

# 휴지시간과 충돌시간의 비를 이용한 DCF기법의 성능 개선

윤덕구, 이근영  
성균관대학교 정보통신공학부  
ddukoo@skku.edu

## Improving DCF Performance using Idle and Collision Time Ratio

Deok-Gu Yoon, Keun-Young Lee  
School of Information and Communication Engineering,  
SungKyunKwan University

### 요 약

DCF 프로토콜 상에서 성공적인 패킷 전송을 위해서는 CW 값이 최솟값이 되어야 한다. 성공적인 전송을 위해서는 CW 값이 알맞아야 한다. 이것은 충돌을 유발할 수 있으므로 CW값은 경쟁레벨과 같은 길이가 되어야 한다. Slow CW Decrease(SD)는 경쟁레벨을 유지할 수 있는 방법을 제공한다. 본 논문에서는 Idle and Collision time Ratio(ICR)을 이용한 향상된 SD 방법을 제안한다.

### 1. 서론

MAC은 802.11의 핵심이라고 할 수 있다. MAC은 모든 물리계층 위에서 공기 중으로 전송되는 데이터를 제어하고, 핵심 프레임 동작을 제공하며 유선 네트워크 백본과의 상호 작용을 제공한다.

802.11은 이더넷 환경에서 전송매체로서 Carrier Sense Multiple Access(CSMA)방식을 사용한다[1]. 이것은 Distributed coordination function(DCF)라고 불리는데, DCF는 2진수의 지수 백오프 메커니즘으로 수행되며 contention window(CW)의 크기는 연속적인 충돌로 인한 전송 실패를 줄이기 위하여 증가한다. 전송 시 백오프시간은  $[0, CW_{min}]$ 의 범위로 균일하게 선택되며 성공적인 전송 후에는 0으로 리셋되는데, 이 리셋이 채널의 경쟁 단계를 초기화시키므로 대역폭과 delay의 증가가 나타난다.

Slow Contention Window Decrease(SD)은 리셋 메커니즘을 수정한 그 한 방법이다[4]. SD는 파라미터  $g$ 에 의존하는 0에서  $k-1$ 의 범위로 CW의 크기를 결정하게 된다. SD는 DCF보다 우수한 성능을 보이지만 stage 감소에 대한 명확한 요인을 제공하지 못한다. 본 논문에서는 휴지시간과 충돌시간의 비(Idle

and Collision time Ratio, ICR)를 이용하여 향상된 Slow Contention Window Decrease 기법을 제안한다. ICR은 stage의 감소에 대한 명확한 요소와 SD 기법보다 우수한 성능을 제공한다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 IEEE 802.11 DCF

DCF는 IEEE 802.11 표준으로, 기본적인 충돌 분석 메커니즘을 제공하며 지수분포의 백오프윈도우가 적용된다. 패킷을 전송할 때, 백오프시간은  $(0, CW-1)$  사이의 값으로 랜덤하게 선택되며 첫 번째 전송이 시도되면 CW는 최솟값인  $CW_{min}$ 과 같게 된다. 각 스테이션이 패킷을 보내기 위해 시도할 때마다 전송 시도가 성공인지 실패인지 검사하게 되는데, 만약 실패일 경우 CW의 값은 백오프 윈도우 크기의 두 배인  $CW_{max}$  값으로 커지게 된다. 충돌은 패킷 전송을 시도하려는 많은 스테이션에서 일어난다. 그러므로 스테이션의 CW 값은 두 배가 되는데 이러한 결과로 충돌확률이 감소하게 된다.  $i$ 번째 백오프 stage의 CW는  $(i \in (0, 1, \dots, m))$ ,  $m$ 은 maximum

stage)  $2^i CW_{min}$ 이 된다. 이 경우 성공적인 시도 후에는 CW의 값은 algorithm 1과 같이  $CW_{min}$ 이 값으로 리셋 된다[2]. DCF 개념의 알고리즘은 다음과 같다.

<p><b>Algorithm 1. DCF</b></p> $CW_{new} = \begin{cases} CW_{min} & \text{if Successful transmission} \\ \min(CW_{max}, CW_{old} \times 2) & \text{else} \end{cases}$
---

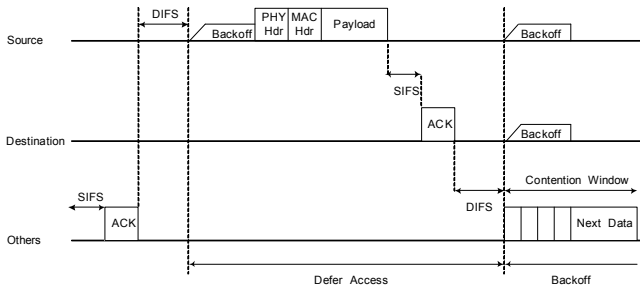


그림 1. DCF

**2.2 Slow CW decrease기법**

DCF에서, 전송이 성공하면 CW의 크기를  $CW_{min}$  값으로 설정된다. 그러나 이것은 경쟁레벨의 감소에 기여를 하지 못하고 단지 CW의 크기에만 편의를 제공한다. 성공적인 전송 후의 느린 시작은 충돌을 피하기에는 충분하지 않는데, SD는 이러한 문제에 대한 해결책을 제시한다. SD의 장점은 충돌을 효과적으로 회피하여 재전송의 횟수를 낮추며 결과적으로 전송량을 증가시킨다. 하지만 복잡도가 급격하게 떨어질 경우에 CW의 값은 높은 값을 유지하고 있기 때문에 오버헤드가 증가하여 전송량을 감소시키는 결과를 가져오게 된다.  $\delta$ 을 (0,1)의 범위를 갖는 감소인자라고 하자.  $\delta=0.5$ 인 경우 SD는 가장 좋은 성능을 보인다[4]. SD의 알고리즘은 다음과 같다.

<p><b>Algorithm 2. SD</b></p> $CW_{new} = \begin{cases} \max(CW_{min}, \delta \times CW_{old}) & \text{if Successful transmission} \\ \min(CW_{max}, CW_{old} \times 2) & \text{else} \end{cases}$
--

**3. ICR을 이용한 제안**

휴지시간과 충돌시간의 비(ICR)를 이용하여 경쟁 오버헤드를 좀 더 향상시킬 수 있는 SD 개념을 제안한다. 성공적으로 전송된 연속된 두 개의 패킷 사이의 구간을 주기로 정의한다. 그림 3에 나와 있는 BC는 랜덤한 백오프 카운트를 의미한다. 여기에는 네 가지 경우가 있는데, 휴지사건은 채널이 휴지시간인 경우이고, busy event는 다른 스테이션이 성공적인 전송을 하고 있거나 혹은 전송 시도 중 충돌을 일으킨 경우, 충돌사건은 스테이션이 다른 스테이션

과 동시에 패킷을 전송할 때 채널에서 충돌이 일어났을 경우, success event는 스테이션이 슬롯시간 내에 성공적으로 패킷 전송에 성공한 경우를 의미한다. 만약 n개의 스테이션중 하나의 스테이션만을 생각한다면, 첫 번째 stage에서 BC는 11로 설정되어 있다. BC의 값이 0이 되면 스테이션은 전송을 시도하지만 실패하여 2stage로 옮겨간다. BC는 6으로 다시 설정되고 BC의 값이 0이 되면 스테이션은 패킷을 다시 전송한다. 전송이 성공하면 한 주기 내에 한 번의 충돌과 한 번의 전송 성공이 있게 된다.

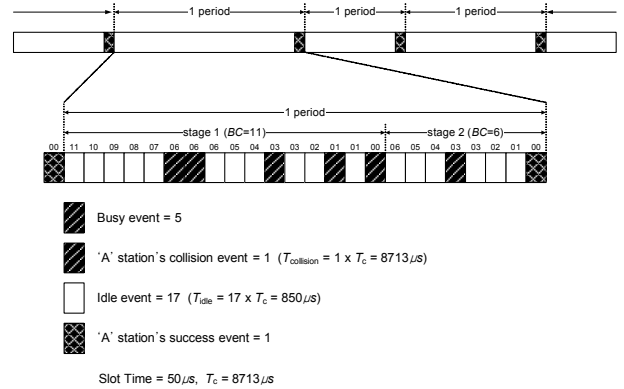


그림 2. 주기와 이벤트

ICR은 한 주기 안에 휴지와 충돌이 일어나게 된다. 이러한 경우들은 오버헤드와 관련이 있는데, 전송이 성공한 경우의 오버헤드나 busy event는 다른 스테이션에 관련된 것이므로 휴지거나 충돌이 일어난 사건을 고려해야 한다. 만약 스테이션이 충돌을 일으켰으면 그것은 충돌 확률을 줄이기 위한 휴지를 증가시킨다. 증가한 휴지사건은 충돌사건의 확률을 더욱 감소시킨다. 채널의 전체적인 성능을 증가시키기 위해서 두 사건은 감소되어야만 한다. 그러므로 백오프시간과 패킷 전송중 일어나는 충돌의 위험에 따른 시간의 낭비와의 절충이 있어야 한다.

ICR기법은 전송이 성공하는 주기 전의 stage를 감소시킬 수 있다. ICR 기법의 알고리즘을 algorithm 3에 표시하였다.  $T_{idle}$  을 한 주기 내의 총 휴지시간,  $T_{collision}$  을 한 주기내의 총 충돌시간이라고 하면  $T_{collision}$ 이  $T_{idle}$  보다 큰 경우 k stage를 선택하고, 만약 작으면 k-1 stage를 선택하게 된다.

그림 2에서  $T_{collision}$ 은  $T_{idle}$ 보다 큰 경우이다. 스테이션은 전송이 성공한 후의 stage를 유지하게 되는데, 이 경우 SD기법은 g stage로 감소하게 된다.

$T_{collision}$ 이  $T_{idle}$ 보다 큰 경우는 스테이션은 stage를 감소시키게 되고, 이것은 충돌확률을 증가시킨다. 이

와 같이 ICR 기법은 다음 stage를 결정하기 위한 명확한 요소를 제공하며 충돌과 전체 오버헤드를 감소시키므로 결국 전체 성능이 증가한다.

```

Algorithm 3. ICR
if Successful transmission
  if  $T_{idle} > T_{collision}$ 
     $CW_{new} = \max(CW_{min}, 0.5 \times CW_{old})$ 
  else
     $CW_{new} = CW_{old}$ 
else
   $CW_{new} = \min(CW_{max}, CW_{old} \times 2)$ 
    
```

#### 4. 성능 평가

ICR 기법의 성능을 평가하기 위해 Table 1의 값들을 사용한다. 전송 채널은 이상적이라고 가정한다. 모든 시뮬레이션은 500초씩 100번 수행되었다.

Packet Payload	8184 bits
MAC header	272 bits
PHY header	128 bits
ACK length	112 bits + PHY header
RTS length	160 bits + PHY header
CTS length	112 bits + PHY header
Channel Mit Rate	1 Mbps
Propagation Delay	1 $\mu$ s
SIFS	28 $\mu$ s
DIFS	128 $\mu$ s
Slot time	50 $\mu$ s

##### 4.1 포화 조건

그림 3은 포화조건에서 전송량을 나타낸 것이다. 여기서 n은 스테이션의 수를 의미한다. ICR 기법은 SD 기법에 비해 전송량이 증가했음을 확인할 수 있다. 이것은 휴지사건과 충돌사건이 줄어든 결과이다. 본 논문에서는  $T_{collision}$ 과  $T_{idle}$ 의 비율은 1로 하였다. 이 결과는 한 주기를 정해진 시간으로 설정하였고, 최적의 성능을 제공하지는 않는다.

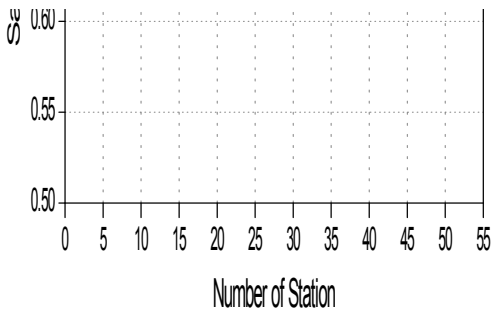


그림 3. 포화조건에서의 전송량

##### 4.2 정상 조건

그림 4는 정상조건에서의 전송량을 나타낸 것이

다. 시뮬레이션은 10, 30, 50 스테이션으로 수행되었으며 0.5 단위로 패킷 발생률을 증가시켰다. 포화되지 않은 부분에서는 경쟁레벨이 적어지게 되고, 세 기법은 모두 비슷한 성능을 보이게 된다.

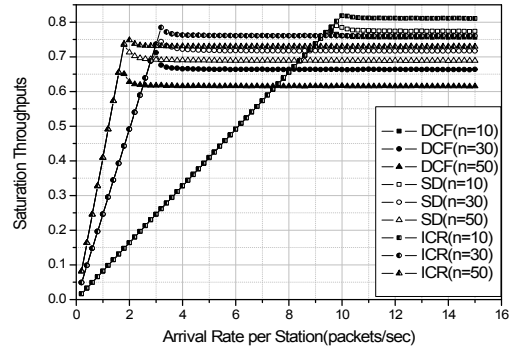


그림 4. 정상상태에서의 전송량

#### 5. 결론

실험결과 휴지시간과 충돌시간의 비를 이용하여 stage를 조절하는 기법이 채널의 성능을 향상시킨다는 것을 확인하였다.

ICR 기법은 휴지사건을 증가시키지만 경쟁 오버헤드를 줄일 수 있다. 또한 다음 stage를 결정하는데 명확한 방법을 제공한다.  $T_{collision}$ 과  $T_{idle}$ 의 추가적인 정보로 현재 채널의 상황을 예측하는데 사용함으로써 총 오버헤드를 감소시킬 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] IEEE, "Standard for wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specification", IEEE 802.11 WG, Aug. 1999.
- [2] G. Bianchi, "IEEE 802.11-Saturation throughput analysis", IEEE Commun. Lett., vol.2, no.12, pp.318-320, Dec. 1998.
- [3] Y. Xiao, "A simple and effective priority scheme for IEEE 802.11", IEEE Commun. Lett., vol.7, no.2, pp.70-72, Feb. 2003.
- [4] Qiang Ni, Imads Aad, Chadi Barakat and Thierry Turletti, "Modeling and analysis of slow CW decrease for IEEE 802.11 WLAN", Proceedings of PIMRC, Sep. 2003.
- [5] Cali, F., Conti. M., Gregori E., "IEEE 802.11 wireless LAN: capacity analysis and protocol enhancement", INFOCOM 1998, vol.1, pp.142-149, 29 Mar.-2 Apr. 1998.