creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000241060

2011년 2월

석사학위논문

경쟁 기반 무선 네트워크 환경에서 접속 효율성 증대를 위한 제어 프레임 설계

조선대학교 대학원

정보통신공학과

박 규 진

경쟁 기반 무선 네트워크 환경에서 접속 효율성 증대를 위한 제어 프레임 설계

The design of control frame for access to increase efficiency in contention-based wireless network environment

2011년 2월 25일

조선대학교 대학원

정보통신공학과

박 규 진

경쟁 기반 무선 네트워크 환경에서 접속 효율성 증대를 위한 제어 프레임 설계

지도교수 한 승 조

이 논문을 공학석사학위신청 논문으로 제출함

2010년 10월

조선대학교 대학원

정보통신공학과

박 규 진

박규진의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 박 종 안 印

위 원 조선대학교 교수 한 승 조 印

위 원 조선대학교 교수 김 영 식 印

2010년 11월

조선대학교 대학원

목　　차

ABSTRACT ····· vi

제 1 장　서　　론 ····· 1

제 2 장　IEEE 802.11 무선 근거리 통신망에서의 MAC 계층 ····· 3

제 1 절　IEEE 802.11 ····· 3

제 2 절　MAC 프로토콜 ····· 4

1. MAC 프로토콜의 기능 ····· 4

2. 경쟁방식 ····· 5

3. 비경쟁방식 ····· 16

제 3 절　무선 MAC 기술 ····· 17

1. DCF 전송 방식 ····· 17

2. PCF 전송 방식 ····· 23

4. HCF 전송 방식 ····· 24

제 4 절　RTS/CTS ····· 25

1. 전송순서 ····· 26

2. MAC 구조 ····· 27

제 5 절　흐름제어 ····· 28

1. 정지-대기 흐름제어 기법 ····· 28

2. 슬라이딩 윈도우 흐름제어 기법 ····· 29

제 3 장 멀티채널 기반 방식 분석 ····· 32
제 1 절 숨겨진 노드 문제점(Hidden Node Problem) ····· 32
제 2 절 노출된 노드 문제점(Exposed Node Problem) ····· 34
제 3 절 허위 노드 문제점(False Node Problem) ····· 35

제 4 장 전송효율 증가를 위한 제어 프레임 설계 ····· 36
제 1 절 RTS 프레임 구조 ····· 36
제 2 절 전송효율 증가를 위한 제어 프레임 구조 ····· 38
1. Time Check Model ····· 38
2. Parity Check Model ····· 39
제 3 절 제안하는 제어 프레임의 동작원리 ····· 40

제 5 장 실험 및 고찰 ····· 43
제 1 절 시뮬레이션 환경 ····· 43
제 2 절 시뮬레이션 결과 분석 및 성능 평가 ····· 45
1. Time Check ····· 45
2. Time Check + Parity Check ····· 46

제 6 장 결 론 ····· 49

참 고 문 헌 ····· 50

그 림 차 례

그림 2.1 IEEE 802 규격에서의 무선랜 규격 ····· 3
그림 2.2 MAC 프로토콜의 Coordination Function 구조 ····· 5
그림 2.3 순수 ALOHA 네트워크의 프레임 ····· 6
그림 2.4 ALOHA 순서도 ····· 7
그림 2.5 ALOHA에서의 충돌 현상 ····· 8
그림 2.6 순수 ALOHA 상에서 발생하는 충돌 패킷 ····· 8
그림 2.7 슬롯화된 ALOHA에서의 충돌현상 ····· 8
그림 2.8 슬롯화된 ALOHA 네트워크의 프레임 ····· 9
그림 2.9 CSMA 상의 충돌현상 ····· 10
그림 2.10 스테이션간의 송수신 과정 ····· 15
그림 2.11 DCF 가상 반송파 감지 프로토콜 시퀀스 ····· 18
그림 2.12 IFS간의 관계 ····· 19
그림 2.13 재전송 시도에 따른 경쟁 윈도우의 크기 증가 ····· 20
그림 2.14 백오프 절차의 예시 ····· 21
그림 2.15 RTS, CTS, Data, ACK와 NAV설정 ····· 23
그림 2.16 PCF의 통신 환경 ····· 24
그림 2.17 RTS/CTS 전송 방식 ····· 25
그림 2.18 프레임 분할 방식 ····· 26
그림 2.19 프레임 교환 시간선 ····· 27
그림 2.20 RTS, CTS, ACK의 MAC 구조 ····· 27
그림 2.21 정지-대기 흐름제어 기법 ····· 29
그림 2.22 전송측 슬라이딩 윈도우 ····· 30
그림 2.23 수신측 슬라이딩 윈도우 ····· 31

그림 3.1 숨겨진 노드 문제 ····· 33
그림 3.2 노출된 노드 문제 ····· 34
그림 3.3 허위 노드 문제 ····· 35
그림 4.1 RTS 프레임 구조 ····· 36
그림 4.2 RTS 프레임 프로세스 흐름도 ····· 37
그림 4.3 Time Check Model ····· 38
그림 4.4 Parity Check Model ····· 39
그림 4.5 RTS 프레임의 동작원리 ····· 41
그림 4.6 제안하는 제어 프레임의 동작원리 ····· 42
그림 5.1 시뮬레이션 환경(5개의 송수신 노드) ····· 44
그림 5.2 시뮬레이션 환경(10개의 송수신 노드) ····· 44
그림 5.3 5개의 송수신 노드에서의 전송 효율 비교 ····· 45
그림 5.4 10개의 송수신 노드에서의 전송 효율 비교 ····· 46
그림 5.5 5개의 송수신 노드에서의 전송 효율 비교 ····· 47
그림 5.6 10개의 송수신 노드에서의 전송 효율 비교 ····· 47

표 차 례

표 2.1 대표적인 MAC 방식 ····· 4
표 2.2 CSMA의 종류 ····· 10
표 2.3 CSMA/CA와 CSMA/CD의 특징 ····· 13
표 5.1 시뮬레이션 파리미터 ····· 43
표 5.2 결과 분석표 ····· 48

ABSTRACT

The design of control frame for access to increase efficiency in contention-based wireless network environment

Park Kyu Jin
Advisor : Prof. Han, Seung-jo Ph.D.
Department of Info. & Comm. Engineering,
Graduate School of Chosun University

In modern society that gives priority to information, mobile service technology has been widely used in many areas based on its mobility and conveniences in its use. As the wireless communication technology has been developed, its users wish to have higher quality of service without any restriction in their behaviors anytime, anywhere.

Kind and number of two-way nodes used have been increased owing to the development of wireless network and communication frequency among two-way nodes have been also increased. Consequently, data error and decline in transmission efficiency have been emerged as urgent problems. A number of studies have been performed to solve these problems and current transmission methods of wireless network use control frame and frame

segmentation method to increase transmission efficiency selectively. This transmission method decreased data error by reducing conflicts among frames, but there may be other problems in the side of transmission efficiency. As one of the problems, when cells are overlapped a little but there is two-way node and it is involved in wireless network, nodes within overlapped cell is converted into back-off state and then communication is impossible.

This study suggested how to escape from standby by complementing these shortcomings and the way to transmit data safely without using frame segmentation method. In other words, it designed RTS (Request to Send) and CTS (Clear to Send) which can control wireless communication which is the problem in wireless network more efficiently to solve the problems caused by hidden nodes and exposed nodes. In addition, it designed a new control frame that mobile condition can escape from NAV (Network Allocation Vector) when data received to mobile for the fixed hour are continuously 0 and suggested how to enhance communication efficiency of wireless network for achieving more efficient communication environment.

제 1 장 서 론

정보화가 중요시 되고 있는 현 사회에서 이동 통신 기술은 이동성을 바탕으로 사용의 편리성을 장점으로 앞세워 많은 분야에서 다양하게 사용되고 있다. 무선 통신의 기술이 발전함에 따라 사용자들은 언제 어디서나 행동에 제약을 받지 않고 이동하면서도 더욱 더 높은 품질의 서비스를 받기를 원한다.

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11은 프레임 분할 방식을 선택적으로 지원하는데, 이것은 영화나 사진과 같은 사이즈가 큰 데이터 프레임을 전송할 경우 전송효율을 높이기 위해 지원하는 매우 효율적인 방식이다. 하지만 데이터 프레임을 분할한 만큼 제어 프레임의 사용빈도가 많아진다. 통신에서 부수적인 역할을 하는 프레임의 사이즈가 커져 전송 효율적 측면에서 보면 손해가 발생하게 된다[1]. 현재 사용되는 제어 프레임은 다른 모바일을 대기상태로 만드는 단점을 가지고 있다.

무선네트워크가 많이 발전함에 따라 사용하는 송수신 노드의 종류와 개수가 증가하게 되고 이렇게 증가한 송수신 노드들 사이에 통신의 빈도수가 많아지고 있다. 그 결과 데이터의 오류와 전송효율의 저하가 문제점으로 대두 되고 있다. 이런 문제점을 해결하기 위해 현재 많은 연구가 진행되고 있으며 현재 무선네트워크의 전송방법은 전송효율성의 증가를 위해 제어 프레임과 프레임 분할 방식을 선택적으로 사용한다. 이 전송방법은 프레임간의 충돌을 줄여 데이터의 오류를 줄이기는 하지만 전송효율적인 측면에서는 다른 문제점이 발생된다. 그 문제점으로 셀은 특성상 조금씩 겹쳐있게 되는데 만약 이 안에 있는 송수신 노드가 있고 그 노드가 무선 네트워크에 참여를 한다면 같이 겹쳐있는 셀 안에 있는 노드들은 백오프 상태로 전환되기 때문에 통신을 할 수 없게 된다.

본 본문은 이러한 단점을 보완하여 대기상태에서 벗어날 수 있는 방법과 프레임 분할 방식을 사용하지 않아도 데이터를 안전하게 전송할 수 있게 하는 방식을 제안한 것이다. 즉 무선 네트워크에 나타나는 문제인 무선 통신을 제어 할 수 있는 RTS(Request to Send)/CTS(Clear to Send)를 보다 효율적으로 설계 하여 숨겨진 노드 문제와 노출된 노드 문제로 발생하는 문제를 해결할 것이다. 또한 허위 노드 문제가 발생하는 현상을 방지하여 임의의 백오프 상태에서 벗어날 수 있도록 하는

새로운 제어 프레임을 설계하고 무선네트워크의 통신효율을 높이는 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IEEE 802.11 무선 근거리 통신망에서의 MAC(Medium Access Control) 프로토콜의 기능 및 방식에 대해서 알아보고 IEEE 802.11 MAC 제어 방식으로 사용되는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 기법을 사용하는 DCF(Distributed Coordination Function)와 AP에 의한 폴링 방식에 기반을 둔 PCF(Point Coordination Function)의 전송방식을 소개한다. 또한 RTS와 CTS의 기본적인 전송방법과 MAC 구조, 특성에 대해 소개하고 RTS와 CTS의 프레임 필드의 특징과 각 필드의 역할에 대해 살펴보기로 한다. 3장에서는 무선망 통신 네트워크의 성능을 저하시키는 원인을 분석한다. 대표적인 문제점으로 지적되고 있는 숨겨진 노드 문제와 노출된 노드의 문제에 대해 살펴보기로 한다. 4장에서는 제안하고 있는 새로운 제어 프레임에 대한 전반적인 설명과 제안하고 있는 프레임의 구조와 특징을 설명하고 RTS 프레임의 동작원리와 비교한다. 5장에서는 시뮬레이션을 하여 성능을 평가 및 분석하고 그 결과를 기술한다. 마지막 6장에서는 본 연구 결과를 정리하고 향후 연구 계획을 다룬다.

제 2 장 IEEE 802.11 무선 근거리 통신망에서의 MAC 계층

제 1 절 IEEE 802.11

IEEE 802.11은 무선랜, 와이파이(WI-Fi)라 부르는 좁은 지역을 위한 컴퓨터 무선 네트워크에 사용되는 기술로, IEEE의 LAN/MAN 표준 위원회의 11번째 워킹 그룹에서 개발된 표준 기술을 의미 한다. IEEE 802.11 네트워크를 구성하는 장비들은 암호화되지 않은 상태로 통신할 수도 있고, 64비트, 128비트의 WEP(Wired Equivalent Privacy) 암호화를 사용해 보안성을 높일 수도 있다. 하지만 WEP 자체의 구조적 취약점 때문에 WEP로 암호화된 데이터는 쉽게 해독할 수 있어서 현재 잘 쓰이지 않는다. 지금은 발전된 형태의 WPA, IEEE 802.11i(WPA2), IEEE 802.1x 등의 보안책을 사용한다.

IEEE 802.11은 많은 표준안이 제시 되고 있으며, IEEE 802.11 무선 네트워크 통신을 위해서는 관리 프레임, 제어 프레임 그리고 데이터 프레임을 필요로 한다. 관리 프레임은 노드와 AP와의 통신을 초기화 하며, 제어 프레임은 채널에 접근할 때와 확인응답 프레임을 위하여 사용된다. 그리고 데이터 프레임은 데이터 및 제어 정보를 전송할 때 사용된다[2]. 그림 2.1은 IEEE 위원회에서 DS 3.0 무선랜 표준화 규격 프로토콜을 보여주고 있다.

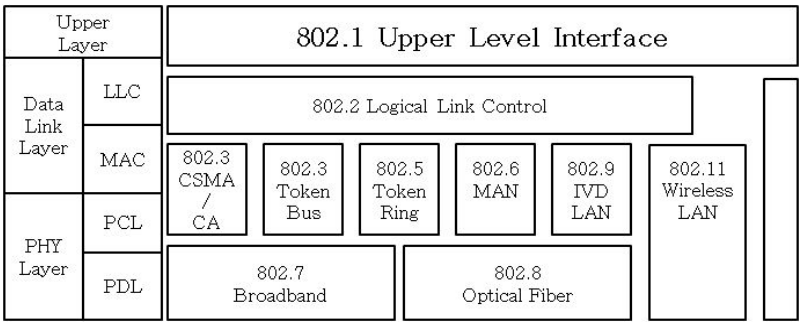

그림 2.1 IEEE 802 규격에서의 무선랜 규격

무선랜은 전파를 전송매체로 사용하므로 단말기가 빈번히 이동하는 경우나 배선의 설치가 어려운 환경에서 단기간 사용을 목적으로 하는 경우에 유용하게 사용된다. 무선랜 시스템의 특징으로는 일반 이동전화 단말기가 발신하는 전력보다 낮은 전력의 사용, 전 세계적으로 인정된 비허가 주파수 대역(License-Free Radio)의 사용, 신호간섭이 존재하는 곳에서도 수신강도가 강한 속성을 가지는 대역 확산 기술(Spread Spectrum Techniques)의 이용을 들 수 있다[3-5].

제 2 절 MAC 프로토콜

1. MAC 프로토콜의 기능

MAC 프로토콜은 여러 대의 스테이션이 최소의 간섭과 최대의 성능으로 공유하는 채널을 효율적으로 사용하기 위한 제어, 즉 공동전송으로 데이터를 송출할 때의 경쟁을 제어하고 전송로의 이상 유·무를 검출하는 기능을 한다. 표 2.1은 공유자원인 무선채널을 액세스하기 위하여 사용하는 대표적인 MAC방식을 보여주고 있다.

표 2.1 대표적인 MAC 방식

경쟁방식(Contention) 방식	비경쟁(Non Contention) 방식
순수 ALOHA 방식	폴링
슬롯화된 ALOHA 및 예약 ALOHA	예약을 기반으로 한 방식
CSMA	TDMA의 효율적인 통합
CSMA/CA	DFWMAC

802.11 규격의 핵심요소는 모든 PHY(Physical layer) 위에 올라갈 수 있는 MAC으로, 사용자 데이터를 공기 중으로 전송하는 것을 제어하는 기술을 말한다. MAC프로토콜은 충돌을 회피할 수 있는 반송파 감지 다중 접속인 CSMA/CA 방식을 기반으로 두고 있으며, 이를 이용하는 DCF에 기반을 두고 있다. 또한 전송을 반영하지 못하고 QoS를 지원하기 어려운 문제를 가지고 있으며, 이를 해결하기 위한 방법으로 HCF(Hybrid Coordination Function)가 제안되었다[6]. IEEE 802.11에서는 액세스 포인트에서 스테이션에 대한 전송 서비스를 직접 제어하는 PCF 전송방식을 정의하고 있으나, 구현된 상용 제품이 거의 없어서 효용적인 면은 거의 없는 상황이다.

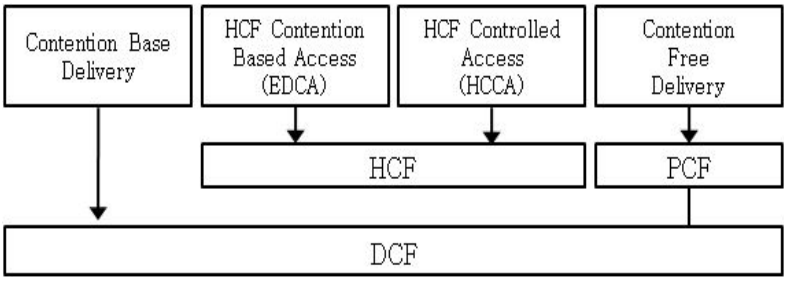

그림 2.2 MAC 프로토콜의 Coordination Function 구조

2. 경쟁 방식

가) ALOHA 방식

가장 오래된 임의 매체 접근 방법인 ALOHA는 70년대 초반에 하와이 대학에서 개발되었다. 무선 라디오 LAN을 위해 설계 되었으나 다른 공유 매체에도 적용 할 수 있다. 이 방식에는 원천적으로 충돌이 생길 수 있다는 것은 자명하다. 지국들은 매체를 공유하게 되고 지국이 데이터를 전송할 때 동시에 다른 지국도 같은 데이터 전송을 시도를 할 수 있다. 그렇게 되면 두 지국으로 부터의 데이터는 서로 충돌하게 되며 서로 망가질 수 있다.

(1) 순수 ALOHA 방식

하와이 대학에서 개발하여 무선연결을 위한 ALOHANET에서 사용하며 접근을 제어하는 중앙 조정자를 갖지 않고, 단말들 간에 조정하지 않는 랜덤 접근 방법을 사용한다. ALOHA는 매체 접근을 조정하지도 않고, MAC 계층에서 회선경쟁을 해결하지도 않는다. 두 개 이상의 지국(Station)이 동일 시간에 매체 접근한다면 충돌발생의 가능성이 있으며 문제 해결은 상위 계층에 일임하게 된다. 즉, 데이터를 재전송하게 된다[7].

그림 2.3은 순수 ALOHA에서 나타나는 프레임 충돌의 예이다.

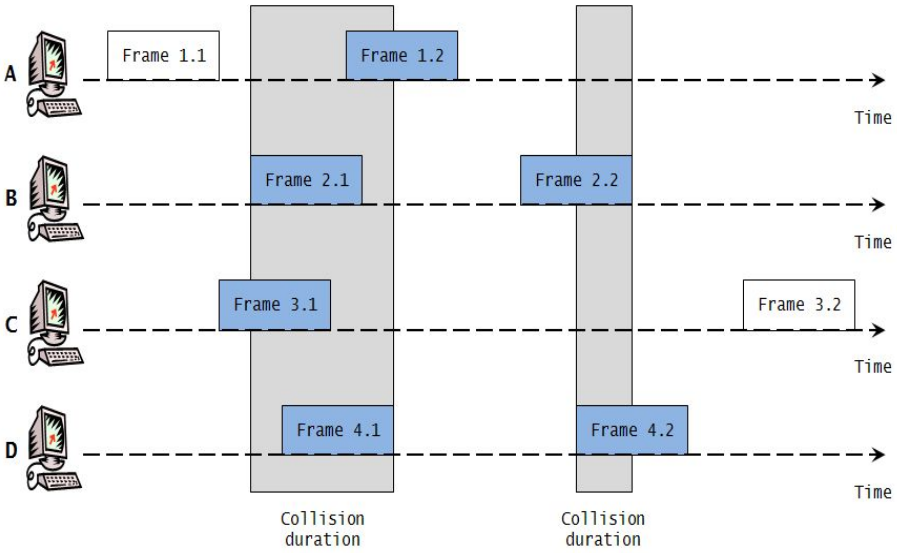

그림 2.3 순수 ALOHA 네트워크의 프레임

모두 네 개의 지국이 공유하는 채널을 차지하려고 서로 경쟁을 한다. 그림에서는 각 지국이 두 개의 프레임을 전송하여 모두 여덟 개의 프레임이 공유 매체 상에 있다. 이 중 어떤 프레임들은 공유 매체를 서로 차지하려고 경쟁하게 되어 충돌이 생기게 된다. 그림에서 A 지국에서 보낸 1.1번

프레임과 C 지국이 보낸 3.2번 프레임의 오직 두 개의 프레임만이 살아남는 예를 보여주고 있다. 비록 한 프레임의 한 비트만이, 다른 프레임의 오직 한 비트만 충돌이 생긴다 해도 두 프레임 모두 사용하지 못하게 된다는 것을 보여주고 있다[8].

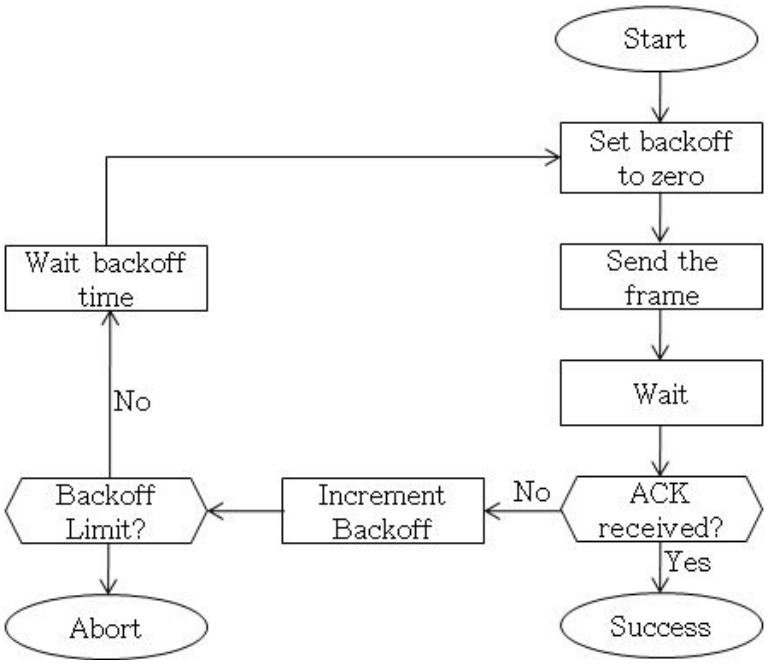

그림 2.4 ALOHA 순서도

그림 2.4에서 나타난 순수 ALOHA의 개념은 간단하다. 사용자가 전송되어야 하는 정보를 가지고 있을 때마다 정보를 패킷 형식으로 전송해야 한다. 그런데 각 패킷은 오류 검출 부호를 사용하여 부호화하게 되며, 사용자들은 패킷들을 아무 때나 전송을 하게 되므로 그림 2.5와 같이 패킷 전송이 특정 시간 대비 중첩(Overlap)되는 경우 패킷들 사이에서 충돌이 발생한다.

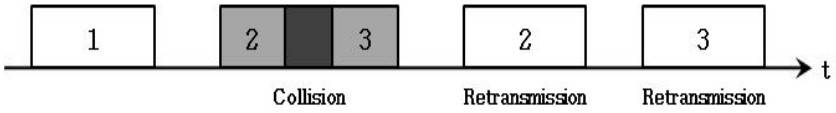

그림 2.5 ALOHA에서의 충돌 현상

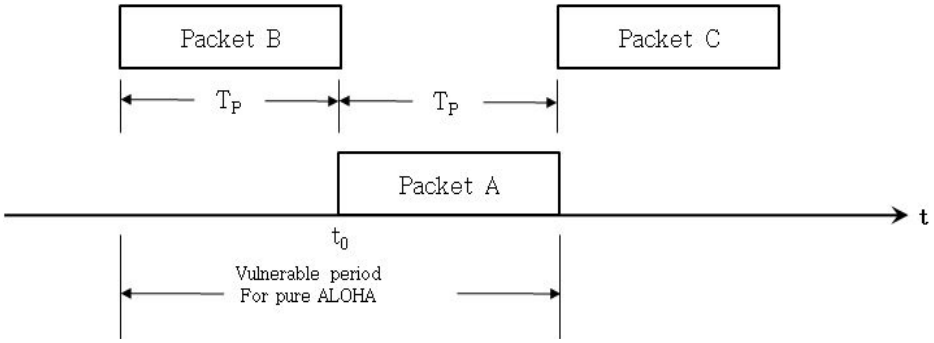

그림 2.6 순수 ALOHA 상에서 발생하는 충돌 패킷

(2) 슬롯화된 ALOHA 방식

슬롯화된 ALOHA 방식은 고전적인 ALOHA 방법에 시간슬롯을 도입한 것이다. 모든 송신자는 동기화되고, 전송을 시간슬롯의 시점에서 시작하게 되며 각 슬롯은 한 패킷 전송 시간과 같다. 슬롯화된 ALOHA는 장시간의 전송 지연을 경험하는 무선 데이터 통신 응용 분야에서 사용되며 이에 대한 프로토콜은 위성 통신망, Mobitex 시스템 및 기타 이동 데이터 통신 응용 분야에 사용된다.

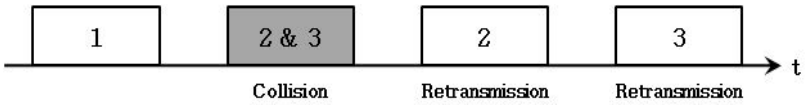

그림 2.7 슬롯화된 ALOHA에서의 충돌현상

그림 2.7은 슬롯화된 ALOHA 네트워크의 프레임을 나타내고 있다. 지국은 오직 동기화된 시간 슬롯이 시작될 때에만 프레임을 전송할 수 있으므로 그 순간을 놓치면 다음 슬롯이 시작될 때까지 기다려야 한다. 이것은 시간 슬롯에 이미 전송을 시작한 지국은 프레임 전송을 마친다는 것을 의미한다. 물론 두 개의 지국이 동시에 같은 시간 슬롯에 전송을 시도하면 충돌은 여전히 일어난다. 그러나 취약 시간은 절반으로 줄어들게 된다.

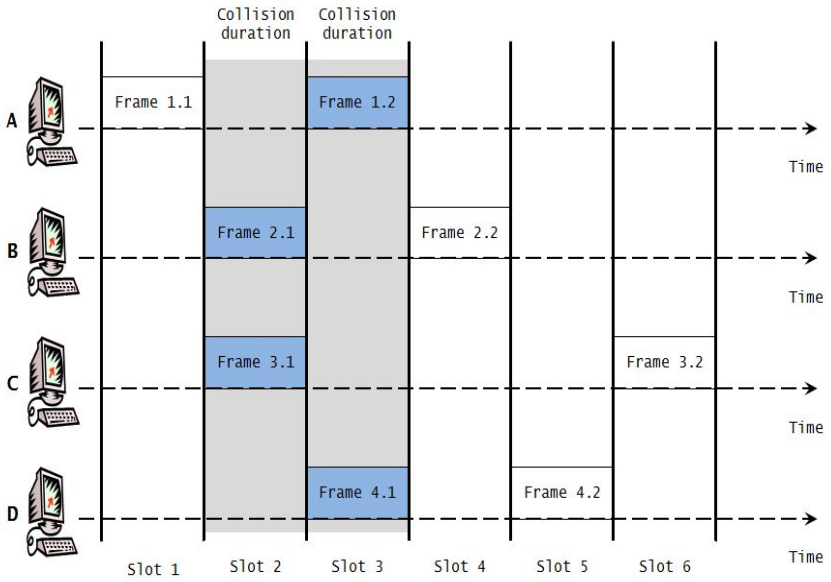

그림 2.8은 슬롯화된 ALOHA 네트워크의 프레임

나) CSMA(Carrier Sense Multiple Access)

그림 2.9에 도시화된 CSMA 기술은 전송 매체가 유휴 상태인지 확인 후 전송을 하게 되며 유휴 상태 이면 프레임을 전송하고, 전송 중이면 연기를 한다. 따라서 충돌이 발생하게 되면 전송시간이 낭비가 된다[9]. Carrier Sense Multiple Access(CSMA) 혹은 Listen-before-talk라 불리는 여러 프로토콜에 응용된다.

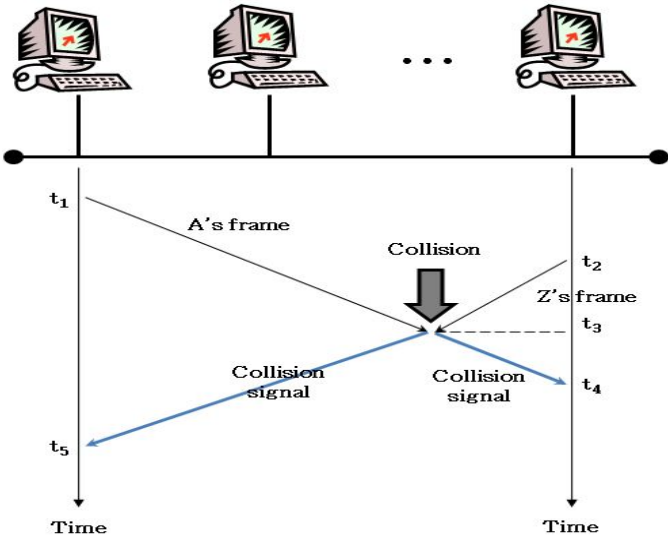

그림 2.9 CSMA 상의 충돌현상

표 2.2 CSMA 접근방법의 종류

종 류	특 징
비지속 방식	1. 전송매체가 사용 중이 아니면 전송, 그렇지 않으면 2번 2. 전송매체가 사용 중이면 정해진 확률 분포에 따라 얻어진 시간만큼 기다린 후 1을 반복
1-지속 방식	1. 전송매체가 사용 중이 아니면 전송, 그렇지 않으면 2번 2. 매체가 사용 중이면 채널이 빌 때까지 계속 관찰을 하면서 채널이 비는 즉시 전송 (2개 이상의 스테이션이 기다리고 있을 때는 반드시 충돌)
p-지속 방식	1. 매체가 사용 중이 아니면 확률 p로 전송하거나 (1-p) 확률로 한 단위 시간지연, 단위시간은 보통 최대 전파지연으로 설정 2. 매체가 사용 중이 채널이 빌 때까지 계속 청취한 뒤 단계 1을 반복 3. 한 단위시간 동안 전송이 지연되면 단계 1을 반복

비지속 방식에서는 전송할 프레임이 있는 지국이 회선을 감지한다. 회선이 유휴 상태에 있으면 즉각 프레임을 보낸다. 만일 회선이 유휴 상태에 있지 않으면 임의 시간을 대기하고 있다가 다시 회선을 감지한다. 비지속 방식은 두 개 이상의 지국이 같은 시간을 대기하고 있다가 동시에 전송할 확률이 낮기 때문에 충돌의 위험을 낮춘다. 그러나 이 방식은 전송할 프레임이 있는 지국이 있음에도 불구하고 회선이 유휴 상태에 있을 수 있기 때문에 회선의 효율이 낮아진다.

1-지속 방식은 간단하고 직선적이다. 이 방식에서는 지국의 회선이 유휴 상태인 것을 감지하게 되면 확률 1을 가지고 즉각 프레임을 전송하게 된다. 이 방식은 두 개 이상의 지국이 회선이 유휴 상태인 것을 감지하고 그런 경우에 모두 즉각 프레임을 전송하기 때문에 가장 높은 충돌 위험을 유발한다.

p-지속 방식은 채널이 최대 전파 지연 시간과 같거나 그보다 큰 시간 슬롯을 사용하는 경우에 사용된다. p-지속 방식은 위의 두 가지 방식의 장점을 합한 것이다. 충돌의 위험을 줄이면서 효율을 높인다. 이 방식에서는 유휴 상태에 있는 것을 감지하면 다음 두 단계를 거친다.

① 확률 p를 가지고 프레임을 전송한다.
② 확률 $q=1-p$를 가지고 지국은 다음 슬롯 시작까지 기다리다가 회선을 다시 감지한다.
  ⓐ 만일 회선이 유휴 상태이면 1번 단계로 간다.
  ⓑ 만일 회선이 사용 중이면 충돌이 생긴 것으로 간주하고 대기 절차에 들어간다.

비지속 CSMA와 p-지속 CSMA는 매체가 보낼 데이터가 있음에도 불구하고 유휴 상태로 있을 경우가 존재하기 때문에 비효율적이고, 1-지속 CSMA는 채널을 계속해서 탐지를 해야 되기에 매체에 부담을 준다[10]. 실제로 이더넷에서 사용되는 것은 1-지속 CSMA인데 이것은 두 개 이상의 스테이션이 대기 중일 때는 반드시 충돌이 발생한다. 이것을 보완하기 위해 2진 지수 백오프를 사용하는데 이것은 충돌이 발생하면 대기지연 범위를 2배씩 증가 시키다가 10번째부터는 10번째 때 사용한 대기지연 범위를 사용하고 16번까지 충돌이 나면 보낼 수 없다고 스테이션

에 알려준다. 하지만 먼저 보내라고 했던 스테이션이 새로 경쟁에 참여한 스테이션보다 늦게 보낼 경우가 많기 때문에 공정성면에서는 떨어진다.

다) CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)

CSMA/CD는 이더넷의 전송 프로토콜로서 IEEE 802.3 표준에 규격화되어 있다. 이더넷에 접속되어 있는 장치들은 어느 때라도 데이터를 전송할 수 있는데, 전송하기 전에 회선이 사용 중인지 감시하고 있다가 회선이 비어 있을 때 데이터를 전송한다. 이더넷은 데이터를 송신하려는 클라이언트가 네트워크상에 다른 컴퓨터가 통신하고 있는지를 조사해 신호가 송출되고 있지 않을시 데이터를 전송하는 구조로 되어있다. 동시에 여러 노드에서 데이터를 전송할 경우 충돌이 발생한다.

CSMA/CD는 충돌을 감시하는데, 충돌이 발생한 경우에는 일정 시간 갖고 있다가 다시 신호를 보내 통신을 제어한다. 한 노드가 네트워크를 사용하려 한다고 가정하면 먼저, 네트워크의 선로 상태를 점검한다. 이때 다른 노드에서 사용 없이 선로에 아무런 데이터가 없다면 아무런 문제도 발생하지 않는다. 따라서 원하는 작업을 문제없이 수행할 수 있다. 그러나 네트워크를 다른 노드가 사용하고 있는 경우 네트워크 사용을 시도한다고 하면, 이때 선로에 충돌이 발생하게 된다. 일단 충돌이 발생하면 먼저 사용하고 있던 노드가 계속 사용할 수 있도록 기다린다. 그리고 잠시 후 다시 시도한다. 충돌이 생긴 후에 기다리는 시간은 대게 노드 내에 부착된 타이머에 의해 결정된다. 이때 각 노드의 기다리는 시간이 서로 달라야 다시 충돌을 일으키지 않는데, 이 대기 시간은 노드 내에 고정적으로 설치하거나 난수 발생기의 원리를 사용하거나 하여 해결한다.

CSMA/CD 기법은 마치 점잖은 사람들이 둥글게 앉아 이야기하는 것과 같다고 하겠다. 누눈가 이야기를 하면 가만히 듣고 있다가 이야기가 끝나면 자신이 이야기하고, 누군가 동시에 이야기를 하려고 하면 서로 양보하는 것에 비유 할 수 있다. CSMA/CD를 사용하면 충돌한 패킷들을 전송하는데 낭비되는 대역폭을 줄일 수 있다.

라) CSMA/CA

IEEE 802.11 표준에 명시되어 있는 매체 접근 프로토콜인 CSMA/CA는 CSMA/CD의 변형으로 충돌이 발생하기 전에 방지하는 알고리즘이다. 충돌이 발생한 후 처리하는 CSMA/CD 알고리즘과는 반대되는 개념의 알고리즘으로 아래의 표는 CSMA/CA와 CSMA/CD의 비교를 나타내고 있다.

표 2.3 CSMA/CA와 CSMA/CD의 특징

CSMA/CA	CSMA/CD
충돌 회피 (Collision Avoidance)	충돌 탐지 (Collision Detection)
무선 LAN에서 사용	유선 LAN에서 사용
네트워크에 데이터 전송이 없는 경우에도 충돌을 대비하여 확인을 위한 신호를 전송	네트워크 상태를 점검 후 데이터를 전송
충돌이 발생했을 경우 CTS를 받을 때까지 RTS를 전송	충돌이 발생했을 경우 일정한 시간이 지난 후에 재전송
IEEE 802.11 표준규격	IEEE 802.3 표준규격

CSMA/CA에서 한 노드가 보내야 할 패킷을 받으면, 먼저 채널 상황을 체크한다. 채널이 다른 노드에서 같은 시간에 전송을 하고 있지 않는 유휴 상황이면 데이터를 전송한다[11]. 만일 채널이 유휴 상황이 아니라면, 그 노드는 임의로 정해진 시간만큼 기다리고, 그 후에 채널이 유휴 상황인지 다시 체크한다. 이 시간을 백오프 팩터 라고 부르고 백오프 카운터를 통해서 시간을 줄여간다. 만일 이 카운터가 0일 때, 채널이 유휴 상황이면 이 노드는 패킷을 전송하고, 채널이 유휴 상태가 아니라면 백오프 팩터를 다시 세팅하고, 이 과정을 반복하게 된다.

· CSMA/CA의 동작 원리

CSMA/CA는 DCF에 의해 동작하게 된다. IFS(Inter Frame Space)는 메시지의 우선순위 제공을 위한 방안으로 채널에 대한 강제적 사용금지 시간을 정해 놓은 것이며, 특정메시지에 대해 전송하기 위해서는 일정시간 만큼 기다린 뒤에 전송해야한다. 시간의 기본 단위는 슬롯타임인데, 슬롯타임의 종류로는 SIFS(Short Inter Frame Spacing), PIFS(PCF Interframe Space), DIFS(Distributed Inter Frame Space)가 있다. 우선순위는 DIFS가 가장 높으며, 다음으로 PIFS, SIFS 순이다. SIFS는 즉각적인 반응이 요구될 때 사용되고 ACK, CTS, Poll response가 있다. PIFS는 폴링을 할 때 사용되며, DIFS는 데이터를 전송 할 때 사용된다[12].

DCF는 2진 지수적 백오프를 사용하여 기다리는 시간을 정하는데, 이 백오프 알고리즘은 여러 개의 노드가 동시에 채널을 사용하고자 할 때 충돌을 피하기 위해 고안된 알고리즘이다(CA). 지수적 백오프는 반복되는 충돌을 하는 노드의 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 스테이션이 프레임 전송을 방해하지 않으면 이 프레임은 수신 스테이션에서 성공적으로 수신된다. 수신 스테이션은 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. 그림 2.10은 송신 스테이션이 프레임을 전송하고 그에 따라 수신 스테이션이 확인하는 것을 보여주고 있다[13]. 그림에서 보면, 송신자가 채널이 유휴 상태인 것을 감지했을 경우 어떻게 동작하는지를 알 수 있다.

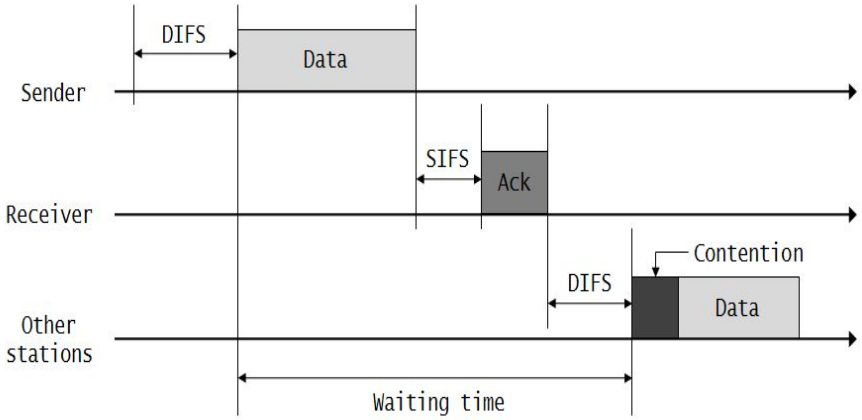

그림 2.10 스테이션간의 송수신 과정

· SIFS : 즉각적인 반응이 요구될 때 사용 – ACK, CTS, Poll response
· PIFS : 폴링을 할 때 사용
· DIFS : 데이터 전송 시에 사용

스테이션은 송신자의 채널이 바쁜 것을 감지하게 되면 채널이 나중에 유휴하게 될 때까지 자신의 액세스를 연기하게 된다. DIFS시간 동안 채널의 유휴를 감지하면 스테이션은 추가로 임의의 백오프 시간을 계산해서 이 시간을 카운트다운 한다.

임의의 백오프 타이머가 0이 되면 스테이션은 프레임 전송을 시작한다. 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 RTS 제어 프레임과 작은 크기의 CTS 프레임을 사용할 수 있다. 송신자는 프레임을 송신하고 싶으면, 데이터 패킷과 ACK 패킷의 길이를 알리기 위해 먼저 수신자에게 RTS 프레임을 송신한다. RTS 프레임을 수신한 수신자는 송신자에게 송신 허락을 하는 CTS 프레임으로 수신 상태를 알려준다[14]. 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 받은 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.

3. 비경쟁 방식

가) 폴링(Polling)

폴링 방식은 AP 기반의 무선 접속망을 위한 매체 접근 제어(MAC) 프로토콜의 중요한 기법 중의 하나이다. 폴링 방식을 사용하는 시스템 중 대표적인 것으로는 IEEE 802.11 WLAN의 PCF (Point Coordination Function) 메커니즘을 들 수 있다. 하지만 하나의 셀 내에 여러 단말들 중 일부 소수만이 전송할 패킷을 가진 상황에서 비효율성이 발생한다. 또한, IEEE 802.11 WLAN의 PCF에서 사용되는 단순한 라운드 로빈 방식의 폴링 방식은 비경쟁 방식이기는 하지만, 각 트래픽의 지연과 지연의 변화율에 민감하게 대처하지 못하므로 QoS를 보장하는 데에는 한계가 있다.

나) TDMA(Time Division Multiple Access)

TDMA 방식은 동일한 주파수 대역을 여러 사용자가 거의 동시에 공동 사용하는 것으로 하나의 주파수 대역을 주기적인 일정한 시간 간격으로 나누어서 각 사용자가 차례차례로 자신에게 할당된 시간 간격에 자신의 신호를 실어 보내면 각 수신측에서는 자신의 시간 간격에 있는 정보만을 골라내어 수집하는 방식이다. 여기서 이 시간 간격을 타임 슬롯이라고 한다.

이 시간 간격에 있는 정보만을 골라내기 위해서 타임 게이트를 사용 하게 되는데 타임 게이트는 자기 차례 시간에 해당되는 신호만을 통과시키게 된다. A, B, C

가 각각 a, b, c에게 통화를 할 경우 A, B, C 세 사람에게서 통화 시도가 있으면 A, B, C의 통화 순서를 정하게 된다. 그런 다음 각 사용자의 통화를 일정한 시간 간격으로 나누어 동일한 주파수에 실어 수신측에 보내며 수신자에게도 a, b, c에게 차례로 접속해 준다.

제 3 절 무선 MAC 기술

IEEE 802.11 MAC 계층에서 제공하는 매체 접근 제어 표준 방안으로 DCF와 PCF 두 가지 방식이 있다. DCF는 경쟁 기반의 비동기 데이터 서비스를 위한 것이고 PCF는 비경쟁의 동기 데이터 서비스를 위한 것이다. DCF는 무선랜의 모든 참여노드가 구현해야 하는 기능이고, PCF는 선택 사항으로 정의 되어 있다[15]. 현재 판매되고 있는 대부분의 무선랜 카드들은 DCF만을 구현하고 있다. 따라서 무선랜의 성능을 상향하기 위한 많은 연구들은 DCF 방식에 집중하고 있다.

1. DCF 전송 방식

DCF는 IEEE 802.11의 기본적인 매체접근 방식으로서 CSMA/CA 프로토콜과 임의 백오프 시간을 이용하여 단말사이에 매체를 공유하기 위한 방식이다. CSMA/CA 프로토콜을 통해 유휴 채널이 발생하기를 기다리고 있다가 동시에 전송을 시도하는 단말간의 충돌 확률을 감소시키며, 이때 임의 백오프 절차를 적용하게 된다. 캐리어 탐지 방식으로 PHY에서 제공하는 반송파 감지 기법과 NAV를 이용하는 가상 반송파 감지기법이 사용되며, 매체접근에 대한 우선순위를 설정하기 위해 IFS를 사용한다[16]. 가상 반송파 감지 기법은 채널에 대한 예약 정보를 알리는 방식으로, 실제 데이터를 전송하기 전에 미리 RTS와 CTS를 교환하여 채널의 예약을 알리는 것이 그 한 예가 된다. RTS와 CTS 프레임은 매체가 실제 데이터를 전송하기 위해 예약되는 시간의 길이를 정의하는 Duration/ID 필드를 포함한다. 매체의 예약 상태를 알리는 또 다른 방식은 전달되는 프레임 내에 있는 Duration/ID 필드를 사용하는 것이다. 이 필드를 통해 매체가 특정 구간까지 예약되어 있음을 통보할 수

있다. RTS와 CTS의 사용을 통한 가상 반송파 탐지에 의해 숨겨진 노드 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 CTS의 교환 절차를 반복함으로써, 직접 데이터를 전송한 후에 ACK를 기다려서 데이터 전송의 신뢰성을 확인하는 경우에 비해 보다 적은 시간 내에 효율적인 확인이 가능하다.

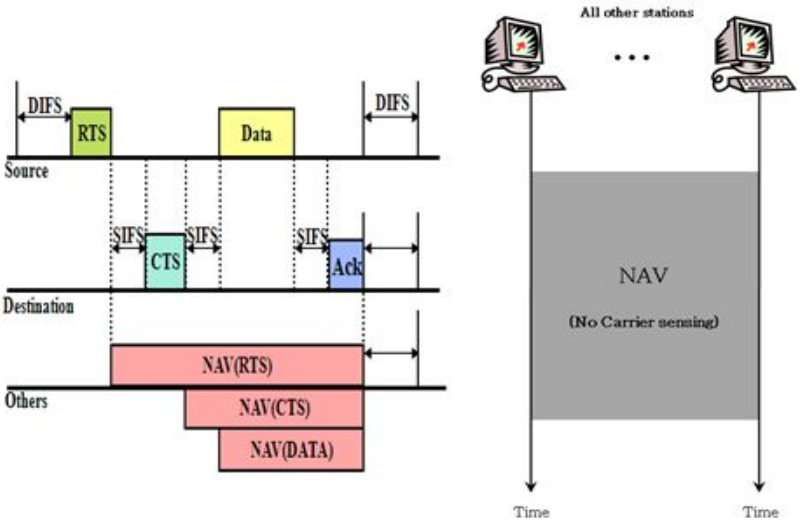

그림 2.11 DCF 가상 반송파 감지 프로토콜 시퀀스

NAV는 각 스테이션의 물리적 전송매체가 유휴 상태인지 체크하기 전에, 자신의 NAV가 폐기 상태인지를 체크한다. 각 스테이션에 존재하는 일종의 카운터는 프레임에 포함된 Duration 필드를 참조하여 채널이 유휴한 시기를 파악하게 된다.

SIFS는 가장 높은 IFS 전송순위를 요구 할 때 사용된다. PIFS는 비경쟁 서비스에서 최소의 유휴 시간을 가지며, DIFS는 경쟁 기반 서비스에서 최소의 유휴 시간을 가진다. EIFS(Extended Interframe Space)는 프레임 전송 중 오류가 발생한 경우에 사용된다.

가) 반송파 감지 기법

반송파 감지는 PHY에 의해 제공되며 이에 대한 자세한 내용은 802.11 PHY 규격을 참조할 수 있다[17].

가상 반송파 감지는 MAC 계층에 의해 제공되며, NAV를 사용한다. NAV는 각 스테이션에 존재하는 일종의 카운터로서, 프레임에 포함된 Duration/ID 필드를 참조하여 언제 채널이 유휴 상태가 될 것인가에 대한 정보를 가진다.

나) IFS 기법

프레임간의 시간 간격을 IFS라고 하며, 무선매체접근에 대한 우선순위를 제공하기 위해 SIFS, PIFS, DIFS, EIFS로 정의된 4개의 다른 IFS가 존재한다. 각 IFS 간의 관계는 그림 2.12와 같다. 가장 짧은 IFS인 SIFS는 ACK, CTS 프레임, 연속되는 단편화 프레임, 그리고 CFP(Contention Free Period)에서의 프레임 등에 사용된다. PIFS는 오직 CFP의 시작부분에서 PCF 하에서 작동하고, DIFS는 DCF 하에서 작동하면서, MPDU(MAC Protocol Data Unit)와 MMPDU(MAC Management Protocol Data Unit)들을 전송하려는 스테이션들에 의해 사용된다. EIFS는 PHY가 MAC프레임이 정확한 FCS(Frame Check Sequence)값을 가지고 전송되지 않았음을 알렸을 때 DCF에서 사용된다.

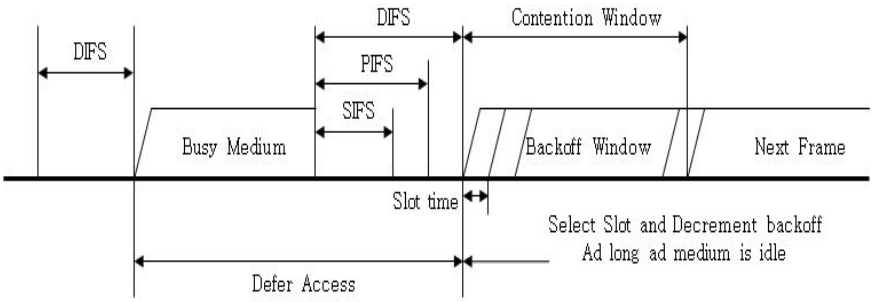

그림 2.12 IFS간의 관계

다) 임의 백오프 시간

만약 마지막 프레임의 전송이 끝난 뒤 DIFS 동안 매체가 유휴 상태가 되면, 스테이션들은 바로 매체에 접근하는 것이 아니라 임의 백오프 시간을 생성한 뒤 그 시간동안 매체에 대한 접근을 연기하게 된다. 이것은 마지막 프레임의 전송이 끝난 직후, 매체에 접근하려는 스테이션들의 충돌 가능성을 줄이기 위한 것이다. $Backoff\ Time = Random(\ ) \times SlotTime$ 식에 의해 임의 백오프 시간을 생성한다. 여기서 $Random(\ )$은 0부터 CW(Contention Window) 구간에서 균일한 분포를 가지고 선택한 정수 값이다. 그림 2.13은 재전송 시도에 따른 CW의 크기 증가를 보여주고 있다. CW는 초기치가 CW_{min}이다가 매체 접근 시에 스테이션 간에 충돌이 발생하면 지수적으로 증가하게 된다. 그리고 CW_{max}에 도달하면 그 증가를 멈추게 된다. 이 과정을 예시하면 그림 2.13과 같다.

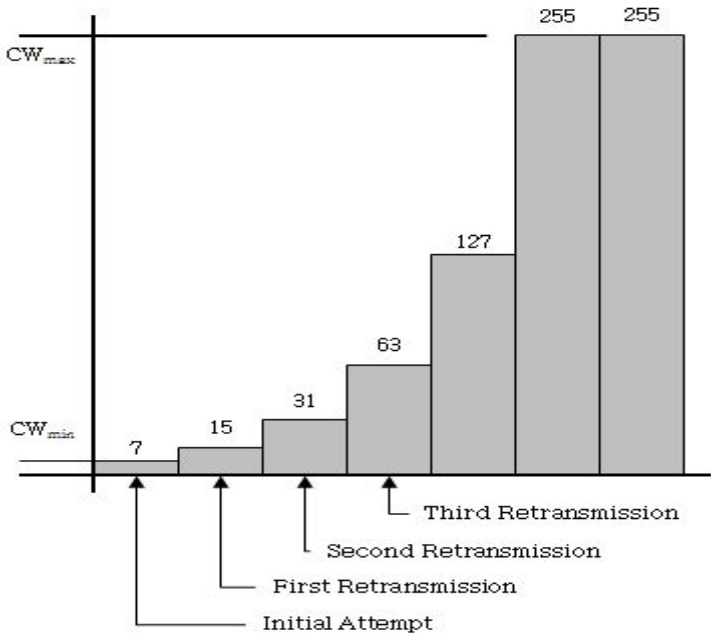

그림 2.13 재전송 시도에 따른 경쟁 윈도우의 크기 증가

라) DCF 기반의 액세스 절차

DCF에서 동작하는 스테이션들은 지연시간이 끝나고 DIFS 동안 매체가 유휴 상태이면, 임의 백오프 시간을 생성하여 매체에 대한 접근을 연기한다. 매체에 대한 접근을 연기한 스테이션들은 매체의 상태를 확인하면서 동시에 자신의 임의 백오프 시간을 감소시켜 나간다. 만약 어떤 스테이션의 백오프 시간이 0이 될 때까지 매체가 유휴 상태이면 그 스테이션은 매체에 접근하게 되고, 0이 되기 전에 매체를 다른 스테이션이 사용하게 되면 백오프 시간을 줄이는 것을 멈추고 다음 DIFS후에, 남아있는 백오프 시간을 사용한다. 따라서 이 스테이션은 처음 임의 백오프 시간을 생성한 스테이션보다 더 작은 백오프 시간을 가지게 될 확률이 높으므로 매체에 접근할 가능성 또한 높다. 그림 2.14에서 이러한 백오프 절차를 예시를 보여주고 있다.

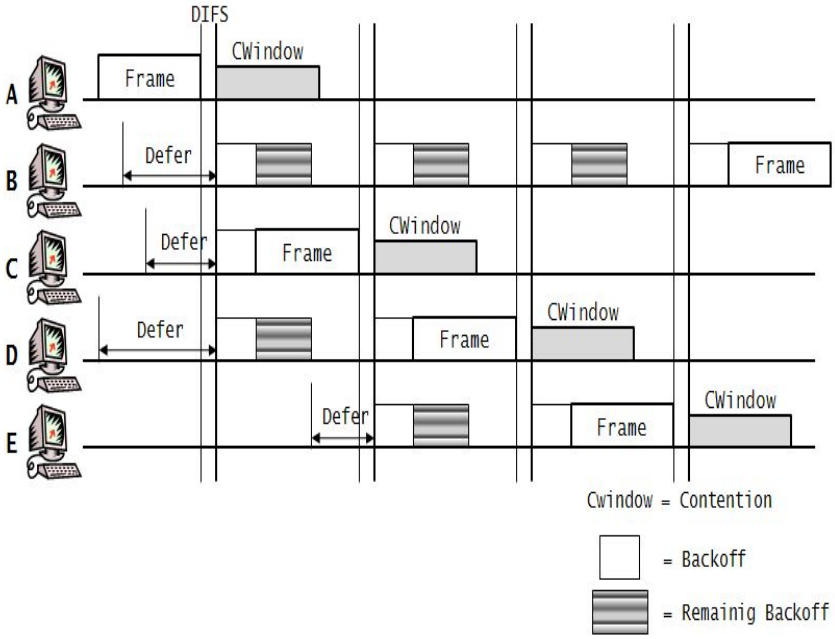

그림 2.14 백오프 절차의 예시

위 그림에서 보면 초기 상태로 A가 지국과 통신하고 있다. 이 때 B, C, D는 자신이 보낼 것이 있음을 지국에 통보(Defer)한다. A와 지국과의 통신이 끝나면 모든 단말이 DIFS만큼 쉰 뒤에 백오프 시간을 갖는다. 가장먼저 백오프 시간이 끝난 C가 다음으로 지국과 통신하게 된다. 이때, E가 자신도 보낼 것이 있음을 지국에 통보한다. C가 지국과 통신이 끝나면 다시 모든 단말이 DIFS 만큼 쉬고, 백오프 시간을 갖은 뒤 D가 가장 먼저 백오프 시간이 끝나게 되어 지국과 통신하게 된다.

IEEE 802.11은 이런 과정을 통해 지국에 접속해 있는 많은 단말들이 서로 충돌하지 않으면서 데이터를 전송할 수 있도록 하고 있다.

마) RTS/CTS 프레임과 NAV

가장 짧은 임의 백오프 시간을 생성한 스테이션은 매체접근에 성공하게 되고, 먼저 RTS 프레임을 전송한다. RTS 프레임에는 데이터를 전송하고자 하는 소스 스테이션의 주소와 NAV 설정에 사용되는 Duration 필드가 포함되어 있다. RTS 프레임을 수신한 스테이션들 중에 목적지 스테이션은 RTS 프레임에 대한 ACK로서 CTS 프레임을 전송하고, 나머지 스테이션들은 자신의 NAV를 RTS 프레임에 포함된 Duration 필드의 값으로 설정한 뒤, NAV를 줄여나가면서 매체접근을 연기한다. RTS/CTS 프레임의 전송이 끝나면, 송신 스테이션은 데이터 전송을 시작하게 되고 수신 스테이션은 ACK 프레임을 전송한다. 모든 프레임에는 Duration 필드가 포함되어 있고, 스테이션들은 현재 NAV보다 더 큰 Duration 필드를 수신할 경우에만 NAV를 갱신한다. NAV가 0이 되면, 스테이션들은 매체가 유휴 상태라고 판단하고 DIFS 동안 기다린 뒤 자신의 백오프 시간을 줄여나가면서 매체접근을 시도한다. 그림 2.15에서 이 과정을 예시하고 있다.

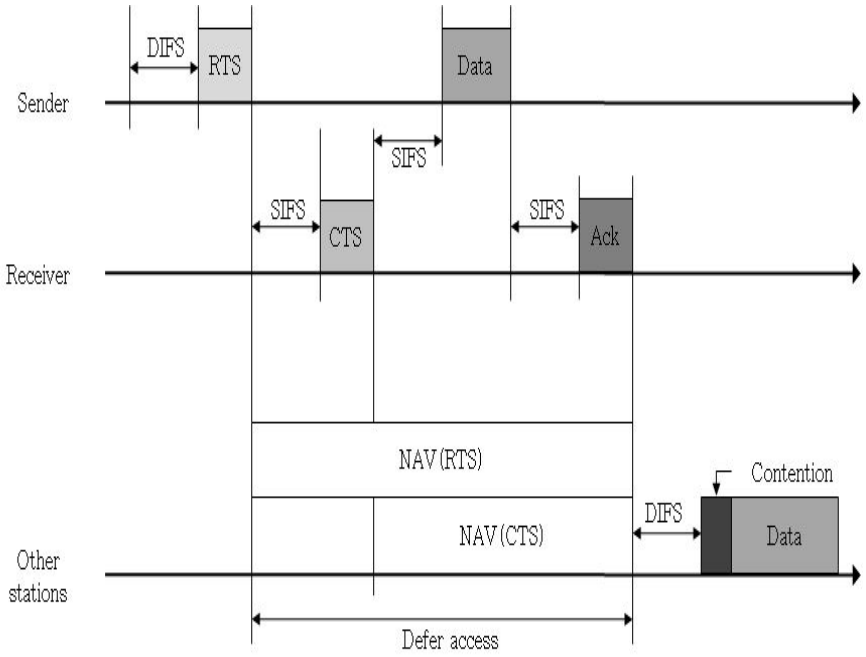

그림 2.15 RTS, CTS, Data, ACK와 NAV설정

2. PCF 전송 방식

PCF는 비경쟁 프레임 전송을 제공하며, PC(Point Coordinator)의 역할은 AP가 맡아서 한다. PCF는 DCF를 기반으로 하고 있으므로 PCF의 매체접근 방법을 따르며, CFP의 초기 단계에 NAV를 일정한 값으로 설정한다. CF-pollable 스테이션들은 PC로 부터 폴을 받을 때만 피기백 방식으로 데이터 전송을 하게 되며, non-CF-pollable 스테이션들은 DCF에서 사용하던 방식으로 데이터 전송을 한다 [18].

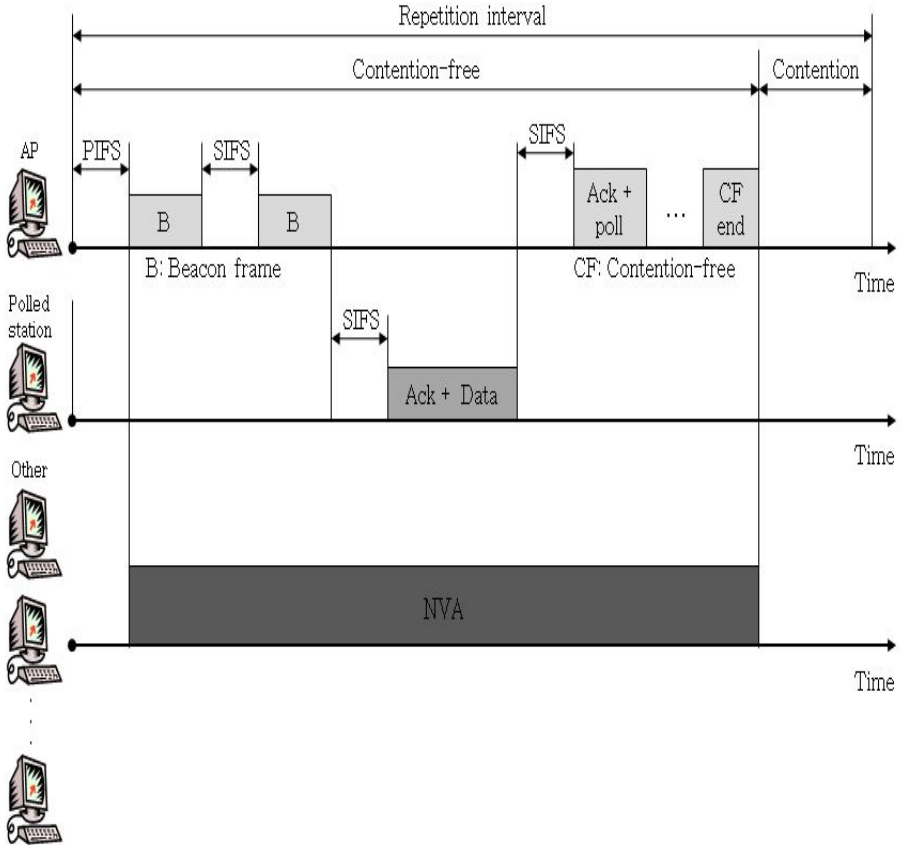

그림 2.16 PCF의 통신 환경

3. HCF 전송 방식

IEEE 802.11 MAC 프로토콜은 경쟁구간(CP)과 비경쟁구간(CFP)동안 각각 동작하는 MAC 프로토콜이 분리되어 있다. 따라서 경쟁구간에서는 DCF에 의한 단말들의 자율적인 경쟁방식, 비경쟁 구간에서는 AP에 의한 폴링 방식이 각각 사용되었다. IEEE 802.11e에서 제안된 HCF는 폴링 메커니즘이 경쟁구간과 비경쟁 구간 모두에서 정의되어 있으며, 실시간 단말은 경쟁구간 및 비경쟁 구간에 걸쳐 비실시간 단말보다 항상 무선매체에 우선적으로 접근할 수 있다는 점이 MAC 프로토콜과 다른 측면이다.

제 4 절 RTS/CTS

IEEE 802.11은 무선 전송 매체의 상태가 좋지 못한 경우 효과적인 전송과 충돌 방지, 영역내의 상태를 보기위해 RTS와 CTS를 사용한다. RTS와 CTS는 BSS 내의 모든 스테이션을 조용하게 만든다. 이것이 완료되면 스테이션은 충돌에 대한 위험 부담 없이 데이터를 전송할 수 있지만 상당 부분의 데이터 전송 용량을 소비한다[19]. 따라서 대부분 고수용 용량 환경과 전송에 현저한 충돌이 존재하는 환경에서 사용하고 저수용 용량 환경에서는 거의 사용하지 않는다.

RTS/CTS 교환이 이루어지게 할 것인지 말 것인지는 관리자가 설정이 가능하다. 장치 드라이버에서 조정되는 것이 허용된다면 RTS 스레쉬홀드를 조정한다. RTS/CTS 교환은 스레쉬홀드 값보다 큰 경우에만 이루어진다. 위에서 말한 고수용 용량과 저수용 용량을 관리자가 임의로 스레쉬홀드에 정할 수 있다.

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.

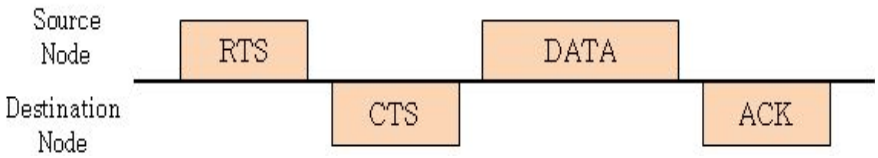

그림 2.17 RTS/CTS 전송 방식

데이터의 길이가 긴 프레임에 대해 신뢰성 있는 전송을 하기 위한 방식으로 프레임 분할 방식을 사용하고 있다. 이 방식은 프레임을 작은 단위로 나누어 전송하게 하여 전송의 신뢰도를 높이는 방식이다.

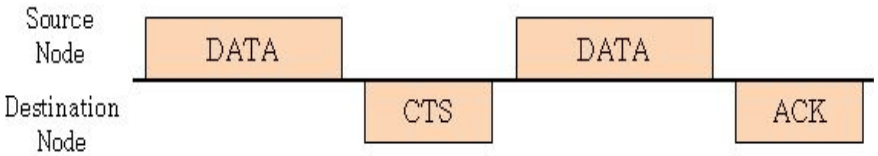

그림 2.18 프레임 분할 방식

1. 전송순서

IEEE 802.11 무선네트워크 환경에서는 RTS/CTS의 전송순서를 다음과 같이 정의하고 있다[20].

① 프레임을 전송하기 전에, 발신 노드는 반송 주파수의 에너지 레벨을 검사함으로써 매체를 감시한다.
  ⓐ 채널이 유휴상태일 때까지 백오프 값으로 지속성 전략을 사용한다.
  ⓑ 노드는 채널이 사용되지 않는다는 것을 알게 된 후, DIFS 시간 동안 기다린 후, RTS을 보낸다.
② RTS 프레임을 수신한 후, SIFS 시간 동안 기다렸다가, 목적지 노드는 CTS를 발신 노드에 전송한다. 이 제어 프레임은 목적 노드가 데이터를 받을 준비가 되어있다는 것을 알려준다.
③ 발신 노드는 SIFS와 동일한 시간을 기다린 후 데이터를 보낸다.
④ SIFS와 동일한 시간을 기다린 후, 목적지 노드는 프레임을 잘 받았다는 것을 알려주는 확인 응답을 보낸다.

무선통신 환경에서는 각 노드와 각 프레임간의 전송으로 이루어지며 데이터 프레임과 제어 프레임을 교환한다.

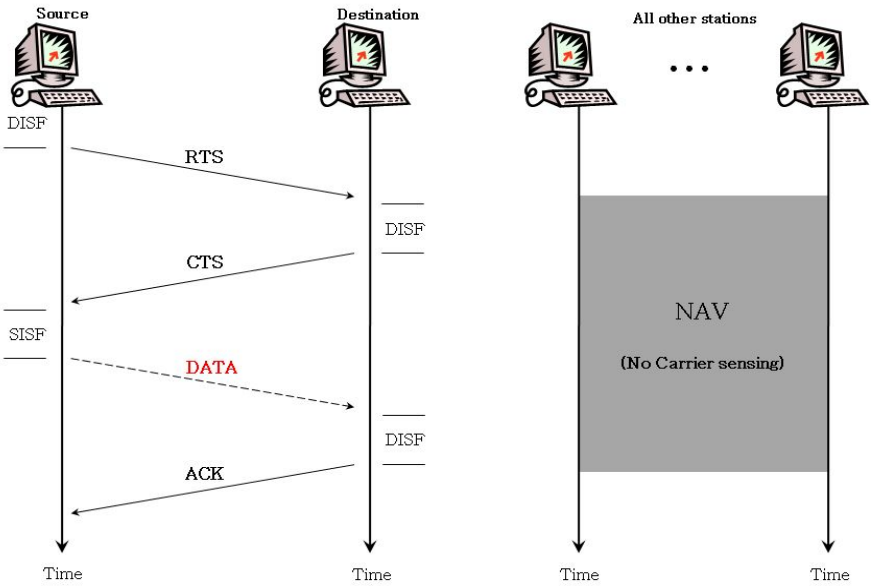

그림 2.19 프레임 교환 시간선

2. MAC 구조

총 20바이트로 구성된 RTS는 그림 2.20과 같은 구조로 이루어져 있다. 기초부분의 헤더는 RTS는 전송 프로토콜의 종류와 전송 방법 등에 관한 정보를 저장 하고 있다.

2byte	2byte	6byte	6byte	4byte	
Frame Control	Duration	Receiver Address	Transmitter Address	FCS	RTS

2byte	2byte	6byte	4byte	
Frame Control	Duration	Receiver Address	FCS	CTS & ACK

그림 2.20 RTS, CTS, ACK의 MAC 구조

Frame Control 필드는 프레임의 타입인 관리, 제어, 데이터와 MAC 주소 해석 등을 명시하고 있으며 송·수신 노드의 주소를 나타낸다. Duration 필드는 각 매체들의 점유시간을 μs단위의 주기로 사용하고 있으며 자원을 얼마나 사용할 것인지에 대한 정보 명시하고, NAV 값을 설정할 때 사용되는 전송기간을 정의하는 필드이다. 또한, 채널점유 시간뿐 아니라 다른 송·수신 노드의 데이터 프레임 전송에 관한 정보도 정의되어 있으며, 동일 셀 안에서 통신에 참여하지 않는 송·수신 노드가 통신에 참여하여 프레임의 충돌 현상을 막아준다[21].

Receiver Address 필드는 패킷을 받는 노드의 주소를 Transmitter Address 필드는 패킷을 보내는 노드의 주소를 나타내는 것으로 각 각 6바이트의 공간을 가지고 있다. FCS 필드는 4바이트로 구성되어 있으며 CUL을 바탕으로 사용 가능한 트래픽 정보를 담고 있다

제 5 절 흐름제어

흐름제어란 전송 스테이션으로 하여금 전송 데이터의 양을 제한하기 위해서 사용되는 절차이다. 흐름제어가 필요한 이유는 일반적으로 수신 장치로 들어오는 데이터를 처리할 수 있는 속도와 데이터를 저장할 수 있는 메모리에 제한이 있기 때문이다. 대표적인 흐름제어 방법으로는 정지-대기(Stop-and-wait) 흐름제어 기법과 슬라이딩 윈도우(Sliding Window) 흐름제어 기법이 있다.

1. 정지-대기 흐름제어 기법

정지-대기 흐름제어 기법은 전송측이 프레임을 전송한 후 각 데이터 프레임에 대한 ACK를 기다려서, 이에 대한 ACK 프레임이 도착하면 그 후에 다음 프레임을 전송하는 기법이다. 그림 2.21은 정지-대기 흐름제어 기법을 보여주고 있다.

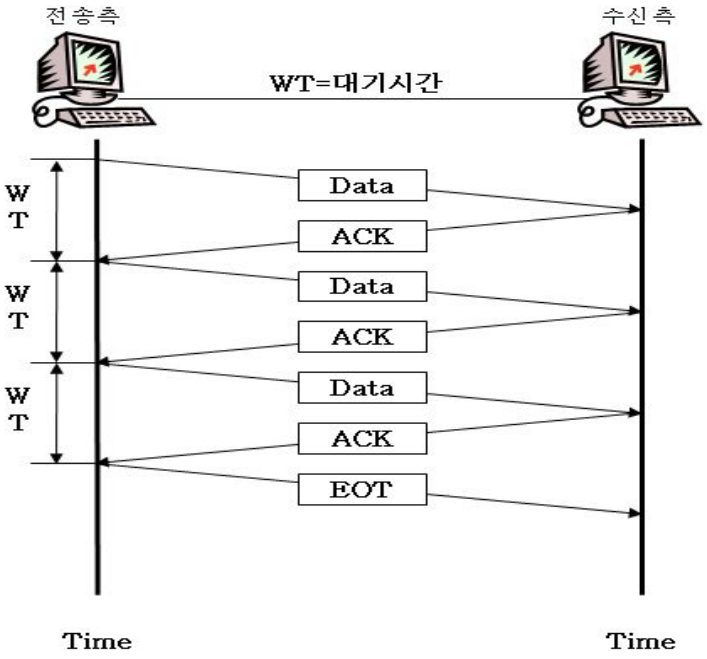

그림. 2.21 정지-대기 흐름제어 기법

송신자가 프레임을 전송하게 되면 수신자는 수신 후 송신자에게 확인 신호를 돌려보냄으로써 다음 프레임을 받을 수 있다는 것을 표시한다. 송신자는 확인 신호를 받을 때까지 기다리게 되고, 데이터의 수신량이 많을 경우 수신자는 확인신호의 전송을 보류함으로써 데이터의 흐름을 멈추게 할 수 있다.

2. 슬라이딩 윈도우 흐름제어 기법

슬라이딩 윈도우 기법은 정지-대기 기법의 비효율성을 개선한 기법으로, 전송측이 전송한 프레임에 대한 ACK 프레임을 수신하지 않더라도, 여러 개의 프레임을 연속적으로 전송하도록 허용하는 기법이다. 윈도우 기법을 사용하여 전송측과 수신측 양쪽에서 프레임을 보관하고 관리한다.

가) 전송측 윈도우

프레임이 전송된 후 윈도우의 왼쪽 경계가 오른쪽을 향해 이동하고, 결과적으로 윈도우의 크기가 줄어들게 된다. ACK 프레임이 도착하면, 전송측 윈도우는 ACK 프레임(도착된 프레임의 수)에 따른 프레임의 수만큼 오른쪽 경계가 오른쪽으로 이동하여 윈도우 크기가 늘어나게 된다.

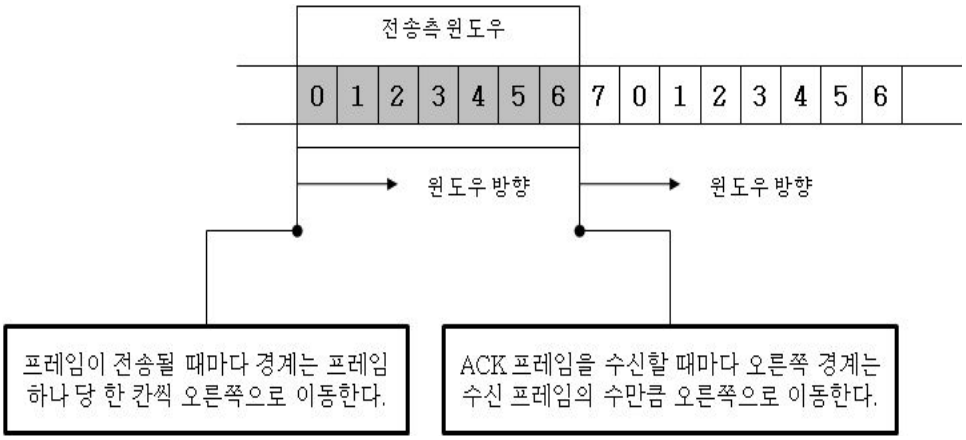

그림. 2.22 전송측 슬라이딩 윈도우

나) 전송측 윈도우

전송측으로 부터 프레임이 수신되면 윈도우의 크기가 줄어들게 된다. 수신측 윈도우는 수신된 프레임의 수를 나타내는 것이 아니고, ACK 프레임을 전송하기 전에 수신될 수 있는 프레임 수를 나타낸다. 수신측 윈도우 ACK 프레임을 전송한 후, 오른쪽 경계를 오른쪽으로 이동시켜 윈도우의 크기가 증가된다. 윈도우 크기는 (가장 최근 ACK로 응답한 프레임의 수) − (이전에 ACK 프레임을 보낸 프레임의 수) 이다.

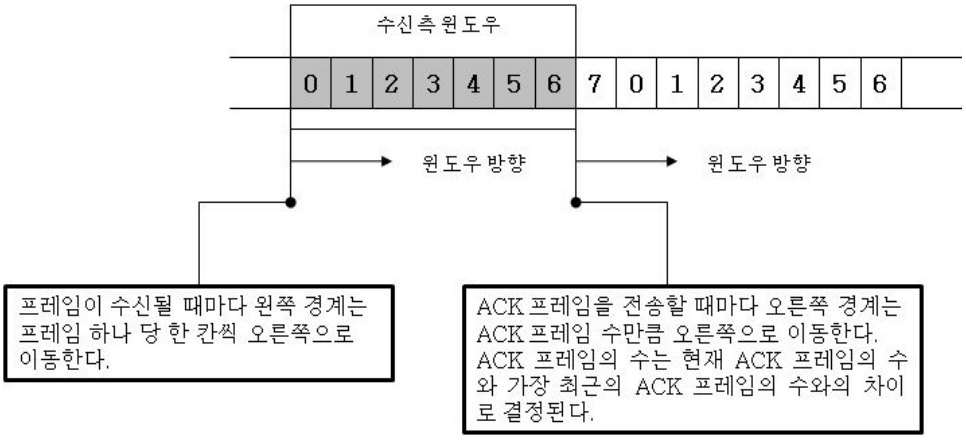

그림. 2.23 수신측 슬라이딩 윈도우

제 3 장 멀티채널 기반 방식 분석

네트워크의 성능을 향상시키기 위한 하나의 방법으로 멀티채널을 사용하는 방법이 제시 되었다. 인프라구조 네트워크에서는 기본적으로 노드간의 통신을 위해 싱글 채널을 사용하지만, 애드 혹 네트워크에서는 멀티채널 사용을 지원하고 있다. 이 방법은 무선 랜에서 인접 노드 간에 서로 다른 채널을 할당함으로써 간섭 현상을 최소화 하여 효율을 높인다. 멀티채널의 사용으로 인해 채널 간의 간섭이 없다면 서로 다른 채널을 통해 동시적 트래픽 전송이 가능하기 때문에 평균적인 지연시간이 감소하고, 처리율은 증가하여 네트워크 성능 향상을 기대할 수 있다[22].

멀티채널의 사용으로 인해 채널간의 간섭이 없게 되면 다른 채널을 통해 동시에 트래픽 전송이 가능하다. 따라서 평균 지연시간이 감소하게 되고, 처리율이 증가하기 때문에 네트워크의 성능 향성을 기대 할 수 있지만 싱글채널을 기반으로 설계된 MAC 프로토콜은 멀티채널을 기반으로 사용하는 IEEE 802.11 환경에서는 문제점이 발생된다.

제 1 절 숨겨진 노드 문제(Hidden Node Problem)

IEEE 802.11 무선랜 시스템의 경우 무선 노드가 통신을 하기 위해서는 주파수 검출을 통해 채널의 상황을 감지하고 채널이 비어있을 경우에만 채널에 접속하여 사용할 수 있게 된다. 만약 채널이 사용 중이라면 임의 백오프 시간을 기다린 후 다시 주파수 검출을 수행하게 된다. 이 때 채널 감지를 통해서 채널을 검색하더라도 발견되지 않는 노드를 숨겨진 노드라 하며, 그림 3.1은 이러한 숨겨진 노드 문제의 개념도를 나타내고 있다.

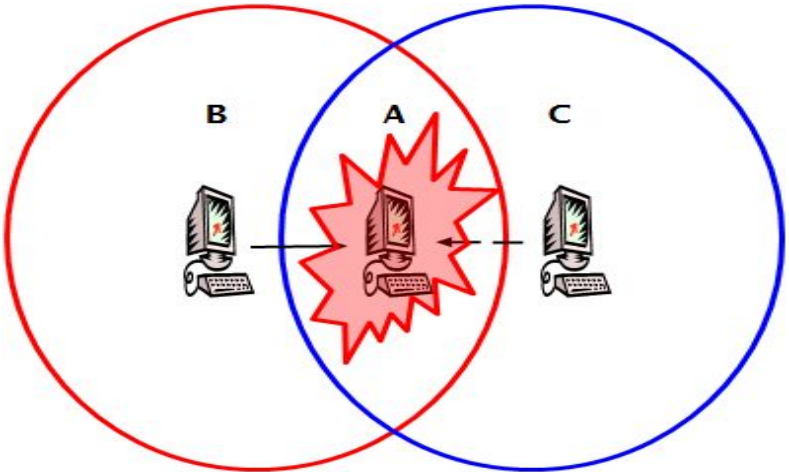

그림 3.1 숨겨진 노드 문제

① A는 B로 전송을 시작, C는 A를 인식
② C는 B로의 전송을 원함, 매체가 유휴상태임을 감지하고 송신 (CS 실패)
③ B에서 A, C 수신 충돌, A는 충돌을 검출하지 못하고 계속 전송 (CD 실패)
④ A는 C에 대해 숨겨진 노드, C도 A에 대해 숨겨진 노드 (Hidden)

이와 같은 숨겨진 노드 문제는 잦은 충돌로 인한 네트워크손실과 채널 효율성을 저하시키는 주요 원인이 된다. 이러한 숨겨진 노드 문제를 해결하기 위해 IEEE 802.11 무선랜 시스템에서는 송신 노드가 RTS 메시지를 수신 노드에게 전송하며, 수신 노드는 주변의 모든 노드에게 CTS 메시지를 보내 주위의 다른 노드들의 전송을 막도록 하는 RTS/CTS 프로토콜을 사용한다. 그러나 RTS/CTS 프로토콜은 노드들 간에 동일 한 우선순위를 가지는 무선 네트워크에서는 유용한 방식이지만, 차등화 된 우선순위를 가지는 네트워크에는 적용이 어렵다. 다시 말해 노드가 RTS 신호를 보내더라도 절대로 CTS로 응답하지 않을 뿐만 아니라, 채널 접근 방식에 있어서도 채널 검색을 수행하지 않고 가용 자원을 사용할 수 있기 때문이다.

제 2 절 노출된 노드 문제(Exposed Node Problem)

노출된 노드 문제는 무선망의 효율성을 떨어뜨리는 요인 중 하나로 서로 간에 대한 많은 정보로 인해 네트워크의 성능을 감소시키는 문제점이다. 노출된 노드 문제는 서로에 대한 정보 부족으로 발생하는 숨겨진 노드 문제와 반대되는 상황의 문제점이다.

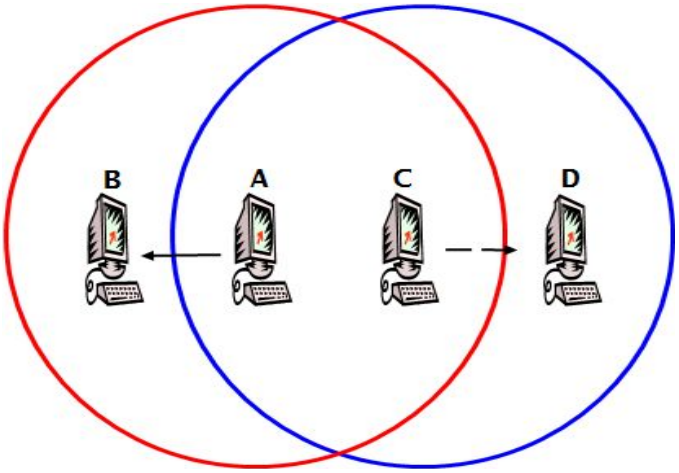

그림 3.2 노출된 노드 문제

① B가 A로 송신, C는 A와 B의 간섭 영역 밖에 있는 다른 단말기로 송신 원함
② C는 B의 신호로 인한 캐리어를 감지하여 매체가 사용 중인 상태로 인식
③ C는 매체가 유휴 상태가 될 때까지 기다림
④ 그러나 A가 C의 간섭 영역 밖에 있으면 기다릴 필요 없음
⑤ C는 B에 노출 (Exposed)

노출된 노드 문제는 RTS/CTS의 사용으로는 해결하지 못한다. 노드 C가 노드 A와 노드 B 사이의 RTS/CTS를 받아 자신의 NAV를 설정하기 때문인데, 그렇게 되면 0이 될 때 가지 채널 경쟁에 참여할 수가 없게 된다. 따라서 노드 C는 여전히

패킷전송을 위해 기다려야 한다. 노출된 노드 문제를 해결하기 위해서 MACA-P[23] 방법이 연구되었다.

제 3 절 허위 노드 문제(False Node Problem)

숨겨진 노드 문제 해결하기 위해 제어 프레임을 사용한다. 하지만 이는 또 다른 부수적인 문제인 허위 노드 문제점을 발생시킨다. 허위 노드 문제는 각 노드마다 한 셀에 있을 경우 노드 A, B는 정상적인 통신을 할 수 있게 된다. 하지만 노드 C가 제어 프레임으로 인해 대기 상태에 들어가는 동안 다른 셀 안에 있는 노드 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[24]. 이 문제는 프레임간의 충돌을 막기 위해 사용되는 제어 프레임이 다른 셀 안의 송수신 노드에게도 영향을 미쳐 전송효율을 떨어지게 하는 문제이다.

RTS는 한 개의 송신 노드가 RTS를 전송하는 상태일 경우 그 안에 포함된 다른 송신노드들은 사용 중인 채널에 접근을 할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 어떤 한 노드가 다른 노드에게 RTS를 전송하고 전송을 받는 노드는 전송받기를 원하는 노드에게 CTS를 보내야 하지만 CTS를 받게 되는 노드는 요청하는 노드뿐만 아니라 채널에 접근을 원하는 다른 노드도 전송을 받게 된다[25].

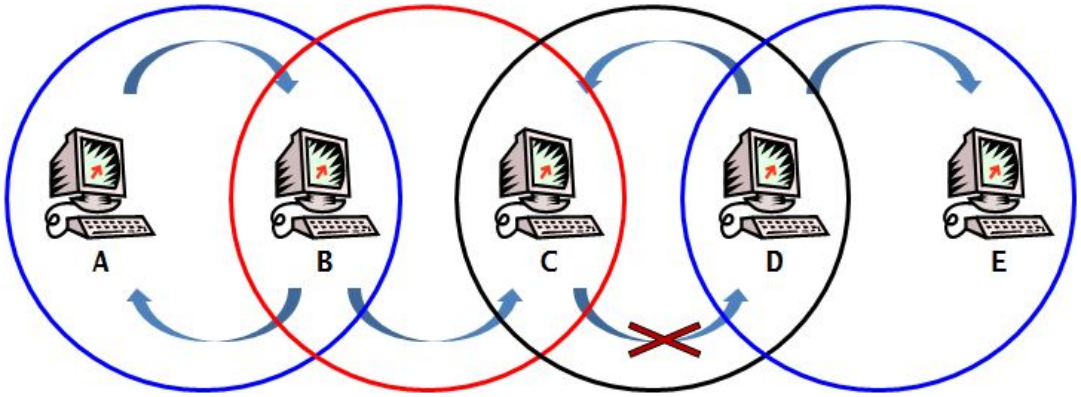

그림 3.3 허위 노드 문제점

제 4 장 전송효율 증가 제어 프레임 설계

본 장에서는 IEEE 802.11 MAC 프로토콜에서의 DCF 기반의 RTS 프레임을 기본으로 제어 프레임을 사용한 멀티채널 기반의 MAC 제어방법에 대한 효과적인 방법을 제시한다. 제어 프레임인 RTS와 CTS는 숨겨진 노드 문제와 노출된 노드 문제로 발생할 수 있는 충돌을 줄이기 위한 IEEE 802.11에서 사용되는 무선 네트워크 프로토콜이다. 제어 프레임 중 데이터 전송을 요구하는 송신노드가 RTS 신호를 보내게 되면 수신노드는 그에 대한 응답으로 CTS 신호를 보내게 된다. CTS 프레임을 수신한 다른 노드는 대기 시간동안 전송을 중지하고 전송 중지 시간은 Duration 필드안에 표시되어 있다. 이때 RTS 신호만 수신한고 CTS 신호를 수신하지 못한 노드는 다른 이웃 노드에 데이터를 전송한다. 하지만 RTS/CTS는 데이터 프레임 이외에도 공간을 예약하기 위한 추가적인 프레임을 보내야 하기 때문에 숨겨진 노드 문제를 해결해 주는 최선의 방법은 아니다. 노드가 적어 숨겨진 노드 문제가 생기지 않은 네트워크에서는 필요 없는 제어 프레임을 사용하므로 전송률에 저하 시키게 된다.

제 1 절 RTS 프레임 구조

2byte	2byte	6byte	6byte	4byte	
Frame Control	Duration	Receiver Address	Transmitter Address	FCS	RTS

그림 4.1 RTS 프레임 구조

RTS 프레임은 총 20바이트로 구성되어 있다. 하지만 RTS 프레임은 사용되지 않는 4바이트의 공간이 존재한다. 2바이트의 BAR Control 필드와 2바이트의 Block ACK Starting Sequence Control 필드이다. 이 공간을 활용하여 새로운 프레임을 설계하였다. 실제 트래픽 전송이 이루어지기 전에 RTS를 보내야 하는데 그

이유는 RTS 프레임의 구성에 Duration/ID 필드를 참고하여 통신에 참여하지 않은 노드들은 자기 자신의 NAV값을 설정하기 때문이다. 이러한 NAV값이 설정되면 통신에 참여할 수 없고 백오프상태로 지속적으로 대기한다. NAV값이 0이 되면 트래픽을 보낼 수 있는 통신상태가 된다.

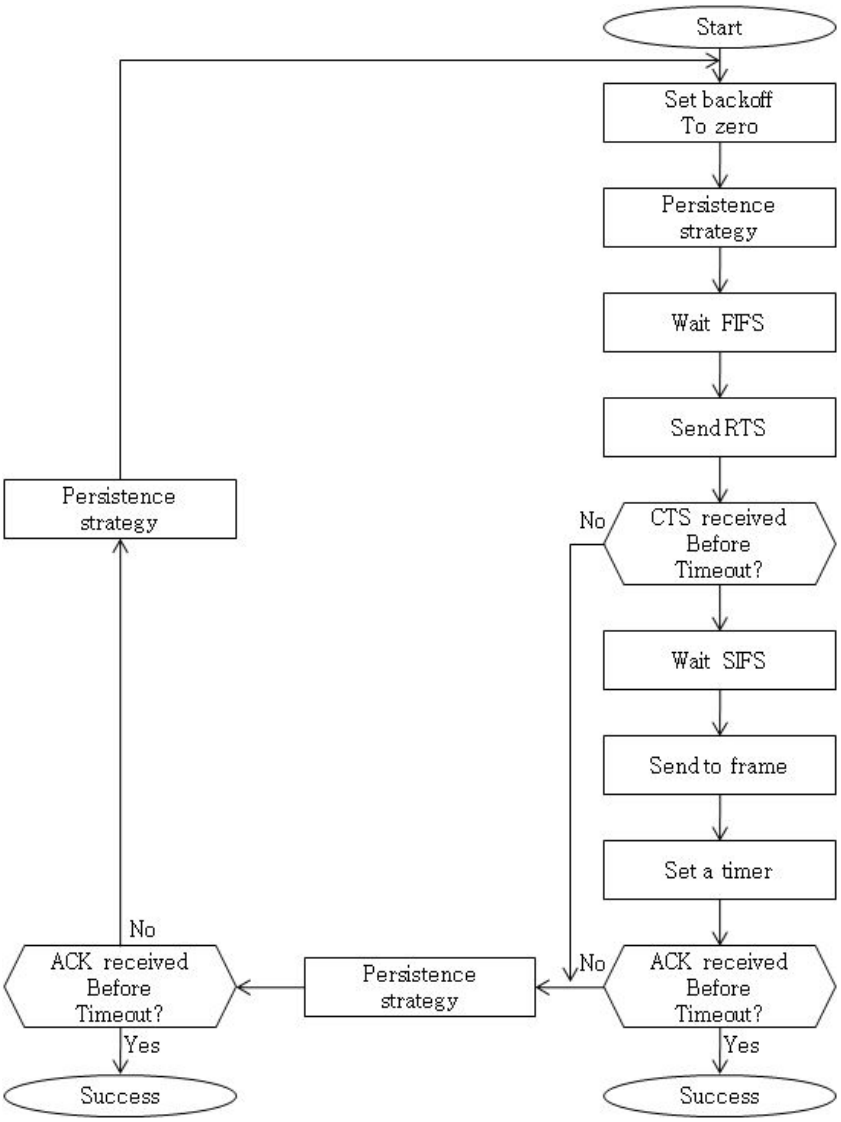

그림 4.2 RTS 프레임 프로세스 흐름도

제 2 절 전송효율 증가를 위한 제어 프레임 구조

1. Time Check Model

타임 체크 모델은 RTS 프레임의 BAR Control 필드 공간에 정지-대기 흐름제어 기법을 대입시킨 제어 프레임이다. RTS 프레임은 통신을 하기위해 옆 노드에 프레임을 전송하게 되는데 대기상태에 있는 것을 알지 못하게 되면 계속해서 프레임을 전송하게 된다. 프레임의 재전송이 일어날 경우 윈도우의 크기가 지수적으로 증가하기 때문에 반복되는 프레임의 전송은 통신 효율에 많은 지연을 가져올 수 있다. 정지-대기 기법을 대입한 타임 체크 모델은 송신자가 프레임을 전송하게 되면 수신자는 수신 후 송신자에게 확인 신호를 돌려보냄으로 다음 프레임을 받을 수 있다는 것을 표시하게 된다. 데이터의 수신이 계속 되어 통신을 할 수 없는 상황이라면 수신자는 확인 신호의 전송을 보류함으로써 데이터의 전송을 정지 상태로 만들어 멈추게 할 수 있다. 그렇게 되면 지수적으로 증가하는 재전송을 막을 수 있으며 필요없는 데이터 전송을 방지 할 수 있다. 그러므로 노드는 타임 체크의 일정 시간동안 수신되는 신호가 없거나 0이 지속될 때를 감지하여 백오프에서 벗어날 수 있게 되는 것이다. 허위노드 문제 현상이 일어나 노드가 응답을 하지 않는 현상을 피할 수 있게 된다. 또한 다중 전송환경에서 통신에 참여하지 않는 노드를 임의 백오프 상태로 만들게되는 것까지 방지할 수 있게 된다. 그러므로 백오프에서 벗어난 노드는 다른 송수신 노드에서 전송한 데이터에 응답을 할 수 있기 때문에 전체적인 네트워크에서의 전송효율은 높아질 수 있다.

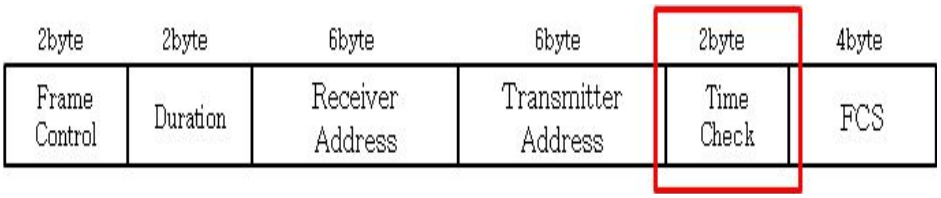

그림 4.3 Time Check Model

통신에 참여하는 노드와 참여하지 않는 노드들은 타임 체크의 시간동안 대기 상태에 머무르게 되며 타임 체크에 정의되는 전환 시점은 ACK 프레임의 전송시간을 기초로 정의 하였으며 대기 시간은 다음과 같다.

① 통신에 참여하는 송수신 노드의 ACK 프레임 전송시간

ACK Frame Start Time = DIFS+RTS+SIFS+CTS+SIFS+DATA+SIFS

② 통신에 참여하지 않은 송수신 노드의 ACK 프레임 전송시간

ACK Frame Start Time = DIFS+RTS+SIFS+CTS+(DIFS×2)

2. Parity Check Model

IEEE 802.11은 비트 오류가 발생할 경우 통신 마지막 단계인 ACK 단계에서 확인하여 데이터를 재전송하는 방식을 사용한다. 제어 프레임에서 비트 오류가 발생할 경우 체크하지 못하고 데이터 프레임까지 전송하고, 찾아내면 다시 처음인 제어 프레임부터 보내야 하는 비효율적 특징을 가진다. 만약 제어 프레임에서 비트 오류와 같은 단순 오류를 찾아내는 부분이 있다면 이런 현상은 줄어들 수 있다. 이는 데이터 전송이 끝나다는 것을 의미한다. ACK의 전송은 수신노드에 한다.

제어 프레임에서는 비트 오류가 발생할 경우 이를 체크하지 못하고 데이터 프레임까지 전송하고, 찾아내면 다시 처음인 제어 프레임부터 보내야 하는 비효율적 특징을 가진다. 만약 제어 프레임에서 비트 오류와 같은 단순 오류를 찾아내는 부분이 있다면 이런 현상은 줄어들 수 있다.

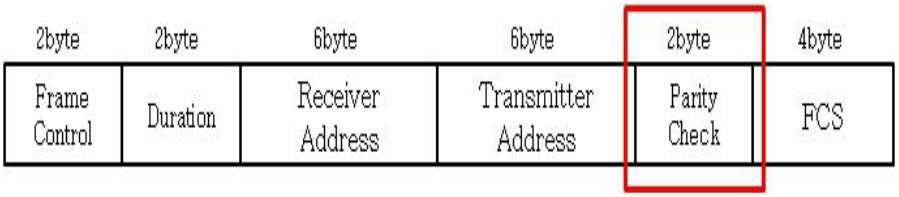

그림 4.4 Parity Check Model

Parity Check Model은 패리티 오류 검출 기법을 2바이트 공간에 대입시킨 프레임이다. 패리티 오류 검출 기법은 데이터를 전송할 때 전송 데이터가 유실 또는 손상되었는지의 여부를 점검하는 기술로 비트의 합산이 0인지 1인지만을 확인하는 방법으로 프레임의 총괄적인 비트 오류를 찾아내어 비트오류가 있을 경우 제어 프레임만 다시 전송하면 되는 장점을 가지고 있다. 패리티 오류 검출 기법 방식을 대입한 제어 프레임은 RTS에서 FCS 필드부분의 특성을 이용한 제어 프레임이다. FCS 필드는 프레임의 처음부터 끝까지의 중복성 검사를 위해 사용되고 있는데 검사와 같이 비트의 합을 계산하여 확인을 한다면 더 높은 비트 오류 처리율를 할 수 있다.

제 3 절 제안하는 제어 프레임의 동작원리

RTS 제어 프레임의 동작원리는 그림 4.5와 같다. 노드 A는 RTS를 전송 받게 되면, 노드 B와 C에 CTS를 전송하게 된다. CTS를 전송하는 것은 노드 A가 데이터를 수신하는 과정일 경우 C가 A에게 접근하는 것을 막기 위해서이다. 노드 C는 CTS의 Duration 필드에서 정의하고 있는 매체 점유기간 동안 대기 상태로 머물게 되는데 이때 노드 D가 노드 C에게 데이터 전송을 하기 위해 노드 C와 E에게 RTS 프레임을 보내게 된다. 그렇게 되면 노드 D는 노드 C가 A와 통신하기 위해 CTS 프레임을 수신하고 있는지 확인 할 수가 없게 된다. 따라서 통신 가능 상태라고 판단하게 되고 아무런 제약 없이 RTS 프레임을 전송하게 된다. 따라서 통신 가능 상태에 있었던 노드 C는 노드 D에서 보낸 RTS 프레임에 대한 응답을 할 수 없게 된다. 또한 노드 E 역시 D에게서 전송 받은 RTS 프레임의 Duration 필드에 정의 된 매체점유시간 동안 대기 상태로 머무르게 되며 다른 노드의 요청에 대한 응답을 할 수 없게 된다. 결과적으로 A~E 까지 5개 노드가 맞물려 통신을 하는 상황에서 A와 B를 제외한 나머지 노드들은 통신을 할 수 없는 문제가 발생하게 된다.

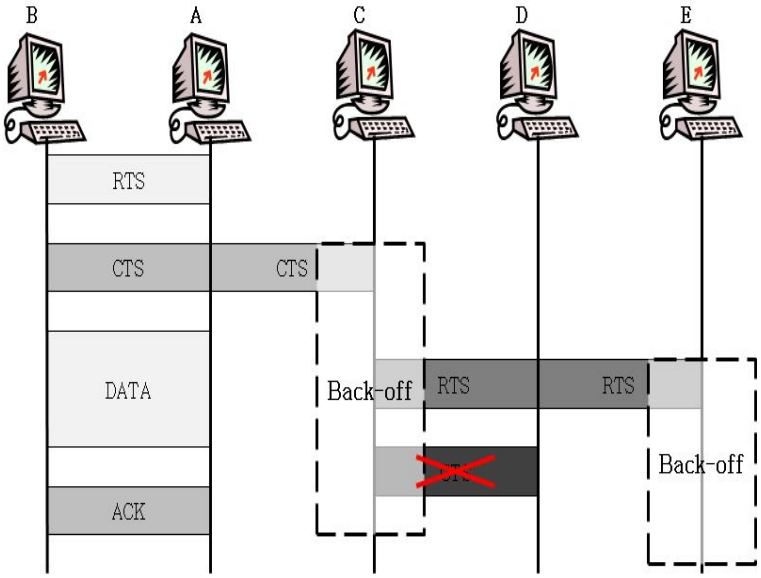

그림 4.5 RTS 프레임의 동작원리

그림 4.6은 이러한 상황을 해결하기 위해 제안하는 제어 프레임의 동작원리를 보여주고 있다. 노드 B는 노드 A와의 통신을 위해 RTS 프레임을 보내게 된다. 그에 대한 응답으로 노드 A는 노드 B와 C에게 CTS 프레임을 전송한다. 노드 C는 매체점유시간동안 대기 상태를 유지하게 된다. 이때 노드 D가 노드 C와 통신을 하기 위해 타임 체크가 추가된 RTS 프레임을 전송하게 된다. 이를 전송 받은 노드 C는 현재 자신의 상태가 대기 상태임을 노드 D에게 알려주게 되고 이를 인식한 노드 D는 C의 대기 상태가 끝나게 될 때 까지 기다리게 된다. 노드 C의 대기 상태가 끝나게 되면 노드 D에게 CTS 프레임을 전송하게 되고 CTS 프레임을 전송받은 노드 D는 노드 C와의 통신을 실행하게 된다. 또한 다른 노드가 E와의 통신을 위해 RTS 신호를 보내올 경우 현재 대기 상태라는 것을 다른 노드에게 알려주게 되고 이를 전송 받은 다른 노드는 노드 E의 대기 상태가 끝날 때까지를 기다려 통신에 참여하게 되는 것이다.

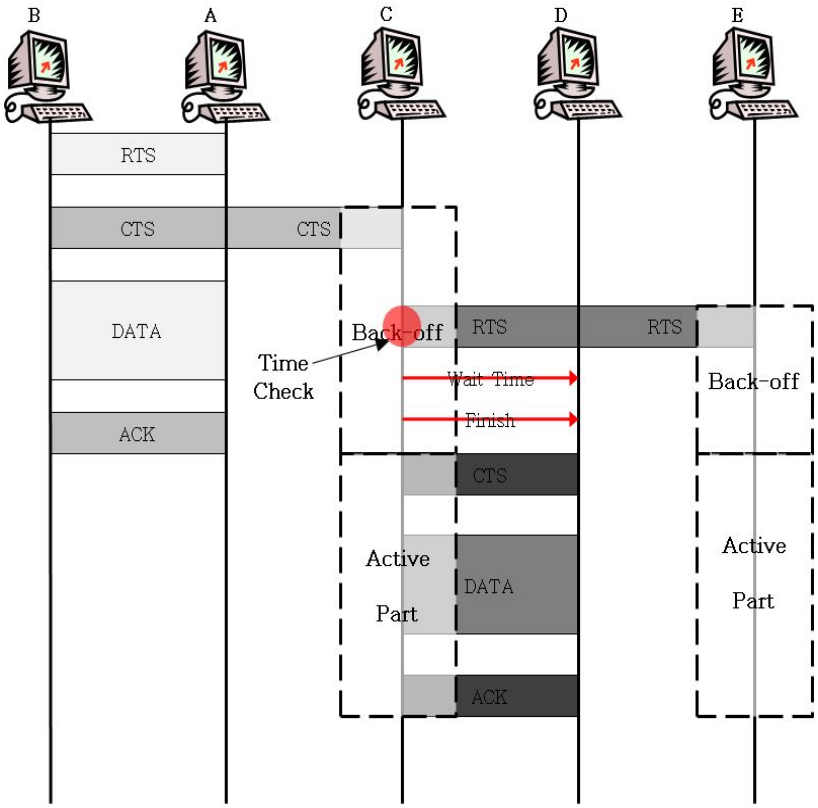

그림 4.6 제안하는 제어 프레임의 동작원리

RTS 프레임에서 발생하는 문제점인 다수의 송·수신 노드가 통신하는 상황에서 노드 A와 B만 통신 했던 문제점은 타임 체크 기능으로 임의 대기 상태에서 벗어날 수 있으며 재전송시 지수적으로 증가하는 윈도우의 전송을 막을 수 있다. 노드 E 역시 임의 대기 상태에 머무르는 것을 방지할 수 있기 때문에 문제가 해결 되었다고 할 수 있다.

제 5 장 실험 및 고찰

본 장에서는 시뮬레이션을 통하여 먼저 기본적인 RTS의 성능을 평가하였다. 제안한 제어 프레임의 사용으로 인한 성능 향상 확인을 위해 시뮬레이션 환경에서 이루어지는 모든 무선 네트워크 통신의 Load(Sec)를 비교 하였다. 시뮬레이션이 시작되고 다섯 개의 송수신 노드는 정해진 한 개의 채널에 각자 데이터를 보내기 시작하였다.

제 1 절 시뮬레이션 환경

시뮬레이션 툴인 OPNET 10.0을 사용하여 기본적인 RTS의 전송효율을 평가하기 위해 송수신 노드의 전송 범위를 제한하여 숨겨진 노드 문제가 발생하도록 하였다. 전송범위에 제한을 두기 위해 Transmission Power(W)는 0.005로 설정하였다. 각 노드에 50k바이트의 데이터를 각 노드에 송수신하게 하였고 시뮬레이션 시간은 100초로 설정하여 수행시켰다. 제어 프레임은 Time Check, Parity Check의 두 방식을 같이 사용하는 방식을 사용하여 노드의 수를 5개와 10개로 변화 시키면서 전체 전송효율을 측정하였다.

표 5.1 시뮬레이션 파라미터

Statistics	Value
Scenario size	800m X 800m
802.11b data rate	2 Mbps
Transmission Range	100 meter
Transmit Power	0.005 W
Source Frame size	50k bytes
RTS Threshold	256 bytes
RTS Frame Size	20 bytes

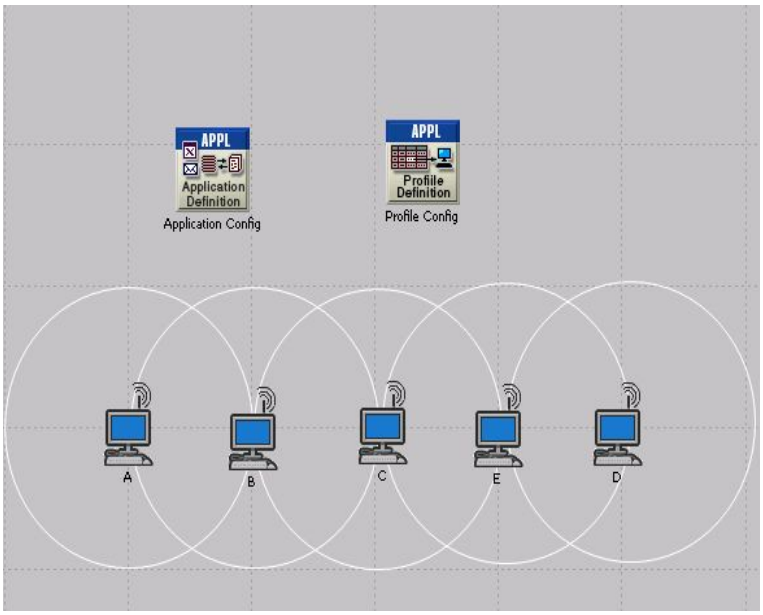

그림 5.1 시뮬레이션 환경(5개의 송수신 노드)

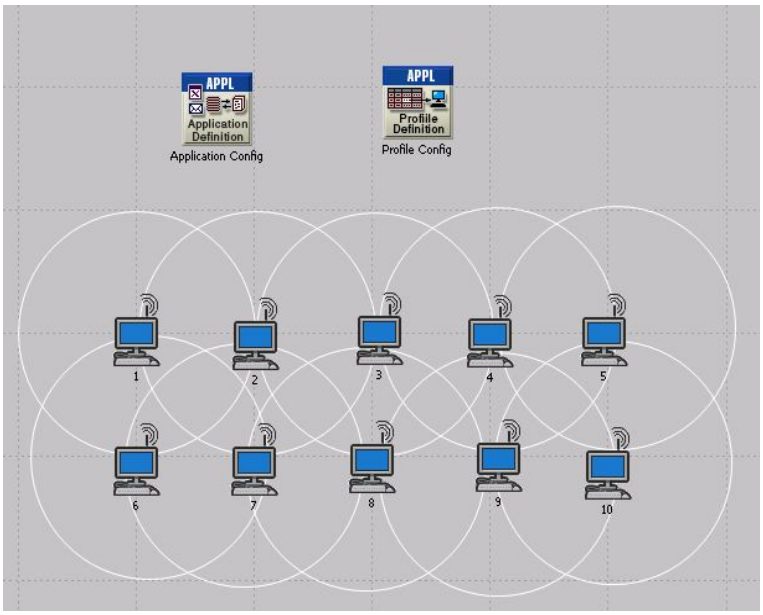

그림 5.2 시뮬레이션 환경(10개의 송수신 노드)

제 2 절 시뮬레이션 결과 분석 및 성능 평가

1. Time Check

그림 5.3은 5개의 송수신 노드를 사용하여 RTS 제어 프레임을 사용하는 경우와 제안하는 제어 프레임을 사용한 경우 각 노드별로 측정되는 지연시간의 평균값을 측정한 결과이다. 아래의 그림에서 RTS 제어 프레임의 지연시간은 0.013sec이며 제안하는 제어 프레임을 사용할 경우의 지연시간은 0.005sec로 나타난 것을 확인할 수 있다. 이는 제안하는 제어 프레임을 사용할 경우 0.008sec의 이득을 얻어 전송효율이 더 좋아진 것을 알 수 있다.

그림 5.3 5개의 송수신 노드에서의 전송 효율 비교

10개의 송수신노드를 사용할 경우의 전송효율은 그림 5.4와 같다. RTS 제어 프레임을 사용할 경우 0.035sec의 지연시간이 있는 반면 제안한 제어 프레임을 사용할 경우 0.025sec로 0.01sec의 이득을 얻어 전송효율이 더 좋아진 것을 알 수 있다.

그림 5.4 10개의 송수신 노드에서의 전송 효율 비교

위의 두 그림의 그래프를 비교하여 보면 5개의 송수신 노드를 사용할 때 보다 10개의 송수신 노드를 사용할 경우 평균적인 지연시간이 증가했음을 확인할 수 있다. 이 결과는 송수신 노드가 더욱 증가 하게 되면 지연시간의 값이 증가 된 것을 확인 할 수 있다. 송수신 노드가 계속 증가하게 되면 지연시간이 계속 증가하게 되어 결국 통신 장애가 발생하게 된다.

2. Time Check + Parity Check

타임 체크 필드를 추가한 제어 프레임은 ACK 프레임의 전송시간을 조절하는 기능을 가지고 있으며 패리티 오류 검출 기법을 대입한 제어 프레임은 통신에서 발생하는 오류를 찾아내는 기능을 가지고 있다. 두 가지 제어 프레임을 하나로 합친 제어 프레임을 사용할 때 얻을 수 있는 전송효율의 이득을 알아보기 위해 RTS 제어 프레임과 제안하는 제어 프레임의 성능을 비교하였다. 그림 5.5와 5.6은 각각 5개와 10개의 송수신 노드를 사용했을 때 RTS 제어 프레임을 사용하는 경우와 제안하는 제어 프레임을 사용한 경우를 노드별로 측정하여 지연시간의 평균값을 측정한 결과이다.

그림 5.5 5개의 송수신 노드에서의 전송 효율 비교

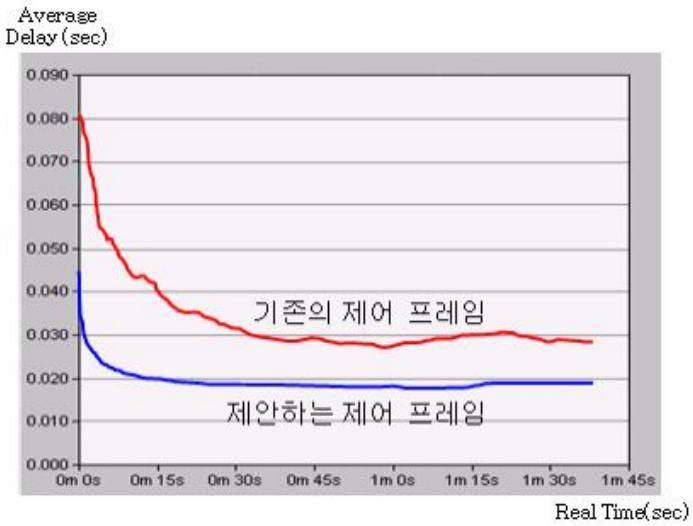

그림 5.6 10개의 송수신 노드에서의 전송 효율 비교

5개의 송수신 노드를 사용할 경우 RTS 제어 프레임의 평균 지연시간은 0.013sec이며, 제안한 제어 프레임을 사용할 경우 평균 지연시간은 0.004sec로 제안하는 제어 프레임을 사용할 경우 0.009sec의 이득을 얻어 전송효율이 더 좋아진 것을 알 수 있다. 10개의 송수신 노드를 사용할 경우 RTS 프레임의 0.035sec의 평균 지연시간보다 제안한 제어 프레임을 사용할 경우 0.020sec로 0.015sec의 이득을 얻어 RTS 제어 프레임보다 전송효율이 증가한 것을 확인 할 수 있다.

두 가지 제어 프레임을 함께 사용하게 되면 타임 체크에서 얻게 되는 미미한 이득보다 더 높은 이득을 얻게 되는 것을 확인할 수 있다. 따라서 무선 네트워크에서 통신이 원활하다는 것을 알 수 있다.

표 5.2 결과 분석표

송신 노드의 수	RTS 제어 프레임	제안하는 제어 프레임 Time check	제안하는 제어 프레임 Time check + Parity check
5개	0.013sec	0.006sec	0.004sec
10개	0.035sec	0.025sec	0.020sec

제 6 장 결 론

본 논문에서는 무선망 성능의 효율성을 향상 시킬 수 있는 방법들을 서술하였다. IEEE 802.11에서 서로 간 전송 정보의 부족으로 생긴 문제점인 숨겨진 노드 문제, 노출된 노드 문제, 허위 노드 문제를 해결하기 위한 새로운 제어 프레임을 제안 하였다. 타임 체크 제어 프레임과 패리티 오류 검출 기법 대입한 제어 프레임을 기술하고 시뮬레이션하고 성능 평가 및 분석을 하여 다음과 같은 결론을 얻어다.

- RTS 프레임을 보낸 노드에 정지 명령을 보내 옆 노드가 임의의 백오프 상태가 되는 것을 막았다.
- 타임 체크 필드의 추가로 RTS 프레임 재전송시 지수적으로 증가하는 윈도우의 전송을 막아 전송효율이 증가 하였다.
- 오류 검출 필드의 추가로 더 효율적인 오류검출을 하였다.
- SIFS 시간보다 더 적은 시간이거나 데이터 프레임을 전송하기 시작한 시점에 정확히 타임 체크를 한다면 전송효율은 더 높아 질 수 있다.
- 시뮬레이션은 적은 시간과 적은 노드로 결과를 얻었지만 노드의 수가 더 많아 진다면 전송효율은 크게 낮아질 것으로 예측된다.

멀티채널에서의 주요 논점은 여러 개의 채널 중 전송에 참여해야 할 경우 나타나는 문제점에 있다. 채널 선택 시 그 선택 정보를 모든 노드가 알아야 하므로 전송효율에 큰 영향을 미친다.

본 논문에서는 기본적인 RTS 제어 프레임의 구조에 새롭게 프레임을 추가해 RTS 환경보다 전체 처리율이 높다는 것을 성능 평가 하였다. 무선통신 환경에서 RTS 필드는 4바이트의 여유 공간을 보유하고 있다. 이 공간에 적합한 필드를 추가한다면 무선통신이 가지고 있는 데이터 전송효율의 저하와 데이터 오류를 줄이는데 도움이 될 것이다. 제한적인 4바이트의 공간을 안전하고 효율적으로 활용하는 제어 프레임이 연구되어 RTS를 대체할 수 있는 새로운 기술이 나온다면 무선 통신 환경에 큰 발전이 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] Junwhan Kim and Jaedoo Huh, “Link Adaptation Strategy on Transmission Rate and Power Control in IEEE 802.11 WLANs”, In Proc. IEEE VTC, pp. 1-5, Sep. 2006.

[2] Principles and Practices, "Cryptography and Network Security", 3th Edition, 2008.

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

[4] IEEE Std 802.11a, “Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer Specifications: High Speed Physical Layer in the 5GHz Band,” 1999.

[5] IEEE Std 802.11g, “Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer Specifications: Amendment 4: Further Higher Date Rate Extension in the 2.4GHz Band”, 2003.

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

[7] Chirdchoo. N, Wee-Seng Soh, Kee Chaing Chua, “Aloha-Based MAC Protocols with Collision Avoidance for Underwater Acoustic Networks”, INFOCOM 2007. 26th IEEE International Conference on Computer Communications. IEEE, pp. 2271-2275, May. 2007.

[8] Behrouz A.Forouzan "Data Communications nad Betworking-Fourth Edition"

[9] Pengkai Zhao, Warrier. A, Takeshita. O, Weijun Zhu, Daneshrad. B, “Adaptively switching between CSMA and SD-CSMA in multi-antenna based Ad Hoc Networks”, Military Communications Conference, 2009. MILCOM 2009. IEEE, pp. 1-6, Oct. 2009.

[10] Lotfinezhad, M. Marbach, P. “Throughput-delay trade-off of CSMA policies in wireless networks”, Information Theory Workshop (ITW), 2010 IEEE, pp. 1-2, Jan. 2010.

[11] Yihong Zhou, Nettles, S.M., "Balancing the hidden and exposed node problems with power control in CSMA/CA-based wireless networks", Wireless Communications and Networking Conference, 2005 IEEE Volume 2, pp. 683 - 688, 2005.

[12] Miquel Oliver, Ana Escudero, "Study of different CSMA/CA IEEE 802.11-based implementations", EUNICE 2005 Contribution

[13] Masuno, H. Asahi, K. Watanabe, A. Ogawa, A. “A study on energy-efficient protocol based on the CSMA/CA in ad-hoc networks”, Information Theory and Its Applications, 2008. ISITA 2008. International Symposium on. pp. 1-6, Dec. 2008.

[14] Chatzimisios, P. Boucouvalas, A.C. Vitsas, V. “How effective is the IEEE 802.11 RTS/CTS handshake in ad hoc networks”, Global Telecommunications Conference, 2002. GLOBECOM '02. IEEE, pp. 72-76, Nov. 2002.

[15] Ferre, P. Doufexi, A. Nix, A.; Bull, D. "Throughput analysis of IEEE 802.11 and IEEE 802.11e MAC", Wireless Communications and Networking Conference, 2004. WCNC. 2004 IEEE, pp. 783-788, Mar. 2004.

[16] Kuppa, S. Prakash, R. “Adaptive IEEE 802.11 DCF scheme with knowledge-based backoff”, Wireless Communications and Networking Conference, 2005 IEEE Volume 1, pp. 63-68, 2005.

[17] Dept. of Electr. Eng, Fed. Univ. of Rio Grande do Sul, Rio Grande, “IEEE WLANS: 802.11, 802.11e MAC AND 802.11a, 802.11b, 802.11g PHY cross layer link budget model for cell coverage estimation”, Electrical and Computer Engineering, 2008. CCECE 2008. Canadian Conference on, pp. 001877-001822, Jul, 2008.

[18] IEEE Std 802.11-1999(Reaff 2003), “Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications”, 1999.

[19] Kong, Z. N., Tsang D.H.K Bensaou, B., " Adaptive RTS/CTS Mechanism for IEEE 802.11 WLANs to Achieve Opimal Performancce", IEEE Communication Society pp. 185-190, 2004.

[20] 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.

[21] S. Ray, J. B. Carruthers, and D. Starobinski, “RTS/CTS induced congestionin adhoc wireless LANs”, in Proc. WCNC, vol.3, PP. 1561-1521, 2003.

[22] 문진수, “IEEE 802.11 LAN 시스템에서의 멀티채널 기반 패킷 전송에 관한 연구”, Aug. 2008.

[23] Acharya, A. Misra, A. Bansal, S. “MACA-P: a MAC for concurrent transmissions in multi-hop wireless networks", Pervasive Computing and Communications, 2003. (PerCom 2003). Proceedings of the First IEEE International Conference on, pp. 505-508, Mar. 2003.

[24] Bob O'Hara and Al Petrick, "IEEE 802.11 Handbook", A Designer's Companion Second Edition, 2005.

[25] C. K. Toh, "Ad Hoc Mobile Wireless Network: Protocols and Systems", Prentice Hall, Dec, 2001.

저작물 이용 허락서

학 과	정보통신공학과	학 번	20097300	과 정	석사
성 명	한글 : 박규진 한문 : 朴圭珍 영문 : Park Kyu Jin				
주 소	광주광역시 서구 금호동 부영아파트 103동 1304호				
연락처	E-mail : parkkyujin@hanmail.net				
논문 제목	한글 : 경쟁 기반 무선 네트워크 환경에서 접속 효율성 증대를 위한 제어프레임 설계				
	영문 : The design of control frame for access to increase efficiency in contention-based wireless network environment				

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( )

2011년 2월 일

저작자 : 박 규 진 (인)

조선대학교 총장 귀하