

무선 센서 네트워크에서 에너지 효율을 고려한 Cross Layer Protocol에 대한 연구

김현서, 정원수, 오영환
 광운대학교 전자통신공학과

The study of Cross Layer Protocol for Energy Consumption in Wireless Sensor Networks

Hyun-Seo Kim, Won-Soo Jung, Young-Hwan Oh
 Dept. of Electronic and Communication Engineering Kwngwoon University

Abstract - The most Important thing in Sensor Network Design is a Energy Efficiency. Limited sources of Sensor Mote can occur merging of Protocol. In this paper, we proposed Cross Layer Protocol for Energy Efficiently. The proposed protocol can increase the network life time using multi hop transmission. sensor network should use multi hop communication and small radius because radio in wireless communication is the most spendable thing in sensor network

IEEE 802.15.4 MAC 계층은 비컨, 데이터, 확인, MAC 명령의 4가지 기본 프레임으로 구분된다. MAC 계층에서의 전력 소모 절감 메커니즘은 Power control 모드에서 프레임 전송 시 전력을 최소한으로 조절해 전력 소비를 최소화하며, Power saving 모드를 통해 각 단말기가 평상시에는 SLEEP 모드로 있다가 송수신 시에만 AWAKE 상태로 전환하는 방식으로 전력 소모를 최소화한다.

1. 서 론

센서 네트워크는 기존 유/무선 네트워크에 비해 제한된 자원을 사용하기 때문에 에너지 효율을 최우선으로 한다. 센서 노드가 사용하는 에너지 중 가장 큰 부분을 차지하는 것은 데이터 전송에 필요한 통신 반경이다. 센서 네트워크 MAC Layer에서는 에너지 소모를 유도하는 Hidden Terminal, Overhearing, Control Packet Overhead 그리고 Idle Listening 등의 문제 해결을 위해 S-MAC, T-MAC 등 다양한 MAC Layer Protocol을 연구했으나 독립적으로 개발되어온 이유로 Network Layer와의 연결성 및 이에 따른 성능에 많은 문제가 제기되었다. 이러한 문제 해결을 위해 기존 OSI 7 Layer처럼 독립적인 개발이 아닌 다른 계층을 고려하여 계층을 구성하는 Cross Layer 설계 기법이 대두 되고 있다. 그러나 Cross Layer Protocol의 성격은 MAC Layer에 지배적인 영향을 받고 있으며 다른 계층의 기능적인 측면에 대해선 많은 연구가 필요하다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 관계이론으로 ZigBee 및 계층구조를 살펴보고 Cross Layer Protocol의 개념 및 설계 방법에 대해 살펴본다. 3장에서는 제안한 Cross Layer Protocol의 설계 방법에 대해서 살펴보고 4장 결론 및 향후 과제에 대해 살펴본다.

2. 본 론

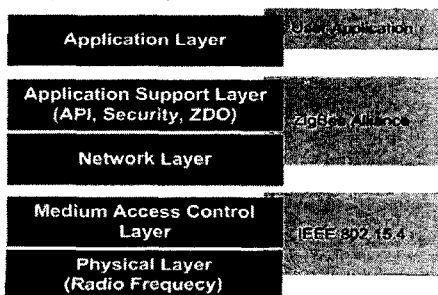
2. 관계 이론

2.1 ZigBee

ZigBee는 여러 가지 기능을 가진 것이 아닌 오직 원격 감지, 감시, 제어, 모니터링의 응용에 초점을 맞추고 가격을 최대한 낮추고, 전력 소모를 최소화 하는 방향으로 설계되었다. 또한 저전력을 위한 여러 가지 기술들을 제공하고 있어서 기기를 사용하지 않을 때는 쉽게 휴면 상태에 들어갈 수 있고, 필요한 경우 빠르게 깨어나 네트워크에 연결된다. 즉, ZigBee는 IEEE 802.15.4 기반으로 저전력과 저가격을 목표로 하는 저속 근거리 개인 무선통신의 국제 표준 스펙이다. ZigBee는 전력 소모가 적고 칩 가격이 저렴하고 통신의 안정성이 높아 최근 가장 급속한 발전을 하고 있는 기술이다.

IEEE 802.15.4에서 PHY/MAC을 정의 했으며, ZigBee Alliance가 상위 3개의 계층(DataLink, Network, Application)을 정의하였다. 그림 1은 ZigBee 계층의 구성을 나타내고 있다.

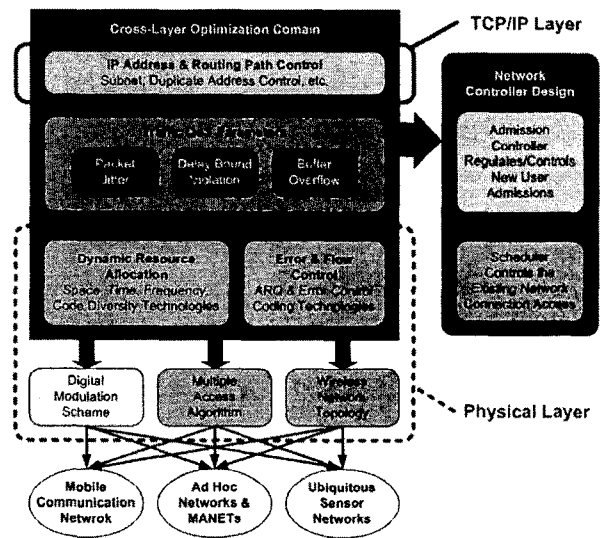
ZigBee 계층구조



〈그림 1〉 ZigBee 계층도

2.1.2 Cross Layer Protocol

무선 센서 네트워크에서는 각 센서 노드의 에너지 소비를 줄이는 것도 중요하지만, 이와 더불어 네트워크 전체의 Life Time을 늘리는 것이 중요하다. ZigBee 계층구조는 기존 OSI 7 Layer처럼 계층별로 독립되어 연구되어 왔다. 그러나 독립적으로 개발이 진행된 Network Layer Protocol과 MAC Layer Protocol은 서로 상호 연결을 위해 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 하드웨어나 소프트웨어 적으로 많은 한계를 가지고 있는 Sensor Mote는 현재 데이터 전송 및 Link 설정에 있어 많은 부분을 MAC Layer에 의존하고 있다. 이러한 문제 해결을 위해 Network Layer와 MAC Layer를 독립적으로 개발하는 것이 아니라 하나의 계층으로 개발을 연구하는 Cross Layer Protocol에 대한 연구가 진행 중에 있다. 그림 2는 Cross Layer의 개념을 나타내고 있다.



〈그림 2〉 Cross Layer의 개념

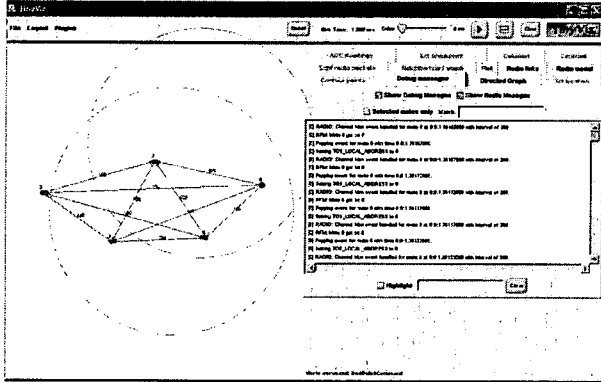
Cross Layer를 이용한 통신 프로토콜은 두 가지 방법으로 설계할 수 있다. 첫째는 다른 프로토콜 계층의 변수를 고려하여 해당 계층의 프로토콜을 설계함으로써 성능을 개선하는 방법이다. 이는 다른 계층의 정보를 기반으로 데이터를 처리하는 기법으로 MAC Layer에서 발생한 패킷의 손실률을 Transport Layer에 보내 발생된 Traffic을 패킷 손실과 구분 짓는데 사용한다. 또 하나의 Cross Layer 설계 방식은 여러 계층의 프로토콜을 하나의 컴포넌트로 병합하는 기법이다. MAC Layer에서 설정된 Link를 바탕으로 Network Layer의 Routing을 수행하는 것이다.

전자의 경우 기존 프로토콜의 계층 구조를 보존하여 상호 투명성을 유지하는 반면, 후자의 경우는 프로토콜 계층 간의 상호 작용을 긴밀하게 함으로써 보다 향상된 성능을 발휘할 수 있다.

이는 기존에 OSI 7 Layer처럼 독립적으로 개발이 진행되는 것이 아니라 각 계층별 상황에 맞게 계층을 설계할 수 있기 때문에 보다 효율적으로 네트워크를 운영할 수 있다.

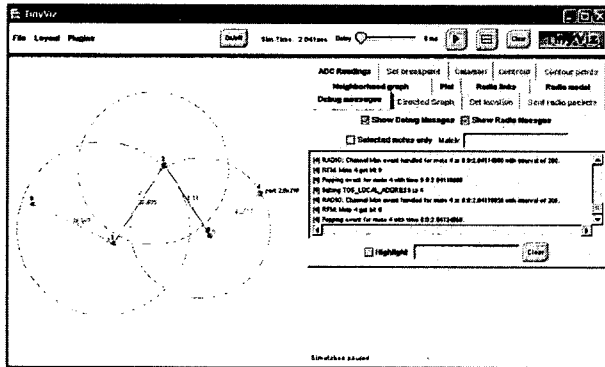
2.2 제안한 Cross Layer Protocol 설계 기법

본 논문에서는 에너지 효율적인 MAC과 Routing Protocol을 결합한 Cross Layer Protocol을 제안한다. 제안한 Cross Layer Protocol은 기본적으로 S-MAC Protocol의 동작과정을 따르며 MAC 계층에서 통신반경으로 데이터 간 충돌을 최소화 하고 Network Layer에서 효율적인 경로 선택을 한다. 제안한 프로토콜은 먼저 자신의 통신 반경에 존재하는 노드를 확인하고 가장 통신반경이 적게 설정될 수 있는 이웃노드를 중심으로 통신반경을 재조정하게 된다. 제안한 프로토콜의 동작과정은 다음과 같다.



〈그림 3〉 초기 노드의 통신 반경

그림 3에서 초기 노드는 자신의 통신 반경에 존재하는 모든 노드와 링크 연결 설정을 한 후 가장 가까운 노드에 맞춰 통신 반경을 설정하게 된다. 최적 통신 반경을 설정한 노드는 그림 4와 같이 효율적인 Multi hop 통신을 할 수 있다.



〈그림 4〉 제안한 프로토콜 동작과정

노드0은 MAC에서 설정된 통신반경보다 근거리에 이웃 노드가 있는 경우 통신반경을 점차 줄여 이웃노드와의 통신 반경을 최적화한다. 노드는2 노드1과의 통신반경을 기준으로 이웃노드를 탐색하며 발견된 이웃 노드가 없을 경우 통신반경을 늘려 이웃 노드를 탐색한다. 마찬가지로 목적지 까지 데이터 전송을 하는 과정에 노드들은 최적 경로 및 통신반경을 설정하게 된다. 또한 같은 통신반경에 다수의 노드가 존재 하는 경우가 발생하는 경우 초기 네트워크의 설정 정보를 바탕으로 한 목적지까지의 방향성을 고려하여 경로를 선택한다. S-MAC의 경우 통신반경보다는 노드의 전원을 Off 하여 네트워크 수명을 늘렸지만, 제안한 Cross Layer Protocol은 이를 바탕으로 통신반경 고려하여 네트워크를 구성하고 Multi hop의 경로가 다수 존재 할 경우 우선순위를 설정하는 방안을 제안하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 MAC 과 Network Layer를 기반으로 Multi hop을 위한 최적의 통신 반경을 설정하는 Cross Layer Protocol을 제안하였다. 통신 반경을 고려하지 않고 단지 노드의 Radio 전원에 관점을 둔, 기존의 센서 네트워크 MAC Protocol과 하위 계층을 고려하지 않은 채, 단순히 최적 경로만을 위해 제안된 Routing Protocol의 단점을 보완하여 무선 센서 네트워크에서 에너지 소비가 가장 큰 부분인 통신 반경 기반의 센서 네트워크를 제안함으로써 네트워크의 수명을 늘릴 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 정훈 외 5명, “센서네트워킹 기술 동향”, 전자통신동향분석, 제22권 22권 제3호, 80~89, 2007년 6월
- [2] 황호영 외5명, “무선 센서 네트워크에서의 에너지 효율적인 MAC 프로토콜에 대한 동향 및 분석”, SK Telecommunications Review, 제 14권 6호, 2004년 12월
- [3] 전호인, “IEEE 802.15.4 WPAN 기술”, 전자공학회지, 제32권 제4호, 87~104페이지, 2005년 5월
- [4] “ZigBee Specification”, ZigBee Alliance, ZigBee Specification Document 053474r13, 2006년 12월
- [6] M.L, Sichitiu, “Cross Layer Scheduling for Power Efficiency in Wireless Sensor Networks,”, in IEEE INFOCOM’04, Mar. 2004