
무선 센서 네트워크 환경에서 헤더 노드의 과부하를 줄이기 위한 클러스터 헤드 선출 알고리즘

이종성* · 전민호* · 오창현*

*한국기술교육대학교

Cluster Head Selection Algorithm for Reducing overload of Head Node in Wireless Sensor Network

Jong-sung Lee* · Min-ho Jeon* · Chang-heon Oh*

*Korea University of Technology and Education

E-mail : Lee8611@kut.ac.kr

요 약

무선 센서 네트워크는 제한된 에너지를 사용하기 때문에 에너지 효율성을 증가시키는 것이 매우 중요하다. 일반적인 무선 센서 네트워크에서 특정 지역에 무작위로 배포된 센서노드는 배포 방법 및 환경에 영향을 받아 불균형하게 분포되어 센서 노드 밀집 지역이 발생되며 이는 네트워크의 전체적 수명을 단축시키는 단점이 된다. 따라서 본 논문에서는 센서 노드 밀집 지역에 클러스터 헤드를 추가적으로 선출하여 무선 센서 네트워크의 수명을 연장시키는 알고리즘을 제안한다. 클러스터링의 대표적인 LEACH(Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy) 클러스터링을 이용하여 네트워크를 구성하였을 때와 제안한 알고리즘을 이용하여 네트워크를 구성하였을 때 본 논문에서 제안한 알고리즘을 이용한 네트워크가 전체적으로 균등한 에너지를 유지하고 있음을 알 수 있다.

ABSTRACT

Energy efficiency in wireless sensor network is a principal issue because wireless sensor network uses limited energy. In wireless sensor network, because nodes are placed randomly, they may be concentrated in certain area. This dense area causes shortening the life of the concentrated area, and furthermore reducing the life of the entire network. In this paper, we suggest a additional cluster head selection algorithm for reducing the overload of head node in dense area and shows simulation result using our algorithm with LEACH algorithm.

키워드

무선 센서 네트워크, 라우팅, 클러스터, 과부하

1. 서 론

무선 센서 네트워크는 다수의 소형 센서 노드로 구성되어 지속적인 모니터링이 필요한 환경에 사용되며 교통, 생산, 유통, 의료, 군사작전 등 각종 산업과 융합하여 활용되고 있다.

클러스터링 기술은 지역적으로 인접한 다수의 센서 노드로 클러스터를 구성하고 클러스터 헤드를 선출 한 후 멤버노드가 감지한 데이터들을 헤드노드가 병합하여 싱크노드로 전송하는 방법으로 노드들의 통신 횟수를 줄임으로서 에너지 효율을 높여 네트워크의 생존시간을 증가시키는 기

술이다.[1],[3] 제한된 에너지를 가진 다수의 센서 노드를 불특정 지역에 무작위로 배포하는 무선 센서 네트워크에서 클러스터링을 할 경우 노드들은 불균일한 분포를 가진다. 이러한 무선 센서 네트워크 환경에서 클러스터 노드들이 밀집하게 될 경우 클러스터 헤드의 데이터 송수신이 증가하여 네트워크 수명이 짧아지는 문제가 발생한다.[2],[4],[5] 따라서 본 논문에서는 무선 센서 네트워크에서 클러스터링을 형성할 때 노드들이 밀집한 구조를 가지는 문제를 해결하는 클러스터링 알고리즘을 제안한다.

II. 클러스터 헤드 선출 알고리즘

본 논문에서는 클러스터의 센서 노드 밀집현상으로 클러스터 헤드의 과부하가 발생하여 네트워크 수명이 단축되는 문제를 해결하기 위한 클러스터 헤드 선출 알고리즘을 그림 1과 같이 제안한다.

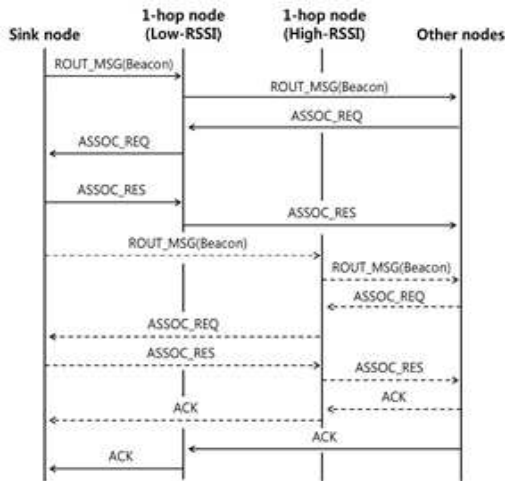


그림 1. 클러스터링 알고리즘

싱크 노드로부터 1-hop 거리에 있는 노드들은 브로드캐스팅 신호를 수신한 후 자신의 상태 정보를 주변 노드들에게 브로드캐스팅 한다. 이 때 주변 노드들은 다수의 노드로부터 수신된 신호 중 더 빠른 신호를 갖는 노드를 부모노드로 설정하기 위해 연결을 요청 한다. 싱크노드로 수집한 데이터를 전송한 1-hop 거리에 있는 노드들은 싱크노드로부터 클러스터 헤드로 선출된다. 클러스터 헤더는 주변 노드들에게 연결 응답 신호를 보내 연결된 자식노드들로 구성된 클러스터를 형성한다. 그림 2는 기본적인 클러스터가 형성된 상태를 보여주는 그림이다. 그림 2에서 헤드 노드들은 자신에게 정보를 수신한 노드들을 카운트 하여 싱크노드로 전송하게 된다.

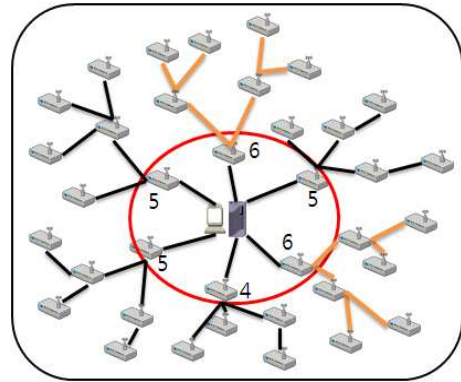


그림2. 무선 네트워크에서의 클러스터 형성

헤드 노드들의 정보를 수신한 싱크노드는 그림 2에서 6을 송신한 헤드 노드들에게 클러스터를 해지하라는 명령을 송신한 후 자신의 통신 범위를 증가시켜 클러스터가 해지된 노드들을 이용하여 재 클러스터링을 하게 된다. 그림 3은 밀집된 노드들로 구성된 클러스터가 해제되고 싱크노드의 통신범위가 확대된 그림이다.

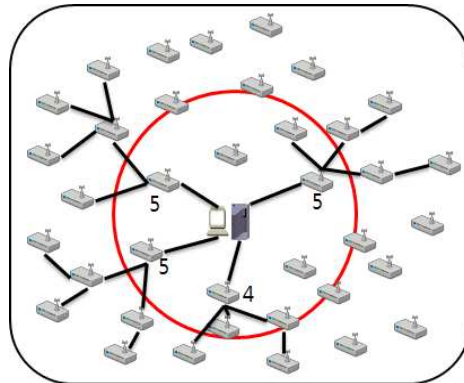


그림 3. 밀집된 노드로 구성된 클러스터의 해제

통신거리가 넓어진 싱크노드는 그림 1과 같은 클러스터링 알고리즘을 재실행하여 다시 클러스터를 구성하게 된다. 그림 4는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용한 그림이다.

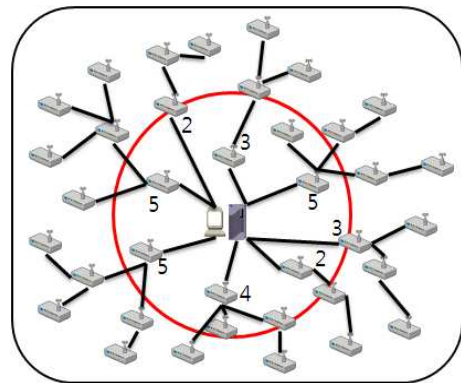


그림 4. 무선 센서 네트워크의 재 클러스터링

III. 시뮬레이션 구현 및 평가

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능평가를 위해 C#언어를 사용하여 센서 네트워크 시뮬레이션을 구성하였다.

센서 노드의 수는 100개로 제한하며 네트워크 범위를 100x100으로 조정하고 싱크 노드의 위치는 50x50으로 네트워크의 중앙에 배치하여 시뮬레이션 하였다. 표 1은 실험에서 사용한 파라미터 값이다.

표 1. 실험 환경 설정을 위한 파라미터 값

파라미터	값
센서노드의 수	100
네트워크 크기	(100,100)
클러스터 헤드 수	C
데이터 패킷 사이즈	128 byte
1차 송신 에너지	100nJ/bit
1차 송신 에너지	140nJ/bit
회로 에너지 소모	30nJ/bit

100x100 필드의 1만개 범위 중 랜덤으로 100개의 노드를 배치하고 1차 헤드 노드를 선출하여 클러스터링을 한 후 식 (1)에서 나온 결과 값 M 과 헤드 노드들이 전송한 데이터를 비교하여 M 의 값보다 10%이상 높은 클러스터 헤드 노드를 선출 한 후 재 클러스터링을 하였다. 식 (1)의 N_t 는 전체 노드의 수이고, M 은 하나의 클러스터 헤드 노드가 가져야 하는 노드들의 중간 범위다.

$$M = \frac{C}{N_t} \quad (1)$$

그림 5는 전체 무선 센서 네트워크의 네트워크 수명을 나타낸 그래프이다. 클러스터링의 대표적인 LEACH[6] 클러스터링을 이용하여 네트워크를 구성하였을 때보다 제안한 알고리즘을 사용한 경우 모든 노드들이 전체적으로 균등한 에너지를 유지하고 있음을 알 수 있다.

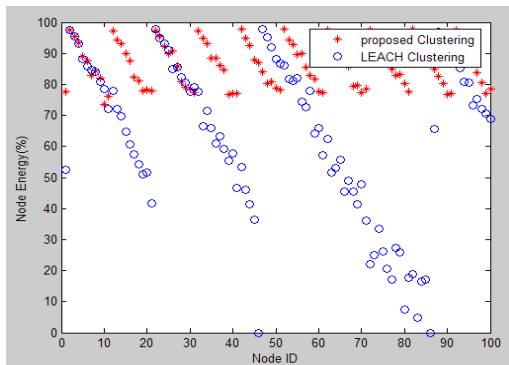


그림 5. dead노드가 발생할 때 전체 노드들의 남은 에너지

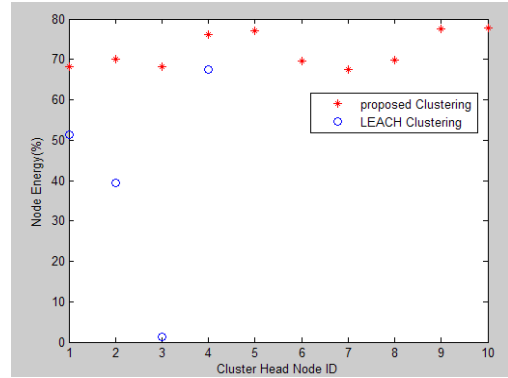


그림 6. dead노드가 발생할 때 헤드 노드들의 남은 에너지

IV. 결론

기존의 LEACH에 관한 연구에서는 클러스터를 구성할 때 확률적인 방법에 의해 클러스터 헤드를 선출하였다. 이는 노드가 밀집하는 경우가 발생되고 클러스터 헤드의 부하가 증가하기 때문에 많은 에너지를 소비하여 네트워크의 수명이 감소하는 문제점이 있다.

본 논문에서는 노드 분포가 불균일하고 노드들이 밀집되는 경우가 발생할 때 해당 클러스터 헤드의 연결을 해지한 후 싱크노드의 브로드캐스팅 범위를 확장하고 재 클러스터링하여 클러스터 헤드를 선출하는 알고리즘을 제안하였다.

시뮬레이터를 제작하여 본 논문에서 제안한 알고리즘을 실험한 결과 재 클러스터링으로 선출된 클러스터 헤드 노드들은 싱크노드와 통신거리가 넓어 통신에너지가 많이 소비되지만 처음 클러스터링으로 선출된 헤드 노드보다 데이터 전송 횟수가 줄어들기 때문에 네트워크를 오래 지속되는 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 김진수, 신승수, "계층적 불균형 클러스터링 기법을 이용한 에너지 소비 모델," 한국산학기술학회, *한국산학기술학회논문지*, 제12권, 제6호, pp. 2815-2822, 6월, 2011
- [2] 김경태, 윤희용, "에너지 효율적 무선 센서 네트워크를 위한 트리 기반 클러스터링 프로토콜," 한국정보처리학회, *정보처리학회지*, 제17-C권, 제1호 통권 제130호, pp. 69-80, 2월, 2010
- [3] 민흥기, "하이브리드 셋업을 이용한 에너지 효율적 센서 네트워크 클러스터링," 신호처리·시스템학회, *신호처리·시스템학회논문지*, 제12권, 1호, pp. 38-43, 1월, 2011
- [4] 이주현, 이경화, 이준복, 신용태, "Zigbee 환경에서 효율적인 Cluster Header 선출기법,"

- 한국정보과학회, *정보과학회논문지*, 제16권, 제3호, pp. 346-350, 3월, 2010
- [5] 유완기, 권태욱, "에너지 효율적인 LEACH 기반 체이닝 프로토콜 연구," 한국통신학회, *한국통신학회논문지*, Vol.35. no5, 5월, 2010
- [6] 이현석, 허정석, "무선 센서 네트워크에서 균등한 클러스터 밀도를 고려한 토큰 기반의 클러스터링 알고리즘," 한국정보처리학회, *정보처리학회지*, 제17-C권, 제3호 통권 제132호, pp. 291-298, 6월, 2010