

ZigBee 네트워크의 계층적 라우팅의 성능 향상을 위한 알고리즘

*하재열, 신수용, 최재영, 이종욱, 김남훈, 권옥현

서울대학교 제어정보시스템 연구실

e-mail : *hgy8099@cisl.snu.ac.kr

An Algorithm for Improving Hierarchical Routing in ZigBee Networks

*J.Y Ha, S.Y Shin, J.Y Choi, J.W Lee, N.H Kim, W.H Kwon

Control Information System Lab

Seoul National University

Abstract

An algorithm to improve the efficiency of the hierarchical routing in ZigBee Networks is proposed. By forwarding the data to the nearest neighbor in the hierarchy, more efficient path can be achieved without any control and memory overhead. Simulation results shows the proposed algorithm provides about 20% shorter path.

I. 서론

ZigBee는 저전력 저속 WPAN (wireless personal area networks) 표준인 IEEE802.15.4 의 매체 접근 계층과 물리 계층을 기반으로 네트워크 계층과 응용 계층을 정의한 새로운 네트워크 표준이다. ZigBee v1.0은 2005년 공개되었으며, 건물 자동화, 가정 자동화, 공장 자동화 등을 위한 간단한 무선 제어 네트워크를 대상 응용 분야로 잡고 세계의 여러 기업들이 제품화에 나서고 있다.

ZigBee의 가장 큰 장점은 저렴한 가격과 복잡도로 간단한 무선 네트워크를 형성할 수 있다는 것이다.

ZigBee는 계층적인 주소 할당 체계를 통해 복잡도가 낮은 계층적 라우팅 기법을 정의하고 있다. 하지만, 계층적 라우팅 기법은 많은 경우에 있어 비효율적인 라우팅 경로를 제공하는 단점을 지니고 있다. 이를 극복하기 위해 ZigBee 표준은 AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing) 와 유사한 테이블 기반의 라우팅을 정의하고 있지만, 이 방법을 사용하기 위해서는 구현의 복잡도와 메모리를 비롯한 하드웨어 비용이 증가하며, 라우팅 경로를 찾기 위해 RREQ (Route Request) 패킷을 브로드캐스트 해야 하는 부담이 이 있다.

본 논문은 제어 패킷이나 메모리의 부담 없이 ZigBee의 계층적 라우팅의 라우팅 경로를 개선하는 알고리즘을 제안한다.

II. 본론

2.1 ZigBee Routing 기법

ZigBee 네트워크에는 세 가지 종류의 토폴로지를 지원한다. 우선 스타 토폴로지에서는 모든 노드들이 하나의 ZigBee coordinator에게 연결되어 통신이 이루어진다. 트리 토폴로지는 router 노드 또는 end device 노드가 ZigBee coordinator 나 다른 router 노드에 연결되어 트리 형태로 확장된다. 즉, 하나의 router 혹은 end device 는 자신의 부모 router 혹은 ZigBee coordinator에 연결되는 것이다. 트리 토폴로지에서는

트리를 통한 라우팅 경로를 사용한다. ZigBee 는 네트워크 주소 체계가 계층적으로 구성되어 노드의 주소만으로 그 노드의 트리 상에서의 위치를 파악할 수 있다. 즉, 목적지 노드로 프레임을 전달하기 위해 목적지 노드의 주소를 통해 자신의 가지 아래에 위치할 때는 그 가지에 해당하는 자식노드에게 전달하며, 그렇지 않은 경우 자신의 부모 노드에게 전달한다. 마지막으로 메시 토폴로지는 트리 토폴로지 하에서 AODV와 유사한 방식의 테이블 기반 라우팅 기법을 도입하여 RREQ와 RREP의 전송과 라우팅 테이블을 관리함으로써 형성된다[1]. 그림 1의 녹색 경로에서 보듯이 테이블 기반의 라우팅을 사용하면 매우 효율적인 라우팅 경로를 찾을 수 있다. 그러나 테이블 기반의 라우팅은 RREQ 를 브로드캐스트 해야하므로, 많은 제어 트래픽을 유발시키며, 라우팅 테이블을 관리하기 위해 네트워크 노드 수의 증속에 비례하여 증가하는 메모리 영역을 요구한다. ZigBee는 간단하고 값싼 제품을 목표로 하므로 테이블 기반의 라우팅을 모든 라우팅 경로를 찾는데 사용하는 것은 부적절하다. 그러나 트리 기반의 라우팅은 그림 1의 붉은 경로에서 보듯이 트리를 따라 전달되므로 실제 효율적인 경로에 비해 매우 비효율적인 경로를 제공할 수 있다.

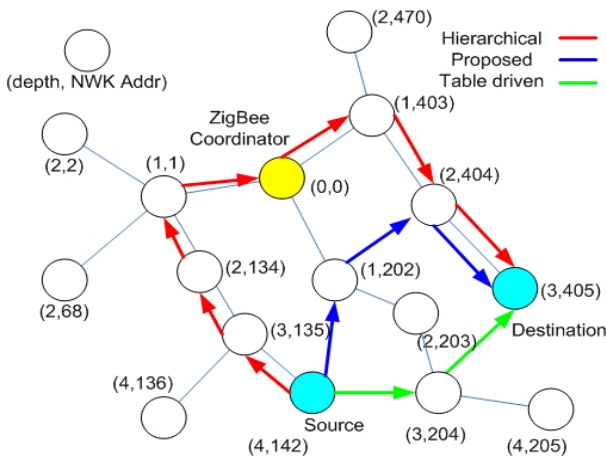


그림 1 세 가지 라우팅 기법의 비교

2.2 계층적 라우팅 향상 알고리즘

본 논문에서는 기존의 트리 토폴로지의 라우팅 기법이 프레임을 전달할 때 단지 자신의 부모 노드 혹은 자식 노드들 중 하나에게 전달할 지를 탐색하는 것이 아니라 이웃 노드 테이블에 저장되어 있는 이웃 노드들의 정보를 활용함으로써 보다 효율적인 트리 경로를 찾는 알고리즘을 제안하였다. 즉, 그림 1의 142번 소스 노드는 자신의 부모 노드인 135번 노드보다 이웃 노드 202번가 목적지 노드인 405번 노드에 더 작은 홉 수로

도달 가능함을 계산하고 202번 노드에게 전달하게 된다. 같은 방법으로 202번 노드는 자신의 부모 노드가 아닌 404번 노드에게 전달하게 된다. 결론적으로 그림 1의 파란 경로와 같이 테이블 기반의 라우팅보다는 조금 길지만, 계층적 라우팅보다는 효율적인 라우팅 경로를 찾게 되는 것이다. 제안된 알고리즘은 테이블 기반의 라우팅 기법과는 달리 별도의 제어 트래픽을 유발하지 않고, 테이블 관리를 위한 메모리를 요구하지 않는다는 장점이 있다.

III. 시뮬레이션

아래는 40(m)x40(m) 영역에 총 100개의 노드가 임의로 분포되어 있을 때, 임의의 한 end device로부터 다른 임의의 end device까지의 홉 수를 각각의 라우팅 기법에 따라 시뮬레이션 한 결과이다. 표 1에서 보듯이 제안된 알고리즘은 기존의 계층적 라우팅 경로보다 짧고, 테이블 기반의 라우팅 경로에 근접하는 효율적인 라우팅 경로를 제공할 수 있다.

Table I. 세 기법의 라우팅 경로 홉 수 비교

	Hierarchical	Proposed	Table Driven
RT=30 ED=70	5.33	3.94	3.75
RT=50 ED=50	5.68	4.36	4.03
RT=70 ED=30	5.78	4.25	3.81

RT = Router, ED=End Device

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 ZigBee의 계층적 라우팅 기법의 성능을 향상시키는 알고리즘을 제안하였다. 본 알고리즘은 이웃노드들 중 계층적 위치가 목적지와 가장 가까운 노드를 전달 노드로 선택함으로써 제어 프레임이나 메모리 부담없이 더 효율적인 라우팅 경로를 찾을 수 있다. 시뮬레이션을 통해 약 20% 정도 더 짧은 홉 수의 경로를 찾을 수 있음이 확인되었고, 많은 부담이 요구되는 테이블 기반의 라우팅의 성능에 비해 10% 정도 긴 패스를 제공하나 제어프레임 부담이나 메모리 부담이 없다는 장점이 있다.

참고문헌

[1]ZigBee Alliance, ZigBee Standard V1.0, Dec, 2004.