

논문 2011-48IE-2-10

무선 네트워크에서 전송효율증대를 위한 제어프레임 설계

(Control Frame Design for Improvement Transmit Efficiency in the Wireless Networks)

한 재균*, 편석범**

(Jae-Kyun Han and Seok-Beom Pyeon)

요 약

IEEE 802.11 무선 네트워크에서는 프레임 충돌현상을 방지하기 위해 RTS/CTS와 같은 제어프레임을 지원한다. 하지만 제어프레임은 프레임 충돌 현상을 막지만 전송률을 떨어뜨린다. 또한, 이웃하는 셀이나 같은 셀에 있는 다른 노드들의 동작을 막아버리는 현상인 False Node Problem을 발생시키기도 한다. 비효율적인 전송률과 False Node Problem을 해결하기 위해 새로운 제어프레임을 제안한다. 새로운 제어 프레임은 기존의 프레임에서 채널 감지기능을 갖는 4바이트를 추가한 것이며, 채널 감지 기능은 데이터를 수신할 때 일정한 시간에 채널을 다시 감지한다. 이 기능으로 채널의 접속 빈도를 높게 되어 False Node Problem을 방지할 것이라고 기대한다. False Node Problem 방지와 효율적인 전송률을 증명하기 위해 새로운 제어프레임과 기존의 제어프레임을 지연시간과 load을 비교 분석을 하였다.

Abstract

IEEE 802.11 wireless network supports control frames like RTS/CTS(Request To Send / Clear To Send). Because they is defend to frame collection problems. It helps to solve the frame collection problem but decreases the throughput rate. Also, control frame makes False Node Problem. This problem is makes to other wireless nodes don't work and don't find channels in the same cell and near cells. We proposed a reformed new control frame for efficiency throughput rate and solution of False Node Problem. New control frame is to have added to 4 bytes of channel detection ability at the RTS frames. Channel detection ability supported to check channel at the wireless node start to transmit data frame, We expect that channel detection ability make prevent False Node Problem for increase to access number to channel. We perform comparative analysis in terms of delay(sec) and load(bits/sec) with reform RTS/CTS method which proves the efficiency of the proposed method.

Keywords : RTS, Channel Detection, Control Frame, False Node Problem

I. 서 론

네트워크는 비경쟁 기반 접근 방식과 경쟁 기반 접근 방식을 지원한다. 비경쟁 기반 접근 방식은 토큰 기반으로 접근하는 방식이며, 경쟁 기반 방식은 경쟁구간을 두어 먼저 채널을 선점하는 노드가 통신 채널을 점유할

수 있도록 하는 방식으로 Aloha와 CSMA(Carrier Sense Multiple Access)방식이 경쟁기반 접근 방식에 해당한다. 경쟁 기반 접근 방식은 노드간의 통신 간섭과 프레임 충돌을 방지할 방법을 고안해야하는데 CSMA방식 중 충돌 회피 방식(CA : Collection Avoidance)은 특성상 IEEE 802.11에서 지원이 가능하며, 충돌 감지 방식(CD : Collection Detection)은 IEEE 802.3에서 지원이 가능하다.

충돌 감지 방식을 사용하는 AppleTalk 네트워크에서는 네트워크 통신 상태를 점검한 후 데이터를 전송한다. 그러나 충돌 회피 방식은 충돌 감지 방식과 달리 네

* 정회원, 한국방송통신대학교
(Korea National Open University)

** 정회원, 동강대학 소방안전관리과
(Dept. of Fire Safety Management, DongKang College University)

접수일자: 2011년4월18일, 수정완료일: 2011년6월15일

트위크에 데이터의 전송이 없는 경우라도 충돌을 대비하여 확인을 위한 신호인 RTS(Request To Send)라는 제어프레임을 전송한다^[1].

충돌 회피 방식은 논쟁 구간을 두어 사용되지 않는 네트워크에 대한 액세스를 제일 먼저 시도한 노드가 전송 허락을 받는다. 그러므로 데이터에 우선순위를 할당할 수 있는 방법이 없다. 충돌 회피 방식은 충돌 탐지 방식에 비해 세련도가 떨어지므로, 칩 세트에 장착하는 비용이 적다는 장점을 가지고 있다. 하지만 충돌 회피 방식은 네트워크의 사용 빈도가 많아지므로 네트워크가 복잡해지면 충돌 회피의 신호가 흐르는 속도가 매우 느려지며 이에 따라 데이터의 전송도 많이 지연되는 단점을 가지고 있다. 또한 충돌 회피 방식은 채널 점유시간을 따로 정하여 그 시간동안 다른 노드들이 채널에 접근을 하지 못하도록 하는 방식을 사용하는데 이런 방식은 같은 셀이나 근처에 위치한 셀에 있는 노드들의 채널 접근 권한을 막아버리는 문제점(False Node Problem)을 발생시킨다^[2].

본 논문에서는 충돌 회피 방식이 가지고 있는 두 단점인 통신 속도의 저하 및 False Node Problem을 개선하기 위해 충돌 회피 방식에서 충돌을 대비하여 사용되는 제어프레임인 RTS에 채널 감지기능을 추가하여 새롭게 설계하였다.

채널 감지기능은 통신이 처음 시작할 때 채널에 접근하는 경우에만 사용되는 것이 아니라 채널에 접근하지 못한 노드들이 일정 시간이 지나간 후에 다시 채널에 접근할 수 있는 권한을 부여하는 기능이다. 이 기능으로 인해 채널 접근의 빈도를 올릴 수 있을 거라고 예상하며 그로 인해 충돌 회피 방식이 가지고 있는 단점을 해결할 수 있을 것이라고 예상된다. 이러한 예상들을 검증하기 위해 IEEE 802.11 환경에서 무선 노드간의 통신 지연시간과 통신 처리율을 새롭게 설계한 제어 프레임과 기존의 제어 프레임을 비교 분석을 하였다.

II. 프레임 충돌 현상

1. 은닉 단말 문제^[3]

은닉 노드 문제는 무선 노드들이 데이터 프레임 전송을 시작할 때 충돌이 발생하는 것을 피하기 위해 사용하는 충돌 회피 기법에서 주로 반송과 감지 기법을 사용하게 된다. 하지만 반송과 감지 기법은 무선 노드들이 가지는 전송 범위의 한계점 때문에 문제가 발생한

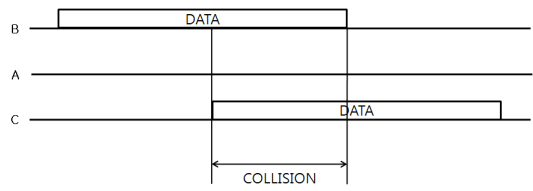


그림 1. 은닉 노드 문제
Fig. 1. Hidden Node Problem.

다. 만약 무선 노드의 전송 범위밖에 다른 노드가 통신을 한다면 반송과 감지 기법으로 충돌을 회피할 수 없으며 그림 1과 같이 충돌이 발생하게 된다^[4].

그림 1에서 보면 노드 B가 노드 A에게 데이터 프레임을 전송하는 도중에 노드 C는 노드 A에게 데이터 프레임을 전송을 하려고 한다. 노드 C는 충돌을 회피하기 위해 반송과 감지 기법을 사용하여 채널의 유휴 상태를 점검한다. 하지만 노드 B는 노드 C의 전송 범위 밖에 위치하고 있어 노드 B는 노드 C가 채널을 점유하고 있다는 사실을 감지하지 못하고 노드 B에게 데이터 프레임을 전송하기 시작한다. 노드 A와 노드 C에서 노드 B에게 전송되는 두 데이터 프레임은 서로 충돌이 발생하게 되지만 노드 A와 노드 C는 충돌이 발생되었다는 것을 인식하지 못하고 계속 데이터 프레임을 전송하게 되는 은닉 노드 문제가 발생하며, 노드 B는 노드 C의 은닉 노드가 된다.

충돌이 발생하게 되면 노드 B는 재전송을 요청하게 되고, 충돌 원인에 대해 알지 못한 노드 A와 노드 C는 계속 데이터 프레임을 재전송하여 네트워크 성능 저하를 가져오는 문제점을 발생하게 된다^[5].

2. 노출 단말 문제

노출 단말 문제는 송수신 단말의 개수가 증가함에 따라 통신의 빈도수는 증가하지만 전송에 필요한 매체는 정해져 있기 때문에 발생하는 문제이다. 노출 단말 문제는 서로에 대한 정보부족으로 발생하는 은닉 단말 문제와 반대되는 상황의 문제점이다^[6-7].

그림 2는 노출 단말 문제를 보여주고 있다. B가 A와

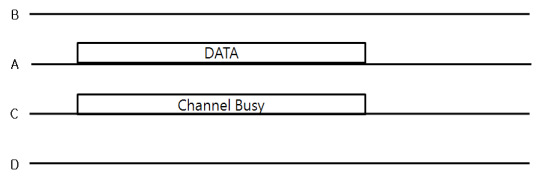


그림 2. 노출 단말 문제
Fig. 2. Exposed Node Problem.

서로 송수신을 하고 있을 때, C는 A와 B의 간섭 영역 밖에 있는 다른 단말기로의 송신을 원하고 있다. C는 B의 신호로 인한 캐리어를 감지하게 되고, 매체가 사용 중인 것으로 인식을 하게 된다. 이런 상황이 발생하게 되면 C는 매체가 유희상태가 될 때까지 기다리게 된다. 하지만 A가 C의 간섭 영역 밖에 있으면 기다릴 필요 없게 되므로 C는 B에 노출이 된다. 따라서 C는 C 자신이 D로의 전송을 원하게 되지만 C는 사실을 감지하고 D로 전송을 못하게 된다.

노출 단말 문제는 단말 A와 B 사이의 RTS/CTS를 단말 C가 받아서 자신의 NAV를 설정하게 되면 0이 될 때까지 채널 경쟁에 참여할 수가 없게 된다. 그렇기 때문에 단말 C는 여전히 패킷전송을 위해 기다려야 한다^[8].

III. DCF

DCF(Distributed Coordination Function)는 IEEE 802.11 MAC의 기본적인 매체 접근 방식으로, 충돌 회피 방식을 기반으로 한다. 충돌 회피 방식은 채널이 유효한 상태가 되기를 기다리고 있다가 동시에 전송을 시도하는 노드간의 충돌 확률을 감소시키며, 이때 임의의 백오프 절차를 적용하게 된다^[9~10].

임의의 백오프 절차는 송신 노드는 데이터를 전송하기 전에 다른 노드가 전송하고 있는지를 결정하기 위해 우선 채널을 감지하고, 랜덤하게 설정한 백오프 시간에서 채널이 유효한 시간만큼 줄이면서 계속 채널을 감지한다. 백오프 시간이 0이 될 때까지 채널이 유효하다면 전송을 시작하게 되고, 그렇지 않다면 현재의 전송이 끝난 이후의 경쟁구간에서 남아 있는 백오프 시간을 이용하여 전송을 시도하게 된다. 채널 점유에 성공한 노드는 짧은 길이의 제어프레임인 RTS를 교환하여 은닉 노드 문제를 해결한다.

채널의 유효 상태를 점검하는 방식으로는 반송과 감

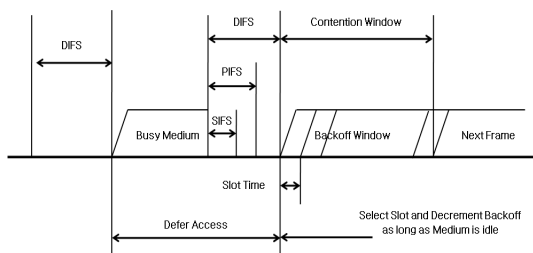


그림 3. DCF
Fig. 3. DCF.

지 방식이 사용되는데 반송과 감지 방식으로는 물리층에서 제공하는 물리적 기법과 NAV(Network Allocation Vector)를 이용하는 가상 기법이 사용된다.

가상 반송과 감지 기법은 채널에 대한 예약 정보를 알리는 방식으로, 실제 데이터를 전송하기 전에 미리 RTS와 CTS(Clear To Send)를 교환하여 채널의 예약을 알리는 것이 그 한 예이다. RTS와 CTS는 노드가 실제 데이터를 전송하기 위해 예약되는 시간의 길이를 정의하는 존속기간 필드를 포함한다. 매체의 예약 상태를 알리는 또 다른 방식은 전달되는 프레임 내에 있는 존속기간 필드를 사용하는 것이다. 이 필드를 통해 매체가 특정 구간까지 예약되어 있음을 통보할 수 있다. RTS와 CTS의 사용을 통한 가상 반송과 감지에 의해 은닉 노드 문제를 해결할 뿐만 아니라, RTS와 CTS 교환은 충돌로 인한 전송 데이터의 손실을 즉각적으로 확인할 수 있도록 한다. 즉, RTS를 전송한 노드에 의해 CTS가 감지되지 않을 경우 해당 노드는 이 짧은 길이의 RTS와 CTS 교환 절차를 반복함으로써, 직접 데이터를 전송한 후에 ACK(Acknowledge Character)를 기다려 데이터 전송의 신뢰성을 확인하는 경우에 비해 적은 시간 내에 효율적인 확인이 가능하다^[2~3].

1. RTS/CTS MAC 구조

RTS 프레임은 프레임 컨트롤 필드, 존속기간 필드, 두 개의 주소 필드, FCS 필드로 총 20[byte]로 구성되어 있다. 프레임 컨트롤 필드는 프레임의 타입과 MAC 주소 해석 등이 명시되어 있으며 2[byte]로 구성되어 있다. 존속기간 필드는 매체가 점유되는 시간의 주기와 자원을 사용하는 정도에 대한 정보를 명시하고 있으며, 2[byte]로 구성되어 있다. 두 개의 주소 필드는 송·수신 단말의 주소를 나타낸 것으로 각 6[byte]로 구성되어 있다. FCS 필드는 프레임의 중복 여부를 체크하는데 사용되고 4[byte]로 구성되어 있다^[11].

RTS 프레임의 사용방법은 존속기간 필드 안에 있는 매체 점유 시간을 이용하여 이를 통해 다른 단말에게 해당 프레임의 전송에 관련된 정보를 알려줌과 동시에 RTS/CTS를 실제 트래픽 전송 전에 보내어 채널을 예약하며, 채널의 상태를 체크하기 위한 방법으로는 물리 감지기법과 가상감지기법이 있다^[7~8]. 물리감지기법의 경우 파워의 세기를 판단하여 이루어지며, 가상감지기법은 NAV를 사용하여 이루어진다. 실제 트래픽 전송이 이루어지기 전에 RTS/CTS를 보내야 하는데,

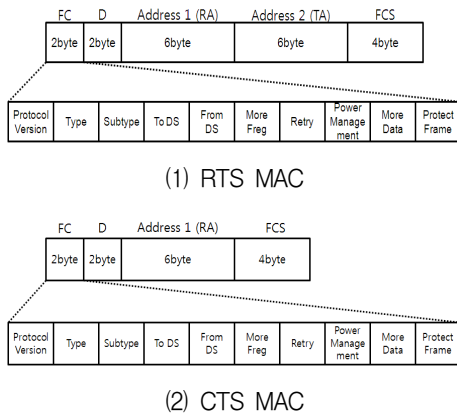


그림 4. 제어프레임 프레임 구조
Fig. 4. Frame Structure of Control Frame.

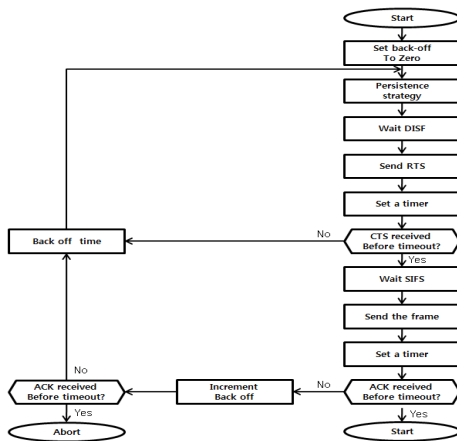


그림 5. 제어프레임 프로세스 흐름도
Fig. 5. Process Flow Chart of Control Frame.

RTS/CTS의 구성에 존속기간 필드를 참고하여 통신에 참여하지 않은 단말들은 자기 자신의 NAV값을 설정하기 때문이다. 이러한 NAV값이 설정되면 통신이 불가능하며, 백-오프상태로 지속적으로 대기한다. NAV값이 0이 되면 트래픽을 보낼 수 있는 통신상태가 된다. 이웃 단말들이 NAV에 설정되는 동안 송수신 단말은 ACK를 송수신하며, 송신 단말에서 ACK를 정해진 시간동안 받지 못했다면 재전송 절차를 걸친다^[11~13].

2. False Node Problem

은닉 단말 문제를 해결하기 위해 제어프레임을 사용한다. 하지만 이는 또 다른 부수적인 문제인 False Node Problem을 발생시킨다. 그림 6은 False Node Problem현상을 표현한 것이다. 각 단말마다 한 셀에 있을 경우 단말 A, B는 정상적인 통신을 할 수 있게 된다. 하지만 단말 C가 제어프레임으로 인해 대기 상태에 들어가는 동안 다른 셀 안에 있는 단말 D가 C와 통신

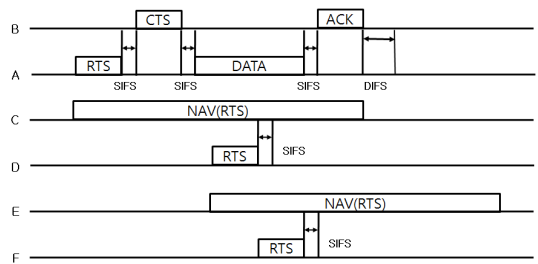


그림 6. False Node Problem
Fig. 6. False Node Problem.

을 원할 경우 C는 대기 상태에 있기 때문에 D의 요청에 응답을 할 수 없다. 응답을 받지 못한 D는 결국 C와 통신을 할 수 없게 된다. 이 문제는 프레임간의 충돌을 막기 위해 사용되는 제어 프레임이 다른 셀 안의 송수신 단말에게도 영향을 미쳐 전송효율을 떨어지게 하는 문제이다^[14].

RTS는 한 개의 송신 단말이 RTS를 전송하는 상태일 경우 그 안에 포함된 다른 송신 단말들은 사용 중인 채널에 접근을 할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 어떤 한 단말이 다른 단말에게 RTS를 전송하고 전송을 받는 단말은 전송받기를 원하는 단말에게 CTS를 보내야 하지만 CTS를 받게 되는 단말은 요청하는 단말뿐만 아니라 매체에 접근을 원하는 다른 단말도 전송을 받게 된다.

그 예를 보여주는 것이 그림 6이다. 단말 A는 단말 B에게 데이터를 전송하기 위해 RTS를 송신한다. RTS를 송신한 단말 B는 SIFS가 지난 후 CTS를 단말 A에게 전송하여 데이터를 받을 준비가 되었다고 알린다. CTS를 전송받은 단말 A는 SIFS만큼 지난 다음 데이터를 전송하게 된다. 이 과정에서 통신에 참여하지 않은 단말 C는 단말 A가 단말 B에게 전송하는 RTS를 수신하게 된다. 단말 C는 RTS 안에 들어있는 정보를 바탕으로 매체 점유 시간과 통신에 참여하는 단말의 주소를 확인하게 된다. 단말 C는 자신이 매체에 접근을 할 수 없다는 것을 확인하여 RTS의 존속기간 필드에 정의되어 있는 시간만큼 매체에 접근을 하지 않고 NAV 상태에 접어든다. 그러는 도중 단말 D가 단말 C에게 데이터를 전송하기 위해 RTS를 전송한다. 하지만 단말 C는 NAV 상태에 있기 때문에 단말 D에게 CTS를 보내지 않는다. 단말 C가 CTS를 전송하려면 매체에 접근을 해야 하는데 지금 매체에 접근을 할 수 없기 때문이다. 만약 매체에 접근을 한다면 단말 A와의 프레임 충돌 현상이 발생하게 된다. 단말 D가 단말 C에게 전송

한 RTS를 단말 E도 수신하게 되며, 단말 E는 RTS에 존속기간 필드 안에 정의된 매체 점유 시간만큼 NAV 상태로 접어들게 된다. 단말 E 입장에서는 단말 D와 단말 C가 통신을 시작하는 것으로 착각하게 된다. 그러는 도중 단말 F가 단말 E에게 접근을 하여 RTS를 전송하게 되고 단말 E는 단말 D와의 프레임 충돌을 고려하여 CTS를 전송하지 않게 된다. 이 네트워크에서 단말 A와 단말 B가 통신하므로 다른 단말들이 매체에 참여를 하지 못하는 현상이 발생되며, 이를 False Node Problem이라 한다^[15].

IV. 대기 시간 재설정된 제어프레임

대기 시간 재설정 방식은 은닉 단말 문제와 노출 단말 문제와 같은 프레임 충돌 현상을 막고 또한 제어프레임을 사용하므로 발생하는 False Node Problem을 해결하여 제어프레임의 특성으로 인한 통신에 참여하지 않은 단말들이 서로 통신을 할 수 있도록 지원하는 방식이다. 자체 오류 검출방식은 제어 프레임을 통신 후에 데이터프레임을 받기 전에 이루어지는 방식으로 이는 제어 프레임 안에 발생한 오류를 통신발생 초기에 발견하여 재전송을 요청하는 방식이다.

1. 대기 시간 재설정

CSMA/CA의 DCF에서는 통신하는 단말들은 매체가 사용중일 경우 NAV 상태로 접어들고 일정시간 후에 DIFS 동안 매체가 유휴 상태이면 임의의 백오프 시간을 생성하여 매체에 대한 접근을 연기한다. 매체의 접근을 연기한 단말들은 매체의 상태를 점검하면서 백오프 시간을 감소시켜 나간다. 만약 한 단말이 백오프 시간이 0이 될 때 매체가 유휴상태이면 매체에 접근하고, 0이 되기 전에 매체를 다른 단말이 매체를 사용하고 있다면 백오프 시간을 줄이는 것을 멈추고 DIFS을 기다린 다음 다시 백오프 시간을 사용한다. 따라서 처음 임의의 백오프 시간을 생성한 단말 보다 더 작은 백오프 시간을 가지게 되는 확률이 높아지게 되어 매체에 접근할 가능성도 높아지게 된다. 그러므로 가장 짧은 백오프 시간을 가지는 단말은 매체 접근에 성공하게 되고, RTS를 전송하게 된다. 다시 다른 단말들은 RTS안에 있는 존속 기간 필드 안에 정의되어 있는 시간동안 NAV 상태로 접어들게 되며 다시 임의의 백오프 시간을 가지게 된다. 단말이 매체에 접속을 시도하지 못하

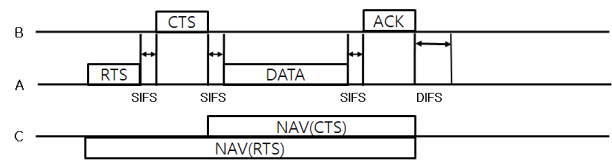


그림 7. Defer Access Time
Fig. 7. Defer Access Time.

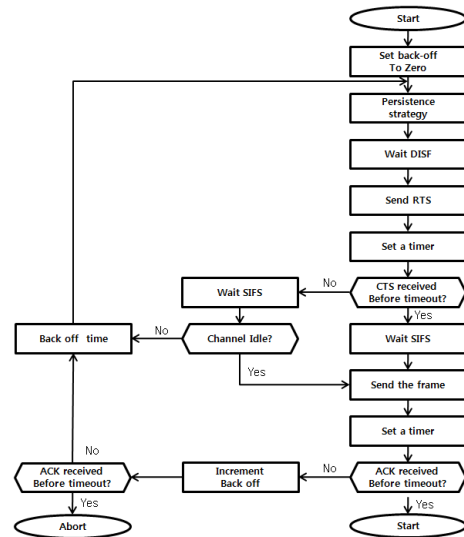


그림 8. 제어프레임 프로세스 흐름도
Fig. 8. Process Flow Chart of Control Frame.

는 일정시간을 정의하면 다음과 같다.

Defer Access Time

$$= \text{DIFS} + \text{RTS} + \text{SIFS} + \text{CTS} + \text{SIFS} + \text{Data} + \text{ACK}$$

제안하는 제어 프레임 접근 방법은 단말들이 매체가 사용 중일 때 NAV로 접어들고 일정시간 전에 매체의 유휴상태를 점검하는 방법을 사용한다.

Check Channel Time

$$= \text{RTS} + \text{SIFS} + \text{CTS} + \text{DIFS}$$

RTS와 CTS안에 존속기간 필드 안에 정의되어 있는 매체 점유 시간을 감안하지 않고 제어 프레임을 전송하는 시간만을 감안하여 정의한 시간이다. RTS를 수신한 단말은 CTS를 전송을 한다. 전송 간격은 SIFS으로 기존의 간격과 같은 간격이다. 그리고 데이터 전송이 시작되는 시점에 SIFS후에 매체의 유휴를 점검하여 매체가 유휴하다면 임의의 백오프 시간을 생성하여 백오프 시간을 줄이면서 매체에 접근을 시도한다. 매체가 유휴 상태이면 단말은 매체에 접근할 수 있게 된다.

2. 대기 시간 재설정된 제어 프레임 MAC 구조

대기 시간 재설정된 제어프레임에서 RTS는 24 [byte], CTS는 18[byte]로 디자인 하였다. 그 구성을 살펴보면 다음과 같다.

대기 시간 재설정된 제어프레임의 구성을 보면 RTS는 Frame Control(2[byte]), Duration(2[byte]), RA (6[byte]), TA(6[byte]), Check Channel(4[byte]), FCS (4[byte])이고, CTS는 Frame Control(2[byte]), Duration(2[byte]), RA(6[byte]), Check Channel (4[byte]), FCS(4[byte])이고, 다른 구성들은 기존의 RTS와 같은 구성으로 이루어져 있지만 체크 채널 (4[byte])이 추가되었다. 이 필드에는 매체의 유희를 체크하는 시간과 체크 방법이 정의 되어있다. 체크 시간은 위에서 설명한 것과 같이 RTS + SIFS + CTS + DIFS로 정의되어 있으며 체크 방법은 가상 반송과 감지 방법을 이용하도록 하였다.

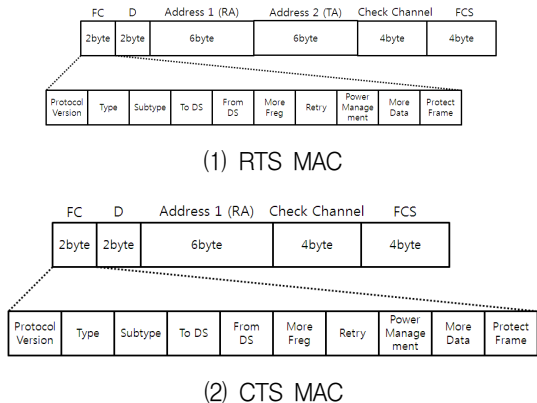


그림 9. 제어프레임 프레임 구조
Fig. 9. Frame Structure of Control Frame.

3. 대기 시간 재설정된 제어 프레임 동작원리

단말 A가 단말 B에게 데이터를 전송하기 위해 매체에 접근을 한다. 매체가 유희 상태이므로 매체를 통해 통신을 시작한다. 통신을 시작한 단말 A는 단말 B에게 RTS를 전송하고 SIFS 뒤에 단말 B가 단말 A에게 CTS로 응답을 한다. 옆 셀에 있는 단말 C는 단말 A의 통신 범위 안에 있기 때문에 단말 A가 단말 B로 전송한 RTS를 같이 수신 받게 된다, 단말 C는 단말 A가 전송한 RTS의 존속기간 필드 안에 정의 되어있는 매체 점유 시간동안 NAV상태로 접어든다. 그리고 체크 채널 필드 안에 지정되어 있는 시간이 되면 단말 C는 채널의 유희 상태를 점검한다. 하지만 매체는 단말 A가 사용 중이기 때문에 단말 C는 임의의 백오프 시간

동안 기다리게 된다. 백오프 시간동안 단말 D가 단말 C에게 데이터를 전송하기 위해 매체의 유희 상태를 점검한다. 단말 D 입장에서는 매체가 유희상태이므로 단말 C에게 RTS를 전송한다. 하지만 단말 C는 백오프 시간동안 대기 상태에 있기 때문에 응답을 하지 않는다. 그러므로 단말 D는 단말 C와의 통신을 할 수 없는 상태가 된다. 이 과정에서 옆 셀에 있는 단말 E는 단말 D가 단말 C에 전송한 RTS를 수신하고 RTS의 존속기간 필드에 지정된 시간동안 NAV 상태가 된다. 단말 E 또한 체크 채널 필드 안에 지정된 시간에 채널의 유희 상태를 점검한다. 단말 D와 단말 C가 통신을 할 수 없는 상태 이므로 매체는 유희한 상태이므로 매체에 접근할 수 있다. 단말 F가 단말 E에게 데이터를 전송하기 위해 매체를 점검하고 매체가 유희 상태이므로 RTS를 전송하게 된다. 단말 E는 SIFS 후에 CTS를 단말 F에게 응답으로 보낸다. 단말 F는 CTS를 전송받고 SIFS후에 데이터를 전송하게 된다. 여기서 단말 E와 단말 F는 매체 상태가 모두 유희 상태이므로 서로 통신이 가능하게 된다.

기존의 제어 프레임을 사용할 경우 매체의 유희 상태의 점검을 시작하는 시점에서 모두 응답을 할 수 없기 때문에 False Node Problem이 발생하지만 제안하는 제어 프레임에서는 매체의 유희 상태를 점검하는 시점을 앞당겨 단말 E와 단말 F가 통신을 할 수 있는 환경을 조성하였다.

결과적으로 기존의 제어 프레임은 5개의 송수신 단말이 서로 물려있는 상황에서 단지 단말 A와 단말 B가 통신을 시작할 때 옆에 있는 다른 단말은 모두 통신을 할 수 없는 False Node Problem이 발생하게 된다. 하지만 새로운 제어 프레임은 체크 채널 기능으로 인해 추가적으로 단말E와 단말 F가 통신을 할 수 있게 되어 False Node Problem이 해결되었다고 할 수 있다.

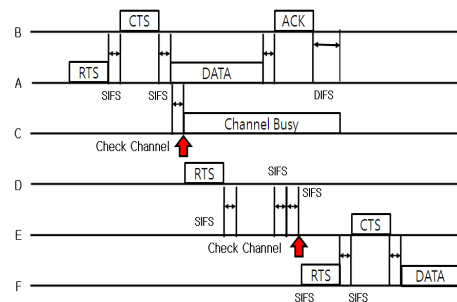


그림 10. 제어프레임 동작 원리
Fig. 10. Motion Fundamentals of Control Frame.

V. 성능 평가 및 분석

1. 시뮬레이션 환경

시뮬레이션 환경은 은닉 단말 문제가 발생하는 기본 서비스 환경에서 구현을 하였다. 데이터를 송수신 할 수 있는 단말 6개로 구성하였으며, 각 단말은 5000[byte]을 데이터를 송수신하게 설정하였다. 전송 전력(W) 0.005로 설정하여 전송 범위를 흰색 원과 같이 구현하였다. 시뮬레이션 시간은 100초로 하였으며 시뮬레이션이 시작과 동시에 매체의 유휴 상태를 감지하고 접근하도록 설정하였다.

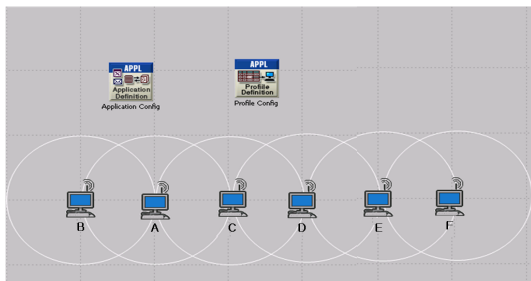


그림 11. 시뮬레이션 환경
Fig. 11. Simulation Environment.

표 1. 시뮬레이션 파라미터
Table 1. Simulation Parameter.

Statistics	Value
Scenario size	900m X 900m
802.11b Data Rate	2 Mbps
Transmission Range	100 meter
Transmit Power	0.005 W
Source Frame Size	5000 byte
RTS Threshold	256 byte
RTS Frame Size	20 byte
Simulation Time	100 Second

2. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 시작되고 여섯 개의 송수신 단말은 정해진 매체에 각자 데이터를 보내기 시작하였다, CSMA/CA p-지속 접속 방법을 사용하였기 때문에 은닉 단말 문제나 노출 단말 문제와 같은 프레임 충돌 현상이 발생하지 않았다. 첫 번째로 기존의 제어 프레임과 제안하는 제어 프레임의 사용으로 인해 매체 유휴를 확인하고 매체에 접근하기 전의 백오프 시간을 비교하기 위해 네트워크 전체에서 발생하는 지연시간을 평균값으로 측정하였다.

그림 12는 여섯 개의 단말이 매체에 접근하기 위해

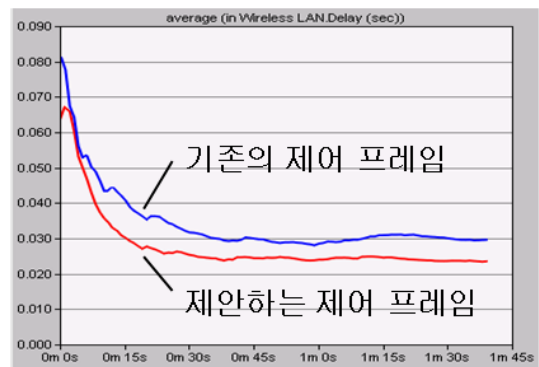


그림 12. 6개 단말의 지연시간
Fig. 12. Delay of 6 Wireless Node.

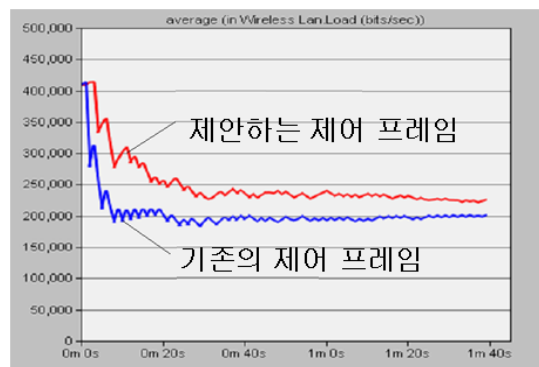


그림 13. 6개 단말의 처리율
Fig. 13. Load of 6 Wireless Node.

가지는 지연시간을 평균값을 이용해 나타낸 것으로 위쪽에 있는 선이 기존의 제어 프레임을 사용하는 경우이며, 아래쪽에 있는 선이 제안하는 제어 프레임을 사용하는 경우이다. 기존의 제어프레임을 사용할 경우와 제안하는 제어 프레임을 사용하는 경우 평균적으로 약 0.005[sec] 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 이는 제안하는 제어 프레임의 체크 채널에 정의한 일정시간에 매체의 유휴 상태를 점검하고 접근을 하기 때문에 기존의 매체 접근 시간보다 단축이 되었다는 것을 증명하는 결과 값이며, 제안하는 제어 프레임의 체크 채널로 인해 백오프 시간이 줄어들어 나타는 현상이다.

기존의 제어 프레임과 제안하는 제어 프레임의 사용으로 인해 달라지는 데이터 처리량을 비교 분석하였다. 단말이 매체에 접근을 하여 데이터 전송에 성공 하였다면 데이터 처리량은 늘어날 것이다. 만약 매체 접근 빈도가 높아지게 되면 데이터 전송량이 많아지게 되고, 그럼 네트워크에서 단말들이 처리하는 처리량 또한 높아지므로 데이터 처리량인 처리율[bit/sec]을 전체 네트워크에서 평균값을 이용하여 측정하였다.

그림 13은 여섯 개의 단말이 각자 데이터를 받아 처

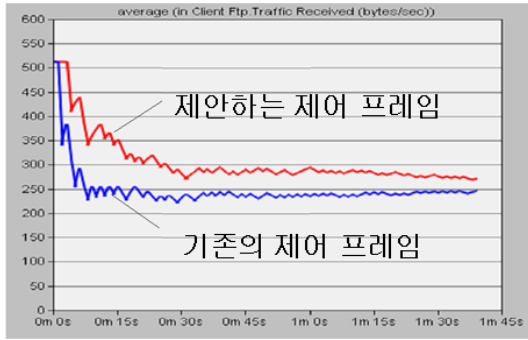


그림 14. 단말 E의 처리율
Fig. 14. Load of E Wireless Node.

리하는 처리량을 처리율[bits/sec]을 평균값을 이용해 나타낸 것으로 위쪽에 있는 선이 제안하는 제어 프레임을 사용하는 경우이며, 아래쪽에 있는 선이 기존의 제어 프레임을 사용하는 경우이다.

두 개의 선은 처리율 값이 많게는 50,000[bits/sec]에서 적게는 20,000[bits/sec]정도 차이가 나는 것을 볼 수 있다.

기존의 제어프레임을 사용할 경우 False Node Problem이 발생하여 단말 A와 단말 B와의 통신이 주를 이루는 반면, 제안하는 제어 프레임은 False Node Problem을 어느 정도 개선시켰기 때문에 단말 F가 매체에 접근을 할 수 있게 되었고 단말 F가 단말 E에게 데이터의 전송이 가능하게 되었다는 것을 확인할 수 있다. 그래서 단말 F가 어느 정도 데이터의 전송의 효율이 높아졌는지 확인하기 위해 단말 F의 처리율[bits/sec]를 측정하였다.

위 그림 14는 단말 E가 데이터를 받아들이는 효율적인 처리율[bits/sec]을 평균값으로 나타낸 것이다. 위쪽에 있는 선이 제안하는 제어 프레임을 사용하는 경우이며, 아래쪽에 있는 선이 기존의 제어 프레임을 사용하는 경우이다. 두 개의 선은 평균적으로 처리율 값이 60[bits/sec] 정도의 차이를 보였다. 이는 기존의 제어 프레임을 사용함으로써 발생하는 False Node Problem으로 인해 단말 E가 매체에 접근 빈도가 적었지만 제안하는 제어 프레임을 사용함으로써 단말 E가 매체에 접근 할 수 있는 빈도 높아져 데이터를 송수신 빈도가 높아졌다는 것을 의미한다.

VI. 결론 및 향후 연구

기존의 제어프레임은 은닉 단말 문제를 해결할 수 있

는 매우 좋은 방법이다. 하지만 옆에 있는 셀에 영향을 줄 수 있는 False Node Problem을 가지고 있다. 이 문제점은 단말 하나로부터 시작된 통신이 옆에 있는 단말이 백오프 시간을 증가시키는 상태로 만들어 다른 단말들이 매체에 접근을 하지 못하게 한다. 이것은 전송효율에 악영향을 미친다. 하지만 제안하는 제어 프레임은 다른 셀에 있는 단말들이 제어 프레임의 영향을 받아 매체의 유휴상태를 점검을 못하는 False Node Problem이 발생하더라도 통신에 참여하지 못한 단말들이 매체의 유휴상태를 점검하는 시간을 따로 가지게 하여 매체의 활용도를 높여 전송효율의 증가시키는 제어프레임을 설계하였다.

본 논문에서 대기시간을 재설정된 제어프레임을 설계하여 False Node Problem을 해결하므로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 단말들의 매체 접근 횟수 증가

- 대기 시간의 재설정으로 인해 매체의 상태 점검의 빈도가 늘어나게 되었으며, 통신의 참여 빈도도 증가하였다.

2. 지연시간 감소

- 대기 시간의 재설정으로 대기 시간이 짧아지게 되어 통신 지연시간이 감소하였다.

3. 데이터 처리율 증가

- 한 쌍 이상의 단말들이 통신에 참여가 가능하게 되어 데이터를 처리할 수 있는 단말들도 증가하였다.

5장의 시뮬레이션 결과를 통해 지연시간과 데이터 처리율이 차이를 확인할 수 있었다. 기존의 제어 프레임은 한 쌍의 단말들이 주로 통신을 하는 False Node Problem이 발생하여 다른 단말들이 매체에 접근하는 시간이 줄어들어 지연시간 값이 크게 나왔으며, 매체에 접근하는 빈도가 줄어들어 데이터를 전송하고 처리하는 양이 적다는 결과를 보였다. 하지만 제안하는 제어 프레임은 한 쌍 이상의 단말들이 통신에 참여할 수 있었고 이로 인해 지연시간이 기존의 제어 프레임 보다 작았으며 데이터 처리량 또한 더 많았다.

앞으로 연구 방향은 정확한 대기 시간 정의와 기존 제어프레임의 크기를 유지하는 효율적인 제어프레임 연구가 될 것이다. 대기시간을 재설정된 제어프레임은 체크 채널 필드를 정의하여, 매체의 유휴를 점검하는 시간과 점검하는 방법을 정의하였지만 이 방법은 완전한

방법이 아니다. 정의한 시간이 효율적인 시간이라고는 생각하지 않는다. 매체의 유희를 점검하는 시간이 좀 더 세부적으로 연구되어 정의가 된다면 단말들이 매체에 접근하는 빈도가 좀 더 많아지게 되고 이로 인해 전송효율은 높아질 것이다. 그리고 무선 통신에서 RTS는 20[byte]라는 사이즈를 가지고 있다. 본 논문에서는 이 사이즈를 4[byte]를 늘려 사용하였지만, 늘리지 않고 사용할 수 있는 방법이 연구되어 진다면 좀 더 효율적인 제어 프레임이 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] By Behrouz A. forouzan, "Data Communications and Networking" 3th Edition, 2005.
- [2] Bruno, R., Conti, M., Gregori, E., "Throughput Analysis and Measurements in IEEE 802.11 WLANs with TCP and UDP Traffic Flows", *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, On page(s): 171 - 186, Volume: 7 Issue: 2, Feb. 2008.
- [3] Xinyu Zhang, Baochun Li, "On the Benefits of Network Coding in Multi-Channel Wireless Networks", *Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks*, 2008. *SECON '08. 5th Annual IEEE Communications Society Conference on*, On page(s): 341 - 349, Volume: Issue: , 16-20 June 2008.
- [4] Winters, J., Kobayakov, A., Sauer, M., "Picocells with MIMO and Cell Bonding for WLAN Systems", *Communications*, 2009. *ICC '09. IEEE International Conference on*, On page(s): 1 - 6, Volume: Issue: , 14-18 June 2009.
- [5] Hoefel, R., "IEEE 802.11n MAC Improvements: A MAC and PHY Cross-Layer Model to Estimate the Throughput", *Vehicular Technology Conference, 2008. VTC 2008-Fall. IEEE 68th*, On page(s): 1 - 5, Volume: Issue: , 21-24 Sept. 2008.
- [6] Hoefel, R.P.F., "Frame Aggregation and Concatenation Schemes for IEEE EDCF 802.11e: A First Order MAC and PHY Cross-Layer Model to Estimate the Throughput", *Vehicular Technology Conference, 2009. VTC Spring 2009. IEEE 69th*, On page(s): 1 - 5, Volume: Issue: , 26-29 April 2009.
- [7] Tiquel Oliver and Ana Escudero, "Study of different CSMA/CA IEEE 802.11-based implementations", *EUNICE Contribution*, 1999.
- [8] Tianji Li and BSc. and MSc., "Improving Performance for CSMA/CA Based Wireless Networks.", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, 2007. 12.
- [9] Weinmiller J. and Woesner H. and Ebert, J.P, and Wolisz, A. "Analyzing the RTS/CTS Mechansim in the DFWMAC Media Access Protocol for Wireless LANs.", *IFIP TC6 Workshop Personal Wireless Comm.*, 2005.
- [10] Kong, Z. N., Tsang D.H.K and Bensaou, B., "Adaptive RTS/CTS Mechanism for IEEE 802.11 WLANs to Achieve Opimal Performancce.", *IEEE Communication Society*. 2004.
- [11] J.L. Sobrinho, R. de Haan, and J. M. Brazio, "Why RTS-CTS is not your ideal wireless LAN multiplle access protocol," in *Proc WCNC, vol, 1*, pp. 81-87, 2005.
- [12] Chin-Sean Sum, Zhou Lan, Funada, R., Junyi Wang, Baykas, T., Rahman, M.A., Harada, H., Kato, S., "A Virtual Time-Slot Allocation Throughput Enhancement Scheme with Multiple Modulations for a Multi-Gbps Millimeter-Wave WPAN System", *Wireless Communications and Networking Conference, 2009. WCNC 2009. IEEE*, On page(s): 1 - 6, Volume: Issue: 5-8 April 2009.
- [13] Ferre, P., Doufexi, A., Chung-How, J., Nix, A.R., Bull, D.R., "Robust Video Transmission Over Wireless LANs", *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, On page(s): 2596 - 2602, Volume: 57 Issue: 4, July 2008.
- [14] Jeffrey B. Carruther and David starobinski, "RTS/CTS-Induced Congestion in Ad Hoc Wireless LANs", *Saikat Ray*, 2005.
- [15] A. Majumdar, D. Sachs, I. Kozintsev, K. Ramchandran, and M. Yeung, "Multicast and unicast real-time video streaming over wireless LANs", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 12, pp.524 - 534 , 2002.

— 저 자 소 개 —



한 재 균(정회원)
 1997년 한국방송통신대학교
 정보통계학과
 학사 졸업(이학사).
 1999년 조선대학교 전자공학과
 석사 졸업(공학석사).
 2005년 조선대학교 전자공학과
 박사 졸업(공학박사).

<주관심분야 : RFID/USN, 네트워크, 보안>



편 석 범(정회원)
 1986년 조선대학교 전자공학과
 학사 졸업(이학사).
 1988년 조선대학교 전자공학과
 석사 졸업(공학석사).
 1996년 조선대학교 전기공학과
 박사 졸업(공학박사).

1992년 3월~현재 동강대학 교수
 2009년 7월~현재 동강대학 산학협력단장
 <주관심분야 : 네트워크, PCB Artwork Design,
 DSP>