

M2M 무선센서네트워크환경에 적용한 위치인식

알고리즘 성능평가

이성로* · 이연우* · 정민아* · 박진관* · Ronesh* · Tushar* · 임정수* · 이우용

*국립목포대학교

An Enhanced Range-Free Localization Algorithm

Using the Average of Hop-Counts for Wireless Sensor Networks

Seong ro Lee* · Yeonwoo Lee* · Min a Jung* · Jin gwan Park* · Ronesh* · Tushar*

Jeong su Im* · Woo yong Lee

*Mokpo National University

E-mail : ylee@mokpo.ac.kr

요 약

노드의 위치인식은 M2M 무선센서네트워크에서의 위치에 기반을 둔 여러 응용들을 위해 매우 중요한 문제이다. 센서 네트워크에서의 위치인식은 거리 정보가 사용되느냐 그렇지 않느냐에 따라 range-free와 range-based 기법으로 분류될 수 있는데, 센서노드 특성상 제한된 하드웨어로 동작해야 한다는 점에서 range-free 위치인식 기법이 range-based 기법에 비해 효율적인 방법이라 할 수 있다. DV-Hop은 range-free 위치인식 기법 중 대표적인 것으로서 홉 수와 거리 간 추정을 사용한다. 본 논문에서는 홉 수와 거리 간 추정을 위해 홉 수보다 거리와의 상관도가 높은 홉 수 평균을 사용하여 DV-Hop 에 비해 정확도를 향상시킨 DV-ANHC 알고리즘을 제시한다.

ABSTRACT

키워드

M2M ,DV-Hop, range-based 기법

I. 서 론

노드의 위치인식은 M2M 무선센서네트워크에서의 위치에 기반을 둔 여러 응용들을 위해 매우 중요한 문제이다. 센서 네트워크에서의 위치인식은 거리 정보가 사용되느냐 그렇지 않느냐에 따라 range-free와 range-based 기법으로 분류될 수 있는데, 센서노드 특성상 제한된 하드웨어로 동작해야 한다는 점에서 range-free 위치인식 기법이 range-based 기법에 비해 효율적인 방법이라 할 수 있다. DV-Hop은 range-free 위치인식 기법 중

대표적인 것으로서 홉 수와 거리 간 추정을 사용한다. 본 논문에서는 홉 수와 거리 간 추정을 위해 홉 수보다 거리와의 상관도가 높은 홉 수 평균을 사용하여 DV-Hop 에 비해 정확도를 향상시킨 DV-ANHC 알고리즘을 제시한다.

II. 본 론

Range-free 위치인식 기법은 부가적인 하드웨어 지원을 필요로 하지 않으며 효율적이고 분산적인 방법으로 각 노드에 구현될 수 있다. 대표적인

range-free 위치인식 알고리즘으로는 Centroid[2], DV-Hop[3], APIT[4] 등이 있으며, 이 장에서는 DV-Hop 알고리즘의 기본 메커니즘에 대해 살펴보기로 한다.

DV-Hop 기법은 각 노드에서부터 미리 위치를 알고 있는 앵커노드(랜드마크) 사이의 홉 수에 기반을 두어 이를 거리 정보로 환산하여 삼변측량을 통해 위치인식을 수행한다. 위치인식 과정은 크게 3단계로 구분할 수 있다. 첫 번째 단계에서는 그림 1에서와 같이 네트워크 내 모든 노드가 distance vector를 교환함으로써 각 앵커까지의 홉 수를 획득한다. 두 번째 단계에서, 각 앵커노드는 다른 앵커까지의 홉 수를 누적하여 식 (1)과 같이 평균 홉 크기(AHS : Average Hop Size)를 계산하고, 이 값을 네트워크로 브로드캐스트 전송한다.

$$AHS_i = \frac{\sum \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}}{\sum h_i}, i \neq j \quad (1)$$

여기서 (X_i, Y_i) 는 앵커 i 의 좌표이며, h_i 는 앵커와 앵커 간의 홉 수를 의미한다. 세 번째 단계에서, 임의의 노드가 AHS 값을 얻게 되면 세 개 이상의 앵커까지의 거리값을 추정할 수 있으며 삼변측량을 통해 자신의 위치를 결정할 수 있게 된다.

III. 제안하는 DV-ANHC 알고리즘

홉 수와 거리와의 관계에는 어느 정도 상관관계가 있지만 그 정도가 크지는 않다. 예를 들어 임의의 노드가 앵커로부터 1-홉 떨어져 있다면, 앵커와의 거리는 0부터 R 사이가 된다. DV-ANHC에서는 홉 수보다 거리와의 상관도가 높은 ANHC 값을 사용함으로써 위치인식 정확도를 높이고자 한다.

각 노드가 앵커까지의 ANHC 값을 설정하기 위해서는 앵커까지의 홉 수를 설정한 이후 이웃노드들과 홉 수 정보를 서로 교환하여야 한다. 이후 각 노드는 이 정보를 바탕으로 식 (2)를 통해 ANHC를 계산할 수 있으며, 앵커는 이 값을 0으로 설정한다.

$$ANHC = \frac{10}{n+1} \sum_{i=0}^n (i\text{번째 이웃의 홉 수}) \quad (2)$$

$(n : \text{이웃노드 개수}, 0\text{번째 이웃은 자기 자신})$

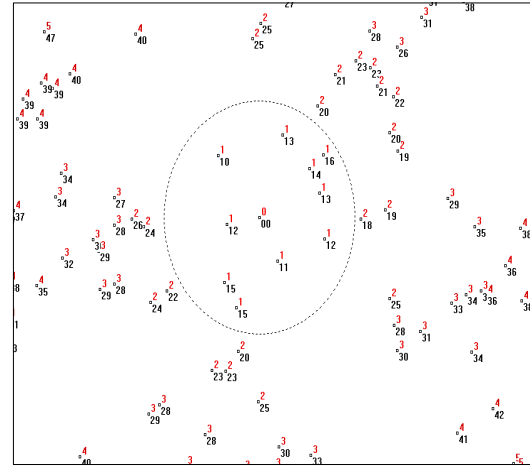


그림 1. 센서필드에서 각 노드의 홉 수와 ANHC

그림 1은 가운데에 앵커가 있으며 노드가 랜덤하게 배치되어 있는 센서필드를 나타낸다. 각 노드의 홉 수는 한자리의 수로 표시되어 있으며, ANHC는 두 자리로 표시되어 있다. 홉 수가 같은 노드일지라도 앵커와의 거리에 따라 ANHC가 다르게 나타남을 확인할 수 있다. 홉 수가 같을지라도 해당 노드의 주변에 홉 수가 큰 노드가 많다면 앵커와 상대적으로 먼 거리에 있을 확률이 크고, 홉 수가 작은 노드가 많다면 앵커와 상대적으로 가까운 거리에 있을 확률이 크기 때문이다. 이는 노드 배치를 달리하며 홉 수와 거리와의 상관도(0.90), 또한 ANHC와 거리와의 상관도(0.98)를 조사해본 결과에 의해서도 뒷받침된다.

모든 앵커까지의 ANHC의 설정이 끝난 후, 각 앵커노드는 다른 앵커까지의 ANHC를 이용하여 ARDA(거리와 ANHC 간 평균 비율)를 식 (3)에 의해 계산하고 이를 네트워크로 브로드캐스트 전송한다.

$$ARDA_i = \frac{\sum \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}}{\sum ANHC_j}, i \neq j \quad (3)$$

모든 앵커가 ARDA를 전송하므로 임의의 노드는 여러 앵커로부터 ARDA를 수신하게 되며, ANHC가 가장 작은 앵커로부터의 ARDA값에 ANHC를 곱하여 각 앵커까지의 거리를 추정할 수 있게 되며, 삼변측량을 통해 최종 위치인식이 가능해진다.

IV. 성능 분석 및 결론

제안한 DV-ANHC 알고리즘의 성능을 확인하기 위해 Visual C++을 통해 위치 추정 오차를 측정해 보았다. 앵커노드의 배치 상태는 그림 2와 같이 4가지 경우를 이용하였으며, 각각의 경우에 대해 RF 도달거리는 20m에서 40m까지 5m 간격으로 변경하며 시뮬레이션을 수행하였다.

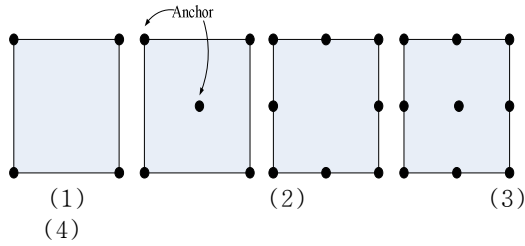
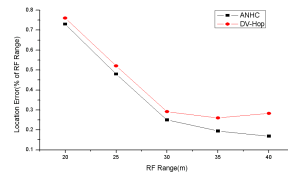
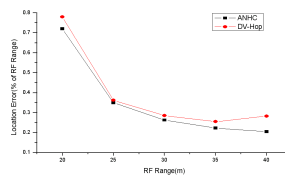


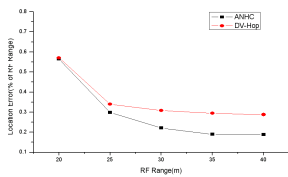
그림 2. 앵커노드의 4가지 배치 형태



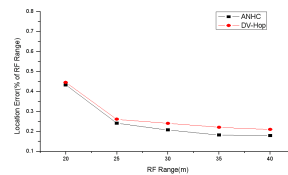
(1)



(2)



(3)



(4)

그림 3. 각 배치 형태에 따른 위치 추정 오차 비교

그림 3을 통해 통신 범위가 증가할수록 또한 앵커의 수가 많을수록 위치 오차는 감소함을 확인할 수 있다. 전체적으로 DV-ANHC 알고리즘이 DV-Hop에 비해 위치 추정 정확도 면에서 우수함을 확인할 수 있으며, 이는 거리와의 상관도가 높은 ANHC를 사용하여 얻은 효과라 할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구

임(No.2011-0029321)

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2011-0022980)

참고문헌

[1] W. N. Chung, and W. S. Ming, "An Efficient Location-Aided Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks," in IEEE Proceedings of International Conference on Parallel and Distributed Systems, 2005.

[2] N. Bulusu, J. Heidemann, and D. Estrin, "GPS-less Low Cost Outdoor Localization for Very Small Devices," IEEE Personal Communications, vol. 7, pp. 28-34, Oct. 2000.

[3] D. Niculescu, and B. Nath, "DV Based Positioning in Ad Hoc Networks," Telecommunication Systems, vol. 22, no. 1, pp. 267-280, Jan. 2003.

[4] T. He, C. Huang, B. M. Blum, J. A. Stankoivic, and T. Abdelzaher, "Range-Free Localization Schemes for Large Scale SensorNetworks," in Proceedings of the 9th International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), pp. 81-95, Sep. 2003.