA(Time Difference of Arrival)방식, AoA(Angle of Arrival)방식, PoA(Phase of Arrival)방식, 그리고 전파의 수신 신호 강도 지수 특성을 이용하는 RSSI(Received Signal Strength Indication)방식이 있다.

BLE(Bluetooth Low Energy)기반 실내 위치측위 구성요소는 BLE비콘, BLE 센서로 BLE장치의 신호를 수집한다. BLE 방향 탐지는 RSSI기반의 다중 측위로 좌표를 추정하는 방식으로 구현된다. BLE 센서 기반은 다중경로 영향으로 정확도 향상에 한계가 있고, BLE 방향 탐지는 정확도는 있지만 안테나 배열방법에 따라 하드웨어 구성이 복잡하다. BLE 비콘은 다중 비콘 사용으로 정확도는 우수하지만 비콘의 배치 및 보정이 필요하다. 한정된 장소에서 위치인식 기술의 정확도는 중요한 요소이다[3].

본 연구에서는 데이터베이스 구성으로 다양한 환경에 적용할 수 있고 시스템 구성이 간단한 위치추정 방법을 제안하였다. 측위 장소를 격자형 셀 형태로 구분하여 각 교점의 수신신호 강도 지수 특성 값을 데이터베이스화한다. 이동체의 전파 수신신호 강도 지수와 비교하여 이동체의 위치를 추정하는 방법이다. 다양한 환경에서 실시간 이동체의 위치추정을 빠르게 파악하고자 삼각법과 선형 보간법으로 성능을 개선시키는 위치인식 시스템을 구현하는 방법을 실험을 통하여 확인하고자 한다[4].

II. 관련 기술

측위 범위 내 알고 있는 데이터 값들을 이용하여 이동체의 값을 추정하는 보간법에는 선형 보간법(Linear interpolation), 다항식 보간법(Polynomial interpolation), 스플라인 보간법(Spline interpolation)으로 구분할 수 있다[5].

2.1 선형 보간법

선형 보간법은 1차원 보간법으로 두 점의 값이 주어졌을 때 그 사이에 위치한 값을 추정하기 위하여 직선거리에 따라 선형적으로 계산하는 방법이다. 그림 1과 같이 두 끝점 (x_0, y_0) 와 (x_1, y_1) 가 주어졌을 때 그 사이에 위치한 (x, y) 의 값을 추정하기 위해 두 점 사이에 직선을 긋고 식 (1)과 같은 비례식을 구성한다.

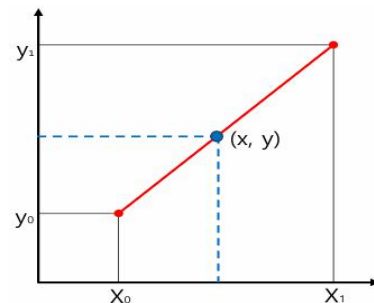


그림 1 위치를 추정하기 위한 선형 보간법

Fig. 1. Linear interpolation method for position estimation

$$\frac{y - y_0}{x - x_0} = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \quad (1)$$

식 (1)을 풀면 주어진 값 x 에 대한 y 값을 식 (2)와 같이 구할 수 있다.

$$y = y_0 + (y_1 - y_0) \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} \quad (2)$$

선형 보간법은 일차원 직선상에서 이루어지는 보간법이고 이차원으로 확장하여 평면에 적용한 것이 이중 선형 보간법 그리고 3차원으로 확장하여 입방체에 적용한 것이 삼중 선형 보간법이다.

2.2 다항식 보간법

다항식 보간법은 주어진 점들을 통해 곡선을 그리는 다항식을 구하는 방법으로 주어진 점들을 모두 지나는 다항식을 찾아내어 값을 추정한다. 2차 보간법은 세 점을 지나는 2차 다항식으로 표현되고 중간값 추정에 사용하는 것으로 서로 다른 세 점 x_1, x_2, x_3 에서의 각 값이 y_1, y_2, y_3 인 2차 다항식을 이용하여 다른 x 점에서의 근사값을 구하는 방법으로 식 (3)의 형태로 표현된다.

$$\begin{aligned} f(x) &= a_0 + a_1x + a_2x^2 \quad \text{또는} \\ f(x) &= b_0 + b_1(x-x_1) + b_2(x-x_1)(x-x_2) \end{aligned} \quad (3)$$

2.3 스플라인 보간법

3차 스플라인 보간법은 각 구간을 3차 다항식으로 식 (4)의 형태로 표현되고, 모두 $4n$ 개의 미지수를 구해야 한다.

$$f_i(x) = a_i x^3 + b_i x^2 + c_i x + d_i \quad (4)$$

일차 다항식과 같은 형태를 1차 스플라인 보간법이라 한다. 식 (5)과 같이 구간별로 2차 다항식으로 연결하는 것이 2차 스플라인 보간법이며 연결하는 점에서 이차 도함수 값이 일치하지 않으면 잘 사용하지 않는다.

$$\begin{aligned} f_i(x) &= a_i x^2 + b_i x + c_i, \\ [x_{i-1} \leq x \leq x_i \quad (i = 1, \dots, n)] \end{aligned} \quad (5)$$

2.4 RSSI

본 연구에서는 송신기와 수신기 사이의 전파신호 강도 지수가 거리에 따라 변화하는 것을 이용한다. 전파신호 강도 지수는 dBm으로 표현되는데 RF칩셋은 0dBm에서 -90dBm의 신호를 전달할 수 있다. 본 실험에서는 dBm 신호를 0~255의 정수 척도로 수신신호 강도 지수를 표현한다.

자유공간에서 전파의 수신신호 강도 지수 값은 식 (6)과 같이 표현된다.

$$RSSI = -10 * n * \log_{10} d + T_x \text{ Power} \quad (6)$$

식에서 n 은 신호 감쇄 상수이고 d 는 미터단위의 거리이다[6].

III. 위치인식 시스템 구성

본 연구에서 제안하는 위치인식 시스템은 RFID (Radio Frequency Identification) reader와 RFID 태그 그리고 데이터를 처리하는 서버 시스템으로 구성한다. 통신 프로토콜은 TCP/IP로 구성한다.

참고문헌[3]의 경우는 참고 태그를 사용하는 방법이다. 본 연구에서 제안하는 방법은 위치인식 수신신호 강도 지수(RSSI)를 측정하고 오차 보정 후 DB값과 비교하여 이동체의 위치를 추정한다.

3.1 RFID reader

RFID 리더는 SYRIS Technology사의 SYRD245 - 1N 제품으로 RSSI와 전송품질을 나타내는 LQI(Link Quality Indication) 신호를 인식하는 제품으로 사양은 표 1과 같다[7].

표 1. RFID reader 사양

Table 1. RFID reader specifications

Communicate	2.45GHz Support R/W
Frequency	2.40 ~ 2.48GHz
RSSI	0 ~ 255
LQI	0 ~ 255
Ethernet	10BASE-T/100BASE-TX
Protocols	ICMP, ARP, IP, TCP, UDP

3.2 RFID 태그

RFID 태그는 능동형 무선 송출 장치이다. 신호의 왜곡 또는 감쇄의 영향을 최소화하기 위하여 직진성 및 가시성이 강한 2.45GHz 마이크로파 대역의 주파수를 사용한다. 태그는 상태정보를 DSSS(Direct

Sequence Spread Spectrum) 방식의 가변형 blink 신호를 송출한다. RFID tag는 SYRIS Technology사의 SYTAG245-2로 사양은 표 2와 같다[7].

표 2. RFID tag 사양
Table 2. RFID tag specifications

Communicate	2.45GHz Support R/W
Frequency	2.40 ~ 2.48GHz
Channel	256
Address	65536
RSSI	0 ~ 255
Transmission Range	Up to 70m
Battery	3V CR2032

3.3 거리 계산 방법

단위 거리에 대한 수신신호 강도 지수 값을 이용하여 거리를 계산하기 위해 안테나 이득을 전력손실 지수로 변형하면 식 (7)과 같다.

$$P_r(d) = P_t \cdot \left(\frac{c}{4\pi f}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^\eta} \quad (7)$$

위 식에서 P_r 은 수신 노드에서의 수신된 신호의 전력이고, P_t 는 송신 노드에서 송신하는 신호의 전력이다. 그리고 η 는 전력손실 지수이다.

수신신호 강도 지수에서 경로 손실 식을 구하면 식 (8)과 같다.

$$L = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) \quad (8)$$

식 (8)에서 λ 는 전파의 파장으로 거리 d 와 동일한 단위를 사용하며, 식 (8)에서 RFID 리더와 태그 사이의 거리 d 를 식으로 표현하면 식 (9)와 같다.

$$d = \left(\frac{\lambda}{4\pi}\right) \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \left(\frac{c}{4\pi f}\right) \cdot 10^{\frac{L}{20}} \quad (9)$$

각 RFID 리더에서 측정된 RSSI 신호를 식 (9)를 이용하여 이동체의 거리 계산에 이용한다[8].

3.4 거리 단위 RSSI 측정 방법

거리 단위 RSSI 측정 실험은 표 3의 실험 환경 및 장비를 사용하여 그림 2의 거리 단위 측위도와 같이 RFID 리더를 지면으로부터 1m 높이로 설치한다. 1m 단위 거리에 대한 RSSI와 전송품질에 대한 LQI를 각각 5회씩 측정하여 평균값을 구한다.

표 3. 실험 환경 및 장비
Table 3. Experimental environment and equipment

Category	Equipment
Experimental Site Space	Indoor gym where the received signal strength index can be recognized (more than 30m on one side)
Computer	Windows 11 for Wan
LAN	IEEE 802.11n and cable
RFID reader	Install RFID reader at square corner
RFID tag	tag for DB, tag for location recognition
Drone	phantom 4
Tripod	RFID reader and tag installation tripod

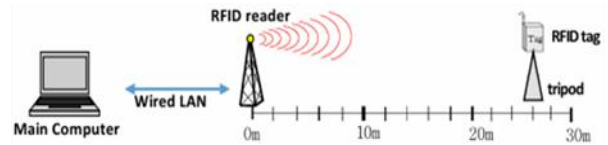


그림 2. 거리 단위 측위도
Fig. 2. Distance positioning

3.5 Database 구축 방법

한 변이 20m인 정방형(x, y축)에 대하여 그림 3과 같이 1m 단위로 격자형 셀 형태로 표시하고 정방형 모서리에 RFID 리더 4대를 지면으로부터 1m 높이로 고정 설치한다. 위치 인식용 RFID 태그는 드론에 부착하여 교차점 위치인식 실험 시 사용한다. 실험의 순서는 다음과 같이 진행한다.

① 그림 3에서 정방형 격자형 셀 좌표에 대해 x행과 y열을 $(x_0, x_1, \dots, x_{20})$ 과 $(y_0, y_1, \dots, y_{20})$ 순으로 표시한다.

② RFID 리더의 위치 좌표는 1번 리더를 (x_0, y_0) , 2번 리더를 (x_{20}, y_0) , 3번 리더를 (x_{20}, y_{20}) , 4번 리더를 (x_0, y_{20}) 의 고정 위치로 표시한다.

③ x축 0행에서 20행까지, y축 0열에서 20열까지 (RFID 리더의 위치를 제외하고) 정방형 격자형 셀 교차점(437개소)의 좌표를 표현하면

$$(x_1, y_0), (x_2, y_0), \dots, (x_{18}, y_0), (x_{19}, y_0), \dots,$$

$$(x_0, y_{19}), (x_1, y_{19}), \dots, (x_{18}, y_{19}), (x_{19}, y_{19})$$

와 같이 표현된다.

④ RFID 태그를 지면으로부터 1m 높이로 하고 4대의 RFID 리더에서 각 격자형 교차점에 대한 RSSI신호를 각각 5회씩 측정한다.

⑤ 측정된 RSSI 신호를 평균하여 RFID 리더별로 DB화 한다.

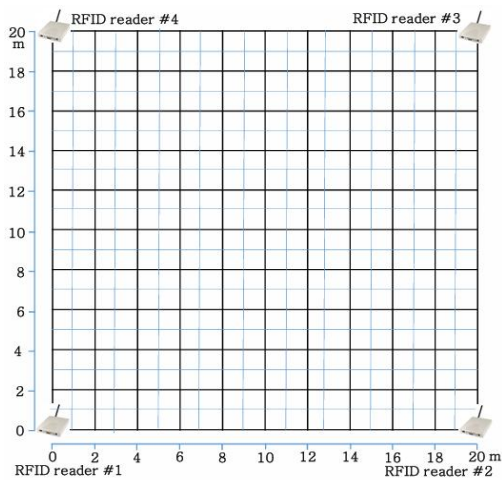


그림 3. DB 구축 실험도

Fig. 3. DB Construction experimental chart

IV. 실험 및 결과

4.1 거리 단위 RSSI 측정

거리 단위에 대한 수신신호 강도 지수 측정값의

평균을 구하면 표 4 및 표 5와 같고 RSSI 값의 측정치를 표시하면 그림 4와 같다.

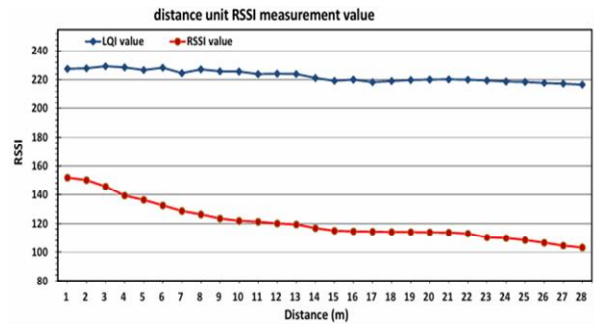


그림 4. 거리에 따른 RSSI 값의 변화

Fig. 4. Comparison of RSSI value according to distance

표 4에서 LQI가 200 이상으로 수신신호 강도 지수가 우수함으로 RSSI의 신뢰도는 평균 87%이다. 전력손실 지수(η)의 값은 실내 가시 지역(Line of sight)은 1.6~1.8이고 실외 자유공간(Free space)은 2이며 계산값에서는 2로 적용한다[9].

수신신호의 RSSI 값을 공식으로 계산한 값과 거리 단위로 측정된 값을 비교하면 그림 5와 같다.

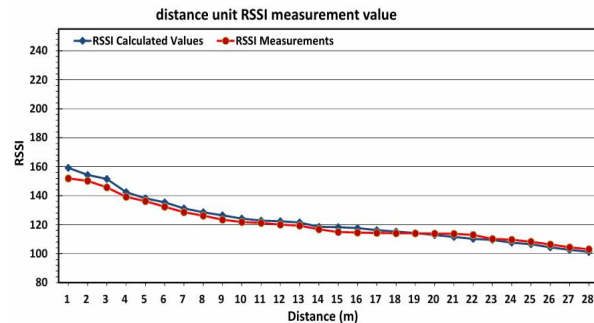


그림 5. RSSI 측정값과 계산값 변화

Fig. 5. Changes in RSSI measurements and calculations

표 4. RFID reader에서 16m까지의 단위 거리당 RSSI/LQI 5회 측정 평균값

Table 4. Average measured RSSI/LQI 5 times per distance from RFID reader to 16m

Distance(m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
RSSI	151.9	150.2	145.7	139.2	136.2	132.4	128.6	126.2	123.4	121.8	121.2	120.0	119.3	116.8	114.9	114.5
LQI	227.5	227.9	229.4	228.5	226.7	228.3	224.6	227.2	225.8	225.7	223.9	224.3	224.0	221.3	219.3	220.2

표 5. 17m에서 28m까지 거리당 RSSI/LQI 5회 측정 평균값

Table 5. Average of five RSSI/LQI measurements per distance from 17m to 28m

Distance(m)	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
RSSI	114.3	114.1	114.0	113.8	113.7	112.9	110.1	109.6	108.2	106.3	104.3	103.0
LQI	218.5	219.2	219.9	220.2	220.4	220.1	219.6	218.9	218.6	217.9	217.4	216.7

4.2 database 구축

정방형 격자점 좌표에 대해 4대의 RFID 태그에서 발신하는 RSSI 값을 4대의 RFID 리더에서 5회 측정 후 평균한 DB 값을 표시하면 표 6과 같다.

표 6. 교차점에서 측정한 RSSI DB값

Table 6. RSSI DB values measured at the intersection

Intersection coordinates	RSSI measurements			
	reader 1	reader 2	reader 3	reader 4
(x_1, y_0)	151.6	114.4	103.8	113.9
(x_2, y_0)	150.0	113.8	105.8	113.8
(x_3, y_0)	145.8	113.6	106.2	113.6
(x_4, y_0)	139.3	113.5	107.5	113.5
(x_5, y_0)	136.4	113.3	108.1	113.4
(x_6, y_0)	132.2	115.8	108.7	113.2
(x_7, y_0)	128.3	118.6	108.9	113.1
(x_8, y_0)	126.4	119.5	110.0	112.9
(x_9, y_0)	123.1	121.3	110.6	112.7
(x_{10}, y_0)	121.5	121.6	112.4	112.4
(x_{11}, y_0)	121.1	123.5	112.6	109.8
(x_{12}, y_0)	119.8	126.7	113.2	109.0
:				
(x_{10}, y_{20})	112.6	111.7	121.6	121.6
(x_{11}, y_{20})	110.0	112.6	123.5	121.1
(x_{12}, y_{20})	110.2	113.2	125.5	119.8
(x_{13}, y_{20})	109.9	113.5	126.4	119.1
(x_{14}, y_{20})	109.7	113.6	132.7	115.6
(x_{15}, y_{20})	107.9	114.1	136.4	114.6
(x_{16}, y_{20})	107.6	114.0	139.5	114.8
(x_{17}, y_{20})	106.5	114.3	145.9	114.2
(x_{18}, y_{20})	104.8	114.3	151.4	114.0
(x_{19}, y_{20})	103.8	114.4	152.3	113.9

4.3 이동체의 위치인식 실험

그림 6과 같이 드론에 RFID 태그를 부착하고 RFID 리더 1번에서 3번 쪽으로 이동하는 경우에 대해 교차점에서 RSSI 신호를 5회 측정하여 평균값을 구한다. RFID 태그 부착 드론이 지정 교차점에서 RSSI 값을 측정한 결과는 표 7과 같다.



그림 6. 드론에 tag 장착

Fig. 6. Mounting a tag on a drone

표 7. tag 부착 드론의 RSSI 5회 측정 평균값

Table 7. Average RSSI of 5 measurements of a drone with a tag

Intersection coordinates	RSSI measurements			
	reader 1	reader 2	reader 3	reader 4
(x_2, y_2)	143.5	114.0	106.8	139.9
(x_4, y_4)	133.6	114.4	110.2	114.3
(x_6, y_6)	123.8	114.7	113.9	114.7
(x_8, y_8)	120.9	115.2	114.4	115.6
(x_{10}, y_{10})	116.4	116.2	117.5	116.5
(x_{12}, y_{12})	114.4	115.6	120.6	115.7
(x_{14}, y_{14})	113.5	114.8	123.5	115.3
(x_{16}, y_{16})	116.6	114.4	132.7	114.4
(x_{18}, y_{18})	107.2	114.0	144.6	114.2

RFID 태그 부착 드론이 교차점에서 측정한 RSSI 값과 DB값을 비교 표시하면 그림 7과 같다.

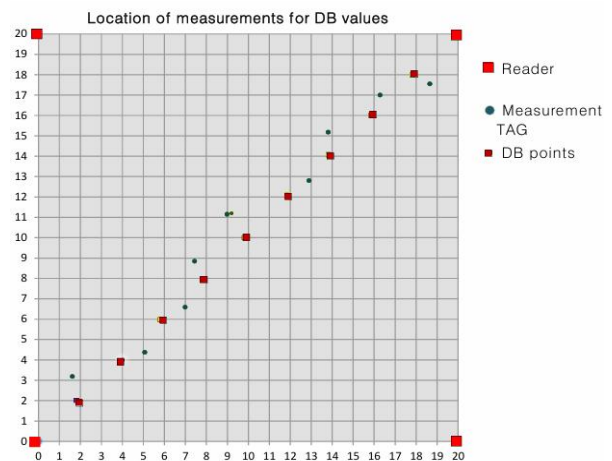


그림 7. DB값과 이동 드론의 RSSI값 비교

Fig. 7. Comparison of DB values and RSSI values of mobile drones

교차점의 DB값과 표 7에 표시된 이동체의 위치 인식으로 측정된 RSSI 값을 그림 8에서와 같이 각 교차점을 기준으로 각각 비교하면 이동체의 진행 방향인 y축에 대해 최대 1.3m 최소 0.8m의 오차가 발생하였다.



그림 8. DB값 대비 측정값의 오차
Fig. 8. Error in measured value versus DB value

x축에 대해서는 이동체의 진행 방향 기준으로 최대 1.1m 최소 0.3m의 오차가 발생하였다.

4.4 성능개선 결과

성능개선을 위한 오차보정 방법은 표 7의 4대의 RFID 리더에서 측정된 RSSI 값을 다음과 같이 처리한다.

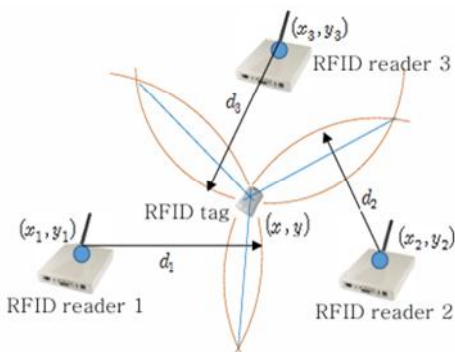


그림 9. 위치추정 삼각법
Fig. 9. Position estimation trigonometry

첫째, 수신신호 강도 지수가 큰 값 순으로 3개의

값에 대하여 그림 9와 같이 거리 계산 식을 이용하여 세 개의 거리를 각각 계산 후 삼각법으로 이동체의 위치를 추정한다.

둘째, RSSI 신호 값이 작은 순으로 3개를 위의 방법으로 삼각법으로 계산한다.

셋째, 위의 두 가지 삼각법으로 구한 두 끝점의 위치를 이용하여 선형 보간법으로 이동체의 측정 위치를 추정한다.

성능개선 오차 보정 후 RFID 태그의 측정 위치와 DB 값의 위치 그리고 오차보정 후 태그의 위치를 비교하면 그림 10과 같다.

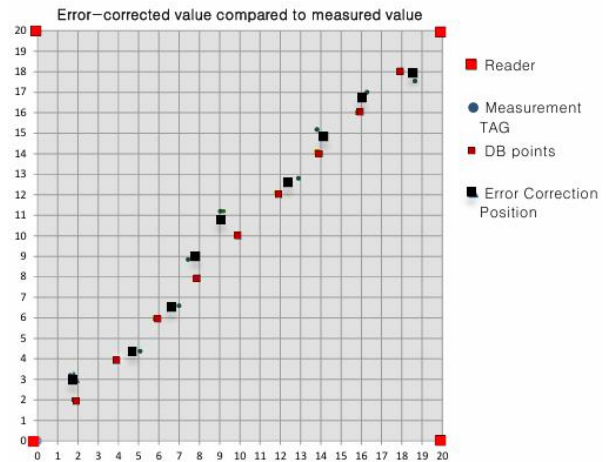


그림 10. DB값 대비 측정값의 오차
Fig. 10. Error-corrected value compared to measured value

오차 보정은 y축에 대하여 최소 0.07m, 최대 0.23m, x축에 대해서는 최소 0.05m, 최대 0.22m로 평균 0.16m의 성능이 개선되는 것으로 나타났다.

RFID 리더와 태그 사이를 단위 미터 거리로 환산하면 16%가 개선되는 결과를 보였다. 이 결과는 일반적인 삼각법을 적용하여 위치를 추정하는 방법보다 정확도가 높다는 것을 보여준다.

V. 결 론

지능형 환경에서 위치인식 기술은 공간환경을 구성하는 주요한 기술 중 하나이다. 전파의 수신신호 세기 값은 실내나 실외 구분 없이 거리에 따라 변하는 특성을 이용하여 이동체의 위치를 추정하는

방법이다.

본 연구에서는 측위 환경에 상관없이 사용할 수 있도록 거리 단위의 RSSI 값을 측정하고 측정 범위를 격자형 셀 형태로 구분하였다. 구분한 격자형 셀의 각 교차점에 대하여 RFID 리더 별로 RSSI 값을 DB화 하여 이동체의 위치를 추정하는 방법을 제안하였다. 그리고 위치인식 오차를 줄이는 방법으로 두 번의 삼각법을 적용하여 교점 좌표를 선형 보간법으로 성능을 개선 시키는 방법을 제안하였다.

본 논문은 기존의 위치인식에서 참고 태그를 사용해야 하는 방법과 다르게 위치인식 환경이 변할 경우에도 활용할 수 있도록 거리 단위 측정값과 삼각법을 이용하여 측정 범위의 각 교점 좌표를 DB화 하여 시스템 구성을 단순화시켰다.

실험을 통해, DB 구축과 오차 보정 방법 적용 시 16%의 오차를 줄이는 결과를 확인하였다.

본 연구 결과로 제안한 방법은 위치인식 오차 보정을 통해 성능을 개선 시키는 방법이며, 다양한 환경에서 활용될 수 있을 것이다.

References

- [1] D. Macagnano, G. Destino, and G. Abreu, "Indoor Positioning: a Key Enabling Technology for IoT Applications", IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2014.
- [2] H. W. Choi, "Indoor location estimation system using bluetooth low energy beacon landmark", MS Thesis, Korea Univ., 2016.
- [3] B.-Y. Kim and D.-S. Ko, "Implementation of RSSI-based RTLS for Improvement of Location Awareness Performance in Underground Space", Journal of KIIT, Vol. 17, No. 8, pp. 85-91. Aug. 2019. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2019.17.8.85>.
- [4] M. Shin, "Performance Improvement of -based Indoor Localization Technology with IEEE 802.15.4 under IEEE 802.11b Interference", Dept. of Electronics and Computer Engineering, Ph.D. dissertation, Hanyang University, 2016. <https://docviewer.nanet.go.kr/reader/viewer>.

- [5] S. C. Chapra and R. P. Canale, "Numerical methods for engineers" 6th, McGraw-Hill, 2012.
- [6] J. Kim, H. Kim, J. Kim, S. Lee, and D. Soo, "An indoor localization approach using and LQI based on IEEE 802.15.4", Korean Society of Marine Engineering, Vol. 38, No. 1, pp. 92-98, Dec. 2013. <http://dx.org/10.5916/jkosme.2014.38.1.92>.
- [7] www.syris.com. [accessed: Jan. 15. 2026]
- [8] J. Hightower and G. Borriello, "Location Sensing Techniques", IEEE Computer, Vol. 34, No. 8, pp. 57-66, Aug. 2001.
- [9] N.-W. Park and J.-K. Choe, "A Study on Location Estimation for Unmanned Carrier", Journal of KIIT, Vol. 17, No. 4, pp. 37-42. Apr. 2019. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2019.17.4.37>.

저자소개

김 보 연 (Bo-Yeon Kim)



1990년 2월 : 경희대학교
전자공학과(공학사)
2008년 2월 : 연세대학교
전파통신공학전공(공학석사)
2010년 2월 : 연세대학교
전기전자공학과(박사수료)
2020년 8월 : 목원대학교

지능정보융합학과(공학박사)

2026년 6월 현재 : 세경대학교 정보기술·드론과 교수
관심분야 : 통신시스템, IoT, RTLS, M/W, 데이터마이닝