

---

# 클러스터 기반의 무선 센서 네트워크에서 에너지 효율을 높이기 위한 전송 알고리즘

이동호 · 장길웅

한국해양대학교

## A Transmission Algorithm to Improve Energy Efficiency in Cluster based Wireless Sensor Networks

Dong-ho Lee · Kil-woong Jang

Korea Maritime and Ocean University

E-mail : fullrock@naver.com · jangkw@kmou.ac.kr

### 요 약

클러스터 기반의 무선 센서 네트워크에서는 클러스터 헤드가 센서 노드로부터 데이터를 수집하고 집약하여 싱크 노드로 전송하는 특징을 가진다. 또한 같은 지역 내에 배치된 서로 이웃한 인접 센서 노드 간에는 유사한 데이터를 센싱하는 특성을 가진다. 이러한 두 가지의 특징을 이용하여 본 논문에서는 클러스터 기반의 무선 센서 네트워크에서 에너지 효율을 높이기 위한 전송 알고리즘을 제안한다. 하나의 인접한 이웃 노드는 쌍을 형성하고 쌍을 형성한 두 노드는 한 라운드 동안 하나씩 교대로 센싱한다. 또한, 하나의 클러스터 내에는 두 개의 클러스터를 설정하고 교대로 노드로부터 데이터를 수집하여 싱크 노드로 데이터를 전송한다. 본 논문에서는 에너지 효율을 높이기 위한 전송 라운드 방식과 전송 프레임을 기술하고 기존 방식과 비교한다. 제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하고 기존의 클러스터 방식인 LEACH 알고리즘과 비교하여 에너지 효율 관점에서 성능이 우수함을 보인다.

### ABSTRACT

Cluster based wireless sensor networks have a characteristic that the cluster heads collect and aggregate data from sensor nodes and send data to sink node. In addition, between the adjacent sensor nodes deployed in the same area is characterized to the similar sensing data. In this paper, we propose a transmission algorithm for improving the energy efficiency using these two features in the cluster-based wireless sensor networks. Adjacent neighboring nodes form a pair and the two nodes sense data on shifts for one round. Additionally, two cluster heads are selected in a cluster and one of them alternately collects data from nodes and transmits data to the sink. This paper describes a transmission rounding method and a transmission frame for increasing energy efficiency and compared with conventional methods. We perform computer simulations to evaluate the performance of the proposed algorithm, and show better performance in terms of energy efficiency as compared with the LEACH algorithm.

### 키워드

Wireless sensor networks, cluster, transmission, energy efficiency

## 1. 서론

무선 센서 네트워크는 군사, 해양, 지상 등 다양한 환경에서 센서를 이용하여 감시 기능을 가능하게 한다. 무선 센서 네트워크의 센서는 낮은 에너지로 제한되어 있으며, 이미 에너지를 소모한 배터리는 충전이나 교체가 어렵다는 단점을 가진다. 따라서 제한된 에너지를 효율적으로 사용하는 것이 무선 센서 네트워크에서 중요한 이슈가 된다[1].

기존 연구에서는 노드의 에너지 효율을 높이기 위한 방법으로 통신 횟수를 줄이기 위해 데이터를 통합하여 전송하는 클러스터 방식을 제안하고 있다[2-4]. 하나의 클러스터에는 한 개의 클러스터 헤드가 존재하며, 클러스터 헤드는 클러스터 내의 센서로부터 데이터를 수집하여 싱크노드로 전송하는 임무를 가진다.

무선 센서 네트워크에서 인접한 노드는 위치상 인접한 영역을 감시하기 때문에 유사한 정보를 수집할 가능성이 높다. 따라서 데이터 중복 전달 가능성이 높다. 이러한 특성을 고려할 때 클러스터 기반의 계층적 기법을 이용하여 인접한 지역에서 발생한 사건에 대한 유사한 정보를 클러스터 헤드로 전송하고 클러스터 헤드가 데이터 모음을 수행하여 보다 에너지 효율적인 라우팅을 가능하게 할 수 있다. 본 논문에서는 인접한 노드가 유사 또는 동일한 데이터를 가진다는 특성을 이용하여 전송 에너지 효율을 높일 수 있는 전송 알고리즘을 제안한다.

## II. 제안된 전송 알고리즘

제안된 알고리즘의 기본 아이디어는 클러스터 내 인접한 두 센서 노드가 수집한 데이터는 동일하거나 유사하다는 특성을 이용하여 하나의 센서만으로 데이터를 전송하고 다른 하나는 수면모드로 전환하여 에너지 효율을 높이는 것이다. 즉 인접한 두 개의 센서를 하나로 묶어 교대로 주위 환경에 대한 데이터를 수집하고, 또한 클러스터 헤드도 두 개로 구성하여 교대로 데이터를 수집 및 통합하여 전송하도록 한다.

제안된 알고리즘은 다음과 같은 절차로 동작한다. 우선 네트워크가 구성되면, 네트워크를 구성하는 각 노드들은 통신을 통해 인접한 이웃노드와 쌍을 이룬다. 이웃한 노드와 쌍을 이루기 위해 각 노드는 인접한 노드를 찾는 광고메시지를 발송하고, 이웃 노드로부터 수신되는 신호의 강도와 회신 시간을 통해 자신과 쌍을 이루기 적합한 하나의 노드를 결정하여 쌍(노드 쌍)을 이룬다. 이웃한 노드 간 센싱 범위가 겹치지 않을 경우는 쌍을 이루지 않고 독립하여 존재(독립노드)한다.

클러스터 헤드는 LEACH와 같은 방식의 자기 선출 방식으로 정해지며 정해진 헤드(헤드A)와 쌍을 이룬 노드도 헤드(헤드 B)가 된다. 노드 쌍

은 광고메시지를 발송한 노드(노드 A)가 선행노드가 되고, 응답메시지를 발송한 노드(노드 B)가 후행노드가 된다. 헤드 A가 정해지면 헤드 A는 각 쌍과 독립노드에 헤드설정 메시지를 발송하고 각 노드 쌍과 독립노드는 수신했음을 알리는 메시지를 전송한다. 헤드 A는 노드 쌍과 독립노드의 회신 순서에 따라 고유 ID를 부여하여 고유 ID에 대한 동기화 메시지와 함께 각 노드로 발송한다. 동기화 메시지를 수신하면 헤드 B와 노드 B는 수면 모드로 전환한다. 헤드 A의 활성모드가 끝나고 헤드 A와 노드 A가 수면모드로 전환하면 헤드 B는 설정단계 없이 라운드 초기 수신한 동기화 데이터를 바탕으로 지속상태로 돌입하여 에너지 소모를 줄인다. 각 노드 쌍은 설정단계에서 수신된 동기화 데이터를 통해 할당된 프레임에 두 노드가 교대로 데이터를 송신한다.

고유 ID의 설정과 노드 쌍의 구성은 많은 데이터 송수신 횟수를 가지므로 에너지 효율을 위해 초기 형성된 노드 쌍과 초기 설정 단계에 부여한 고유 ID는 변경하지 않고 사용한다. 두 번째 설정 단계부터는 고유 ID부여 과정 없이 동기화 메시지만을 발송하여 네트워크 전반적인 에너지 소모를 줄인다. 또한 헤드가 교대로 데이터 수집 및 전송을 하므로 독립노드는 헤드설정에서 제외되며 노드 쌍을 이룬 노드만 헤드설정에 참여한다.

본 논문에서는 헤드 A와 헤드 B가 교대로 헤드 역할을 하고 노드 쌍에서 교대로 센싱하여 클러스터내의 데이터를 수집하기 때문에 하나의 헤드와 센서의 절반에 해당하는 노드가 센싱을 하게 된다. 센서의 숫자가 적지만 인접한 이웃 노드가 교대로 센싱하기 때문에 데이터 수집이 클러스터의 한 부분으로 편중되지 않고 전반적으로 퍼지게 된다.

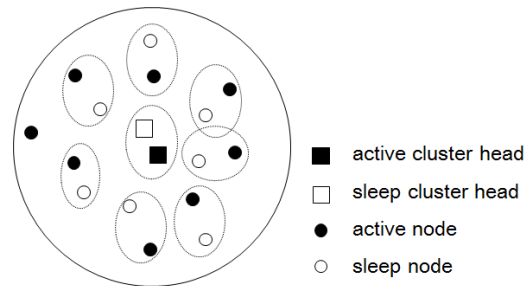


그림 1. 제안된 알고리즘의 네트워크 예

그림 1은 제안된 알고리즘을 적용한 네트워크의 한 예로써 점선으로 둘러싸인 노드는 노드 쌍을 나타낸 것이며 따로 존재하는 노드는 독립노드를 나타낸다. 본 논문에서 제안된 알고리즘은 각 노드 쌍의 노드들이 교대로 센싱하여 데이터 수집이 편중되지 않음을 보여 준다.

알고리즘 동작은 라운드 단위로 동작하며 라운드는 설정단계와 지속상태단계로 이루어진다. 설

정단계에서는 고유 ID에 대하여 헤드 A에서 동기화 메시지를 전송한다. 지속상태단계는 헤드 A의 활성모드(헤드 B의 수면모드)와 헤드 A의 수면모드(헤드 B의 활성모드)로 나누어진다.

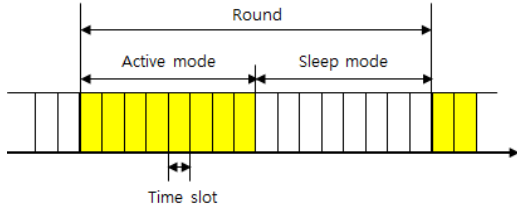


그림 2. 제안된 알고리즘의 전송 프레임

그림 2에서 한 라운드 동안 각 고유 ID에 대하여 헤드 A의 활성모드와 수면모드에 두 개의 프레임이 할당되며 노드 쌍에 속한 두 노드가 교대로 센싱하여 해당 지속상태 프레임에 데이터를 전송한다. 독립노드는 센싱 범위가 겹치는 인접 이웃노드가 없으므로 데이터의 유실을 막기 위해 단독으로 라운드 동안 센싱하여 할당된 두 프레임에 모두 데이터를 전송한다. 알고리즘은 LEACH와 같은 길이의 헤드 지속상태를 가지며 각 노드 쌍과 독립노드에 할당하고 남은 시간은 모든 노드가 센싱만 하고 데이터 전송은 없는 수면모드를 취하여 에너지를 절약한다.

### III. 성능평가

노드의 에너지를 효율적으로 사용하기 위해 제안된 전송 알고리즘은 다양한 환경에서 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 성능을 분석하였다. 제안된 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 대표적인 클러스터 기반의 알고리즘인 LEACH와 성능 비교를 하였으며, 시뮬레이션 프로그램은 Visual C++을 사용하여 이벤트 처리 방식으로 구현하였다. 500 \* 500 크기의 네트워크에서 100개의 노드를 랜덤하게 배치시키고 노드 쌍을 형성하는 노드간 거리는 50 이내의 노드 중 가장 가까운 노드들을 노드의 쌍으로 구성하였다. 노드의 에너지 소모는 클러스터 헤드까지의 거리와 비례하여 에너지가 소모된다.

그림 3은 동일한 에너지를 가진 노드가 전송횟수에 따라 노드에 남은 평균 에너지를 나타낸 것이다. 각 노드에 주어진 초기 에너지를 10,000으로 설정하고 클러스터 내에서 데이터 전송 시 소모되는 에너지를 나타낸 것이다. 그림에서 제안된 알고리즘의 효율이 LEACH보다 높을 알 수 있다. 제안된 알고리즘은 두 개의 헤드가 교대로 데이터를 처리하고 두 개의 노드가 교대로 센싱을 하기 때문에 기존의 클러스터 기반 알고리즘보다 높은 에너지 효율을 가지고 있음을 알 수 있다.

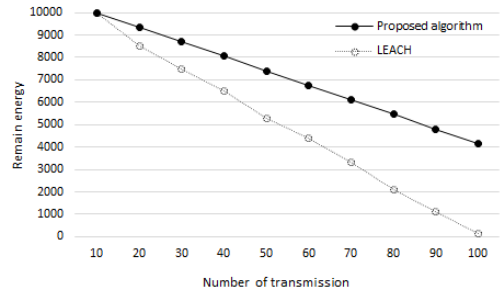


그림 3. 남은 에너지

그림 4는 클러스터 내 노드 수에 따라 각 노드가 소모하는 평균 에너지를 나타낸 것이다. LEACH는 노드 수가 증가함에 따라 소모되는 평균 에너지는 일정한 반면 제안된 알고리즘은 노드수가 증가함에 따라 소모되는 평균 에너지가 감소하였다. 제안된 알고리즘에서는 노드의 수가 증가함에 따라 노드와 클러스터 헤드가 가까워짐에 따라 노드의 쌍을 이루는 방식이 기존의 LEACH보다 에너지 효율 측면에서 우수함을 보여주는 것이다.

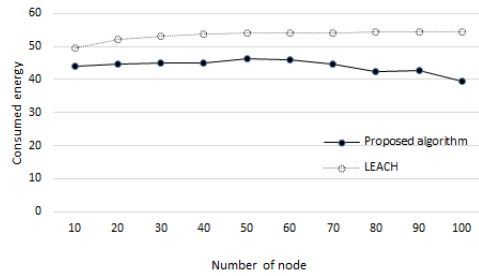


그림 4. 소모된 에너지

### IV. 결 론

본 논문에서는 이웃한 노드 간 유사 데이터를 가지는 무선 센서 네트워크의 특성을 이용하여 클러스터 기반의 전송 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 클러스터 단위로 인접한 센서 노드들을 쌍으로 구성하고, 두 개의 헤드를 설정한다. 쌍으로 구성된 노드는 활성 모드와 수면 모드를 교대로 수행하여 수집된 데이터를 활성 모드의 클러스터 헤드로 전송함으로써 에너지 효율을 높인다. 성능 평가에서 제안된 알고리즘이 기존의 클러스터 기반 알고리즘보다 에너지 효율 측면에서 성능이 좋음을 알 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] I. F. Akyildz, W.Su, Y.Sankarasubramaniam, and E.Cayirci, "A Survey on Sensor Networks," *IEEE Communication magazine*, vol. 40, No. 8, pp. 102-114, August 2002.
- [2] Wendi B. Heinzelman et al., "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Sensor Networks," *Phd thesis, Massachusetts Institute of Technology*, June 2000.
- [3] Arati Manjeshwar et al. "TEEN: A Routing Protocol for Enhanced Efficiency in wireless Sensor Networks," in *Proceeding Second International Workshop Parallel and Distributed Computing Issues in Wireless Networks and Mobile Computing*, 2001.
- [4] Arati Manjeshwar et al. "APTEEN: A hybrid Protocol for Efficient Routing and Comprehensive Information Retrieval in Wireless Sensor Networks," in *IEEE Proceeding Of the International Parallel and Distributed Processing Symposium*, 2002.