USN 환경에서의 클러스터 기반 에너지 효율적인 2단계 PEGASIS 라우팅 규약

이영한*, 이경오*
*선문대학교 컴퓨터정보학과
e-mail:hans0209@sunmoon.ac.kr, leeko@sunmoon.ac.kr

Cluster Based Energy Efficient 2 stages PEGASIS Routing Protocol for Wireless Sensor Network

Young-Han Lee*, Kyung-Oh Lee*
*Dept of Computer Science, Sunmoon University

요 약

다양한 환경에서 쓰이고 있는 무선 센서 네트워크 기술은 센서 노드들을 이용하여 정보 수집을 하고 있다. 하지만, 무선 센서 네트워크에서의 센서 노드들은 전력을 유선으로 공급받는 것이 아니라, 제한적인 배터리 용량을 사용하기 때문에 효율적인 배터리 관리가 필요하다. 무선 센서네트워크에서는 이러한 센서 노드들의 에너지 효율을 향상시키기 위해서 현재까지 수많은 라우팅 기법들이 제안되어 왔다[1]. 그중에서 보다 에너지 효율적인 기법인 PEGASIS 기법을 이용하여, PEGASIS기법이 가지고 있는 단점과 그 내용을 보완한 방법을 제시하려한다. 제안된 기법은 기존의 클러스터 기반에서 PEGASIS 기법을 이용하는 방법으로 구성하였다. 이로 인해 기존에 제안되었던, LEACH, LEACH-C, PEGASIS와 비교하였을 때, 센서 노드들의 수명이 전체적으로 증가할 것으로 보고 있다.

1. 서론

유비쿼터스 센서 네트워크 기술은 인간의 생활공간, 생활기기, 기계 등 모든 사물에 컴퓨팅 기능과 네트워크 기능을 부여하여, 환경과 상황의 자동인지를 통해 인간에게 최적의 기능을 제공함으로써 인간 생활의 편리성과 안전성을 높여주기 위해 많은 분야에서 적용하고 있는 기술이다. 하지만, 유비쿼터스 센서 네트워크의 무선 노드들 간의 전송거리가 짧아 원하는 곳까지 직접 통신할 수 없는 상황이 존재한다. 그래서 무선 센서 노드들은 상황에 따라 호스트뿐만 아니라 센서 노드들 간에 데이터를 포워딩해 주는 라우터의 역할도 수행해야 한다. 뿐만 아니라, 무선 센서 노드들은 외부에서 지원하는 에너지를 공급받지 못하기 때문에 최대한 효율적인 라우팅 기법이 필요한 실정이다. 이에 본 논문에서는 분산 클러스터링 라우팅 알고리즘을 제안하여, 효율적인 센서 노드들 간의 네트워크 구성, 저전력 설계로 인한 센서 노드들의 수명연장을 목표로 삼고 있다.[2]

2. 관련연구

(1) LEACH-C

클러스터 기반의 프로토콜 기법 중 대표적인 것으로 LEACH가 있다. LEACH는 클러스터 헤드를 확률적으로 선정하여 클러스터 내의 모든 노드들에게 클러스터 헤드가 될 수 있는 기회를 준지만, LEACH-C는 전체 노드들의 에너지 정보를 이용하여 헤드를 선출한다. LEACH는 라운드라는 시간단위로 구성되고 클러스터 구성 시에 클러스터 헤드를 선정하고 헤드가 선정되면 광고메시지를 통해 노드들에게 알리고 TDMA 스케줄을 작성하여 클러스터 구성노드들에 전파한다. 그리고 구성노드들은 정해진 스케줄에 따라서 데이터를 전송하고 전송이 끝나면 sleep 모드로 전환하여 에너지 소모를 줄인다.

(2) PEGASIS

PEGASIS 라우팅 기법은 LEACH 라우팅 기법의 클러스터 구성과 데이터의 전송 방법을 개선하여 에너지 소모를 줄일 수 있다. 각 노드는 가장 근접한 노드로 데이터를 전송하고 이들 중 하나의 노드가 BS 노드로 전송하는 역할을 돌아가면서 수행을 하게 된다. 체인생성은 Greedy 알고리즘을 이용한 자체구성(Self-organization)기법을 사용하여 BS 노드로부터 가장 먼 거리에 있는 노드부터 체인형성 과정이 시작된다. 이 때 각 노드들은 신호의 세기(Signal Strength)를 이웃 노드와의 거리 측정을 위해 이용을 한다. 이중에 오직 하나의 노드만이 정보를 받을 수 있도록 신호의 세기를 조정하게 된다. 모든 노드들이 체인에 형성되고 나면 노드는 자신의 데이터를 이웃 노드에게 전송하고 이를 수신한 노드는 자신의 데이터와 수신한 데이터를 병합하여 다시 이웃 노드에게 전송한다. BS 노드로 전송하는 역할은 각 노드들이 서로 역할을 차례로 맡게 된다.[3]

3. 클러스터 기반 2단계 PEGASIS (CBSP)

LEACH-C 기법에서는 클러스터 헤드 노드가 클러스터 내의 노드들의 데이터를 취합하여 BS로 전송하게 된다. 따라서 헤드 노드들의 에너지 소모량이 크게 되어 다른 노드에 비해 빨리 죽게 되는 문제가 있다.

PEGASIS는 클러스터링 기법을 이용한 LEACH-C 기법을 보완한 기법으로 LEACH-C처럼 클러스터 기반으로 구성되어 있지 않고, 체인이라는 형태로 노드와 노드를 연결하여 에너지 소모의 최적화를 꾀하였다. 하지만, 노드의 수가 증가하면 체인의 길이가 길어지고 이로 인해 소스에서 싱크노드인 BS까지 데이터가 전송되는 시간이 길어지고 BS에서 가까운 노드가 빨리 수명을 다하는 부작용이 나타나게 된다.

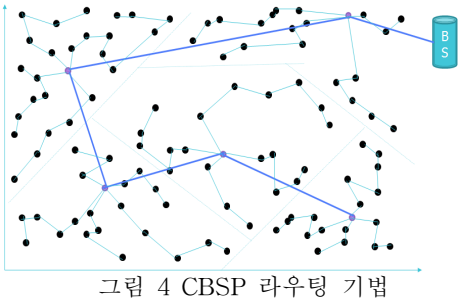

그림 4 CBSP 라우팅 기법

따라서, <그림 4>에서와 같이 클러스터 내에서의 체인형성 뿐만 아니라, 클러스터 헤드 노드 간에도 체인을 형성하는 2단계 PEGASIS 라우팅 기법을 고안하였다. 이 기법은 클러스터 내에 존재하는 노드들 중에서 클러스터 헤드 노드와 거리가 상대적으로 먼 노드들의 수명을 연장시킨다. 또한, 헤드 노드들 사이에서도 BS와 거리가 먼 헤드 노드들의 수명을 연장시키는 효과가 있게 된다.

3. 2 제안 알고리즘

Step 1 : 초기화 모든 노드에게 헤드 선출을 위한 브로드캐스트 메시지를 보낸다. 모든 노드는 BS에게 자신의 위치와 에너지양을 전송한다.
Step 2 : 헤드 선출 클러스터 내에서 에너지를 잔량이 가장 큰 노드를 헤드 노드로 선출
Step 3 : 클러스터 내부의 체인 형성 TOKEN을 End_Node로부터 Next_Node에게 전송 TOKEN을 최종적으로 CH에게 전달 CH는 “체인완성”메시지를 노드들에게 브로드캐스팅.
Step 4 : 헤드 노드간의 체인 형성 TOKEN을 End_CH로부터 Next_CH에게 전송 TOKEN을 CH로부터 BS로 전송 BS는 “체인완성”메시지를 헤드 노드에게 브로드캐스팅.
Step 5 : 운영 클러스터내의 노드들은 체인을 따라 CH에게 데이터 전송 데이터 수집 CH들은 PEGASIS 체인을 따라 리더노드로 데이터를 전송 리더노드는 데이터를 BS에 전송

<표 1> 운영 알고리즘 의사 코드

<표1> 알고리즘 의사코드를 살펴보면 Step 1에서 BS는 헤드 선출과 노드의 에너지양을 파악하기 위한 브로드캐스팅 메시지를 날린다. Step 2에서는 BS가 수집된 정보를 가지고, 헤드를 선출한다. 여기까지는 기존에 제시되었던 LEACH-C과 동일하다. Step 3에서 PEGASIS 기법을 접목하여 클러스터 내에 체인형성 작업을 한다. 여기서 토큰의 개수는 매우 중요하다. 센서 네트워크의 규모와 크기에 따라 달라질 수 있기 때문이다. 본 논문에서는 기본적으로 4개로 설정하였다. 이 과정이 완료되면 클러스터 내에 노드들은 토큰의 수에 따라 모든 노드들이 클러스터 헤드 노드와 연결하게 된다. Step 4에서는 클러스터 헤드 노드들 간에 체인 형성과정을 나타낸다. Step 5에서는 이렇게 연결된 라우팅 기법을 통해 데이터 전송과정이다.

4. 결론

CBSP 기법은 PEGASIS와 LEACH-C기법의 유기적으로 결합하여 해결을 시도하였다. 즉 LEACH-C 기법과 마찬가지로 노드들을 클러스터로 구분하고 클러스터 헤드를 선출하여 이 클러스터 헤드가 데이터를 취합하여 전송하게 한다. 이렇게 클러스터 헤드가 선출이 되면 헤드 노드들은 각각의 노드들에게 토큰을 나누어 주어 클러스터 자체 내에서 체인을 형성하게 한다. 그 후 각각의 노드들은 체인을 형성하여 헤더 노드로 연결하게 된다. PEGASIS 기법에서처럼 클러스터 헤드끼리 체인을 형성하고 BS로 데이터를 전송하게 한다. 따라서 본 논문에서 제안한 CBSP 기법은 체인에 동참하는 노드의 수가 적어 데이터 전달의 경로 길이가 짧아지게 되어 PEGASIS의 단점을 극복할 수 있었으며 클러스터링 단계의 오버헤드를 최소화 하여 성능을 극대화 할 것이라 예상한다.

참고문헌

[1] Tao Yang, Makoto Ikeda, Giuseppe De Marco, Leonard Barolli, Arjan Durresi, Fatos Xhafa, Routing Efficiency of AODV and DSR Protocols in Ad-Hoc Sensor Networks, The 28th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, pp. 66-71, 2008

[2] Zhang Jian-wu, Ji Ying-ying, Zhang Ji-ji, Yu Cheng-lei, A Weighted Clustering Algorithm Based Routing Protocol in Wireless Sensor Networks, ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, pp. 599-602, 2008

[3] Dimitrios Koutsonikolas, Saumitra Das, Y. Charlie Hu, Ivan Stojmenovic, Hierarchical Geographic Multicast Routing for Wireless Sensor Networks, International Conference on Sensor Technologies and Applications, pp. 347-354, 2007