
장애물이 위치 추정 시스템에 미치는 영향을 고려한 위치 보정 알고리즘에 관한 연구

강동조* · 이정주** · 박현주***

A Study on the Location Correction Algorithm considering effects of obstacles
on location estimation system

Kang Dong-Jo* · Lee Jeong-joo** · Park Hyun-Ju***

이 논문은 2단계 BK21사업과 한국연구재단(과제번호 : 2012-0090)의 지원을 받아 수행된 연구임

요 약

기존에 환경특성을 활용한 보정방법은 각각의 환경(NLOS/LOS) 특성에 대한 데이터베이스를 구축하고 보정 시, 환경에 대한 판단이 내린 후 해당 데이터를 활용하여 보정한다. 하지만 환경에 대한 판단을 내릴 수 없는 경우 기존 방식의 사용은 오히려 오차를 증가시킬 수 있다. 본 논문에서는 UWB 기반 위치추정시스템을 활용하여 실내환경에서 어떤 환경인지 판단을 내릴 수 없는 경우에 사용할 수 있는 위치추정시스템보정 알고리즘을 제안한다. 시스템의 특성을 관찰하기 위한 참조위치를 선정하며, LOS환경에서 위치추정시스템의 특성과 NLOS환경에서의 장애물에 따른 위치추정시스템의 특성을 조사하고 두 특성을 결합하여 이동객체의 위치정보를 보정하는 데이터로 사용한다. 제안하는 위치보정 알고리즘을 적용하여 측정된 객체의 위치 정보를 보정함으로써 위치 정확도가 향상됨을 관찰할 수 있었다.

ABSTRACT

The calibration method using the existing environmental characteristics is to correct taking advantage of the data that is followed judgement on the environment. If a decision is not made on the environmental judgement, the use of traditional methods may increase rather than errors. In this paper, UWB-based localization system is utilized. We propose Location Correction Algorithm which is available on if you can not make a judgment about any circumstances for location estimation system. Reference Points was selected to observe the characteristics of the localization system. This paper searched the characteristics of the localization system in LOS environment and NLOS environment, and used data correcting the location information of the moving object by combining the two environmental characteristics. The Location Correction Algorithm is applied to the location measured from the location estimation system. This algorithm corrects for the location information of the object. As a result, the location accuracy improvement were observed.

키워드

Ubisense 시스템, 위치 보정 알고리즘, 참조위치

Key word

Ubisense system, location estimation algorithm, Reference Point

* 준회원 : 한밭대학교 (hhkayona@naver.com)

접수일자 : 2012. 03. 09

** 준회원 : 한밭대학교

심사완료일자 : 2012. 05. 31

*** 정회원 : 한밭대학교

I. 서론

유비쿼터스 환경에서 사용자 위주의 다양한 응용 서비스들을 효과적으로 지원하기 위해서는 실내·외 환경에서 이동객체(이하 : Mobile Station:MS)의 위치 정보가 필요하다. 이러한 서비스를 효과적으로 지원하기 위한 기술이 위치 기반 서비스(Location-based Services: LBS)이며 이 기술은 이동통신망을 기반으로 위치 추정 기술을 이용하여 사람이나 사물의 위치를 정확하게 파악하고, 이를 활용하는 응용 시스템 및 서비스 전체를 의미한다[1].

현재 가장 널리 사용되고 있는 위치 추정 시스템인 위성 위치 확인 시스템(Global Positioning System: GPS)은 위성을 사용하여 위치를 추정하므로 위성신호가 도달할 수 없는 즉, 건물내부에서는 이동객체의 위치를 파악할 수 없다. 건물 내부와 같은 실내 환경에서 위치 추정을 위한 시스템이 존재하지만 무선신호를 방해하는 장애물이 배치되어 있기 때문에 객체의 위치를 추정하는데 어려움이 따른다[1]. 또한 위치 추정 시스템은 실내에서 완벽하게 설치하지 않을 경우 위치 추정 정확도가 낮아진다는 단점을 갖는다. 이 단점을 보완하기 위해 각각의 환경에 따라 환경데이터베이스를 구축하고 각각의 데이터베이스를 활용한 보정방법이 연구되었다. 하지만 이 방법은 시스템이 동작하는 환경에 맞는 환경 데이터베이스를 활용하기 때문에 시스템이 동작하는 환경에 대한 판단을 내릴 수 없을 경우 사용할 수 없다. 따라서 이와 같은 문제를 해결하여 실내 환경에서 객체의 위치 정확도로 향상시킬 수 있는 기술에 대한 연구가 필요하다.

이를 위해 본 논문에서는 실내 환경에서 우수한 위치 정밀도를 제공하는 초광대역통신(Ultra Wide-band : 이하 UWB) 기반의 Ubisense 시스템을 활용하여 연구를 진행하였다. UWB 기반 위치추정시스템은 정밀도가 높은 시스템으로 측정 데이터가 표준편차가 작은 값으로 집중됨을 관찰할 수 있으며, 같은 셀(cell)영역 안에서도 위치마다 측정된 위치 데이터 특성이 다양하고 일관된 특성을 보이는 시스템이다. 다음의 관찰된 특성을 활용하여 본 논문에서는 정밀도가 높은 시스템이 운용되는 환경이 어떤 환경인지 판단을 내릴 수 없는 경우에 위치 추정 시스템의 측정값을 보정하여 위치 정확도를 향상시킬 수 있는 알고리즘을 제안한다. 제안

하는 알고리즘은 정밀도가 높은 시스템이 동작하는 환경에 대한 판단과정 없이 시스템의 위치 정확도 보정에 사용될 수 있다.

논문의 구성은 II에서는 Ubisense 시스템 및 시스템에서 사용하는 추정 기법에 대해 소개하며, III에서는 제안하는 알고리즘에 대해 소개한다. IV에서는 알고리즘을 적용한 후의 결과값과 알고리즘을 적용하기 전의 결과값을 비교하여 정확도가 향상됨을 보인다. 마지막으로 V에서는 제안하는 알고리즘의 앞으로의 연구방향에 대해 언급하며 결론을 짓는다.

II. 관련연구

2.1. Ubisense System

UWB는 협대역 반송파에 정보를 실어 보내는 기존 RF 통신 기술과는 달리, 단거리 구간에서 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송(3.1~10.6GHz 대역에서 100Mbps이상의 속도로 전송)하는 기술이며 또한 아주 적은 전력을 소비하는 특징이 있어, 실내 위치 인식 시스템에 효과적인 기술이다[2]. UWB를 이용한 대표적인 위치 인식 시스템인 Ubisense 시스템은 Ubisense Company에서 제작한 시스템이다. Ubisense 시스템은 기본적으로 센서(이하 : Sensor)와 소형 태그, 그리고 소프트웨어 플랫폼이 설치된 서버(이하 : Server)로 구성된다. Sensor는 array-antenna와 UWB 전파 수신기를 포함하여 정밀하게 UWB를 측정하는 장치로써 3차원에서 소형 태그의 위치를 찾기 위해 소형 태그로부터 UWB 펄스를 감지한다.

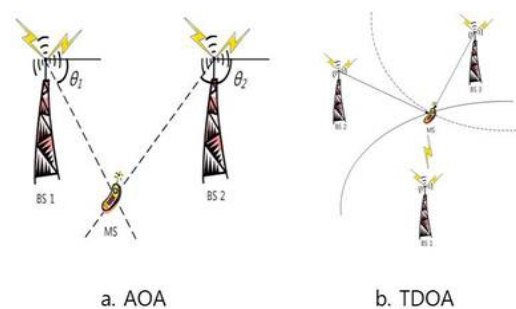


그림 1. 삼각측량 및 삼변측량 개념도
Fig. 1 Triangulation and Trilateration Overview

Ubisense 시스템은 삼각측량(Triangulation) 기법을 사용하는 도래각(Angle of Arrival : 이하 AOA)기법과 삼변측량(Trilateration) 기법을 사용하는 도착시간차이(Time Differences of Arrival : 이하 TDOA)기법을 사용하여 위치를 추정한다. 때문에 2차원 및 3차원 공간에서의 위치 추정이 가능하고 위치 정확도가 3차원 공간에서 이론상 15cm 이내(실제 30cm)로 위치 정확도가 뛰어나다. [그림 1]은 두 측정방법의 개념도를 보여준다.[3][4][5]

III. 환경에 대한 판단을 내릴 수 없는 경우, UWB기반 위치추정시스템 측정값 보정을 위한 알고리즘

3.1. 참조 위치

3.1.1. 참조 위치의 정의

본 논문에서 참조위치(Reference Point : 이하 RP)는 고정된 위치에 설치되어 일정범위에서 UWB 기반 위치추정시스템의 특성을 관찰하기 위하여 사용되며, 관찰한 영역의 특성을 대변하는 특성 값을 가진다. 이 참조위치를 사용하여 위치추정시스템이 추정한 MS의 위치를 실제 위치와 더욱 유사하게 보정하는 참조 값으로 사용한다[6][7].

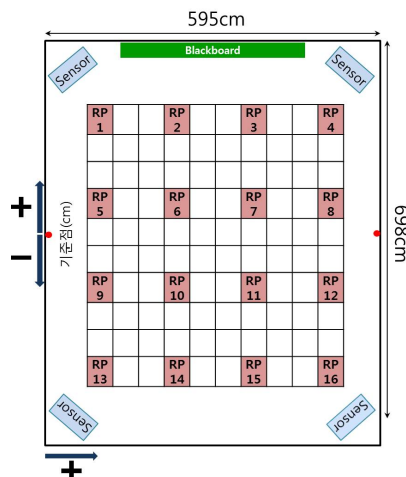


그림 2. 참조위치 및 시스템 동작 환경
Fig. 2 Reference Point and the system operating environment

3.1.2. 참조 위치 선정

RP 선정은 위치마다 다양한 특성을 보이는 UWB기반 위치추정시스템의 특성을 관찰해야하기 때문에 위치추정시스템이 설치된 셀(cell)영역을 일정한 크기로 나누어 그 영역 중앙을 참조위치로 선정하였으며 총 16개의 참조위치가 존재한다. 영역의 크기는 가로 × 세로 90 × 90cm²이며 높이는 70.7cm로 고정하였다. [그림 2]는 선정된 RP들의 위치 및 시스템 동작 환경을 보여주고 있다.

3.2. 참조 위치 특성 선정

[그림 3]에서 (○ : RP)는 RP의 실제 위치를 나타내고 (□ : LosRP)은 LOS 환경에서 RP의 위치에 태그를 놓고 측정된 측정값들의 평균을 나타내며, (△ : NLosRP)는 NLOS 환경에서 RP의 위치에 태그를 놓고 측정된 측정값들의 평균을 나타낸다. 기존 환경 데이터베이스를 활용한 보정은 환경에 대한 판단이 이루어지면 환경에 따른 시스템특성으로 보정을 수행한다. 하지만 [그림 3]에서 확인된 것처럼 두 환경에서 위치추정시스템의 특성이 차이를 보이므로 환경에 대한 판단을 내릴 수 없을 경우 보정효과를 기대할 수 없다. 제안하는 알고리즘은 NLOS환경 특성과 LOS환경 특성을 활용하여 두 특성의 중간 값을 특성값으로 선정하고 보정을 수행한다. [그림 4]는 특성값 선정 개념도이다.

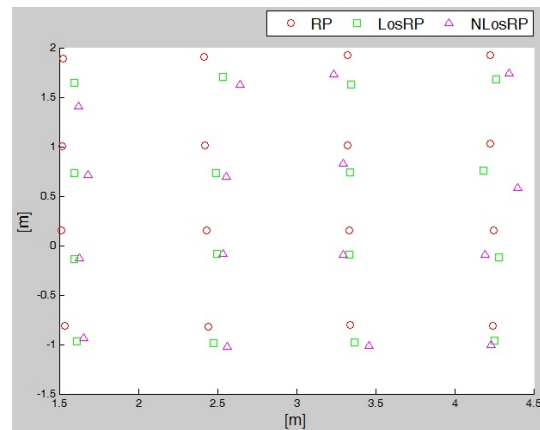


그림 3. RP의 실제 위치, LOS환경과 NLOS환경의 시스템 특성값
Fig. 3 RP's real location, characteristic value of the system in LOS and NLOS environments

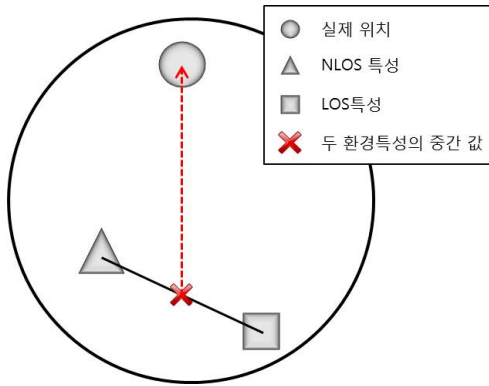


그림 4. 특성선정 개념도
Fig. 4 characteristic selection overview

3.2.1. LOS환경에서의 시스템 특성 선정 방안

본 절에서 참조위치의 특성 선정은 LOS환경에서 UWB기반 위치추정시스템으로 측정된 값을 활용한다. 보정에 사용될 데이터를 얻기 위해 태그의 Z값은 고정하고 참조위치의 X와 Y값을 변경하여 선정된 참조 위치 모두에서 태그위치를 측정한다. 여기서 얻은 측정값은 실제 환경에서 측정된 값이므로 예측하지 못한 갑작스러운 환경 변화 등의 이유로 편차가 큰 값들도 포함되어 있을 수 있기 때문에 편차가 큰 값을 제거하는 과정을 거쳐 더 신뢰할 수 있는 값을 가질 수 있도록 해야 한다. 이를 위하여 측정결과로 얻은 위치 데이터의 X, Y, Z와 RP의 실제 위치의 X, Y, Z의 차이를 구하여 이 값에 대해 평균과 표준편차를 구하고 (평균 - 표준편차) 보다 작거나 (평균 + 표준편차)보다 큰 값은 제거한다. 편차가 큰 값이 제거된 위치 데이터만으로 다시 평균을 구하여 이 값을 LOS환경에서의 시스템 특성으로 선정한다.

[그림 5]는 편차가 큰 값을 제거하는 알고리즘을 나타낸다. [그림 5] 안에서 사용되는 값의 의미는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{측정된 X, Y, Z 값} &= X_M, Y_M, Z_M \\ \text{RP의 실제 위치 X, Y, Z 값} &= X_T, Y_T, Z_T \\ \text{LOS환경/NLOS환경의 시스템 특성 값} &= X_{SF}, Y_{SF}, Z_{SF} \end{aligned}$$

두 환경에서 시스템 특성을 구하는 방식이 동일하므로 두 환경에서의 시스템 특성 X_{SF}, Y_{SF}, Z_{SF} 값은 LOS환경의 시스템 특성 값과 NLOS환경의 시스템 특성 값을 통칭한다.

1. 선정된 모든 참조 위치에 Tag를 고정하여 측정
2. 모든 측정 값과 실제 값의 차 계산

$$X_T - X_M, Y_T - Y_M, Z_T - Z_M$$

$$(i = 1, 2, 3 \dots N, N \text{은 측정횟수})$$
3. 계산된 차에 대한 평균 및 표준편차 계산
4. 조건 (평균 m - 표준편차 σ) > a_i 에
 or (평균 m + 표준편차 σ) < a_i
 해당하는 측정값 제거 및 제거한 측정값 개수 계산(count)

$$(i = 1, 2, 3 \dots N, \text{ and } a \text{는 } X, Y, Z \text{ 각각의 실제값과 측정값 편차})$$
5. 남은 측정값에 대한 평균 계산

$$X_{SF} = \overline{x_i},$$

$$Y_{SF} = \overline{y_i},$$

$$Z_{SF} = \overline{z_i}$$

$$(i = 1, 2, 3 \dots, (N - \text{count}))$$

그림 5. LOS / NLOS환경 특성 선정 절차
Fig. 5 The procedure for selecting the LOS / NLOS environments characteristics

3.2.2. NLOS환경에서의 시스템 특성 선정 방안

UWB기반 위치추정시스템은 저주파 대역에서 매우 큰 대역폭을 갖고 있기 때문에 투과 특성이 우수하다[2]. 실험결과 나무, 플라스틱과 같은 장애물들은 위치추정 시스템에 거의 영향을 주지 것으로 관찰되었다. 그러나 일반적으로 주택 건설 시 사용되는 벽돌은 시스템에 영향을 주는 것으로 관찰되었다. 벽돌은 실내 위치 추정 시 주 장애물로 예상되는 장애물이므로 UWB기반 위치추정시스템의 측정값에 얼마큼 영향을 주는지 관찰하여 추정위치 보정에 활용할 필요가 있다고 판단하였다. 논문에서 NLOS환경은 돌이 장애물로 존재하는 환경을 나타낸다. NLOS환경에서의 시스템 특성 선정 방안은 [그림 5]의 절차를 따른다.

3.3. 환경에 따른 시스템 특성을 활용한 참조 위치 특성 선정 방안

본 논문에서 제안하는 보정 방법은 실내환경에서 환경에 대한 판단을 내릴 수 없는 경우에 UWB기반 위치추정시스템이 측정된 위치 보정하여 위치 정확도를 향상시키는 방법에 대해서 제안한다. 이를 위해서 본 논문에서는 두 환경 특성을 결합하여 보정하는 방법을 고안하였으며, 결합방법은 [그림 6]에서 보인다. 아래 값들은 [그림 6]에서 사용하는 값에 대한 정의이다.

$$\begin{aligned} \text{두 환경특성의 중간 값} &= X_{CP}, Y_{CP}, Z_{CP} \\ \text{RP의 실제 위치} &= X_T, Y_T, Z_T \\ \text{RP의 특성 값} &= X_{FP}, Y_{FP}, Z_{FP} \\ \text{NLOS환경의 시스템 특성 값} &= X_{NSF}, Y_{NSF}, Z_{NSF} \\ \text{LOS환경의 시스템 특성 값} &= X_{LSF}, Y_{LSF}, Z_{LSF} \end{aligned}$$

보정은 RP의 특성값을 활용하므로 RP의 특성을 선정해야한다. 특성은 3.2장에서 구한 LOS환경에서의 시스템 특성과 NLOS환경에서의 시스템 특성의 중간 값 계산한다. 중간 값 계산은 X, Y, Z 각각에 대해 행하여진다. 계산으로 얻은 중간 값과 RP의 실제 위치와의 차를 구하여 RP의 특성값을 얻는다.

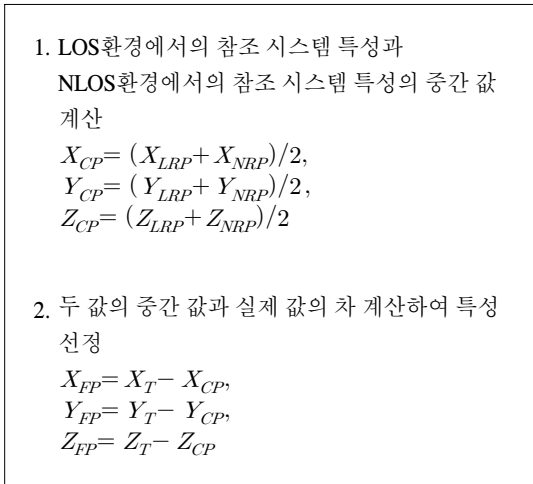


그림 6. RP 특성 선정 절차
Fig. 6 The procedure for selecting RP characteristics

3.4. 측정값 보정 방안

제안하는 알고리즘의 보정 방법은 [그림 7]에서 보여 주는 절차를 따른다. 1단계에서는 본 논문에서 사용한 위치 추정 시스템을 이용하여 이동객체의 위치를 측정한다. 2단계에서는 측정된 위치를 바탕으로 이동객체와 RP간에 점과 점 사이의 거리를 구하여 가장 가까운 참조 위치를 선정한다. 이때 선정된 RP의 특성값으로 이동객체의 값을 보정하는데 사용된다. 마지막 단계에서 보정이 이루어지며, 보정은 측정된 이동객체의 X, Y, Z 각각의 좌표값에 선정된 RP의 특성값을 더하여 보정한다. 아래는 [그림 7]에서 사용하는 값에 대한 정의이다.

$$\begin{aligned} \text{보정에 사용된 RP의 특성 값} &= X_{FP}, Y_{FP}, Z_{FP} \\ \text{시스템에 의해 측정된 태그위치} &= X_{tag}, Y_{tag}, Z_{tag} \\ \text{알고리즘으로 보정된 태그위치} &= X_{MP}, Y_{MP}, Z_{MP} \end{aligned}$$

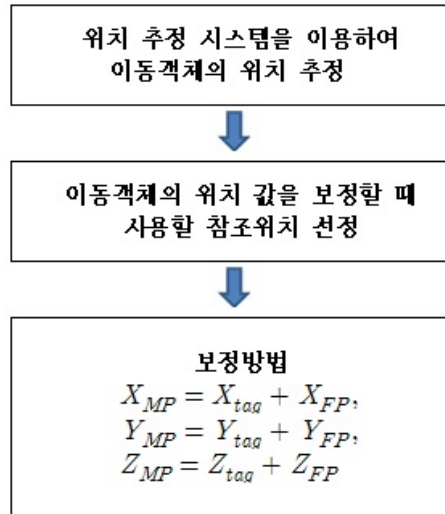


그림 7. RP 특성을 활용한 보정 절차
Fig. 7 The calibration procedure using RP characteristics

IV. 실험 수행 및 결과 분석

4.1. 실험 환경

제안하는 실내 위치 추정 알고리즘의 성능 평가를 위한 실험은 한밭대학교 정보통신 전문대학원 건물 5층 511호에서 수행하였다. UWB기반 위치추정시스템의 4개의 센서에 의해 만들어진 셀에서 한 개의 태그를 활용하여 환경정보를 수집하고 matlab을 활용한 시뮬레이션으로 제안하는 알고리즘의 성능 평가를 수행하였다. 제안하는 알고리즘은 Ubisense 센서와 태그간의 장애물이 존재하지 않는 LOS환경과 장애물이 존재하는 NLOS환경에서 시스템에서 측정된 위치 정확도를 향상시켜야 하므로 두 환경 모두에서 검증을 수행하였다. 실험 장소의 면적은 $5.95 \times 6.98m^2$ 이고 참조위치는 16개 선정하였으며, 기준점을 원점으로 한 좌표값을 사용한다.

이에 대한 확인은 [그림 2]에서 가능하다. 기준점은 Ubisense 시스템 설치 시 사용하는 기준점으로 [0, 0, 0]와 기준점[595, 0, 0]을 가지며 높이는 150cm이다. 기준점으로부터의 거리를 계산하여 센서좌표 및 RP의 좌표값이 계산된다. 본 논문에서 실제위치라고 명시한 값은 기준점과의 거리를 시스템에 넣어 얻는 값이다. 시스템을 구성하는 센서는 Master센서와 보조센서로 구성되고 [그림 2]의 왼쪽 상단 센서가 Master센서이다. Y좌표값은 [그림 2]에서 확인할 수 있는 기준점을 원점으로 설정하였기 때문에, 양수와 음수가 존재한다. 또한 기준점이 지면에서 1.5m정도 높이에 위치하므로, Z좌표값도 양수와 음수가 존재한다. 검증을 위한 실험 위치는 임의의 4곳을 선정하였다. 선정한 위치는 [그림 8]에서 확인할 수 있으며, (* : Selpoint)으로 표현된 위치이다. RP(O)는 다른 RP와 X축 방향으로 90cm, Y축 방향으로 90cm간격의 차이를 가지고 있다.

4.2. 제안하는 알고리즘의 성능 평가

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 실내환경에서 장애물의 존재 여부가 확실하지 않을 경우에 UWB기반 위치추정시스템이 측정한 위치를 실제값과 더욱 유사하게 보정하기 위한 방법이다. 그러므로 알고리즘을 활용은 환경에 대한 판단을 내릴 수 없거나 두 환경 모두에서 적용가능하며 위치 정확도 향상을 위하여 사용될 수 있

다. 이를 위하여 알고리즘은 NLOS환경뿐만 아니라 LOS환경에서도 위치 정확도를 향상시켜야 한다. 이에 대한 성능 및 검증을 위하여 알고리즘에 두 환경 모두에서 검증을 수행하였다.

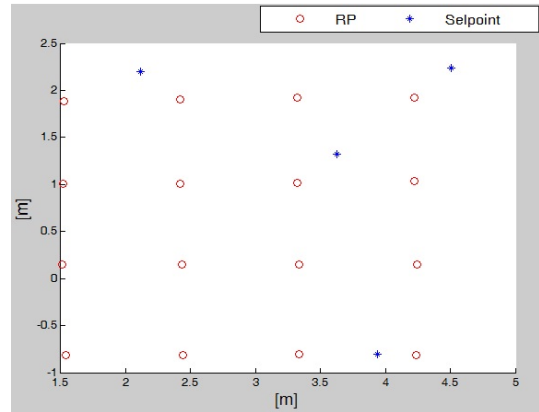


그림 8. 태그의 실제 위치 및 RP 위치
Fig. 8 The actual location of the tag and the location of RP

4.2.1. LOS환경에서의 성능 평가

LOS환경에서의 성능 평가를 위한 실험은 UWB기반 위치추정시스템의 4개의 센서와 태그 간에 장애물이 존재하지 않는 환경에서 수행되었다. 태그의 위치는 임의로 선정하여 참조 위치와 동일한 높이로 고정하였고, 태그는 고정된 상태로 위치추정시스템에 의해 측정되었다. 성능평가 시 성능향상 판단의 비교값이 될 태그의 실제 위치는 태그와 기준점까지의 거리를 측정하여 위치추정시스템내의 프로그램에 입력하여 제공받았다.

4.2.1.1. LOS환경에서의 성능 평가 분석

[그림 9]의 그래프는 LOS환경에 제안하는 알고리즘을 적용하였을 때의 성능 그래프이다. 성능 평가 결과는 X, Y, Z에 대해 각각 그래프 화하였으며, 단위는 [m] 단위이다. $TMP - \log MP$ (검정색선)은 실제 태그위치와 시스템에 의해 측정된 태그위치에 알고리즘을 적용한 후 얻은 태그위치와의 차이를 나타내며, $TMP - \log MP_{med}$ (흰색선)은 실제 태그위치와 시스템에 의해 측정된 태그위치에 알고리즘을 적용하기 전에 얻은 태

그위치와의 차이를 나타낸다. 성능 평가 결과, 제안하는 알고리즘을 적용 시, X, Y 좌표값이 알고리즘 적용 전 보다 오차가 감소하여 성능이 향상됨을 확인할 수 있었다. 그러나 Z은 오히려 위치 정확도가 감소하는 경우도 관찰되었다. 분석결과 사용한 위치추정시스템은 X, Y축은 표준편차가 작은 값으로 측정되는 특징이 있는 반면 Z축은 측정값의 편차가 커서 잡음 위치를 활용한 특성선정 시 신뢰도가 높은 특성값을 얻지 못하였다. 그렇기 때문에 제안하는 알고리즘을 적용 시 오차보다 더 큰 값으로 보정되는 경우가 발생하여 위치 정확도가 하락하였다.

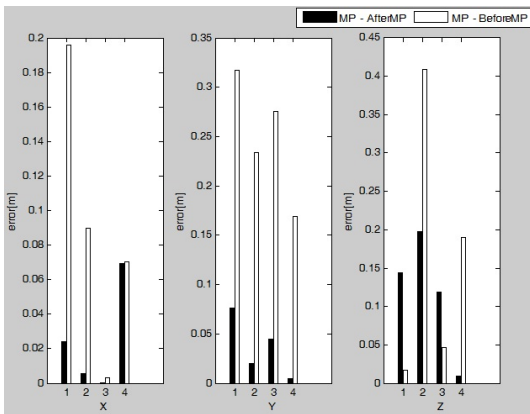


그림 9. LOS환경에서의 성능 그래프
Fig. 9 Performance Graph in LOS environment

4.2.2. NLOS환경에서의 성능 평가

NLOS환경에서의 성능 평가를 위한 실험은 UWB기반 위치추정시스템의 센서와 태그 간에 장애물이 존재하는 환경에서 수행되었다. 장애물은 벽돌로 고정하였으며, UWB기반 위치추정시스템은 AOA기법을 활용하므로 센서 두 개로도 위치 추정이 가능하기 때문에 모든 면에서 장애물이 존재하는 환경을 만들기 위해 태그를 벽돌로 감싼 상태에서 측정을 수행하였다. 태그의 실제 위치는 LOS환경 실험 후 태그위치 변경없이 측정하였으므로 LOS환경과 같은 위치이다.

4.2.2.1. NLOS환경에서의 성능 평가 분석

[그림 10]의 그래프는 NLOS환경에 제안하는 알고리즘을 적용하였을 때의 성능 그래프이다. 성능 평가

결과는 X, Y, Z에 대해 각각 그래프 화하였으며, 단위는 [m]단위이다. TMP - nlosMP(검정색선)은 실제 태그 위치와 시스템에 의해 측정된 태그위치에 알고리즘을 적용한 후 얻은 태그위치와의 차이를 나타내며, TMP - nlosMPmed(흰색선)은 실제 태그위치와 시스템에 의해 측정된 태그위치에 알고리즘을 적용하기 전에 얻은 태그위치와의 차이를 나타낸다. 성능 평가 결과, 제안하는 알고리즘을 적용 시, X, Y 좌표값이 알고리즘 적용 전 보다 오차가 감소하여 성능이 향상됨을 확인할 수 있었다. 그러나 Z은 오히려 위치 정확도가 감소하는 경우도 관찰되었다. 이 또한 4.2.1.1에서 언급한 정확도 하락원인과 같은 이유로 위치 정확도가 하락됨이 관찰되었다.

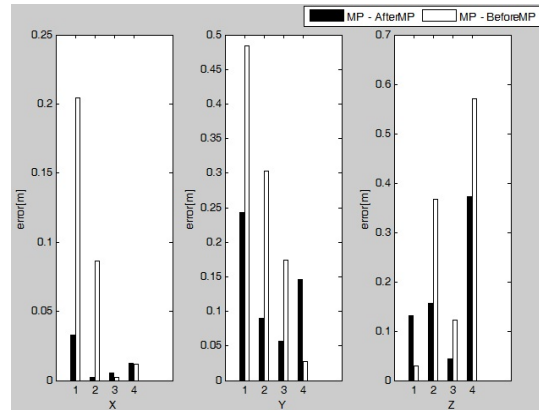


그림 10. NLOS환경에서의 성능 그래프
Fig. 10 Performance Graph in NLOS environment

4.3. 성능 평가 결과

기존의 환경특성을 활용한 보정 방법은 시스템이 동작하는 각각의 환경(NLOS환경 또는 LOS환경)특성에 대한 데이터베이스를 구축하고 보정 시, 시스템이 동작하고 있는 환경에 대한 판단(NLOS환경 또는 LOS환경)을 내린 후 환경에 맞는 데이터를 활용하여 보정한다. 즉, 환경에 대한 판단을 내릴 수 없는 경우 기존 방법은 사용할 수 없다. 이를 보완하기 위해 알고리즘을 제안하였으며 알고리즘 적용 시 [그림 9]와 [그림 10]에서 보인 것과 같이 실제 위치의 좌표값과의 오차가 감소함을 확인할 수 있었다. 하지만 Z축은 오차가 증가하는 경우도 발생하였는데 [그림 11]과 같이 실제위치와 보정 전/

후의 태그와의 거리차로 확인하면 제안한 알고리즘이 적용할 경우 환경에 상관없이 실제위치와 측정값의 오차(거리차)가 감소하여 위치 정확도가 향상됨을 확인할 수 있다.

[그림 11]에서 ①과 ②는 LOS환경에서 태그의 실제 위치와 보정 후와 전, 측정된 위치와의 거리 차이고, ③과 ④는 NLOS환경에서 태그의 실제 위치와 보정 후와 전의 측정된 위치와의 거리차를 나타낸 그래프로 Y축은 거리차를 나타내며, X축은 선정된 각각의 태그를 나타낸다.

그래프에서 보이는 바와 같이 두 점사이의 거리가 NLOS환경과 LOS환경 모두에서 보정 전보다 보정 후가 근접해 있음을 확인할 수 있다. 환경과 태그의 위치에 따라 보정되는 크기는 다르지만 많게는 최대 30cm 까지 보정되면 적게는 최소 15cm정도 보정됨을 확인할 수 있다. 기존에 환경정보를 활용한 보정방법과 달리 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 실내 환경에서 환경에 대한 판단을 내릴 수 없는 경우에 환경에 상관없이 보정방법으로 사용할 수 있으며 UWB기반 위치추정시스템이 측정된 위치 정확도를 향상됨을 확인할 수 있었다.

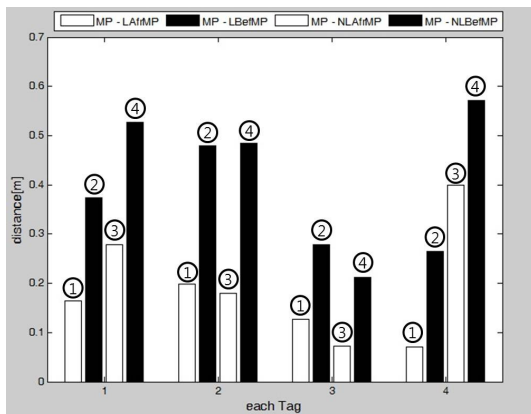


그림 11. 실제 위치와 보정 전/후 거리오차그래프
Fig. 11 The actual location and Distance Error Graph before/after calibration

V. 기대 효과 및 향후 연구

본 논문에서는 UWB기반 위치추정시스템을 이용하여 환경에 대한 판단을 내릴 수 없는 환경에서 MS의 위치를 추정할 경우 추정된 MS의 위치를 보다 더 정확하게 추정할 수 있는 방안에 대해서 연구하였다. 결론적으로 X, Y, Z 각각으로 볼 경우 몇몇 오차가 커지는 경우도 확인되었지만 거리차로 볼 경우 NLOS환경과 LOS환경 모두에서 보정 전보다 보정 후가 거리 오차가 감소하여 실제 위치와 근접해 있음을 확인할 수 있었고, 환경과 태그의 위치에 따라 보정되는 크기는 다르지만 많게는 약 30cm까지 보정되면 적게는 약 15cm까지 보정됨을 확인할 수 있었다. 결과에서 확인할 수 있듯이 본 논문에서 제안하는 방안을 통해 환경에 대한 판단을 내릴 수 없는 경우에 UWB기반 위치추정시스템의 정확도를 높이고, 이동객체의 위치추정 용이성을 높일 수 있을 것으로 예상된다. 향후 연구에서는 본 논문에서 제안한 보정 방안을 기반으로 주변 환경 변화 즉, 장애물이 존재하는 환경인지 아닌지 더하여 장애물이 존재한다면 장애물의 종류가 무엇인지 스스로 인지하고 대처함에도 높은 위치추정 정확도를 보일 수 있도록 할 수 있는 기술에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 김광열, 박인환, 임이랑, 홍애란, 김진영, 신요안, "위치기반 서비스의 최근 동향", 한국통신학회지, 제28권, 제7호, pp.3-14, 2011.07.
- [2] 김창환, "UWB 무선통신 기술 동향", 주간기술동향, 통권, 제1345호, 2008.05.
- [3] Ubisense, <http://www.ubisense.net/>
- [4] Digital Media Lab, <http://www.medialab.re.kr>
- [5] 김보미, 신민진, 이종은, "유비쿼터스 센서 네트워크의 위치탐지 기술 및 동향 IT 기획시리즈 pp27-37"
- [6] 김미경, 신요순, 박현주, "AP 주변 환경 정보를 이용한 WLAN 기반 실내 위치추정 알고리즘", 한국해양정보통신학회, 2011
- [7] 전현식, 염진영, 박현주, "이동객체가 위치한 환경에 따른 실내 위치추정기법 선택 알고리즘", 인터넷정보학회논문지, 제12권 제2호 pp. 19-28 2011.04

저자소개



강동조(Dong-Jo Kang)

2011 한밭대학교
전과공학과 졸업 (학사)
2011~현재 한밭대학교
정보통신전문대학원
전과공학과 재학 (석사과정)

※관심분야: 무선 통신 소프트웨어, 실내 위치기반 서비스, etc.



이정주(Jeongjoo Lee)

2011 한밭대학교
전과공학과 졸업 (학사)
2011~현재 한밭대학교
정보통신전문대학원
전과공학과 재학 (석사과정)

※관심분야: 무선 통신 소프트웨어, 실내 위치기반 서비스, etc.



박현주(Hyunju Park)

1990년 서울 시립대학교
전산통계학과 학사
1992년 서울대학교 대학원
전산학과 석사

1997년 서울대학교 대학원 전산학과 박사
1997년~현재 한밭대학교 전과공학과 교수
※관심분야: 데이터베이스, 무선 통신 소프트웨어