

에드 혹 네트워크에서 위치 정보를 이용한 에너지 효율적 라우팅 알고리즘

오영준 · 이강환

한국기술교육대학교

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

Young-jun Oh · Kang-whan Lee

Korea University of Technology and Education

E-mail : youngjn@kut.ac.kr

요 약

본 논문은 에드 혹 네트워크(Ad hoc network)에서 각 노드는 배터리 기반의 한정된 에너지로 동작 하기 때문에 에너지 효율을 높이기 위한 다양한 라우팅 알고리즘이 연구되고 있다. 에드 혹 네트워크는 많은 수의 노드들이 거리 등의 상호 속성 정보에 의한 노드의 관리 기법에 따라 노드의 에너지를 관리해야 한다. 또한 주어진 망에서 관리 노드 또는 중계 노드 등의 동작 불가능상태가 되었을 경우 라우팅 경로가 끊어짐으로서 통신이 불가능한 상태가 되는 문제점이 있다. 본 논문에서는 트리망에서 중계 노드로 사용되는 클러스터 헤드 노드가 동작 불가능한 상태가 되었을 경우, 노드의 위치정보를 이용하여 새로운 헤드 노드를 선출하는 ECOPS(Energy conserving Optimal Path Schedule) 알고리즘을 제안 하였다. 특히 제한된 ECOPS 알고리즘을 이용함으로써 노드에 대한 라이프타임을 향상 시키고 전체 라우팅 경로가 오랜 시간 동안 지속되는 결과를 보여 주었다.

1. 서 론

무선 센서 네트워크는 저 전력, 저비용 통신 기술과 더불어 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 기술, RF 설계 기술의 발전으로 인하여 많은 관심과 연구가 활발히 이루어지고 있다. 일반적으로 무선통신 기술에서는 각 노드들은 에너지 및 배터리가 한정 되어 있기 때문에 노드의 속성에 대한 자원 관리는 매우 중요하다. 또한 불필요한 전송으로 인하여 노드의 수명이 단축 되는 문제가 발생하게 된다. 따라서 에너지 효율 향상을 위한 라우팅 알고리즘과 클러스터링 기법의 연구가 중요한 부분으로 취급 되고 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 연장 시켜 주는 방안이 필수적이다.

본 논문에서는 ALPS(Ad hoc Localized Positioning System)알고리즘에 의해 위치 정보를 받

아 새로운 헤드 노드를 에너지 효율성을 고려하여 선출하는 ECOPS (Energy conserving Optimal Path Schedule) 알고리즘을 제안한다. 본 알고리즘을 사용하면 노드와 라우팅 경로의 수명을 향상 시켜준다. ECOP 알고리즘은 다중 계층 클러스터로 구성된 RODMRP(Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol)의 추론망 구조에 의해 설계 되었다[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 선출 하여 라우팅 경로를 유지 시

켜 줘야 한다. ECOPS는 헤드 노드가 동작 불능 상태 가 되었을 경우 노드간 거리 정보를 이용하여 에너지 효율적인 헤드 노드를 선출 하는 알고리즘이다. 헤드 노드 선출 방법은 다음 그림 1과 같이 위치 정보를 활용한다.

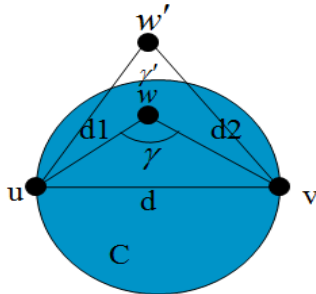


그림 1. 헤드 노드 선출 방법

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

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

여기서 R_i 는 통신 범위, R_c 는 커버리지, k 는 전송 홉 수의 제한을 의미한다. 상기 수식 (1)의 조건에서 만약 이웃 노드인 w가 소스노드인 u와 목적 노드인 v의 직경 밖에 있다면 멀티홉으로 통신하는 것이 효율적이다. 하지만 이웃 노드가 직경 밖에 있다면 멀티홉으로 통신 하는것 보다 소스 노드와 목적 노드간 직접 전송이 에너지가 효율적으로 보전 될 수 있다[3].

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

$$d^2 = d_1^2 + d_2^2 - 2d_1d_2\cos\gamma \tag{3}$$

$$d^2 = d_1^2 + d_2^2 + 2d_1d_2\cos\gamma \tag{4}$$

- On the linear Relay Eq.(2)
- This means Energy Best Efficient Head Node
- Inner circle Relay Node Eq.(3)
- Out of circle Relay Node Eq.(4)

즉, 위의 수식에 따른 각 노드의 전송에너지는 ALPS 알고리즘 기반에 의해 분석한 결과와 수식 (5)에 따라 에너지 소모량을 측정 할 수 있다[4].

$$\begin{aligned} E_{Tx}(l,d) &= E_{elec} \times l + E_{amp} \times l \times d^n \\ E_{Rx}(l) &= E_{elec} \times l \end{aligned} \tag{5}$$

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 (6)과 같이 유도 할 수 있다.

$$\begin{aligned} E_{Tx}(l,d) &= (E_{elec} + E_{amp}) \times [l \times Rc \sum_{h=1}^k E^{h_{tx}} d^h] \\ E_{Rx}(l) &= E_{elec} \times l \end{aligned} \tag{6}$$

즉, 1계층 또는 단 일 홉 클러 스텍 헤드로부터 n계 층 클러스터 헤드 노드 까지 에너지 소모량을 구하는 식은 다음 수식 (7)과 같다.

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

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

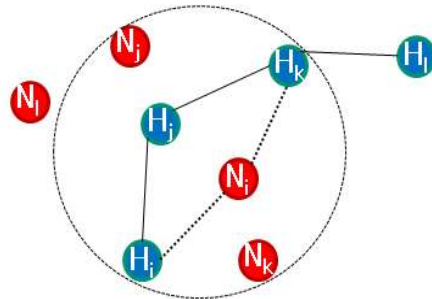


그림 2. 헤드 노드 선출 방법

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 헤드노드들을 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 내에 있는 노드들은 N_i, N_j, N_k 이다. 이 3개의 후보 헤드 노드들 중 거리정보 해석 수식 4와 5에 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 무장위로 추출 하여 알고리즘에 적용하여 라이프 타임을 비교하는 시뮬레이션을 하였다.

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

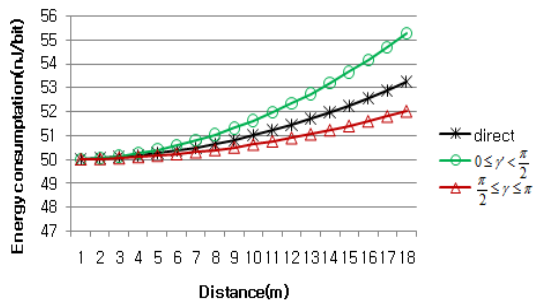


그림 3 위치 정보에 의한 에너지 소모량

V. 결 론

본 논문에서 제안한 ECOPS 알고리즘은 노드의 위치 정보에 따라 소모되는 에너지량을 측정 하여 소스노드와 목적노드의 직경안에 있는 여러 후보 헤드 노드들중 효율적인 헤드 노드를 선출 하는 기법이다. 가장 경로가 짧은 후보 헤드노드를 선출함으로써 전체 라우팅 경로의 수명이 길어지는 것도 보장된다. 하지만 네트워크의 특성상 거리 정보만으로 노드의 수명이 짧아지는 것이 아니기 때문에 향후 다른 속성 정보와 함께 비교 하는 연구가 필요하다. 향후 현재 진행 중에 있는 흡과 커버리지 레인지에 따른 시뮬레이션 결과도

필요 하다.

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] 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.