

에너지 소모를 줄이기 위한 Active WSN 센서 노드 선택

박준영^o 이승구

포항공과대학교 전자전기공학과

reinhard@postech.ac.kr, slee@postech.ac.kr

Active WSN Sensor Node Selection for Energy Conservation

Junyoung Park^o Sunggu Lee

Dept. of Electronic and Electrical Engineering

Pohang University of Science and Technology

1. 서 론

무선 센서 네트워크 (wireless sensor network, WSN) 는 대상 지역의 현상을 관찰하기 위해 센서 노드를 사용하여 구축한 무선 네트워크이다. 커버리지란 네트워크의 센서 노드들이 대상 지역을 관찰할 수 있느냐에 대한 문제로 WSN 의 구성에 있어 가장 중요한 요구사항 중 하나라 할 수 있다. 이를 만족시키기 위해 센서를 배치하는 다양한 방법이 존재하는데 그 중 하나로 직접적 접근이 어려운 지역에 필요한 수보다 훨씬 많은 수의 노드를 살포하는 방식을 들 수 있다. 이 방식을 사용하면 커버리지와 관계 없이 중복하여 동작하는 노드가 다수 생길 수 있는데, 이는 슬립-웨이크 싸이클 (sleep-wake cycle) 을 반복하는 방식을 통해 돌아가며 동작하여 네트워크의 수명을 증가시키는데 사용된다. 우리는 이 논문에서 이러한 환경에서 동작하는 WSN 에서 네트워크의 에너지 소모를 줄이기 위한 액티브 센서 노드를 선택하는 알고리즘을 제시하였다.

2. 본 론

우리가 다룬 문제는 대상 지역에 다수의 노드를 임의로 배치한 후 전체 지역을 센싱 할 수 있는 최소한의 노드를 찾아내는 것이다. 문제를

다루기에 앞서 노드의 통신 범위를 센싱 반지름의 두 배로 하여 WSN 의 커버리지를 만족시키게 되면 커넥티비티가 자동으로 만족되는 상황을 가정하였다. [1] 커버리지 문제는 전체 지역을 최소 k 개의 센서로 커버하는 문제인 k -커버리지 중 기본적인 형태인 1-커버리지 문제로 NP-hard 문제로 알려져 있다. [2] 우리는 이 문제에 대해 노드의 지리적 정보를 기반으로 한 휴리스틱 알고리즘을 제안하였다. 제안한 방법은 전체 노드의 동작 상황에서 덜 필요한 노드를 우선적으로 제거해 나가면서 상대적으로 더 필요한 노드를 남기는 방식을 사용한다. 기본적으로 제거해야 할 노드의 조건은 노드에 의해 커버되는 영역이 해당 노드 외의 다른 노드들에 의해서도 커버되어 중복 커버된 경우이므로 이 조건의 노드들은 다 제거 대상 후보라 할 수 있다. 우리는 이러한 다수의 노드로 동일한 영역을 중복해서 커버하고 있는 노드를 우선적으로 제거해가면서 최소 커버리지 영역을 기반으로 하여 제거 우선순위를 결정하는 방식을 사용하였다. 최소 커버리지 영역이란 각 노드의 센싱 범위 내에서 최소한의 노드에 의해 커버되는 영역을 의미한다. 그림 1 은 무작위로 배치된 WSN 노드의 상대적 위치의 예를 나타낸 것이다. 숫자 2 는 해당 영역이 두 개의 센서에 의해 커버되고 있다는 의미로 이 영역을 최소 커버리지 영역으로 가지는 원은 실선으로 표시되었다. 이 때 최소 커버리지 영역을 다수의 노드와 공유하고

있는 노드 (그림 1 에서 굵은 실선 원) 가 먼저 제거될 경우 노드가 제거되면서 해당 노드와 최소 커버리지 영역을 공유하고 있는 이웃 노드들 (가는 실선 원) 이 더 이상 자신의 센싱 영역을 중복 커버하지 않게 되어 제거 대상 후보에서 한꺼번에 이탈하는 상황이 발생할 수 있다. 따라서 이렇게 다수의 노드와 최소 커버리지 영역을 공유하는 노드는 나중에 미루고 이를 공유하는 수가 가장 적은 노드부터 우선적으로 제거해 나감으로써 경우 좀 더 많은 수의 노드를 제거하는 것이 제안한 방법의 주요한 개념이라고 할 수 있다. 우리는 이러한 구상을 바탕으로 $O(n^2 + q^2n)$ 의 중앙 집중식 휴리스틱 알고리즘을 제시하고 시뮬레이션을 통해 성능을 평가해 보았다. (q 는 노드 당 이웃 노드의 수)

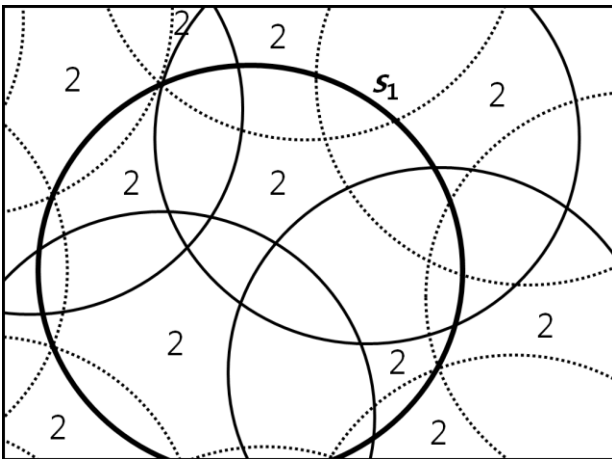


그림 1. 최소 커버리지 영역과 공유 노드

3. 결 론

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 센싱 영역을 중복 커버하고 있는 노드를 무작위로 제거해 나가는 방식과 k -커버리지 문제를 다룬 DECC 알고리즘 [3] 과의 비교를 수행하였다. 400 x 400 직사각형 지역에서 초기 노드의 수와 센싱 반지름을 각각 변화시켜가며 시뮬레이션을 수행하였다. 제안한 알고리즘은 센싱 반지름이 40 일 때 초기 노드 수가 2,000 ~ 6,000 개로 많아질수록 기존 알고리즘에 비해 상대적으로

적은 수의 노드로 커버리지를 만족시키는 결과를 보여주었다. 전체 초기 노드 범위에서 무작위 알고리즘에 비해 16.3% ~ 19.0%, DECC 알고리즘에 비해 5.7% ~ 10.5% 적은 노드로 커버리지를 달성하였다. 초기 노드 수를 2,000 개로 고정하고 센싱 반지름이 40 ~ 120 으로 변화시킨 실험에서는 반지름의 증가에 따라 기존 알고리즘 대비 커버리지를 만족시키기 위한 노드의 수가 감소하는 경향을 나타내었다. 전체 센싱 반지름 범위에서 무작위 알고리즘과 DECC 알고리즘에 비해 각각 16.3% ~ 27.9%, 6.9% ~ 16.9% 적은 수의 노드로 커버리지를 달성하였다. 이와 같이 시뮬레이션을 통해 최소 커버리지 영역 기반 방법이 다양한 환경에서 기존 알고리즘에 비해 적은 수로 커버리지를 달성할 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 커버리지를 달성하기 위한 최소 노드 수를 있고 이러한 방식을 슬립-웨이클 싸이클 동작을 위한 최소 노드 집합 선정 등에 사용하여 네트워크의 수명을 연장하는데 이용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] X. Wang and C. Gill, "Integrated coverage and connectivity configuration in wireless sensor networks," *Proc. ACM SenSys '03*, pp 28-39, Nov. 2003.
- [2] H. Gupta, S. Das and Q. Gu, "Connected sensor cover: self-organization of sensor networks for efficient query execution," *Proc. International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc)*, pp.189-200, June 2003.
- [3] U. Jang and S. Lee, "Reduced Node k -coverage in Dense Wireless Sensor Networks," *Proc. International Workshop on Software Technologies for Future Dependable Distributed Systems*, pp. 225-229, 2009.