

방향성 안테나를 이용한 에너지 효율적인 센서 네트워크의 제안

김경근, 정원수, 오영환
광운대학교 전자통신공학과

The proposal of the energy efficiency sensor network using directional antennas

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

Abstract - The sensor networking technique as the radio network which does not have the base infrastructure network. The sensor nodes oneshelf automatic compose the network and simultaneously accomplish two roles of the router and data source. The sensor network is kind of Ad-hoc network is a possibility of seeing from point. sensor networking technique is restricted that limit of the memory and the battery back with the resources of the node. The sensor nodes overcomes the restriction of the resources it is in the process of researching the multi-hop routing technique which the sensor network divided cluster routing techniques which are researched.

this paper proposed using beamforming antenna which has the directivity of the electric wave, the beamforming antenna from the Ad-hoc network using technique. the proposal is that raises the efficient of data transmission from the sensor network and extends the lift time of the sensor network.

1. 서 론

센서 네트워킹 기술은 고정된 기지국이나 기반네트워크가 없는 무선 네트워크로서 노드들이 스스로 네트워크를 구성해야 하는 자동구성 특성과 라우터와 데이터 소스의 두 가지 역할을 동시에 수행한다는 점에서 Ad-hoc 네트워크의 일종이라 볼 수 있다. 그러나 센서 네트워킹 기술은 제한된 노드의 자원으로 메모리 및 배터리 등의 한계를 갖는다. 이러한 자원의 제약을 극복하기 위해 다양한 라우팅 기법들이 연구되고 있으며 현재는 각 클러스터로 계층을 나누는 멀티 홉 라우팅 기법의 연구 중이다.

본 논문에서는 기존의 Ad-hoc 네트워크에서의 전파의 방향성을 가진 Beamforming 안테나를 이용하여 센서 네트워크에서의 데이터 전송의 효율성을 높이고 네트워크의 수명을 연장하기 위한 방안을 제안한다.

본 논문에서는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장 본문에서는 Beamforming 안테나 기술과 ZigBee에 대하여 알아보고 이를 바탕으로 제안한 모델에 관하여 설명한다. 마지막으로 3장에서는 결론 및 향후 연구 방향으로 끝을 맺는다.

2. 본 론

2.1 관계 이론

2.1.1 ZigBee 기반의 센서 네트워크

ZigBee는 여러 가지 기능을 가진 것이 아닌 오직 원격 감지, 감시, 제어, 모니터링의 용용에 초점을 맞추고 가격을 최대한 낮추고, 전력 소모를 최소화 하는 방향으로 설계되었다. 또한 저전력을 위한 여러 가지 기술들을 계공하고 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.

버클리 대학의 Micaz 모드의 경우 최소 2.5V의 배터리가 필요하며 보통 Active 모드의 경우 33mA, 휴면 모드의 경우 30mA의 전력을 이용한다.

IEEE 802.15.4에서 PHY/MAC을 정의 했으며, ZigBee Alliance가 상위 3개의 계층(Datalink, Network, Application)을 정의하였다. 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.

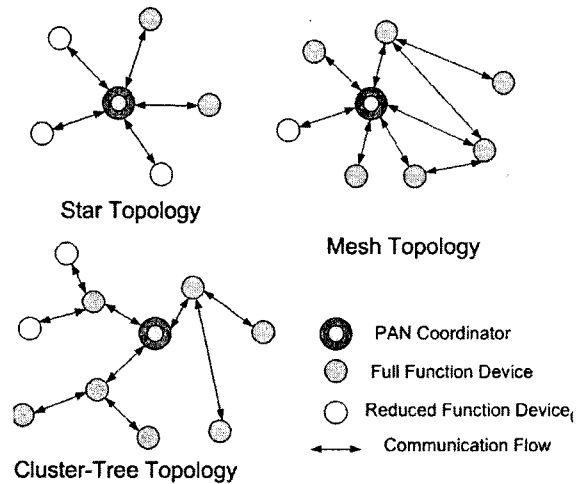
ZigBee는 기기의 성능에 따라 전기능기기(FFD: Full Function Device)와 축소기능기기(RFD: Reduced Function Device)로 나눌 수 있다. FFD는 ZigBee 코디네이터, ZigBee 라우터, ZigBee 종단기기 중에 어떤 기기로도 사용 될 수 있다.

ZigBee 코디네이터 :단지 하나만의 ZigBee 코디네이터가 각 네트워크마다 있다. 다른 네트워크와 사이에 라우터처럼 동작하고 네트워크 Tree의 루트 역할을 한다. 네트워크에 대한 정보를 보관하며 네트워크 주소를 할당

하는 역할을 한다.

- ZigBee 라우터 : ZigBee 라우터는 FFD 기기 중 하나로 다른 기기에서 데이터를 임시로 전송하는 라우터의 역할을 한다. ZigBee 코디네이터 노드보다는 메모리가 적게 필요하고, 제작 비용도 적게 든다. 모든 네트워크 형태에서 작동 가능하고, 필요한 경우 코디네이터로도 작동 될 수 있다.
- ZigBee 종단기기 : ZigBee 종단기기는 RFD 기기이며 이 기기는 단지 네트워크 코디네이터나 라우터와 통신할 수 있고, 이것을 이용하여 간단한 Star형 네트워크를 구성할 수 있다.

그림 1은 Zigbee 네트워크의 구성을 나타내고 있다.



<그림 1> ZigBee 네트워크 Topology

ZigBee 네트워크는 Star형, Cluster Tree형, 그리고 Mesh형으로 구분할 수 있다. Star형에서 노드는 PAN 코디네이터에게 모든 패킷을 전달하여 통신이 이루어지며, 네트워크 구성이 간단하지만 노드간의 경로가 하나만 존재한다는 단점이 있다. Mesh형은 노드 간 여러 개의 경로가 존재하고 하나의 경로가 실패 시 다른 경로로 전달하지만 구현이 복잡하고 보다 많은 메모리를 사용하며 전원을 항상 공급해야 한다. Cluster Tree형은 우리가 제안한 시스템에서 사용할 네트워크로서 라우터는 클러스터 헤더와 멤버 노드 등과 같이 계층적으로 분류되어 멤버 노드는 클러스터 헤더를 통해 데이터의 전송 등의 통신을 한다. 클러스터링/계층 구조 방식은 본질적으로 데이터 집중/융합에 유리한 장점이 있으며, 클러스터 헤더노드의 관리에 의해서 하위 노드들을 조정하여 전력 소모도 낮출 수 있다.

2.1.2 Beamforming 안테나

Beamforming이라는 말은 안테나에서 방사된 에너지가 공간에서 특정한 방향을 따라 집중되는 장치 또는 장비들에 의해 수행되는 기능과 관련이 있다. 그 목적은 원하는 방향으로부터 신호를 수신하거나 원하는 방향으로 신호를 전달하는 것이다.

방향성을 가진 부분을 main lobe라하며 main lobe의 각도를 Beamwidth (θ_m), 안테나로 얻은 이득(gain)을 g_m , 그리고 방향성을 갖지 못한 나머지 부분을 sidelobe라 하며 sidelobe의 이득은 G_s 이다. 이득 g_m 은 식(1)과 같이 표현할 수 있다.

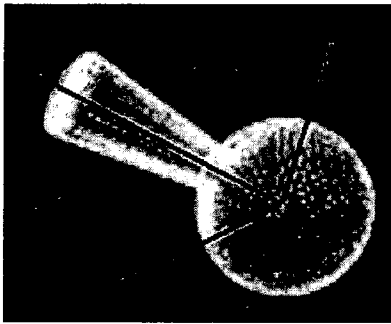
$$g_m = \frac{4\pi r^2}{\pi(r^2 \tan^2(\theta_{max}/2))} \quad (1)$$

방향성을 가진 Beamforming 안테나의 경우 Beamwidth 각도가 좁아짐에 따라 높은 이득을 얻게 된다. 표 1은 각각의 각도에 대한 이득을 나타낸다.

〈표 1〉 main lobe의 Beamwidth 각도에 따른 안테나의 이득

| Gain (g _m) | Beamwidth (θ _m) | Sidelobe gain(g _s) |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 10dBi | 60 deg | -7.4 dBi |
| 14dBi | 40 deg | -7.6 dBi |
| 20dBi | 20 deg | -6.5 dBi |
| 26dBi | 10 deg | -4.0 dBi |

그림 2는 Beamforming 안테나의 전송반경을 나타낸다.



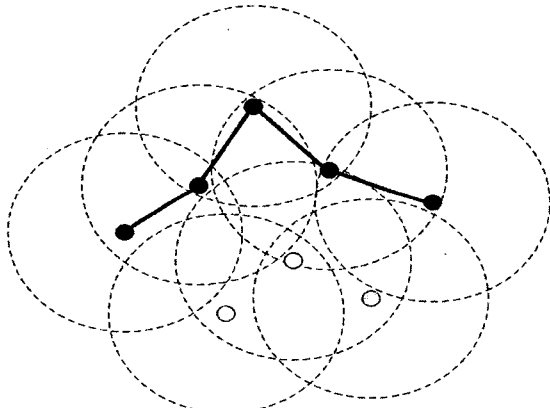
〈그림 2〉 Beamforming 안테나의 전송반경

2.2 제안한 모델

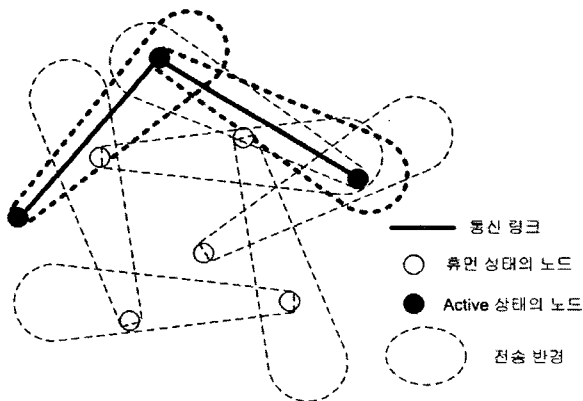
제안한 센서 네트워크 모델은 기존의 전방향성을 갖는 센서 노드의 사용이 아닌 각 센서 노드는 전파의 방향성을 가진 Beamforming 안테나를 이용하여 센서 네트워크에서의 라우팅의 효율성을 높이고 네트워크의 수명을 연장하기 위한 방안을 제안한다.

그림3은 기존의 센서 네트워크의 라우팅 모델과 제안한 모델의 라우팅을 비교한 그림이다.

- 기존의 센서 네트워크 모델



- 제안한 센서 네트워크 모델



〈그림 3〉 기존의 센서 네트워크와 제안한 센서 네트워크 비교

제안한 센서 네트워크 모델은 아래와 같은 가정 사항을 둔다.

- 모든 센서 노드는 자신의 전송 반경 내의 모든 센서 노드의 위치를 위치인식 기술을 이용하여 데이터의 송·수신 이전에 센서 노드의 위치를 알고 있다.
- 초기의 위치인식은 각 센서 노드의 전송 방향은 각도의 구역으로 결정하기 때문에 센서의 각도를 이용한 AoA(Angle of Arrival) 기법을 이용한다.

기존의 센서 네트워크에서는 전방향성의 센서 노드들을 이용하여 자신의 통신 반경의 센서 노드를 이용하여 멀티 홉 방식으로 데이터를 송·수신하게 된다. 이는 싱글 홉 방식 보다 에너지 효율적인 면을 고려하여 멀티 홉 방식을 사용한 것이다. 각 센서 노드의 데이터 전달에 있어서 같은 양의 전력을 사용하여 데이터를 송신할 경우 더욱 먼 거리의 노드에게 전송하는 것이 효과적일 것이다. 따라서 같은 크기의 전력을 사용하지만 자신이 원하는 방향으로 전송반경을 높이고 불필요한 부분의 전송을 낮추게 된다면 보다 효과적인 것이다. 그림 3에서와 같이 제안한 센서 네트워크 모델은 기존의 센서 네트워크에서 4홉의 거리에 전송되던 것을 2홉만으로 줄일 수 있게 됨으로써 에너지의 효율을 상승 시키며 전송 홉 수를 줄이게 되어 센서 네트워크의 수명을 연장할 수 있을 것이다.

3. 결 론

본 논문에서는 기존의 센서 노드에서의 데이터 송·수신을 위해 전방향의 안테나를 이용하여 통신하던 것과는 달리 Beamforming 안테나를 이용하여 센서 노드에서 자신이 통신을 원하는 방향으로 전파를 송신함으로써 센서 노드에서의 에너지 효율성을 높이기 위한 방안을 제안하였다. 앞으로 센서 네트워크의 활용이 점차 증가하고 이를 효율적으로 사용하기 위해 기존의 Ad-hoc 등의 무선 네트워크에서 사용하는 기술을 적용시키기 위해 많은 연구가 필요하다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] 정훈 외 5명, "센서네트워킹 기술 동향", 전자통신동향분석, 제22권 22권 제3호, 80~89, 2007년 6월
- [2] R. Ramanathan, "On the Performance of Ad Hoc Networks with Beamforming Antennas" in Proc. of ACM MOBIHOC, 2001년 8월
- [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
- [5] 장한식의 1명, "ZigBee 기술을 이용한 디지털 홈 네트워킹", 한국통신학회지, 제22권 제11호, 50~62페이지, 2005년 11월
- [6] 김진태의 1명, "RFID와 ZigBee를 이용한 u-Health 시스템 구현", 전자공학회논문지, 제43권 TC편 제1호, 79~89페이지, 2006년 1월
- [7] 박종태의 3명, "유비쿼터스 센서 네트워크에서 위치 측정 기술", 전자공학회지, 제32권 제7호, 81~94페이지, 2005년 7월