

대규모 무선 센서 네트워크에서 이웃 노드 분포를 이용한 분산 위치인식 기법 및 구현

*이상훈,
*연세대학교 전기전자공학부
*{crere, slee}@yonsei.ac.kr

**이호재, *이상훈
**경희대학교 전자정보학부
**hojae84@hanmail.net

Weighted Neighbor-node Distribution Localization for Large-scale Wireless Sensor Networks

*Sanghoon Lee,
*Electrical and Electronic
*Yonsei University

**Ho-Jae Lee, *Sanghoon Lee
**Electronics & Information
**Kyunghee University

Abstract

Distributed localization algorithms are required for large-scale wireless sensor network applications. In this paper, we introduce an efficient algorithm, termed weighted neighbor-node distribution localization(WNDL), which emphasizes simple refinement and low system-load for low-cost and low-rate wireless sensors. We inspect WNDL algorithm through MATLAB simulation.

I. 서론

무선 센서 네트워크에서 위치인식 기술은 서로 떨어져 있는 노드끼리의 통신을 이용하여 각 노드의 위치를 절대적 또는 상대적인 좌표계로 나타내는 것으로서 다양한 서비스 환경을 만들기 위하여 필수적으로 수행되어야 하는 기술이다. 위치인식 기술은 신속성, 정확도, 시스템 가중도를 고려하여 실제 서비스가 가능하도록 고려되어야 한다. 따라서, 기존 RSSI[1] 기반의 위치인식 알고리즘보다 위와 같은 고려사항을 더 효율적으로 만족하는 분산 위치인식 기법을 제안한다. 분산 기법은 노드의 분포의 특성을 이용하여, 그 확률 분포에 따라 가중치를 두어 위치 정보를 업데이트 하

여 위치 좌표의 정확성을 높이고, 그 계산을 간단히 하여 신속성을 향상시키는 기술이다.

본 논문에서는 알고리즘의 구현 과정과 시뮬레이션 결과에 초점을 맞추어 기술한다.

II. 본론

2.1 Probability Distribution Modeling

대규모 센서네트워크에서 적은 용량을 활용하여 가중치 위치인식 기법을 신속하게 수행하기 위해서 노드의 분포 특성을 이용한 위치 인식 기법(WNDL)을 이용하여 참조 노드의 개수가 적어 모든 노드가 참조노드의 통신거리 안에 속할 수 없는 상황에서도 거리오차에 따른 위치인식에의 영향을 줄일 수 있다. 자신의 노드와 그의 이웃 노드들과 떨어진 거리를 이용하여 Gaussian pdf로 모델링 한다.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp - \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}$$

2.2 Maximum Likelihood Estimation

하나의 노드에 있어서 그의 위치를 정할 때, 해당 노드의 이웃노드들과의 거리에 관한 probability가 가장 높은 위치로 자신의 위치를 정한다. 이는 다음과 같이 Maximum likelihood로 표현할 수 있다.[2]

$$\hat{x}_i = \operatorname{argmax}_{x_i} \log \prod_{j \in N(i)} \text{Gaussian}(\|x_i - x_j\|, \mu_i, \sigma_{ij}^2)$$

$$= \operatorname{argmin}_{x_i} \sum_{j \in N(i)} \frac{1}{2\sigma_{ij}^2} (\|x_i - x_j\| - \mu_i)^2$$

III. 시뮬레이션

본 논문에서는 MATLAB을 이용하여 제안하는 알고리즘과 기존 기법으로 Trilateration과 dwMDS[3] 기법을 신속성과 정확도 측면에서 비교하였다.

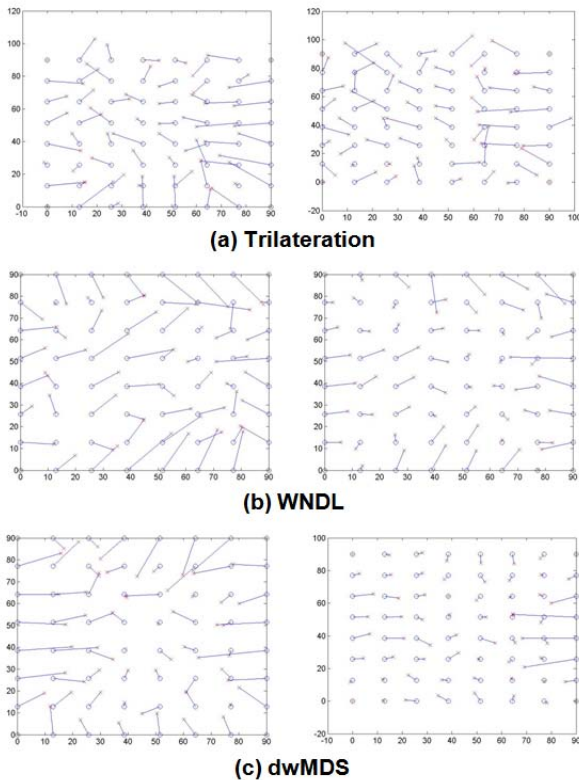


그림 1. 3가지 위치인식 기법의 추정 좌표 비교

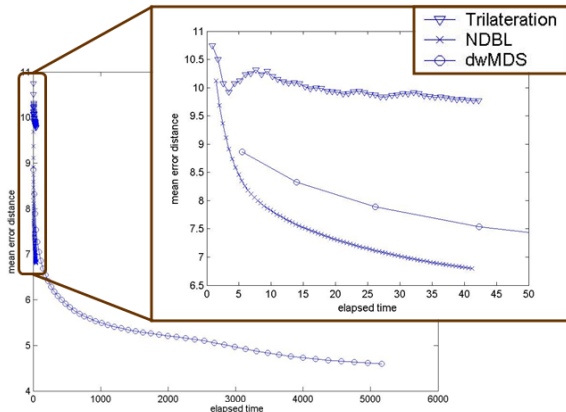


그림 2. 3가지 위치인식 기법의 추정시간에 따른 오차

그림 1.은 좌측은 초기의 위치인식 좌표이며, 우측은 알고리즘 수행 완료후의 위치인식 좌표이다. 정확도는

dwMDS보다는 떨어지지만, Trilateration보다 더 뛰어나다. 하지만 dwMDS의 경우 수행시간이 너무 길어서 실제 서비스에 이용이 어렵기 때문에 WNDL은 실제 환경에서 적합하다고 판단할 수 있다. 또한 그림 2.에서 주목할 점은 WNDL의 경우 dwMDS보다 알고리즘을 통한 최종 위치 보정에 따른 이득이 많지 않지만 초기 알고리즘 수행시 보다 더 간단한 계산을 이용하므로 오차를 줄이는 속도가 탁월하게 좋다. 만약 위치 인식 알고리즘이 수행되어야 하는 시간제한이 매우 짧다면, 예를 들어 1~2분의 시간 안에 알고리즘 수행이 끝나야 한다고 하면 WNDL의 알고리즘 수행 이득이 dwMDS의 그것보다 더 좋게 나타날 것이라고 생각할 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 대규모 무선 센서 네트워크에서 보다 실용적인 위치 인식을 위해 노드의 분포 특성을 이용한 분산 위치인식 기법을 제안, 구현하였다. MATLAB simulation에서는 dwMDS algorithm과의 비교를 통해 효율성을 검증하여 실제 센서 노드에서의 구현 가능성을 보여주었다. 실시간으로 변화하는 무선 센서 네트워크 응용에 있어서 본 논문이 제안하는 알고리즘은 그의 신속성과 간단함에 있어서 효율적인 위치인식 기법이 될 수 있음을 주장할 수 있다. 향후에는 이와 같은 위치 인식 기법을 이용하여 하드웨어 시뮬레이션을 통한 검증과 감시경찰 서비스의 구현을 통해 본 알고리즘의 우수성을 입증하여 실제 서비스 가능성을 제시할 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2007-000-11708-0). 또한 본 연구는 서울시 산학연 협력사업 중(과제번호:11136) 보유기술 사업화 지원 사업의 연구 결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Yi Shang et al, "Localization from connectivity in sensor networks," IEEE Trans. Parallel and Distributed system, Vol. 15, No, 11, pp. 961-974, November 2004.
- [2] Neal Patwari et al, "Relative location estimation in wireless sensor network," IEEE Trans. Sig. Proc. 51, pp.2137-2148, August 2003.
- [3] Jose A. Costa et al, "Distributed weighted-multidimensional scaling for node localization in sensor network," ACM Trans. Sensor Network, Vol. 2, No. 1, pp.39-64, 2006.