

에드 혹 네트워크에서 위치정보를 이용한 에너지 효율적 라우팅 알고리즘

오영준* · 이강환

*한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

The energy conserving routing algorithm based on the distance for Ad-hoc

Young-jun Oh · Kang-whan Lee

Korea University of Technology and Education

E-mail : youngjn@kut.ac.kr

요 약

본 논문에서는 ALPS(Ad hoc network Localized Positioning System)알고리즘에 의해 위치 정보를 받아 새로운 헤드 노드를 에너지 효율성을 고려하여 선출하는 ECOPS(Energy Conserving optimal Path Schedule)알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 계층적 클러스터 구조인 상황인식 기반의 RODMRP(Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol) 추론망 구조를 따르며, 노드의 위치 정보를 이용하여 에너지 효율적인 클러스터를 생성 및 유지하고, 전체 라우팅 구조의 라이프 타임을 증가시키는 방법이다.

ABSTRACT

In this paper, we are proposed ECOPS(Energy Conserving optimal Path Schedule) algorithm that according to ALPS(Ad hoc network Localized Positioning System) algorithm the location information is received and the new head node is selected considering the energy efficiency. The proposed algorithm follows RODMRP(Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol) structure, that is the hierarchic cluster structure,. And by using the location information of the node, it maintains the cluster which the energy is efficient with the production. It increases the life time of the total routing structure.

키워드

Ad-hoc network, Positioning, Energy-efficient

1. 서 론

최근 무선 통신 기술의 발전과 다양한 센서노드의 개발로 인해 무선 센서네트워크는 저전력, 저비용 통신과 더불어 MEMS(Micro Electro Mechanical System)기술, RF 설계 기술의 발전으로 인하여 많은 관심과 연구가 활발히 이루어지고 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 수명

이 단축되는 문제가 발생하게 된다. 따라서 에너지 효율 향상을 위한 라우팅 알고리즘과 클러스터링 기법의 연구가 중요한 부분으로 취급되고 있다[1]. 또한 헤드 노드의 전원이 방전되어 동작 불능 상태가 되었을 경우 라우팅 경로 역시 수명이 단축되는 문제점이 있다. 그러므로 새로운 헤드 노드를 선출하여 전체 네트워크 수명을 연장시켜 주는 방안이 필수적이다.

본 논문에서는 계층적 클러스터인 RODMRP(Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol)구조에서 ALPS(Ad hoc network Localized Positioning System)알고리즘에 의해 위치정보를 받아 새로운 헤드 노드를 에너지 효율성을 고려하여 선출하는 ECOPS(Energy Conserving Optimal path Schedule)알고리즘을 제안한다[2].

II. 본 론

본 논문에서 제안하는 ECOPS 알고리즘은 ALPS 알고리즘에 의해 수신된 위치 정보에 따라 새로운 헤드 노드를 에너지 효율적으로 선출하는 알고리즘이다. 헤드 노드의 배터리가 방전되어 동작 불능 상태가 되었을 경우 라우팅 경로 역시 끊어지게 된다. 그러므로 새로운 헤드 노드를 선출하여 라우팅 경로를 유지 시켜 줘야 한다. ECOPS는 헤드 노드가 동작 불능 상태가 되었을 경우 노드간 거리 정보를 이용하여 에너지 효율적인 헤드 노드를 선출 하는 알고리즘이다. 헤드 노드 선출 방법은 다음 그림 1과 같이 위치 정보를 활용한다.

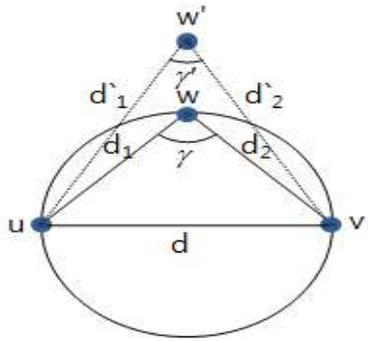


그림 1. ECOPS에서의 헤드 노드 선출 모델

그림 1은 소스 노드 u가 목적 노드인 v까지 통신 할 때, 멀티 홉으로 통신 하는 방법이 에너지 효율적인 통신 방법인지 보여주는 그림이다. 여기서 주어진 알고리즘은 홉k와 커버리지 레인지 RC를 이용하여 2개의 노드 거리를 이용하여 거리제한을 두고 측정하는 알고리즘이다.

$$R_t = kR_c, (k = 2) \tag{1}$$

여기서 R_t 는 통신 범위, R_c 는 커버리지, k 는 전송 홉 수의 제한을 의미한다. 상기 수식 (1)의 조건에서 만약 이웃 노드인 w와 같이 소스노드인 u와 목적노드인 v의 직경 밖에 있다면 멀티 홉으로 통신하는 방법 보다 소스노드와 목적 노드간 직접 전송하는 방법이 에너지가 효율적으로 보전 될 수 있다[3].

$$d^2 = d_1^2 + d_2^2 - 2d_1d_2\cos\gamma \tag{2}$$

$$d^2 = d_1'^2 + d_2'^2 - 2d_1'd_2'\cos\gamma' \tag{3}$$

- Inner circle Relay Node Eq.(2)
- Out of circle Relay Node Eq.(3)

즉, 위의 수식에 따른 각 노드의 전송에너지는 ALPS알고리즘 기반에 의해 분석한 결과와 수식

(4)에 따라 에너지 소모량을 측정 할 수 있다[4].

$$\begin{aligned} E_{Tx}(l,d) &= E_{elec} \times l + E_{amp} \times l \times d^n \\ E_{Rx}(l) &= E_{elec} \times l \end{aligned} \tag{4}$$

여기서, E_{elec} 은 전송될 데이터 패킷의 bit당 소모되는 에너지량, l 은 데이터 패킷의 수, E_{amp} 는 데이터 패킷 신호를 증폭하기위해 bit당 소모되는 에너지량, d 는 거리를 의미한다.

하지만 각 라우팅 구조의 에너지 소모량은 홉 k의 수와 커버리지 레인지 RC, 거리에 의해 변화 된다. 따라서 다음 수식 (5)과 같이 유도 할 수 있다.

$$\begin{aligned} E_{Tx}(l,d) &= (E_{elec} + E_{amp}) \times [l \times Rc \sum_{h=1}^k E^{h_{rx}} d^n] \\ E_{Rx}(l) &= E_{elec} \times l \end{aligned} \tag{5}$$

즉, 1계층 도는 단일 홉 클러스터 헤드로부터 n계층 클러스터 헤드 노드까지 에너지 소모량을 구하는 식은 다음 수식 (6)과 같다.

$$E_{Total} = \left(\sum_{h=1}^k E_{Tx}^h \times E_{elec} \times l \right) + E_{Rx} \tag{6}$$

위의 방식을 이용하여 새로운 클러스터 헤드 노드를 거리 기반 노드의 위치 정보에 의해 가장 효율적인 노드를 에너지 보존 단의에서 해석 하고 선출하게 되는 것이 ECOPS 알고리즘이다. 주어진 ECOPS 알고리즘에 따라 클러스터 헤드 노드 선출 방법은 당므 그림 2와 같다.

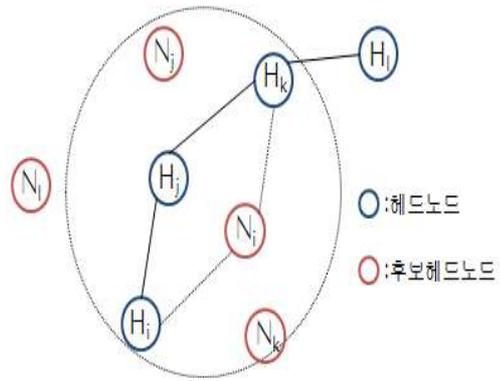


그림 2. ECOPS에서의 헤드 노드 선출 단계

만일 현재 운영중인 헤드 노드인 H_j 가 주어진 어떠한 환경 조건에 의한 동작 불능 상태가 되었을 경우, 헤드 노드에 소속 되어 있던 멤버 노드(N)중에서 새로운 후보 헤드 노드들을 찾게 된다.

그 후보 노드들을 N_i, N_j, N_k, N_l 라 한다. 주어진 4개의 후보 헤드 노드들 중 H_i 와 H_k 의 직경 내

에 있는 노드들은 N_i, N_j, N_k 이다. 이 3개의 후보 헤드 노드들 중 거리정보 해석 수식에 따라 주어진 에너지 소비를 비교하게 된다. 주어진 식에 따르면, 통신반경의 K-coverage 조건과 그림 1의 헤드 노드 선출 방법에 의해 노드 N_i 가 가장 효율적인 헤드 노드로 선출 된다. 따라서 새롭게 선출된 헤드 노드 N_i 가 헤드 노드로 선정 되고, 이의 새로운 전송 경로 H_i, N_i, H_k 가 설정된다.

III. 실험 및 분석

제안한 ECOPS 알고리즘의 에너지 효율성에 대한 증명을 하기 위해 거리 정보에 따른 에너지 변화율을 시뮬레이션 하였다. 또한 노드를 무작위로 추출하여 알고리즘에 적용하고 라이프 타임을 비교하는 시뮬레이션을 하였다. 또한 LEACH와 RODMRP에서 각각 ECOPS 알고리즘을 적용하였을 때 에너지 소모량을 비교 분석하고 동일 기준에서 평가하였다.

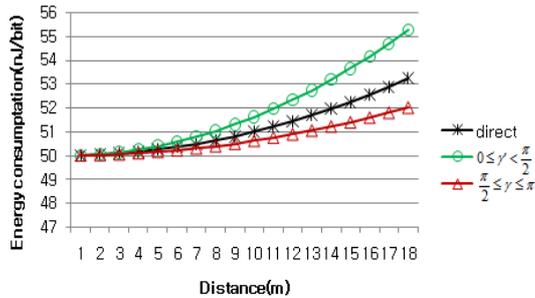


그림 3 위치 정보에 의한 에너지 소모량

그림 3은 거리정보에 의한 에너지 소모량을 보여 준다. 표식 원은 멤버 노드 즉 후보 헤드 노드가 직경 밖에 있을 경우를 의미하고 표식 엑스는 원 흡으로 통신하는 경우를 의미하고 표식 삼각형은 직경 안에 있는 경우를 의미한다. 그림에서 보이는 파와 같이 후보 노드가 직경 안에 있을 때 에너지 효율적인 것을 볼 수 있다. 따라서 새로운 후보 노드를 선출 할 때 후보 노드가 직경 안에 들어 있고 거리가 가장 가까운 노드가 에너지 효율적인 것을 보여준다.

다음 시뮬레이션은 제한된 환경에서 헤드 노드의 손실로 경로가 끊어질 경우 제안한 알고리즘에 따라 새로운 헤드 노드를 선출 하였을 때 각각 에너지 소모율을 LEACH와 RODMRP에서 표 1과 같이 비교 하였다.

그림 4와 같이 수식 6을 이용하여 LEACH에 ECOPS를 적용한 결과 기존 LEACH 보다 더 에너지 소모율이 적어진 것을 볼 수 있다. 하지만 LEACH-ECOPS 경우 본 연구실에서 제안한 RODMRP 구조보다 소비되는 에너지가 많은 결과를 보여주었다. 또한 RODMRP 구조에 ECOPS

를 적용해본 결과 기존 RODMRP 구조보다 더 낮은 성능을 보여주었다. 따라서 본 알고리즘을 통해 조금이나마 에너지 소모율이 적은 것을 확인하였고 더 좋은 성능을 보여주었다.

표 1 모의실험 환경

항목	내용
E_{elec}	50nJ/bit
E_{amp}	100pJ/bit*m ²
패킷의 크기	125byte
노드의 수	100
전송 횟수	1000

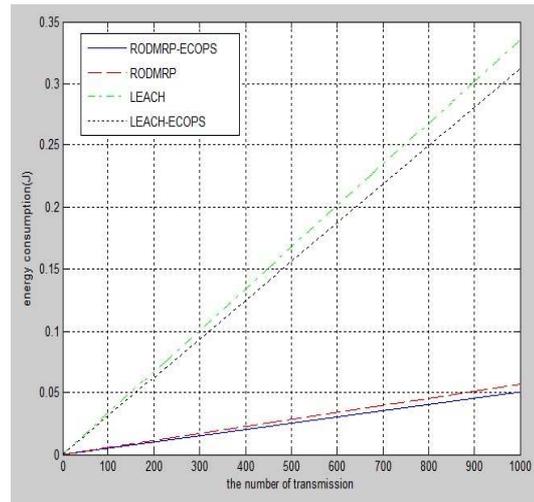


그림 4. 전송횟수에 따른 에너지 소모량 비교

IV. 결 론

본 논문에서 제안한 라우팅 경로 관리 기법인 ECOPS는 RODMRP 구조에 기반으로 위치 정보에 따라 소모되는 에너지량을 측정하여 소스노드와 목적노드의 직경안에 있는 여러 후보 헤드 노드들 중 효율적인 헤드 노드를 선출하는 기법이다. 가장 경로가 짧은 후보 헤드 노드를 선출함으로써 전체 라우팅 경로를 복구 시켜줄뿐만 아니라 라우팅 경로에 따른 에너지 소비량도 적어지는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 LEACH프로토콜보다 RODMRP 구조에서 더 좋은 성능을 보여주었고 LEACH와 RODMRP에 ECOPS를 적용하였을 경우에도 RODMRP-ECOPS가 더 좋은 결과를 보여 주었다. 하지만 에드 혹 네트워크 특성상 위치 정보만으로 노드의 수명이 짧아지는 것이 아니기 때문에 향후 다른 속성 정보와 함께 비교하는 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 am, and Erdal Cayirci, " A Survey on Sensor Networks" IEEE Communication magazine, Vol. 40, no 8, Aug.2002
- [2] 김순국, 지삼현, 두경민, 이범재, 김영삼, 이강환, "RODMRP를 위한 진보된 추론 연결 망 구현," 대한전자공학회, Vol. 31, No. 1, 2008, pp. 313-314.
- [3] P. Santi, "Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks", pp.27-36, 2005
- [4] 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.