[UCI]I804:24011-200000240163

2010년 8월

석사학위논문

무선 애드혹 망에서 전송효율증대를 위한 제어프레임 설계

조선대학교 대학원

정보통신공학과

윤 풍 식

무선 애드혹 망에서 전송효율증대를 위한 제어프레임 설계

Control Frame Design for Improvement Transmit Efficiency in the Wireless Ad-Hoc Networks

2010년 8월 25일

조선대학교 대학원

정보통신공학과

윤 풍 식

무선 애드혹 망에서 전송효율증대를 위한 제어프레임 설계

지도교수 한 승 조

이 논문을 공학석사학위신청 논문으로 제출함

2010년 4월

조선대학교 대학원

정보통신공학과

윤 풍 식

윤풍식의 석사학위논문을 인준함

위원장　조선대학교 교수　박 종 안　印

위　원　조선대학교 교수　한 승 조　印

위　원　조선대학교 교수　변 재 영　印

2010년　5월

목 차

ABSTRACT ····· vi

제 1 장 서 론 ····· 1

제 2 장 IEEE 802.11 ····· 2

제 1 절 IEEE 802.11 개요 ····· 2

제 2 절 IEEE 802.11 MAC 구조 ····· 2

1. DCF ····· 3

2. PCF ····· 6

3. DCF와 PCF 공존 ····· 8

4. HCF ····· 9

제 3 절 CSMA/CA ····· 10

1. CSMA/CA 개요 ····· 10

2. CSMA/CA 원리 ····· 10

3. CSMA/CA 동작 순서 ····· 11

4. CSMA/CA 종류 ····· 14

제 3 장 제어 프레임 ····· 16

제 1 절 은닉 단말 문제 ····· 16

제 2 절 노출 단말 문제 ····· 18

제 3 절 RTS/CTS ····· 19
1. RTS/CST 전송 순서 ····· 20
2. RTS/CTS MAC 구조 ····· 22
3. 정보서버 보안 ····· 22
제 4 절 FBP ····· 24

제 4 장 대기 시간 재설정한 제어프레임 제안 ····· 27
제 1 절 대기 시간 재설정한 제어프레임 ····· 28
1. 대기 시간 재설정 ····· 28
2. 대기 시간 재설정한 제어프레임 MAC 구조 ····· 30
제 2 절 대기 시간 재설정한 제어프레임 동작원리 ····· 32

제 5 장 성능 평가 및 분석 ····· 34
제 1 절 시뮬레이션 환경 ····· 34
제 2 절 시뮬레이션 결과 ····· 36

제 6 장 결론 및 향후 연구 ····· 39

참 고 문 헌 ····· 40

그 림 차 례

그림 2.1 에드 혹 네트워크와 기반 구조 네트워크 ····· 2
그림 2.2 IEEE 802.11 MAC 계층 ····· 3
그림 2.3 DCF ····· 5
그림 2.4 슈퍼 프레임 구조 ····· 7
그림 2.5 PCF 프레임 전송 과정 ····· 8
그림 2.6 HCF 슈퍼프레임 구조 ····· 9
그림 2.7 CSMA/CA 동작 원리 ····· 11
그림 2.8 단말간의 송수신 과정 ····· 12
그림 2.9 RTS와 CTS 프레임 사용 전송과정 ····· 13
그림 3.1 은닉 단말 문제 ····· 17
그림 3.2 노출 단말 문제 ····· 19
그림 3.3 RTS/CTS 전송 방식 ····· 20
그림 3.4 프레임 교환 시간선 ····· 21
그림 3.5 기존의 제어 프레임 구조 ····· 22
그림 3.6 기존 제어 프레임 프로세스 흐름도 ····· 23
그림 3.7 FBP ····· 25
그림 4.1 Defer Access Time ····· 29
그림 4.2 대기 시간 재설정한 제어프레임 프로세스 흐름도 ····· 30
그림 4.3 대기 시간 재설정한 RTS 프레임 구조 ····· 31
그림 4.4 대기 시간 재설정한 CTS 프레임 구조 ····· 31
그림 4.5 대기 시간 재설정한 제어 프레임 동작 ····· 32

그림 5.1 시뮬레이션 환경 ····· 35
그림 5.2 시뮬레이션 환경 전체에서 이루어진 Delay(sec) ····· 36
그림 5.3 시뮬레이션 환경 전체에서 이루어진 처리율(bits/sec) ····· 37
그림 5.4 단말 E에서 측정된 처리율(bits/sec) ····· 38

표 차 례

표 5.1 시뮬레이션 파라미터 ····· 35

ABSTRACT

Control Frame Design for Improvement Transmit Efficiency in the Wireless Ad-Hoc Networks

Yun, Pyung-sik
Advisor : Prof. Han Seung-jo Ph.D
Department of Info. & Comm. Engineering,
Graduate School of Chosun University

IEEE 802.11 wireless networks support control frames like that RTS/CTS (Request To Send/Clear To Send). Control frame support efficient wireless network. Hidden node problem and exposed node problem will occur to frame collection. Control frame take preventive measures to frame collection. It helps to solve the hidden node problem but decreases the throughput rate. It also brings change in NAV state of other wireless nodes in the same cell. However, Wireless nodes make false node problem in NAV state.

We propose a reformed control frame. Conventional control frame have 24 bytes field. However, RTS use only 20 bytes. RTS has composure extra space of 4byte. Also CTS use only 14 bytes. CTS has composure extra space of 10 byte. We propose check channel field. This field composed of 4bytes.

Check Channel field support to wireless nodes. Nodes can escape in NAV state. This method can escape when data received to wireless nodes on schedule time is continued by 0 in NAV state. Check Channel may supported

to check channel after wireless node begins to transmit data frame.

We perform comparative analysis in terms of delay(sec) and load(bist/sec) with reform RTS/CTS method which proves the efficiency of the proposed method

제 1 장 서 론

최근 많은 수의 무선 단말이 같은 셀안에 통신하는 현상이 자주 발생된다. 따라서 통신 회사는 더 많은 AP(Access Point)를 설치를 해야 하며, 갑자기 많은 무선 단말이 밀집할 경우 추가 AP를 파견해야하는 번거로운 일이 발생한다. 무선 단말의 통신은 다른 무선 단말의 통신 간섭과 충돌을 방지하기 위해 제어프레임이라는 효과적인 방식을 사용 하지만 이 방식은 다른 무선 단말과의 간섭 및 충돌을 막지만 같은 대역 및 변환을 사용하는 다른 무선 단말이 있을 경우 이를 대기상태로 만들어 버리는 단점을 가지고 있다.

이러한 단점을 보완하여 대기상태에서 벗어날 수 있는 방법과 프레임 분할 방식을 사용하지 않아도 데이터를 안전하게 전송할 수 있게 하는 방식을 제안함으로써 무선 네트워크에 나타나는 문제인 무선 통신을 제어 할 수 있는 RTS/CTS (Request To Send/Clear To Send)를 보다 효율적으로 디자인 하여 은닉 단말 문제와 노출 단말 문제로 발생하는 문제점 해결하는 동시에 FBP(False Blocking Problem)을 해결할 수 있는 제어 프레임을 설계하였다. 제안하는 제어 프레임이 기존의 제어 프레임과 다른점은 통신에 참여하지 않은 단말이 매체의 유무를 확인하는 시점이 다르다. 기존의 제어 프레임은 매체 유휴를 확인하는 시점이 통신에 참여하는 단말의 통신이 다 끝난 다음에 하지만, 제안하는 제어 프레임의 매체 유휴를 확인하는 시점이 그보다 더 앞당겨 정의를 하여 매체 유휴상태를 점검하는 빈도 수 또한 늘어가게 되었다.

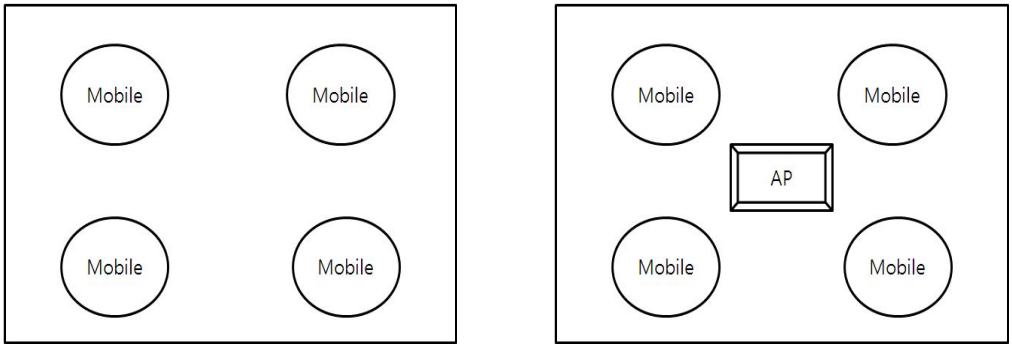
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IEEE 802.11에 대해 살펴본다. 무선 네트워크 통신환경에서 제공하는 IEEE 802.11의 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)의 개요와 기본적인 동작원리를 살펴본다. 3장에서는 제어 프레임을 유무에 따라 발생되는 문제를 살펴본다, 은닉 단말 문제(Hidden Node Problem)와 노출 단말 문제(Exposed Node Problem)를 살펴보고 RTS와 CTS의 MAC 구조, 전송 방법에 대해 살펴보며 기존의 제어 프레임을 사용함으로 발생되는 문제점을 살펴본다. 4장에서는 제안하는 제어 프레임에 대해 소개한다. MAC 구조, 접근 방법, 작동 원리를 알아보며 제안하는 프레임의 장점을

살펴본다. 5장에는 기존의 제어 프레임과 제안하는 제어 프레임을 같은 조건에서 시뮬레이션을 하여 FBP의 발생 여부 및 전송효율 측면을 비교 분석을 하여 본다. 그리고 마지막 6장에는 본 논문의 결과를 정리하고 향후 연구 계획을 다룬다.

제 2 장 IEEE 802.11

제 1 절 IEEE 802.11 개요

IEEE 802.11은 무선 네트워크의 기본 블록으로써 BSS(Basic Service Set)를 정의하고 있으며, 고정 또는 유동 송수신기와 AP로 구성되어 있다. 네트워크 구조를 나누어 보면 하나는 단독 네트워크로 AP가 없는 에드 혹 네트워크와 다른 하나는 AP를 가지고 있는 기반 구조 네트워크로 구분된다.



(a) 에드 혹 네트워크 (b) 기반 구조 네트워크

그림 2.1 에드 혹 네트워크와 기반 구조 네트워크

기반 구조 네트워크가 여러개 합쳐져 구성되는 네트워크를 확장 구조 네트워크라 하며, 일반적으로 여러 AP들을 유선으로 연결하여 사용한다. 유선으로 연결된 AP들은 분산 시스템을 통해 제어가 된다.[1]

제 2 절 IEEE 802.11 MAC 구조

IEEE 802.11은 기반 구조 네트워크 구조와 에드 혹 네트워크를 모두 지원 할 수 있다. MAC 계층은 그림 2.2에서 보는 것과 같이 CSMA/CA로 알려진

DCF(Distributed Coordination Function)와 PCF(Point Coordination Function)의 두가지 MAC 부계층을 정의한다. DCF는 에드 혹 네트워크와 기반 구조 네트워크에서 이용되지만 PCF는 기반 구조 네트워크에서만 이용된다.[2]

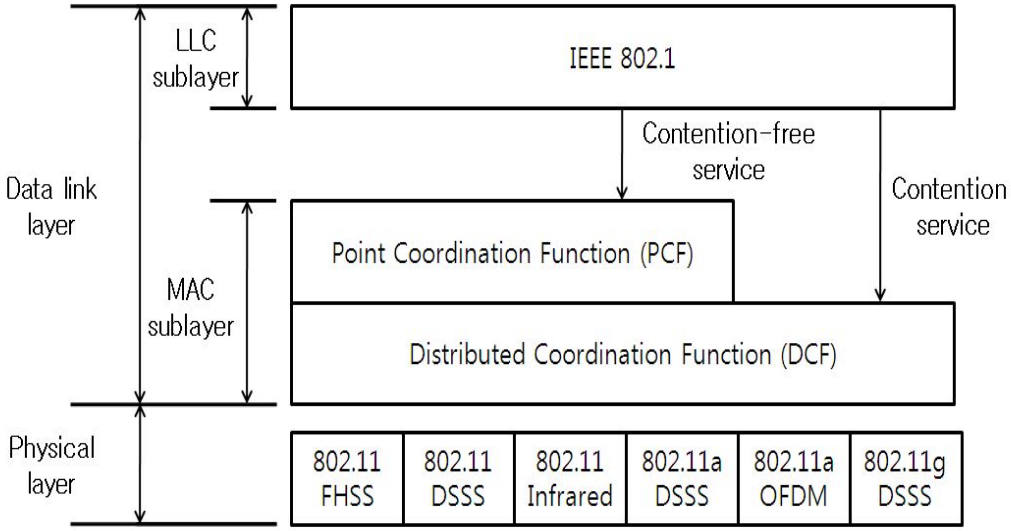


그림 2.2 IEEE 802.11 MAC 계층

1. DCF

DCF는 IEEE 802.11 MAC의 기본적인 매체 접근 방식으로, CSMA/CA방식을 따른다. CSMA/CA 프로토콜과 임의 백오프 시간을 이용하여 단말간에 매체를 공유하기 위한 것이다. 기반 구조 네트워크 또는 확장 구조 네트워크에서 적용될 수 있도록 모든 단말에서 이 방식을 구현하게 된다. 단말은 전송하기 전에 다른 단말이 전송하고 있는지를 결정하기 위해 우선 채널을 감지하고, 랜덤하게 설정한 백오프 시간에서 채널이 유휴한 시간만큼 줄이면서 계속 채널을 감지한다. 백오프 시간이 0이 될 때까지 채널이 유휴하다면 전송을 시작하게 되고, 그렇지 않으면 현재의 전송이 끝난 이후의 경쟁구간에서 남아 있는 백오프 시간을 이용하여 전송을 시도하게 된다. 한편, 백오프 과정을 통하여 채널 획득에 성공한 단말기 RTS와 CTS의 짧은 길이의 제어 프레임을 교환하여 은닉 단말 문제를 해결한다.

CSMA/CA 프로토콜을 통해 매체가 유휴한 상태가 되기를 기다리고 있다가 동시에 전송을 시도하는 단말간의 충돌 확률을 감소시키며, 이때 임의 백오프 절차를 적용하게 된다. 반송파 감지 방식으로 물리층에서 제공하는 물리적 기법과 NAV(Network Allocation Vector)를 이용하는 가상 기법이 사용되며, 매체접근에 대한 우선 순위를 설정하기 위해 IFS(Interframe Space)를 사용한다. 가상 반송파 감지 기법은 채널에 대한 예약 정보를 알리는 방식으로, 실제 데이터를 전송하기 전에 미리 RTS와 CTS를 교환하여 채널의 예약을 알리는 것이 그 한 예이다. RTS와 CTS 프레임은 매체가 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 반송파 감지에 의해 은닉 단말 문제를 해결할 뿐만 아니라, RTS와 CTS 교환은 충돌로 인한 전송 데이터의 손실을 즉각적으로 확인할 수 있도록 한다. 즉, RTS를 전송한 단말에 의해 CTS가 감지되지 않을 경우 해당 단말은 이 짧은 길이의 RTS와 CTS 교환 절차를 반복함으로써, 직접 데이터를 전송한 후에 ACK를 기다려 데이터 전송의 신뢰성을 확인하는 경우에 비해 적은 시간내에 효율적인 확인이 가능하다.[2,3]

1) 반송파 감지 기법

물리적 반송파 감지 기법은 물리계층에 의해 제공되며 이에 대한 자세한 내용은 802.11 물리층 규격을 참조할 수 있다.

가상 반송파 감지 기법은 MAC 계층에 의해 제공되며, NAV를 사용한다. NAV는 각 단말에 존재하는 일종의 카운터로서, 프레임에 포함된 존속기간 필드를 참조하여 언제 채널이 유휴한 상태가 될 것인가에 대한 정보를 가진다.

2) IFS

프레임간의 시간 간격을 IFS라고 하며, 무선매체접근에 대한 우선 순위를 제공

하기 위해 SIFS(Short Interframe Space), PIFS(PCF Interframe Space), DIFS(DCF Interframe Space), EIFS(Extended Interframe Space)로 정의된 4개의 다른 IFS가 존재한다. 각 IFS간의 관계는 그림 2.3와 같이 정의된다. 가장 짧은 IFS의 SIFS는 ACK, CST프레임, 연속되는 분할된 프레임, 그리고 CFP(Contention Free Period)에서의 프레임 등에 사용된다. PIFS는 오직 CFP의 시작부분에서 PCF하에서 작동하고, DIFS는 DCF하에서 작동하면서, MPDU(MAC Management Protocol Data Unit)들을 전송하려는 단말들에 의해 사용된다. EIFS는 프레임 전송 오류가 발생할 경우에만 사용한다. 이는 DCF상에서 물리계층이 MAC 계층에 프레임이 정확하게 도착하지 않았다고 알려올 때 사용된다. 전송을 다시 시작하기 전에 다른 단말이 이런 상황을 인지할 충분한 시간이 되도록 정의되어 있다. 실제 충돌이 발생했을 경우 EIFS 시간만큼 기다린 후 DCF에 따른 매체 접근 시도를 할 수 있다.[4, 5]

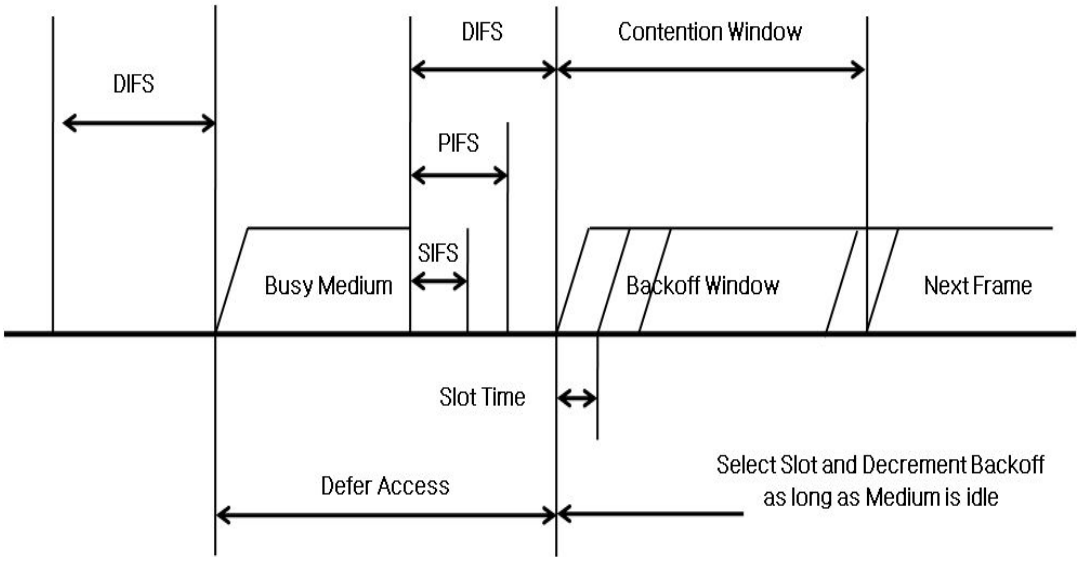


그림 2.3 DCF

3) 임의 백오프 시간

MPDU나 MMPDU를 전송하려는 단말은 매체의 상태를 결정하기 위해 반송파

감지 기법을 사용한다. 만약 마지막 프레임의 전송이 끝난 뒤 DIFS 동안 매체가 유휴 상태가 되면, 단말들은 바로 매체에 접근하는 것이 아니라 임의 백오프 시간을 생성한 뒤 그 시간동안 매체에 대한 접근을 지연하게 된다. 이것은 마지막 프레임의 전송이 끝난 후, 매체에 접근하려는 단말들의 충돌 가능성을 줄이기 위한 것이다.[5]

Backoff Time = Random()×Slot Time

위의 식에 의해 임의 백오프 시간이 생성된다. 여기서 Random()은 0부터 CW(Contention Window)구간에서 균일한 분포를 가지고 선택한 정수 값이다. CW는 초기치가 최소값으로 설정되었다가 매체 접근시 단말간의 충돌이 발생하면 일정하게 증가하게 된다. 그리고 최대값에 도달하면 그 증가를 멈추게 된다.

2. PCF

PCF는 IEEE 802.11 MAC의 부가적인 매체접근 방식으로, 기반 구조 네트워크에서만 적용이 가능하다. PCF는 비경쟁 프레임 전송을 제공하며, PC(Point Coordinator)의 역할은 AP가 맡는다. 이 방식은 기본 서비스 세트의 AP에서 동작하는 PC가 단말이 전송할 순서를 결정하는 폴링(Polling) 기법을 사용한다. PCF는 DCF를 기반으로 하고 있으므로 모든 단말은 PCF의 매체접근 방식을 따르며, CFP의 초기 단계에 단말들은 NAV를 일정한 값으로 설정한다. PCF는 접근 우선권 기법(Access Priority Mechanism)에 기반을 둔 가상적인 반송파 감지 방식을 사용한다. 즉, PCF는 단말에 대해 NAV를 설정하여 매체접근을 제어하기 위해 Beacon 프레임을 통해 정보를 알린다. 또한 DCF를 통해 전송되는 프레임의 IFS보다 짧은 IFS를 사용함으로써 DCF를 사용하는 단말보다 매체접속의 우선권을 갖도록 하고 있다. CF-Pollable 단말들은 PC로부터 Poll을 받을 때만 Piggy Back 방식으로 데이터를 전송을 하게 되며, Non-CF-Pollable 단말들은 DCF에서 사용하는 방식으로 데이터를 전송한다.[6]

1) CFP 구조

그림 2.4에서 보는 것과 같이 CFP와 CP는 번갈아 가면서 반복되며, CP에서 Busy Medium 때문에 CFP가 짧아질 수도 있다. CFP의 시작을 알리는 Beacon 프레임이 PC에 의해 전송되고, Beacon 프레임안에는 CFP의 최대 길이를 나타내는 CFP Max 존속기간과 같은 매개변수들이 포함되어 있다.[3,4]

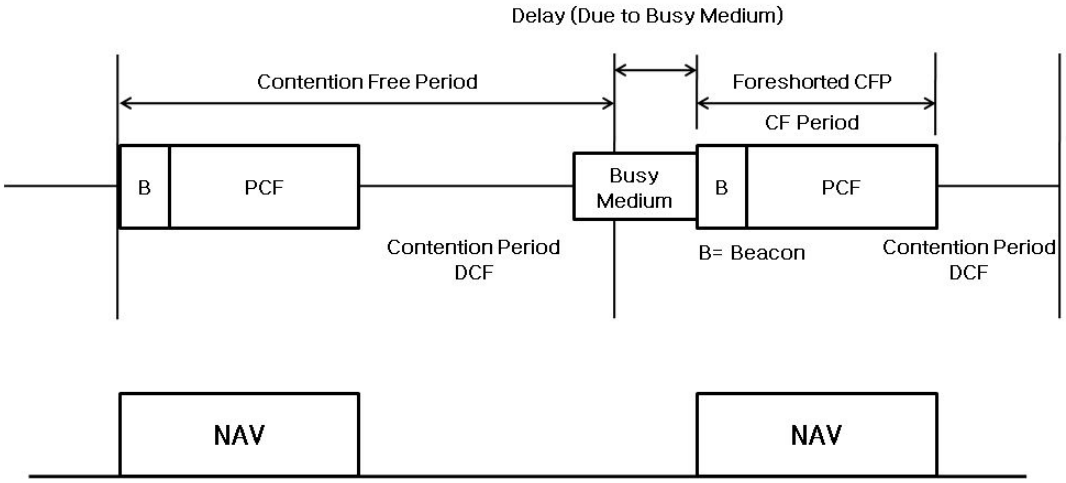


그림 2.4 슈퍼 프레임 구조

2) PCF 접근 절차

PC는 DCF를 다른 단말보다 더 짧은 IFS동안을 기다린 뒤 매체에 접근을 시도함으로써 CFP의 시작에서 매체접근을 성공한다. PC는 바로 Beacon 프레임을 전송하여 CFP가 시작되었음을 알리게 되고 단말들은 NAV를 CFP Max 존속기간 으로 설정한 뒤 PC로부터 Poll을 받기 전까지는 매체에 접근하지 않는다.

3) PCF 전송 절차

그림 2.5에서 보는 것과 같이 PIFS만큼 기다린 후 매체 접근에 성공한 PC는

Beacon을 전송한 뒤 SIFS동안 기다린 후 단말에게 데이터와 Poll을 Piggy Back방식으로 전송한다. PC로부터 프레임을 전송받은 단말은 데이터와 Poll에 대한 ACK를 보낸다. 이런 방식으로 PC와 단말들간에 전송이 이루어지며, 더 이상 전송할 프레임이 없거나 Poll을 줄 단말이 없을 때 PC는 CF-End프레임을 전송하여 CFP를 끝내고 CP가 시작된다.

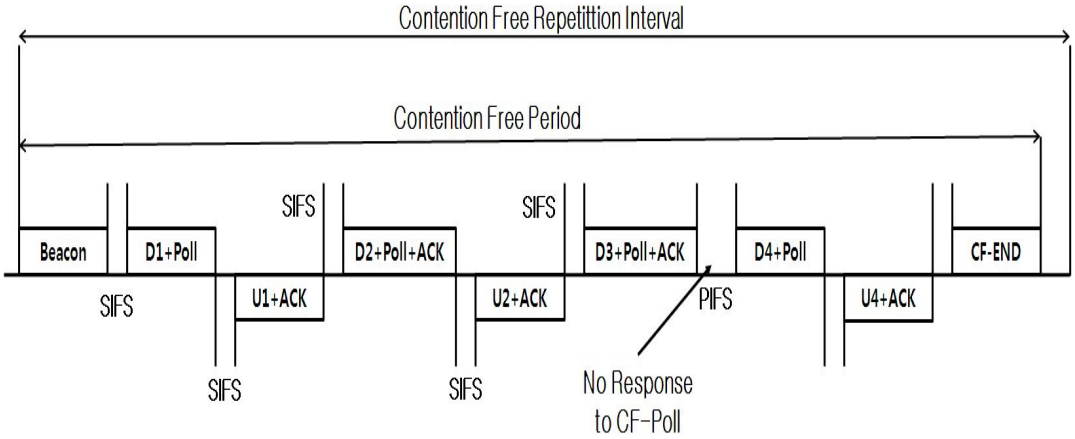


그림 2.5 PCF 프레임 전송 과정

3. DCF와 PCF의 공존

동일한 기본 서비스 세트에서 DCF와 PCF가 함께 사용될 수 있다. PC가 기본 서비스 세트에서 동작할 경우, 비경쟁 구간(Contention-free) 방식 후에 다시 경쟁 구간(Contention Period)이 사용되도록 하여 두 가지 방식이 서로 교대로 사용되는 방법이 적용된다.

4. HCF (Hybrid Coordination Function)

802.11e에서 정의하는 MAC 계층의 QoS는 DCF와 PCF 방식을 향상시킨 HCF

방식을 통하여 실현된다. HCF는 DCF에 의해 제어되는 경쟁 구간과 PCF에 의해 제어되는 비 경쟁 구간 동안 QoS 데이터를 전송할 수 있는 방식으로 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access)을 사용하고 있다. EDCA는 8개의 단말 우선 순위에 따른 트래픽을 4개의 AC로 매핑하여 서비스를 제공하는 Prioritized QoS를 지원하며, HCCA (HCF Controlled Channel Access) 는 AP와 단말 사이에 지원하고자 하는 트래픽의 특성을 파라미터로 구분하여 각 특성에 맞는 QoS 서비스를 제공하는 Parameterized QoS를 정의한다. EDCA와 HCCA는 DCF와 PCF를 사용하는 802.11 MAC과도 호환된다.[7]

802.11e MAC에 새롭게 추가된 중요한 개념이 TXOP(Transmission Opportunity)이다. QoS 전송에 참여하는 단말은 경쟁 기반 채널 접근 방법와 HCCA 등 두 가지 채널 접근 방법을 사용하여 일정한 기간동안 트래픽을 전송할 수 있는 TXOP를 얻을 수 있다. TXOP 획득은 EDCA 경쟁에서 성공하거나 액세스 포인트로부터 QoS CF-Poll 프레임을 받음으로써 가능해지는데 전자는 EDCA TXOP로 후자는 Polled TXOP라고 한다.[3, 7]

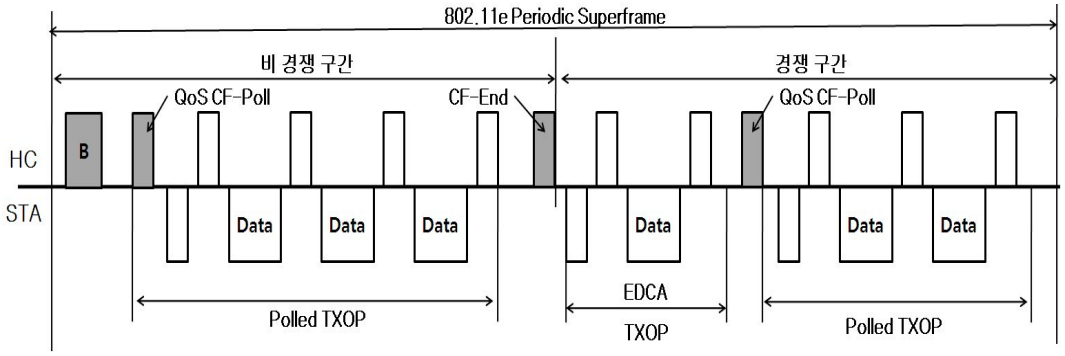


그림 2.6 HCF 슈퍼프레임 구조

이와 같이 TXOP라는 개념을 이용해 임의의 한 단말이 프레임을 전송할 수 있도록 일정 시간을 부여하거나 강제적으로 전송시간을 제한할 수 있다. TXOP의 전송 시작 시간과 최대 전송 시간은 AP에 의해 결정되는데, EDCA TXOP의 경우 Beacon 프레임에 의해, Polled TXOP의 경우는 QoS CF-Poll 프레임에 의해 단말에 통보된다.

제 3 절 CSMA/CA

1. CSMA/CA 개요

CSMA/CA는 CSMA/CD의 변형으로, 애플의 LocalTalk나, 기타 다양한 무선 접속방법들과 함께 사용된다. CSMA/CD는 데이터 흐름을 감지하여 네트워크가 사용중이 아니면 바로 패킷을 보내고, 보내는 도중 에러가 발생하면 이때 충돌을 검출하는 방법이며, CSMA/CA는 데이터 흐름을 감지하여 네트워크가 사용 중이 아니면 바로 패킷을 보내지 않고, 예비 신호를 먼저 보내 데이터 전송 중 패킷 충돌을 피하는 방법이다. 다시 말해 장치들은 항상 네트워크의 반송파를 감지하고 있다가, 네트워크가 비어있을 때 목록에 등재된 자신의 위치에 따라 정해진 만큼의 시간을 기다렸다가 데이터를 보낸다. 목록 내에서 단말들간의 우선순위를 정하고, 이를 재설정하는 데에는 여러 가지 방법들이 사용된다. 일부 버전에서는, 충돌이 일어날 수 있으며, 이때에는 충돌 감지 절차가 수행된다. [8]

2. CSMA/CA 원리

단말은 다른 단말이 데이터를 송신중인지 여부를 알아내기 위해 패킷 송신에 앞서 랜덤 펄스의 송출 구간에서 송출과 동시에 수신하여 충돌검출 윈도우에 단말이 송출한 펄스 이외의 펄스가 있는가를 조사하여 유효한 경우 랜덤펄스 구간에서 충돌이 발생한 것으로 간주하고 패킷의 송출을 보류한다. 랜덤펄스 기간내 송출한 펄스 이외의 펄스가 존재하지 않은 경우 단말은 패킷을 송출한다. 단말은 전송매체가 사용되지 않음을 인지한 후 즉시 전송을 개시하는 대신 임의의 시간동안 대기하여 대기시간 후에도 매체가 사용중이 않을 경우에 전송을 개시한다.

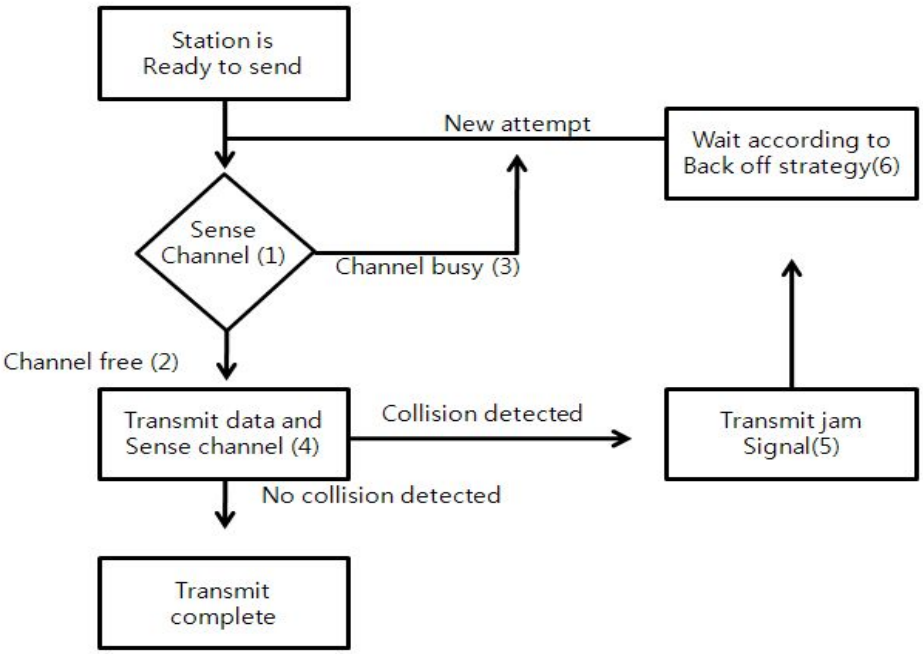


그림 2.7 CSMA/CA 동작 원리

3. CSMA/CA 동작 순서

CSMA/CA는 DCF에 의해 동작하게 된다. IFS는 메시지의 우선순위 제공을 위한 방안으로 채널에 대한 강제적 사용금지 시간을 정해 놓은 것이며, 특정메시지에 대해 전송하기 위해서는 일정시간 만큼 기다린 뒤에 전송해야한다.

DCF는 2진수의 지수적 백오프를 사용하여 기다리는 시간을 정하는데, 이 백오프 알고리즘은 여러 개의 단말이 동시에 채널을 사용하고자 할 때 충돌을 피하기 위해 고안된 알고리즘이다. 지수적 백오프는 반복되는 충돌을 하는 단말의 경우 매번 충돌을 겪을 때 마다 선택 가능한 대기 시간이 두 배가 된다.

전송 스테이션은 수신 스테이션이 DIFS이상의 시간 동안 채널이 유휴한 것으로 감지되면 전송할 수 있으며, 다른 랜덤 액세스 프로토콜에서와 마찬가지로 다른 스

테이션이 프레임 전송을 방해하지 않으면 이 프레임은 수신스테이션에서 성공적으로 수신된다. 수신스테이션은 자신이 수취인인 프레임을 정확하고 완벽하게 수신하면 SIFS동안 기다린 후 송신자에게 확인 프레임을 송신한다. 이와 같은 데이터 링크 계층에서의 확인은 송신자로 하여금 수신자가 송신자의 데이터 프레임을 정확하게 수신했음을 알려 준다. 유선 이더넷과 달리 무선 송신자는 프레임이 다른 프레임과 충돌하지 않고 목적지에서 성공적으로 수신되었는지 알 수 없기 때문에 이러한 확인 메시지를 필요로 한다. 송신스테이션이 프레임을 전송하고 그에 따라 수신스테이션이 확인하는 것에 대해 그림 2.7에 나타나 있다. 그림에서 보면, 송신자가 채널이 유휴한 것을 감지했을 경우 어떻게 동작하는지를 알 수 있다.[9]

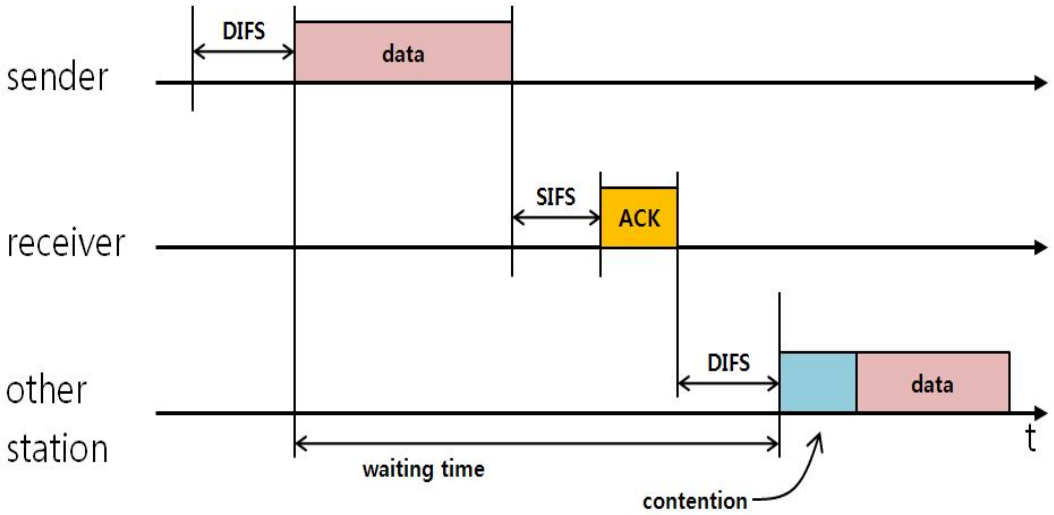


그림 2.8 단말간의 송수신 과정

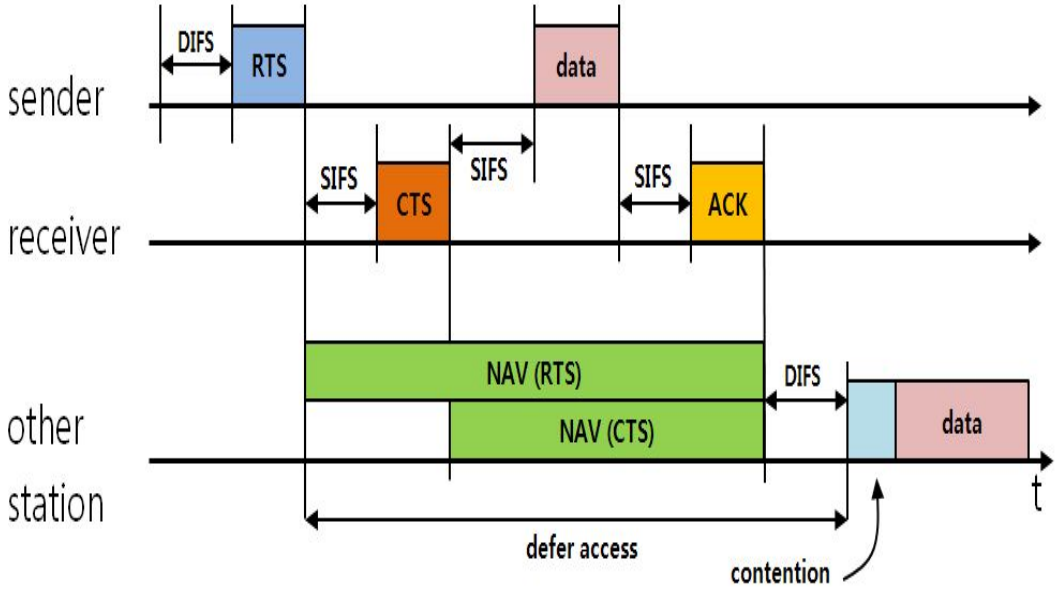


그림 2.9 RTS와 CTS 프레임 사용 전송과정

위의 그림 2.8을 살펴보면, 송신자가 채널이 바쁜 것을 감지한 스테이션은 채널이 나중에 유휴하게 될 때까지 자신의 액세스를 연기하고, 일단 DIFS시간 동안 채널이 유휴한 것을 감지하면 스테이션은 추가로 임의의 백오프 시간을 계산해서 이 시간을 카운트다운 한다. 임의의 백오프 타이머가 0이 되면 스테이션은 프레임을 전송한다. 이더넷에서와 마찬가지로 임의의 백오프 타이머는 다수의 스테이션이 DIFS 동안의 유휴시간 뒤 즉시 전송을 시작해서 충돌하는 것을 방지하는 역할을 한다. 이더넷에서와 같이, 백오프 타이머가 임의로 택하는 시간 범위는 전송된 프레임이 충돌을 겪을 때마다 두 배로 늘어난다.

이러한 채널에 대한 접근을 예약하기 위해 작은 크기의 RTS제어 프레임과 작은 크기의 CTS프레임을 사용할 수 있다. 그림 2.9에 나타나 있듯이 송신자는 프레임을 송신하고 싶으면, 데이터 패킷과 ACK 패킷의 길이를 알리기 위해 먼저 수신자에게 RTS프레임을 송신한다. RTS프레임을 수신한 수신자는 송신자에게 송신 허락을 하는 CTS프레임으로 수신 상태를 알려준다. 송신측에서 CTS를 받으면 데이터를 보내기 시작하고 만약 수신측에서 CTS를 받지 못하면 일정회수 만큼 RTS를

보내며, 그래도 어떤 답이 없으면 일정시간을 대기한 후 다시 RTS를 보낸다. RTS와 CTS 프레임을 들은 다른 모든 스테이션들은 데이터 전송이 임박했음을 알고 이 전송을 방해하지 않기 위해 피한다. 전송하는 도중에 충돌이 발생하면 데이터들을 시분할하여 전송을 계속하며, 이시간은 RTS, CTS 패킷 안에 있는 데이터를 전송하는데 필요한 시간을 보고 알 수 있다. 송신측은 데이터를 전송한 후 ACK가 올 때까지 일정시간 동안 기다리고, ACK를 받지 못하면 일정시간을 기다린 후 재전송하게 된다. [10, 11]

4. CSMA/CA의 종류

1) 비 지속 방식(Non-persistent) CSMA

비 지속 방식에서는 전송할 프레임의 단말이 회선을 감시한다. 매체가 유휴상태에 있으면 즉각 프레임을 보낸다. 만일 매체가 유휴 상태에 있지 않으면 임의의 시간을 대기하고 있다가 다시 매체를 감시한다. 두 개 이상의 단말이 같은 시간을 대기하고 있다가 동시에 전송할 확률이 낮기 때문에 충돌의 위험을 낮춘다. 그러나 이 CSMA는 전송할 프레임이 있는 지국이 있음에도 불구하고 매체가 유휴상태에 있을 수 있기 때문에 전송 매체의 효율이 낮아진다.

2) 1-지속 방식(1-persistent) CSMA

1-지속 방식은 간단하고 직선적이다. 단말이 매체의 유휴상태인 것을 감지하게 되면 즉각 프레임을 전송한다. 두 개 이상의 단말이 매체의 유휴상태인 것을 감지할 것이고 그럴 경우 모두 즉각 프레임을 전송하기 때문에 높은 충돌 위험을 유발한다.

3) p-지속 방식(p-persistent) CSMA

p-지속방식은 채널이 최대 전파 지연 시간과 같거나 그보다 큰 시간 틈새를 사용하는 경우에 채택한다. p-지속 방식은 비 지속 방식과 1-지속 방식의 장점을 합한 것이다. 충돌의 위험을 줄이면서 효율을 높인다. p-지속 방식은 매체가 유휴 상태에 있는 것을 감지하면 다음의 두 단계를 거친다.[12]

① 확률 p를 가지고 프레임을 전송한다.

② 확률 q=1-p를 가지고 단말은 다음 틈새 시작까지 기다리다가 매체를 감시한다.

②-1 만일 매체가 유휴상태이면 ①단계로 간다.

②-2 만일 메체가 사용 중이면 충돌이 생긴 것으로 간주하고 대기 절차에 들어간다.

제 3 장 제어 프레임

IEEE 802.11 무선 네트워크는 빠르게 성장하는 기술이며 계속 발전하고 있는 네트워크이다. IEEE 802.11 환경의 무선 네트워크는 제어프레임, 관리 프레임 그리고 데이터 프레임의 세 가지 프레임으로 통신을 한다. 관리 프레임은 지국과 AP와의 통신 초기에 사용되며 제어프레임은 채널에 접근할 때와 확인응답 프레임을 위하여 사용된다. 데이터 프레임은 데이터 및 제어 정보를 전송할 때 사용된다.[13]

현재 무선네트워크가 많이 발전함에 따라 사용하는 송수신 단말의 종류와 개수가 많아졌다. 이렇게 많아진 송수신 단말들 사이에 통신의 빈도수가 많아짐에 따라 데이터의 오류와 전송효율의 저하가 문제점으로 대두 되고 있다. 이런 문제점을 해결하기 위해 현재 많은 연구가 진행되고 있으며 현재 무선네트워크의 전송방법은 전송효율성의 증가를 위해 제어프레임과 프레임 분할 방식을 선택적으로 사용한다. 하지만 이 전송방법은 프레임간의 충돌을 줄여 데이터의 오류를 줄이기는 하지만 전송효율적인 측면에서는 다른 문제점이 발생된다. 그 문제점은 셀은 서로 조금씩 겹쳐있는데 만약 이 안에 있는 송수신 단말이 있고 그 단말이 무선 네트워크에 참여를 한다면 같이 겹쳐있는 셀 안에 있는 단말들은 백-오프 상태로 전환되기 때문에 통신을 할 수 없게 된다.[13]

제 1 절 은닉 단말 문제

송수신 단말의 종류와 개수가 많아짐에 따라 프레임 충돌 현상이 발생한다. 가장 많이 일어난 프레임 충돌 현상이 은닉 단말 문제로 아래의 그림과 같이 발생한다.[14]

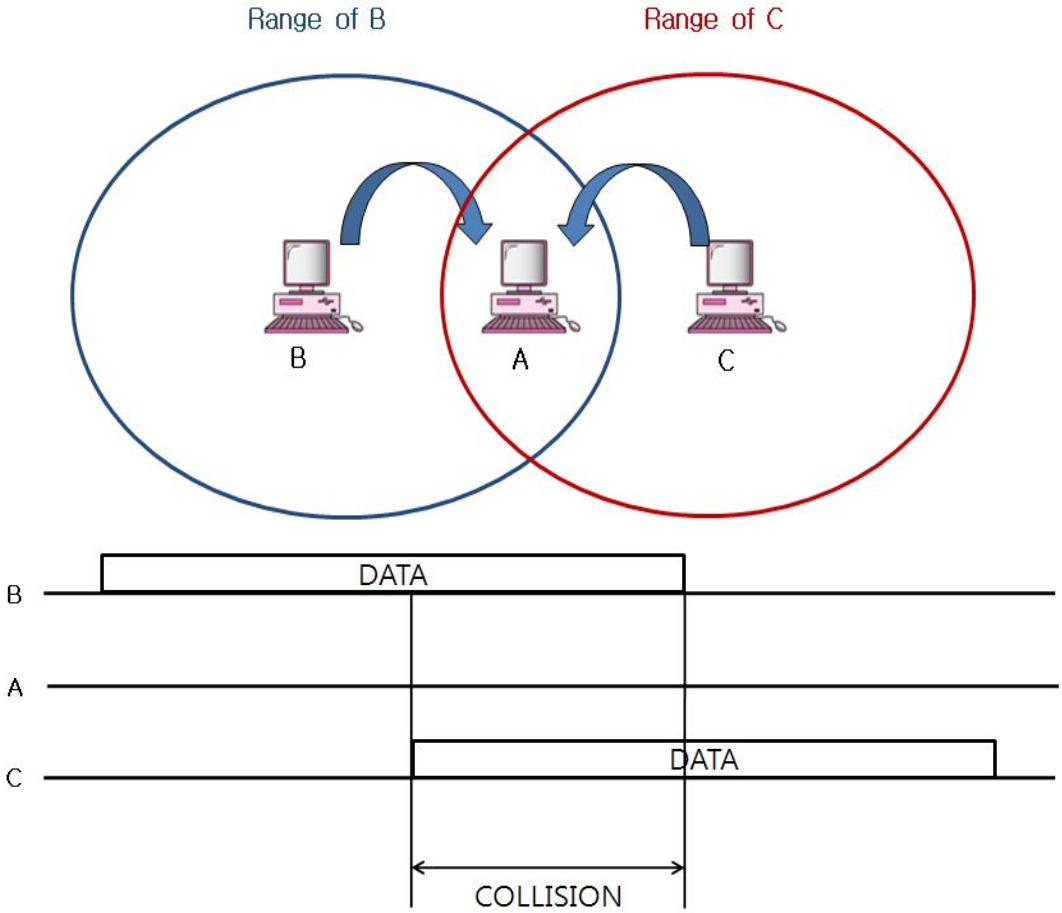


그림 3.1 은닉 단말 문제

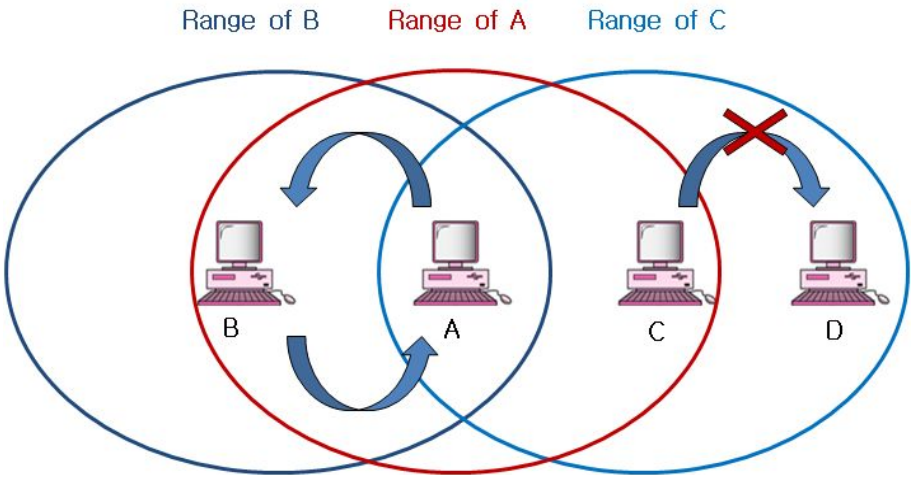
단말 A와 B가 트래픽 전송 중일 경우에 단말 C는 B에게 패킷 전송을 원한다. C는 전송할 패킷을 가지고 있고 자신의 전송 감지 범위 안에서 채널의 사용유무를 체크한다. 단말 C는 단말 A와 B의 전송을 알지 못하게 되는데, 단말 A와 C는 서로의 전송 범위 안에 있지 않기 때문이다. 따라서 채널이 비어 있다고 판단하게 되며, 단말 B에게 트래픽 전송을 시도 하게 된다. 그렇게 되면 매체 감지가 실패하기 때문에 단말 B에서는 단말 A와 단말 C로부터 오는 패킷 간 충돌이 발생하게 된다. 하지만 단말 A는 충돌이 발생 했는지를 모른채 계속 전송을 하게 되므로 이는 충돌 감지가 실패한 경우이다.

패킷간의 충돌발생은 은닉 단말로 인해 발생이 되며 자원의 낭비와 전송 지연이 발생하게 된다. 충돌이 발생하게 되면 재전송 때문에 네트워크 성능의 저하를 가져오게 되며, 주변상황에 대한 정보도 없기 때문에 충돌감지를 못하게 된다. 결국 계속 패킷을 전송하는 문제점이 발생하게 된다.

제 2 절 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.[15]

그림 3.2는 노출 단말 문제를 보여주고 있다. B가 A와 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 유휴상태가 될 때까지 기다리게 된다. 하지만 A가 C의 간섭 영역 밖에 있으면 기다릴 필요 없게 되므로 C는 B에 노출이 된다. 따라서 C는 C자신이 D로의 전송을 원하게 되지만 C는 사실을 감지하고 D로 전송을 못하게 된다.



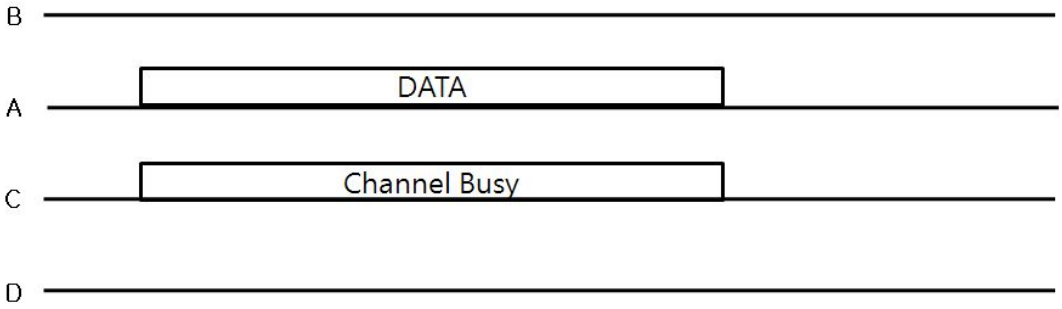


그림 3.2 노출 단말 문제

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

제 3 절 RTS/CTS

IEEE 802.11은 은닉 단말 문제와 노출 단말 문제를 해결하여 효과적인 전송을 하기위해 RTS/CTS 프레임 전송 방식을 사용하고 있다. RTS/CTS는 충돌에 대한 위험요소를 없애기 위해 전송에 관한 정보를 가지고 옆에 있는 다른 단말에게 이를 통보하는 형식으로 진행된다. RTS와 CTS는 프레임 사이에서 발생하는 충동의 문제를 해결하기 위한 것으로 데이터를 보내는 목적지에는 RTS 프레임을 받는 목적지에서는 CTS로 응답을 보내게 된다. CTS를 정상적으로 수신을 하게 되면 데이터 프레임을 전송하여 데이터의 전송이 시작된다. 그림 2.1은 RTS/CTS의 전송방식을 보여주고 있다.

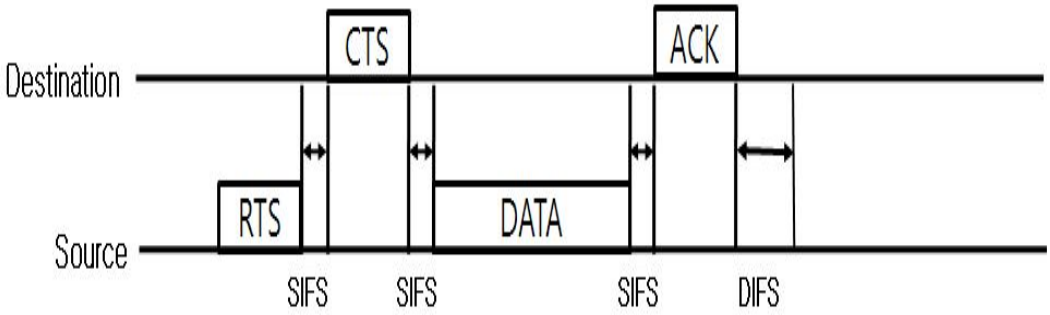


그림 3.3 RTS/CTS 전송 방식

1. RTS/CTS 전송 순서

IEEE 802.11 무선네트워크 환경에서는 RTS/CTS의 전송순서를 다음과 같이 정의하고 있다. [16]

① 프레임을 전송하기 전에, 발신 단말은 반송 주파수의 에너지 레벨을 검사함으로써 매체를 감시한다.

①-1 매체의 유휴상태일 때까지 백 오프 값으로 지속성 전략을 사용한다.

①-2 단말는 매체가 유휴하다는 것을 알게 된 후, DIFS이라 불리는 시간 동안 기다린 후, RTS을 보낸다.

② RTS을 수신한 후, SIFS 시간 동안 기다린 후, 수신 단말은 CTS을 발신 단말에게 전송한다. 이 제어 프레임은 수신 단말이 데이터를 받을 준비가 되어있다는 것을 알려준다.

③ 발신 단말는 SIFS와 동일한 시간을 기다린 후 데이터를 보낸다.

④ SIFS와 동일한 시간을 기다린 후, 수신 단말은 프레임을 잘 받았다는 것을 알려주는 확인 응답을 보낸다.

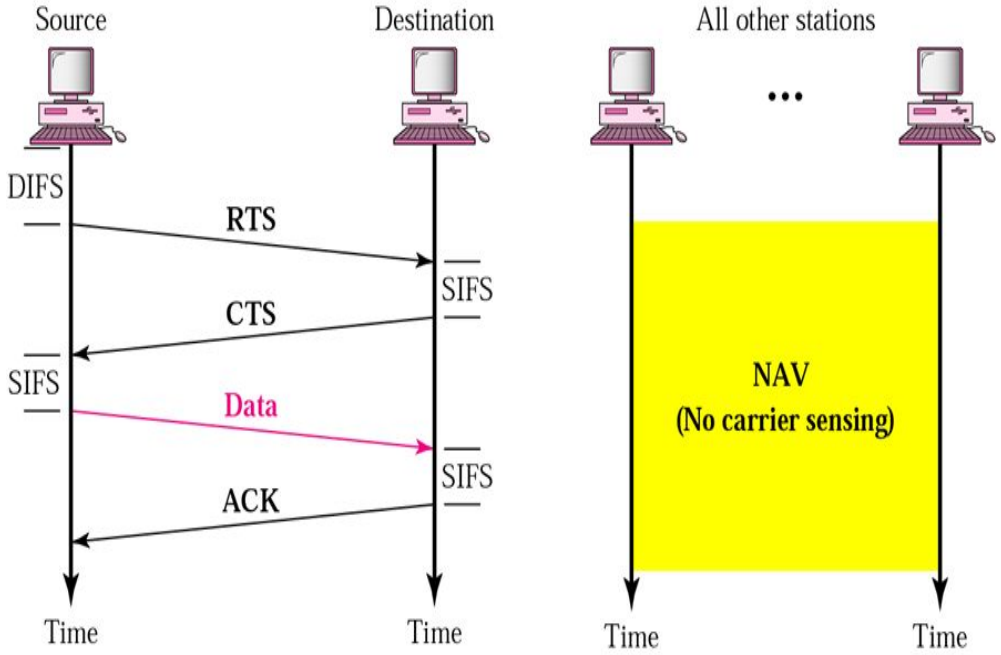


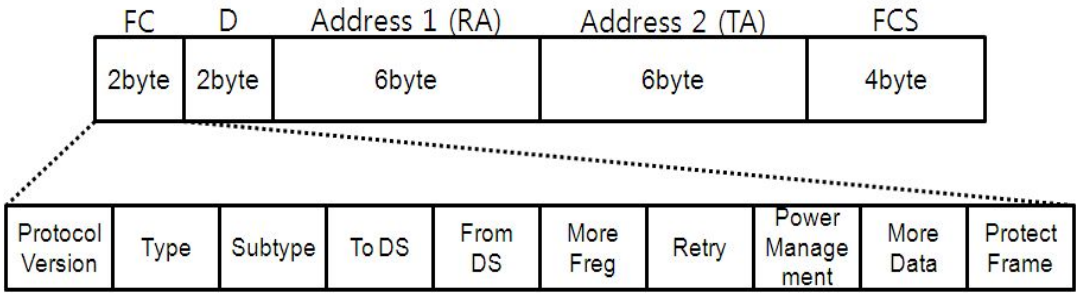
그림 3.4 프레임 교환 시간선

2. RTS/CTS MAC 구조

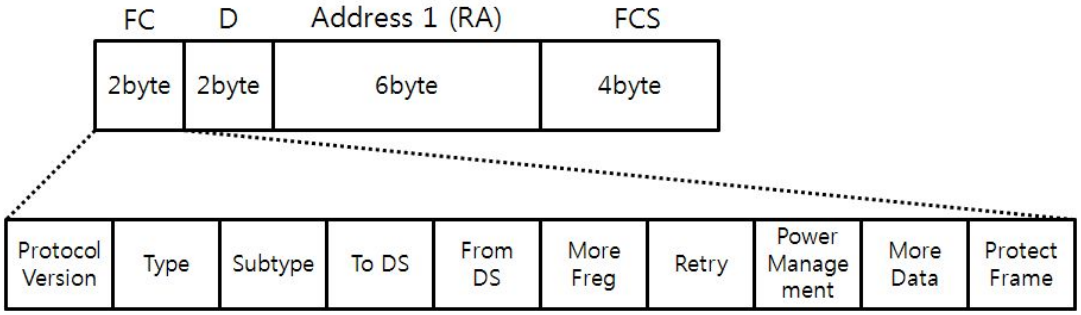
RTS 프레임은 프레임 컨트롤 필드, 존속기간 필드, 두 개의 주소 필드, FCS 필드로 총 20[byte]로 구성되어 있다. 프레임 컨트롤 필드는 프레임의 타입과 MAC 주소 해석 등이 명시되어 있으며 2[byte]로 구성되어 있다. 존속기간 필드는 매체가 점유되는 시간의 주기와 자원을 사용하는 정도에 대한 정보를 명시하고 있으며, 2[byte]로 구성되어 있다. 두 개의 주소 필드는 송·수신 단말의 주소를 나타낸 것으로 각 6[byte]로 구성되어 있다. FCS 필드는 프레임의 중복 여부를 체크하는 데 사용되고 4[byte]로 구성되어 있다. [16]

RTS 프레임의 사용방법은 존속기간 필드안에 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 물리감지기법과 가상감지기법이 있다. [7,8] 물리감지기법의

경우 파워의 세기를 판단하여 이루어지며, 가상감지기법은 NAV을 사용하여 이루어진다. 실제 트래픽 전송이 이루어지기 전에 RTS/CTS를 보내야 하는데, 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. [9,10,11]



(1) RTS MAC



(2) CTS MAC

그림 3.5 기존의 제어 프레임 프레임 구조

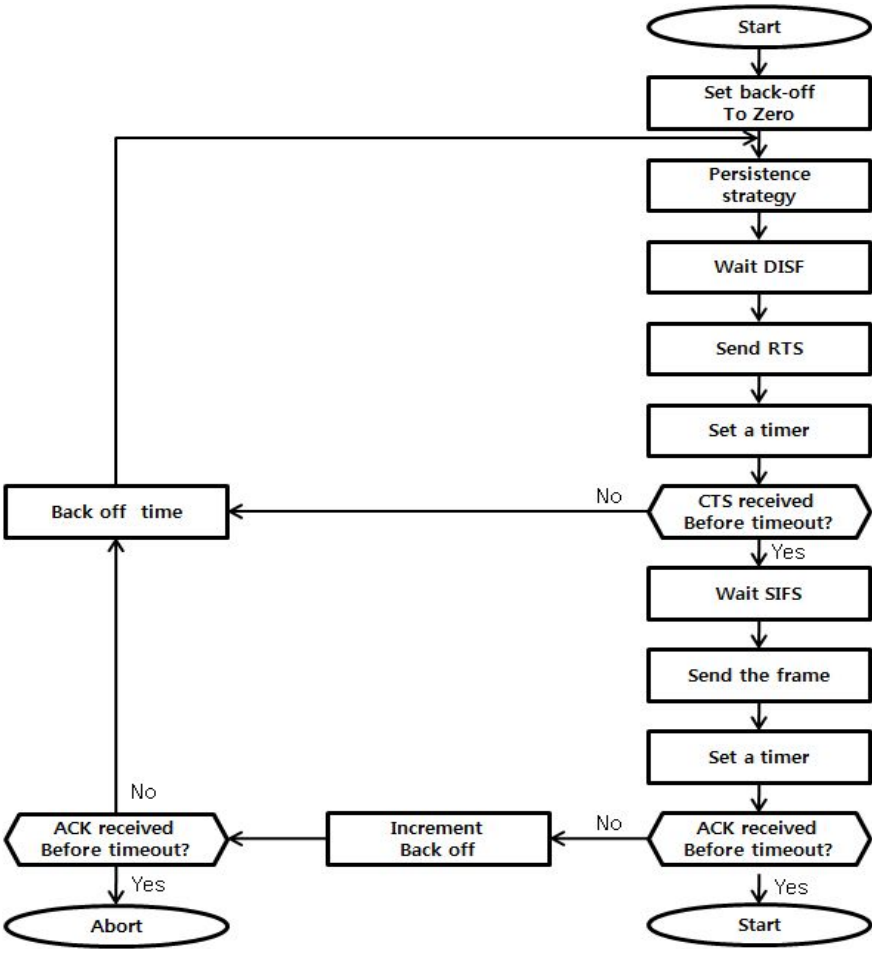
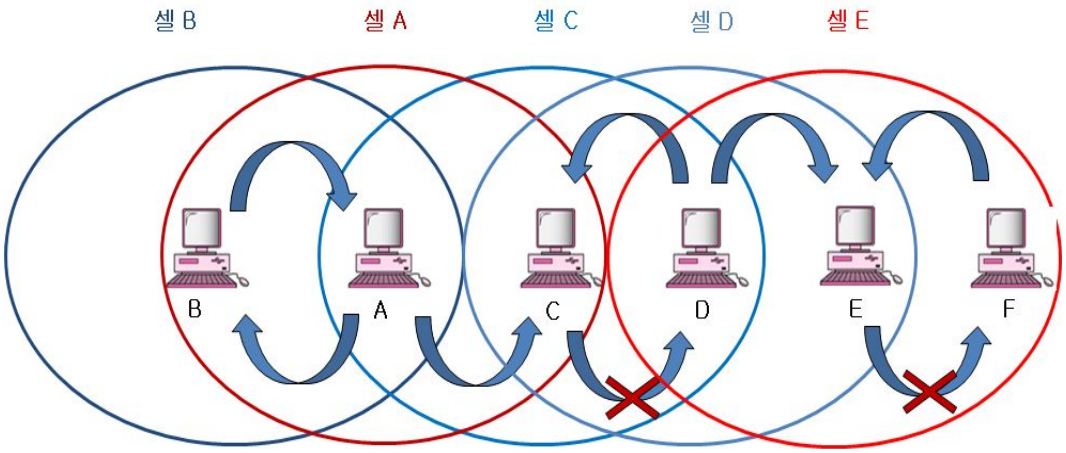


그림 3.6 기존 제어 프레임 프로세스 흐름도

제 4 절 FBP

은닉 단말 문제를 해결하기 위해 제어프레임을 사용한다. 하지만 이는 또 다른 부수적인 문제인 FBP 발생시킨다. 그림3.7은 FBP 현상을 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 셀안에 있는 단말 D가 C와 통신을 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 셀안의 송수신 단말에게도 영향을 미쳐 전송효율을 떨어지게 하는 문제이다. [17]



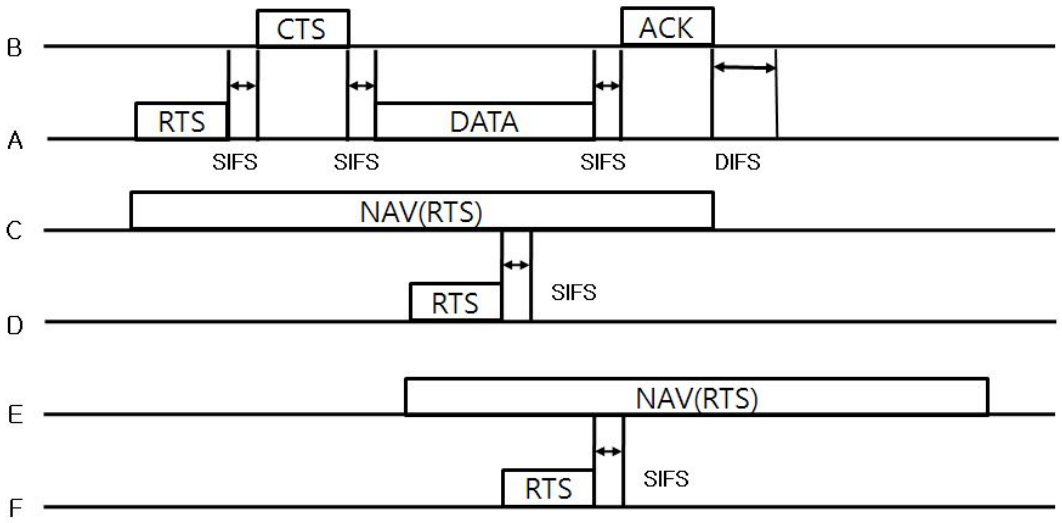


그림 3.7 FBP

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 3.7이다. 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 전송한 RTS를 단말 E도 수신하게 되며, 단말 E는 RTS에 존속기간 필드안에 정의된 매체 점유 시간 만큼 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 통신 함으로 다른 단말들이 매체에 참여를 하지 못하는 현상이 발생되며, 이를 FBP이라 한다.

제 4 장 대기 시간 재설정한 제어프레임

제어프레임의 사용목적은 원활한 통신을 하기 위함에 있다. 제어프레임을 제대로 사용되지 않으면 프레임간의 충돌이 발생하거나 전송 지연이 발생하여 네트워크의 효율성을 떨어뜨린다.

기존의 RTS/CTS 기법은 은닉 단말 문제와 노출 단말 문제로 초래되는 프레임간의 충돌을 줄이는 것을 목적으로 한다. 하지만 이 기법은 데이터를 전송하기 위해 RTS/CTS 절차를 거치고, 하나의 송신 단말이 데이터를 전송하는 동안 같은 셀 안에 있는 다른 단말들은 NAV 상태로 설정되어 데이터 전송이 끝날 때까지 통신에 참여를 하지 못한다. 이는 한 셀안에서 한 개의 채널을 사용하는 경우 한 쌍의 단말들의 통신이 다른 단말들의 통신을 방해하게 하며 또한 옆에 있는 셀에 있는 단말들에게도 영향을 미쳐 채널을 점거하는 현상을 발생시키게 된다. 이런 문제를 FBP 이라하며 이는 제어프레임을 사용하므로 발생하는 문제점이다.

이 문제점을 해결하기 위해서 본 논문은 IEEE 802.11 MAC 프로토콜에서의 지원하는 DCF의 RTS/CTS 기법을 바탕으로 하나의 제어 채널에서의 효과적인 대기 시간 재설정 방식을 제안한다.

대기 시간 재설정 방식은 은닉 단말 문제와 노출 단말 문제와 같은 프레임 충돌 현상을 막고 또한 제어프레임을 사용하므로 발생하는 FBP을 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 프레임안에 발생한 오류를 통신발생 초기에 발견하여 재전송을 요청하는 방식이다.

제 1 절 대기 시간 재설정한 제어프레임 프레임

기존의 무선 네트워크에서 옆에 있는 단말이 통신을 할 경우 RTS와 CTS를 통신 받게 되며, 존속기간 필드에 정의되어 있는 매체 점유 시간동안 NAV 상태로 접어들게 된다. 통신이 끝난 다음에도 DIFS 동안 기다렸다가 매체의 유휴 상태를

점검하는데 이는 프레임의 충돌을 감소시키는 방법이지만 FBP을 발생시키기 때문에 효율성면에서는 성능 저하를 가져온다.

본 논문에서는 무선 네트워크에서 데이터 전송시 발생되는 낮은 접속 시간과 한 셀에 여러 단말이 있을 경우의 낮은 전송 효율을 해결하기 위해 백오프 시간을 줄이는 방법을 제안한다.

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 단말보다 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 존속기간필드안에 정의되어 있는 시간동안 NAV 상태로 접어들게 되며 다시 임의의 백오프 시간을 가지게 된다.

단말이 매체에 접속을 시도하지 못하는 일정시간을 정의하면 다음과 같다.

Defer Access Time

= DIFS + RTS + SIFS + CTS + SIFS + Data + ACK

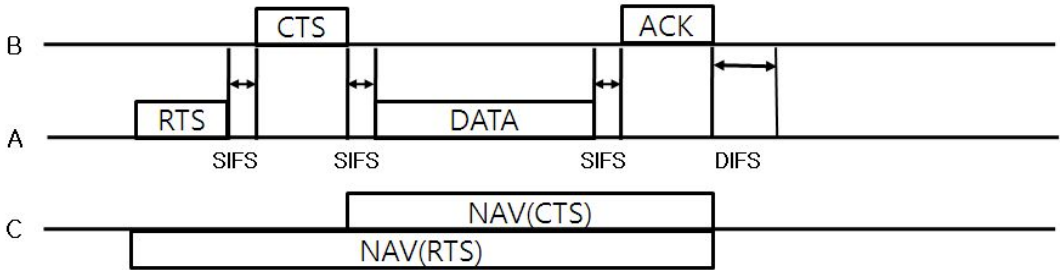


그림 4.1 Defer Access Time

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

Check Channel Time

= RTS + SIFS + CTS +DIFS

RTS와 CTS안에 존속기간 필드안에 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.

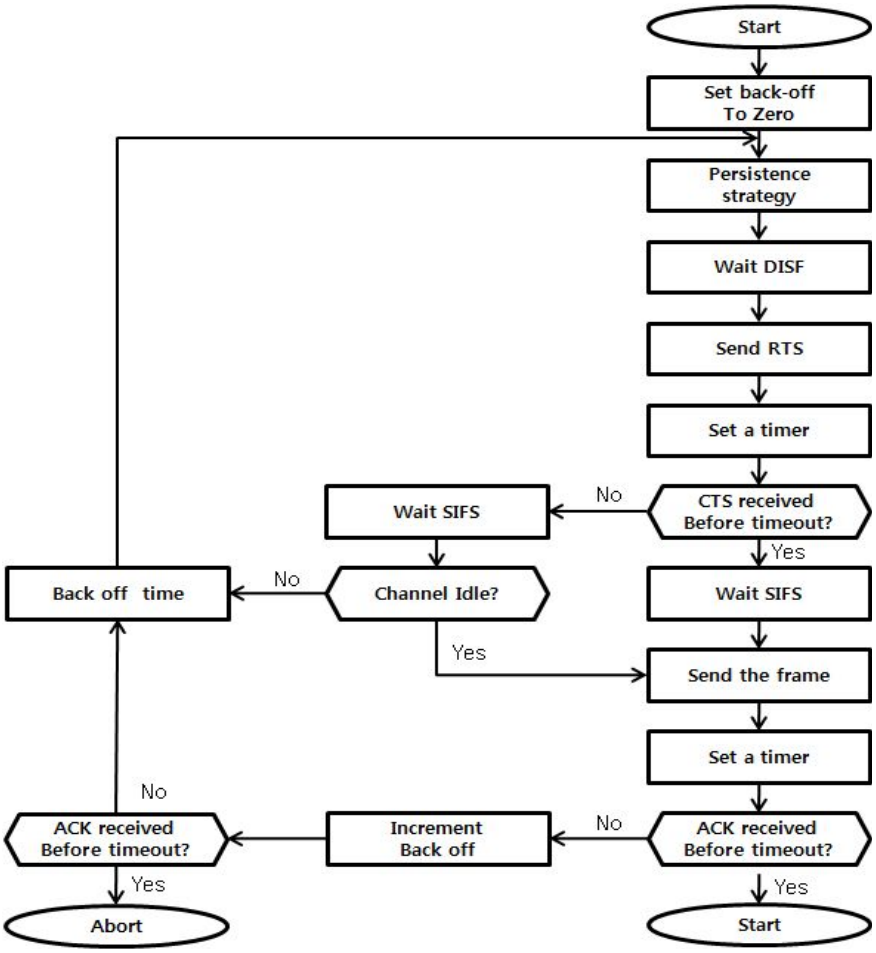


그림 4.2 대기 시간 재설정한 제어프레임 프로세스 흐름도

2. 대기 시간 재설정한 제어 프레임 MAC 구조

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

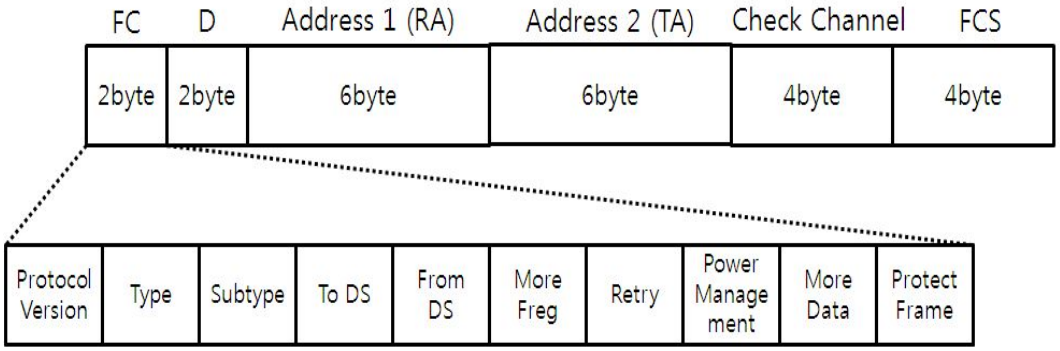


그림 4.3 대기 시간 재설정한 RTS 프레임 구조

대기 시간 재설정한 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])가 추가되었다. 이 필드에는 매체의 유휴를 체크하는 시간과 체크 방법이 정의 되어있다. 체크 시간은 위에서 설명한 것과 같이 RTS + SIFS + CTS + DIFS로 정의되어 있으며 체크 방법은 가상 반송파 감지 방법을 이용하도록 하였다.

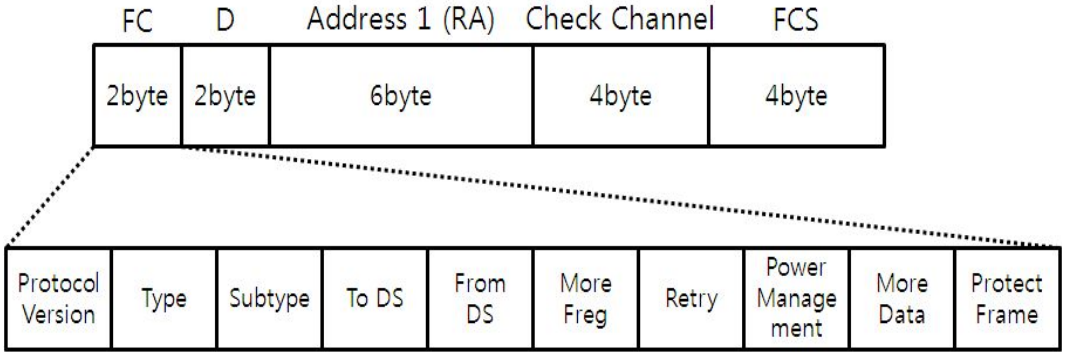
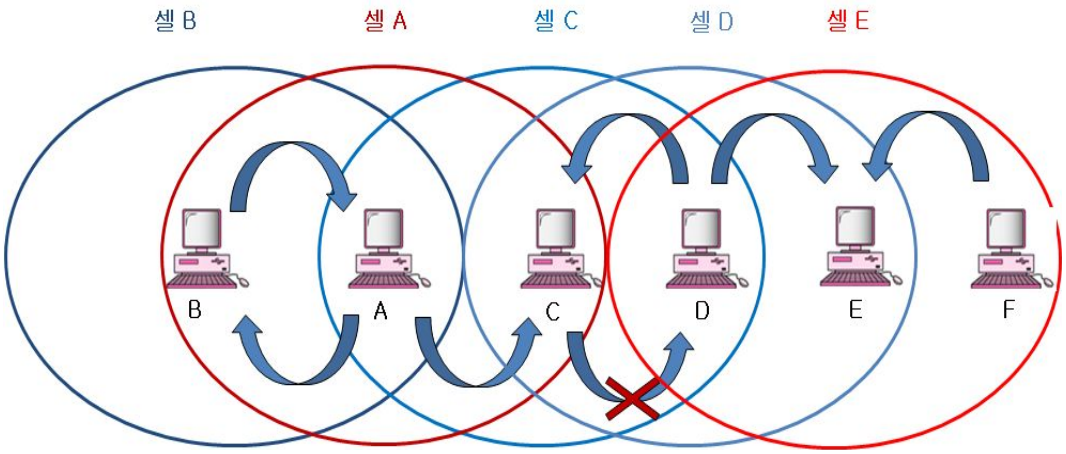


그림 4.4 대기 시간 재설정한 CTS 프레임 구조

제 2 절 대기 시간 재설정한 제어 프레임 동작원리



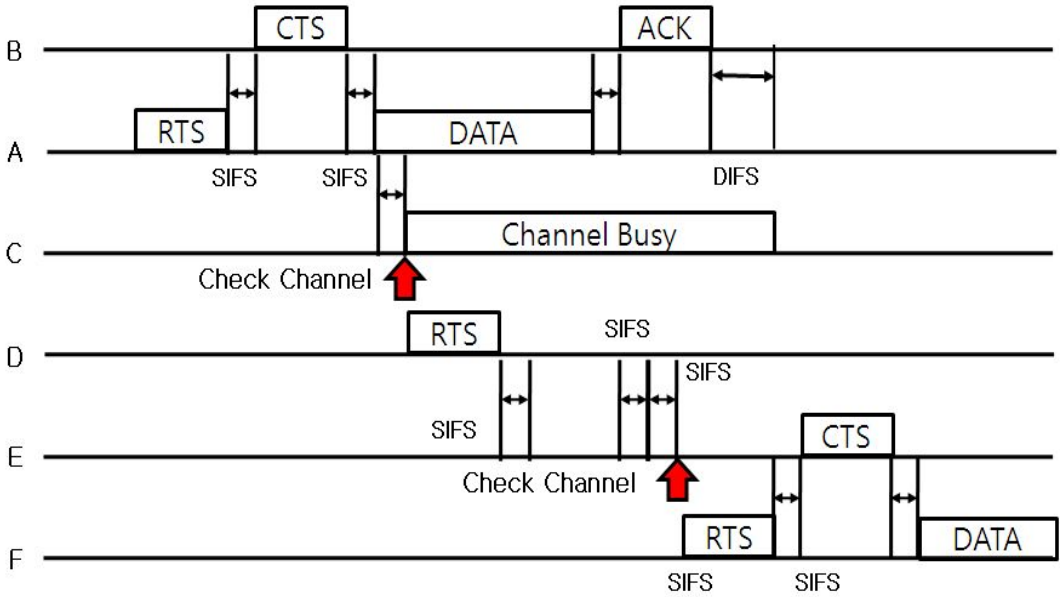


그림 4.5 대기 시간 재설정한 제어 프레임 동작

단말 A가 단말 B에게 데이터를 전송하기 위해 매체에 접근을 한다. 매체가 유휴 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 필드안에 정의 되어있는 매체 점유 시간동안 NAV상태로 접어든다. 그리고 체크 채널 필드안에 지정되어 있는 시간이 되면 단말 C는 채널의 유휴 상태를 점검한다. 하지만 매체는 단말 A가 사용중이기 때문에 단말 C는 임의의 백오프 시간동안 기다리게 된다. 백오프 시간동안 단말 D가 단말 C에게 데이터를 전송하기 위해 매체의 유휴 상태를 점검한다. 단말 D 입장에서는 매체가 유휴상태이므로 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 필드안에 지정된 시간에 채널의 유휴 상태를 점검한다. 단말 D와 단말 C가 통신을 할 수 없는 상태 이므로 매체는 유휴한 상태이므로 매체에 접근할 수 있다. 단말 F가 단말 E에게 데이터를 전송하기 위해 매체를 점검하고 매체가 유휴 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 유휴 상태이므로 서로 통신이 가능하게 된다.

기존의 제어 프레임을 사용할 경우 매체의 유휴 상태의 점검을 시작하는 시점에서 모두 응답을 할 수 없기 때문에 FBP이 발생하지만 제안하는 제어 프레임에서는 매체의 유휴 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 FBP이 발생하게 된다. 하지만 새로운 제어 프레임은 체크 채널 기능으로 인해 추가적으로 단말E와 단말 F가 통신을 할 수 있게 되어 FBP이 해결되었다고 할 수 있다.

제 5 장 성능 평가 및 분석

CSMA/CA의 DCF 방식으로 매체에 p-지속 접근 방식을 사용하여 기존의 제어 프레임과 제안하는 제어 프레임의 전송 효율을 비교 분석 하였다. 각 단말이 접근하는 매체가 하나일 경우 성능 향상 확인을 위해 전체 네트워크의 데이터 처리량과 지연시간을 비교 분석 하였다. 만약 제안하는 제어 프레임의 체크 채널 기능이 제대로 작동이 된다면, 매체의 유휴 상태를 파악하는 시간이 짧아져 매체에 접근을 못하는 백 오프 시간이 줄어들게 될 것이며, 이는 지연시간을 통해 파악을 할 수 있을 것이다. 또한 4장 마지막에 나온 동작 원리처럼 작동이 된다면 통신 횟수가 증가하여 전체 네트워크의 데이터 처리량이 증가하게 될 것이며, 이는 처리율 [bit/sec]을 통해 파악이 가능할 것이다. 위의 가정처럼 지연시간과 처리율 값이 개선이 되었을 경우에는 FBP이 발생하지 않았다고 결론을 내릴 수 있을 것이다.

제 1 절 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.

표 5.1 시뮬레이션 파라미터

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

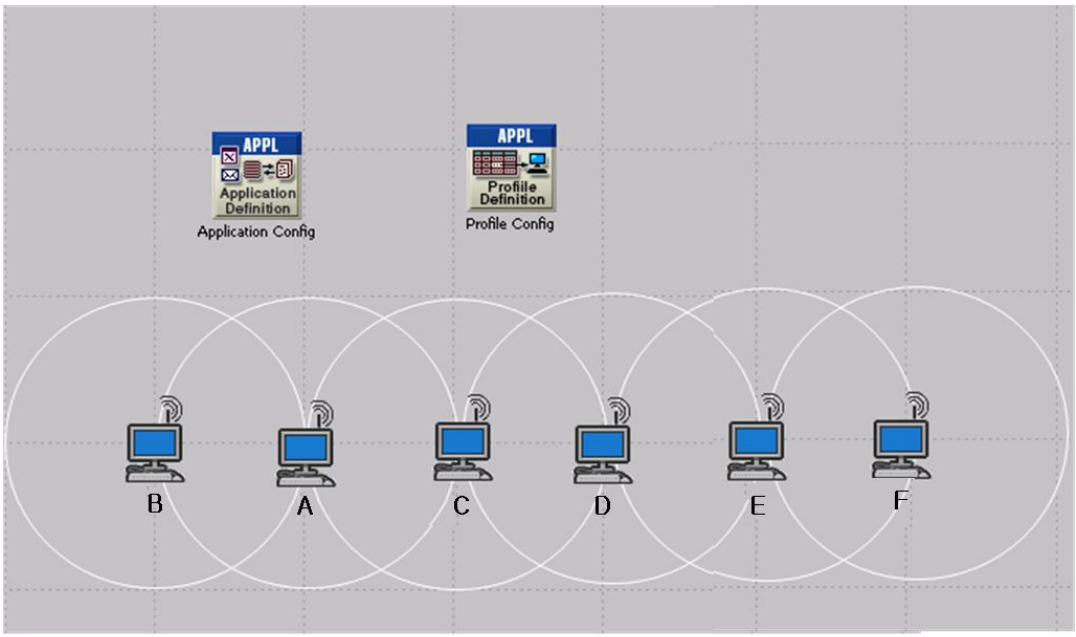


그림 5.1 시뮬레이션 환경

제 2 절 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.

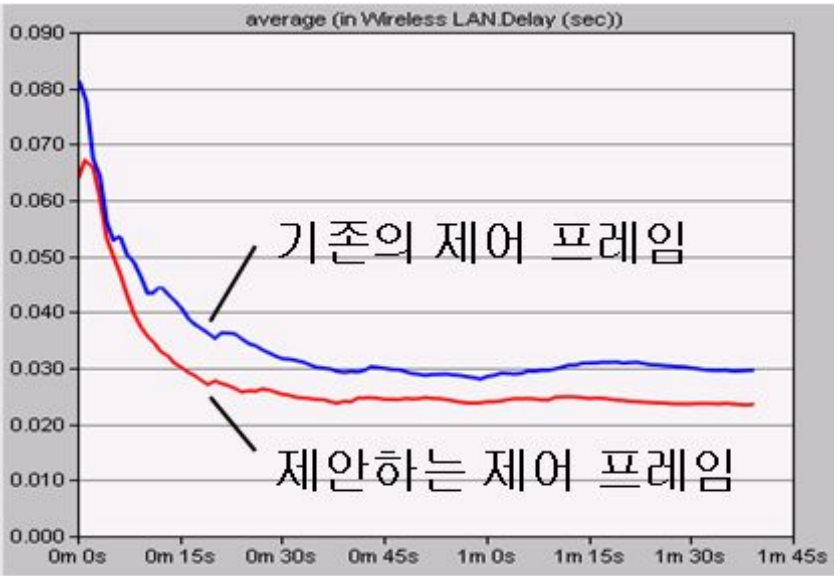


그림 5.2 시뮬레이션 환경 전체에서 이루어진 Delay[sec]

그림 5.2은 여섯 개의 단말이 매체에 접근하기 위해 가지는 지연시간을 평균값을 이용해 나탠 것으로 위쪽에 있는 선이 기존의 제어 프레임을 사용하는 경우이며, 아래쪽에 있는 선이 제안하는 제어 프레임을 사용하는 경우이다. 기존의 제어 프레임을 사용할 경우와 제안하는 제어 프레임을 사용하는 경우 평균적으로 약 0.005[sec] 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 이는 제안하는 제어 프레임의 체크 채

널에 정의한 일정시간에 매체의 유휴 상태를 점검하고 접근을 하기 때문에 기존의 매체 접근 시간보다 단축이 되었다는 것을 증명하는 결과값이며, 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 높아지기게 되므로 데이터 처리량인 처리율[bit/sec]을 전체 네트워크에서 평균값을 이용하여 측정하였다.

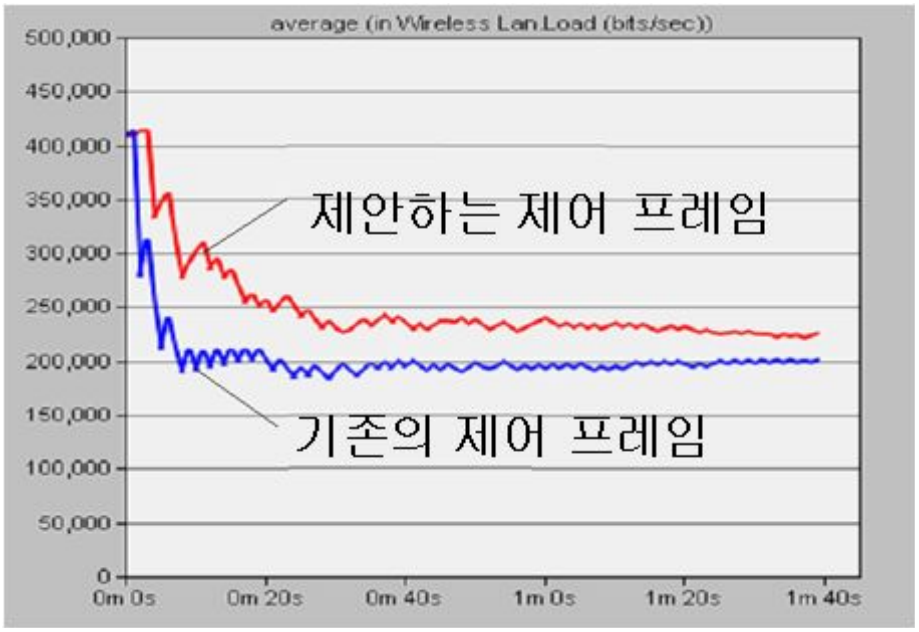


그림 5.3 시뮬레이션 환경 전체에서 이루어진 처리율[bits/sec]

위 그림 5.3은 여섯 개의 단말이 각자 데이터를 받아 처리하는 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 FBP이 발생하여 단말 A와 단말 B와의 통신이 주를 이루는 반면, 제안하는 제어 프레임은 FBP을 어느 정도 개선시켰기 때문에 단말 F가 매체에 접근을 할 수 있게 되었고 단말 F 가 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.

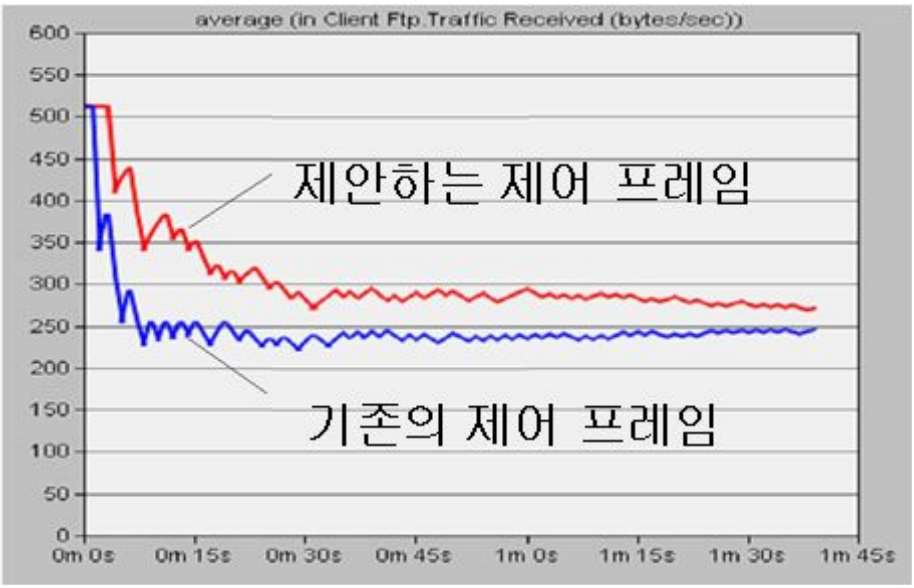


그림 5.4 단말 E에서 측정된 처리율[bits/sec]

위 그림 7은 단말 F가 데이터를 받아들이는 효율성인 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 발생되는 FBP으로 인해 단말 F가 매체에 접근 빈도가 적었으나 제안하는 제어 프레임을 사용함으로써 단말 F가 매체에 접근 할 수 있는 빈도 높아져 데이터를 송수신 빈도가 높아졌다는 것을 의미한다.

제 6 장 결론 및 향후 연구

기존의 제어프레임은 은닉 단말 문제를 해결할 수 있는 매우 좋은 방법이다. 하지만 옆에 있는 셀에 영향을 줄 수 있는 FBP을 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 FBP이 발생하더라도 통신에 참여하지 못한 단말들이 매체의 유휴상태를 점검하는 시간을 따로 가지게 하여 매체의 활용도를 높여 전송효율의 증가시키는 제어프레임을 설계하였다.

본 논문에서 대기시간을 재설정한 제어프레임을 설계하여 FBP을 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
   - 한쌍 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 한쌍의 단말들이 주로 통신을 하는 FBP이 발생하여 다른 단말들이 매체에 접근하는 시간이 줄어들어 지연시간 값이 크게 나왔으며, 매체에 접근하는 빈도가 줄어들어 데이터를 전송하고 처리하는 량이 적다는 결과를 보았다. 하지만 제안하는 제어 프레임은 한쌍 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 재설정한 제어프레임은 체크 채널 필드를 정의하여, 매체의 유휴를 점검하는 시간과 점검하는 방법을 정의하였지만 이 방법은 완전한 방법이 아니다. 정의한 시간이 효율적인 시간이라고는 생각하지 않는다. 매체의 유휴를 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] Data Communications and Networking, 3th Edition, By Behrouz A. forouzan

[2] IEEE Std 802.11b,"Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer Specification: Higher Speed Physical Layer(PHY) Extension in the 2.4GHz Band.", 1999

[3] IEEE Std 802.11a,"Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer Specification: Hi호 Speed Physical Layer in the 5GHz Band.", 1999

[4] IEEE Std 802.11g,"Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer Specification: Amendment 4: Further Higher Data Rata Extension in the 2.4GHz Band.", 2003

[5] IEEE Std 802.11-1999(Reaff 2003), "Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer Specification.", 1999

[6] IEEE Std 802.11e,"Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer Specification: Amendment 8: Medium Access Control(MAC) Quality of Service Enhancements.", 2005

[7] Tiquel Oliver and Ana Escudero, "Study of different CSMA/CA IEEE 802.11-based implementations", EUNICE 1999 Contribution

[8] Tianji Li and BSc. and MSc., “Improving Performance for CSMA/CA Based Wireless Networks.”, December. 2007

[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. and 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] 문진수, "IEEE 802.11 LAN 시스템에서의 멀티채널 기반 패킷 전송에 관한 연구" 조선대학교 석사학위논문, 2008
[12] 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
[13] IEEE Draft P802.1x/D11, "standard for Port based Network Access Control," IEEE, Mar. 2001.
[14] Dr. Bhaskaran Raman, "Wireless Networks: Principles and Practices", Mohit Mangal & Mohit Mundhra, August 25, 2005,
[15] RTS/CTS-Induced Congestion in Ad Hoc Wireless LANs, Saikat Ray, Jeffrey B. Carruther and David starobinski, 2005
[16] Bob O'Hara and Al Petrick, "IEEE 802.11 Handbook", A Designer's Companion Second Edition, 2005
[17] C. K. Toh, "Ad Hoc Mobile Wireless Network: Protocols and Systems", Prentice Hall, December. 2001.

저작물 이용 허락서

학 과	정보통신공학과	학 번	20087131	과정	석사
성 명	한글 윤 풍 식 한문 尹 豊 植 영문 Yun Pyung Sik				
주 소	광주광역시 서구 금호동 613-6 진흥더블파크 101동 1505호				
연락처	E-mail :				
논문 제목	한글 전송 효율 증대를 위한 제어 프레임 디자인				
	영문 Control Frame Design to Increase Transmission Efficiency				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(○) 반대( )

2010년 8월 25일

저작자 : 윤 풍 식 (인)

조선대학교 총장 귀하