

## 계층적 센서 네트워크에서 균등한 에너지 소비를 위한 클러스터링 기법에 관한 연구

김요섭<sup>1</sup>, 홍영표<sup>2</sup>, 조영일<sup>3</sup>, 김진수<sup>4</sup>, 은종원<sup>5</sup>, 이종용<sup>6</sup>, 이상훈<sup>6\*</sup>  
<sup>1</sup>광운대학교 정보디스플레이학과, <sup>2</sup>국제대학교 병원관리학과, <sup>3</sup>한국산업인력공단  
<sup>4</sup>(주)아이디피 시스템, <sup>5</sup>남서울대학교 정보통신공학과, <sup>6</sup>광운대학교 교양학부

## A Study on clustering method for Balancing Energy Consumption in Hierarchical Sensor Network

Yo-Sup Kim<sup>1</sup>, Yeong-Pyo Hong<sup>2</sup>, Young-Il Cho<sup>3</sup>, Jin-Su Kim<sup>4</sup>,  
Jong-Won Eun<sup>5</sup>, Jong-Yong Lee<sup>6</sup> and Sang-Hun Lee<sup>6\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Information Display, Kwangwoon University Graduate School

<sup>2</sup>Dept. of Hospital Management, International University of Korea

<sup>3</sup>HRD Korea, <sup>4</sup>IDP System.,Co,Ltd,

<sup>5</sup>Dept. of Information and Communication Engineering, Namseoul University

<sup>6</sup>Kwangwoon University General Education

**요 약** 에너지 효율성이 중요한 무선 센서 네트워크에서 클러스터링 기술은 클러스터 헤드 노드가 클러스터 멤버 노드의 데이터를 병합하여 싱크노드로 전송함으로써 센서노드와 싱크노드 사이의 통신 횟수를 줄여 에너지 효율을 얻는다. 본 논문에서는 분산형 클러스터링 라우팅 기법 중 대표적 프로토콜인 LEACH(Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy)와 HEED(Hybrid, Energy-Efficient Distributed Clustering Approach)의 클러스터링 기법에 대하여 분석하고 이를 토대로 헤드노드의 최대 지연 발생과 네트워크 라이프 타임을 증가하기 위한 새로운 에너지 효율적 클러스터링 기법을 제안한다. 제안 방식은 클러스터 헤드가 각 멤버노드의 잔여에너지 정보와 싱크노드와의 위치 정보를 기반으로 최적의 전송 효율을 위한 노드를 선출 하고, 선출된 노드는 이후 데이터 전송과정에서 클러스터 헤드로부터 데이터를 전송받아 싱크노드로 전송하는 방식으로, 네트워크를 형성하는 개별 노드의 에너지 소비를 균등하게 하여 네트워크의 전체 수명을 증가시키는데 본 연구의 목적이 있다. 제안한 방식의 성능을 검증하기 위해 시뮬레이션을 통해 기존의 클러스터링 기법과 비교 분석하였다. 그 결과, 기존의 기법에 비해 네트워크의 생명주기가 약 5~10% 향상되는 것을 확인 할 수 있었다.

**Abstract** The Clustering technology of Energy efficiency wireless sensor network gets the energy efficiency by reducing the number of communication between sensor nodes and sink node. In this paper, First analyzed on the clustering technique of the distributed clustering protocol routing scheme LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy) and HEED (Hybrid, Energy-Efficient Distributed Clustering Approach), and based on this, new energy-efficient clustering technique is proposed for the cause the maximum delay of dead nodes and to increase the lifetime of the network.

In the proposed method, the cluster head is elect the optimal efficiency node based on the residual energy information of each member node and located information between sink node and cluster node, and elected a node in the cluster head since the data transfer process from the data been sent to the sink node to form a network by sending the energy consumption of individual nodes evenly to increase the network's entire life is the purpose of this study.

To verify the performance of the proposed method through simulation and compared with existing clustering techniques. As a result, compared to the existing method of the network life cycle is approximately 5-10% improvement could be confirmed.

**Key Words** : LEACH, LEACH-C, Clustering, TDMA, Energy Efficiency

---

본 논문은 2010년도 광운대학교 교내 학술 연구비 지원에 의해 연구 되었음

\*교신저자 : 이상훈(leesh58@kw.ac.kr)

접수일 10년 08월 17일

수정일 10년 09월 06일

게재확정일 10년 09월 08일

## 1. 서론

무선센서 네트워크는 사람의 접근이 어려운 지역이나 자연환경, 정밀한 센싱이 요구되는 특정 환경에 개별 컴퓨팅 능력을 가진 다수의 센서 노드를 배치하여 각 애플리케이션 서버에서 요구하는 다양한 데이터를 무선으로 수집할 수 있도록 구성된 네트워크를 말한다. 무선 센서 네트워크는 기존의 인프라 기반 네트워크 또는 ad hoc 네트워크와 달리, 제한적인 메모리와 프로세서, 적은 배터리 용량으로 동작하는 한계점을 가지고 있다[1][2].

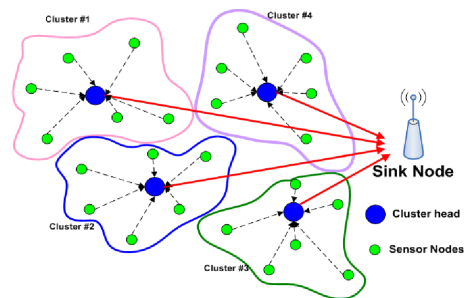
따라서 무선 센서 네트워크를 구성하는데 고려하는 해야 할 주요 사항 중 하나는 에너지 소비를 최소화함으로써 네트워크의 생존성을 높이는 것이며 이를 위해 관련 통신 프로토콜도 저 전력 소모를 달성 할 수 있도록 설계 구현되어야 한다. 일반적으로 센서 네트워크의 라우팅 프로토콜은 네트워크의 구조에 의해 크게 평면 기반 라우팅, 위치 기반 라우팅 그리고 계층 기반 라우팅 기법으로 나눌 수 있다. 이중 계층 기반 라우팅 기법은 네트워크 영역을 분할 하여 관리하는 방법으로, 인접지역에서 발생한 사건에 대한 유사한 정보를 병합 하여 베이스노드로 전송함으로써 보다 에너지 효율적인 라우팅을 가능하게 한다. 이러한 계층기반 라우팅 프로토콜 중 가장 대표적으로 LEACH(Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy) 프로토콜이 있다[3].

LEACH는 저 전력 소모를 달성하기위한 계층기반 클러스터링 기법 중 가장 대표적인 알고리즘으로 네트워크의 크기, 노드 수 등을 고려하여 최적의 확률로 세팅된 매 주기(round)마다 클러스터 헤드를 랜덤(Random)한 방식으로 선출하여 클러스터 헤드의 역할을 전 노드에 일정 주기마다 순환시킨다. 하지만 주변 노드 밀도, BS노드와의 거리, 센싱 데이터 등 여러 요인에 따라 큰 차이를 보일 수 있는 노드의 잔존 에너지를 고려하지 않은 방식으로 전체 네트워크의 에너지 불균형 문제를 초래할 수 있다. 이를 해결하기 위해 LEACH-C (LEACH-Centralized), Heed(Hybrid Energy-Efficient Distributed clustering) 와 같은 프로토콜이 제안되었다 [4][5][6]. 하지만 LEACH-C에서는 모든 노드들이 매 라운드마다 기지국과 통신하기 위해 추가적인 에너지 소비가 발생하고, 노드들의 위치에 처리를 위한 GPS 와 같은 추가 장비가 필요하며 HEED에서는 자신의 잔여 에너지와 전체 노드에서 클러스터 헤드가 차지하는 비율을 곱한 값을 확률 값으로 노드 자신의 클러스터 헤드 선출 확률이 1이 될 때까지 확률 값을 2배씩 증가시켜 먼저 1이상 값에 도달한 노드가 클러스터 헤드로 선출되도록 LEACH에서 보다 효과적으로 개선하였으나 시간이 지남

에 따라 확률 값이 점점 떨어져 대부분의 노드가 클러스터 헤드가 될 수 없다는 단점이 있다[7][8]. 따라서 본 논문에서는 LEACH와 LEACH-C의 HEED의 단점을 보완한 알고리즘을 제안한다. 제안 방식은 다음과 같다. 클러스터 형성 과정은 기존 LEACH방식과 같이 확률적인 방식으로 랜덤하게 클러스터 헤드를 선출하며 이후 클러스터 헤드의 광고(ADV) 메시지를 수신한 비 클러스터 헤드노드들은 자신의(Join-Request + energy)정보를 전송한다. 이를 수신한 클러스터 헤드는 각 멤버노드들의 에너지 정보와 싱크노드와의 거리를 비교하여 가장 최적의 데이터 전송 담당 클러스터 헤드를 선출한 이후 전송 담당 클러스터 헤드를 제외한 나머지노드들의 TDMA 스케줄을 작성하여 구성원 노드에 알린다. 이후 클러스터 헤드는 각 타임슬롯에 멤버노드들로부터 수신받은 데이터를 병합 후 전송담당 노드에 자신이 취합한 데이터를 전송한다. 데이터 전송담당 노드는 자신이 센싱한 데이터와 클러스터 헤드로부터 전송받은 데이터를 재 병합 후 싱크노드로 전송한다. 본 논문에서 제안하는 클러스터링 기법의 성능을 평가 하기 위해 시뮬레이션을 통해 기존의 클러스터링 기법과 성능을 비교하였다. 그 결과, 기존의 알고리즘에 비해 생명 주기(lifetime)가 5%~10% 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

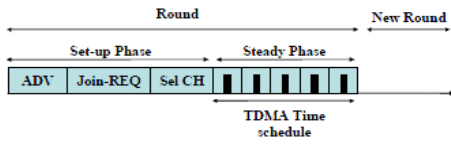
## 2. 기존 프로토콜

### 2.1 LEACH

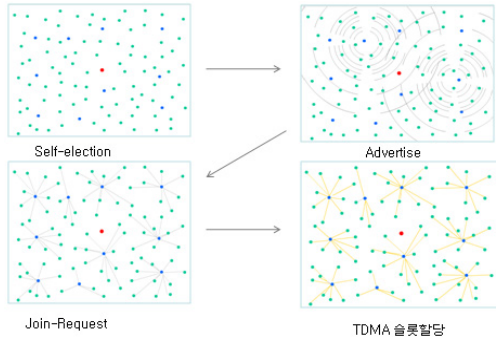


[그림 1] LEACH 클러스터 구성

LEACH는 완전 하게 분산된 자가 구성 클러스터링 프로토콜로써 클러스터헤드를 기준으로 네트워크를 지역 클러스터로 분할하여 전체 네트워크를 구성한다. 그림 1은 LEACH의 네트워크 구성과 전송 과정을 나타낸다. LEACH의 한 ROUND는 그림 2와 같이 크게 클러스터 형성단계인 (Set-up Phase) 와 실제로 통신이 이루어지는 (Steady-State Phase)로 구분된다.



[그림 2] LEACH의 라운드 구조



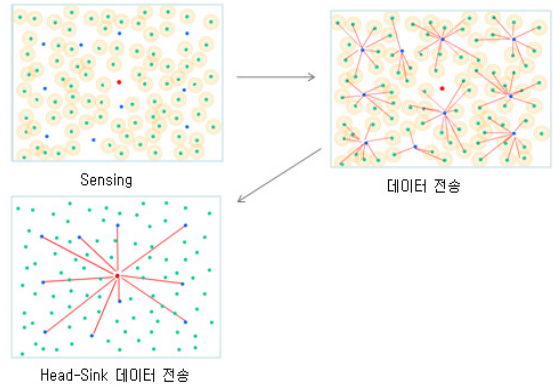
[그림 3] 클러스터 형성 단계

그림 3은 그림 2의 동작 구조를 과정별로 나타낸 그림이다. 첫 번째 단계인 클러스터 형성 과정(Set-up Phase) 단계에서 모든 센서 노드는 스스로 자신의 클러스터 헤드 선출 여부를 아래 식에 따라 확률적으로 결정한다.

$$T(n) = \begin{cases} \frac{P}{1 - P(r \bmod \frac{1}{P})} & , \text{ if } n \in G \\ 0 & , \text{ otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

위 식(1)은 클러스터 헤드를 선정하기 위해 임계값을 설정하기 위한 식을 나타낸다. P는 클러스터 헤드 선출 확률이며, r은 현재 라운드, G는 (1/P) 라운드 중 지난 라운드에서 클러스터 헤드가 아니었던 노드들의 집합을 뜻한다. 식 1에 의하여 LEACH는 (1/P) 라운드동안에 모든 노드들이 정확히 한번 클러스터 헤드가 되는 것을 보장한다. 각 센서노드는 새로운 라운드가 시작되면 라운드 시작 시점에 0과 1사이의 임의의 난수를 선택하고, 만약 선택한 수가 임계값T(n) 보다 작다면 클러스터 헤드로 선출된다. 클러스터 헤드로 선출된 노드는 이를 모든 노드가 수신할 수 있는 강도로 광고메세지(adv)를 브로드캐스트 한다. 해당 메시지를 수신한 비 클러스터 헤드 노드들은 수신 강도 등의 파라미터를 기반으로 자신의 클러스터 헤드를 결정하고, 해당 클러스터에 참여하겠다는 메시지(Join-REQ)를 해당 클러스터에게 전송하여 클러스터가 구성된다. 클러스터가 형성 된 이후 클러스터 헤드는 자신의 클러스터 멤버들의 데이터 전송 순서를 지시하는 TDMA 스케줄을 작성하여 구성원 노드에게 알리며 라운

드는 안정단계로 접어든다.



[그림 4] 안정 단계

두 번째 단계인 안정 상태(steady state) 단계에서 클러스터 멤버는 설정된 TDMA 스케줄에 따라서 클러스터 헤드와 통신하고 자신에게 할당된 타임 슬롯(timeslot)이 지나면 슬립(sleep) 상태로 들어가게 된다. 클러스터 헤드는 멤버 노드로부터 수신한 센싱 데이터를 병합한 후 이를 싱크 노드에게 전달 한다. LEACH 라우팅 프로토콜에서는 이러한 과정을 계속 반복하며 클러스터링과 라우팅이 이루어진다.

LEACH 프로토콜은 위에서 설명한 것과 같이 주변 노드 밀도, BS노드와의 거리, 센싱 데이터 등 여러 요인에 따라 큰 차이를 보일 수 있는 노드의 잔존 에너지를 고려하지 않고 모든 노드들이 공평하게 클러스터 헤드로 선출되도록 하고 있다. 이러한 방식은 클러스터 헤드가 균등하게 분포되지 않은 경우 클러스터 헤더와 먼 거리에 있는 노드들은 데이터 전송을 위하여 많은 에너지를 소모하게 되어 에너지의 효율이 떨어지게 될 뿐만 아니라 전체 네트워크의 에너지 불균형 문제를 초래 할 수 있다.

## 2.2 LEACH - C

LEACH는 클러스터 헤드가 고르게 분포될 때 좋은 성능을 발휘 할 수 있으나, 확률적인 방법으로는 이를 보장하지 못한다. LEACH-C(Centralized)는 이를 보완하기 위한 방법으로 기존의 LEACH 알고리즘이 갖는 특성을 그대로 유지하되 클러스터 헤드 결정을 싱크노드에서 수행하도록 중앙 집중 방식을 추가하였다. LEACH-C 알고리즘을 실제 네트워크에 적용하기 위해서 노드의 위치나 에너지 등의 변화를 제어할 수 있는 BS 시스템이 필요하며 센서 노드의 위치파악을 위한 GPS 또는 다른 방식의

위치 정보 알고리즘을 필요로 한다. 이는 단순함을 고려한 LEACH 본래의 취지를 크게 벗어나 보다 대부분의 센서 네트워크 어플리케이션 하에서 LEACH 보다 좋은 효율을 보여주는지는 못하였다.

### 2.3 HEED 개요 및 문제점

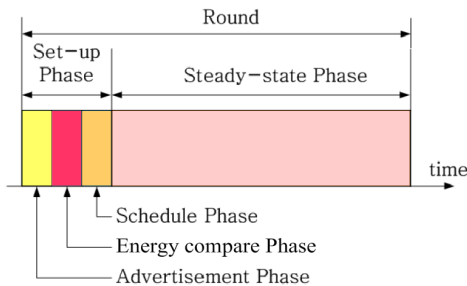
HEED의 클러스터 헤드 선출 알고리즘은 모든 노드의 에너지를 알 필요 없이 오직 노드 자신의 파라미터만을 이용하여 클러스터 헤드를 선출한다. HEED의 클러스터 헤드 선출 확률 함수식은 식(2)과 같다.

$$CH_{prob} = C_{prob} \times \frac{E_{residual}}{E_{max}} \quad (2)$$

식(2)에서 분모는 노드의 초기 에너지, 분자는 노드의 잔여 에너지에 전체 노드에서 클러스터 헤드가 차지하는 비율을 곱한 값을 나타낸다. 즉, 이 알고리즘은 노드 자신의 클러스터 헤드 선출 확률이 1이 될 때까지 확률 값을 2배씩 증가시켜 먼저 1이상 값에 도달한 노드가 클러스터 헤드로 선출되도록 한다. 이와 같이 HEED는 클러스터 헤드 결정을 오직 노드자신의 요소만을 이용한다는 점에서 클러스터 헤드 선출기법이 우수하다고 할 수 있으나 시간이 지남에 따라 값이 점점 떨어져 대부분의 노드가 클러스터 헤드가 될 수 없다는 단점이 있다.

## 3. 제안하는 클러스터링 기법

본 논문에서는 LEACH의 성능을 개선하고 에너지 효율을 높이기 위해 변형된 클러스터 헤드 선출 방식을 제안한다. 기본적인 라운드 구조에 Energy Compare Phase를 추가하였다. Energy Compare Phase는 클러스터헤드가 자신에 참여한 클러스터 멤버노드 중 잔존 에너지 값이 가장 높고 싱크노드와 가까운 노드를 선택하는 과정으로 그림 5는 제안하는 방식의 동작 구조를 보여준다.



[그림 5] 제안방식의 라운드 구조

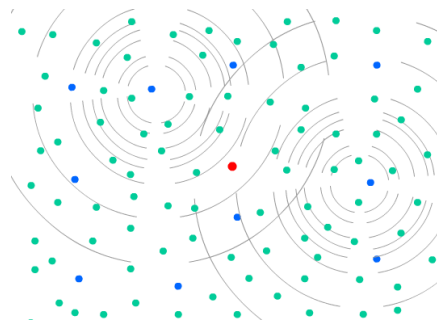
### 3.1 클러스터 헤드 선출 방식

제안하는 알고리즘의 클러스터 헤드 선출방식은 기본적으로 LEACH의 확률적 클러스터 헤드선출 방식을 적용하지만 LEACH와 다른점은 LEACH에서는 지난 (1/P) 라운드 에서 클러스터 헤드가 아니었던 노드만이 현 라운드에서 클러스터 헤드로 선출될 수 있었지만 본 논문에서 제안하는 방식은 모든 노드들이 현 라운드에 최적의 확률로 세팅된 P(확률)값과 자신이 0에서 1사이에 발생한 난수 값을 매 라운드 마다 비교하여 클러스터 헤드로 선출한다.

리치에서는 전체 노드의 에너지 소비를 균등하게 하기 위한 방법으로 클러스터 헤드를 (1/P) 사이에 모든 노드가 한번 씩 클러스터 헤드로 선출되게 하였지만 본 논문에서 제안하는 방식에서는 (1/P) 라운드 기간 동안 클러스터 헤드의 역할을 2번 3번 하더라도 자신보다 에너지 잔존율이 높은 멤버노드에게 클러스터 전송역할을 분담 시킴으로써 전체 노드의 에너지 소비를 균등하게 하므로 기존 리치에서의 헤드선출방식과 다른 방식을 갖는다.

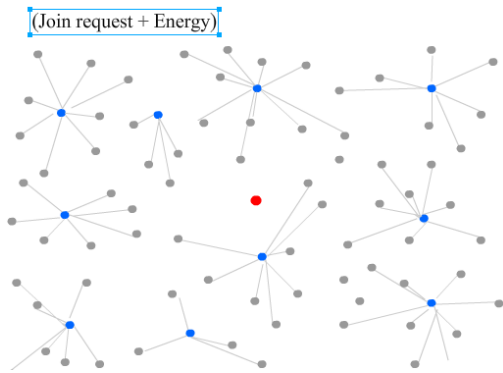
### 3.2 제안하는 방식의 동작 과정

3.1절에서 제시한 클러스터 헤드 선출 방식으로 선출된 클러스터 헤드는 LEACH와 동일한 방식으로 그림 6과 같이 자신이 클러스터 헤드라는 광고메세지를 브로드 캐스트 한다.



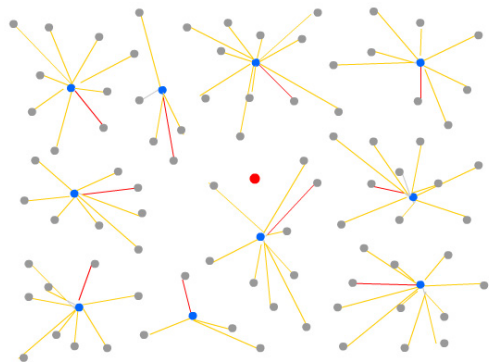
[그림 6] 광고 메시지 브로드 캐스트

광고 메시지를 수신한 비 클러스터 헤드 노드들은 전파 수신강도등의 파라미터 값을 비교하여 자신의 클러스터 헤드를 선택하고 해당 클러스터 헤드에 그림 7과 같이 Join-Request + Energy 메시지를 전송한다.



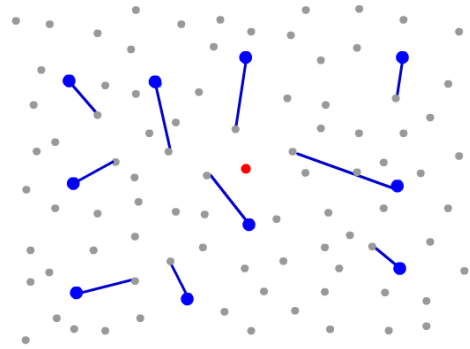
[그림 7] 참여메시지 + 에너지정보 전송

이를 수신한 클러스터 헤드는 Energy Compare Phase 에서 그림 8과 같이 자신에 참여한 멤버노드의 에너지를 비교하여 가장 잔존에너지가 높고 싱크노드와 가까운 노드를 전송담당 클러스터 헤드로 선출한다. 이후 클러스터 헤드는 자

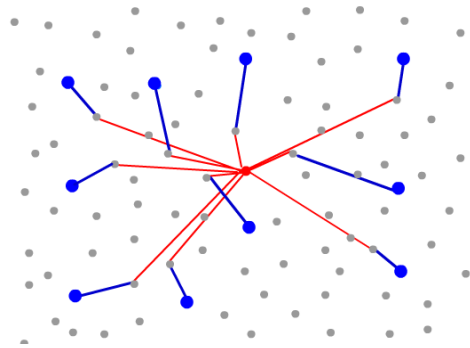


[그림 8] 전송 클러스터 헤드 선출

신의 멤버노드에 TDMA 스케줄을 작성하여 전송하고 이때 전송담당 클러스터 헤드의 노드번호를 함께 전송한다. LEACH 에서와 마찬가지로 클러스터에 참여한 멤버노드는 자신에게 할당된 타임슬롯에 클러스터헤드로 데이터를 전송하고 그림 9와 같이 클러스터 헤드는 데이터를 병합 후 전송담당 클러스터 헤드로 데이터를 전송하며 이를 수신한 전송담당 클러스터 헤드는 그림 10같이 자신이 센싱한 정보와 병합하여 BS 노드로 데이터를 직접 전송한다.



[그림 9] 전송클러스터 헤드로 데이터 전송



[그림 10] 싱크 노드로 데이터 전송

본 논문에서 제안하는 방식에서 전송담당 클러스터 헤드가 싱크 노드까지 전송하는데 필요한 에너지와 수집 클러스터 헤드로부터 전송 담당 클러스터 헤드까지 데이터를 전송하는 비용의 합은 단일 클러스터 헤드가 데이터를 수집하고 싱크노드까지 전송하는 에너지양보다 크지만 단일 클러스터 헤드가 소모하던 에너지를 두 개의 센서 노드가 분배하기 때문에 전체 네트워크의 생명주기는 연장되며 또한 잔존 에너지 비율이 높은 노드에 전송담당 역할을 하게 함으로써 전체 네트워크의 에너지 소비가 균등하게 이루어진다.

## 4. 시뮬레이션 결과 및 비교 분석

### 4.1 시뮬레이션 모델

본 논문에서 제안한 기법의 성능을 분석하기 위해 MATLAB을 이용하여 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션은 각 노드들의 초기에너지가 모두 동일한 경우와 다른 경우를 때로 나누어 비교분석하였고, 불 균일 노드 분포를 위

하여 노드를 랜덤하게 배치하며 시뮬레이션을 위해  $(x=0, y=0)$  와  $(x=100, y=100)$  사이, 즉  $100m * 100m$  의 면적에 100개의 노드를 랜덤하게 분포시켰다. 싱크 노드의 위치는  $(x=50, y=50)$ , 데이터 패킷의 크기는 4000bits, 클러스터 헤드 선출확률을 0.05로 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션에서는 데이터 송수신에 따른 클러스터 헤드의 에너지 소비량 및 클러스터 멤버의 에너지 소비량을 계산하기 위해 다음의 에너지 소비량 모델을 적용하였다.

$$E_{CH} = kE_{elec} + kmE_{DA} + k\epsilon_{mp}d_{toSN}^4$$

$$E_{CM} = kE_{elec} + k\epsilon_{fs}d_{toCH}^2 \tag{3}$$

수식 (3)에서  $d_{toSN}$ 은 클러스터 헤드로부터 싱크노드까지의 거리이며,  $d_{toCH}$  클러스터 멤버와 자신이 속한 클러스터 헤드와의 거리이다.  $m$ 은 각 클러스터 헤드의 멤버 노드 수이다. 시뮬레이션에 사용되는 파라미터의 정의 및 가정 값은 표 1과 표 2에 나타내었다.

[표 1] 에너지 소비 모델 변수

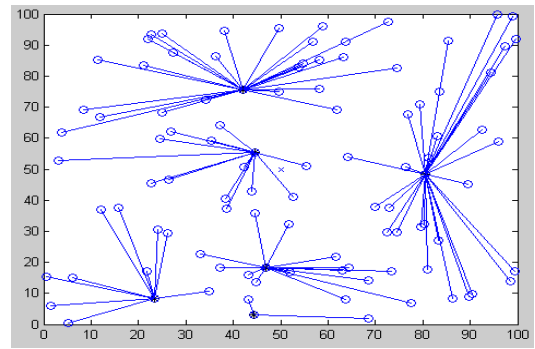
변수	설명	변수	설명
L	비트메시지	$E_{elec}$	회로에너지소모
$E_{DA}$	병합 비용	$\epsilon_{fs}$	자유공간 손실
$d_0$	거리 임계값	$\epsilon_{mp}$	다중경로 손실
k	클러스터 수	n	총 노드 수

[표 2] 시뮬레이션변수

변수	설명	변수	설명
노드수	100	$CH_{PROB}$	0.05
M	100*100	$E_{DA}$	50nJ/bit
Sink	50,50	$E_{elec}$	50nJ/bit
$E_{max}$	0.5J	$\epsilon_{fs}$	10pJ/bit/m <sup>2</sup>
메시지 길이	4000bit	$\epsilon_{mp}$	0.0013pJ/bit/m <sup>4</sup>

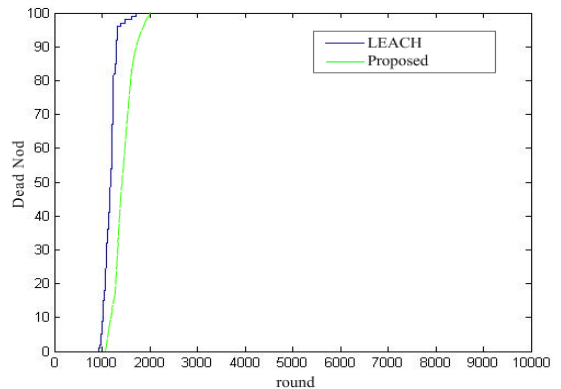
### 4.2 시뮬레이션 결과

그림 11은 100\*100m 환경에서 랜덤하게 노드가 배치되고 클러스터가 구성된 그림이다. Sink(x)노드, 클러스터 헤드(\*), 일반노드(o), 데드노드(.)로 구성된다.



[그림 11] 노드의 배치 형태

그림 12는 LEACH 알고리즘과 제안한 알고리즘의 데드노드 발생 추이를 라운드를 9999번 돌렸을 때 따라 나타낸 그림이다. 보다 자세한 데이터를 표 3에 나타내었고 그림과 표에서 보듯이 네트워크의 수명을 5%~10% 연장시킨다는 것을 알 수 있다.



[그림 12] 라운드별 데드노드 수

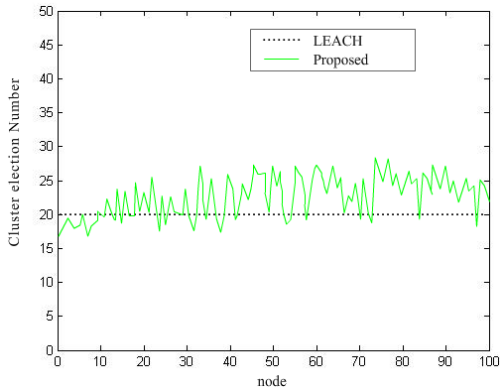
[표 3] 라운드별 데드 노드 발생 비율

데드노드	LEACH	Proposed
첫 발생	912	1047
50%	1120	1250
100%	1810	2000

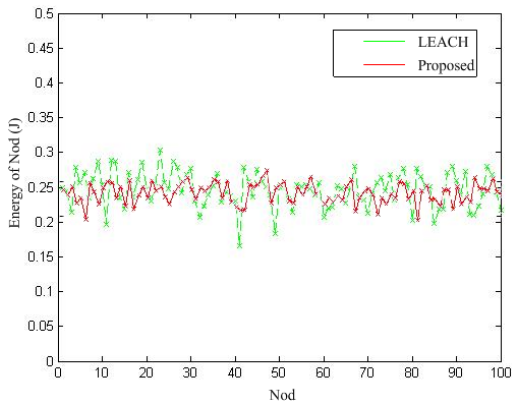
그림 13은 노드별 클러스터 헤드 선출 수를 나타낸 그림이다. 총 노드가 100개이고 클러스터 헤드의 비율을 5%로 설정하였기 때문에 한 라운드에 클러스터 헤드가 5개가 선출되어야 하고 400 라운드를 시뮬레이션 했을 시 이론적으로 각 노드별 누적 클러스터 헤드 선출 횟수는 20개가 되어야 한다. LEACH는 완전히 확률적인 선출 요소에 의해 노드별로 공정한 클러스터 헤드수인 20개가



매우 일정하게 나타난다. 반면에 제안한 알고리즘은 지난 라운드기간의 클러스터 헤드 경험정보는 현재 라운드에 클러스터 헤드선출에 관여하지 않으므로 각 노드별로 클러스터 헤드로 선출된 횟수는 다소 불규칙적인 모양을 보이고 있다. 그림 14는 500라운드에서 LEACH와 제안 방식의 각 노드별 에너지 잔량을 나타낸 그림이다. 제안 방식이 LEACH 보다 에너지 잔량의 차이가 적은 것을 알 수 있다.



[그림 13] 노드별 클러스터 헤드 선출 횟수



[그림 14] 노드별 에너지 잔량

## 5. 결론

본 논문에서는 클러스터 기반의 무선 센서 네트워크에서 대표적 알고리즘인 LEACH기반의 알고리즘을 분석하고 단점을 보완한 새로운 클러스터링 기법을 제안하였다. 제안한 클러스터링 기법은 기존의 LEACH알고리즘에서 각 노드의 잔존에너지를 고려하지 않고 클러스터 헤드를 선출하는 방식을 개선한 것으로 잔존에너지 비율이 많은

노드에 클러스터 헤드의 역할을 분산시킴으로써 전체 네트워크의 에너지 소비율을 기존의 알고리즘에 비해 균등하게 소모되도록 하였다. 본 논문의 결과에서 알 수 있듯이 제안하는 클러스터 헤드 선출 알고리즘이 기존의 알고리즘에 비해 약5~10% 정도의 성능을 향상 시킬 수 있었다. 향후 연구에서는 노드분포에 따른 밀도 및 이동성을 고려한 클러스터링 기법에 관한 연구를 진행할 것이다.

## 참고문헌

- [1] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "A Survey on Sensor Networks,"IEEE Communications Mag., Vol. 40, No.8, pp. 102-114, Aug. 2002.
- [2] K. Akkaya and M. Younis, "A Survey on Routing Protocols for Wireless Sensor Networks,"AdHoc Networks, Vol. 3, pp. 325-349, 2005.
- [3] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H.Balakrishnan, "Energy-efficient routing protocols for wireless microsensor networks," in Proc.33rd Hawaii Int. Conf. System Sciences(HICSS), Maui, HI, Jan.2000.
- [4] A. Boukerche, X. Cheng, J. Linus, "Energy-AwareData-Centric Routing in Microsensor Networks," ACM MsWiM '03,San Diego,California, eptember. 2003.
- [5] O. Younis and S. Fahmy, "HEED : a Hybrid,Energy-Efficient, Distributed clustering approach for Ad-hoc Sensor Networks", IEEE Trans. on Mobile Computing, vol. 3, no. 4, pp. 366-379, Oct. 2004.
- [6] G. Smaragdakis, I. Matta, A. Bestavros, "SEP: A stable election protocol for clustered heterogenous wireless sensor networks," International Workshop on SANPA, no. 4, pp. 660-670, 2004
- [7] 박재성, 이종용, 이상훈, "무선 센서 네트워크에서의 에너지 절감을 위한 SR패킷 MAC 프로토콜에 관한 연구", 한국산학기술학회 논문지, 제 11권, 제 5호, pp.1646-1652, 5월, 2010.
- [8] 김요섭, 이종용, 이상훈, "무선 센서 네트워크에서 에너지 효율적인 클러스터 헤드선출 방법", 2010년 한국산학기술학회 춘계 학술발표논문집, 제 11권, 제 1호, pp. 45-48, 5월, 2010.

**김 요 섭**(Yo-Sup Kim)

[준회원]



- 2009년 2월 : 광운대학교 정보콘텐츠 대학원 유비쿼터스 컴퓨팅 공학과 졸업(공학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 대학원 정보디스플레이 학과 재학

<관심분야>  
USN, 메카트로닉스

**홍 영 표**(Yeong-Pyo Hong)

[정회원]



- 1981년 2월 : 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
- 1985년 2월 : 광운대학교 대학원 졸업(공학석사)
- 2003년 2월 : 국립경상대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
- 2009년 2월 : 가톨릭대학교 보건대학원 졸업(보건학 석사)
- 1985년 3월 ~ 2003년 2월 : 진주전문대학 부교수
- 2003년 3월 ~ 2008년 2월 : 진주국제대학교 교수
- 2008년 3월 ~ 현재 : 한국국제대학교 교수

<관심분야>  
의료정보학, 기초의학, 보건학, 건강증진학

**조 영 일**(Young-Il Cho)

[정회원]



- 1989년 2월 : 서울산업대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1993년 2월 : 단국대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1990년 8월 ~ 1991년 11월 : 독일 브레멘 대학 경제정보학과 전문가 과정 연수
- 1982년 4월 ~ 현재 : 한국산업인력공단 직업능력 지원 국장

<관심분야>  
무선인터넷, 무선네트워크, USN, 영상인식, 3D영상처리

**김 진 수**(Jin-Soo Kim)

[정회원]



- 1980년 2월 : 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1982년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 2010년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1983년 7월 ~ 1989년 12월 : 한국컴퓨터주식회사 기술연구소 선임연구원
- 1990년 2월 ~ 1996년 6월 : 한국증권전산 정보시스템 부 과장
- 1996년 8월 ~ 2004년 12월 : (주)창원정보통신 대표이사

<관심분야>  
무선네트워크, 영상인식, 로보틱스

**은 중 원**(Jong-Won Eun)

[정회원]



- 1987년 5월 : (미)유타주립대학 물리학 박사(이학박사)
- 1986년 2월 ~ 1989년 2월 : (미) NASA Marshall Space Flight Center 선임연구원
- 1989년 4월 ~ 2005년 2월 : 한국 전자통신연구원, 관계기술실장, 통신위성시스템 팀장
- 2005년 3월 ~ 2007년 2월 : 한국과학재단 국책사업단 우주전문위원
- 2007년 3월 ~ 2009년 9월 : 한국전자통신연구원 글로벌마케팅팀장
- 2009년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야>  
위성통신, 회로망, 초고주파통신, T-DMB 시스템, IT 기술마케팅



**이 종 용**(Jong-Yong Lee)

[정회원]



- 1983년 2월 : 한양대학교 원자력 공학과 졸업(공학사)
- 1988년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1993년 8월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1991년 3월 ~ 2004년 12월 : 광운대학교 정보과학교육원 대우 교수

- 2005년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 교양학부 부교수

<관심분야>

자동제어, 로봇틱스, 영상인식

---

**이 상 훈**(Sang-Hun Lee)

[종신회원]



- 1983년 2월 : 광운대학교 응용전자 공학과 졸업(공학사)
- 1987년 8월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1992년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 정교수

- 2001년 ~ 2007년 : 세계기능경기대회(심사위원)
- 2006년 ~ 2007년 : 서울특별시 기능경기위원회(기술위원장)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 교양학부장

<관심분야>

무선인터넷, 무선네트워크, USN, 영상인식, 3D영상처리