

효율적인 클러스터 헤드 선출기법

박수민^o 남춘성 김경민 신용태
송실대학교

{smpark^o, namgun99, kmkim, shin}@cherry.ssu.ac.kr

Efficient Cluster Head Selection Technique

Soomin Park^o Choonsung Nam Kyeongmin Kim Yongtae Shin
Soongsil University

요 약

수많은 센서들로 이루어진 센서 네트워크에서는 노드의 제한된 에너지로 인해, 에너지 효율적 사용이 중요한 이슈이다. 따라서 에너지 효율적인 라우팅을 위하여 많은 알고리즘이 연구되고 있다. 이들 알고리즘들 중 클러스터링 기법은 센서 노드가 싱크와 직접 통신하는 방법이 아닌 클러스터 헤드로 선출된 노드와 통신하여 클러스터 헤드가 센싱된 정보를 모아 싱크에 보냄으로써 에너지 소비를 줄이게 된다. 이 기법은 클러스터 헤드 선정이 무엇보다도 중요한 이슈이다. 따라서 이 논문에서는 잔존 에너지의 양과 노드의 상대적 위치에 따라 클러스터 헤드를 선출함으로써 에너지 효율을 최적화 시킬 수 있는 기법을 제안한다.

1. 서 론

최근 과학적, 기술적 진보로 인하여 저 전력, 저 비용, 다중기능을 가진 모니터링, 컴퓨팅, 무선 통신이 가능한 센서 장비를 만들었다. 이들 센서 노드들은 무선 센서 네트워크를 스스로 설립하여 그 사이에서 협력한다. 무선 센서 네트워크는 싱크노드와 수많은 센서 노드들로 구성되어 있다. 센서 노드는 제한된 에너지를 가지고 있기 때문에 이 제한된 에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 라우팅 프로토콜이 중요하다[1].

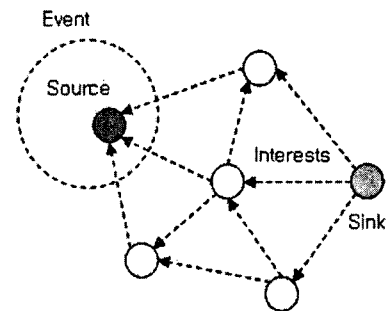
센서 네트워크의 라우팅 프로토콜에서 클러스터링(clustering)을 이용하지 않는 경우에는 이웃을 알기 위한 절차로 인해 높은 밀집도와 이동성을 가진 센서 네트워크의 경우 매우 많은 부하를 가질 수 있다. 또한 인접 노드 간 유사 정보의 중복 전달로 인한 에너지 낭비를 줄이기 위하여 데이터 집합이 필요하다는 특성을 고려하면 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 많은 장점을 가진다[2]. 클러스터 기반 계층적 라우팅 프로토콜에서는 클러스터 헤드의 선정이 매우 중요한데, 클러스터 헤드를 적절히 선정하면 전력 사용을 줄일 수 있고, 노드들의 에너지 소모를 분산시킬 수 있다.

본 논문에서는 노드의 남은 에너지의 상대적인 위치에 따라 클러스터 헤드를 선출하는 기법을 제안한다. 제안한 방안은 노드의 상대적인 위치를 파악하여 클러스터 헤드가 점차 클러스터의 중앙 지역으로 옮겨가면서 그 헤드 후보들 중 잔존 에너지가 가장 많은 노드를 선출하여 에너지 효율을 높이고, 에너지 소모를 분산시킬 수 있다.

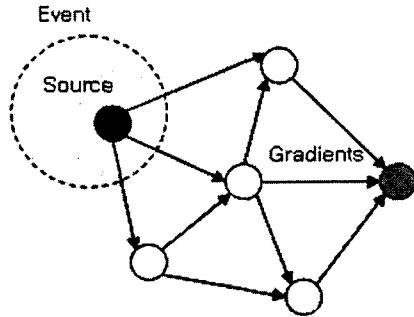
2장에서는 제안될 기법에서 응용될 LEACH와 DD등의 관련된 기술들을 살펴보고, 3장에서는 이들 기술을 이용한 새로운 헤드 선출 기법을 제안한다. 4장에서는 본 논문의 결론과 앞으로 이루어져야 할 향후 연구 방안을 제시한다.

2. 관련 연구

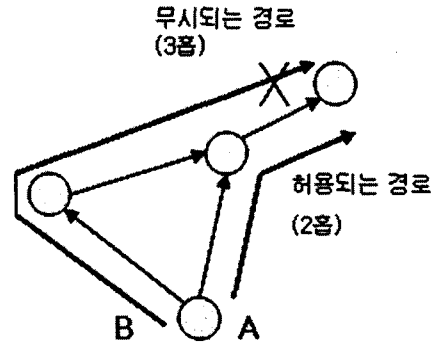
센서 노드들은 주위 환경의 정보를 수집하고 이 수집된 정보들은 싱크노드에게 보내진다. 즉, 모든 센서 노드들은 싱크노드와 통신할 수 있다. 그러나 모든 센서 노드가 싱크노드와 직접 통신하게 되면 싱크노드로부터 가장 멀리 떨어진 노드가 가장 전력소모가 빠르기 때문에 클러스터 기반의 계층적 라우팅 프로토콜은 모든 노드가 BS와 통신하는 방법이 아닌 클러스터를 형성하여 클러스터 헤드를 선정한다. 클러스터 헤드가 선정되면 클러스터에 속한 노드들은 헤드에게 수집한 정보를 전달하고 이 정보를 수집한 클러스터 헤드가 정보를 취합하여 BS에 전송한다. 그러나 이 경우에 클러스터 헤드가 고정된다면 헤드는 상대적으로 다른 노드들보다 에너지를 빠르게 소모한다.



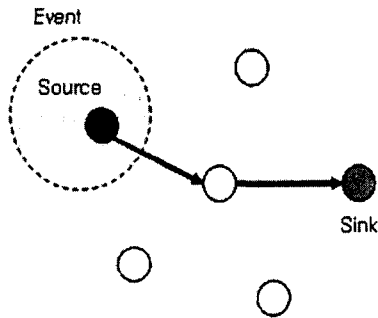
<그림 1> interest 보급



<그림 2> 초기 gradient 설정



<그림 4> 데이터 중복시 처리 방법



<그림 3> 강화된 경로를 통한 전송

LEACH[3]에서는 이 문제를 해결하기 위하여 한 라운드가 지나면 클러스터 헤드를 새로 선정하는데, 이때 클러스터 헤드는 확률적으로 선정된다. 이 경우 모든 노드가 클러스터 헤드로 선정될 수 있는 가능성이 있기 때문에 에너지를 효과적으로 고려하지 못한다. 따라서 [4]에서는 클러스터 헤드를 결정할 때, 노드의 남은 에너지를 고려하였고, [5]에서는 임계 거리와 push operation을 통하여 클러스터 헤드를 선정하여 에너지 효율을 증가시켰다.

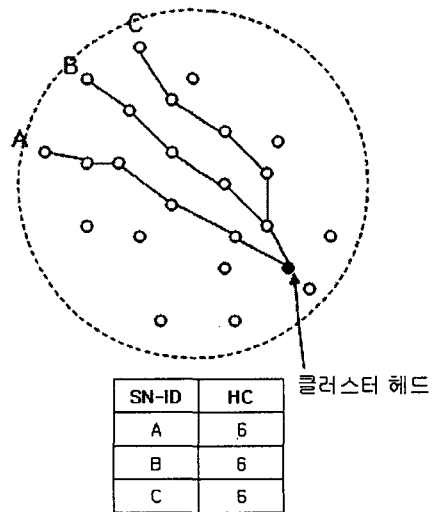
Directed Diffusion[6]에서는 노드가 싱크로 향하는 방향성 정보를 가지고 있다. 이는 싱크가 원하는 정보인 interest를 보내게 되면, 각 노드는 싱크가 보낸 interest를 받고 노드 자신이 interest에 부합하지 않으면, 다음 노드로 interest를 전달한다[그림 1]. 만약 interest와 부합하는 노드를 찾게 되면, 그 노드는 gradient를 형성하게 된다[그림 2]. gradient는 이전에 interest를 보낸 노드의 방향성 정보를 통해 싱크로 길을 알 수 있다[그림 3]. 이와 같은 [6]의 특징으로 인하여 노드의 상대적인 위치를 알 수 있게 된다.

3. 클러스터 헤드 선택 기법

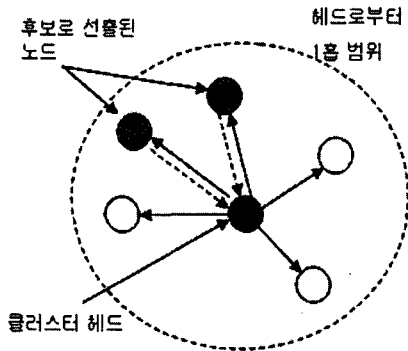
LEACH에서는 클러스터 헤드를 랜덤하게 선출함으로써 에너지가 균등하게 소비되지 않는 문제점을 발생시킨

다. 따라서 본 논문에서는 에너지 효율이 높고, 에너지 소비를 분산시킬 수 있는 새로운 기법인 클러스터 헤드 선택 기법을 제안한다. 이 기법은 기존의 클러스터 헤드가 클러스터 중앙으로 향한 노드들을 후보로 선출하여, 이들 중 잔존 에너지가 많은 노드를 클러스터 헤드로 선출한다.

시스템 환경은 LEACH와 동일한 환경을 적용한다. 여기에 추가적으로 본 논문에서 제안하는 기법을 사용하기 위하여 Remain Energy(RE), Hop Count(HC)와 Sensor Node ID(SN-ID)를 사용한다. RE는 센서 노드의 잔존 에너지의 양이며 HC는 데이터가 지나온 노드의 개수를 뜻한다. 또한 SN-ID는 노드가 속한 센서 네트워크 안에서 Unique해야 한다. 제안하고자 하는 클러스터 헤드 선택 방법의 가정과 동작 원리는 다음과 같다.



<그림 5> 가장 큰 HC값을 갖는 노드 검출



<그림 6> 새로운 헤드 후보 선출 과정

가정 : 클러스터의 범위는 이미 정해져 있고, 그 범위가 변하지 않는다. 모든 노드는 자신의 RE를 알고 있으며, 고유의 SN-ID를 가지고 있다. HC는 노드를 지날 때 마다 1씩 증가된다. 같은 데이터가 들어오면 [그림 4]와 같이 나중에 들어온 데이터를 무시하여 홉의 수를 효과적으로 계산한다. [3]

동작원리 : 동작원리는 다음과 같다.

- Step 1. 각 노드는 LEACH와 동일하게 현재 라운드에서 클러스터 헤드를 랜덤하게 결정한다.
- Step 2. 한 라운드가 종료되어 새로운 헤드를 선출하고자 할 때 현재 클러스터 헤드는 새로운 클러스터를 선정하기 위한 advertisement 메시지를 모든 노드에게 전송한다.
- Step 3. advertisement 메시지를 받은 각 노드들은 클러스터 헤드에게 자신의 HC를 포함한 응답 메시지를 전송한다. 초기 HC의 값은 0이며, HC는 이 응답 메시지가 노드를 지날 때 마다 1씩 추가된다.
- Step 4. 클러스터 헤드는 각 노드들로부터 응답 메시지를 받으면 가장 큰 HC를 가진 SN-ID만을 저장한다 [그림 4].
- Step 5. 가장 큰 HC를 가진 SN-ID를 포함하는 메시지를 헤드로부터 1홉 범위에 있는 모든 노드들에 브로드캐스트 한다. 이 브로드캐스트 메시지를 받은 1홉 범위의 노드 중 가장 큰 HC를 가진 노드가 거쳐서 온 노드들이 후보자로 선출되고, 선출된 노드들은 자신의 RE를 포함한 응답메시지를 헤드에게 보낸다[그림 5].
- Step 6. 선출된 후보 노드들의 RE를 비교하여 RE가 가장 큰 노드가 새로운 클러스터 헤드로 선출된다. 만일 RE가 같은 노드가 둘 이상이라면 후보 노드들 중에서 임의로 선출한다.

지금까지 설명한 것처럼 Cluster Head Selection Technique에서 제시한 RE, CH, SN-ID 등을 사용하면, 클러스터 헤드를 새로 선출할 때 라운드가 거듭될수록 점차 클러스터 중앙에 가깝도록 선출되기 때문에 주변 센서 노드들의 에너지 소모를 줄일 수 있고, 잔존 에너지에 따라 헤드가 선정되므로 에너지 소모를 분산시켜 네트워크의 수명을 증가시킬 수 있다.

4. 결론과 향후 연구

본 논문에서는 클러스터링 기반의 센서네트워크인 LEACH에서 임의의 헤드 선출로 인한 단점을 보완하기 위하여 새로운 클러스터 헤드 선출 기법을 제안하였다. 이 제안된 기법은 Directed Diffusion에서의 방향성 정보를 이용하여 한 라운드가 지나 헤드가 새로 선출될 때마다 클러스터 헤드가 점차 클러스터 중앙으로 이동하게 되어 노드들의 에너지 소모를 줄이고, 노드의 남은 에너지를 비교하여 에너지 소모를 분산시킨다. 앞으로 진행되어야 하는 연구는 먼저 시뮬레이션을 통하여 본 논문에서 제안한 기법에 대한 정확한 분석이 필요하다. 또한 부족한 부분을 보완하여 에너지 효율을 높임과 더불어 네트워크의 수명 증가를 보장하여야 한다.

5. 참고문헌

- [1] Ian F. Akyildiz, Weilian Su, Yogesh SanKarasubramaniam, and Erdal Cayirci, "A survey on Sensor Networks," *IEEE Communications Magazine*, vol.40, No.8, pp.102-114, August 2002
- [2] 서유화, 성수련, 전진영, 신용태, "센서 네트워크 환경에서 라우팅 프로토콜에 관한 연구," 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol.31, No.2. 2004
- [3] Wendi Rabiner Heinzelman, Anantha Chandrakasan, and Hari Balakrishnan, "Energy-efficient communication protocols for wireless microsensor networks," in *Proceedings of the Hawaii International Conference on Systems Sciences*, Jan. 2000.
- [4] M. J. Handy, M. Haasè, and D.Timmermann, "Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy with Deterministic Cluster-Head Selection", *International Workshop on Mobile and Wireless Communications Network*, pp.368-372, Sept. 2002
- [5] 김근우, 성경아, 박종철, 마중수, "Sensor Network에서의 에너지 효율 방안," 한국정보과학회 봄 학술발표 논문집 Vol.30, No1, 2003
- [6] Chalermek Intanagonwivat, Ramesh Govindan, Deborah Estrin, John Heidemann and Fabio Silva, "Directed Diffusion for Wireless Sensor Network", *IEEE/ACM Transactions On Networking*, Vol. 11, No. 1, FEBRUARY 2003