

# IEEE 802.11 WLAN에서의 새로운 Backoff 알고리즘에 관한 연구

임석구\*

\*백석대학교 정보통신학부

e-mail:sklim@bu.ac.kr

## A Study on New Backoff Algorithm in IEEE 802.11 WLAN

Seog-Ku Lim\*

\*Div. of Information and Communications, BaekSeok University

### 요 약

본 논문에서는 IEEE 802.11 WLAN의 MAC인 DCF의 성능을 개선하는 알고리즘을 제안하고 이를 시뮬레이션으로 분석한다. IEEE 802.11 WLAN의 MAC에서는 데이터 전송을 제어하기 위한 방법으로 DCF와 PCF를 사용하며, DCF의 경우 CSMA/CA를 기반으로 한다. CSMA/CA는 스테이션간의 충돌을 줄이기 위해서 임의의 Backoff time을 각 스테이션의 CW(Contention Window) 범위에서 결정한다. 스테이션은 패킷 전송 후 충돌이 발생하면, 윈도우 크기를 두 배로 증가시키며, 패킷을 성공적으로 전송하면 윈도우 크기를 최소 CW로 감소한다. DCF는 경쟁 스테이션이 적은 상황에서는 비교적 우수한 성능을 보이나 경쟁 스테이션의 수가 많은 경우 처리율, 지연 관점에서 성능이 저하되는 문제점이 있다. 본 논문에서는 패킷 전송 후 충돌이 발생하면 윈도우 값을 최대 CW로 증가시키고 패킷의 정상적인 전송 후에는 윈도우 값을 서서히 감소함으로써 현재 WLAN의 망 상태정보를 계속 활용함으로써 패킷 충돌 확률을 낮추는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘의 효율성을 입증하기 위해 시뮬레이션을 수행하여 그 타당성을 제시하였다.

### 1. 서 론

IEEE 802.11은 무선랜(Wireless LAN) 시장의 급격한 성장과 함께 현재 가장 널리 사용되고 있는 무선랜의 표준 기술 중 하나이다. 다양한 멀티미디어 서비스에 대한 사용자의 요구가 증가함에 따라 WLAN[1]을 구현하기 위한 규격인 IEEE 802.11이 1999년에 처음 발표되었고 2.4GHz대와 5GHz대의 무선 주파수를 사용하여 다양한 전송 속도를 지원하는 제품이 출시되었다. 이중 현재는 Direct Sequence(DS) 대역 확산 기법을 이용하여 최대 11Mbps를 지원하는 IEEE 802.11b 표준이 가장 많은 시장을 구축하고 있다.

IEEE 802.11 WLAN MAC에서는 무선채널을 액세스하기 위한 방법으로 DCF(Distributed Coordination Function)와 PCF(Point Coordination Function)를 사용한다. IEEE 802.11 WLAN의 기본적인 액세스 방법으로

사용하는 DCF의 경우 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)를 기반으로 하여 모든 스테이션(Station)이 동등한 관계에서 경쟁을 통해 채널을 사용하게 된다.

DCF의 기본적인 동작 방식에서 전송할 패킷이 있는 스테이션은 DIFS(Distributed Interframe Space가 경과된 후 백오프 스테이지 0 (Backoff Stage 0)에서 경쟁 윈도우(Contention Window)를 최소 경쟁 윈도우 크기 ( $CW_{min}$ )로 초기화하고 백오프 카운터(Backoff Counter)를  $[0, CW_{min}]$ 의 범위에서 랜덤(Random)하게 선택한다. 1 슬롯시간(Slot Time) 동안 채널이 사용되지 않음을 감지한 스테이션은 백오프 카운터를 1씩 감소시키고 슬롯의 시작시점에 백오프 카운터가 0인 스테이션은 패킷 전송을 시작한다. 만약 충돌이 발생하게 되면, 충돌이 발생한 스테이션은 백오프 스테이지를 1씩 증가시키며 경쟁 윈도우를 두 배씩 증가시키고 백오프 카운

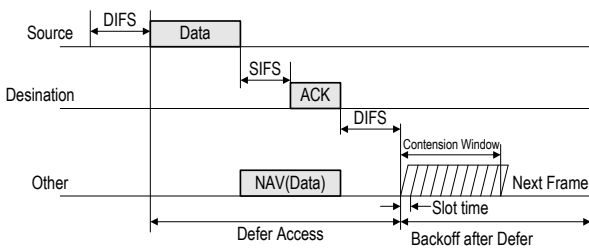
터를 재설정 한다. 패킷 전송에 성공한 스테이션은 백오프 스테이지와 경쟁 윈도우를 초기화한다. DCF는 경쟁하는 스테이션의 수가 많을수록 충돌이 발생할 가능성이 증가하여, 이를 해결하기 위한 많은 연구들이 진행되어왔다[2]-[5].

본 논문에서는 전송이 성공적으로 이루어졌을 경우 Backoff Contention 범위를  $CW_{min}$  값으로 되돌리지 않고 반으로 줄이고 또한 충돌이 발생하면 Backoff Contention 범위를  $CW_{max}$  값으로 증가시킴으로써 충돌에 대한 확률을 적게 하여 무선자원의 효율을 높일 수 있는 알고리즘을 제안하고 이를 시뮬레이션을 이용하여 그 성능을 검증한다. 본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 IEEE 802.11의 MAC 프로토콜인 DCF에 대해서 설명하며, 3장에서는 제안된 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 제안하는 알고리즘의 성능을 시뮬레이션을 통해 포화수율 관점에서 분석하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. IEEE 802.11 DCF의 매체 접근 제어 방식

DCF는 IEEE 802.11 MAC의 기본적인 매체 접근 방식으로서, CSMA/CA방식을 따른다. (그림 1)은 DCF 기본액세스(Basic Access) 방법에서 스테이션의 동작을 보여준다. Busy Medium이 끝나고 DIFS 동안 매체가 유희 상태이면, Random Backoff Time을 생성하여 매체에 대한 접근을 연기한다. 이 때 Backoff Time은 0부터 경쟁 윈도우(Contention Window,  $CW$ )라고 불리는  $CW$  사이의 값을 임의로 취한다. 즉, 다음의 같은 식으로 설명할 수 있다.

$$Backoff\ Time = Rand(0, CW) \times aSlotTime \quad (1)$$



(그림 1) DCF의 기본액세스 방법

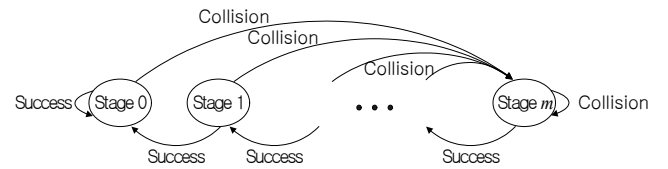
매체에 대한 접근을 연기한 스테이션들은 매체의 상태를 확인하면서 동시에 자신의 백오프 타이머를 감소시켜 나간다. 만약 어떤 스테이션의 백오프 타이머가 0이 될 때까지 매체가 Idle 상태이면 그 스테이션은 매체

에 접근하게 되고, 0이 되기 전에 매체를 다른 스테이션이 사용하게 되면 백오프 타이머를 줄이는 것을 멈추고 다음 DIFS 후에, 남아있는 백오프 타이머를 사용한다. 따라서 이 스테이션은 처음 백오프 타이머를 생성한 스테이션보다 더 작은 백오프 타이머를 가지게 될 확률이 높으므로 매체에 접근할 가능성 또한 높다. 그러다가 백오프 타이머가 0이 되면 패킷을 전송하게 되며, ACK를 통해 패킷 전송에 대한 성공여부를 결정한다. 패킷이 성공적으로 전송 되었을 경우  $CW$  값을  $CW_{min}$  값으로 감소시키며, 충돌로 감지했을 경우  $CW$  값을 2배로 증가시킨다.

## 3. 제안하는 DCF 알고리즘

IEEE 802.11 DCF에서 초기 백오프 스테이지(stage 0)에서  $CW$ 값은 최소값  $CW_{min}=31$ 을 갖는다. 패킷 전송에 실패하면 백오프 스테이지는 1 증가하고  $CW$ 값은 2배로 증가된다. 전송에 성공하면 백오프 스테이지 0으로 복귀하고 네트워크의 상태에 관계없이  $CW$ 값은  $CW_{min}$ 가 된다.

그러나 현재 경쟁하는 스테이션의 수가 충분히 크다면( $\gg 32$ ), 백오프 스테이지 0에서 새로운 충돌확률은 매우 높을 것이다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 패킷을 성공적으로 전송한 경우에는  $CW$ 를  $CW_{min}$  값으로 급격하게 줄이지 않고 현재 값의 반으로 줄이며, 충돌이 발생한 경우에는  $CW$ 를  $CW_{max}$  값으로 증가시킴으로써 충돌에 대한 확률을 적게 하여 자원의 효율을 높일 수 있는 알고리즘을 제안한다. (그림 2)에는 제안하는 알고리즘의 충돌-해결 과정을 나타내었으며,  $CW$ 값의 산출은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.



(그림 2) 제안하는 알고리즘의 충돌-해결 과정

$$CW_i = \begin{cases} CW_{max} & \text{if collision} \\ \max(CW_{i-1}/2, CW_{min}) & \text{if success} \end{cases} \quad (2)$$

## 4. 시뮬레이션 수행 및 성능 평가

제안하는 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 시뮬레이

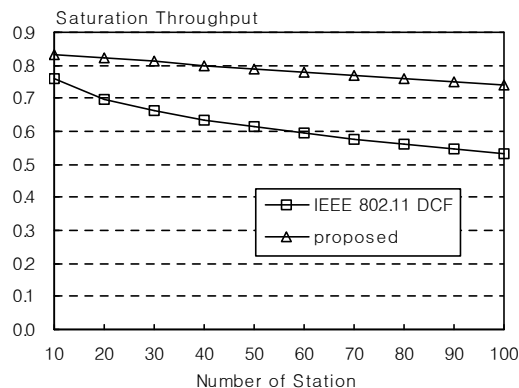
션을 수행하였으며, 포화수율, 경쟁지연시간 등의 관점에서 분석하였다. 시뮬레이션은 SLAM II를 사용해서 Event-Driven 방식으로 구현하였다[6].

시뮬레이션 수행에 필요한 파라미터는 DSSS(Digital Sequence Spread Spectrum)를 가정하였으며, <표 1>과 같다[7]. 패킷 Payload 크기를 8184bit로 고정하였고 채널 속도는 2Mbps로 가정하였다. 또한 시뮬레이션을 위해  $CW$ 의 최소값( $CW_{min}$ )과 최대값( $CW_{max}$ )은 각각 32, 1024로 하고 재전송 한계값을 7로 설정하였다. 시뮬레이션 환경은 각 스테이션이 항상 전송할 패킷을 가지고 있는 포화상태(Saturation State)를 가정하였으며, 전송에러에 의한 재전송은 고려하지 않았다.

<표 1> 시스템 파라미터(IEEE 802.11 DSSS)

파라미터	값
Packet payload	8184 bits
MAC overhead	272 bits
PHY header	128 bits
ACK	112bit+PHYhdr
RTS	160bit+PHYhdr
CTS	112bit+PHYhdr
채널 전송속도	2 Mbps
전파지연시간	1 $\mu$ sec
Slot Time	20 $\mu$ sec
SIFS	10 $\mu$ sec
DIFS	50 $\mu$ sec
$CW_{min}$	32
$CW_{max}$	1024
Short Retry Limit	7

(그림 3)은 기본액세스인 경우 스테이션의 수의 증가에 따른 포화수율 (Saturation Throughput)을 802.11 DCF와 제안하는 알고리즘을 비교하여 나타낸 그래프이다. 제안하는 알고리즘의 포화수율이 802.11 DCF에 비해 매우 높음을 알 수 있다. 또한 802.11 DCF인 경우 스테이션 수가 클수록 포화수율이 급격히 감소하지만, 제안 알고리즘의 경우 서서히 감소하는 것을 알 수 있다.



(그림 3) 기본액세스에서의 포화수율

## 5. 결론

본 논문에서는 기존의 IEEE 802.11 DCF에서 성공적인 패킷 전송 후에  $CW$ 를  $CW_{min}$ 으로 급격히 감소시키지 않고 서서히 감소시키고, 충돌이 발생하면  $CW$ 를  $CW_{max}$ 로 증가시키는 새로운 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 스테이션이 많은 환경에서 스테이션간의 충돌 확률을 낮게 하여 채널 효율을 높일 수 있음을 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있었다.

본 연구 결과를 바탕으로 진행할 향후 연구과제로는 포화상태에서의 수율을 수학적으로 분석할 예정이며, 수율과 지연시간에 대한 수학적 성능 분석을 진행할 것이다. 또한 멀티미디어 트래픽 환경에 제안한 방식을 적용하기 위해 우선순위가 서로 다른 다양한 트래픽에 대한 적정 파라미터에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] The Editors of IEEE 802.11. IEEE Standard for Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) specifications, Nov. 1997.
- [2] Y. Xiao, "An Analysis for Differentiated Services in IEEE 802.11 and IEEE 802.11e Wireless LANs", Proc. In ICDCS 2004. pp. 32-39, 2004.
- [3] G. Bianchi, "Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function", IEEE J. Selected Areas in Communications, Vol. 18, No. 3, pp. 535-547, 2000.
- [4] Y. Xiao, J. Rosdahl, "Throughput and Delay Limits of IEEE 802.11," IEEE Communication Letters. Vol. 6, No 8, pp. 355-357, Aug. 2002.
- [5] P. Chatzimisios, A. C. Boucouvalas, V. Vitsas, "Effectiveness of RTS/CTS handshake in IEEE 802.11a wireless LANs," IEEE Electronic Letters, Vol. 40, No. 14, pp. 915-916, July 2004.
- [6] A. Alan B. Pritsker, "Introduction to Simulation and SLAM II", John Wiley & Sons, 1986.
- [7] C. Wang and Bo Li, "A New Collision Resolution Mechanism to Enhance the Performance of IEEE 802.11 DCF", IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol. 53, No. 14, pp. 1235-1246, July 2004.