

브로드캐스팅이 제한된 네트워크에서 Mesh 라우팅 방법에 관한 연구

김문

한화시스템 위성시스템4팀

moon24.kim@hanwha.com

A Study on Mesh Routing Scheme in Partial Broadcasting Network

Moon Kim

Satellite System 4 Team, Hanwha System

요약

본 논문에서는 DAMA 기반 MF-TDMA 위성시스템에서 Full Mesh 라우팅을 지원하기 위해 제한적 BMA 네트워크 구조와 D-ARP 기법을 제안한다. 제안하는 네트워크 구조를 통해 기존의 상용 라우터 및 라우팅 프로토콜을 위성통신시스템에 바로 적용할 수 있으며, 라우팅 프로토콜에 의한 메시지 오버헤드를 경감시킬 수 있다. 또한, 브로드캐스팅 통신이 제한되는 네트워크에서 원격지 단말들의 MAC 주소 정보를 개별 단말에서 획득할 수 있는 D-ARP 기법을 제안한다.

I. 서론

DAMA 방식의 MF-TDMA (Multi Frequency Time Division Multiple Access) 시스템은 여러 지상단말들이 공유하는 통신자원을 timeslot 및 주파수 프레임 단위로 할당을 받는다. 대표적으로 WIN-T (Warfighting Information Network - Tactics)의 MF-TDMA 시스템과 ETSI의 DVB-RCS (Digital Video Broadcasting - Return Channel via Satellite) 표준의 MF-TDMA 시스템으로 구분할 수 있다 [1-2]. DAMA MF-TDMA 위성시스템의 구성은 크게 Hub 단말과 Spoke 단말로 나뉘지며, Hub 단말은 MF-TDMA의 주파수, 시간에 대한 자원사용정보 (TBTP: Terminal Burst Time Plan) 및 동기정보를 슈퍼프레임 주기로 갱신하여 FOW (Forward Order-Wire) 제어 채널을 통해 전송한다. 단말은 FOW 채널을 수신하여 동기를 획득하고 TBTP 정보를 분석하여 슈퍼프레임의 자원사용정보를 획득한다.

이러한 위성시스템에서 IP 네트워킹을 지원하기 위해서는 라우팅 기술이 필요하며, 이를 위한 다양한 연구들이 진행되었다 [3-7]. 그러나, 기존의 상용 라우터를 바로 적용할 수 있는 기술에 대한 연구는 부족한 상황이며, 특히 다양한 시스템이 통합된 차세대 네트워크 시스템을 위해서는 기존 네트워크 장치들에 바로 적용이 가능한 라우팅 기술의 연구가 필요하다. 본 논문에서는 기존의 상용 라우터에서 사용하는 대표적인 동적 라우팅 프로토콜 중 하나인 OSPF (Open Shortest Path First) 프로토콜을 활용하여 위성시스템에서 Full Mesh 라우팅을 지원하기 위한 방안을 제안한다. 제안하는 방안은 기존의 라우팅 프로토콜을 그대로 사용하면서, 위성시스템의 특성에 따른 제약사항을 극복하여 Full Mesh 라우팅을 지원할 수 있다.

II. 본론

본 논문은 그림 1과 같이 Hub 단말은 broadcast 송수신을 지원하는데, Spoke 단말은 broadcast 수신만 지원하는 제한적 BMA (또는 제한적 NBMA) 네트워크를 대상으로 한다. Hub 단말은 multicast OSPF 메시지 송신 시 broadcast 제어 채널을 통해 송신할 수 있지만 spoke 단말들은 broadcast 채널의 수신만 가능하여 OSPF 메시지를 unicast 기반의 트래

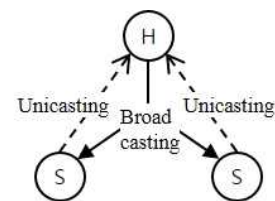


Fig.1 Partial BMA Network

픽 채널을 통해 hub 단말에게 송신하게 된다. 기존 NBMA 네트워크 형태와의 차이점은 Hub/Spoke 단말들 간 유니캐스트 채널은 Full mesh 구조로 연결이 가능한 점이다.

이러한 조건부 BMA 네트워크 구조에서 full mesh 라우팅을 지원하기 위해 본 논문에서는 D-ARP (Distributed Address Resolution Protocol) 기법을 제안한다. ARP는 IP 주소를 바탕으로 해당 IP 주소를 사용하는 장치의 MAC (Media Access Control) 주소를 획득하는 프로토콜이다. 송신 단말은 ARP를 통해 수신자의 MAC 주소를 획득하지 않고서는 실제 이더넷 프레임을 송신할 수 없다. 그런데 ARP 요청 메시지는 broadcast 방식으로 전송되기 때문에, NBMA 형태의 네트워크에서는 Spoke 단말들 간 ARP 요청 메시지의 송신이 불가능하다. 따라서, 이러한 문제를 해결하지 않고서는 제한적 BMA 네트워크에서 Full mesh 라우팅을 지원할 수 없게 된다.

D-ARP 기법의 동작 개념은 Fig. 2와 같으며, 상세 동작 방식은 다음과 같다.

A. Connection Request/Response: 모뎀 장치는 네트워크 가입을 위한 망 가입 요청 메시지를 제어 채널을 통해 Hub 모뎀 장치에 송신한다. 이 메시지는 송신 Spoke 단말에서 사용중인 모뎀 고유 식별자 (MD_ID_#) 및 라우터 인터페이스 IP 주소 (IP_#) 정보가 포함된다. 동일한 방식으로 모든 Spoke 단말들의 모뎀 고유 식별자 정보 및 라우터 인터페이스 IP 주소 정보가 포함된 망가입 요청 메시지가 Hub 단말로 송신된다.

B. OSPF Hello: 라우터 장치는 OSPF 운용을 위해 Hello 메시지를 multicast 목적지 주소로 송신하고, 이를 수신한 모뎀 장치는 Fig. 3과 같이 해당 메시지를 포함하는 이더넷 프레임 전체를 트래픽 채널을 통해

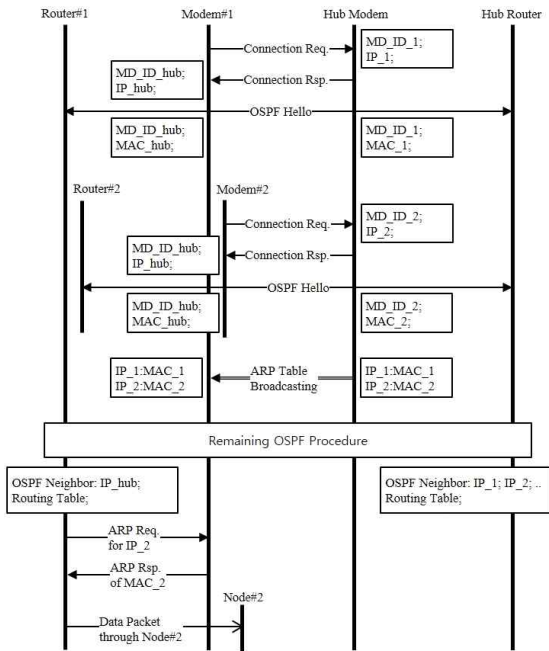


Fig. 2 D-ARP Message Sequence

Hub 모뎀 장치에 송신한다. Hub 단말은 수신된 트래픽 메시지의 Wireless PHY/MAC 헤더에 포함된 모뎀 고유 식별자 정보 및 이더넷 PHY/MAC 헤더에 포함된 라우터 인터페이스의 MAC 주소를 획득한다. 동일한 방식으로 Hub 단말은 모든 Spoke 단말들의 모뎀 고유 식별자 정보 및 라우터 MAC 주소 정보를 획득하게 된다.

C. ARP Table Broadcasting: 위의 A~B 동작을 통해 Hub 단말은 망가입한 Spoke 단말들의 라우터 인터페이스 IP 주소와 MAC 주소 정보로 구성된 ARP 테이블을 생성할 수 있다. 이 테이블의 크기를 살펴보면, IP 주소는 네트워크 주소와 호스트 주소로 구성되며 4byte의 크기를 갖는다. MAC 주소는 OUI (Organizationally Unique ID)와 일련번호로 구성되며 6byte 크기를 갖는다. 1개 단말의 ARP 정보가 총 10byte 크기를 갖게 되므로, 테이블의 전체 크기는 망가입한 단말 개수 * 10byte의 크기를 갖게 된다. 생성된 ARP Table은 브로드캐스팅 채널을 통해 Spoke 단말들에게 송신되며, 이 정보는 Fig. 3과 같이 모뎀의 DA (D-ARP Agent)에게 전달된다. DA는 수신된 ARP Table을 사용하여 라우터와 연결된 이더넷 인터페이스 상의 ARP 정보를 추가한다.

D. OSPF Procedure: OSPF Hello 메시지를 성공적으로 송수신한 단말들은 후속 OSPF 절차를 수행한다. OSPF의 개략적인 동작 절차는 다음과 같다.a. 최초의 Hello 메시지의 송수신을 통해 OSPF 설정값 등의 일치성 확인 및 연결 대상 라우터 식별 (Down/Init /Two-way state)b. 2차 Hello 메시지의 교환을 통해 DR/BDR 및 master/slave 관계 확정 (Exstart/Exchange state)c. DBD (Database Description) 및 LSA (Link State Acknowledgement) 메시지를 통해 각 라우터가 보유한 개략적인

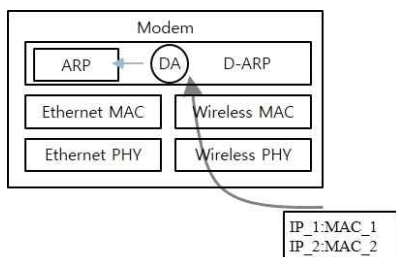


Fig. 3 D-ARP Stack Structure

라우팅 정보를 교환 및 응답 (Loading state)d. LSU (Link State Request), LSU (Link State Update) 및 LSA 메시지를 통해 추가적인 정보가 필요한 항목에 대한 상세 라우팅 정보의 교환 및 응답 (Full state)e. a~d 절차를 통해 모든 Spoke 단말들의 라우터들은 Hub 단말의 DR과의 인접 관계만을 형성하게 된다. (필요 시, BDR 라우터와의 인접 관계가 추가로 형성 가능) 그러나, 실제 OSPF를 통해 획득한 라우팅 정보를 확인하면 네트워크 내의 모든 가입된 라우터들을 next hop으로 하는 라우팅 정보들이 생성되어 있다 [8].

E. D-ARP Procedure: Full mesh 라우팅을 실현하기 위해서는 모든 Next hop IP 주소에 대한 ARP 운용이 가능하여야 한다. Spoke 단말들의 모뎀 장치는 D-ARP 방식을 통해 획득한 ARP 정보를 통해 라우터 장치에서 요청한 next hop 장치의 MAC 주소를 응답하고, 이를 수신한 라우터 장치는 IP 패킷을 next hop 라우터에게 바로 송신한다.

III. 결론

본 논문에서는 DAMA 기반 MF-TDMA 위성시스템에서 Full Mesh 라우팅을 지원하기 위해 제한적 BMA네트워크 구조와 D-ARP 기법을 제안하였다. 제한적 BMA 네트워크 구조를 통해 기존의 상용 라우터 및 라우팅 프로토콜을 위성시스템에 바로 적용할 수 있으며, 라우팅 메시지 오버헤드 또한 경감시킬 수 있음을 확인하였다. 그리고 broadcast 통신이 제한되는 위성시스템에서 D-ARP 기법을 사용하여 spoke 단말 간 ARP 동작을 지원함으로써 Full Mesh 라우팅 및 통신 기능이 제공됨을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] J. Wiss, R. Gupta, "The WIN-T MF-TDMA Mesh Network Centric Waveform," MILCOM 2007, 2007.
- [2] ETSI EN 301 790 V1.4.1 - Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction Channel for Satellite Distribution Systems, April 2005.
- [3] Y.S. Lee et al., "A Study of Dynamic IP Routing Protocol for Satellite and Terrestrial Integrated Military Tactical Networks," Proc. of KICS Summer Conference, pp. 674-675, Jeju, June 25-27, 2014.
- [4] B. Evans et al., "Integration of Satellite and Terrestrial Systems in Future Multimedia Communications," IEEE Wireless Communications, Vol. 12, No. 5, pp. 72-80, Oct. 2005.
- [5] J. Sun, M. Wang, L. Prior, T. Gibbons, and J. Wysocarski, "Dynamic Routing with Link State Information in ADNS and Future SATCOM Networks," Proc. of the 28th IEEE Conference on Military Communications(MILCOM 2009), pp. 1226-1232, Boston, MA USA, Oct. 18-21, 2009.
- [6] T. Taleb, Y. Hadjadj-Aoul, and T. Ahmed, "Challenges, Opportunities, and Solutions for Converged Satellite and Terrestrial Networks," IEEE Wireless Communications, Vol. 18, No. 1, pp. 46-52, Feb. 2011.
- [7] Y. Rekhter and T. Li, "A Border Gateway Protocol 4(BGP-4)," IETF RFC 1771, March 1995.
- [8] J. Moy, "OSPF Version 2," IETF RFC 2328, Apr. 1998.