센서노드의 효율적인 전력소모를 위한 라우팅 프로토콜 연구

김기태* · 김동일

동의대학교

Routing protocol for efficient power consumption of sensor node

Ki-tae Kim* · Dong-il Kim

Dongeui University

E-mail : kimkital@deu.ac.kr

요 약

최근 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술인 센서 네트워크 기술이 각광을 받으면서 다양한 종류의 센서 노드로 구성된 센서 네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 센서 네트워크에서 센서 노드를 디자인할 때 중요한 고려사항 중 하나가 제한된 자원을 가진 센서 네트워크에서 주어진 에너지 소모를 최소화 하여서 네트워크 수명을 연장하는 것이다. 본 논문에서는 센서 노드의 에너지 소모를 줄이기 위해 2계층 클러스터 구조를 사용한 라우팅 프로토콜을 제안한다. 1계층에서는 기존의 LEACH 기반 라우팅 프로토콜을 그대로 사용하며, 2계층에서 효율적인 사용을 위해 데이터의 값의 비교판단으로 송신 여부를 결정함으로서 불필요한 에너지 소모를 줄일 수 있다.

ABSTRACT

The sensor network technology for core technology of ubiquitous computing is in the spotlight recently, the research on sensor network is proceeding actively which is composed many different sensor node. One of the important condition for design of sensor node is to extend for network life which is to minimize power-consumption under the limited resources of sensor network. This study suggest routing protocol that was used second level cluster structure to reduce power-consumption of sensor node. the first level use the previous routing protocol under the LEACH , second level decide to transmit or not by comparision of data value for Effective Usage , reduce the unnecessary power-consumption.

키워드

LEACH(Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy), Power Consumption, Routing Protocol

Ⅰ. 서 론

무선 센서 네트워크는 감지, 연산 그리고 무선 통신 능력을 갖는 수많은 작은 센서 노드들로 구성되며, 센서노드로부터 얻은 데이터를 통해 다양한 응용분야에 이용되고 있다.

기존에 네트워크 구성이 어려웠던 유독물질에 감염된 지역이나 지진 피해지역과 같이 사람이 직접 모니터 하기에는 위험하고 접근이 불가능한 지역의 정보수집 등에 설치 운용될 수 있는 강점이 있다.

센서 네트워크 내의 센서 노드들은 넓은 지역에 걸쳐 분포되어 있기 때문에 전력을 소진할 경우 일일이 재충전하기 어렵다. 결국 센서 노드들의 전력 소모는 전체 센서 네트워크 수명에 직접적인 영향을 준다. 그러므로 센서 네트워크 응용분야에서의 데이터 수집과 전달, 센서 노드의 효율적인 에너지 소모는 매우 중요하며, 이를 위하여 센서 네트워크를 위한 라우팅, 전력관리는 센서 네트워크를 구성할 때 반드시 최우선적으로 고려해야 하는 사항이다.

본 논문에서는 이러한 사항들을 고려하여 효율적인 전력소모를 위한 라우팅 프로토콜을 제안하고 성능 평가한다.

Ⅱ. 관련 연구

2.1 센서네트워크 프로토콜

지금까지 연구된 WSN(Wireless Sensor Network) 프로토콜은 네트워크 구조에 따라 평면 프로토콜(Flat Protocol)과 계층 프로토콜(Hierarchical Protocol)로 분류된다.[1] 평면 프로토콜은 네트워크 전체를 하나의 영역으로 간주하여 모든 센서노드들이 동일한 기능과 역할을 수행한다. 그러므로 네트워크로부터 데이터를 수집하고자 하는 경우 데이터 전송에 참여하는 센서노드 수가 많아지게 되고 이는 많은 에너지 소비를 유발한다. 계층 프로토콜은 센서노드들을 멤버노드와 헤드노드로 구분하여 서로 다른 역할을 수행한다. 멤버노드는 관찰대상이 되는 지역에서 감지한 이벤트를 헤드노드로 전송하는 역할을 수행하고, 헤드노드는 사용자의 요청질의를 멤버노드에게 전달하고 멤버노드들이 전송한 데이터를 조합하여 싱크노드로 전송하는 역할을 한다.[4] 계층 프로토콜에서 네트워크는 클러스터라고 하는 기본단위로 분할되는데 각 클러스터는 한 개의 헤드노드와 다수의 멤버노드로 구성된다. 이와 같은 구조를 통해 계층 프로토콜은 평면 프로토콜보다 메시지의 송수신 횟수를 줄일 수 있으므로 에너지 효율적인 장점이 있다.

2.1 LEACH 프로토콜

LEACH(Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy) 라우팅 알고리즘은 클러스터링 기반 라우팅 기법으로, 클러스터 헤드가 클러스터의 멤버 노드들로부터 데이터를 수집하여 직접 싱크노드로 전달한다. 이 방식의 특징은 네트워크에 있는 모든 센서노드들에 에너지 소비를 공정하게 분산시키기 위해, 에너지 집약적인 기능을 하는 클러스터 헤드를 무작위로 순환시키고, 전체적인 통신비용을 줄이기 위해 클러스터 헤드에서 클러스터내의 데이터를 모아 지역적으로 연합하는 것이다.[2]

동작 과정은 아래와 같다.

(1) 각 노드는 라운드 시작 시점마다 아래 식에 따라 스스로 클러스터 헤드로 선정 될 확률을 구한다.

$$P(t)=\begin{cases}\dfrac{k}{n-k(r \bmod \frac{n}{k})} & : c(t)=1 \\ 0 & : c(t)=0\end{cases}$$

t :시각, n :존재 노드 수, k :클러스터 수, r : 노드 수

여기서 c(t)는 지시함수로서 r mod(n/k) 라운드 동안 해당 노드가 클러스터 헤드였다면 0으로 아니면 1로 설정된다. 이는 한번이라도 헤드 역할을 했던 노드를 배제함으로서 모든 노드가 동일한 확률로 클러스터 헤드가 되는 것을 보장하기 위함이다.

(2) 클러스터 헤드로 결정된 노드들은 멤버노드들에게 헤드임을 알리는 메시지를 브로드캐스트한다. 이때 네트워크의 모든 노드들이 수신할 수 있는 전송강도로 발신한다.

(3) 모든 헤드로부터 메시지를 수신한 각 노드들은 메시지의 신호강도를 계산하여 자신에게 가장 가까운 헤드를 자신의 클러스터 헤드로 결정한다.

(4) 각 노드는 자신의 헤드에게 클러스터에 참여하겠다는 연결허락 메시지를 발신한다. 마찬가지로 각 노드는 헤드의 네트워크상의 위치를 모르므로 네트워크의 모든 노드들이 수신할 수 있는 전송강도로 발신한다.

(5) 각 헤드들은 일반노드들이 보낼 연결허락 메시지를 수신하여 클러스터를 완성한다.

(6) 각 라운드마다 (1)~(5)를 반복한다.

Ⅲ. 시스템 구성

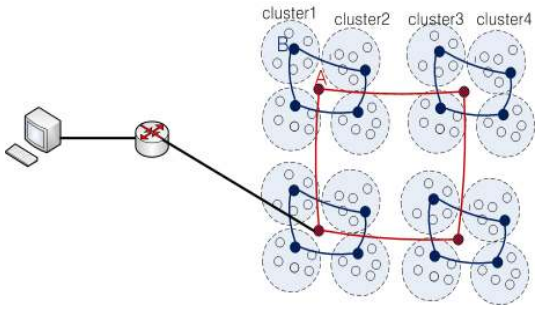

그림 1 계층별 클러스터 구성

그림 1과 같이 1계층의 여러 노드 중에 선출된 헤드노드는 각 클러스터에서의 데이터를 수집하여 2계층의 노드에게 데이터를 전달하게 된다.

1계층은 기존의 LEACH 프로토콜로 헤드노드는 무작위로 선출된다. 하지만 2계층의 헤드노드는 위치를 기반으로 주위노드간의 가장 평균적인 자리에 위치한 노드로 선정한다. 고정적이며 한번 선출로 수명이 다 할 때까지 지속하게 된다.

제안한 시스템의 구성은 표 1과 같이 베이스스테이션(BS: Base Station), 2계층의 클러스터 헤드(2CH: 2Layer Cluster Head), 1계층의 클러스터 헤드(1CH: 1Layer Cluster Head), 센서노드(SN: Sensor Node)로 구성된다. 다수의 센서 노드와 한 그룹의 클러스터 헤드로 클러스터가 구성되고, 클러스터 헤드는 2계층의 클러스터 헤드를 부모로 하여 각 클러스터 간 병합한 데이터를 전송한다. 2계층의 클러스터 헤드는 전송받은 클

러스터 같의 데이터를 전에 받은 데이터와 비교하여 변동사항이 있는 데이터만을 BS으로 전송한다. 실질적으로 대규모로 구성된 센서네트워크에서는 유독물질, 환경요소 등 사람이 직정 측정하기 힘든 것을 센서노드가 대신 수행하게 되는데 [3] 데이터의 급격한 변화가 아닌 경우에도 데이터를 주기적으로 보냄으로서 노드들의 에너지 소모를 야기하게 된다. 1계층에서의 데이터 병합과 2계층에서의 데이터 확인으로 필요한 데이터를 필요시에만 보냄으로서 에너지 소모를 급격히 줄일 수 있다.

표 1. 센서 네트워크 시스템 기능별 노드

구 분	기 능
베이스 스테이션	네트워크 초기화 네트워크 관리
2계층 클러스터 헤드	데이터 릴레이 데이터 비교
1계층 클러스터 헤드	클러스터 초기화 데이터 병합
센서 노드	환경 정보 수집 데이터 전송

IV. 실험 및 성능분석

본 논문에서 제시한 방법의 성능 평가를 위해 C언어를 사용하여 센서 네트워크 시뮬레이션을 구성하여 보았다.

넓은 범위의 무선 센서네트워크를 위하여 센서노드 수는 100개로 제한하고 네트워크 범위를 100X100으로 조정하고 싱크 노드의 위치를 50X50으로 네트워크의 중앙에 배치하여 테스트 하였다. 표2는 그 범주의 값들이다.

100X100 필드의 1만개의 범위 중 랜덤으로 100개의 노드를 임의로 배치하고 1차 클러스터 형성과 2차클러스터 해드 선출을 한뒤 에너지 소모를 비교 테스트 하였다. 노드의 수명이 곧 네트워크의 수명으로 이어진다. 에너지 소모는 송 수신 시 사용되는 에너지 소모와 회로의 에너지 소모이다.

회로의 소모 에너지는 균등하게 놓고 테스트 하였으며, 데이터의 패킷에 따른 에너지 소모도 틀려진다. 에너지 소비는 전송거리의 제곱에 비례해서 증가하므로 전송거리를 줄이는 것이 가장 중요하고 다음으로 패킷의 크기를 줄여서 보내는 것이 중요하다. 전송거리는 클러스터 형성으로 어느정도 극복이 가능하여 본 논문에서는 데이터의 패킷을 줄이는데 집중하였다. 그림 3과 4를 비교하였을 때 기존 LEACH 프로토콜에 비해 제안한 프로토콜에서는 에너지 소모가 비교적 균일하지만 2계층 클러스터 헤드의 에너지 소모는 극심하게 나타났다. 2계층의 클러스터 헤드는 한번 선출되면 데이터의 패킷 비교를 위해 고정된 후 지속적으로 에너지 소모가 이루어 진다.

라운드가 지속되어서 2계층 헤드의 노드는 다른 노드에 비해 에너지 소모가 심하지만 라운드가 지속된다면 LEACH에 비해 전체적으로 노드의 에너지 소모가 오랫동안 유지되는 것을 그림5를 통해 알 수 있다.

표 2. 실험 환경 설정을 위한 파라미터 값

파라미터	값
센서노드 수(n)	100
네트워크 크기	(100,100)
싱크 노드의 위치	(50,50)
1계층 클러스터 헤드 수	n * 20%
2계층 클러스터 헤드 수	n * 5%
데이터 패킷 사이즈	128byte
송신 에너지	100nJ/bit
수신 에너지	50nJ/bit
회로 에너지 소모	25nJ/bit

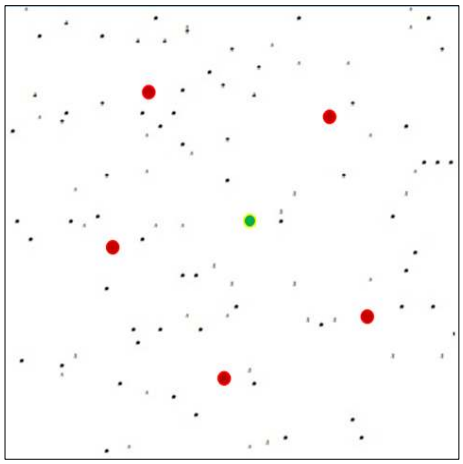

그림 2 무작위로 배치된 센서 노드

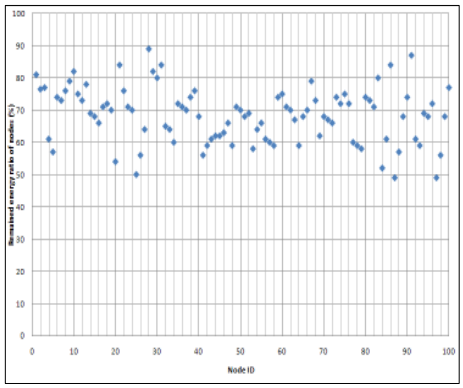

그림 3 LEACH 프로토콜에서 각 노드별 남아있는 Energy

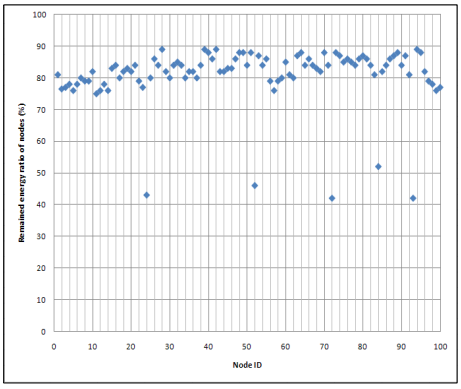

그림 4 제안한 프로토콜에서 각 노드별 남아있는 Energy

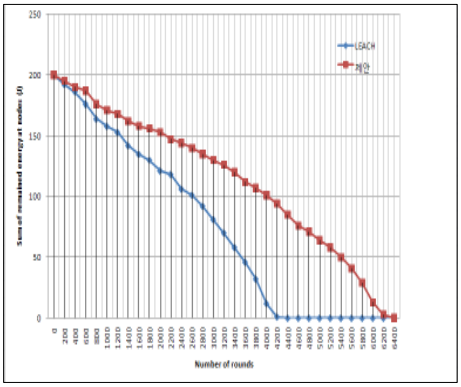

그림 5 라운드별 노드의 에너지 상태

Ⅳ. 결 론

본 논문은 기존의 WSN 프로토콜이 가지는 에너지 효율성을 개선하여 새로운 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 제안한 프로토콜의 2계층 헤드 선출 및 데이터 비교 방법을 좀 더 연구하여 조금 더 나은 개선책을 차후 연구할 계획이다.

참고문헌

[1] R. S. Changn and C. J. Kuo, "An Energy Efficient Routing Mechanism for wireless Sensor Networks," Processings of the International Conference on Advanced Information Networking and Applications(AINA06), Vol2, pp.308-216, 2006

[2] J. Ibriq and I. Mahgoub, "Cluster-based Routing in wireless Sensor Networks:Issue and Challenge," Parallel and Distributed Processing Symposium, Apr. 2004.

[3] Jamal N. Al-karaki, Ahmed E. Kamal, "Routing Techniques In Wireless Sensor Networks: A Survey," IEEE Wireless Communications, Dec. 2004

[4] R. Min, M. Bhardwaj, S. Cho, E. Shin, A. Shina, A. Wang, and A. Chandrakasan, "Low Power Wireless Sensor Network", Proceeding of Internaional Conference on VLSI Design, pp.205-210, 2001.

[5] IETF site Multihoming in IPv6 Working Group : http://www.ietf.rog/html.charters/multi6-charter.html