
유비쿼터스 센서 네트워크에서의 전력 기반 라우팅기법

원종호 · 박형근

한국기술교육대학교

Power based Routing Scheme for Ubiquitous Sensor Networks

Jongho Won · Hyung-Kun Park

KOREATECH

E-mail : hkpark@koreatech.ac.kr

요 약

유비쿼터스 센서네트워크는 외부 전원에 연결되지 않고 자체 배터리로 동작하므로 에너지의 효율적 활용을 통해 네트워크 수명을 극대화하는 것이 요구된다. 기존의 홉수 기반의 라우팅 프로토콜에서는 대부분 노드들은 일정한 송신전력을 기반으로 하여 라우팅 프로토콜이 설계되었다. 본 논문에서는 노드의 잔여전력에 따라 송신전력을 제어하도록 함으로써 노드간의 전력소모의 균형을 이루도록 하여 네트워크의 수명을 연장시키는 라우팅 프로토콜을 제안하고 시뮬레이션을 통한 제안된 라우팅 프로토콜의 성능을 비교분석하였다.

ABSTRACT

Since the ubiquitous sensor network is not connected to external power source and operated by its own battery, it is required to maximize the network life using the efficient energy utilization. In a conventional hop count based routing protocol, most sensor nodes are designed with a constant transmission power. In this paper, we propose a routing protocol that prolongs the network lifetime by balancing the power consumption among the nodes by controlling the transmit power according to the residual power of the nodes, and compared the performance of the proposed routing protocol through computer simulations.

키워드

sensor networks, routing protocol, network lifetime

1. 서 론

유비쿼터스 센서네트워크는 외부전원이 아닌 배터리를 통해 전원을 공급받기 때문에 사용할 수 있는 가용전원이 제한적이다. 따라서 자신이 보유하고 있는 배터리 잔량 에너지를 모두 소모하게 되면 노드는 더 이상 정상적인 라우팅 동작을 수행할 수 없게 되고 이와 같이 전원이 고갈된 노드가 많아지게 되면 네트워크는 기능을 상실하고 그 수명을 다하게 된다[1]. 특히 노드들간의 전력소모에서의 불균형은 특정 노드들의 전력을 고갈시켜 전체적으로 충분한 전력을 갖는 노드들이 많이 있음에도 네트워크가 수명을 다하는 문제를 야기한다. 결국 이와 같은 네트워크 환경에서 노드들이 라우팅 동작을 원활히 수행하면서, 동시에 무선기기 사용자들에게 높은 QoS를 제공하기 위해서는 노드, 즉 무선기기의 충분한 가용 시간이 보장되어야 하며, 네트워크

수명을 극대화하기 위해 노드들 간의 균형된 전력 소모를 유도할 수 있어야 한다. 라우팅 프로토콜의 개발 과정에서도 이와 같은 점들이 반드시 고려되어야 한다.

그동안 노드의 잔여전력을 고려한 라우팅 프로토콜이 많이 제안되었다[2][3]. 그러나 대부분의 라우팅 프로토콜들은 사전에 주변 노드들의 잔여전력을 인지하기 위한 전력정보를 전달하기 위해 많은 오버헤드를 필요로 하며 라우팅 알고리즘 또한 복잡해지는 문제점이 있다. 본 논문에서는 기존의 리액티브 라우팅 프로토콜을 기반으로 하여 노드를 잔여전력에 따라 고전력, 정상전력, 저전력의 3가지로 분류하고 각각의 분류에 따라 송신전력과 전송범위를 제어함으로써 노드간의 전력 불균형을 낮추어 전력이 고갈되는 노드의 수를 줄여 네트워크의 수명을 연장할 수 있는 라우팅 프로토콜을 제안한다.

II. 본 론

본 라우팅 알고리즘은 AODV 알고리즘을 기반으로 하여 설계된다. 따라서 기존의 방식에서 일부 수정을 통해 잔여전력에 따른 송신전력을 제어할 수 있도록 한다. 잔여전력의 임계값을 정해 구간을 세 개로 나눈 뒤 노드들은 세가지로 분류하고 해당 노드의 송신 전력을 조절한다. 잔여전력이 저전력 임계값보다 낮은 노드는 저전력 노드로 잔여전력이 고전력 임계값보다 높은 경우를 고전력노드로 분류한다. 고전력노드가 존재할 경우는 전송전력을 높여 전송거리를 크게 한다. 따라서 고전력노드의 전력사용은 증가하게 되나 라우팅 경로상의 전체적인 홉수를 줄여 다른 노드들의 전력사용을 감소시킬 수 있게 된다. 마지막으로 경로상에 저전력노드가 존재하는 경우는 전송범위를 작게하여 전송전력을 줄임으로써 저전력 노드의 전력사용을 낮추게 된다.

패킷의 송신전력을 보다 높게 전송하게 되면 홉수 기반의 경로선택과정에서 고전력 노드로부터 멀리 떨어진 노드가 중계노드로 선택될 가능성이 높게 된다. 단, 그림 1와 같이 고전력 노드로부터 멀리 떨어진 원거리의 중계노드는 고전력 노드의 위치를 알지 못하므로 기본적으로 정해진 정상전력의 RREP를 유니캐스트하게 되므로 원거리의 고전력노드는 RREP를 수신하지 못하는 문제가 발생하게 된다. 따라서 고전력 노드는 RREQ패킷 전송단계에서 자신이 고전력 노드임을 다음 노드에게 알려줘야 한다.

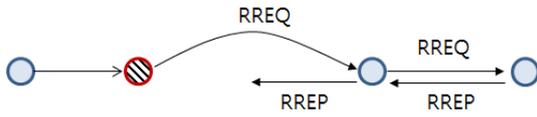


Fig. 1 The problem of RREQ-RREP exchange for long distance

이를 위해 제안하는 전력제어 라우팅 프로토콜에서는 RREQ 메시지 필드에 자신의 잔여전력이 임계값보다 높거나 낮음을 알려주는 정보(PL)를 추가하여 RREQ 패킷을 받은 노드가 RREP 패킷을 보낼 때 같은 전력 레벨로 패킷을 전송할 수 있도록 한다.

만약 노드의 잔여전력이 기준치 보다 낮아 저전력 노드로 분류되는 경우 전송범위를 줄여 전력소모를 줄일 필요가 있다. 그러나 이 경우 전송범위가 줄어들어 따라 전송범위 내에 릴레이 노드가 존재하지 않을 문제가 발생할 수 있다.

고전력 노드의 라우팅과 유사하게 저전력 노드는 $RREQ_{RR=0}$ 와 $RREQ_{RR=1}$ 의 두 개의 패킷을 송신한다. 이때 $RREQ_{RR=0}$ 은 정상전력으로 전송되는 패킷이며 정상적인 전송영역을 갖는다. 반면 $RREQ_{RR=1}$ 은 송신전력을 줄여 전송하고 송신전력의 감소로 인해 전송영역 또한 크게 줄어들게 된다.

이렇게 두 개의 RREQ패킷을 전송하는 이유는 정상전력의 $RREQ_{RR=0}$ 을 추가로 보내서 저전력 전송영역내에 중계노드가 존재하지 않을 경우 정상전송영역내의 노드를 통한 라우팅이 이루어지도록 하기 위함이다. 또한 RREQ를 수신한 노드들이 자신이 어떤 전송영역에 속해있는지를 판단할 수 있도록 한다. 짧은 거리로 인해 홉수가 증가할 가능성이 많아 $RREQ_{RR=1}$ 를 받는 노드의 경우 자신이 저전력 전송영역 내에 있음을 확인하고 홉 수를 하나 줄이도록 한다. 즉 전체 홉 수에서 저전력 전송범위내의 중계노드의 수를 뺀 값을 해당경로의 홉 수로 계산한다. 이렇게 함으로써 근거리노드 B를 포함하는 경로선택의 가능성을 높이도록 한다.

III. 시뮬레이션 및 결론

제안된 라우팅프로토콜을 위한 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 2는 패킷의 전송에 따라 노드의 잔여전력에 대한 표준편차를 보여준다. 기존의 AODV방식에서는 노드간의 잔여전력에 대한 표준편차가 크게 나타나 전력사용의 불균형이 심화됨을 알 수 있다. 반면 제안된 라우팅 프로토콜에서는 잔여전력의 표준편차가 크게 줄어들어 확인할 수 있으며 저전력, 정상전력, 고전력 노드에 따른 전송거리가 1:2:4로 그 차이가 크게 나타나는 mod1의 경우가 전송거리가 1.5:2:3의 비율을 갖는 mod2에 비해 공평하게 전력사용이 이루어짐을 알 수 있다.

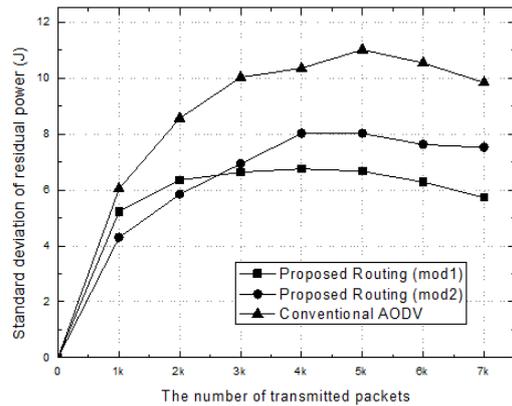


Fig. 2. standard deviation of residual power according to the number of packets

본 논문에서는 센서네트워크에서 송신전력을 제어함으로써 노드들간의 전력 불균형 문제를 해결하여 네트워크 수명을 증가시킬 수 있는 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 제안한 라우팅 프로토콜로 인해 노드들 간의 잔여 전력차이가 크게 줄어들어 균형적인 전력소모가 이루어짐을 확인하였으며 이로 인해 전체적인 네트워크 수명이 크게 증가하는 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] P. Yarde, S. Srivastava and K. Garg, "A modified energy efficient protocol for optimization of dead nodes and energy consumption in wireless sensor networks," Proceeding of Eleventh International Conference on Sensing Technology, 2017.
- [2] X. Fei, Y. Wang, A. Liu and N. Cao, "Research on Low Power Hierarchical Routing Protocol in Wireless Sensor Networks," Proceeding of IEEE International Conference on Computational Science and Engineering, pp.376-378, 2017.
- [3] N. H. Nazar and M. R. Heydarinezhad, "Enhancement lifetime of wireless sensor networks with mobile sink managed and improved routing and control Power Consumption," Proceeding of 2nd International Conference on Knowledge-Based Engineering and Innovation, pp.485-491, 2015.