

# SVM을 적용한 LEACH 프로토콜 기반 무선센서네트워크의 수명 개선 방법

표세준\*, 조용옥\*, 옥태성\*, 방중대\*, 투샤\*, 이성호\*\*, 류희은\*\*\*, 이연우\*\*\*\*,  
배진수\*\*\*\*\*, 이성로\*

\*목포대학교 정보전자공학과, \*\*목포대학교 정보산업연구소

\*\*\*목포대학교 해양텔레매틱스기술개발센터

\*\*\*\*목포대학교 정보통신공학과

\*\*\*\*\*세종대학교 정보통신공학과

e-mail:sjpyo@mokpo.ac.kr

## A Life time improvement Method of SVM application LEACH protocol in Wireless Sensor Networks

Se Jun Pyo\*, Yong-Ok Jo\*, Jong-Dae Bang\*, Tushar Keshav\*,  
Hui-Eun Ryu\*\*\*, Yeonwoo Lee\*\*\*\*, Jinsoo Bae\*\*\*\*\*, Seong-Ro Lee\*

\*Dept of Information & Electronics Engineering, Mokpo National University

\*\*\*Marine Telematics Research Center, Mokpo National University

\*\*\*\*Dept of Information & Communication Engineering, Mokpo National  
University

\*\*\*\*\*Dept of Information & Communication Engineering, Sejong University

### 요 약

무선 센서 네트워크는 특정지역에 센서 노드를 설치하여 주변 정보 또는 특정 목적의 데이터를 수집하고, 그 정보를 수집하는 싱크(Sink)로 구성되어 있다. 무선 센서 네트워크의 수명은 망을 구성하는 센서 노드의 배터리 소비에 따라 수명이 결정 되고 하나의 노드가 죽기 시작하면서부터 급격하게 센서 노드의 배터리 소비가 커져 빠르게 죽는다. 무선 센서 네트워크를 구성하는 센서노드는 라우팅, 센싱을 수행하기 때문에 배터리 소비에 많은 부담을 가지고 있다. 본 논문은 무선 센서 네트워크의 대표적 클러스터링 기반 라우팅 기법인 LEACH(Low - Energy Adaptive Clustering Hierarchy)프로토콜에 SVM(Support Vector Machine)을 적용하여 센서노드의 균형적인 배터리 소비로 망을 효율적으로 관리하고 망의 수명을 개선 할 수 있는 방법을 제안 한다. 이러한 센서 노드의 균형적인 배터리 소비로 무선 센서 네트워크의 수명을 개선 한다. 실험결과 기존의 LEACH 프로토콜보다 우수한 성능을 보인다.

### 1. 서 론

현재 무선 통신 기술의 발달로 초소형 센서 노드의 생산이 가능해져 무선 센서 네트워크가 확산 되는 추세에 있다. 이렇게 무선 센서 네트워크가 확산되면서 대규모 무선 센서 네트워크가 구성되고 있으며, 네트워크의 크기가 커져서 센서노드의 수도 기하급수적으로 늘어나고 있다. 또한 무선 센서 네트워크는 환경, 산업, 집 등 다방면으로 활용되고 있어, 그 사용량과 범위는 지금보다 더 확산될 것으로 예상된다.

무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Networks)는 특정 지역에 센서 노드를 설치하여 주변 정보 또는 특정 목적의 데이터를 수집하고, 그 정보를 수집하는 싱크(Sink)으로 구성되어 있다. 센서 네트워크의 특징은 센서 노드의 가격이 저렴하여 대규모 네트워크 구축이 용이하고, 특정 노드에 결함이 생겨도 다른 경로를 이용하여 네트워크가 유지되며, 노드의 위치는 필요에 따라 유동적으로 이동이 가능하다.

여기서 문제점은 무선 센서 네트워크의 수명은 각 노드

의 배터리에 의존하고 있는 점이다. 그 이유는 대규모 지역의 센서 노드의 배터리의 교환이나 충전이 매우 힘들기 때문이다. 특히 센서 노드간의 자료의 전송 및 수신은 라우팅 알고리즘에 많은 영향을 받으며 에너지 소비 또한 알고리즘에 많은 영향을 받는다. 그렇기 때문에 센서 노드의 배터리 수명을 고려한 알고리즘 적용이 매우 중요하다.

무선 센서 네트워크에서 인접한 노드간의 유사한 정보의 중복 전달로 인한 에너지 낭비를 줄이기 위한 방법으로 데이터 모음(Data aggregation)이 있다. 데이터 모음이란 노드들이 데이터를 각각 전송하는 것이 아니라 전송전에 데이터를 모아서 전송하는 방법을 말한다. 이러한 특성을 고려할 때 네트워크를 클러스터링 기반으로 한 다수의 영역으로 분할하여 각각의 영역내 특정 노드에 헤드의 역할을 부여하여 라우팅을 사용하는 계층적 라우팅 기법은 많은 장점을 가진다. 즉, 로컬 클러스터를 형성함으로써 인접한 지역에서 발생한 데이터를 클러스터 헤드로 전송하고 클러스터 헤드가 데이터 모음을 수행하여 보다 에너지 효율적인 라우팅을 가능하게 하며, 요청된 질의에 대한 클

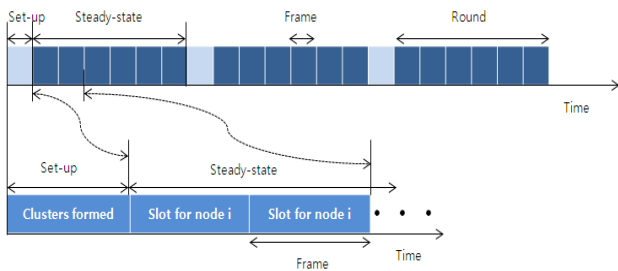
러스터 헤드의 전달로 비효율적인 질의의 플러딩을 막을 수 있다[1].

## 2. 관련 연구

LEACH는 클러스터링 기반 라우팅 기법으로, 클러스터 헤드가 클러스터의 멤버 노드들로부터 데이터를 수집하여 “데이터 모음”을 통해 데이터를 모아서 직접 싱크로 전달한다. 이 기법의 특징은 네트워크에 있는 모든 센서 노드들에 에너지 소비를 공정하게 분산시키기 위해, 에너지 집약적인 기능을 하는 클러스터 헤드를 무작위로 순환시키고, 전체적인 통신 비용을 줄이기 위해 클러스터 헤드에서 클러스터내의 데이터를 모아 지역적으로 데이터 모음을 하는 것이다. 이 방법의 문제점은 LEACH의 성능은 매 라운드마다 일정한 수의 클러스터를 구성하고, 클러스터 헤드가 고르게 배치되는데 있으나, 자기 스스로 선출하는 방법으로는 노드의 위치정보와 에너지 보유량을 보장할 수가 없다[2-3].

LEACH(Low - Energy Adaptive Clustering Hierarchy)[2-3]는 가장 대표적인 클러스터링 기반 라우팅 기법으로, 매 라운드마다 클러스터를 구성하는데, 여기서 크게 클러스터가 구성되는 설정(Set-up)단계와 여러 개의 TDMA 프레임으로 구성되는 지속 상태(Steady-state)단계로 이루어진다. 설정 단계의 시작에서 모든 노드는 자신이 현 라운드동안 클러스터 헤드가 될 수 있는지에 대해 이전 라운드동안 클러스터 헤드였는지의 여부와 이상적 클러스터 헤드 수에 기반을 두고 결정된다.

현 라운드동안, 클러스터 헤드가 되기로 결정한 경우, 이를 이웃 센서들에게 알린다. 이를 수신한 비클러스터 헤드 노드들은 수신 강도 등의 파라미터를 기반으로 클러스터 헤드를 결정하며, 이를 클러스터 헤드로 전송하여 클러스터가 구성된다. 클러스터가 형성되면, 클러스터 헤드는 클러스터 멤버들의 데이터 전송 순서를 지시하는 TDMA 스케줄을 방송하고, 지속 상태 단계로 간다. 지속 상태 단계에서 각 클러스터 멤버 노드들은 자신의 전송 슬롯에서만 데이터를 전송하고 나머지 슬롯들에서는 sleep 모드로 가서 전력 소모를 줄인다. LEACH에서는 클러스터 내부에서는 TDMA를 사용하여 노드간 간섭을 피하고, 클러스터 간의 간섭을 피하기 위하여 각 클러스터들이 서로 다른 확산 코드를 사용하는 방법을 채택한다.[4-5]

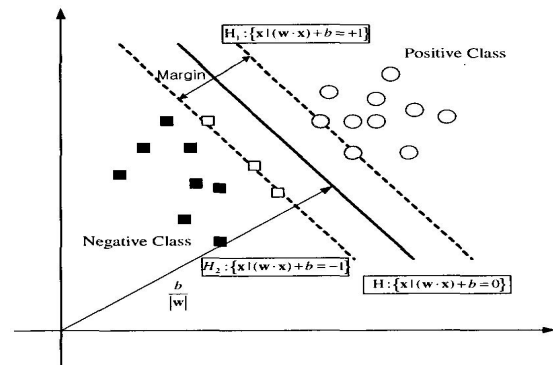


[그림 1.] LEACH 알고리즘

LEACH의 성능은 매 라운드마다 일정한 수의 클러스터를 구성하고, 클러스터 헤드가 고르게 배치되는데 있으나, 자기 스스로 선출하는 방법으로는 센서 노드의 위치정보와 센서노드의 에너지 보유량을 보장할 수가 없다.

SVM(Support Vector Machine)은 고정되어 있지만 알려지지 않은 확률 분포를 갖는 데이터에 대해 잘못 분류하는 확률을 최소화하는 구조적인 위험 최소화방법에 기초하고 있다. 또한, 패턴을 고차원 특징 공간으로 사상시킬 수 있다는 점과 대역적으로 최적의 식별이 가능한 특징을 가지고 있다. SVM은 입력 공간에 있는 분류 데이터에서 마진(margin) 값을 최대로 하는 초평면을 찾아내어 이진 분류를 한다[6]. [그림 2] 와 같이 분류 문제를 해결하기 위해 최적의 분리 경계면(hyperplane)을 제공한다.

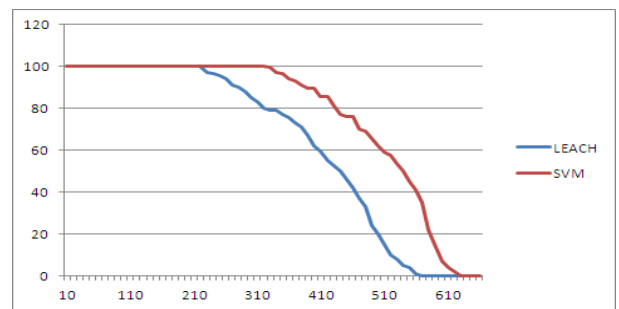
hyperplane을 중심으로 한쪽은 positive 클래스, 다른 한쪽은 negative 클래스로 나눈다. 처음의 SVM은 선형 분리 가능한 두 클래스로 구분하며 인접 데이터와의 거리가 최대가 되게 한다. 그림1에서 경계와 가장 인접한 회색의 원과 사각형 데이터 점을 Support Vector(SV)라고 하며, 이 SV에는 두 클래스를 구분할 수 있는 모든 정보들이 포함되어 있기 때문에 이를 제외한 나머지 데이터는 필요 없게 되어 폐기된다.



[그림 2.] SVM 알고리즘

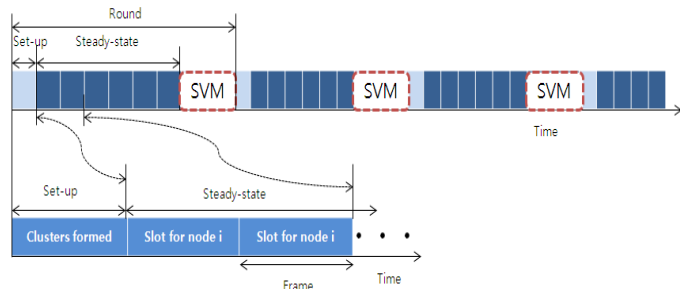
## 3. 제안 방법

LEACH의 무작위 클러스터 헤드 결정기법을 사용하기 전에 SVM의 이진 분류를 이용하여 센서 노드의 에너지 보유량을 보유 에너지량이 많은 부분과 보유 에너지량이 적은 부분으로 이진 분류 하였다.



[그림 3.] 센서 노드의 평균수명시간 그래프

이진 분류된 센서 노드에서 에너지 보유량이 많은 센서 노드에서 LEACH의 무작위 클러스터 헤드 결정기법을 사용하여, 잔여 에너지양이 많은 센서 노드를 활용하게 만들어 센서 노드의 생존 시간을 증가 시켰다. 단, SVM알고리즘의 특성상 센서 노드의 에너지 보유량에 차이가 있어야 하기 때문에 LEACH의 1라운드가 지난 후 각각의 센서 노드의 잔여 에너지양의 차이를 만든 후에 설정(Set-up) 단계 시작지점에서 SVM알고리즘을 적용하였다.



[그림 4.] SVM을 적용한 LEACH 모델

SVM을 적용한 LEACH프로토콜은 기존방식의 LEACH 프로토콜보다 첫 노드의 수명이 증가하였고, 균등한 배터리 분산으로 첫 노드의 죽음 이후에도 급격한 노드의 죽음이 나타나지 않았다. SVM을 적용한 LEACH 프로토콜이 노드의 수명개선에 도움을 주었고, 그 결과 무선 센서 네트워크의 수명이 증가 하였다.

**4. 결 론**

본 논문에서는 클러스터링 기반 계층형 라우팅 알고리즘의 대표적인 LEACH알고리즘의 문제점으로 나타나고 있는 센서 노드의 잔여 에너지양을 고려하지 않고, 클러스터 헤드를 선출하는 방법을 SVM알고리즘을 적용시켜 각각의 센서 노드의 잔여 에너지양을 이진 분류하여, 클러스터 헤드 결정 기법을 제시하였다. 그 결과 센서 노드의 수명시간이 기존의 LEACH를 사용했을 때보다 SVM알고리즘을 적용한 센서 노드의 생존시간이 더 길었다.

SVM알고리즘의 단점으로 작용하는 이진 분류가 LEACH의 첫 라운드가 지난 후 에너지 잔량에 따른 분류가 시작부터 적용이 가능하도록 보완하는 방법을 연구 하고, 더 나아가 클러스터 헤드의 에너지 체크와 분류가 균등하게 일어날 수 있도록 연구해야 할 것이다.

**ACKNOWLEDGEMENT**

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (NIPA-2011-C1090-1121-0007), 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2011-0022980)

**참고문헌**

[1] W. Heinzelman, A. Chandrakasan and H. Balakrishnan, “Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks”. In Proc. Of the 33rd Annual Hawaii international Conference on System Sciences(HiCSS), Maui, HI, Jan. 2000

[2] V. Raghunathan, C. Schurgers, S. Park and M. Srivastava, “Energy Aware Wireless Microsensor Networks,” IEEE Signal Processing Magazine, 19(2) : 40-50, March, 2002.

[3] Wendi B. Heinzelman et al., “An application-specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks,” IEEE Trans. on Wireless Communications, Vol.1, No.4, Oct. 2002, pp.660-670.

[4] W. B. Heinzelman, A. P. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, “An Application-specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks,” IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 1, Issue 4, pp. 660-670, Oct. 2002.

[5] 최진철, 이채우, “클러스터 기반 센서 네트워크의 에너지 모델링 기법,” 전자공학회 논문지, 제44권 CI편, 제3호, 14-22쪽, 2007년 5월

[6] Simon Haykin, “Neural Networks,” 2nd Edition, prentice Hall, 1999.