
에드 혹 네트워크에서 최적 경로의 유효성 있는 클러스터링 알고리즘에 관한 연구

오영준* · 이강환*

*한국기술교육대학교 컴퓨터공학과

A Study of Optimal path Availability Clustering algorithm in Ad Hoc network

Young-jun Oh* · Kang-whan Lee*

*Korea University of Technology and Education

E-mail : youngjn@koreatech.ac.kr

요 약

본 논문에서는 노드의 위치 정보와 유효성 경로에 따라 클러스터링내의 헤드 노드를 선출하는 방법 중 하나로 에너지 효율성을 고려한 ECOPS(Energy Conserving Optimal path Schedule) 알고리즘을 제안한다. 기존 LEACH 알고리즘은 헤드 노드를 선출할 때 노드의 에너지 확률적 분포 함수에 기반 하여 헤드 노드의 주기를 선택적으로 관리하게 된다. 그러나 이 경우 중계노드의 거리 정보 등 상황 정보 인자가 반영되지 않아 위치적으로 또는 중계노드로 적당하지 않은 노드들이 확률분포에 포함되어 헤드노드로 선택 되는 경우가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 기존의 LEACH 기반에서 계층적인 클러스터 구조의 토폴로지로부터 헤드 노드를 선택함에 있어 인접한 노드와의 위치상황 정보인자 및 잔존에너지의 상황정보를 이용하는 ECOPS 알고리즘을 제안 한다. 제안된 ECOPS 알고리즘은 헤드 노드 교체 상황에서 후보 헤드노드 중 최적의 효율적인 에너지 보존 경로를 가지는 멤버 노드가 새로운 헤드 노드로 선출됨으로써 전체 노드 수명 및 네트워크의 관리를 향상시키는 것으로 모의실험 결과를 나타내었다.

ABSTRACT

We are propose the position of the node context-awareness information and the validity of the head node in the path according to the clustering how to elect one of the energy efficiency ECOPS (Energy Conserving Optimal path Schedule) algorithm. Existing LEACH algorithm to elect the head node when the node's energy probability distribution function based on the management of the head node is optional cycle. However, in this case, the distance of the relay node status information including context-awareness parameters does not reflect. These factors are not suitable for the relay node or nodes are included in the probability distribution, if the head node selects occurs. In particular, to solve the problems from the LEACH-based hierarchical clustering algorithms, this study defines location with the status context information and the residual energy factor in choosing topology of the structure adjacent nodes. ECOPS algorithm that contextual information is contributed for head node selection in topology protocols. The proposed ECOPS algorithm has the head node replacement situations from the candidate head node in the optimal path and efficient energy conservation that is the path of the member nodes. The new head node election show as the entire node lifetime and network management technique improving the network lifetime and efficient management the simulation results.

키워드

Ad-hoc network, Positioning, Energy-efficient

1. 서 론

최근 무선 통신 기술의 발전과 다양한 센서노드의 개발로 인해 무선 센서네트워크는 저 전력,

저 비용 통신과 더불어 MEMS(Micro Electro Mechanical System)기술, RF 설계 기술의 발전으로 인하여 많은 관심과 연구가 활발히 이루어지

고 있다. 무선 센서네트워크란 정보를 수집하기 위해 센서, 무선 전송을 위한 다양한 프로토콜 기반의 무선 송수신 장치, 데이터 처리를 위한 프로세싱 유닛으로 이루어진 네트워크 확장성, 자가 설정, 자가 복구, 멀티캐스트 라우팅의 특징을 가지고 있다. 일반적으로 무선 통신 기술에서 각 노드들은 에너지 및 배터리가 한정 되어 있기 때문에 노드의 속성에 대한 자원관리는 매우 중요하다. 또한 불필요한 전송으로 인하여 노드의 수명이 단축되는 문제가 발생하게 된다. 따라서 에너지 효율 향상을 위한 라우팅 알고리즘과 클러스터링 기법의 연구가 중요한 부분으로 취급 되고 있다[1]. 또한 네트워크의 최적의 경로에 따른 클러스터 헤드를 선택하고 에너지 효율적인 라우팅 경로를 확보하여 노드의 에너지 소모를 적게 하여 네트워크의 수명을 향상시키는 방법이 필요하다.

본 논문에서는 기존의 계층적인 클러스터 구조인 LEACH 알고리즘으로부터 노드의 위치상황 정보인자 및 잔존에너지의 상황정보인자를 이용하여 에너지 효율적인 헤드 노드를 선출하고 에너지 보존적인 경로를 찾는 ECOPS 알고리즘을 제안한다[2].

II. 본 론

본 논문에서는 LEACH 성능을 개선하여 에너지 효율성을 향상하기 위한 방법으로 최적의 경로 유효성을 구분하여 최적 경로에 따른 클러스터 헤드를 선택하는 클러스터링 헤드 노드 관리 방법을 제안하였다. 기존 LEACH 알고리즘은 데이터 전송을 위해 클러스터 헤드 노드에서 베이스 스테이션(BS)까지 한 홉으로 직접 전송을 가정하고 처리하게 된다. 하지만 클러스터 헤드 노드가 네트워크상에서 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 상호 거리(d)에 대해 비교적 원거리에 위치하고 있거나 베이스스테이션과의 거리가 먼 경우 전송 에너지 소모율이 증가하는 문제점을 가지고 있다. 특히, 노드간의 전송에 있어 전송하고자 하는 데이터량 보다 전송거리에 따른 에너지 손실율이 큰 가중치를 차지하고 있음에도 불구하고 LEACH에서는 이러한 경우에 대한 에너지 손실 보존을 충분히 고려하고 있지 못한 경우로 한정하고 있다.

본 논문은 first order radio model을 이용하여 소모되는 에너지 수식을 사용한다. 아래 식(1)은 두 개의 노드 사이에서 소스노드가 데이터 bit를 전송할 때 소비되는 에너지 소비량을 나타낸다. 이때 소비되는 E_{elec} 과 l bit를 상호 거리 d 까지 보내기 위해 신호 세기를 증폭하여 사용되는 에너지의 합을 표현하고 있다[2][4].

$$E_{Tx}(l,d) = E_{Tx-elec}(l) + E_{Tx-amp}(l,d) \quad (1)$$

그림 1은 상기 수식(1)을 바탕으로 데이터 패킷의 bit당 소모되는 에너지량 E_{elec} 과 거리에 따른 전송 손실율을 나타내는 E_{amp} 의 상호 거리 d 에 따라 변화되는 에너지 소모율을 보여 준다. 그림 1에서 나타나는 바와 같이 거리가 증가할수록 에너지 소모율은 데이터 패킷의 소모되는 에너지량인 $E(elec, l)$ 보다 상호거리 d 에 따라 변화 되는 $E(amp, l, d)$ 에 더 의존하는 결과를 보여주고 있다.

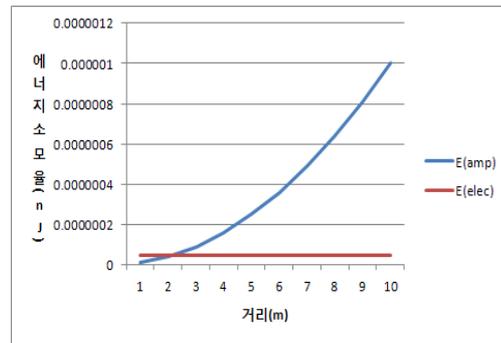


그림 1. 데이터패킷의 bit당 소모되는 에너지량과 거리에 따른 전송 손실율 비교

본 논문에서 제안하는 ECOPS 알고리즘은 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 상호 거리(d)에 존재하는 중계 노드의 위치 정보에 따라 유효성 있는 경로를 설정하고, 이의 경로에 따른 새로운 헤드노드를 선출하는 알고리즘이다. 이러한 새로운 헤드노드를 선출할 시 라우팅 경로를 유지시켜 주어야 하며, 또한 헤드노드의 에너지 보존을 위해 주기적으로 헤드노드를 교체하여 노드의 에너지 소모를 최적화 하여야 한다.

제안된 ECOPS 알고리즘은 노드 간 다양한 속성정보 중 노드간 거리의 상대 각도정보를 사용하여 중계노드를 선택 선출하는 알고리즘으로 헤드노드의 교체 상황에서 후보 헤드노드 중 최적의 효율적인 에너지 보존 경로를 가지는 멤버 노드가 새로운 헤드 노드로 선출되어 전체 노드 수명 및 네트워크의 관리를 향상시키는 기법이다.

본 논문에서 주어진 ECOPS 알고리즘에 따라 클러스터 헤드 노드의 선출 방법은 다음 그림 2에서와 같이 설명되어 질 수 있다. 그림 2는 소스노드 u 가 목적 노드인 v 까지 통신할 때, 멀티 홉으로 통신하는 방법이 에너지 효율적인 통신 방법인지 보여주기 위한 설명이다. 이때 ECOPS 알고리즘에 따라 중계노드 w_1 과 노드 w_2 중 거리 d_1 과 d_2 가 가장 짧고 노드가 위치한 각도 γ 값이 가장 큰 노드를 선택하게 된다. 그림 2와 같이 알고리즘을 적용하게 되면 최적의 유효 최적경로(Available Optimal Path) $AOP=P(u, w_1, v)$ 가 최적의 에너지 효율적인 라우팅 경로가 확보 되고 전체 노드의 수명 및 전체 네트워크의 라이프 타임이 향상하게 된다.

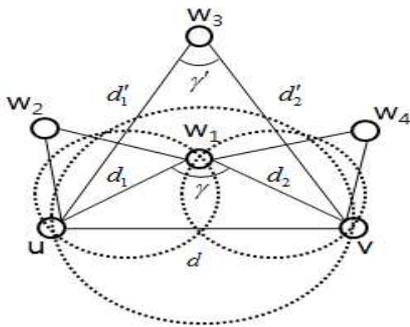


그림 2. ECOPS에서의 유효경로에 따른 헤드 노드 선출 모델

III. 실험 및 분석

제안한 ECOPS 알고리즘의 에너지 효율성에 대한 증명을 하기 위해 위치 정보 및 각도 정보에 따른 에너지 변화율을 모의실험 하였다.

그림 3은 LEACH 알고리즘과 ECOPS 알고리즘의 중계노드간의 거리에 따른 에너지 소모량 관계를 보여준다.

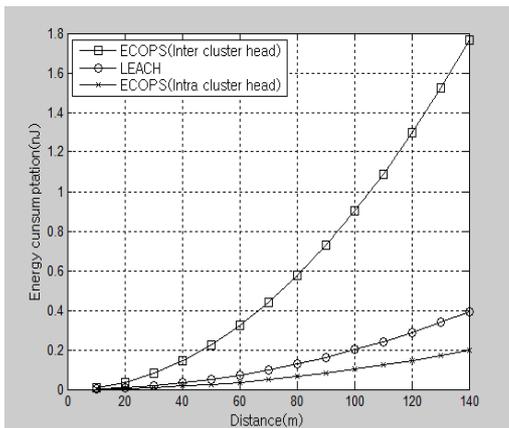


그림 3. LEACH와 ECOPS의 위치 정보에 따른 에너지 소모량 비교

그림 3에서 보여주는 바와 같이 ECOPS(Intra cluster head mode) 알고리즘을 적용한 경우가 LEACH 알고리즘 보다 에너지 소모량이 효율적임을 볼 수 있다. 또한 ECOPS(Inter cluster head mode) 알고리즘은 기존 LEACH 알고리즘 보다 에너지 소모율이 높아 비효율적인 결과를 보여주고 있다. 따라서 거리가 멀어 질수록 에너지 소모량 역시 증가하는 결과를 보여주는 것으로 보아 각 노드의 전송에 있어 노드간의 거리에 따른 에너지 요소가 매우 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 또한 멀티 홉 통신 방법을 사용할 경우

중계노드는 소스노드와 목적 노드 직경 안에 위치하고 있는 것이 효율적인 것을 그림 3에서 보여주고 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 센서네트워크에서의 에너지 효율적인 계층적 라우팅 기법 LEACH 알고리즘의 전송 경로에 있어 문제점을 분석하고, 이를 보완하기 위한 새로운 알고리즘을 제안하였다.

ECOPS 알고리즘은 기존의 LEACH 기반에서 계층적인 클러스터 구조의 토폴로지로부터 헤드 노드를 선택함에 있어 인접한 노드와의 위치상황 정보인자 및 잔존에너지의 상황정보를 사용한다. 라우팅 경로에 따른 에너지 소비량을 측정하여 비교 분석한 결과 기존 LEACH 알고리즘보다 제안한 ECOPS 알고리즘의 에너지 소비량이 적어지는 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 네트워크 특성상 상황에 따라 다른 결과를 보여줄 수 있을 것이고 향후 다른 속성 정보와 함께 비교 분석하는 연구가 필요하다.

Acknowledgment

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 전략기술인력양성사업과 한국기술교육대학교 교육연구진흥비 프로그램의 일부 지원에 의하여 수행된 결과임

참고문헌

- [1] I. A. Akyildiz, W. Su, Y. sankarasubramani, and Erdal Cayirci, " A Survey on Sensor Networks" IEEE Communication magazine, Vol. 40, no 8, Aug.2002
- [2] Wendi B. Heinzelman, Anantha P. Chandrakasan, Hari Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor networks", Wireless Communications, IEEE Transactions on, vol.1, No.4, p.660, 2002.
- [3] P. Santi, "Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks", pp.27-36, 2005
- [4] T. Rappaport, Wireless Communications: Principles & Prac-tice. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1996.
- [5] H. T. Friis, "A note on a simple transmission formula," Proc. IRE, pp.254-256, 1946