

# WSN LEACH 기반 에너지 효율적인 라우팅 기법

박태빈<sup>†</sup>, 권태욱

국방대학교

ptb2010@naver.com

## Energy Efficient Routing techniques based on LEACH in WSN Environment

Park Tae Bin<sup>†</sup>, Kwon Tae Wook

Korea National Defense University

### 요약

무선 네트워크 환경에서는 센서에 공급되는 에너지원인 배터리의 수명이 한정되어 있다. 또한 센서 자체 혹은 배터리를 교체하기 어려운 지역에 배치된다. 따라서 네트워크 수명을 연장하는 다양한 연구들이 진행되어 왔으며, 효율적인 에너지 사용을 위해 계층기반 라우팅 프로토콜인 LEACH가 등장하였다. LEACH는 전체 네트워크를 여러 개의 클러스터 단위로 나누어 각각의 영역 내 무작위로 센서 노드들을 클러스터 헤드로 지정하고 클러스터 헤드는 자신의 클러스터 영역에 포함된 멤버 노드로부터 전송받은 데이터를 융합해서 싱크 노드까지 전송하여 데이터의 양과 횟수를 줄임으로써 전체 네트워크의 수명을 연장하였다. 하지만 데이터 송신 시 전송거리의 제곱만큼의 에너지 소모가 이루어지기 때문에 융합된 데이터를 싱크 노드에 직접 전송하는 데 에너지 소모가 크다는 제한사항을 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 제한사항을 개선하기 위해, 싱크 노드와 각 클러스터 헤드 간 직선 방향으로 멀티 홉 방식 직접 전송을 통해 에너지 효율을 높이는 기법을 제안한다.

### I. 서론

무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network, WSN)[01]는 네트워크 영역 내 정보들을 수집하는 센서 노드(Sensor Node)와 이 정보를 외부로 내보내는 싱크 노드(Sink Node)로 구성된 네트워크 시스템을 말한다. 센서가 주어진 환경에 배치되면 그 위치는 고정되고 전력공급은 제한되기 때문에 전체 네트워크의 수명[01]은 통상 배터리에 의해 결정된다. 무선 전송에서의 에너지 소모는 센서들 사이 거리의 제곱에 비례하고 센서의 전력 소모는 데이터 송·수신 시에 가장 많이 발생한다. 따라서 센서들 사이의 전송거리를 감소시키는 것이 네트워크 전체 수명을 향상시키는 방법이라고 할 수 있고, 관련된 다양한 연구[04-06]들이 진행되고 있다.

본 논문에서는 WSN의 계층기반 라우팅 중 LEACH 프로토콜에 주목하였고, 센서의 전력 사용이 가장 큰 데이터 송신 간 소모되는 에너지를 최소화하기 위해 싱크 노드와 각 클러스터 헤드 간 직선 방향으로 멀티 홉 방식 직접 전송을 통해 센서들 사이 거리를 줄이고 경유 노드 숫자를 늘려 에너지 효율을 높이는 라우팅 기법을 제안한다.

### II. 관련 연구

#### 2.1. 무선 센서 네트워크(WSN)

WSN의 라우팅 프로토콜[01]은 네트워크 구조에 따라 크게 평면기반 라우팅(Flat based routing), 계층기반 라우팅(Hierarchical based routing), 적응형 라우팅(Adaptive routing)으로 구분된다. 무선 센서 네트워크 환경에서 주요 목표는 전체 네트워크의 수명을 연장하기 위하여 에너지 소모를 최소화 하는 것이다. 이 목적 달성을 위하여 다수의 계층기반 라우팅 프로토콜 연구[04]들이 활발히 진행되었으며, 해당 프로토콜들 중

대표적인 프로토콜은 LEACH(Low-energy Adaptive Clustering Hierarachy) 프로토콜이 있다.

#### 2.2. LEACH 프로토콜

LEACH[02-03] 프로토콜이 클러스터 형성 및 클러스터 헤드의 데이터 융합을 통해서 네트워크 수명을 증가시킬 수는 있을지 몰라도, 아직 많은 다수의 문제점들이 있다. 예를 들면, 기 결정된 클러스터의 헤드의 수를 전체 네트워크에 어떻게 균등하게 분배할 것인지 분명하지 않다. 그러므로 선발된 클러스터 헤드가 네트워크의 한 부분에 집중될 가능성이 존재한다. 또한 어떤 클러스터 헤드는 싱크 노드로부터 멀리 떨어져 있어서 가깝게 위치한 클러스터 헤드보다 더 많은 에너지를 소모하게 되어 불균등한 에너지 소모가 발생하게 된다.

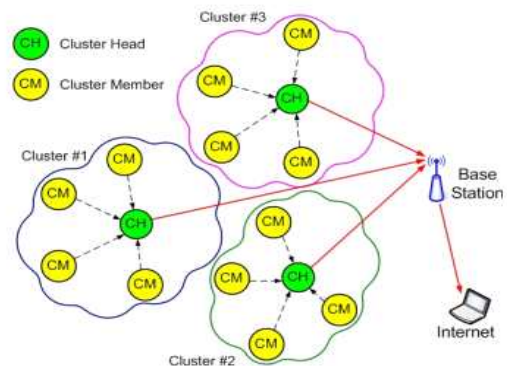


그림 1. LEACH 프로토콜의 네트워크 구조

### 2.3. 선행연구 분석

LEACH 프로토콜이 싱크 노드까지의 데이터 전송 시 클러스터 헤드가 과도한 전송 에너지를 소모한다는 문제점을 개선하기 위해 제안된 기존 연구 중 LECEEP 프로토콜[06]은 LEACH와 PEGASIS 프로토콜의 장점을 혼합한 프로토콜이다. LEACH와 동일한 클러스터 구조 기반에 PEGASIS 프로토콜의 greedy 알고리즘을 적용한 체인 기법을 통해서 클러스터 헤드가 싱크 노드로 직접 전송하는 것이 아니라 인접 클러스터 헤드를 경유하여 싱크 노드로 전송함으로써 전송 거리를 단축하여 에너지를 감소시키는 알고리즘이다. 전송 거리가 감소하여 에너지 소모를 줄일 수 있지만 LECEEP 프로토콜도 에너지 소모 측면에서 개선의 여지가 존재한다. 클러스터 헤드 간 단일 체인을 형성하여 융합된 데이터를 전송하기 때문에 싱크 노드 기준으로 반대 방향으로 데이터 전송이 일어나는 역방향 전송이 발생할 수 있다. 단일 체인만 형성하는 PEGASIS 프로토콜의 체인 형성 기법을 적용하기 때문에 이러한 역방향 전송은 불가피하며 이는 에너지 효율을 낮추어 전체 네트워크 수명이 저하되는 요인으로 작용한다.

A-LECEEP[06] 프로토콜은 LECEEP 프로토콜과 동일한 동작 과정에서 체인 형성 단계에 싱크 노드의 위치 정보를 기반으로 좌, 우측으로 섹터를 구분하여 PEGASIS 프로토콜의 체인 형성 기법에서 발생하는 역방향 전송의 에너지 효율 문제를 개선하는 알고리즘을 제안하였다. A-LECEEP 프로토콜은 PEGASIS 프로토콜의 체인 형성 기법을 적용하여 발생하는 역방향 전송에서 발생하는 에너지 효율이 낮아지는 문제를 개선하였지만, 클러스터 헤드의 과도한 전송 에너지 소모와 매 라운드마다 선발된 클러스터 헤드가 네트워크의 한 부분에 집중될 수 있는 문제점이 여전히 존재한다.

### III. 제안 라우팅 기법

#### 3.1. 기본개념

기존 LEACH 프로토콜에서 데이터 송신 시 거리가 먼 싱크 노드까지의 데이터 전송 간 클러스터 헤드의 과도한 에너지 소모가 발생한다는 문제점을 개선하기 위해 본 기법에서는 싱크 노드와 클러스터 헤드 간 직선 방향으로 멀티 홉 방식의 직접 전송을 적용한다.

#### 3.2. 세부 수행절차

기본적으로 LEACH의 동작 및 구조를 기반으로 하고 센서의 위치와 각 클러스터는 구성되었다고 전제한다. 기지국과 가장 가까운 클러스터의 클러스터 헤드를 싱크 노드라고 칭하며 기지국의 위치는 고정되어 있고 기지국과 싱크노드와의 거리는 실거리로 적용한다. 싱크 노드는 기지국의 위치 정보를 알고 있으며 각 클러스터의 헤드는 싱크 노드의 위치 정보를 알고 있다고 가정한다.

LEACH 프로토콜은 라운드 구성은 설정 단계와 지속 상태 단계로 나뉜다. 본 기법에서는 설정 단계에서 클러스터 헤드 선정에 따르는 에너지 소비를 줄이기 위해 매 라운드 마다가 아니라 일정 라운드마다 반복하고, 각 클러스터 내에서 가장 에너지 수준이 높은 노드를 클러스터 헤드(싱크 노드)로 선정한다. 이후 이벤트를 감지(발생)한 노드는 해당 클러스터 헤드에게 데이터를 전송한다. 각 클러스터 헤드 노드들은 수집된 정보를 싱크 노드에게 직선 방향으로 멀티 홉 방식을 통해 전송한다. 이후 싱크 노드는 각 클러스터 헤드로부터 전달받은 정보를 기지국에 전송하는 절차로 진행된다.

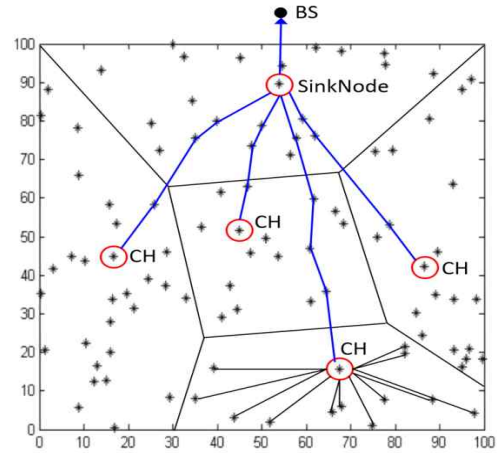


그림 2. 제안 기법의 동작

### IV. 결론

본 논문에서는 무선 센서 네트워크 환경에서 데이터 송신 시 소모되는 에너지 최소화를 위해 LEACH 프로토콜 기반에 싱크 노드와 클러스터 헤드 간 멀티 홉 직접 전송을 기법을 적용하였다. 이전의 클러스터 헤드 간 전송 연구와는 달리 다음으로 송신할 클러스터 헤드를 찾는 절차가 없어 역경로 전송 등 비효율을 줄이고, 평균 5개 내외의 노드를 더 경유함으로써 전송거리 제곱에 비례하는 에너지 소모가 줄어들어 효율성이 향상될 것으로 판단된다. 향후 연구를 통해 기존의 연구들과 비교하여 본 연구의 제안 기법에 대한 효율성을 입증할 계획이다.

### 참고 문헌

- [01] C.M. Cordeiro and D.P. Agrawal, AD HOC & SENSOR NETWORKS, World Scientific, Singapore, 5 Toh Tuck Link, 2006.
- [02] W. R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks," Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, HI, USA, 2000.
- [03] W.B. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks," IEEE Transactions on Wireless Communications, 2002.
- [04] A. Diop, Y. Qi, Q. Wang and S. Hussain, "An Advanced Survey on Secure Energy-Efficient Hierarchical Routing Protocols in Wireless Sensor Networks," International Journal of Computer Science Issues, 2013.
- [05] W. Yoo and T. Kwon, "LECEEP : LEACH based Chaining Energy Efficient Protocol," The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, 2010.
- [06] C. Kim and T. Kwon, "Improvement of LECEEP Protocol through Dual Chain Configuration in WSN Environment" Journal of Korea Multimedia Society, 2021.