

센서네트워크에서 에러 전파를 고려한 분산 위치 추정 기법

김태영, 손민한, 추현승
성균관대학교 정보통신공학부
e-mail:{buzz317, minari95, choo}@skku.edu

Distributed Localization for Reducing Error Propagation in Wireless Sensor Networks

Taeyoung Kim, Minhan Shon, and Hyunseung Choo
School of Information and Communication Engineering
Sungkyunkwan University

요 약

무선센서네트워크에서 저가의 센서 필드를 구성하기 위해 센서노드의 위치 추정은 매우 중요하다. 소수의 위치를 알고 있는 센서노드인 앵커노드를 이용하여 모든 일반노드들의 위치를 알게 하는 방법으로 DRLS이 있으며, 이 기법은 이전의 기법들에 비해 상대적으로 정확한 위치 추정을 가능하게 한다. 하지만 DRLS는 이웃하는 앵커노드가 없는 일반노드의 경우 위치 추정 정확도를 심각하게 낮추는 에러 전파가 일어나는 문제점이 있다. 본 논문은 DRLS의 에러전파를 줄이기 위한 Distributed Localization for Reducing Error Propagation (DLREP)를 제안한다. DLREP는 각 일반노드들이 DRLS를 이용하여 위치 추정을 한 뒤 한 번의 추가적인 브로드캐스트를 더 수행하여 각 일반노드가 추가적인 앵커노드의 위치 정보를 얻게 한다. 그리고 이 정보를 이용하여 앵커노드 위치를 중심으로한 초기 위치의 회전을 통해 일반노드의 에러전파가 된 위치에 대한 수정을 가한다. DLREP는 위치 추정이 완료된 DRLS에 적용되어 더 정확한 센서노드의 위치 추정을 할 수 있도록 하는 진보된 위치 추정 기법이다.

1. 서론

무선센서네트워크에서 위치 정보를 기반으로 하는 많은 응용프로그램들이 가능하기 위해서 각 센서노드들의 위치를 추정하는 기법이 필수적이다. 가장 간단한 위치 추정 기법으로는 각 센서노드에 GPS를 장착하는 방법이 있다. 하지만 저가의 센서노드들에 고가의 추가적 장치를 장착하는 것은 합리적이지 못하다. 이로 인해 GPS 없이 센서노드의 위치를 추정할 수 있는 기법들이 많이 제안되었으며, 이는 센서네트워크에서 필수적인 요소이다.

대표적인 위치 추정 방법으로 Distributed Range-free Localization Scheme (DRLS)[1]이 제안되었다. DRLS는 자신의 위치 정보를 알지 못하는 센서노드들이 위치 정보를 알고 있는 소수의 앵커노드들의 위치 정보를 이용하여 위치 추정을 한다. 이때 이웃하는 앵커노드가 존재하는 일반노드들은 그 위치 추정이 비교적 정확하지만, 이웃하는 앵커노드가 존재하지 않는 일반노드의 경우에는 에러 전파가 심하게 발생한다. 이는 이웃 앵커노드가 존재하지 않는 일반 노드들은 위치 추정을 할 때 이웃 일반노드가 위치를 추정할 때까지 기다린 후에 이웃 일반노드를 앵커노드로 삼아서 위치 추정을 하기 때문이다.

본 논문은 Distributed Localization for Reducing Error Propagation (DLREP)을 제안한다. DRLS에서 2개의 앵커노드가 모여 있을 경우 심한 에러 전파가 일어나기 때문

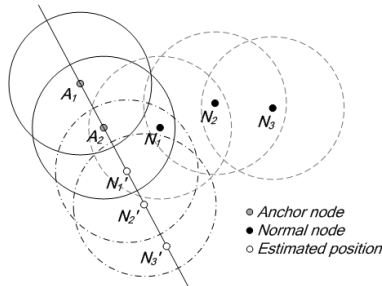
에, 앵커노드를 기준으로 DRLS에서 구한 초기 위치 좌표를 회전하여 위치 수정을 한다. 이를 위해 DRLS 알고리즘 적용 후 각 일반노드로부터 한번의 브로드캐스트를 더 이용한다. 따라서 DRLS보다 평균적으로 더 높은 위치 추정 정확도를 보인다.

2. 관련 연구

비교적 정확한 위치 추정 결과를 보여주는 기법으로 DRLS가 제안되었다. DRLS에서 각 앵커노드는 2-홉 플러딩을 사용하여 자신의 2 홉 거리 이내에 존재하는 일반노드들에게 자신의 위치 정보를 전달한다. 일반노드들은 자신의 2 홉 거리 이내에 존재하는 앵커노드의 위치 정보를 이용하여 위치를 추정 한다. 먼저 일반노드로부터 1 홉 거리에 존재하는 앵커노드를 이용하여 Estimative Rectangle(ER)을 만들고, 그리드스캔 알고리즘을 사용하여 위치 추정을 한다. 그 후 2 홉 거리에 존재하는 앵커노드들을 이용하여 백터에 기반한 refinement를 수행한다. 하지만 2 홉 거리 이내에 앵커노드가 존재하지 않는 일반노드의 경우는 이웃하는 일반노드가 위치 추정을 완료할 때까지 기다린 후 위치 추정을 수행한다. 이 때 오차가 존재하는 위치 정보를 사용하여 위치 추정을 하기 때문에 위치 추정 에러가 전파되는 결과를 가져오며, 이로 인해 심각한 위치 추정 오차가 발생한다.

3. 제안 기법

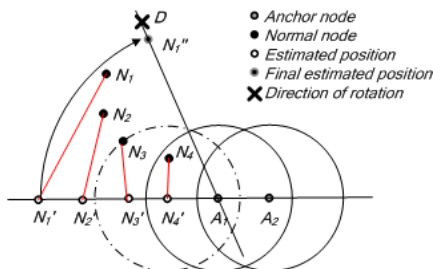
본 논문은 DRLS에서 발생하는 에러 전파를 줄이기 위한 방법인 DLREP를 제안한다. 에러전파가 발생하는 요인 중 가장 큰 원인은 두 개의 앵커노드가 이웃하여 존재하는 경우이며, 그림 1은 이를 보인다. 앵커노드 A_1 과 A_2 가 이웃하여 존재할 때 일반노드 N_1, N_2, N_3 의 추정 위치는 N_1', N_2', N_3' 과 같이 그 오차가 점점 커지는 결과를 보인다. 따라서 이를 해결하기 위해 앵커노드를 기준으로 하여 추정 위치를 회전함으로써 위치를 수정하는 기법을 제안한다.



(그림 1) 에러전파가 일어나는 예시

DLREP는 DRLS 알고리즘 적용 후 에러 전파를 줄이기 위해 적용된다. DLREP 적용을 위해 DRLS 과정에서 추가적으로 자신의 위치 정보가 파생된 앵커노드의 위치 정보와 그 홉간 거리를 일반노드들에게 전달한다. 이 때 일반노드들은 앵커노드의 정보를 1 ~ 3개까지 얻을 수 있다.

3개의 앵커노드 정보를 얻은 일반노드는 첫 번째 얻은 앵커노드의 위치를 회전의 중심으로 삼는다. 그리고 3개의 앵커노드 정보를 이용하여 회전의 방향을 정한다. 회전의 중심이 되는 앵커노드와 임의의 다른 앵커노드의 위치 정보 및 각 홉간 거리 정보를 이용하여 2개의 원을 그린 후 그 두 개의 교점을 구하고, 나머지 하나의 앵커노드와 가까운 교점을 회전의 방향으로 정한다. 그 후 DRLS를 통해 얻은 초기 위치를 회전의 중심과 방향을 이용하여 회전시킴으로써 위치를 수정한다. 그림 2는 회전을 이용한 위치 수정을 보인다. 일반노드 N_1 은 자신의 초기 위치 N_1' 의 위치가 파생된 앵커노드인 A_1 을 기준으로 하여 회전의 방향 D 로 N_1'' 을 회전시킴으로써, N_1 에 더 유사한 위치 정보를 얻는다.



(그림 2) 회전을 통한 위치 수정 예시

1개 혹은 2개의 앵커노드 위치 정보만 가진 일반노드는 3개의 앵커노드 정보를 가진 일반노드가 위치 수정을 완료할 때까지 기다린 후 그 정보를 이용하여 위치 수정을

한다. 2개의 앵커노드 위치 정보를 알고 있는 일반노드는 가지고 있는 2개의 앵커노드 정보와 나중에 얻은 일반노드의 수정된 위치 정보를 이용한다. 두 앵커노드들의 위치 정보로 두 원을 그린 뒤 두 교점을 찾은 후 위치 수정을 완료한 일반노드의 위치와 가까운 점을 회전의 방향으로 삼는다. 1개의 앵커노드 위치 정보만 알고 있는 일반노드는 나중에 얻은 일반노드의 수정된 위치 정보와 1개의 앵커노드 정보를 이용하여 2개의 원의 두 교점을 구한다. 그리고 초기 추정 위치와 가까운 교점을 회전의 방향으로 정한다. 이는 초기 위치와 가까운 점을 회전의 방향으로 할 경우 항상 에러의 정도가 줄어들지만, 또 다른 점을 회전의 방향으로 정할 경우 위치 오차가 더 커지는 경우가 발생할 수 있기 때문이다. 그 후 회전을 통해 위치를 수정하는 방법은 3개의 앵커노드를 가진 일반노드의 경우와 같다.

위와 같이 위치 수정을 끝낸 일반노드들은 자신의 위치 정보를 이웃 센서노드들에게 브로드캐스트하여 이웃 센서노드들이 위치 수정을 완료할 수 있도록 한다. 이를 통해 DRLS에서의 에러 전파를 줄여 더 정확한 위치 측정이 가능하다.

4. 결론

무선 센서네트워크에서 추가적인 장치의 장착 없이 위치를 추정할 수 있도록 하는 방법인 DRLS는 그 에러 전파 정도가 매우 크므로 이에 대한 해결이 필요하다. DLREP는 추가적인 브로드캐스트와 앵커노드를 기준으로 한 초기 위치 정보의 회전을 이용하여 위치 추정 에러 전파 정도를 줄이며, 위치 추정 정확도를 높인다.

향후에는 제안기법에 대한 시뮬레이션을 수행하여 제안기법의 우수성을 검증하고 존재할 수 있는 예외상황에 대한 연구를 수행할 계획이다. 또한 제안기법을 다른 위치 추정 기법에 적용할 수 있도록 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 지식경제부(정보통신산업진흥원) 대학ITRC 및 교육과학기술부(한국연구재단) WCU사업의 일부지원으로 수행되었음(NIPA-2010-(C1090-1021-0008), No. R31-2008-000-10062-0).

교신저자: 추현승

참고문헌

- [1] J.P. Sheu, P.C. Chen, and C.S. Hsu, "A Distributed Localization Scheme for Wireless Sensor Networks with Improved Grid-Scan and Vector-Based Refinement," IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 7, no. 9, 2008
- [2] A. Boukerche, H.A.B. Oliveira, E.F. Nakamura, and A.A.F. Loureiro, "Localization systems for wireless sensor networks", Wireless Communications, IEEE, vol. 14, no. 6, 2007.