

\*안은철, \*\*이성협, \*조유제  
\*경북대학교 전자전기컴퓨터학부  
\*\* 경북대학교 정보통신학과

{\*agfe2002, \*\*tenetshlee}@palgong.knu.ac.kr, \*yzcho@ee.knu.ac.kr

## Energy Efficient Two-Tier Routing Protocol for Sensor Networks

\*EunChul Ahn \*\*SungHyup Lee \*YouZe Cho

\*School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University

\*\*Department of Information and Communication, Kyungpook National University

### 요 약

센서 네트워크를 구성하고 있는 센서 노드들은 제한된 배터리 용량을 가지고 있으며 이를 효율적으로 사용함으로써 네트워크의 생존 시간을 증가시키기 위해 많은 연구가 이루어져 왔다. 그 결과 많은 라우팅 프로토콜들이 개발되었으며 이는 크게 평면 라우팅과 계층적 라우팅으로 구분된다. 본 논문에서는 네트워크를 2계층으로 나눈 뒤 각각 계층적 라우팅과 평면 라우팅을 사용하여 에너지 효율을 증가시키는 새로운 라우팅 방안인 ENTER(ENergy efficient Two-tiER routing protocol)를 제안한다. 제안한 라우팅 방안은 LEACH의 랜덤한 클러스터 헤더 선출을 통해 클러스터를 형성하는 계층적 라우팅 기법과 클러스터 헤더 간 준 최적의 경로를 설정하는 평면 라우팅 기법 둘 다 사용함으로써 데이터 전송에 소모되는 에너지를 줄여 네트워크의 생존 시간을 증가시킨다. 시뮬레이션을 통해 제안한 라우팅 방안이 LEACH에 비해 네트워크 생존 시간이 증가하는 것을 입증하였다.

### 1. 서 론

최근 센서 기술, MEMS 기술, 저전력 전자 공학 기술, 저전력 RF 설계 기술 등의 발달로 인해 소형, 저가, 저전력의 센서 노드 개발이 가능하게 되었다. 이런 센서 노드들은 기존의 센서가 가진 센싱 기능 외에 데이터 처리, 노드 간의 통신 등의 기능이 추가되었으며 관측을 원하는 지역에 조밀하게 배치한 뒤 서로 유기적인 체계를 구축함으로써 센서 네트워크를 형성한다. 이러한 센서 네트워크는 군사, 의학, 환경 감시, 홈 네트워크 등 다양한 응용에 적용될 수 있다 [1].

센서 네트워크는 기존의 MANET(Mobile Ad-hoc Network)처럼 통신 인프라가 없으므로 센서 노드들이 수집한 정보를 싱크 노드에게 전송하기 위해서는 무선 ad-hoc 네트워크 능력이 필요하다. MANET은 기존의 네트워크 모델 중 센서 네트워크와 가장 유사한 특성을 가지며 센서 네트워크 연구의 지표가 되고 있다. 그러나 센서 네트워크는 MANET 보다 훨씬 많은 노드를 가지고 조밀하게 배치되며 로컬로지의 변화가 매우 빈번하다. 또한 배터리, 메모리, 계산 능력 등의 자원 제약이 심하고 많은 오버 헤드로 인해 유일한 식별자를 이용한 라우팅 기법을 사용할 수 없으며 데이터가 특정 노드로 요청되지 않고 데이터의 특성에 기반을 두고 요청되는 데이터 중심적(data-centric) 특성 등의 여러 차이점으로 인해 MANET에서 사용된 라우팅 프로토콜을 센서 네트워크에 그대로 적용할 수는 없다. 이 외에 센서 네트워크는 전송 에너지를 최소화하기 위해 중간 노드에서의 데이터 통합(data aggregation) 기능을 추가함으로써 에너지 손실을 줄인다. 이러한 특성을 바탕으로 센서 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜을 개발하기 위해 많은 연구가 이루어졌으며 그 결과 SPIN [2], Directed diffusion [3], LEACH [4] 등 많은 프로토콜이 개발되었다.

센서 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜은 크게 평면 라우팅(flat routing)과 클러스터 기반의 계층적 라우팅(hierarchical routing) 방안으로 구분된다 [6]. 평면 라우팅은 네트워크 내에 최적의 경로를 설정하여 데이터를 전송하는 방식으로 초기에 많은 연구가 이루어졌다. 그러나 복잡한 라우팅과 높은 지연, 노드 간의 에너지 불균형 등의 문제점 때문에 최근에는 네트워크 내의 에너지 균형을 통해 생존 시간을 증가시키는 계층적 라우팅 방안이 많이 연구된다.

LEACH는 대표적인 계층적 라우팅 프로토콜로서 랜덤하게 클러스터 헤더를 선출하여 클러스터를 형성한 뒤 클러스터 내의 노드들이 가진 정보를 클러스터 헤더가 통합하여 싱크 노드에게 전송한다. 이 과정에서 각 클러스터 헤더는 싱크 노드와 직접 통신을 하게 되는데 이 때 싱크 노드에서 더 멀리 위치한 클러스터 헤더는 가까운 헤더에 비해 더 많은 에너지를 소비한다. 이는 거리에 따른 노드 간의 에너지 불균형을 초래하여 네트워크의 생존 시간을 감소시키는 원인으로 작용한다. 또한 랜덤한 클러스터 헤더 선출 기법 특성 때문에 클러스터 헤더가 선출되지 않는 라운드가 발생할 수도 있는데 이 라운드 동안 모든 노드는 싱크 노드와 직접 통신을 해야 하므로 심각한 에너지 손실이 발생한다.

본 논문에서는 LEACH의 단점을 보완하기 위해 네트워크를 2계층으로 나눈 뒤 데이터를 전송하는 새로운 라우팅 방안을 제안한다. 1계층에서는 LEACH와 같이 클러스터링을 통해 클러스터 헤더에서 데이터를 통합한다. 그 후 2계층에서 클러스터 헤더 간에 경로를 설정하여 데이터를 전송하며 경로 중간의 클러스터 헤더에서 2차 데이터 통합이 발생하여 에너지 소모를 줄이고 거리에 따른 노드의 에너지 불균형을 해소한다. 또한 클러스터 헤더가 선출되지 않을 경우 라운드를 종료하고 새로운 라운드를 시작하여 모든 노드가 싱크 노드와 직접 통신하는 가능성을 제거함으로써 전체 에너지 소모를 줄이고 네트워크의 생존 시간을 증가시킨다. 본 논문은 서론에 이어 2장에서 새로운 라우팅 방안에 대한 구체적으로 살펴본 뒤 3장에서 시뮬레이션을 통해 제안한 라우팅 방안의 성능 평가 후 4장에서 결론을 맺는다.