

# 무선 VHF 통신의 CSMA/CA에서 Binomial Backoff 재전송 방식을 이용한 충돌 완화 알고리즘

\*박용태, 김용중, 이동준, 박효달  
인하대학교 전자공학과 초고주파 및 항공전자통신 연구실  
e-mail : starjigy@lycos.co.kr, kyj11111@dreamwiz.com  
eedj@hotmail.com , hdpark@inha.ac.kr

## Collision alleviation algorithm with Binomial Backoff retransmission method in CSMA/CA of Wireless VHF Communication

\*Yong-Tae Park, Yong-Joong Kim, Dong-Jun Lee, Hyo-Dal Park  
School of Microwave and Avionics Engineering  
Inha University

### Abstract

본 논문에선 Binomial 확률을 이용한 재전송 슬롯 선택 방식과 충돌해결과정의 수정을 통하여 CSMA/CA 프로토콜을 항공용 VHF 통신에 적합하게 변형시켰다.

일반적으로 CSMA/CA 프로세스는 경쟁 서비스에서 충돌이 일어났을 때 재전송 지연시간만큼 기다리게 되고 경쟁윈도우의 크기가 두 배로 커진다. 이로 인해 부하가 증가하면 지연시간이 커지고 처리량이 감소하며 이를 해결하기 위해 본 논문에선 충돌 플래그를 이용하여 본래의 CW의 크기 변화 과정을 변형시켰으며, CSMA/CA 전체 상태 천이 과정에서 충돌 시의 과정을 좀더 적게 거치도록 하였다.

시뮬레이션을 수행한 결과 부하가 증가하여도 처리량 및 지연 시간에 좋은 특성을 나타내었으며 제안된 프로토콜은 항공용 VHF 통신에 적합함을 확인하였다.

### I. 서론

항공통신은 항공기와 지상시설 사이, 지상시설과 지상 시설 사이, 항공기와 항공기 사이의 정보 전송과

교환을 의미한다. 이러한 항공 통신은 항공교통수단이 국제화, 보편화되고 또한 보다 안전한 항공 운행과 질 높은 서비스를 요구하게 됨에 따라 그 수요가 날로 증가하고 있다. 그러나 이렇게 날로 급증하는 항공수요로 인하여 현재의 항공시설로는 수요 능력이나 안전 확보 면에서 한계에 이르러 있다. 이를 해결하기 위하여 과거 항공이동통신용 VHF 주파수는 국제통신연합 (ITU)에 의해 계속적인 확장을 거쳐 1990년대에 들어와 117.975MHz-137MHz로 할당되어 25kHz 대역의 760개 채널이 운용 중에 있다. 그러나 현재 주파수 포화 상태를 해결하기 위해 또다시 대역폭을 늘릴 수는 없는 실정이다.[1][2][5]

음성/데이터 통합의 경우 앞으로는 데이터 통신이 주요 통신수단이 되며, 음성 통신의 경우에는 긴급한 경우에 한해 사용되어질 것이다. 이것은 데이터 통신을 위주로 하며, 음성통신을 수용할 수 있는 방식이 보다 효율적임을 나타내 준다. 또한 음성통신의 경우 음성 패킷의 중요성 보다 지연시간에 크게 성능이 좌우되며 데이터 패킷의 경우 지연 시간보다는 패킷의 중요성이 강조된다.

본 논문에서는 음성 통신을 지원 하면서 변형된 재전송 알고리즘을 통해 데이터 통신의 지연시간 및 효율을 높여 보고자 한다.

## II. IEEE 802.11의 구조 및 기능

무선 매체에 대한 접근은 조정 함수를 이용하며, 이더넷과 같은 CSMA/CA 접근은 분산 조정 함수(DCF)에 의해 제공된다. 만약 무경쟁 서비스가 필요하다면, 포인트 조정 함수(PCF)를 이용할 수 있는데 이 함수는 DCF의 상위에 구성되어 있다. IEEE 802.11 MAC 조정 함수는 그림 1에 나타나 있다.

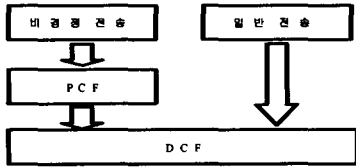


그림 1. MAC 조정 함수

DCF/PCF 서비스는 4가지 IFS에 의해 구현되어지며 각각의 간격은 트래픽 유형마다 다른 우선권 수준을 제공하며 <그림2>와 같다.

- SIFS는 최고 우선권을 갖는 프레임에 제공된다.
- PCF는 무경쟁 동작 중에 사용된다.
- DIFS는 경쟁 기반의 서비스에서 최소의 매체 비사용 시간이다.
- EIFS는 고정된 간격이 아니며 본 논문에서는 쓰이지 않는다.

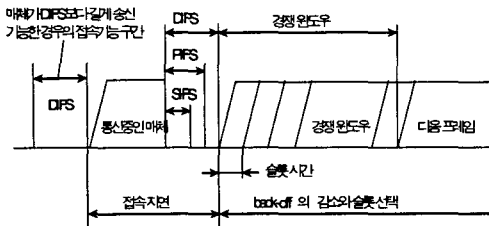


그림 2. IFS 및 채널 특성

CSMA/CA에서 반송파 감지는 매체가 이용 가능한지 결정하기 위하여 물리적 및 가상 반송파 감지를 제공한다. 그러나 물리적 반송파 감지 기능은 기술적/비용적으로 구현이 힘들다. 가상 반송파 감지 기능은 네트워크 할당 벡터(NAV)가 제공하며 4-Way 일 경우 RTS가 전송될 때, 매체로의 접근을 막기 위해 RTS에서 NAV를 설정해야 하며 2-Way 전송 방식일 경우 그림 3. 과 같다.

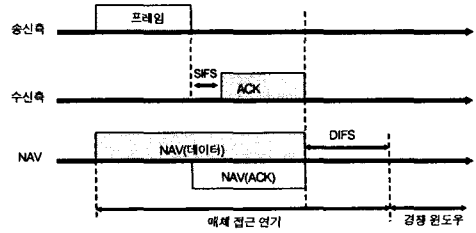


그림 3. 반송파 감지를 위한 NAV사용

NAV가 완료된 후 네트워크에 있는 모든 사용자는 분산 프레임 간격(DIFS)이 지나면 어떤 사용자라도 사용 가능하다.

프레임 전송이 완료되고 DIFS가 경과한 후, 경쟁 윈도우(CW)는 DIFS 다음에 온다. CW 값은  $aCW_{min}$ 에서 시작하여 충돌이 발생함에 따라 2배씩 증가하게 되고  $aCW_{max}$ 가 상한선으로 사용된다. 그림 4.는 CW의 지수적 증가의 한 예이다.

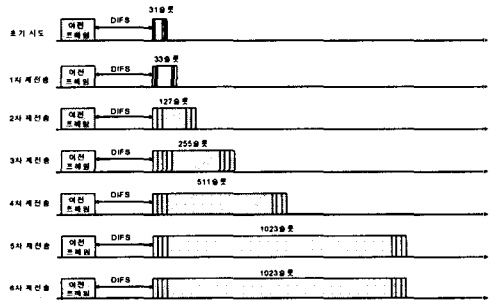


그림 4. 경쟁 윈도우의 지수적 증가

이 윈도우는 슬롯으로 나뉘는데 슬롯 길이는 매체에 의존적이다. 스테이션은 매체 접근을 시도하기 전에 경쟁 윈도우 내에서 랜덤하게 슬롯을 선택하며, 각 슬롯을 선택할 확률은 모두 같다. 여러 스테이션이 전송을 시도할 때 첫 슬롯을 선택한 스테이션이 매체를 선점하게 된다. [3][4]

## III. Binomial 재전송 방식을 이용한 CSMA/CA

그림 5.는 기존의 CSMA/CA 프로토콜과 Binomial 재전송 방식을 이용한 CSMA/CA를 순서대로 나타낸 그림이다.

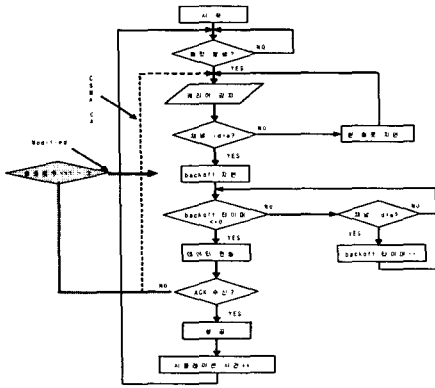


그림 5. 변형 전과 후의 CSMA/CA 순서도

경쟁 서비스에서 우선 일반적인 CSMA/CA 순서도에 따르면 패킷이 생성된 후 DIFS만큼의 채널 감지 시간을 갖고 채널이 비워져 있으면 바로 송신 하는 것이 아니라 CW중 임의의 Random Backoff시간을 설정하며 채널이 IDLE상태일 때 Backoff 시간을 줄여 0이 될 경우 송신을 시도한다. 송신 후 ACK를 대기 하며 수신하지 못한 경우 및 충돌이 감지된 경우 재 전송 지연 시간만큼 대기후 2배의 CW크기의 랜덤 Backoff 지연 시간을 갖게 된다.

그러나 충돌에 참여한 데이터 패킷은 2배에 해당하는 CW만큼 기다려야 하는 만큼 전체적인 지연에는 영향이 적으나 개별적인 스테이션의 지연이 커지며 따라서 각 충돌 스테이션의 효율이 떨어질 수 있다.

표 1과 그림 6은 변형된 CSMA/CA의 충돌 플래그 설정과 슬롯 지연 지연에 관한 내용이다.

표 1. 충돌 플래그 설정

Collision flag Setting	
First collision	$0 \sim 1(0 \sim 2^1 - 1)$
Second collision	$0 \sim 3(0 \sim 2^2 - 1)$
Third collision	$0 \sim 7(0 \sim 2^3 - 1)$
Fourth collision	Retransmission

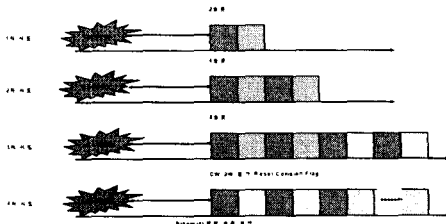


그림 6. 변형된 CSMA/CA의 충돌 플래그에 따른 충돌 지연 슬롯

충돌이 발생했을 경우 이벤트(충돌)에 참여한 스테이션들은 Backoff 단계로 회기 하여 충돌 플래그에 따라 일정한 윈도우의 내에서 송신을 재시도 하게 된다

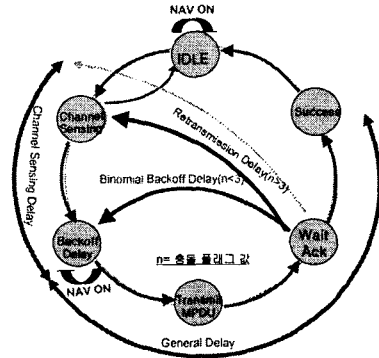


그림 7. 변형 전과 후의 CSMA/CA 상태도

즉 그림 5~7 및 표 1에서도 알 수 있듯이 충돌이 발생하면 재전송 지연시간 없이 바로 백오프단계에 돌입하여 최소 CW( $0 \sim 2^3 - 1$ )보다 적은 값의 CW를 가지고 좀더 빨리 전송 시도를 할 수 있게 변형되어 빠른 재 전송을 가능하게 설계되었다.

#### IV. 구현

표 2는 시뮬레이션에 사용된 파라미터 값들이다. 시뮬레이션 결과 분석에서 채널의 BER 및 채널 감지에러는  $10^{-8}$ 으로 무시할 수 있는 값으로 설정 하였다. ACK의 길이는 15byte, 전파 지연은 1.2ms, 데이터 전송 시간은 51ms, 정규화 된 전파 지연 시간은 47ms로 모든 파라미터는 IEEE 802.11 표준안을 참고하여 설정 하였다.

표 2. 시뮬레이션에서 사용된 파라미터

파라미터	설정값
전송 속도	31.5kbps(밴드폭:25kHz)
적용 범위	200NM(=360km)
Propagation Delay	1.2ms
Slot Time	2.4ms
SIFS Time	1.2ms
PIFS Time	3.6ms
DIFS Time	6.0ms
Retrans_Delay	6.0ms
ACK Length	15byte
Sensing/channel error	$10^{-8}$

다음 그림 8과 9는 프로토콜의 변화에 따른 처리량과 지연 시간을 나타내고 있다.

그림에서 알 수 있듯이 변형된 프로토콜은 처리량의 경우 최대치 이후 부하가 증가하여도 타 프로토콜에 비해 전체적으로 증감 폭이 적은 것을 알 수 있다. 또한 지연 시간의 경우 역시 Non-persistent CSMA의 경우보다 매우 적음을 확인할 수 있다.

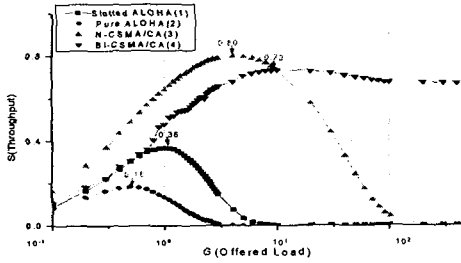


그림 8. 각 프로토콜에 대한 부하에 따른 처리량 비교

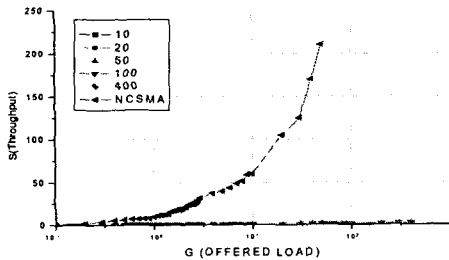


그림 9. 스테이션의 변화에 따른 지연시간 비교

그림 10은 스테이션의 대수의 변화가 변형된 CSMA의 처리량에 거의 영향이 없음을 나타낸다. 충돌이 많이 일어나는 부하 최대치 이후의 성능계선이 두드러지게 나타난다.

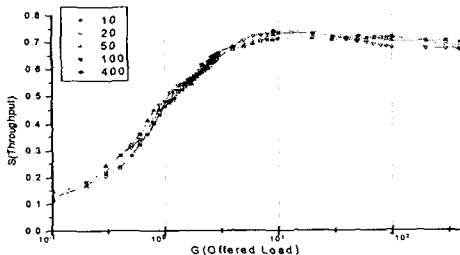


그림 10. 스테이션 대수 변화에 따른 처리량

다음 그림 11은 패킷 길이에 따른 처리량의 변화이다. 본 논문에서는 100/200/400/800byte에 대해 비교해 보았다.

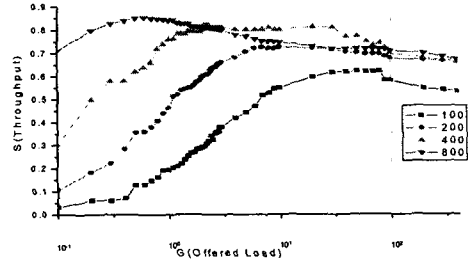


그림 11. 패킷 길이의 변화에 따른 처리량

패킷의 길이가 길어질수록 부하의 증가에 따른 변화가 적음을 알 수 있다. 이것은 상대적으로 오버헤드의 영향이 감소하기 때문이다.

## V. 결론 및 향후 연구 방향

지금까지 데이터 길이, 스테이션 수, 프로토콜의 변화에 대해 본 논문에서 제안한 프로토콜의 성능을 비교 분석 하여 보았다. 제안된 프로토콜은 타 프로토콜에 비해 성능이 매우 향상되었으며 부하의 증가에 따른 성능의 저하 없이 매우 안정적으로 동작하며 항공용 VHF 통신 환경에 적합하다는 것을 알 수 있었다. 앞으로 CW내의 재전송 슬롯의 선택 시 본 논문에서 거론된 Binomial 방식 외의 다른 확률적 선택을 통해 성능 향상이 기대 된다.

## 참고문헌

- [1] 김용중, "무선 VHF 채널용 매체접속제어 프로토콜의 성능향상에 관한 연구", 인하대학교, 1998.
- [2] 박효달, VHF 데이터 링크 운용 평가 및 국내 구축 방안, 한국공항공단, 1995.
- [3] Bernhard H.Walke, Mobile Radio Networks : Networking, Protocols , WILEY, 1999.
- [4] Gast, Matthew S, 802.11 Wireless Networks : The Definitive Guide, O'Reilly ,2002.
- [5] NEXCOM, "NEXCOM Industry Roundtable: Air/Ground Communications Modernization", 2000.