

RSSI기반에서 다양한 삼변측량 위치인식 기법들의 성능평가

김선관* · 김태훈* · 탁성우*

*부산대학교

Performance Evaluation of RSSI-based Various Trilateration Localization

Kim Sun-gwan* · Kim Tae-hoon* · Tak Sung-woo*

*Busan National University

E-mail : ksg1683@nate.com

요 약

현재 사회는 무선 통신기술의 발전으로 위치기반 서비스에 관심이 높아지고 있으며 이로 인해, 위치 정보의 중요성이 증가하는 추세이다. 위치정보를 계산하는 위해 여러 가지 방안이 제안되고 있으며, 그중에서도 삼변측량 기법이 대표적이다. 삼변측량 기법은 세 개의 비컨 노드에서 알고자 하는 위치 사이의 거리정보를 통해 계산한다. 비컨 노드에서 알고자 하는 위치 사이 거리정보를 얻을 때 장애물이나 주변 환경에 의해 거리오차가 발생하며 이로 인해 정확한 위치정보를 얻을 수 없다. 현재로서 위치정보의 정확도를 높이기 위해 다양한 알고리즘이 있다. 하지만 이러한 알고리즘들의 체계적인 분석이 진행되지 않고 있다. 본 논문은 위치인식 기술들을 분석하고, 거리오차로 인해 위치정보의 오차를 줄이기 위한 알고리즘들을 다양한 측면에서 체계적이고 실증적인 분석을 통해 비교평가 하였다.

ABSTRACT

Currently in the development of community wireless technology is gaining interest in location-based services and as a result, the importance of the location information is a growing trend. To calculate the location information is being suggested several ways, among them Trilateration is representative. Trilateration is three beacon nodes, the distance between the location in which you want to calculate with information. Beacon from a node to know where to get information when the distance between the obstacle and the distance error caused by the surrounding environment, which leads to the exact location can not be obtained. Currently due to distance error, location information has a variety of algorithms to reduce the error. However, a systematic analysis of these algorithms is not progress. This paper analyzes the location-aware technologies, and the error the distance of the location information to reduce errors in the various aspects of the algorithm for the systematic and empirical comparison was evaluated through the analysis.

키워드

RSSI, 위치인식, 삼변측량, 비컨노드

1. 서 론

현재 사회는 무선 통신기술의 발전으로 위치기반 서비스에 관심이 높아지고 있으며 이로 인해, 위치 정보의 중요성이 증가하는 추세이다. 위치 정보를 얻는 방법으로는 크게 두 가지로 나뉘게 된다. 첫 번째 방법으로는 노드와 노드 사이의 거리를 계산하지 않고 위치측정(Range-free)을 방법이 있다. 두 번째 방법으로는 노드와 알고자 하는 위

치 사이의 거리 통하여 위치 측정(Range-based)하는 방법이 있다. 노드와 노드 사이의 거리 측정 기법에는 RSSI[1][2][3], TOA[2][3], TDOA[2][3][4], AOA[2][3]기법이 있으며, 이를 통해 거리가 얻어진다. RSSI 방법은 노드가 라디오 신호의 세기를 나타내주는 척도이다. 신호가 전달된 거리가 길수록 RSSI가 작아진다고 가정할 때 RSSI값을 거리로 변환할 수 있다, TOA방법은 전파의 도달시간

을 이용하여 거리를 계산하는 방법이고[1], TDOA는 신호의 도착시간 차이를 이용하여 거리를 계산하는 방법이다. 마지막으로 AOA방식은 신호가 들어오는 각도를 이용하여 거리를 측정하는 기법이다. 이러한 방법으로 측정된 거리를 이용하여 위치를 계산하는 방식 중 대표적인 위치 계산법은 삼변측량(Trilateration)이 있다. 삼변측량 기법은 알고자 하는 위치와 노드 사이의 거리 정보를 이용하여 위치정보를 얻는다. 하지만 비컨 노드에서 알고자 하는 위치 사이 거리정보를 얻을 때 장애물이나 주변 환경에 의해 거리오차가 발생하며 이로 인해 정확한 위치정보를 얻을 수 없다. 현재로서 위치정보의 정확도를 높이기 위해 다양한 알고리즘이 있다. 하지만 이러한 알고리즘들의 체계적인 분석이 진행되지 않고 있다. 본 논문은 위치인식 기술들을 분석하고, 거리오차로 인해 위치정보의 오차를 줄이기 위한 알고리즘들을 다양한 측면에서 체계적이고 실증적인 분석을 통해 비교평가 하였다.

II. 본 론

이 장에서는 기본적인 삼변측량에 대해 설명한다. 또한, 거리측정 오차 발생 시 거리오차를 줄이기 위해 존재하는 대표적인 삼변측량 알고리즘을 소개한다.

II. I 삼변측량

삼변측량은 알고자 하는 위치에서 노드 사이의 측정된 거리 정보 기반 위치측정 기법 중에 대표적인 방법이다. 직접적인 거리 측정 기술이 발전하면서 최근 GPS 등에 많이 사용되고 있는 방식이다. 삼변측량은 세 개의 노드로부터 구한 거리를 이용해서 알고자 하는 위치를 계산해 내는 방식이다. 삼변측량은 간단한 수학적 계산에 기초하고 있다. 아래의 그림 1.은 간단한 삼변측량을 보여주고 있다. 두 점 A, B에서부터 현 위치까지의 거리가 얼마인지 알고 있다면 두 원의 교점에 의해서 알고자 하는 위치가 될 수 있는 2개의 점을 찾을 수 있다. 추가로 C에서부터의 거리를 알 수 있다면, 그 가능성 중 하나를 제거할 수 있다.

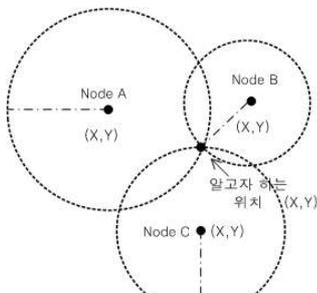


그림 1. 삼변측량

II. II 거리 측정 오차 시 확률 을 이용한 삼변측량

확률을 이용한 삼변측량은 베이즈 이론에 따라 조건부 확률에서 사전 정보를 더하면 사후 확률을 얻을 수 있다. 알고자 하는 노드에서 노드 사이 RSSI 값이 P 이고, r은 알고 자하는 노드에서 노드 사이 거리에 해당한다. 수식 (1)과 같이 조건부 확률은 RSSI값이 주어졌을 때 그에 해당하는 거리가 나타날 확률을 나타내고, 사전 정보는 RSSI값을 고려하지 않고 나타날 거리 확률이다. [5] 사후 확률은 조건부 확률에서 새로운 정보를 알았을 때 확률의 개선이 일어나게 된다. 이러한 결과로 거리오차를 줄일 수 있다. [6]

$$p(r|P) \propto p(P|r) * p(r) \tag{수식(1)}$$

II. III 거리 측정 오차 시 지역 유사성을 이용한 삼변측량

지역 유사성을 이용한 삼변측량 알고리즘은 알고자 하는 위치에서 원 흡 안에 있는 노드들을 이용하여 삼변측량에 적용한다. 원 흡 내에 있는 노드와 알고자 하는 위치사이의 RSSI값을 서로 주고 받는다. 표 1. 은 각 노드의 RSSI값을 매트릭스로 표현한 것이다. R_{ij} 는 노드 I에서 j까지 RSSI값을 나타낸 것이다. 가로 첫 번째 R_{1j} 은 알고자 하는 위치에 해당한다. 이렇게 측정된 RSSI 값의 정보를 토대로 지역 유사성이 가장 큰 노드들을 이용하여 삼변측량을 한다. [7]

$$R_{n*n} = \begin{matrix} \begin{matrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{21} & R_{21} & \dots & R_{21} \\ R_{31} & R_{31} & R_{31} & \dots & R_{31} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ R_{n1} & R_{n1} & R_{n1} & \dots & R_{n1} \end{matrix} \end{matrix}$$

표 1. 각 노드에서 RSSI값을 나타낸 매트릭스

II. IV 거리 측정 오차 시 토폴로지를 이용한 삼변측량

토폴로지를 이용한 삼변측량은 노드와 배치가 정삼각형에 가까울수록 정확한 위치정보를 얻을 수 있다. [8] 삼변측량을 실시한 뒤 예상위치를 그림 2. 와 같이 세 가지 가중치를 부여함으로써 거리오차를 줄인다. 첫 번째 가중치는 노드와 노드 사이의 각이 60도에 가까울수록 가중치를 적게 준다. 두 번째 노드 사이의 거리가 같으면 같을수록 가중치를 적게 준다. 마지막 세 번째는 세 개의 노드 사이에 예상위치가 무게중심에 가까울수록 가중치를 적게 준다. [9]

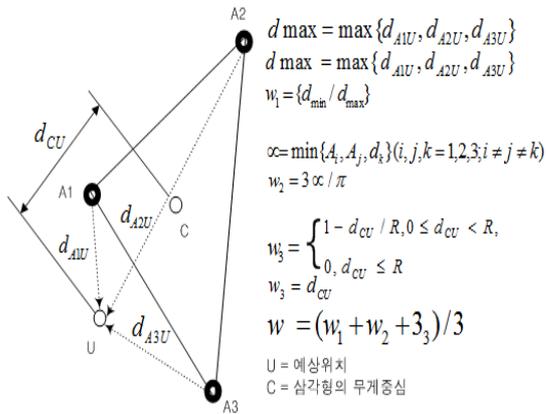


그림 2. 토폴로지를 이용한 삼변측량

III. 실험 및 평가

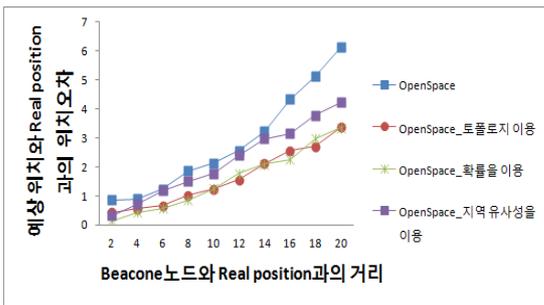


그림 3. 예상위치와 Real Position 거리오차

본 장에서는 모의실험을 통해 삼변측량 알고리즘들을 c++ 을 이용하여 구현하고 테스트 및 성능평가를 수행했다. 그림 1 과 같이 가상의 공간 100m x 100m 환경에서 각 노드를 배치하고 하나의 Real Position을 랜덤하게 주어진다. Real Position은 어느 위치에 있더라도 수식[]을 통해 3 개 이상의 노드로부터 수신할 수 있다. Real Position과 노드들의 거리를 구한 다음 이것을 가우시안 분포를 적용하여 오차를 강제로 주어졌다. 오차가 주어진 거리를 토대로 각 삼변측량을 100 번 반복한다. 이렇게 삼변측량을 통해 얻어진 예상위치를 Real Position과 거리오차를 그림 3.과 같이 그래프로 나타내었다. 그림을 보게 되면 Real Position과 노드 사이의 거리를 30% 가우시안 분포를 적용한 상황에서 확률을 이용한 삼변측량이 Real Position과 가장 적은 오차를 보였으며 40% 이상 가우시안 분포를 적용한 결과로는 토폴로지를 이용한 삼변측량이 가장 적은 오차를 나타내었다. 지역 유사성을 이용한 삼변측량은

30% 이하일 경우에는 확률을 이용한 삼변측량과 비슷한 오차를 나타내었으나 40% 이상일 경우에는 가장 큰 오차를 나타내었다. 이 세 가지 삼변측량은 각각 장단점을 가지고 있다. 알고자 하는 위치와 노드 사이의 거리의 오차가 가장 적을 때 확률을 이용한 삼변측량이 가장 적은 오차를 보장해 줄 것이고, 거리오차가 클 때에는 토폴로지를 이용한 삼변측량이 적은 위치 오차를 보장해 줄 것이다.

IV. 결론

본 논문은 다양한 삼변측량 기술들을 분석하고, 거리오차로 인해 위치정보의 오차를 줄이기 위한 알고리즘들을 다양한 측면에서 체계적이고 실증적인 분석을 통해 비교평가 하였다. 위치인식 기술은 다른 기술들에 우선하는 기반 기술로서 중요도가 높으며 활발히 연구되고 있다. 정확한 위치 데이터를 얻기 위해 다양한 방법들이 연구 개발되고 있으나, 아직은 완벽한 기술은 개발되지 않았었다. 향후에도 이에 관해 중요한 연구 주제가 될 것이다.

참고문헌

- [1] Paramvir Bahl and Venkata N. Padmanabhan, "RADAR: An In Building RF Based User Location and Tracking System," Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, Vol. 2, pp.775-784, 2000
- [2] Boukerche, A, Oliveira, H.A.B, Nalamura, E.F, and Loureiro, A.A.F, "Localization system for wireless sensor networks," Wireless Communications, IEEE, Vol 14, pp 6-12, Dec 2007.
- [3] A.H. Sayed, A. Tarighat, N. Khajehnouri, "Network-based wireless location: challenges faced in developing techniques for accurate wireless location information," Signal Processing Magazine, IEEE, vol.
- [4] L.Zhu and J.Zhu, "A New Model and its Performance for TDOA Estimation," IEEE Vehicular Technology 2110, Vol, Oct. 2001, pp.2750-2753
- [5] S. Hara, D. Zhao, K. Yanagihara, J. Taketsugu, K. Fukui, S. Fuknaga, and K. Kitayama, ""Propagation characteristics of IEEE 802.15.4 radio signal and their application for location estimation,"" in IEEE VTC 2005- Spring, Stockholm, Sweden, 29 May-1 June, 2005.

- [6] Daisuke Anzai and Shinsuke Hara "An RSSI-Based MAP Localization Method with Channel Parameters Estimation in Wireless Sensor Networks" in IEEE VTC 2009-spring 26-29 April 2009
- [7] Guanglin He, Lintao Li, Li Lao "A Localization Algorithm Based on Geographical Similarity of RSSI in Wireless Sensor Networks" in IEEE 2009.CNMT 18-20 Jan. 2009
- [8] V.P.Sadaphal and B. Jain, "Localization accuracy and threshold network density for tracking sensor network,; in proceedings of IEEE international Conference on Personal Wireless Communications, 2005, pp. 408-412
- [9] Yibin Yu, Gui Wang, Zuoquan Li and Changbing Li, "Alternating Combination Trilateration for Unknown Nodes of Sensor Networks," IEEE international Conference on Control and Automation, pp, 1747 - 1751 May 30 2007.