에드 혹 네트워크에서 최적 경로의 유효성 있는 클러스터링 알고리즘에 관한 연구

오영준* · 이강환**

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

Young-jun Oh* · Kang-whan Lee**

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 전략기술인력양성사업과 한국기술교육대학교 교육연구진흥비 지원에 의하여 수행된 결과임.

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 관리 하게 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 토폴로지에서부터 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

In this paper, we introduce a method that can be used to select the position of head node for context-awareness information. The validity of the head node optimal location is saving the energy in the path according to the clustering. It is important how to elect one of the relay node for energy efficiency routing. 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 during 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. The proposed ECOPS (Energy Conserving Optimal path Schedule) algorithm that contextual information is contributed for head node selection in topology protocols. This proposed 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 technique show improving the entire node lifetime and network in management the network from simulation results.

키워드

에드 혹 네트워크, 위치정보, 에너지 효율성

key word

Ad-hoc network, Positioning, Energy-efficient

* 정회원 : 한국기술교육대학교 첨단기술연구소

** 종신회원 : 한국기술교육대학교(교신저자, kwlee@koreatech.ac.kr)

접수일자 : 2012. 11. 15

심사완료일자 : 2012. 12. 19

I. 서 론

최근 무선 통신 기술의 발전과 다양한 센서노드의 개발로 인해 무선 센서 네트워크는 저전력, 저 비용 통신 기술과 더불어 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 기술, RF 기술의 발전으로 인하여 많은 관심과 연구가 활발히 이루어지고 있다. 무선 센서 네트워크란 정보를 수집 하기 위해 센서, 무선 전송을 위한 다양한 프로토콜 기반의 무선 송 수신장치, 데이터 처리를 위한 프로세싱 유닛으로 이루어진 네트워크 확장성, 자가설정, 자가 복구, 멀티 캐스트 라우팅의 특징을 지니고 있다. 또한 재해, 재난 상황 감시 및 군사적 용도로서 임시 망을 형성하는 목적을 바탕으로 고안 되었으나, 언제 어디서나 자율적으로 망을 형성하는 특성으로 유비쿼터스 네트워크 실현을 위한 연구가 확대 되고 있다.

무선 센서네트워크는 전원, 메모리 등이 한정되어 있고 무선이라는 특성상 데이터 에러의 발생률이 더 높다. 따라서 라우팅 및 스케줄링 등 여러 가지 기법들을 이용하여 네트워크의 수명을 연장시키고 데이터의 신뢰성을 증가시키기 위한 연구가 계속 되고 있다[1].

일반적으로 라우팅 방식은 모든 센서 노드가 센싱한 데이터를 기지국으로 보내는 평면적 라우팅 방식과 센서 노드들의 클러스터를 형성하여 클러스터 내의 센서 노드가 센싱한 데이터를 클러스터 헤드 노드가 취합 후 기지국으로 전달하는 클러스터링 방식으로 구분할 수 있다. 하지만 헤드 노드가 방전 되거나 험난한 지역에서 노드가 동작 불능 상태가 되었을 경우 라우팅 경로가 끊어 지게 되어 제대로 된 통신을 할 수 없게 된다. 그러므로 위와 같은 상황이 발생할 경우 최대한 빨리 라우팅 경로를 복구 시켜주어 정상적인 라우팅이 될 수 있도록 새로운 헤드 노드를 선출하여 전체 네트워크의 수명을 연장 시켜주는 방안이 필수적이다[7,8,9,10]. 기존 LEACH는 클러스터 기반 라우팅 기법으로 클러스터에 포함된 모든 센서 노드가 클러스터 헤드로 데이터를 전송하게 된다. 이때 선출된 헤드 노드는 데이터 병합(data aggregation)을 통해 수집된 데이터를 모아서 싱크 노드로 전송한다.

이 방식의 특징은 네트워크 생존시간을 최대화하기 위해 에너지 소모가 높은 클러스터 헤드를 라운드(round)라는 시간 단위마다 확률적으로 선택한다. 각

라운드는 클러스터 헤드와 클러스터를 구성하는 단계인 set-up과 TDMA schedule에 따라 데이터의 전송이 이루어지는 단계인 steady-state로 구성된다. LEACH에서는 클러스터 내의 노드들이 단지 확률적으로 헤드로 선정되기 때문에 에너지 효율적이지 못할 수 있다. 또한 클러스터 헤드 노드와 베이스스테이션의 거리가 원거리에 위치해있을 경우 에너지 소모율이 높아지기 때문에 비효율적인 방식이다[2,3].

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.

II. 제안 방식

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 데이터량보다 전송거리에 따른 에너지 손실율이 큰 가중치를 차지하고 있음에도 불구하고 LEACH에서는 이러한 경우에 대한 에너지 손실 보존을 충분히 고려하고 있지 못한 경우로 한정하고 있다.

2.1. Cluster Head 선출 알고리즘

LEACH는 센서 노드들의 개별적인 분산처리 알고리즘을 사용하고 클러스터는 센서 노드들의 자율적인 선출에 의해 구성된다. 클러스터 헤드는 일반 센서 노드들보다 더 많은 에너지를 소비하기 때문에 클러스터 헤드는 주기적으로 교환해 주어야 한다. 각 센서 노드가 라운

드 $r+1$ 에서 확률 $P_i(t)$ 로 클러스터 헤드가 된다면 그라운드에서 클러스터 헤드의 평균은 다음과 같다.

$$E[CH] = \sum_{i=1}^N P_i(t) * 1 = k \quad (1)$$

각 센서 노드는 평균적으로 $\frac{N}{k}$ 라운드마다 한 번씩 클러스터 헤드가 되고, $C_i(t)$ 는 센서 노드가 최근 $r \bmod \frac{N}{k}$ 라운드에서 클러스터 헤드 역할을 수행하였는지 나타낸다. 즉 $C_i(t)$ 가 1이면 지정된 라운드에서 클러스터 헤드의 역할을 맡지 않았다는 것을 나타내고 0이면 클러스터 헤드가 되었다는 것을 의미한다. 센서 노드는 라운드 r 에서 다음과 같은 확률 함수에 의해 클러스터 헤드가 된다.

$$P_i(t) = \begin{cases} \frac{k}{N - k * (\bmod \frac{N}{k})} : C_i(t) = 1 \\ 0 : C_i(t) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

확률 함수는 최근에 클러스터 헤드로 선출이 되지 않은 센서 노드가 더 많은 에너지를 가지고 있고, 이러한 센서 노드가 더 자주 클러스터 헤드로 선출되도록 하는 역할을 한다. 클러스터 헤드가 되기 위한 확률 함수는 모든 센서 노드들이 동일한 에너지를 가지고 있고 모든 센서 노드들은 언제나 전송할 수집된 정보를 가지고 있다고 가정한다. 이러한 가정 외에 반응적인 모델에서 확률 함수에 의해 에너지가 큰 센서 노드는 자주 클러스터 헤드로 선출 되도록 하고 에너지가 적은 센서 노드는 더 적게 클러스터 헤드로 선출 되도록 추가적인 확률 함수를 고려해야 한다.

$$P_i(t) = \min \left\{ \frac{E_i(t)}{E_{total}(t)} k, l \right\} \quad (3)$$

$E_{total}(t)$ 는 모든 센서 노드들의 현재 에너지 총합을 나타내며 $E_i(t)$ 는 센서 노드의 현재 에너지를 나타낸다. 위 수식(3)과 같이 에너지 레벨이 높은 센서 노드는

에너지 레벨이 낮은 센서 노드보다 더 높은 클러스터 헤드로 선출 된다. 하지만 에너지 레벨이 높은 센서 노드도 거리가 원거리라면 소모되는 에너지도 증가하게 된다. 따라서 거리가 가까운 노드로부터 순차적으로 선택하는 방법이 필요하다. 노드와 노드사이의 거리만으로 선택한다면 에너지 레벨이 낮은 노드도 선택될 수 있다. 그러므로 에너지 레벨과 거리정보에 따라 효율적인 노드를 선택하는 방법이 필요하다.

$$P_i(t) = \begin{cases} \frac{k}{N - k * (\bmod \frac{N}{k})} \frac{E_{icurrent}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_{energy}} f(dist) : C_i(t) = 1 \\ 0 : C_i(t) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

$E_{average}$ 는 센서 노드의 에너지량의 평균값을 의미하고, $E_{icurrent}$ 는 i 번째의 현재 에너지량을 의미한다. 또한 dB는 노드와 노드사이의 RSSI(Received Signal Strength Indicator)값을 거리로 환산한 값을 의미한다[4]. 위 수식(4)와같이 에너지 레벨이 높고 노드와 노드사이의 거리가 가까운 노드를 순차적으로 선택함으로써 에너지 효율성을 높일 수 있다.

위 수식을 바탕으로 에너지 효율성을 고려한 수식을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_i(t) = \min \left\{ \frac{E_i(t)}{E_{average}(t)} k, l, d \right\} \quad (5)$$

2.2. First radio model in ECOPS

본 논문은 first order radio model을 이용하여 소모되는 에너지 수식을 사용한다. 아래 식(6)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[2,3,5].

$$E_{Tx}(l, d) = E_{Tx-elec}(l) + E_{Tx-amp}(l, d) \quad (6)$$

그림 1은 상기 수식(6)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 보여 주고 있다.

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

Fig. 1 Compare with energy consumption by distance of node data packet

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 헤드 노드를 선출하는 알고리즘이다. 이러한 새로운 헤드 노드를 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.

이러한 헤드 노드 선출 방법은 다음 그림 2와 같이 위치 정보를 활용하여 설명한다.

그림 2. ECOPS에서의 유효경로에 따른 헤드 노드 선출 모델

Fig. 2 Head node election model for availability path in ECOPS

그림 2는 소스노드 u 가 목적 노드인 v 까지 통신 할 때, 멀티 홉으로 통신하는 방법이 에너지 효율적인 통신 방법인 지 보여주기 위한 설명이다.

본 논문에서 사용되는 노드간의 커버리지(R_C)는 주어진 홉수(k)와 각 노드의 전송거리(R_t)에 비례하게 되고 이는 다음 식(7)와 같이 나타내게 된다.

$$R_C = kR_T, \quad (k = 2) \quad (7)$$

상기 수식 (7)의 조건에서 만약 소스노드인 u 와 목적 노드인 v 의 상호 거리(d)의 직경에 대해 이웃 중계 후보 노드($w_{1...4}$)가 있을 경우로 가정한다. $w_{2...4}$ 과 같이 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 상호거리(d)에 대해 직경 밖에 있다면 멀티 홉으로 통신하는 방법 보다 소스노드와 목적노드간 직접 전송하는 방법이 에너지가 아 래 수식(8)에 의해 효율적으로 보존 될 수 있을 것이다. 반면에 식(9)의 경우 중계노드인 w_1 이 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 상호거리(d)에 대해 직경 안에 있다면 직접 전송하는 방법보다 소스노드와 목적 노드간 멀티 홉으로 통신하는 방법이 에너지가 효율적으로 보존 될 수 있다[6].

$$d^2 = d_1'^2 + d_2'^2 + 2d_1'd_2'\cos\gamma'$$

$$\bullet \text{ Inter Cluster Head Node}(0 \leq \gamma' < \frac{\pi}{2}) \quad (8)$$

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

- Intra Cluster Head Node($\frac{\pi}{2} \leq \gamma \leq \pi$) (9)

first order radio model을 이용하여 각 노드의 전송 에너지(E_{TX})는 소스노드인 u 와 목적 노드인 v 의 상호 거리(d)에 따라 식(10)와 같이 나타낼 수 있다. 또한 수식(10)는 중계 노드(w)의 위치에 따라 각 노드의 에너지 소모를 아래의 수식(11)과 같이 해석 할 수 있다. 수식(11)은 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 상호거리(d)에 따라 직접 전송 방법을 의미하고 식(12)의 경우 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 직경 안에 중계노드 w_1 을 거쳐 멀티 홉 통신 하는 방법을 의미한다. 또한 수식(13)과 같은 경우 소스노드인 u 와 목적 노드인 v 의 중계노드 $w_{2...4}$ 가 직경 밖에 위치하고 있는 경우를 의미한다.

$$E_{total}(l, d) = E_{Tx}(l, d) + E_{Rx}(l) \quad (10)$$

$$E_{Tx}(l, d) = E_{Tx-elec}(l) + E_{Tx-amp}(l, d) \quad (11)$$

$$= lE_{elec} + l\epsilon_{fs}d^2$$

for Directly Transmission

$$= lE_{elec} + l\epsilon_{fs}(d_1^2 + d_2^2 - 2d_1d_2\cos\gamma) \quad (12)$$

for Innernode(w) Transmission

$$= lE_{elec} + l\epsilon_{fs}(d_1^2 + d_2^2 + 2d_1d_2\cos\gamma) \quad (13)$$

for Outnode(w) Transmission

$$E_{Rx}(l) = E_{Rx-elec}(l) = lE_{elec} \quad (14)$$

여기서, E_{elec} 은 전송될 데이터 패킷의 bit당 소모되는 에너지량, l 은 전송 데이터 패킷의 비트수, ϵ_{fs} 는 거리(d)에 따른 전송 손실율로 전송의 거리에 따른 자유공간 전송손실율과 다중 전송경로에 따른 전송 손실율로 각각 10pJ/bit/m^2 또는 0.0013pJ/bit/m^4 로 실험결과를 적용한다[2,3]. 여기서 d 는 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 노드 간 상호 거리, γ 는 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 중계노드(w)의 위치에 따른 각도(γ)를 의미한다.

그림 3은 자유공간 모델과 다중 경로 모델의 거리에 따라 소모되는 에너지 소비량을 보여준다.

그림 3에서 보는바와 같이 거리가 증가하면 할수록 에너지 소모량 역시 증가하는 것을 볼수 있다. 또한 다중 경로 모델에서는 노드간의 거리에 따른 에너지 소모율이 자유공간 모델에서보다 더욱 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다.

자유공간 모델은 송신기와 수신기 사이에 장애물이 존재하지 않고 가시선(LOS(Line Of Sight))을 따라서 전파되는 모델을 의미한다. 반면에 다중 경로 모델은 전파가 자유공간을 통해 직접 전파되지 않고 장애물로 인하여 회절과 반사를 반복하여 수신점에 도달하는 경우로 경로 손실이 발생하는 모델을 의미한다.

(a)

(b)

그림 3. 단위 거리에 따라 소모되는 에너지 비교
Fig. 3 Compare with energy consumption by unit distance

위와 같은 방식을 사용하여 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 상호 거리(d)에 존재하는 중계 노드(w)의 위치 정보에 근거하여 클러스터링을 형성하고 새로운 헤드 클러스터 노드에 의한 중계 헤드 노드(w)를 소스노드인 u 와 목적노드인 v 의 함수(k)에 의존하여 주어진 거리와 각도 정보에 의해 가장 효율적인 중계 노드(w)를 에너지 보존 단위에서 해석하고 선출하게 되는 것이 ECOPS 알고리즘이다.

본 논문에서 주어진 ECOPS 알고리즘에 따라 클러스터 헤드 노드의 선출 방법은 다음 그림 4에서와 같이 설명되어 질 수 있다.

그림 4. ECOPS에서의 효율적인 클러스터링 방법
Fig. 4 Efficient Clustering method for ECOPS

본 논문에서 주어진 ECOPS 알고리즘에 따라 클러스터 헤드 노드의 선출 방법은 그림 4에서와 같이 설명되어 질 수 있다. 그림 4는 소스 노드 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 4와 같이 알고리즘을 적용하게 되면 유효성 있는 최적경로(Available Optimal Path) $AOP=P(u, w, v)$ 가 최적의 에너지 효율적인 라우팅 경로가 확보 되고 전체 노드의 수명 및 전체 네트워크의 라이프 타임이 향상하게 된다.

III. 실험 및 분석

제안한 ECOPS 알고리즘의 에너지 효율성에 대한 증명을 하기 위해 위치 정보 및 각도 정보에 따른 에너지 변화율을 모의실험 하였다. 또한 거리 정보에 따른 직접 전송 방식인 LEACH와 멀티 홉 전송 방식인 ECOPS의 에너지 소모율에 따른 노드의 잔존 에너지량을 비교 실험하였다.

표 1. 모의실험 환경
Table. 1 Simulation environment

항목	내용
E_{elec}	50nJ/bit
E_{amp}	10pJ/bit*m ²
패킷의 크기	2000byte
라운드 수	200
노드 초기 에너지량	100J

그림 5는 LEACH 알고리즘과 ECOPS 알고리즘의 거리 정보에 의한 에너지 소모량을 보여준다. 그림 5에서 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 5에서 보여주고 있다.

그림 6은 LEACH 알고리즘과 ECOPS 알고리즘의 거리 정보에 의한 노드의 잔존 에너지량을 비교하여 보여준다. 노드 초기 에너지량은 100J로 설정하였고 데이터 패킷의 양은 2000byte 라운드 수는 총 200회에 걸쳐 모의 실험 하였다. 그림 6에서 보여주는 바와 같이 LEACH 알고리즘이 ECOPS 알고리즘 보다 에너지 소모량이 크기 때문에 노드의 잔존 에너지량 역시 더 많이 소모되는 결과를 보여준다.

그림 5. LEACH와 제안된 ECOPS와 LEACH 알고리즘의 위치 정보에 따른 에너지 소모량 비교
Fig. 5 Compare with energy consumption Proposed ECOPS and LEACH algorithm by Positional information

그림 6. LEACH와 ECOPS의 거리에 따른 잔존 에너지량 비교
Fig. 6 Compare with energy consumption Proposed ECOPS and LEACH algorithm by Residual energy

위 그림 5와 6에서 나타나는 바와 같이 20m부터 에너지 소모가 증가하고 거리가 증가 할수록 에너지 소모율이 제안한 ECOPS 알고리즘 보다 LEACH 알고리즘이 많아지는 결과를 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 토폴로지에서부터 헤드 노드를 선택함에 있어 인접한 노드와의 위치상황 정보인자 및 잔존 에너지의 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 분석 하는 연구가 필요 하겠다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 전략기술인력양성사업과 한국기술교육대학교 교육연구진흥비 지원에 의하여 수행된 결과입니다.

참고문헌

- [1] I. A. Akyildiz, W. Su, Y. sankarasubramaniam, and Erdal Cayirci, "A Survey on Sensor Networks," IEEE Communication magazine, Vol. 40, no 8, pp. 102-114, 2002.
- [2] Wendi B. Heinzelman, Anantha P. Chandrakasan, Hari Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor networks," Wireless Communications, IEEE Transactions, vol.1, no.4, pp. 660-670, 2002.
- [3] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-efficient routing protocols for wireless microsensor networks," in Proc. 33rd Hawaii

- Int. Conf. System Sciences (HICSS), Maui, HI, 2000.
- [4] H. T. Friis, "A note on a simple transmission formula," Proc. IRE, pp.254-256, 1946
 - [5] T. Rappaport, Wireless Communications: Principles & Practice. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1996.
 - [6] P. Santi, "Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks," pp.27-36, 2005
 - [7] Soheil Ghiasi, Ankur Srivastava, Xiaojian yang, and Majid Sarrafzadeh, "Optimal Energy Aware Clustering in Sensor Networks", sensor 2002, 2, 258-265
 - [8] Wei Feng, Jaafar M. H. Elmirghani, "Energy Efficiency in the Cluster-based Linear Ad-hoc Wireless networks," International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, pp. 15-18, 2009.
 - [9] Seema Bandyopadhyay, Edward J. Coyle, "An Energy Efficient Hierarchical Clustering Algorithm for Wireless Sensor Networks," IEEE Societies, pp. 1713-1723, 2003.
 - [10] Stanislava Soro, Wendi B. Heinzelman, "Cluster head election techniques for coverage preservation in wireless sensor networks," Ad Hoc Networks, vol.7, issue 5, pp.955-972, 2009.

저자소개

오영준(Young-jun Oh)

2009년 나사렛대학교 정보통신학과
학사
2011년 한국기술교육대학교
전기전자공학과 공학 석사

2011년~ 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 박사과정
※ 관심분야 : Ubiquitous computing, WSN, Ad-hoc network, 차세대이동통신기술, Wireless SoC

이강환(Kang-whan Lee)

1983년 한양대학교 전자공학과 학사
1989년 중앙대학교 전자공학 석사
1989년 한국전자통신연구원
선임연구원

2002년 중앙대학교 전자공학 박사
2004년 특허청 서기관
2005년~ 한국기술교육대학교 정보기술공학부 교수
※ 관심분야 : WSN, Ad-hoc network, 차세대이동통신
기술, Wireless SoC