

Zigbee 기반 AoA 위치인식 시스템 실험 및 구현

AoA Localization System based on Zigbee Experimentation and Realization

조호성*, 박철영*, 박대현*, 박장우*

Ho-Seong Cho*, Chul-Young Park*, Dae-Heon Park*, and Jang-Woo Park*

요 약

위치인식 기술은 사물이나 사람의 위치를 측정하여 서로 정보를 교환하고 환경을 제어하는데 필요한 핵심기술이다. 현재도 위치인식 기술은 다양한 방법들로 연구되고 있으며, 물류, 의학, 로봇 분야 등에 적용될 수 있다. 그러나 위치인식 기술을 적용하려면 많은 비용이 필요하다. 이에 본 논문에서는 적은 비용으로 구현 가능한 Zigbee 기반 AoA 위치인식 시스템을 제안한다. 본 시스템은 흔히 이용하는 스텝 모터, 지향성 안테나, Zigbee 모듈을 사용하여 비컨에 지향성 안테나를 회전시켜 RSSI값을 측정하였다. RSSI값이 가장 큰 값을 가질 때 스텝 모터의 회전각을 계산하여 수신기가 위치한 각도를 판단하고 AoA 방식을 적용하여 수신기의 위치를 측정하였다. 수신기의 위치를 옮겨가며 측정한 결과 35~36cm 정도의 오차가 있었다.

Abstract

The technique of localization is the core technology for information exchange or environment monitoring to measure the position of an object or person. Today, the techniques of localization have been studied extensively and it can be applied to logistics, medical, robotics, etc. But, a lot of money to apply technique of localization is needed. Hence in this paper, we proposed AoA localization system based on Zigbee at low cost. The System measured the RSSI value by rotating the directional antenna using a step motor and Zigbee module. When the measured RSSI is the largest, the receiver measures the angles from beacons which are located at the corners with the rotating angle of a stepping motor and the position of the receiver will be calculated by applying AoA localization method. The measured results show an error about 35~36 cm.

Key words : AoA, RSSI, The technique of localization, directional antenna

I. 서 론

우리는 과거에 사람이 컴퓨터를 조작하여 정보를 관리하는 정보화 시대를 뛰어넘어 이제는 컴퓨터와 사람, 사물이 통신하는 유비쿼터스 시대를 살고 있다. 컴퓨터나 사물이 자동화 되어 실생활에 이익을

주려면 위치인식 기술이 필수이다. 위치인식 기술은 컴퓨터나 사물이 자신의 위치를 알고 환경의 변화에 따라 주어진 임무를 제어 및 처리를 하는 기술이다. 위치인식 기술에는 신호의 세기를 이용하여 거리를 측정하는 RSSI(Received Signal Strength Indicator), 송신에서 수신까지 도달하는데 소요되는 절대적인 시

* 순천대학교(Sunchon National University)

· 제1저자 (First Author) : 조호성

· 투고일자 : 2011년 2월 1일

· 심사(수정)일자 : 2011년 2월 1일 (수정일자 : 2011년 2월 22일)

· 게재일자 : 2011년 2월 28일

· 교신저자(Corresponding Author) : 박장우

각을 측정하여 거리를 측정하는 ToA(Time of Arrival), 두 개 이상의 수신측에서 수신된 신호의 도착 시간의 차이로 위치를 계산하는 TDoA(Time Difference of Arrival), Array 안테나를 이용하여 수신된 신호의 방향각으로 위치를 측정하는 AoA(Angle of Arrival)가 있으며 위치인식 기술의 연구는 계속되고 있다 [1],[2].

위치인식에 대한 연구는 Ad Hoc 네트워크상에서 삼각측량과 AoA기법을 사용하여 랜드마크와 센서노드들의 각 홉 거리의 평균을 구하여 측정하는 방법 [3], 삼각측량법과 삼각법을 이용하여 좌표를 구하고 좌표를 벡터행렬로 표현하여 로봇의 위치를 구하는 방법 [4], VOR(VHF Omnidirectional Ranging) 기지국과 삼각측량을 이용하여 위치를 측정하는 방법 [5], 등 위치인식에 대한 연구는 여러 가지 방법으로 활발히 진행되고 있다. 하지만 위치인식 기술의 구현은 많은 비용을 필요로 한다. 이에 본 논문에서는 Zigbee의 RSSI와 AoA방식을 이용하여 RFID나 UWB 등의 다른 기술에 비해 적은 비용으로 위치인식 시스템을 구현하고자 하였다. 본 시스템은 Zigbee와 지향성 안테나를 이용하여 위치인식의 정확도를 알아보기 위한 실험을 하였다. 실험은 두 가지 형태로 직선상에서 2m 간격으로 수신기를 배치하여 14m 까지 측정하였고, 각도의 측정은 5m 거리에서 -35°~55°까지 5°의 간격으로 측정하였다. 실험을 토대로 실제 구현된 시스템에서는 수신신호강도를 이용하여 모서리에 비컨을 배치하고 각 비컨의 좌표를 알고 있다는 가정 하에 AoA와 Zigbee의 RSSI를 이용한 위치인식 시스템을 구현 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 위치인식 기법에 대하여 기술하고, 제 3장에서는 본 논문에서 제안하는 Zigbee기반의 AoA 위치인식 시스템에 대하여 기술하며, 제 4장에서는 결론 및 향후과제를 기술한다.

II. 관련연구

2-1 위치인식 방법

2-1-1 RSSI(Received Signal Strength Indicator)

RSSI는 거리에 따른 전파의 세기가 다른 점을 이용하여 수신기와 비컨 사이의 거리를 측정하는 방식이다. RSSI 방식은 미리 정의된 다양한 지점에서 표본 신호의 세기를 측정하여야 하는데, 전파환경에 따라 수신된 신호의 세기를 나타내는 경로 손실 모델이 다르기 때문에 위치 측정 시스템을 사용하는 환경에 대한 정확한 경로 손실 모델이 필요하다. 측정 환경에서 수신된 신호의 세기를 통계적인 방법에 근거하여 확률분포와 대조하고 위치를 측정한다 [6].

RSSI는 다중경로 페이딩 환경에서의 전파 반사, NLoS 상태 등과 같은 다른 반사효과에 대해서는 취약하여 정확도가 떨어진다. 그렇기 때문에 RSSI는 다른 측정방법들과 함께 쓰이면 효과적이다 [7].

2-1-2 ToA(Time of Arrival)

ToA방식은 전파도달시간 기반의 위치인식 기술이다. ToA는 수신기와 비컨 사이에 신호가 도달하는 절대적인 시간을 측정하여 거리를 계산하는 방법이다. ToA는 수신기와 비컨간의 동기화(Synchronization)가 되어야 한다. ToA의 이론적인 방법은 수신기가 신호를 송신할 때 신호에 타임스탬프를 함께 송신하고 비컨은 신호를 받은 시각과 타임스탬프에 기록된 송신 시각을 비교하여 송신단과 수신단의 거리를 추정한다. 이 거리는 비컨을 중심으로 원으로 표시되며 2D 평면에서는 위치를 결정하기 위해서 최소 3개의 비컨이 필요하다. 2D 평면상에서는 비컨으로부터 반지름을 구하고 비컨을 중심으로 하는 원을 그려 원들의 교차점을 수신기의 위치로 결정한다. 비컨이 두 개일 경우 그림 1처럼 교차점이 두 개가 생기게 되고 수신기의 위치를 판별할 수가 없기 때문에 2D 평면상에서 위치를 측정하기 위해서는 비컨이 3개 이상 필요하다.

ToA는 실제 환경에서 노이즈와 전파지연 및 다중경로 페이딩 등의 정파방해요소와 전파감쇄환경으로 인해 교점이 한 점으로 결정하기가 어렵다. 그렇기 때문에 ToA를 사용 할 때는 MSE(Mean Square Error)가 가장 작은 점을 추정하여 수신기의 위치로 결정한다

다 [8].

그림 2는 ToA의 기하학적 구조를 나타낸 것이다. B는 비컨을 나타내며 d1, d2, d3는 수신기로부터 수신된 신호의 시간을 이용하여 측정된 거리이다. d1, d2, d3의 반지름을 이용하여 원을 그리게 되면 세원의 교점이 나오는데 그 구간을 나타낸 것이 교차점이다.

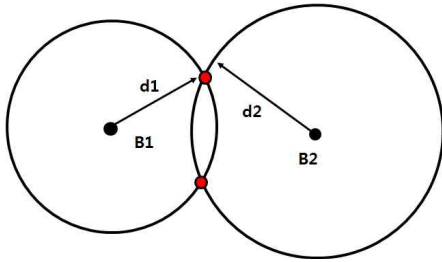


그림 1. 비컨이 두 개일 경우 생기는 교차점
Fig. 1. If the two beacons happen intersection

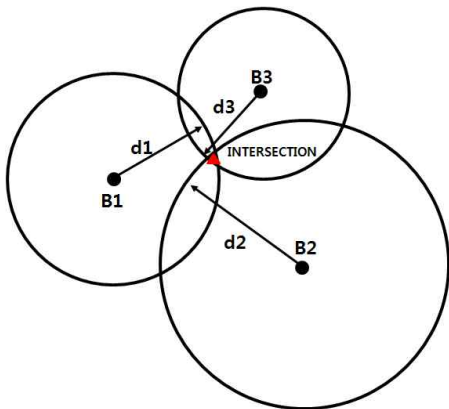


그림 2. ToA의 기하학적 구조
Fig. 2. Geometry of ToA

2-1-3 TDoA(Time Difference of Arrival)

TDoA는 수신기에서부터 송신되는 신호를 여러 개의 비컨에서 받은 신호의 시간 차이를 이용하여 위치를 결정하는 방법이다. ToA는 수신기와 비컨이 동기화 되어 있어야 하는데 반해 TDoA는 수신기와 비컨의 동기화는 필요 없지만 각 비컨끼리의 동기화가 필요하다. 이때 비컨들은 수신기에서 전송된 절대적인 시간은 알 수 없지만 각 비컨에서 신호를 받은 시간의 차이는 얻을 수 있다. ToA 방식은 비컨을 중심으로 하는 원의 교차점인데 반해, TDoA 방식은 쌍곡선

의 교차점으로 볼 수 있다. 그림 3에서 보여주는 것처럼 TDoA는 위치를 알고 있는 3개의 비컨이 필요하며, 각 비컨들의 클럭이 동기화 되어 있어야 하는데 그 이유는 비컨의 클럭의 정확도는 위치측정의 정밀도와 깊은 관련이 있기 때문이다. 뿐만 아니라 TDoA는 다중경로 전파, 방해, 잡음 등에 영향을 받아 정확도를 떨어뜨릴 가능성이 높다 [9].

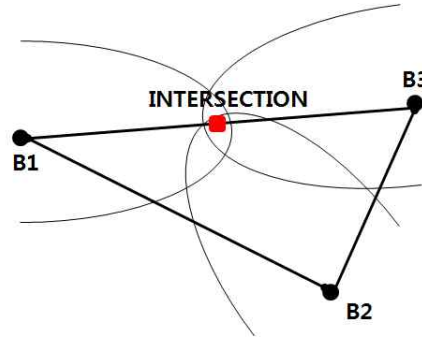


그림 3. TDoA의 기하학적 구조
Fig. 3. Geometry of TDoA

2-1-4. AoA(Angle of Arrival)

방향 탐지 위치측정 시스템인 AoA 방식은 안테나를 이용하여 수신된 신호의 방향각을 측정한다. 따라서 시각 동기화는 필요하지 않지만 array 안테나 혹은 방향성이 좋은 지향성 안테나를 사용하여 초기부터 신호 수신까지 정확한 각도를 유지하는 안테나의 장착이 필수 요소이다. 2D 평면에서 AoA 측정값을 얻게 되면 교차점이 되고 이 교차점은 물체의 위치가 된다. 하지만 안테나와 수신기의 거리가 가깝거나 주위환경에 의해서 신호가 산란되는 경우 큰 오차를 유발할 수 있다. 그렇기 때문에 AoA는 많은 안테나로부터 측정값을 받고 주위환경에 따른 적절한 알고리즘을 사용하여 측위하면 위치의 정확도는 향상된다. 또한 AoA는 수신기와 비컨간의 LoS인 경우에 적합하며, 다른 위치에서 반사 또는 재전송 되는 다중경로 페이딩에 약하기 때문에 보완할 수 있는 알고리즘이 필요하다 [10].

그림 4는 AoA의 기하학적인 구조의 그림이다. 각 비컨들은 기준방향은 북쪽이라는 가정하의 그림으로 방위각을 이용한 공식을 통하여 거리를 계산할 수 있다.

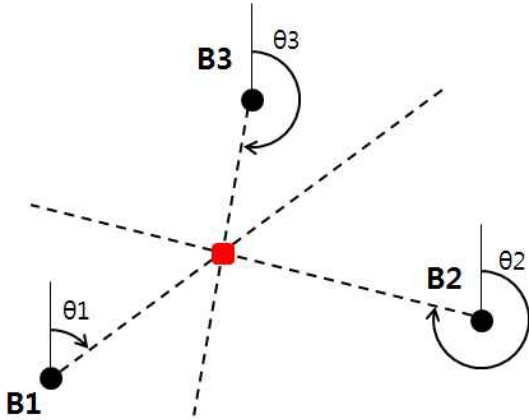


그림 4. AoA의 기하학적 구조
Fig. 4. Geometry of AoA

2-2 위치인식 기법

위치인식 기법은 삼각측량법과 삼변측량법 두 가지로 나눌 수 있다. 삼각측량은 각도를 측정하여 각각의 위치 관계를 수치적으로 정하는 하나의 측량방법이다. 삼각측량은 비컨 으로부터 수신기 위치까지 측정된 각을 삼각법을 통하여 각도와 각 변의 관계를 구하고 거리를 알아내어 위치를 측정하는 알고리즘이다. 반면 삼변측량은 수평각 대신에 변의 길이를 측정하는 방법이다. 삼변측량은 각 비컨들이 서로의 위치를 알아 비컨들 간에 거리를 알고 있는 상태에서 수신기의 위치를 측정하는 기법이다.

2-2-1 삼각측량

삼각측량법은 두 점의 좌표와 삼각형의 성질을 이용하여 측정할 수 있다. 그림 5는 삼각측량법의 방법을 보여준다. 삼각측량법은 두 개의 비컨의 위치와 각 끼인각을 알고 있다는 가정에서 계산하는 방법이다. B1, B2라는 비컨 좌표를 알고 있기 때문에 피타고라스 정리를 이용한 식 1을 통하여 거리 a의 값을 구할 수 있다. 또한 θ_1, θ_2 라는 각도를 이미 알고 있어 θ_3 또한 구할 수 있다. 삼각형의 밑변을 알고 내각을 알고 있으면 다른 변들의 길이를 구할 수 있다. 이러한 삼각형의 성질을 이용하여 위치를 측정하는 방법이 삼각측량법이다 [11].

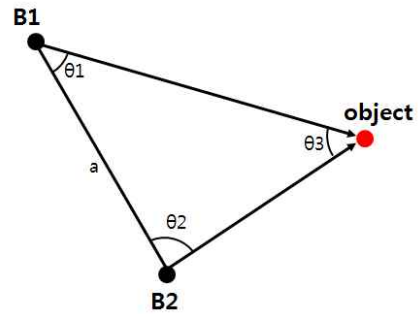


그림 5. 삼각측량법 구조
Fig. 5. Constitution of Triangulation Method

$$a = \sqrt{(x_{B1} - x_{B2})^2 + (y_{B1} - y_{B2})^2} \quad (1)$$

2-2-2 삼변측량

삼변측량법은 삼각측량법과는 다르게 그림 6처럼 세 개의 비컨이 필요하며 식1과 같은 방법으로 거리 a, b, c를 구할 수 있으며 각 비컨들을 기준점으로 하여 수신기까지의 거리를 구하여 위치를 측정한다. 삼변측량은 측정 오차를 줄이기 위해 오차들의 합을 비컨의 개수로 나누어 위치를 보정하는 Centroid 방법을 사용하기도 한다.

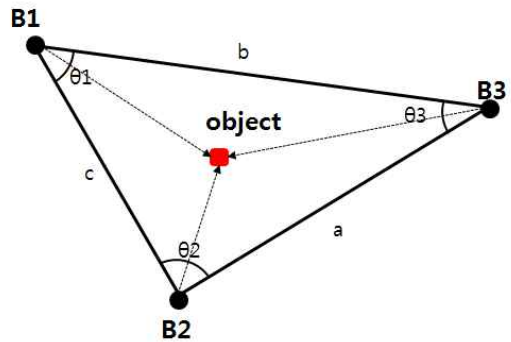


그림 6. 삼변측량법의 구조
Fig. 6. Constitution of Trilateration Method

III. Zigbee기반의 AoA위치인식 시스템

본 논문에서는 Zigbee기반의 AoA 위치인식 시스템을 구현하였다. Zigbee의 RSSI를 이용하여 위치측정을 하게 되면 지향성 안테나의 방사패턴이나 다중경로 페이딩에 의해서 오차가 많이 발생한다. 그래서

RSSI로는 방향각만 측정하고 위치측위 기법 중 비교적 정확도가 높은 AoA를 혼합하여 사용하였다. Zigbee는 저전력으로 오래 사용이 가능하여 물체의 움직임이 적은 곳에 적용하기 알맞다.

3-1 시스템 설계를 위한 실험과정 및 결과

본 논문에서는 Zigbee의 RSSI를 이용하여 각을 측정하고, 측정된 각을 이용한 AoA 위치인식 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 사용한 Maxstream사의 Zigbee 모듈을 이용하여 각도측정이 가능하다는 것을 입증하기 위해 다음과 같은 실험을 진행했다.

실험은 거리에 따른 RSSI의 값을 확인했으며, 각도에 따른 RSSI의 값을 확인하였다. 실험에 사용한 안테나는 Coms Intellinet사의 Directional 안테나이며 RP-SMA 타입으로 Zigbee와 연결하였다. 안테나의 주파수 범위는 2.4~2.5GHz, 수평 신호 범위는 $65^{\circ} \pm 5^{\circ}$, 수직 신호 범위는 $60^{\circ} \pm 5^{\circ}$, 신호의 세기는 6dBi 이다. Zigbee는 Maxstream사의 Xbee2 pro 모듈을 사용하였고 모듈에 정의된 프로토콜을 이용하여 RSSI를 측정할 수 있었다.

그림 7은 직선거리에 따른 RSSI 값을 확인하는 실험이다. 이 실험은 멀티패스 페이딩의 영향을 받지 않는 넓은 공간에서 측정하였으며 2m부터 시작하여 14m까지 2m 간격으로 측정하여 각 거리마다 100번의 RSSI 값을 측정 후 평균을 구했다.

그림 8은 각 거리마다 RSSI를 측정한 값의 평균을 나타낸 것이다. 본 논문에서는 이 실험을 통하여 Zigbee를 이용한 RSSI값으로 거리를 측정 할 수 있다는 것을 입증하였다.



그림 7. 직선 거리 측정 실험
Fig. 7. Straight-distance measurement experiment

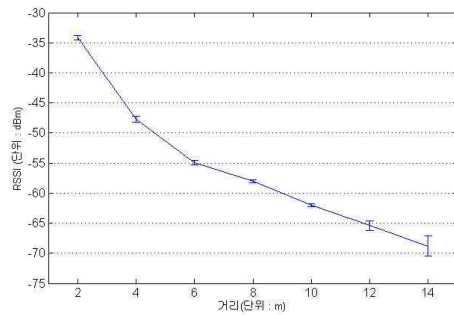


그림 8. 직선거리에 따른 RSSI값
Fig. 8. RSSI value of straight-distance

본 논문에서는 거리뿐만 아니라 AoA 기법을 사용하기 위한 각도 측정 실험을 하였다. 그림 9는 각도 측정 사진이다. 각도 측정은 5m 거리에서 총 90° 를 측정하였으며 간격은 5° 간격으로 각각 100번씩 측정하였다. 그림 10은 각도 측정시의 환경이다. 실험 당시 오른쪽의 콘크리트 벽 때문에 약간의 Multi-path 영향을 받았다. 그림 11은 각도측정에서 평균을 보인 그래프이다. 0° 를 기준으로 그래프의 오른쪽을 보면 완만한 특성을 가지는데 지향성 안테나의 방사패턴 특성상 왼쪽과 같은 값을 가져야 한다. 하지만 위치인식을 위해서는 RSSI 값이 가장 높은 것만 찾으면 되기 때문에 원하는 값인 0° 에서는 RSSI 값이 가장 높다는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 0° 에서의 오차율도 매우 낮은 것을 확인하면서 Zigbee의 RSSI를 이용한 거리 및 각도 측정이 가능하다는 것이 확인되어 위치인식 시스템 구현을 하였다.



그림 9. 각도측정 실험
Fig. 9. Angle measurement experiment

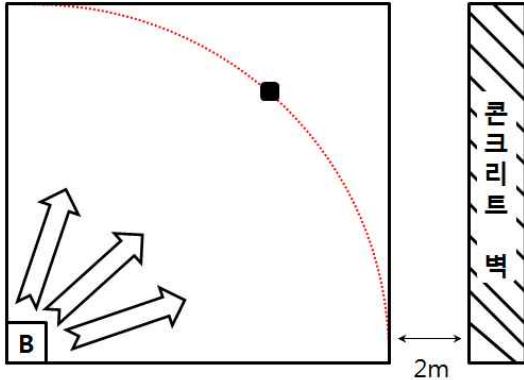


그림 10. 각도측정 실험 환경
Fig. 10. Angle measurement experiment environment

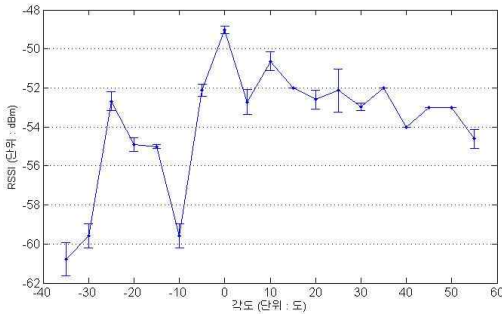


그림 11. 각도에 따른 RSSI값
Fig. 11. RSSI value of the angle

3-2. Zigbee기반의 AoA 위치인식 시스템 구현

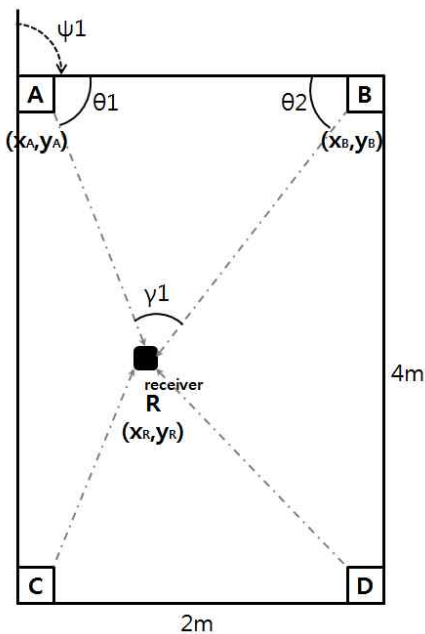


그림 12. 시스템 구현 및 방법
Fig. 12. System realization and method

본 시스템은 그림 12처럼 배치하여 구현하였다. 수신기 R의 위치를 구하기 위해서는 먼저 비컨 A와 수신기 R의 거리를 구한다.

$$\overline{AR} = \frac{\overline{AB} \sin(\theta_1 + \gamma_1)}{\sin \gamma_1} \quad (2)$$

식 2번은 각과 마주하는 선분에 대한 삼각법 공식인 $\frac{\sin \theta_1}{BR} = \frac{\sin \gamma_1}{AB}$ 으로 구할 수 있다 [11]. 같은 방법으로 BR, CR, DR의 거리를 구할 수 있으며,

$$x_R = x_A + \overline{AR} \sin(\psi_1 + \theta_1), \quad (3)$$

$$y_R = y_A + \overline{AR} \cos(\psi_1 + \theta_1)$$

식 3번은 방위각을 이용한 삼각법의 공식에 따라 x_R, y_R 를 구할 수 있다 [11]. 같은 방법으로 각 비컨에서의 거리를 구하여 각 좌표를 확인하였다. 확인된 좌표 내에 물체가 있다고 판단하고 각 비컨에서 구해진 수신기 좌표 네 개의 중심점을 구하여 중심점의 좌표에 해당하는 그리드를 위치로 측정하였다.

본 논문의 시스템 구성에 사용된 Zigbee 모듈 사용에 관한 실험으로 구현이 가능하다는 결과를 도출할 수 있었다. 이에 간단한 시스템을 구현하여 확인하였다. 저렴한 비용으로 구현이 가능한 Zigbee 모듈의 RSSI를 사용하면 정확도가 낮기 때문에 위치인식 방법 중 비교적 정확도가 높은 AoA 방법을 이용하여 hybrid 방식으로 구현하였다. 구현 환경은 다중경로 페이딩의 영향이 적게 미치는 곳을 골라 실내에서 구현 하였다. 2D 평면상에 그림 12와 같은 방법으로 4개의 비컨과 하나의 수신기로 구성되며 각 비컨들은 2m 혹은 4m의 거리로 구현하였다. 구현된 2D 평면을 작은 그리드로 분할하여 위치를 그리드의 좌표로 나타내었다. 각 비컨들은 자신의 좌표를 알고 있으며 각 비컨 사이의 거리도 알고 있다. 비컨에서 스텝 모터로 지향성 안테나를 회전 시켜 구한 RSSI 값으로 찾아진 수신기의 각도를 AoA 방식으로 삼각측량 기법을 이용하여 위치를 측정하였다. 수신기를 다른 곳

에 배치하며 반복 실험 결과 평균 35~36cm 정도의 오차를 가지는 값을 얻을 수 있었다.

IV. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 Zigbee 기반의 AoA 위치인식 시스템을 구현 하였다. 시스템을 구현하기 위해 Zigbee의 RSSI값을 이용하여 직선거리를 측정하는 실험과 지향성 안테나를 사용하여 RSSI값으로 각도의 구별여부를 실험 하였다. 실험의 결과 직선거리는 각 거리가 구별될 정도의 오차를 보이며, 각도의 경우 지향성 안테나가 가장 정면으로 바라보는 경우 RSSI 값이 가장 큰 값이 확인되어 시스템 구현에 문제가 없음을 확인 할 수 있었다. 이 실험은 흔히 사용하는 Zigbee와 안테나, 스텝 모터를 사용한 것으로 저렴한 비용으로 구현 가능여부를 연구한 것이다. 실험 후 2D 평면에 사각형의 각 모서리에 비컨을 하나씩 배치하고 지향성 안테나를 스텝 모터로 회전시켜 RSSI로 방향각을 측정하고 AoA 방식과 삼각측량 기법을 이용하여 물체의 위치를 측정하는 시스템을 구현하였다. 구현에서 각 비컨의 거리는 2m 혹은 4m로 직사각형 형태였으며, 이를 그리드로 분할하여 측정된 위치에 해당하는 그리드를 수신기의 위치로 추정하였다. 본 논문의 시스템 구현 결과 35~36cm 정도의 오차를 보였으며, 이러한 오차와 스텝 모터의 회전이 필요하다는 것을 고려했을 때, 물체의 이동이 많지 않은 기자재 창고나 온실 등에 적용하기 적합하다.

향후 다중경로 페이딩 환경에서 RSSI 값을 찾을 수 있는 오차 보정 알고리즘을 통하여 보다 정확한 위치인식 시스템을 구현할 것이며, 스텝 모터의 회전 없이 위치를 측정하는 방안을 모색하여 이동하는 물체의 위치인식 시스템을 구현하는 것이 최종 목표이다.

감사의 글

본 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(한국연구재단-2010-R1A4A007-2010-0013411).

참 고 문 헌

- [1] D. Niculescu and B. Nath, "Ad hoc positioning system (APS) using aoa," *22nd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies.*, vol. 3, pp. 1734-1743, April. 2003.
- [2] Xinwei Wang, Ole Bischoff, Rainer Laur and Steffen Paul, "Localization in wireless Ad-hoc sensor networks using multilateration with rssi for logistic applications," *Institute for Electromagnetic Theory and Microelectronics (ITEM).*, vol. 1, pp. 461-464, September. 2009.
- [3] D. Niculescu and B. Nath, "Ad hoc positioning system (APS)," *Global Telecommunications Conference.*, vol. 5, pp. 2926-2931, 2001.
- [4] M. Betke and L. Gurvits, "Mobile robot localization using landmark," *Robotics and Automation, IEEE Transactions on.*, pp. 251-263, Apr. 1997.
- [5] Dragos Niculescu and Badri Nath, "VOR base stations for indoor 802.11 positioning," *10th annual international conference on Mobile computing and networking.*, pp. 58-69, September. 2004.
- [6] M. Sugano, "Indoor localization system using rssi measurement of wireless sensor network based on zigbee standard," in *Wireless Sensor Network.*, 2006.
- [7] Asis Nasipuri, Kai Li, "A directionality based location discovery scheme for wireless sensor networks," *WSNA'02.*, September 28. 2002.
- [8] K. W. Cheung, H. C. So, W.-K. Ma, and Y. T. Chan, "Least squares algorithms for time-of-arrival-based mobile location," *IEEE Transactions on Signal Processing.*, vol. 5, no. 4, April. 2004.
- [9] 한세대학교, "CSS 방식의 근거리 위치인식 솔루션개발-최종보고서," *한국전파진흥원*, December. 2009.
- [10] Rong Peng, "Angle of arrival localization for wireless for sensor networks," *Sensor and Ad Hoc Communications and Networks, SECON'06. 2006 3rd Annual IEEE Communications Society.*, vol. 1, September. 2006.
- [11] C. McGillem and D. Rappaport, T.S., "A beacon navigation method for autonomous vehicles," *Vehicular Technology, IEEE Transactions on.*, pp. 132-139, Aug. 1989.

조 호 성 (趙皓成)



2010년 2월 : 순천대학교 정보통신 공학과 (공학사)
2010 3월~ 현재 : 순천대학교 정보통신 공학과 석사 과정
관심분야: Wireless USN, UWB, 통신시스템

박 대 헌 (朴大憲)



2006년 2월 : 순천대학교 정보통신 공학과(공학사)
2008년 2월: 순천대학교 정보통신 공학과 (공학석사)
2008년 3월~현재: 순천대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정
관심분야 : UWB, 통신시스템, Wireless USN, RFID

박 철 영 (朴哲永)



2010년 2월 : 순천대학교 정보통신 공학과 (공학사)
2010 3월~ 현재 : 순천대학교 정보통신공학과 석사 과정
관심분야 : Wireless USN, RFID, UWB

박 장 우 (朴長雨)



1989년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학사)
1991년 8월 : 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1997년 2월 : 한양대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
1997년 3월~현 재: 순천대학교 정보통신공학부 교수
관심분야: SoC, 무선통신 시스템, Wireless USN