



장면분석법에 참고태그를 활용한 근로자 위치확인 시스템의 성능

김보연*, 박필원**

Performance of the Workers Location Positioning System Using Reference Tag in the Scene Analysis Method

Bo-Yeon Kim*, Pill-Won Park**

요 약

사물의 위치를 확인하는 기술은 물류, 제조, 재해예방 활동 등 다양한 분야에서 유비쿼터스 환경의 실현을 위하여 매우 중요하다. 본 연구는 장면분석법에 참고태그와 위치확인 보정 알고리즘을 적용하여 근로자의 위치를 추정하는 기법을 제안하였다. 본 연구에 적용한 위치확인 보정 알고리즘은 작업환경에서 근로자의 위치 확인 정확도를 높이기 위하여 측정태그의 수신 전파신호 세기를 거리오차의 전파신호세기로 보정하는 방법이다. 측정태그로부터 오차보정용 참고태그의 거리가 6m 이내로 하고 능동형 RFID 태그와 위치 판독 시스템을 이용한 실험결과, 평균 오차가 $\pm 0.75\text{m}$ 로 측정되었다. 제안된 기법은 기존의 전파신호세기만을 이용하는 위치 확인 기법에 비하여 위치확인 오차를 12~15% 개선할 수 있다는 것을 확인하였다.

Abstract

The technology for identifying the location of objects is very important for the realization of the ubiquitous environment in various fields, including logistics, manufacturing, and disaster prevention activities. This study proposed a technique for estimating the location of workers by applying reference tags and positional correction algorithms to scene analysis methods. The positioning correction algorithm applied to this study is a method that calibrates the received radio signal strength of a measuring tag with the radio signal strength of the distance difference in order to improve the accuracy of workers' positioning in the working environment. The average error was measured at $\pm 0.75\text{m}$ as a result of our experiment using an active RFID tag and position reading system as well as setting the distance between the reference tag for error correction and the measurement tag within 6m. The proposed technique confirmed that the location error could be improved by 12-15% compared to the existing positioning technique that uses only radio wave signals.

Keywords

internet of things, scene analysis, real time location system, received signal strength indication

* 대림대학교 전자통신과 정보통신코스 교수

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9402-9351>

** 동국대학교 컴퓨터공학과 전문연구원(교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4693-6042>

· Received: Nov. 19, 2019, Revised: Dec. 20, 2019, Accepted: Dec. 23, 2019

· Corresponding Author: Pill-won Park

Dept. of Computer Science & Engineering, Dongguk University, 30,

Pildong-ro 1-gil, Jung-gu, Seoul, Republic of Korea

Tel.: +82-2-3899-3203, Email: pillwon79@gmail.com

1. 서 론

유비쿼터스(Ubiquitous) 환경을 실현하기 위해서는 개체의 위치를 인식하는 기술이 물류, 산업 환경, 지식생산 활동 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 도시의 발전과 환경의 변화로 생활공간 활용도를 높이기 위하여 다양한 형태의 공간건축이 실현되고 있다. 이러한 건설현장의 작업 공간 내에서 작업 근로자의 안전과 환경관리를 위한 위치확인 은 필요한 기술로 인식되고 있다.

실내 및 지하 공간 등 한정된 장소에서 작업근로자의 작업위치 확인과 거리 측정을 위해 사용하는 위치인식기술에서 정확도는 중요한 요소이다[1].

전파를 이용해 개체의 위치를 추정하는 알고리즘은 크게 삼각법(Triangulation), 장면분석(Scene analysis)법 그리고 근접(Proximity)법으로 구분할 수 있다[1][2].

실내외 위치인식기술인 RTLS(Real Time Location System)는 ToA(Time of Arrival)방식, TDoA (Time Difference of Arrival)방식, AoA(Angle of Arrival)방법, PoA(Phase of Arrival)방법, 그리고 전파의 수신 신호세기를 이용하는 RSSI(Received Signal Strength Indication)방식이 있다[3][4].

본 연구는 위치확인용 태그와 참고용 태그를 구분하여 다양한 실내외 작업공간에서 작업진척에 따른 작업자의 이동성을 고려하였다. 위치확인시스템은 작업인력의 안전과 환경관리를 동시에 수행할 수 있도록 하였다. 그리고 전파의 수신신호를 기반으로 참고용 태그[5]를 장면분석법에 적용하였다.

위치확인 오차를 줄이고자 위치인식 전 참고용 태그와 위치확인 시 참고용 태그의 신호 값을 비교하였다. 그 결과 측정신호 차이를 오차보정 값으로 측정용 태그에 가감하는 방법의 알고리즘을 제안하였다.

작업구역 내에 근로자의 위치확인 과 동선 파악 및 안전관리의 정확도 향상을 위해 한 개의 참고용 태그와 인식기를 일대일로 결합하였다. 이것은 기존의 일반적인 위치확인 시스템 보다 시스템 구성이 간단하도록 하였다. 데이터 수집 인식기는 작업위치 변경 및 위치확인 시 환경변화에 유연하게 대처하

기 위하여 무선 랜으로 메인 컴퓨터와 연결되도록 하였다. 그리고 위치확인 전 참고용 태그의 거리단위 전파 신호세기 측정값을 데이터베이스화 하였다. 따라서 데이터베이스의 전파신호세기를 장면분석의 기준신호로 하고, 측정용 태그의 RSSI 신호에 위치보정 알고리즘 적용하여 장면 분석하는 방법[6]이 작업자의 안전과 환경관리를 위한 편리한 방법임을 실험을 통하여 확인하고자 한다.

II. 관련 기술

2.1 위치인식 기술

위치인식을 위한 측위 기술은 사람이나 사물의 위치를 실시간 정확하게 인식하여 다양한 서비스 제공 및 응용 시스템에 활용하는 기술로 실외 위치인식서비스는 GPS(Global Positioning System)와 LBS(Location Based Service)를 활용하고, 실내외 위치인식으로는 RTLS를 이용한 서비스로 구분한다 [7]. 위치인식(Location awareness)기술은 크게 특정순간 물체의 정확한 위치를 결정하여 주는 위치확인(Location positioning)과 특정 시간 전, 현재시간의 연속적인 물체의 이동 즉 궤적을 인식하는 위치추적(Location tracking)으로 그림 1과 같이 분류한다.

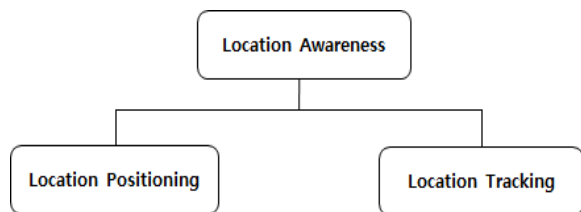


그림 1. 위치인식의 분류

Fig. 1. Classification of location awareness

2.2 장면분석법

장면분석법은 정해진 공간상에서 태그의 위치추정을 위해 대상공간의 특징을 미리 이차원 평면상에 데이터베이스화 한다. 그리고 측위 태그가 위치한 공간을 측위 후 이차원 평면에 저장된 데이터베이스와 비교해 위치를 파악하는 방식이다[6].

장면분석법은 거리측위에서 보편적으로 사용하는 기하학적인 각도 또는 거리가 제공되지 않더라도

측정단계에서 주변 환경의 변화된 상황을 반영함으로 다른 기법에 비해 높은 위치추정 방법으로 위치 인식의 오차를 줄이는 장점이 있다[8]. 그러나 측정 장소의 환경이 변경되면 측정공간의 데이터베이스의 측정값을 수정해야하는 단점이 있다.

2.3 거리 측위 기술

전파 신호세기를 이용한 위치측위 방법으로는 이차원 평면상에서 무선전파를 송출하는 태그의 신호세기를 인식기가 측정하고, 신호강도에 따른 신호전달거리를 계산하는 방법으로 Friis공식을 적용하면 식 (1)과 같다[7].

$$L = 20\log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) [dB] \quad (1)$$

λ 는 전파의 파장으로 거리 d 와 동일한 단위를 사용한다. 식 (1)을 인식기와 태그 사이의 거리 d 의 식으로 표현하면 식 (2)와 같다[7].

$$d = \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right) \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \left(\frac{C}{4\pi f} \right) \cdot 10^{\frac{L}{20}} \quad (2)$$

식 (2)의 C 는 전파의 속도이고, f 는 주파수이다. 전파 신호세기를 이용한 방식은 추가적인 하드웨어 구성없이 시스템 구성이 간단하지만, 무선기기의 전파신호 특성에 따른 페이딩과 잡음(Noise) 그리고 주변 환경의 장애물 등의 영향으로 위치인식 오차가 발생하여 신뢰도가 떨어지기 때문에 정확도를 높이기 위한 알고리즘 결합 등 다양한 방법과 많은 연구가 진행되고 있다[3].

2.4 참고태그 적용 기술

위치추적의 정확성을 높이는 방법으로 많은 수의 태그를 사용하는 대신 참고태그(Reference tag)의 개념을 사용하는 대표적인 방법은 LANDMARK (Location Identification based on Dynamic Active RFID Calibration)은 미국 미시간 주립대와 홍콩과기대에서 실내 위치측정 시스템으로써 능동형 RFID를 사용하지만 308MHz 주파수 대역을 사용하였다

[5]. 그리고 참고태그를 일정한 간격으로 배치하여 참고태그를 토대로 실제 태그와의 거리 계산, 참고태그와 인식기와의 거리, 측정태그(Positioning tag)와 인식기와의 거리를 종합해서 측정태그의 위치를 판별하는 방법이다. 그러나 시스템의 정확도 인식기의 수, 참고태그의 수 그리고 각 인식기의 전파신호 수신세기에 의존하는 관계로 참고용 태그의 수량에 따른 개별적으로 거리를 계산하기 때문에 많은 부하를 동반하는 문제점이 있다[9][10].

III. 장면분석법에 참고태그를 활용한 위치확인 시스템

장면분석법에 참고태그를 활용한 위치확인 시스템은 한 구역의 측위 장소에 대하여 한 개의 인식기(AP, Access Point)에 능동형 참고태그 한 개와 복수의 측정태그로 구성된다. 위치확인 방법은 태그에서 발신하는 전파의 신호세기를 인식기에서 수신하여 메인컴퓨터에 전송하면 전파수신세기 측정값에 대하여 거리측위 계산식을 이용하여 인식기로부터 태그의 거리를 계산할 수 있다. 그림 2는 제안된 참고태그를 이용한 위치확인 시스템 구성도로 측정장소가 여러 개일 경우 인식기와 참고태그를 측정구역별로 설치한다.

그림 2에서 데이터베이스는 장면분석을 위한 장소 또는 특정구역의 도면을 장면인식의 전자지도로 변환시킨 자료와 전파지도 데이터베이스화 자료의 저장체이다.

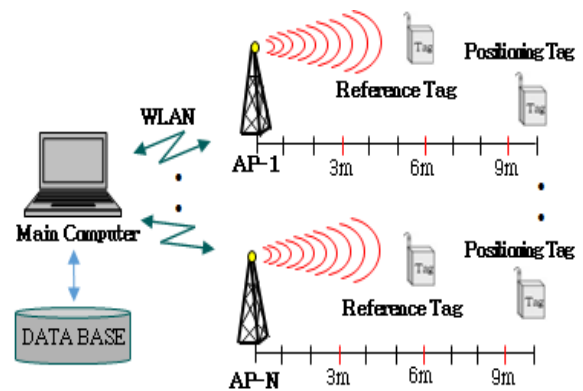


그림 2. 위치확인 시스템 구성도
Fig. 2. Location system configuration diagram

메인 컴퓨터는 태그의 전파수신신호의 거리계산과 데이터베이스 값을 비교하여 측정태그에 오차보정을 하고 그 결과를 거리 측위 계산식을 사용하여 연산하는 기능 및 전자지도상의 위치와 측정값의 위치를 비교분석 하는 기능을 수행한다. 그리고 다수의 인식기 관리와 통신을 담당한다.

인식기(AP)는 참고태그와 측정태그의 전파신호를 수신하여 메인 컴퓨터에 전송하는 역할을 수행한다.

참고태그는 측정환경에서 전파지도 데이터베이스 값과 비교하기 위한 전파신호를 발신하는 기능을 수행한다. 측정태그는 측위장소에서 위치를 확인하기 위한 이동체 역할을 수행한다.

3.1 전파지도 데이터베이스 구축

전파지도 데이터베이스 구축을 위한 개념도는 그림 3과 같다. 인식기는 지면으로 부터 1m 높이로 특정지역에 고정시키고 인식기를 기준으로 단방향의 동일선상에 1~10m 거리를 1m간격으로 표시한다. 지면으로 부터 1m 높이에 한 개의 참고태그를 설치한다. 그리고 거리변화에 따라 인식기에서 참고태그의 전파신호세기를 3분 간격으로 5회 측정하여 평균을 전파지도 데이터베이스 값으로 사용한다.

전파지도 데이터베이스 구축을 위한 전파신호세기 값 측정은 외부의 전자파 방해 및 장애물 등의 환경적인 장애 요인을 최소화 할 수 있는 공간에서 실시한다. 측정한 전파신호세기를 식 (1)과 식 (2)를 사용하여 인식기로부터 참고태그의 거리를 계산 후 전자지도를 이용하여 지정장소 또는 특정구역의 도면에 측정태그의 위치확인을 위한 장면분석에 사용 한다.

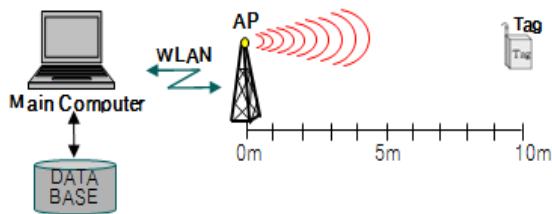


그림 3. 데이터베이스 구축 개념도
Fig. 3. Database deployment concepts diagram

3.2 참고태그 활용 위치측위 방법

참고태그의 최적거리 선정을 위하여 한 개의 측정구역에 대하여 인식기 한 개와 참고태그 한 개 그리고 다수의 측정태그로 구성한다. 그리고 인식기 한 개를 1m 높이로 설치하고 인식기를 기준으로 참고태그 위치를 인식기 위치확인 구역의 동일선상 직선거리 3m에 고정시킨다. 측정태그의 거리변화에 대한 참고태그와 측정태그의 전파신호세기를 측정 한다.

동일한 방법으로 참고태그를 6m, 9m에 각각 고정시키고 참고태그와 측정태그의 전파신호세기를 측정한다.

3가지 각각의 측위 신호에 대하여 참고태그의 신호는 전파지도 데이터베이스와 비교하여 위치확인 보정 알고리즘에 적용하고, 측정태그는 위치확인 신호 값으로 활용한다. 전파신호 측위 시 측정태그가 받을 수 있는 환경의 변화를 참고태그도 동일하게 받게 되므로 태그와 인식기 사이의 거리를 측위 하는데 미치는 환경적 요소들을 동일한 것으로 판단 할 수 있다.

참고태그가 고정된 세 가지 경우의 측위에 대하여 환경적인 전파수신신호 오차(Gap)가 적은 위치를 참고태그 고정위치로 설정한다.

3.3 위치확인 보정 알고리즘 적용 방법

본 연구에 적용한 위치확인 보정 알고리즘은 작업환경에서 근로자의 위치확인 정확도를 높이기 위하여 측정태그의 전파신호수신세기 값에 거리오차의 전파신호세기 값을 보정하는 방법이다. 위치확인 시 수신한 참고태그의 전파신호 값을 전파지도 데이터베이스 기준 값과 비교하여 오차 범위보다 큰 경우와 오차범위인 경우, 그리고 오차범위 보다 작은 경우의 세 가지로 구분하여 보정 알고리즘을 적용한다.

오차범위 최소화는 단위거리 0.5m(수신 전파신호세기 RSSI 측정 값 ± 2)에 해당하는 전파신호수신 세기 값으로 정한다.

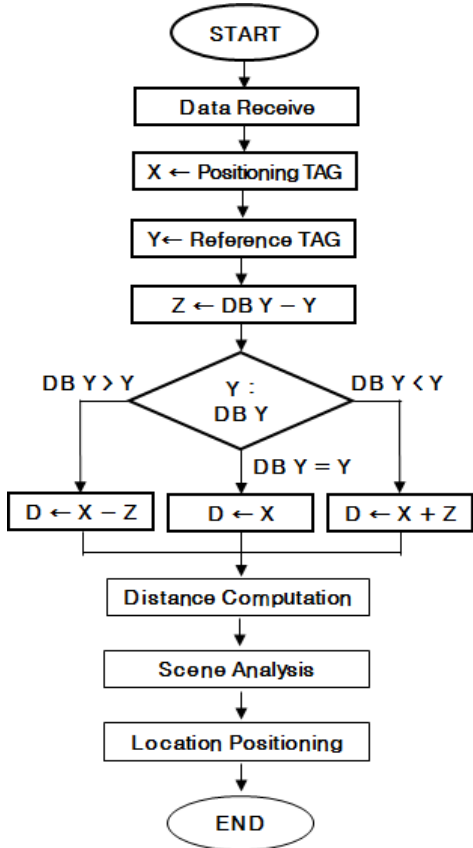


그림 4. 제안하는 오차보정 알고리즘
Fig. 4. Proposed error correction algorithm

측정오차 보정방법으로 각 인식기와 연계된 참고 태그의 최적 오차 값의 거리를 구하기 위하여 3m, 6m, 그리고 9m에 대하여 각각 개별적으로 참고태그의 전파 신호세기 값의 거리를 계산한다.

그림 4에서 X, Y는 참고태그와 측정태그의 전파 신호 수신세기 값이고 DB Y는 전파지도 데이터베이스의 전파 신호세기 값이다.

위치확인 오차보정 알고리즘 적용을 위해 참고태그 값과 전파지도 데이터베이스 값을 비교하여 세 가지 판단 결과에 따라 측정태그의 전파 신호세기 값에 차이를 가감한 결과를 식 (1)과 식 (2)를 사용하여 계산 후 장면분석법으로 근로자의 작업위치를 확인한다.

IV. 실험 방법 및 결과

4.1 실험 방법

4.1.1 시스템 구성

위치인식 실험을 위한 시스템 구성은 데이터 수집 및 위치를 판독하기 위한 중앙컴퓨터 시스템과 데이터 수집 인식기는 무선 LAN으로 구성한다.

태그는 RSSI/LQI(Received Signal Strength Indication/Link Quality Indication) 신호를 송출하는 능동형 태그로 시스템 사양은 표 1과 같다.

위치확인 시스템 구성은 위치정보 데이터 분석 컴퓨터와 인식기의 데이터통신은 IEEE 802.11n 규격의 무선 LAN을 사용하였다.

인식기 한 개와 참고용 태그는 일대일로 구성하고 측정용 태그는 복수로 한다. 위치확인 측정태그와 참고태그는 2.45GHz 마이크로파 대역의 주파수로 저 전력으로 데이터를 송수신 한다.

표 1. 시스템 사양
Table 1. System specifications

		Specification
Main computer		Windows 10 compatible
Wireless LAN		IEEE 802.11n
Access point	Communicate	2.45GHz Support read and write
	RSSI/LQI	0 ~ 255
TAG	Communicate	2.45GHz Support read and write
	Channel	256
	Address	65536
	Transmission range	Up to 50m

실험에서 사용하는 참고태그와 측정태그는 능동형 RFID(Radio Frequency Identification) 태그로 매 2초 간격으로 RSSI/LQI를 Blink 신호로 발신한다[11]. 인식기와 태그의 데이터 전송은 최대 50m거리에서 상호 인식할 수 있도록 하였다. 본 실험에서는 단방향 10m를 기준으로 실험하였다.

4.1.2 실험 방법

첫째, 4.1.1의 시스템 사양에 의한 구성요소를 준비한다.

둘째, 3.1의 전파지도 데이터베이스 구축 방법으로 참고태그의 단위 거리 1m의 거리변화에 대한 전파신호세기를 5회 측정하여 평균값을 전파지도 데이터베이스화 작업을 한다.

셋째, 참고태그의 최적 위치 선정을 위하여 인식기로부터 참고태그를 3m, 6m 그리고 9m에 각각 고정시키고 각 위치에 대해 참고태그는 3회 측정하고 측정태그는 거리변화에 대한 전파신호 세기를 측정한다.

넷째, 참고태그가 3m일 때의 측정값을 전파지도 데이터베이스와 비교하여 오차보정 값을 구하고 측정태그에 오차보정 값을 적용하여 식 (1)과 식 (2)를 이용하여 거리에 대한 위치좌표를 구한다.

다섯째, 참고태그가 6m일 때와 9m일 때 위의 넷째와 같은 방법으로 측정태그의 위치좌표를 구한다.

여섯째, 각 위치좌표에 대해 지정장소 또는 특정 구역에 대한 장면인식의 전자지도를 이용하여 장면분석법을 적용하여 작업 근로자의 위치를 확인한다.

4.2 실험 결과

4.2.1 전파지도 데이터베이스 측정 값

전파지도 데이터베이스 구축을 위한 거리변화에 따른 참고태그의 전파신호세기를 측정한 결과는 표 2와 같다. 표 2에서 상단의 숫자는 5회의 측정횟수이고 average는 단위거리에 대한 5회 측정값의 평균을 표시하였다. 좌측의 distance는 인식기로부터 태그가 떨어진 거리를 1m~10m까지 표시한 것이고, 내부의 숫자는 측정한 전파신호세기 값으로 양의 정수 부분만 측정값으로 인정하였고, 측정신호 평균을 전파지도 데이터베이스 구축자료로 사용한다.

표 2. 전파지도 데이터베이스 RSSI 측정 값
Table 2. Radio map database RSSI measurements

Distance(m)	1	2	3	4	5	Average
1	159	163	158	162	158	160
2	151	158	150	153	148	152
3	144	142	148	146	143	145
4	140	138	142	142	140	140
5	136	133	137	138	134	136
6	131	130	134	135	133	133
7	128	127	129	130	128	128
8	126	124	127	125	123	125
9	123	122	125	122	120	122
10	120	119	122	117	121	120

4.2.2 참고태그와 측정태그의 측정 값

인식기와 참고태그의 거리가 3m일 때, 6m일 때, 그리고 9m에 대하여 3회의 전파신호세기의 측정값은 표 3으로 상단의 숫자는 측정횟수를 표시하였고 좌측은 인식기로부터 참고태그의 거리를 표시하였다. 참고태그를 3회 측정한 평균한 값을 참고태그의 측위신호 기준 값으로 사용하였다.

참고태그가 3m일 때, 6m일 때 그리고 9m 일 때 각각의 경우에 대하여 측정태그의 거리 변화에 대한 전파신호세기의 측정값은 표 4와 같다.

표 3. 참고태그의 RSSI 측정 값
Table 3. RSSI measurements for reference tags

Distance	1	2	3	Average
3(m)	138	137	139	138
6(m)	125	130	128	128
9(m)	115	112	116	114

표 4에서 상단의 3m, 6m, 9m는 참고태그의 고정 위치 거리이고 좌측의 숫자는 측정태그의 거리변화를 표현하였다. 그리고 오차는 참고태그 거리변화에 대하여 측정태그의 전파신호세기의 측정값 변동의 최대와 최소값의 차이를 표시한 것으로 오차(gap 3)은 거리 측정오차가 ±0.75m를 나타내는 것으로 오차가 작은 숫자일 때 환경적인 영향이 적다는 것으로 나타났다.

표 4. 참고태그에 대한 측정용 태그 RSSI 측정 값
Table 4. Tag RSSI measurements for reference tags

Distance(m)	3m	6m	9m	Gap
1	154	158	157	4
2	146	150	148	4
3	139	142	141	3
4	132	135	137	5
5	128	131	134	6
6	126	127	129	3
7	119	122	120	3
8	117	120	121	4
9	114	117	113	4
10	112	113	110	3

4.2.3 태그좌표 및 오차보정 값 적용 결과

참고태그를 활용하여 측정태그의 전파신호세기를 측정된 결과를 위치좌표로 표시하면 그림 5와 같다.

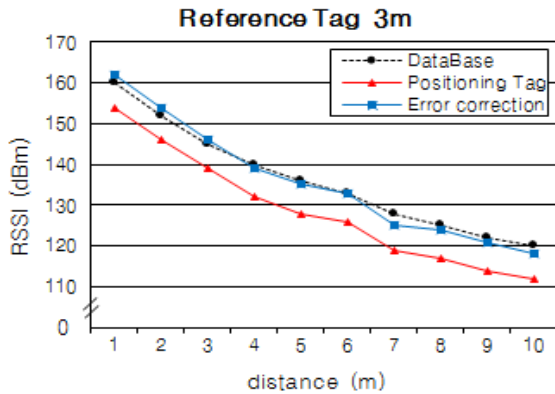


그림 5. 참고태그 3m에서 RSSI 측정

Fig. 5. RSSI measurement at the reference tag 3m

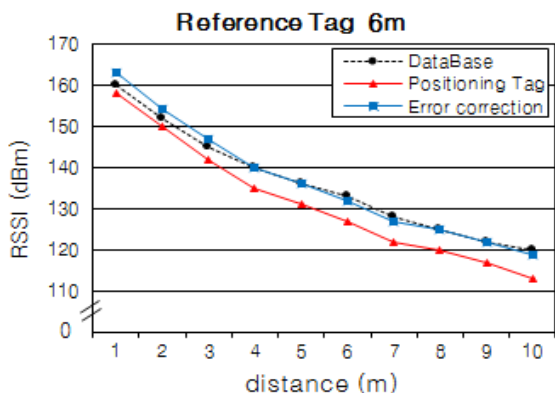


그림 6. 참고태그 6m에서 RSSI 측정

Fig. 6. RSSI measurement at the reference tag 6m

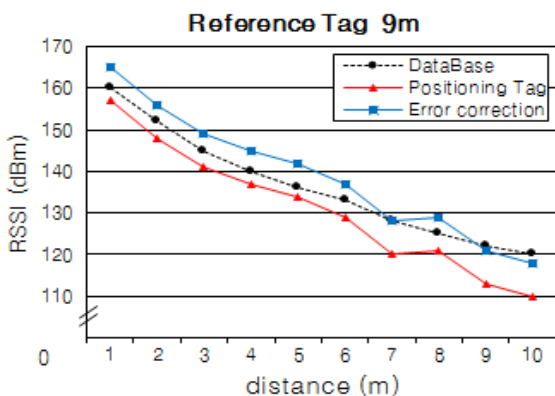


그림 7. 참고태그 9m에서 RSSI 측정

Fig. 7. RSSI measurement at the reference tag 9m

그림 5에서 점선은 전파지도 데이터베이스 측정 값을 위치좌표로 표시한 것이고, 위쪽 실선은 오차 보정을 적용한 측정태그의 위치좌표 값이다. 그리고 아래 실선은 실제 측정태그의 전파신호세기를 측정 한 위치좌표 값이다.

분석결과 위치확인 시 참고태그의 거리가 3m일 때 전파지도 데이터베이스의 기준 값과 비교하여 측정태그에 오차보정 수치를 적용한 결과 1m에서 10m거리에 대하여 위치확인용 태그는 최소 1.0m에서 최대 1.4m 오차가 나타났다.

그림 6에서 점선은 전파지도 데이터베이스 측정 값의 위치좌표이고 위쪽 실선은 참고태그가 6m일 때 측정태그에 오차보정을 적용한 위치좌표 값이다. 그리고 아래 실선은 측정태그의 전파신호세기를 측정 한 위치좌표 값이다.

분석결과 측정태그의 위치 좌표는 오차보정 후 인식기로부터 1m에서 10m의 거리에 대해 최소 0.9m에서 최대 1.3m의 오차가 존재하는 것으로 제안의 알고리즘이 12~15%의 위치확인 오차를 개선 하는 결과를 보였다.

그리고 참고 태그가 9m일 때 측정태그의 위치좌표는 그림 7과 같다. 그림 7에서 점선은 데이터베이스 기준 값이고 아래 실선은 측정태그의 실 측정 위치좌표 값이고 상단의 실선은 위치보정 후 측정 태그의 위치좌표를 표시하였다.

분석결과 인식기로부터 1m에서 10m거리에 대하여 측정태그의 측위 값은 위치보정 후의 좌표 값에 대비 최소 1.1m에서 1.7m가 표시되었다.

4.3 결과 분석

본 실험의 위치확인 은 전파 환경을 고려한 공간 보다는 실제 산업 환경에 적용하기 위하여 기업 연 수원의 인테리어 공사 현장에서 실시하였다. 측위 오차를 줄이기 위해서 거리단위 전파지도 데이터베이스 구축을 정확하게 하는 것이 중요하였다. 또한 참고태그의 전파지도 데이터베이스 신호 값과 위치확인 시 참고태그의 신호 값 차이를 위치측위 오차 보정 값으로 장면분석법에 적용 시 오차보정 전 본 실험에서 나타난 일반적인 전파신호세기 위치확인 방법보다 알고리즘 적용의 제안방법이 12~15%

위치확인 오차를 개선하는 결과를 보였다. 실험의 결과에서 인식기와 오차보정용 참고태그의 거리는 6m 이내에서 평균 오차가 3이다. 이는 물리적인 거리 $\pm 0.75m$ 에 해당하는 것으로 참고태그 6m에서 RSSI 값을 위치보정 알고리즘 값으로 사용하는 것이 위치확인 오차를 줄이는 신호 값을 실험의 결과로 확인하였다.

V. 결 론

본 연구는 측위 전 참고태그의 전파신호 수신세기 값을 거리단위로 전파지도 데이터베이스를 구축하고 작업자의 공간 위치확인 정확도를 높이고자 측정단계에서 참고태그의 전파신호세기를 데이터베이스 값과 비교하여 차이 값을 오차보정 알고리즘 신호 값으로 측정태그의 전파신호세기 값에 가감하여 위치확인 좌표를 장면분석법에 적용하였다.

작업 장소에서 근로자의 정확한 위치확인 은 작업자의 안전 및 작업 환경관리를 위하여 시스템 구성이 간단하고 작업현장의 여건에 따라 유연하게 대처할 수 있는 제안방법이 위치확인 시 최소 반경 0.9m에서 최대 1.3m의 오차를 보임으로 산업현장에 적용할 수 있는 정확도를 보였다.

또한 일반적인 산업현장에서는 본 연구에서 제안한 무선 LAN 구간을 현장 여건에 따라 유선으로 변경하면 적은 시스템 구성비용으로 작업자의 개별 위치확인 과 작업 환경관리를 위한 안전 활동 등 다양한 분야에 유용하게 쓰일 수 있다.

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] Jeffery Hightower and Gaetano Borriello, "Location Sensing Techniques", IEEE Computer, Vol. 34, No. 8, pp. 57-66, Aug. 2001.
- [3] Bo-Yeon Kim and Dae-Sik Ko, "Implementation of RSSI-based RTLS for Improvement of Location Awareness Performance in Underground Space", Journal of Korean Institute Information Technology, Vol. 17, No. 8, pp. 85-91, Aug. 2019.
- [4] T. Roos, P. Myllymaki, H. Tirri, P. Misikangas, and J. Sievanen, "A probabilistic approach to WLAN user location estimation", International Journal of Wireless Information Networks, Vol. 9, No. 3, pp. 155-164, Jul. 2002.
- [5] Lionel. M. Ni, Yunhao Liu, Yiu, Cho Lau, and Abhishek P. Patil, "LANDMARC:Indoor Location Sensing Using Active RFID", Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2003. (PerCom 2003). Fort Worth, TX, USA, pp. 407-415, Mar. 2003.
- [6] Dohee Lee, Bong-Ki Son, and Jaeho Lee, "Distribution Method of BLE Fingerprinting for Large Scale Indoor Environment", Journal of KIPS Transactions on Computer and Communication Systems, Vol. 5, No. 10, pp. 373-378, May 2016.
- [7] <http://hykim.net>, "Triangulation", [accessed: Feb. 10, 2019]
- [8] Minchyl Shin, "Performance Improvement of RSSI-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.
- [9] Jorgen Bach Andersen, Theodore S. Rappaport, and Susumu Yoshida, "Propagation Measurements and models for wireless communication channels", IEEE Communications Magazine, Vol. 33, No. 1, pp. 42-49, Jan. 1995.
- [10] Doohee Nam and Ho-Yeon Han, "Indoor Positioning System Using Fingerprinting Technique", Korea Institute of Intelligent Systems, Vol. 7, No. 1, pp. 1-9, Feb. 2008.
- [11] www.syris.com [accessed: Jan. 20, 2017]

저자소개

김 보 연 (Bo-Yeon Kim)



1990년 2월 : 경희대학교

전자공학과(공학사)

2008년 2월 : 연세대학교

전파통신공학과(공학석사)

2010년 2월 : 연세대학교

전기전자공학과 박사과정 이수

2019년 12월 ~ 현재 : 목원대학교

지능정보융합학과 박사과정

2019년 12월 현재 : 대림대학교 전자통신과 교수

관심분야 : 통신시스템 설계, IoT, RTLS, M/W

박 필 원 (Pill-Won park)



2008년 2월 : 충남대학교

컴퓨터공학과 졸업(공학사)

2010년 9월 : 고려대학교

컴퓨터전파통신공학과 졸업

(공학석사)

2017년 8월 : 고려대학교

컴퓨터전파통신공학과 졸업

(공학박사)

2019년 12월 현재 : 동국대학교 컴퓨터공학과 전문연구원

관심분야 : 이동통신 차량통신