

무선랜 환경에서 처리량 향상을 위한 동시 전송

조용관*, 이승형^o

A Concurrent Transmission for Improving Throughput in Wireless LANs

Yong Kwan Cho*, Seung Hyong Rhee^o

요약

IEEE 802.11 DCF(Distributed Coordination Function)는 소스와 목적지 단말의 데이터 전송 절차에 따라 2-way 핸드셰이크와 4-way 핸드셰이크 방식을 제공한다. 특정 단말이 채널을 점유할 경우 전송 범위 안에 속해 있는 이웃 단말들은 데이터 신호를 수신하여 채널이 점유 중인 것을 감지하고 전송을 연기하게 된다. 하지만 먼저 전송 중인 소스와 목적지 단말에게 충돌을 발생시키지 않는 조건에서 이웃 단말이 동시 전송이 가능하다면 불필요하게 전송을 연기할 필요가 없을 것이다. 본 논문에서는 동시 전송이 가능한 조건에 대하여 연구해보고 이를 만족하는 경우 동시 전송을 수행하는 기법을 제안하였다.

Key Words : Concurrent Transmission, MACA, Exposed Node Problem, 2-way handshake, 4-way handshake

ABSTRACT

DCF(Distributed Coordination Function) defined in IEEE 802.11 provides two different modes, namely, a 2-way handshake and a 4-way handshake according to the transmission procedure. If secondary transmission would not cause a collision with primary transmission, there is no need to postpone transmission unnecessarily. We study a feasible condition which can transmit data concurrently and propose a concurrent transmission scheme.

※ 이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2013008855)

♦ First Author : 광운대학교 전자융합공학과 무선네트워크 연구실, scyk00@kw.ac.kr, 학생회원

^o Corresponding Author : 광운대학교 전자융합공학과 무선네트워크 연구실, rhee@kw.ac.kr, 중신회원

논문번호 : KICS2013-10-456, 접수일자 : 2013년 10월 21일, 심사일자 : 2013년 11월 1일, 최종논문접수일자 : 2013년 12월 11일

I. 서론

802.11 DCF(Distributed Coordination Function)는 전송 절차에 따라 2-way 핸드셰이크와 4-way 핸드셰이크 방식을 제공한다. 2-way 핸드셰이크 방식은 소스와 목적지 단말이 데이터와 ACK를 전송하는데 데이터 신호를 수신한 이웃 단말들은 채널이 점유 중인 것을 감지하고 전송을 연기한다. 4-way 핸드셰이크 방식은 소스와 목적지 단말이 자신이 채널을 점유할 기간을 RTS/CTS 프레임의 NAV(Network Allocation Vector) 값에 포함하여 전송한다. 이때 RTS/CTS 프레임을 수신한 이웃 단말들은 NAV 값만큼 전송을 연기하기 때문에 소스 단말은 목적지 단말에게 충돌 없이 데이터를 전송하는 것을 보장받는다.

본 논문에서는 특정 단말이 채널을 점유하고 있을 때 이웃 단말들이 동시 전송이 가능한 조건에 대하여 연구해보고 이를 만족하였을 경우 동시 전송을 수행하는 기법을 제안하였다.

II. 관련 연구

소스와 목적지 단말이 프레임을 전송하기 위해 먼저 채널을 점유하였기 때문에 이웃 단말들은 전송을 연기한다. 하지만 이웃 단말들 중 자신이 채널을 점유하여 전송하여도 소스와 목적지 단말에게 충돌을 발생시키지 않는 조건과 환경이 주어진다면 동시 전송을 수행하여 불필요한 전송 지연 시간을 줄일 수 있을 것이다. 이러한 동시 전송에 관한 연구는 4-way 핸드셰이크 방식에서 노출 단말 문제를 해결하기 위한 프로토콜을 제안하면서 이루어지고 있다.

MACA-P 프로토콜은 처음 전송을 수행하는 소스와 목적지 단말이 한 쌍을 이루어 RTS/CTS와 DATA/ACK를 전송하는 데 그 사이에 control gap을 도입하여 충돌 없이 동시 전송을 가능케 한다¹⁾.

전송 파워와 GPS(Global Positioning System)를 이용하여 노출 단말 문제를 해결하는 프로토콜도 연구되었다^{2,3)}.

위에서 4-way 핸드셰이크 방식을 사용할 때 노출 단말 문제를 해결하여 동시 전송을 수행하는 여러 프로토콜에 대해 살펴보았는데 이를 2-way 핸드셰이크 방식을 사용하는 단말에 적용하는 기법은 아직 연구

되지 않은 상태이다. 따라서 본 논문에서는 2-way 핸드셰이크 방식을 사용하는 경우에도 동시 전송을 수행하는 기법과 동일한 기법을 4-way 핸드셰이크 방식에도 적용하여 처리량이 향상되는 것을 제안하고 있다.

III. 동시 전송을 위한 기법 제안

Ad-Hoc 네트워크에서 단말들이 동일한 전송 파워를 가진다고 가정하였다. 이때, S1단말이 D1단말로 먼저 채널을 점유하여 전송하는 것을 선행 전송으로 칭하겠다. 이후에 S2단말이 D2단말로 데이터 프레임을 동시 전송하는 것을 차후 전송으로 일컫겠다. 선행 전송과 차후 전송이 동시에 이루어지기 위해서는 다음의 두 가지 조건을 만족해야 한다.

3.1. 경계 테이블(Boundary Table)

경계 테이블에는 전송 범위 내에 속해있는 단말들을 기록한다. 만일, 선행 전송의 목적지 단말이 자신의 경계 테이블에 포함되어 있지 않다면 동시 전송을 수행할 수 있다.

3.2. 프레임 크기(Size of Frame)

동시 전송을 수행할 때 차후 전송이 선행 전송에 간섭을 일으키지 않기 위해서는 차후 전송의 프레임 크기가 선행 전송의 프레임 크기보다 작아야 한다.

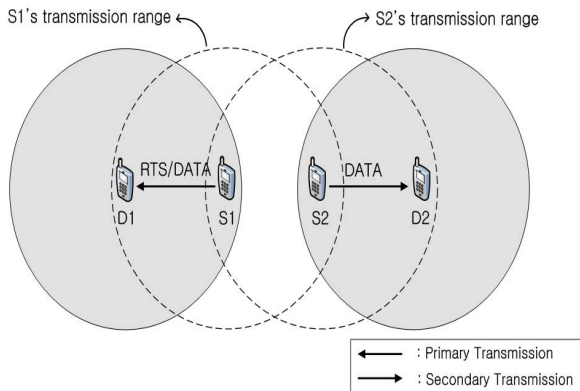


그림 1. Ad-Hoc 네트워크에서 데이터 전송
Fig. 1. Data transmission in Ad-Hoc Networks

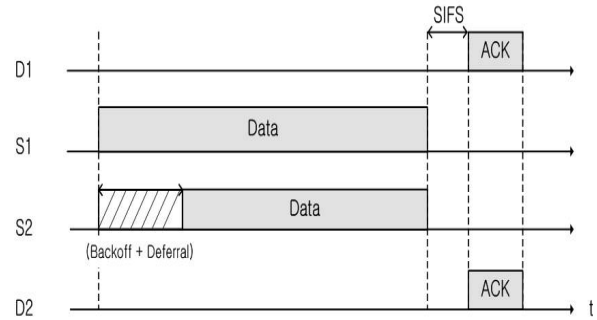


그림 2. 2-way 핸드셰이크 전송
Fig. 2. Concurrent transmission using 2-way handshake

그림 2는 2-way 핸드셰이크 방식을 사용하는 단말이 동시 전송을 수행하는 과정을 나타낸다. 선행 전송이 이루어질 때 이웃 단말은 동시 전송의 두 가지 조건을 고려한다. 만일, 선행 전송의 목적지 단말이 자신의 경계 테이블에 포함되어 있지 않다면 동시 전송을 수행할 수 있다. 차후 전송이 선행 전송에 간섭을 일으키지 않기 위해서 데이터 크기 차이를 고려한 대기 시간이 필요하며, 조건을 만족하는 다른 단말과 충돌을 피하기 위하여 백오프 과정을 수행한다.

그림 3은 4-way 핸드셰이크 방식을 사용하는 단말이 동시 전송을 수행하는 과정을 나타낸다. 2-way 핸드셰이크 방식과 마찬가지로 위의 두 가지 조건을 만족할 경우 동시 전송을 수행한다. 이때 데이터 크기 차이에 따른 대기 시간과 백오프 시간을 고려함과 동시에 선행 전송의 RTS/CTS 교환이 성공적으로 이루어져 데이터 전송이 시작하는 것을 확인한 후 동시 전송을 수행해야 한다.

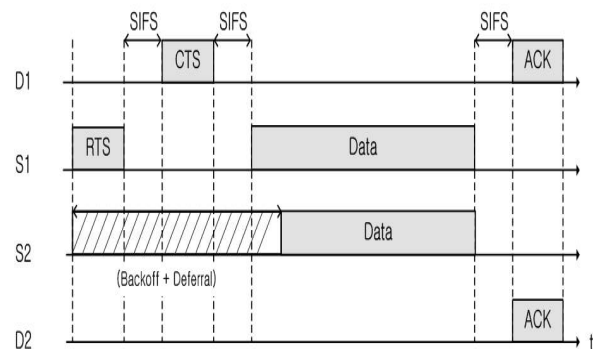


그림 3. 4-way 핸드셰이크 전송
Fig. 3. Concurrent transmission using 4-way handshake

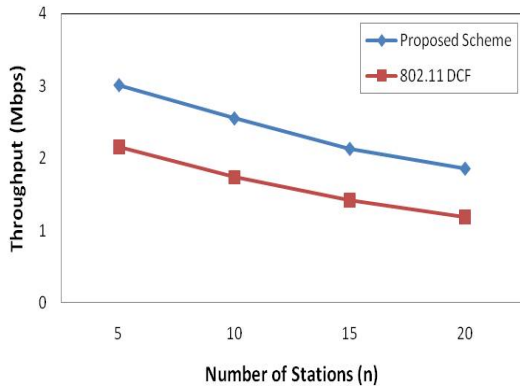


그림 4. 2-way 핸드셰이크 처리량
Fig. 4. Throughput using 2-way handshake

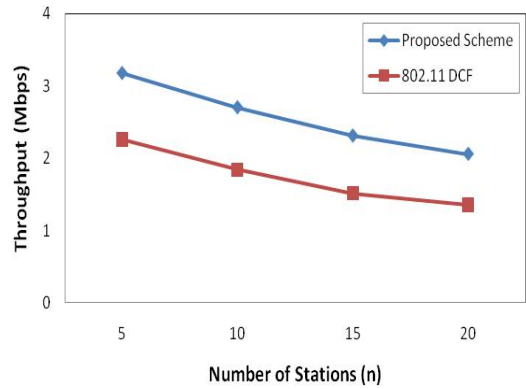


그림 5. 4-way 핸드셰이크 처리량
Fig. 5. Throughput using 4-way handshake

IV. 성능 분석

제안한 기법의 성능을 분석하기 위해 OPNET 시뮬레이터를 이용하였다. 이동성을 고려하지 않은 Ad-Hoc 네트워크에서 전송 범위와 반송파 감지 범위를 250m, 500m로 설정하였다. 또한, 다양한 크기의 FTP 트래픽을 발생시켰고, 단말들을 일렬로 배치하여 300초 동안 시뮬레이션을 수행하였다.

그림 4와 5는 Ad-Hoc 네트워크에서 2-way 핸드셰이크와 4-way 핸드셰이크를 사용했을 때의 네트워크 처리량을 나타낸다. 802.11 DCF 방식을 사용할 경우 단말이 채널을 점유하여 데이터를 전송할 때 이웃 단말들은 신호를 감지하고 전송을 연기한다. 하지만, 제안하는 기법을 사용할 경우 선행 전송이 이루어지는 동안에 이웃 단말들은 경계 테이블과 프레임 크기를 확인하여 동시 전송을 준비한다. 동시 전송 조건을 만족할 경우 선행 전송이 이루어지는 동안에도 전송을 연기할 필요 없이 차후 전송을 수행할 수 있기 때문에 불필요한 전송 지연을 방지하고, 이를 통해 처리량을 향상할 수 있다.

한편, 제안하는 기법은 트래픽의 크기에 영향을 받기 때문에 인터넷과 같이 트래픽이 다양한 네트워크에서 효과적으로 성능을 발휘할 수 있다.

V. 결론

본 논문은 2-way 핸드셰이크와 4-way 핸드셰이크 방식을 사용하였을 때 동시 전송을 수행할 수 있는 조건에 대해 연구해 보고, 이를 만족할 경우 동시 전송을 수행하는 기법에 대해 제안하였다.

4-way 핸드셰이크 방식은 RTS/CTS 프레임의 추가로 오버헤드가 발생할 수 있으며 전송할 데이터의 크기에 따라서 사용 여부를 선택할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 동시 전송 기법은 4-way 핸드셰이크 방식뿐만 아니라 2-way 핸드셰이크 방식에서도 적용할 수 있으며 프레임의 변경이나 복잡한 계산이 필요 없다. 특히, 최근 스마트폰의 보급으로 폭발적으로 트래픽이 늘어난 상황에서 제안하는 기법을 사용할 경우 처리량을 향상시킴으로써 성능 향상을 기대할 수 있다.

References

- [1] A. Acharya, A. Misra, and S. Bansal, "MACA-P: A MAC for concurrent transmissions in multi-hop wireless networks," in *Proc. IEEE Int. Conf. Pervasive Comput. Commun. (PerCom '03)*, pp. 505-508, Fort Worth, U.S.A., Mar 2003.
- [2] E. S. Jung and N. H. Vaidya, "A power control MAC protocol for ad hoc networks," in *Proc. ACM Int. Conf. Mobile Comput. Networking (MOBICOM '02)*, pp. 36-47, Atlanta, U.S.A., Sep 2005.
- [3] Y. Miyaji, M. Kawai, H. Uehara, and T. Ohirao, "Directional monitoring MAC protocol using smart antennas in wireless multi-hop networks," in *Proc. Int. Conf. Ubiquitous Future Networks (ICUFN 2010)*, pp. 27-32, Jeju Island, Korea, June 2010.