
계층구조 센서 네트워크에서 Minimum-hop 을 고려한 클러스터 구성 알고리즘

김용* · 이두완* · 장경식*

*한국기술교육대학교

An Energy-Efficient Clustering Algorithm consider Minimum-hop in Hierarchical Sensor Network

Yong Kim* · Doo-wan Lee* · Kyung-sik Jang*

*Korea University of Technology and Education

E-mail : teamkorea2@kut.ac.kr neomenie@kut.ac.kr ksjang@kut.ac.kr

요 약

계층구조 무선 센서 네트워크에서는 센서노드들이 클러스터를 형성하여 계층구조를 가지고 클러스터 노드간의 균등한 에너지 소모에 관한 연구가 진행되고 있다. 네트워크 형성시 라우팅 경로가 올바르게 설정되지 못할 경우 에너지가 낭비된다. 본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위하여 센서수 신범위를 고려하여 최소홉 레이어를 만들고 클러스터를 구성하여 각 클러스터 헤드가 최소홉 레이어를 기반으로 하여 라우팅 경로를 설정 할 수 있는 클러스터 구성 알고리즘을 제안한다.

ABSTRACT

In hierarchical wireless sensor network, Sensor nodes forming a cluster with a hierarchy. And there are being study for balanced energy consumption between cluster nodes. When forming network routing path, if there are configured incorrectly then it can be wasting energy. In this paper to solve these problem, We propose that it can consider sensor's communication range to create minimum hop layer when cluster heads configure routing path.

키워드

Hiercrhical ,Wireless Sensor network, Cluster, minimum-hop layer, configuration algorithm

1. 서 론

무선 센서네트워크는 최근 연구가 활발히 진행되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅의 연구에 힘입어, 광범위하게 설치되어 있는 유무선 네트워크 인프

라에 상황인지를 위한 다양한 센서 디바이스를 결합하여 감지된 환경데이터를 응용서비스서버와 연동하는 기술이다.[1] 현재 많이 사용되고 있는 무선 센서 네트워크는 센서 노드를 필요한 위치

에 고정하여 특정 상황을 감지하거나 정보를 수집하여 전송하는 네트워크이다. 이러한 고정형 센서 네트워크는 의료분야, 기후 관측, 재난 감시 등에 사용되고 있으며 점차 분야가 확대되고 있다.[2] 최근 무선 센서네트워크는 사람이 직접 다가가기 어려운 극한의 장소들에 사용되기 위해 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 무선 센서네트워크의 노드들은 사람에 의해 배포되기 보다는 비행기 혹은 다른 운반수단을 통해 무작위로 배치된다. 이러한 특성으로 인해 노드들이 사람의 직접적인 관리나 간섭 없이 네트워크를 자가 구성 (self-configuration) 할수 있어야 한다는 기술적 요구사항을 지닌다.[3] 또한 무선센서 네트워크는 제한적인 에너지를 가지고 활동하기 때문에 에너지 소모를 최소화 하는 기술이 요구된다.

본 논문에서는 에너지 소모를 줄이기 위해 계층적 구조 네트워크에서 노드간의 통신 거리를 이용한 레이어를 구성하여 라우팅 경로의 홉을 최소화 하는 라우팅 알고리즘을 제안한다.

II. 관련 연구

무선 센서 네트워크는 망의 형태와 라우팅 방법으로 나누었을 때 평면구조와 계층구조로 나눌 수 있다.

2.1 평면구조 라우팅

평면구조 라우팅 프로토콜은 대부분 플러딩 (flooding) [4]에 기반을 둔 라우팅 기법에 대한 연수를 수행해 왔다. 무선 센서네트워크의 노드는 전역 식별자 (ID)를 가지기 어렵기 때문에, 네트워크 주소에 기반을 둔 라우팅을 수행하기 보다는 전송되는 데이터에 기반을 두어서 라우팅을 하려는 시도를 해왔다. 하나의 노드가 알 수 있는 라우팅 정보는 단지 자신의 이웃에 대한 것이라는 네트워크에서 메티 데이터를 활용하거나 전송 방향을 강화해서 다음 전달해야 할 노드를 결정한다. 이와 관련된 연구는 Gossiping[5], SPIN [6], Direct Diffusion [7], GPSR [8] 등이 있다.

2.2 계층구조 라우팅

계층구조 라우팅 프로토콜은 네트워크를 일정 규모의 지리적 혹은 구조적인 집합으로 나누어 클러스터 (Cluster)를 형성한후 이 클러스터내에서 감지한 데이터를 수집한 후 클러스터 헤드에서 데이터 병합 (data aggregation)을 수행하여 전송량을 줄인후 베이스 스테이션 (base station)으로 데이터를 최종 전송하는 방식이다. 이는 무선 센서 네트워크의 배치 및 동작이— 특성상 밀접한 노드들은 상관관계가 높은 데이터를 감지할 수 있기 때문에, 국부지역 (local area)에서 이를

병합하여 줄임으로써 전체 네트워크의 전송량을 줄일수 있는 효율적인 방법이다. 이와 관련된 연구는 LEACH [9], PEGASIS [10], TEEN [11], HEED [12] 등이 있다.

III. 알고리즘

3.1 최소홉 레이어

하위 노트에서 베이스 스테이션으로 오는 최소홉의 라우팅 루트를 결정하기 위해 노드의 통신거리 (communication-range)에 따라 전체 네트워크를 레이어로 나눌 수 있다.

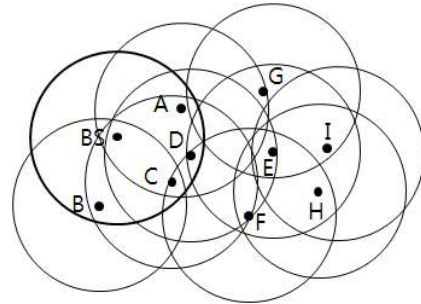


그림 1. 무선 센서네트워크 통신 범위

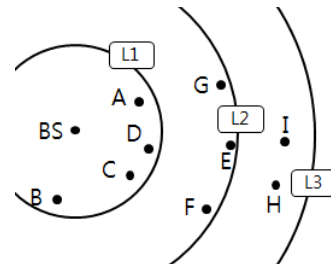


그림 2. 최소홉 레이어

무선 센서네트워크의 노드 배치에 따른 통신범위는 그림 1 에서와 같이 형성된다. 이를 BS (Base Station)에서부터 레이어 형성을 시작하여 BS의 통신거리에 있는 노드 A, B, C, D를 레이어 1로 설정한다. 그다음 레이어 1에 속해있는 노드들의 통신거리에 있는 노드 G, E, F를 레이어 2로 설정하고 위의 방법에 따라 노드 I, H는 레이어 3가 된다. 이 보다 더 많은 노드가 있을 경우 같은 방법으로 계속 레이어를 결정한다.

위와 같은 방법은 수신거리를 기반으로하여 레이어를 형성하였기 때문에 최하위 레이어는 상위 레이어의 어떤 노드를 선택하더라도 최소홉을 보장할 수 있다.

3.2 노드 등록 테이블

레이어와 노드들의 정보를 저장하기 위해 각

노드들은 노드 등록 테이블 (Node Registration Table)을 이용한다. NRT는 네트워크 구성 시작시 작성되며 재구성시마다 갱신된다. NRT에 들어가는 정보는 다음과 같다

NID	NTYPE	LID	E	CID	STAT
-----	-------	-----	---	-----	------

<표 1> NRT(Node Registration Table)

- NID : 노드 식별번호
- LID : 레이어 식별번호
- NTYPE : 노드의 종류, 부모노드(parent node, p-node)는 자신의 상위노드에 대한 정보를 기록하며, 자신의 상위 노드는 활성 (active) 상위 노드와 보조 (standby) 상위 노드로 구분할 수 있다. 활성 상위 노드는 현재 상위 노드로써 연결된 노드를 말하며, 보조 상위노드는 활성 상위노드에 문제가 발생했을 경우, 대체할 수 있는 노드를 말한다. 형제 노드 (sibling node, s-node) 는 자신과 동일한 레이어에 위치한 노드들로, 자신에 문제가 있을 경우, 자신을 대신할 수 있는 백업 노드 역할을 한다, 멤버 노드 (member node, m-node)는 클러스터링을 사용하여 계층 네트워크를 구성할 경우, 클러스터에 소속한 노드를 말한다. 클러스터는 클러스터를 관리하는 클러스터 헤드 노드와 클러스터에 소속한 여러개의 멤버 노드로 구성된다.
- E : 노드의 현재 에너지 잔량
- CID : 현재 노드가 속해있는 클러스터의 번호를 나타낸다. 베이스 스테이션은 0번이 기준이다.
- STAT : 노드의 상태정보

3.3 클러스터 구성

베이스 스테이션에서 클러스터 구성 명령이 내려지면 베이스 스테이션의 통신거리에 있는 노드를 레이어 1으로 시작하여 NRT에 필요한 정보를 기록하며 통신을 반복한다. 레이어 1의 노드는 하위 노드에 필요한 정보를 전달한 후 레이어 2의 노드에서 ACK를 수신하게 되면 다음 레이어가 있음을 확인하고 하위 레이어에서 메시지가 전송될때까지 대기한다. 그림 2를 기준으로 마지막 레이어인 레이어3의 노드는 메시지를 받고나서 메시지를 전달하지만 레이어 4 가 존재 하지 않으므로 ACK를 수신할수 없다. 일정시간동안 ACK를 수신하지 못하면 자신을 최하위 레이어로 판단하고 최하위 멤버로 시작한다. 레이어 3의 노드는 자신의 NRT에 등록된 노드중 잔류 에너지가 가장 많은 상위 레이어의 노드에게 멤버 등록 메시지를 받는다. 하위 레이어로부터 멤버 등록 메시지를 받게 된 노드는 자신을 헤드로 등록하고 주변에 알린다. 이 메시지를 받은 같은 레이어의 노드는 자신이 헤드가 아닐 경우 메시지를 발송한 노드가 상위 레이어보다 에너지가 많으면 상위레

이어로 멤버등록을 하지 않고 같은 레이어의 노드를 헤드로 등록한다. 이와같은 방법으로 레이어 1까지 헤드 구성이 끝나면 클러스터 구성이 완료된다.

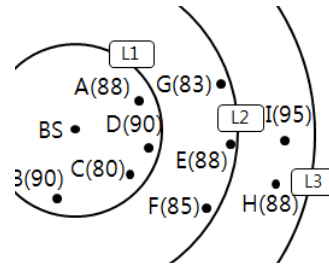


그림 3. 클러스터 구성전 노드 에너지 상태

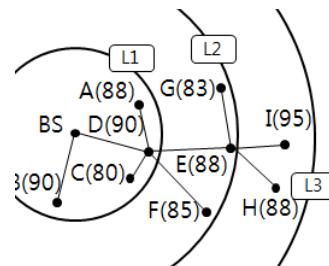


그림 4. 클러스터 구성 후 트리

IV. 결론 및 향후연구

제한된 에너지로 동작하는 무선 센서 네트워크는 효율적 에너지 소비, 네트워크의 자기구성 등 기본적인 요구사항을 만족해야한다. 특히 네트워크 생존시간을 위해 에너지 효율적인 라우팅 알고리즘이 요구된다.

본 논문에서는 통신거리에 따른 최소홉 레이어를 구성하고 레이어를 기반으로하여 최대 에너지를 갖는 헤드를 찾아 클러스터를 구성하는 알고리즘을 제안하였다. 에너지를 기반으로하여 클러스터를 구성하였기에 오랜 생존시간이 예상된다.

추후 연구를 통해 다른 에너지 기반 알고리즘과의 시뮬레이션 결과를 비교하고 알고리즘을 고정형 센서가 아닌 모바일센서에 적용해보겠다.

참고문헌

[1] M. Weiser, " The Computer for the 21st century," Scientific American, pp.94-104, 1991.
 [2] D. Culler, D. Estrin, and M. Srivastava, "Overview of Sensor Networks," IEEE Computer, Vol.37 (8), pp.41-49, August 2004.
 [3] National Research Council, Embedded, Everywhere: A Research Agenda for Networked

- Systems of Embedded Computers, National Academy Press, 2001
- [4] Jamal N. Al-karaki and Ahmed E. Kamal, "Routing techniques in wireless sensor networks: a survey," IEEE Wireless Communications, vol.11, pp. 6-28, June 2004.
- [5] Hedetniemi S and Liestman A, "A Survey of Gossiping and Broadcasting in Communication Networks," Networks, vol.18, pp.319-349, April 1988.
- [6] Kulik J, Heinzelman WR and Balakrishnan H, "Negotiation based protocols for disseminating information in wireless sensor networks "Wireless Networks, vol.8, pp. 169-185, February 2002.
- [7] Intanagonwiwat C, Govindan R and Estrin D, "Directed diffusion for wireless sensor networking," IEEE/ACM Trans. on Networking, vol.11, pp. 2-16, January 2003.
- [8] Karp B and Kung H, "GPSR: Greedy perimeter stateless routing for wireless networks," Proc. of the 6th Annual Int'l Conf. on Mobile Computing and Networking. Boston: ACM Press, pp. 243-254, 2000.
- [9] Heinzelman W R, Chandrakasan A and Balakrishnan H, "Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks," IEEE Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, pp. 3005-3014, 2000.
- [10] S. Lindsey and C. S. Raghavendra, "PEGASIS: Power Efficient Gathering in Sensor Information Systems," Proc. of IEEE Aerospace Conference, pp.1125-1130, 2002.
- [11] Manjeshwar A and Agrawal D P, "TEEN:a Routing Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks," International Proceedings of 15th Parallel and Distributed Processing Symposium, San Francisco, pp. 2009-2015, 2001.
- [12] O. Younis and S. Fahmy, "Distibuted Clustering in Ad-hoc Sensor Networks: A Hybrid, Energy-Efficient Approach", Proc. of IEEE INFOCOM 2004, 2004.