# 무선 센서 네트워크에서의 노드 이동을 지원하는 자가 구성 라우팅 프로토콜

김 용*, 장경식*

*한국기술교육대학교

# Self-Organization Routing Protocol supporting Node moving in Wireless Sensor Network

Yong Kim*, Kyung-Sik Jang*

*Korea University of Technology and Education

e-mail : teamkorea2@kut.ac.kr, ksjang@kut.ac.kr

## 요 약

고정노드를 사용하는 일반적인 센서 네트워크와 달리 최근의 무선 센서 네트워크에서는 노드의 이동이 빈번히 일어난다. 이러한 무선 센서 네트워크에서는 센서노드의 이동성을 고려하여 동적으로 자가구성이 가능한 라우팅 프로토콜이 요구된다. 본 논문에서는 고정 노드에서의 자가구성과 에너지효율성이 유용한 LEACH 프로토콜을 기반으로 하여 노드의 이동에 따라 클러스터가 동적으로 자가 구성되는 M-LEACH 라우팅 프로토콜을 제안한다.

## ABSTRACT

Common to use fixed-node sensor network and wireless sensor networks, unlike the recent move of the node happens frequently. These wireless sensor networks by taking into account the mobility of sensor nodes dynamically self-configurable routing protocol is required. In this paper, a fixed-node configuration and energy efficiency in the self-LEACH protocol is based on the useful movement of the nodes of the cluster is dynamically self-configuring routing protocols offer M-LEACH.

키워드

Wireless Sensor Network, Self-organiztion, M-LEACH

## Ⅰ. 서 론

최근 센서 및 무선 통신 기술의 발전으로 저전력, 저비용, 초소형의 센서 노드들이 개발되고 있고 이에 힘입어 애드혹 통신에 기반을 둔 무선 센서 네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 무선 센서 네트워크는 센서 노드를 이용하여 간단하게는 온도, 습도, 조도 복잡하게는 환경의 변화, 지진 활동, 건물의 상태 등의 정보를 수집한다. 센서 노드는 온도, 습도, 조도 등의 물리량을 감지할 수 있는 센서와 데이터 처리 및 무선 통신 기능을 포함하는 모트로 이루어져 있다. 일반적으로 무선 센서 네트워크는 광범위한 지역에 수많은 센서 노드들이 배치되어 이루어지고, 과학적, 의학적, 군사적, 상업적 용도 등 다양한 분야에 적용될 수 있다.[1]

일반적으로 센서 네트워크의 라우팅 프로토콜은 네트워크 구조에 의해 크게 평면 기반 라우팅(flatbased routing), 위치 기반 라우팅(location basedrouting) 그리고 계층 기반 라우팅(hierarchicalbased routing) 기법으로 나눌 수 있다. [2]복잡한 라우팅과 높은 지연, 노드간의 에너지 불균형 등의 문제점 때문에 최근에는 노드간

의 계층을 구별하여 데이터 병합이후 상위 계층의 노드를 통해 싱크 노드로 전송하는 계층 기반 라우팅 방안이 많이 연구되고 있으며, LEACH 프로토콜이 대표적이다.

LEACH 프로토콜은 클러스터 헤드를 무작위로 선정하여 클러스터를 자가구성이 가능한 프로토콜이다. LEACH 프로토콜은 기존의 프로토콜에 비해 데이터 전송 성공률이나 전원관리에 있어서 매우 효과적인 프로토콜이지만 고정된 센서 네트워크의 노드에만 적용이 된다. 네트워크 내에 고정 노드 외에 이동성 노드가 추가될 경우 라운드 내에 추가가 되지 않으므로 데이터의 손실을 유발한다

## II. 관련연구

### 2.1 클러스터 헤드 결정 알고리즘

LEACH는 네트워크상에 있는 노드간의 에너지 소모를 균등하게 하기 위해 클러스터 헤드를 확률 기반으로 랜덤하게 교체한다. 각 노드는 각 라운드 시작 시점에 Pi(t) 라는 확률 값으로 자신이 헤더 노드로 동작할 것인지를 결정하게 되는데, Pi(t) 값은 각 라운드의 클러스터 헤드 수 k, 즉 클러스터 수에 근거하여 전체 네트워크 노드 수가 N인 경우 식 (1)과 같이 주어진다. 모든 노드가 같은 횟수만큼 클러스터 헤드가 되는 것을 보장하기위해서는 각 노드가 평균적으로 N/k마다 한 번씩클러스터 헤드로 선정이 되어야 한다.

$$E[\text{헤드노드수}] = \sum_{i=1}^{N} P_i(t) * 1 = k \qquad (1)$$

### 2.2 LEACH 프로토콜의 구조

클러스터 형성 시 처음 각 노드는 스스로 클러스터 헤드로 동작할 것인지를 결정하고, 클러스터 헤드로 결정되었을 경우 비클러스터 헤드들에게 브로트캐스팅 메시지를 통해 자신이 클러스터 헤드임을 알리게 된다. 이 메시지에는 클러스터 헤드의 노드 번호가 포함되어 있으며, 네트워크상의 모든 노드가 수신할 수 있을 정도의 세기로 전송되어야 한다. 이 메시지를 받은 비클러스터 헤드는 신호의 세기에 따라 자신에게 적합한 클러스터 헤드를 결정하고, 그 클러스터 헤드에게 클러스터 참여하겠다는 Join-Request 메시지를 전송한다. 이런 메시지를 통해 전체 네트워크는 다수의 클러스터로 구성된다.

이후 클러스터 헤드는 자신의 클러스터 멤버 노드에게 TDMA 스케줄을 생성하여 전송하게 되며, 이 과정까지를 Set-up phase라고 한다. Set-up phase 다음에 나타나는 Steady- state phase에서 멤버 노드들은 헤드 노드로부터 할당받은 슬롯을 통해 송신하고자하는 데이터를 클러스터 헤드에게 전송하고, 클러스터 헤드는 이를 수집하여 CDMA 방식으로 싱크 노드에 전달하게 된다.

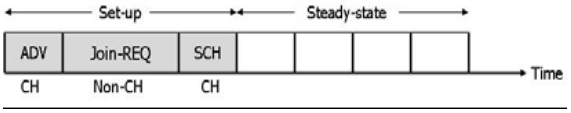


그림 1 LEACH 프로토콜의 set-up phase

위의 두 과정을 좀 더 구체적으로 살펴보면 LEACH 프로토콜의 운영 방식은 라운드(round)라는 일련의 시간 구분으로 구성된다. 각 라운드는 그림1과 같이 헤드 선정과 클러스터 구성을 위한 Set-up phase와 노드들의 데이터 전송을 위한 여러 개의 TDMA 프레임으로 구성된 Steady-state phase로 이루어지며, 보통 20 sec의 고정된 길이를 갖는다. Set-up phase 시작 시, 이전 라운드 동안 클러스터 헤드였는지의 여부와 이상적 클러스터 헤드 수를 기반으로, 각 노드는 자신이 현 라운드동안 클러스터 헤드가 될 수 있을지를 결정한다. 클러스터 헤드의 수는 시스템 파라미터로 LEACH 프로토콜에서는 클러스터 헤드의 수가 전체 노드 수의 5%일때 가장 효율적이라고 언급하고 있다. 어떤 노드가 현 라운드 동안 클러스터 헤드가 되기로 결정한 경우, 이를 advertisement (ADV) 메시지를 이용해 방송한다. ADV 메시지를 수신한 비 클러스터 헤드노드들은 수신 강도 등의 파라미터를 기반으로 자신의 클러스터 헤드를 결정하며, 이를 Join-REQ 메시지를 이용해 결정한 클러스터 헤드로 전송함으로서 클러스터가 구성된다. 클러스터가 형성되면, 클러스터 헤드는 해당 멤버들의 데이터 전송 순서를 지시하는 TDMA 스케줄을 scheduling(SCH) 메시지를 통해 방송하고, steady-state phase로 들어간다. Steady- state phase는 여러 개의 프레임으로 구성되며, 각 프레임은 다수의 타임 슬롯 구성된다. 각 멤버 노드들은 자신의 타임 슬롯 시간에 활성 모드로 전환하여 데이터를 전송하고 나머지 슬롯들에서는 sleep 모드로 전환되어 전력 소모를 줄이게 된다. Steady- state phase에서 발생되는 프레임의 길이는 클러스터 멤버 노드의 수에 따라 할당되는 타임 슬롯 수만큼의 길이이기 때문에 클러스터마다 다르며, 또한 고정된 라운드 타임을 가지고 있기에 발생되는 프레임의 수 또한 차이가 발생한다. [3]

그림 2 LEACH 프로토콜의 라운드 구조

### 2.2 LEACH 프로토콜의 문제점

LEACH 프로토콜이 계층적 클러스터 알고리즘으로서 좋은 에너지 효율성과 동적 자기 구성이라는 장점을 갖지만, 일반적인 이동성 중심 환경에서의 데이터 전송 성공률 면에 대한 이득을 갖지 못한다. LEACH 프로토콜은 Set-Up Phase에서 클러스터가 재구성되고 클러스터 헤드가 선택된다. Steady- State Phase에서 Base Station으로

실제 데이터가 전송되기 위해 클러스터의 구성이 유지되므로, 이동 센서 노드에 의한 클러스터의 변화에 대응하지 못한다.[4]

## III. M-LEACH 프로토콜

기존의 LEACH 프로토콜에서 이동성 노드가 추가되었을 경우에는 라운드가 끝나고 다시 Set-up Phase를 거쳐 클러스터가 재구성되기를 기다려야한다. 또한 재구성을 기다리는 동안 이동성 노드는 이동할 가능성이 있다. 재구성을 하는 동안 노드가 이동하게 되면 데이터 수집과정에서 수집 실패가 나오게 되고 TDMA 슬롯을 허비하게 된다.

M-LEACH에서는 위와 같은 문제점을 방지하기 위하여 이동성 노드의 데이터를 헤드노드에 직접 전송한다. 헤드노드는 이동성 노드를 지원하기위해 별도의 버퍼를 둔다. 버퍼의 크기를 고정하면 메모리의 낭비와 오버헤드가 커지기 때문에 들어오는 데이터의 크기에 따라 동적으로 버퍼를 할당한다. 이 수시로 수집된 데이터를 Steady-State Phase에서 TDMA 스케쥴에 의해 데이터가 수집되고 Base Station으로 전송할 때 버퍼의 데이터를 추가하여 전송한다.

## IV. 결론

M-LEACH 프로토콜에서 이동성을 지원하기 위하여 클러스터 헤드에 버퍼를 두어 데이터를 직접 수집하는 방법을 사용하였다. M-LEACH 프로토콜은 이동성 노드의 지원과 데이터 전송 성공률에 큰 향상을 가져올 것으로 기대된다. 향후 연구에서는 실험을 통해 이동성 노드에 대한 데이터전송률을 분석하고 클러스터헤드의 버퍼사용에 따른 에너지 사용 효율을 높이는 방안을 연구하겠다.

## 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] J. N. Al-Karaki, and A. E. Kamal, “Routing Techniques in Wireless Sensor Networks: A Survey,” IEEE Commun. Mag., vol. 11, no. 6, pp. 6-28, Dec. 2004.

[3] 이상훈, 석정봉, “무선센서 네트워크를 위한 leach 프로토콜의 에너지 효율 향상 방안”, 한국통신학회 논문지, 08-02 Vol. 33 No.2 , 2008년 2월.

[4] 김도성, 정영지, “무선 센서 네트워크를 위한 이동성 지원 자기구성 라우팅 프로토콜”, 한국정보과학회 2006 한국컴퓨터종합학술대회 논문집(D), 310~312쪽, 2006년 6월.