

# TDMA 기반 애드혹 네트워크를 위한 메쉬 라우팅 알고리즘 설계

황소영 · 유동희

부산가톨릭대학교

## Design of a Mesh Routing Algorithm for TDMA based Ad-hoc Networks

Soyoung Hwang · Donhui Yu

Catholic University of Pusan

E-mail : soyoung@cup.ac.kr

### 요 약

최근 애드혹 네트워크에서 신뢰성과 확장성을 고려하여 메쉬 라우팅의 지원이 요구되고 있으며 IEEE 802.15.5의 Low-rate WPAN Mesh 와 ZigBee alliance에서 AODV를 기반으로 한 메쉬 라우팅이 대표적이다. IEEE 802.15.5 Low-rate WPAN Mesh의 경우 메쉬 라우팅을 위해 hello command의 주기적인 브로드캐스팅이 필요한데 이는 네트워크를 구성하는 노드의 밀집도가 증가할 경우 그 부하가 기하급수적으로 증가하게 된다. 또한 ZigBee alliance의 AODV 기반 메쉬 라우팅 기법도 RREQ 메시지의 브로드캐스팅에 기반하고 있기 때문에 경로 설정을 위한 제어 트래픽의 부하가 매우 크다는 단점을 갖는다. 본 논문에서는 TDMA 네트워크에서 TDMA MAC의 특성과 토폴로지 기반으로 할당된 주소를 활용한 메쉬 라우팅 알고리즘의 설계를 제안한다.

### 키워드

mesh routing, TDMA, beacon

## I. 서 론

최근에는 애드혹 네트워크에서 신뢰성과 확장성을 고려하여 메쉬 라우팅의 지원이 요구되고 있으며 IEEE 802.15.5의 Low-rate WPAN Mesh 와 ZigBee alliance에서 AODV를 기반으로 한 메쉬 라우팅이 대표적이다[1].

IEEE 802.15.5 Low-rate WPAN Mesh는 IEEE802.15.4 PHY/MAC을 기반으로 동작하며 Mesh coordinator를 중심으로 블록 어드레싱을 수행하고, 노드들이 지정한 홉수 내에서 주기적으로 hello command를 브로드캐스팅하여 지정한 홉수 내의 이웃 노드들 정보를 수집한다. 이를 neighbor table로 관리하여 메쉬 라우팅을 가능하도록 한다[1,2].

ZigBee alliance에서 제안한 메쉬 라우팅 기법은 종래의 MANET에서 제안된 AODV 방식을 차용하여 소스 노드는 목적지 노드에 도달하기 위한 경로를 탐색하기 위해 RREQ (Route Request) 메시지를 방송하고, 이를 수신한 목적지 노드는 소스 노드에 이르기까지 RREP (Route Reply) 메시지를 전달하여 소스 및 목적지 간 경로를 설정하는 방식이다[1,3].

IEEE 802.15.5 Low-rate WPAN Mesh의 경우 메쉬 라우팅을 위해 hello command의 주기적인 브로드캐스팅이 필요한데 이는 네트워크를 구성하는 노드의 밀집도가 증가할 경우 그 부하가 기하급수적으로 증가하게 된다. 또한 ZigBee alliance의 AODV 기반 메쉬 라우팅 기법도 RREQ 메시지의 브로드캐스팅에 기반하고 있기 때문에 경로 설정을 위한 제어 트래픽의 부하가 매우 크다는 단점을 갖는다.

본 논문에서는 TDMA 기반 애드혹 네트워크에서 TDMA MAC의 특성과 토폴로지 기반으로 할당된 주소를 활용한 메쉬 라우팅 알고리즘의 설계를 제안한다.

## II. TDMA 기반 애드혹 네트워크를 위한 메쉬 라우팅 알고리즘

### (1) 알고리즘 동작 환경

제안하는 메쉬 라우팅 알고리즘은 TDMA MAC을 기반으로 동작하는 애드혹 네트워크에서 동작한다. 네트워크를 구성하는 모든 노드들은 주기적으로 비컨 (beacon) 메시지를 방송하고 이를 통해 TDMA를 위한 시각 동기 및 이웃 노드

(neighbor node) 정보를 수집한다. 또한, 네트워크의 형성은 ZigBee에서 제안한 바와 같이 초기 파라미터 만을 이용하여 분산적으로 주소를 할당하도록 한다. 즉, 토폴로지 구조에 맞추어 노드의 주소를 할당함으로써, 네이버 테이블의 구성없이, 또한 RREQ/RREP와 같은 제어 메시지의 교환 없이 네트워크 내부에서 트리 라우팅을 이용하여 멀티 홉 데이터 전송을 수행할 수 있다. 하지만, 트리 라우팅은 실제 목적지가 가까이 있음에도 불구하고 네트워크 접속 과정에서 서로 다른 서브 트리에 속한 경우 메시지 중계 횟수가 증가하게 되고 이는 네트워크의 트래픽과 데이터 전송 지연을 높이는 단점이 있다.

## (2) 메쉬 라우팅 알고리즘

제안하는 메쉬 라우팅 알고리즘은 네트워크 형성 과정에서 수집한 이웃 노드 정보 혹은, 접속 후 주기적으로 수신한 비컨 메시지에서 수집한 이웃 노드 주소 리스트를 하위 MAC 계층에서 주기적으로 브로드캐스팅하는 비컨 메시지 내 비컨 페이로드 (beacon payload)에 탑재하여 브로드캐스팅하도록 한다. 주변 노드들로부터 비컨 메시지를 수신한 노드는 비컨 페이로드에 탑재된 이웃 노드 주소 리스트를 추출하여 네트워크 테이블을 생성 및 관리한다. 이때, 비컨 페이로드에 탑재되는 이웃 노드 정보의 범위는 지정된 값에 의해 정해질 수 있다.

즉, 2-hop 이웃 노드에 대해 테이블을 관리하고자 한다면 노드는 비컨 전송시 노드 접속 과정에서 수집한 이웃 노드의 주소 혹은, 비컨 수신을 통해 수집한 이웃 노드의 주소를 비컨 페이로드에 탑재하여 브로드캐스팅하면 된다. 지정된 비컨 수신 기간 동안 이웃 노드들의 비컨을 수신한 노드는 각 비컨을 전송한 노드의 주소 및 해당 비컨 페이로드에 탑재된 이웃 노드 주소를 테이블로 생성 관리함으로써 네트워크 테이블을 유지하게 된다. 같은 방법으로 3-hop 이상의 이웃 노드 정보도 자신이 관리하는 이웃 노드 테이블 정보를 비컨 페이로드에 탑재하여 브로드캐스팅하고 해당 비컨을 수신한 노드가 테이블에 추가하여 관리하면 지정된 범위까지의 노드 정보를 네트워크 테이블로 관리할 수 있게 된다.

비컨은 주기적으로 계속 브로드캐스팅되기 때문에 개별 노드는 자신의 이웃 노드 정보를 주기적으로 전송 및 수신함으로써 네트워크 테이블을 유지관리 할 수 있다.

이와 같은 방법으로 네트워크를 구성하는 모든 노드는 추가의 제어 트래픽을 생성하지 않고도 지정된 범위 내의 이웃 노드 정보를 구성하게 된다. 그리고, 이를 바탕으로 메쉬 라우팅을 수행하게 된다.

네트워크 내 임의 노드가 지정된 목적지로 명령 혹은 데이터를 전송하고자 할 경우 노드는 자신이 관리하는 네트워크 테이블에 해당하는 목적

지 주소가 있는지를 검사한다. 만약, 목적지 주소가 자신이 관리하는 네트워크 테이블에 존재하면 해당 목적지로 가기 위한 다음 홉 (next-hop) 주소를 테이블에서 추출하여 명령 혹은 데이터를 전달한다. 그리고, 해당 명령 혹은 데이터를 수신한 노드는 목적지 주소가 자신의 주소와 같은지를 체크하고 같지 않을 경우는 앞서 기술한 바와 같은 방법으로 명령 혹은 데이터를 전달하고 목적지에 이르기까지 반복하면 된다.

만약, 명령 혹은 데이터를 전송하고자 하는 노드의 네트워크 테이블에 목적지 주소가 존재하지 않을 경우는 해당 네트워크에 적용된 주소 할당 방식에 따라 전달하면 된다. 제안하는 알고리즘은 토폴로지 기반 라우팅이 가능한 분산 주소 할당 방식의 네트워크 형성을 이루는 환경에서 동작한다. 따라서, 목적지 주소만으로 다음 홉 주소를 결정할 수 있기 때문에 이를 바탕으로 명령 혹은 데이터를 전달한다. 이를 수신한 노드는 자신의 네트워크 테이블을 검색하여 목적지가 존재하면 테이블에 근거하여 다음 홉을 정하고 그렇지 않으면, 주소 기반으로 데이터를 전달하면 된다.

## IV. 결론

본 논문에서는 TDMA 기반 애드혹 네트워크를 위한 메쉬 라우팅 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 TDMA MAC의 특성과 토폴로지 기반으로 할당된 주소를 이용한 메쉬 라우팅 기법으로 TDMA MAC의 비컨 메시지를 활용하여 라우팅을 위한 네트워크 테이블을 생성, 관리함으로써 부가의 제어 트래픽 발생없이 메쉬 라우팅이 가능하도록 하였다.

## 참고문헌

- [1] K. Akkaya, M. Younis, "A Survey on routing Protocols for Wireless Sensor Networks," Elsevier Ad Hoc Networks Journal 3(3), pp.325-349, 2005.
- [2] IEEE Recommended Practice for Information Technology-Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements Part 15.5: Mesh Topology Capability in Wireless Personal Area Networks (WPANs), 2009.
- [3] ZigBee Specification: Document 053474r17, January 2008.