

# Virtual Back-off를 사용한 변형된 DCF 알고리즘 제안

송 경 희, 김 태 환, 박 동 선  
전북대학교 정보통신공학과  
전화 : 063-270-2465

## Proposal of Modified Distributed coordination function (DCF) using Virtual Back-off

Kyoung-Hee Song, Tae-Hwan Kim, Dong-sun Park  
Dept. of Information and Communication Engineering, Chonbuk National University  
E-mail : scorpio@multilab.chonbuk.ac.kr

### Abstract

IEEE 802.11 MAC uses a distributed coordination function (DCF) known as carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) for medium access. Random back-off algorithm helps to avoid the collision.

This paper proposes virtual back-off and modified back-off algorithm for reduce a waiting time by back-off and reduce the collision. The modified DCF is consisted of these two algorithms.

We expect to reduce the average waiting time of each transmission by using the modified DCF algorithm.

### I. 서론

IEEE 802.11 WLAN MAC 계층에서 사용하는 기본 매체 접근 프로토콜인 DCF (Distributed coordination function)는 CSMA/CA (carrier sense multiple access / collision avoidance) 방식이다. 이 방식은 IEEE 802.11에서 사용되는 무선 매체의 특성상 충돌의 감지가 어렵기 때문에 충돌을 감지하는 것(CSMA/CD)보다 충돌을 미리 피하는 방식으로, 각 스테이션은 매체에

접근할 때 back-off 알고리즘을 사용하여 매체에 접근한다. 이 때문에 IEEE 802.11 WLAN에서는 back-off 알고리즘의 contention window값을 어떤 방식으로 정하는가에 따라 전송하는 데 소요되는 시간과, 충돌 발생 확률은 변하게 된다.

따라서, 본 논문에선 각 스테이션이 매체 접근 시 기다리는 시간을 줄이기 위해 변형된 back-off 알고리즘을 제안하고, 충돌 발생 확률을 줄이기 위해 virtual back-off 알고리즘을 사용한 DCF를 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 다음 장에선 IEEE 802.11 WLAN MAC 프로토콜의 DCF에 대해서 설명하고, 3장에선 제안한 virtual-backoff 알고리즘과 변형된 back-off 알고리즘에 대해서 설명하고, 이들을 이용한 DCF 구현을 위한 전송 절차를 보여주었다. 4장에선 제안한 알고리즘의 구현을 위한 설계에 대해 간략히 설명하고 마지막으로 결론을 나타내었다.

### II. Distributed Coordination Function

#### 2.1 Basic access method

IEEE 802.11 WLAN의 DCF에서 사용하는 매체 접근 방식에는 두 가지가 있다. 첫째는 CSMA/CA으로 frame을 전송하는 basic access method이고, 두 번째

방식은 RTS/CTS(Request to send/Clear to send) 프레임은 먼저 전송하여 매체를 예약 하여 다른 스테이션이 매체를 사용할 수 없도록 하여 충돌 없이 frame을 전송하는 virtual carrier sense mechanism이다. 본문에는 virtual carrier sense mechanism에 관한 설명은 다루지 않았다.

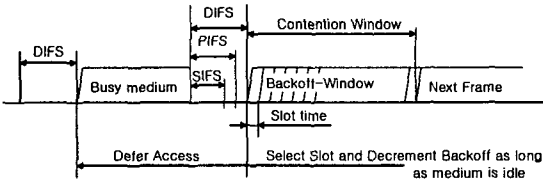


그림 1 Basic access method

그림 1과 같이 Basic access method는 매체가 사용중이 아닐 때 바로 frame을 보내지 않고, 일정시간(DIFS) 동안 기다린 후 Back-off 값이 '0'이 되면 frame을 전송한다.

2.2 DCF를 위한 기능별 block

IEEE 802.11 WLAN의 MAC계층은 Standard[1]의 SDL을 이용하여 MAC의 기능을 기술하고 있다. 이는 MAC의 기능을 여러 개의 독립적인 프로세스로 나눠서 기술하고 있으며, 독립된 프로세스들 간의 통신은 이미 정의된 Primitive들을 이용하여 이루어지는 형태를 띠고 있다.

(1) Backoff block

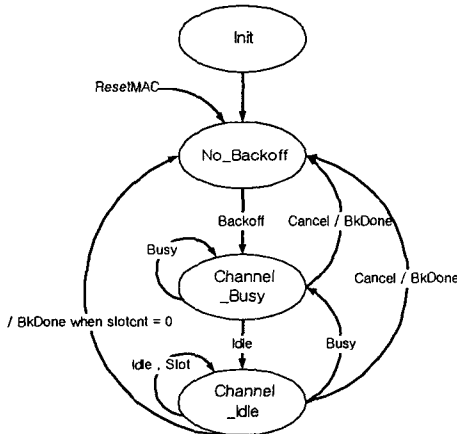


그림 2 Back-off flow chart

Backoff block은 Basic access method 방식에서 back-off 절차를 수행할 때 사용된다.

이 block은 'backoff' 신호에 의해서 동작이 이루어지며 CW에서 random한 값을 추출하여 contention window 값을 결정하고 channel\_state 블록에서 채널의 상태 정보를 받아 contention window의 값을 감소 또는 유지한다. 'idle' 신호는 Channel\_state 블록에서 physical layer에서 매체 정보를 받아 프레임 상황에 따라 IFS만큼 지난 후 발생된다. 'slot' 신호에 의해서 contention window 값을 감소시키고 '0'값이 되면 back-off 수행이 완료 되었다는 'bkdone' 신호를 TxCoordination 블록으로 보낸다.

(2) TxCoordination block

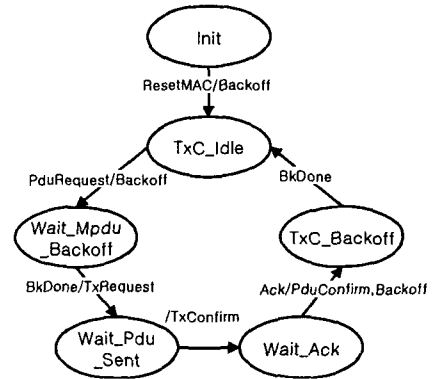


그림 3 TxCoordination flow chart

TxCoordination block은 DCF(또는 PCF)방식으로 frame을 전송하는 기능을 하는 block으로 그림 3에서 Basic access method로 frame을 전송하는 과정을 보여주었다.

TxCoordination block은 'PduRequest' 신호, 즉, 상위 block으로부터 프레임을 전송하라는 신호가 오면 'backoff' 신호를 내보내어 frame이 전송 될 수 있도록 한다. backoff block으로부터 'bkdone' 신호가 오면 프레임을 전송하고 프레임을 받은 스테이션 으로부터 'ACK'를 기다린다. 만약 제한시간 안에 'ACK'가 오지 않을 경우 CW값을 두 배로 하여 다시 프레임 전송을 시도한다. 여기서 CW값이 CWmax에 도달하면 더 이상 증가시키지 않고 CWmax로 유지한다. 또한 'ACK'를 시간 안에 받으면 프레임이 성공적으로 전송 됐으므로 CW값을 CWmin으로 설정한다. 이렇게 하는 이유는 CW값을 크게 잡을수록 각 스테이션마다 갖게 되는 contention window값이 같을 확률이 적어지기 때문이다. 그러나 CW값이 증가하면 그만큼 기다리는 시간이 길어진다.

또한, 이 block은 프레임 전송 요청이 없을 때 미리

back-off를 하여 프레임 전송 요청이 왔을 때 CW가 미리 감소되어 매체를 점유하는데 소요되는 시간이 줄어든다. 그러나 프레임 전송 요청이 없는 두 개 이상의 스테이션이 있을 경우 두 스테이션 모두 contention window값이 '0'이 되어 동시에 프레임을 전송하고자 할 경우 바로 전송하게 되므로 충돌이 발생되게 된다.

### III. virtual back-off를 사용한 변형된 DCF 알고리즘 제안

#### 3.1 virtual back-off 알고리즘

앞에서 설명한 TxCoordination block에서 프레임 전송 요청이 오기 전에 미리 back-off를 하면 contention window값이 줄어들어 프레임 전송 시간을 줄일 수 있으나 두 개 이상의 스테이션이 프레임 전송 요청이 계속 없을 경우 두 스테이션 모두 contention window값이 '0'으로 유지되어 동시에 프레임을 전송하고자 할 경우 back-off를 하지 않고 바로 전송하게 되므로 충돌이 발생되게 된다.

이를 해결하기 위해 contention window값을 줄이되 그 값이 '0'으로 계속 유지되는 것을 방지하기 위해 '0'이 되면 다시 가지고 있던 contention window값에서부터 감소를 시키는 virtual back-off 알고리즘을 제안하였다. 이 방식을 사용하면 contention window값을 미리 줄일 수 있어 전송 시간을 빠르게 할 수 있고, contention window값이 '0'값으로 유지되어 충돌이 발생하는 것을 피할 수 있다.

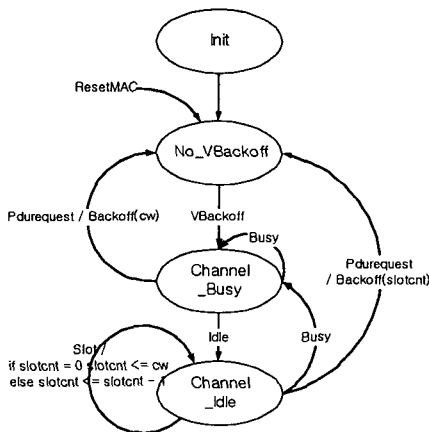


그림 4 virtual back-off의 flow chart

그림 4와 같이 프레임 전송 요구가 오기 전엔

slotcnt 값을 감소시킨다. 이 때, 'pdurequest' 신호가 오게 되면 현재의 slotcnt값을 'backoff' 신호에 실어서 Backoff block으로 보내준다. back-off block에서는 virtual back-off block으로부터 받은 slotcnt값을 이용하여 back-off를 수행한다.

#### 3.2 변형된 backoff block

프레임 전송 중 충돌이 발생하게 되면 충돌의 확률을 줄이기 위해 CW를 2배로 하여 contention window를 선택할 수 있는 범위를 늘려 스테이션마다 다른 contention window값을 선택할 확률을 높게 한다. 그러나 계속되는 충돌로 CW가 증가하면 할수록 큰 값의 contention window값이 선택될 가능성 높아지고 이에 따라 프레임 전송 지연 시간이 길어진다. 각 스테이션들이 이처럼 큰 CW값을 갖게 되면 각 스테이션들은 프레임을 전송하는 시간보다 contention window값을 감소시키는데 소요되는 시간이 더 길어진다. 따라서 매체가 idle 상태임에도 불구하고 데이터를 전송하지 못하는 상황이 발생하게 된다. 현재 이 문제를 해결하기 위한 많은 연구들이 발표되었다. [2]에선 contention window값을 2배씩 줄여 나가는 방법을 제안하였다. 본 논문에선 idle 상태의 지속 정도에 따라 contention window값을  $2^n$ 으로 점차 증가하면서 줄이는 방법을 제안하여 backoff block에 설계하고 이에 따른 변형된 DCF를 설계하였다.

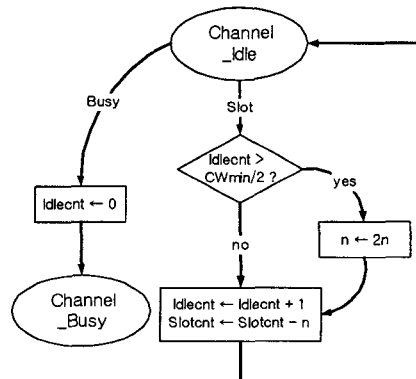


그림 5 변형된 back-off의 flow chart

그림 5는 그림 2에서 바뀐 channel\_idle 상태와 channel\_busy 상태만 나타내었다. 지속적인 idle상태를 감지하기 위하여 idlecnt라는 카운터를 사용한다. 따라서, idlecnt 값이 기준치( $CW_{min}/2$ ) 이상이 되면 slotcnt를 1씩 감소하던 것을  $2^n$ 으로 감소하게 하여

좀더 빠른 slotcnt 감소로 전송 지연시간을 줄이고자 하였다. 또한 중간에 'busy' 신호가 오면 idlcnt값을 '0'으로 초기화시켜 다음 idle 상태에서 새로 시작하게 하였다.

### 3.3 변형된 DCF 프레임 전송 절차

프레임 전송을 위한 절차를 전체적인 신호 흐름을 통해 나타내었다. 먼저 TxCoordination block에서는 프레임 전송 요청이 오기 전에 virtual-backoff block에 v\_backoff 신호를 보내어 채널 상태에 따라 미리 back-off를 수행한다. 상위 layer에서 전송 요청이 TxCoordination block으로 오면 TxCoordination block은 'pdurequest'신호를 virtual-backoff block 보내어 프레임 전송 요청이 왔다는 것을 알려준다. 'pdurequest' 신호를 받은 virtual-backoff block은 채널 상태가 idle 이어 slotcnt를 감소시키고 있는 중이었다면 현재의 slotcnt를 backoff block에 보내고, 채널상태가 busy라서 back-off를 하고 있지 않다면 현재의 contention window값을 backoff block에 보낸다. 'backoff' 신호를 받은 backoff block은 back-off를 수행하고 back-off가 끝나면 'bkdone'을 txcoordination block에 보내어 프레임을 전송하라는 것을 알려준다. 프레임의 전송을 끝마친 TxCoordination block은 'ACK'를 기다리고 'ACK'를 받으면 'pduconfirm' 신호를 상위에 보내어 전송절차를 완료한다. 또한, virtual-backoff block에 'v-backoff' 신호를 보내어, 다음 전송할 데이터를 위한 virtual back-off를 수행하도록 한다.

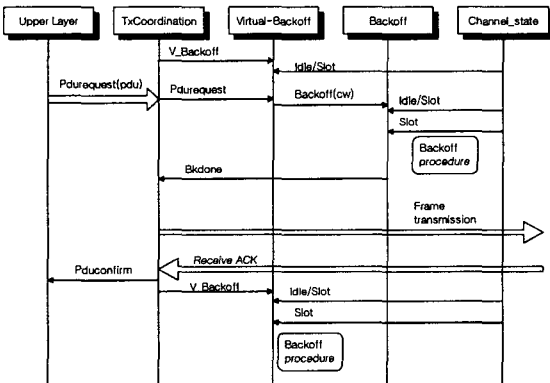


그림 6 DCF 프레임 전송 절차

## IV. 변형된 DCF의 설계

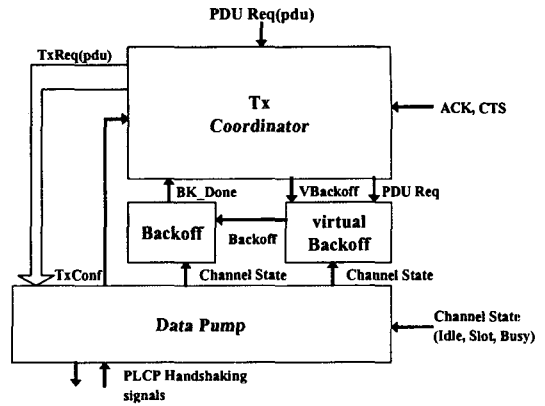


그림 7 DCF 설계 block

변형된 DCF는 PLCP와의 interface를 담당하는 Data pump, 실제 dcf로 동작하여 프레임을 전송하는 TxCoordination, 그리고 back-off 알고리즘과 virtual back-off 알고리즘을 수행하는 Backoff block, virtual-Backoff block으로 구성된다. 각 block은 Quartus II 환경에서 vhdl로 coding되어 schemetic file 의 전체 블록으로 설계된다.

## V. 결론

본 논문에선 IEEE 802.11 WLAN에서 매체 접근 방식인 CSMA/CA에서의 매체 점유를 위해 기다리는 시간을 줄여 매체 사용률을 높이고 충돌 확률을 줄이기 위해 변형된 back-off 알고리즘과, virtual back-off를 제안하고 이 두 알고리즘을 사용한 변형된 DCF를 설계하였다. 이 방법을 사용하면 프레임 전송 시 매체를 점유하기 위한 시간과 충돌 확률을 동시에 감소시킬 수 있으며, 이는 무선 매체의 사용률을 높일 수 있을 것이다.

## Reference

- [1] IEEE 802.11 Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) spacifications, IEEE, 1999
- [2] Y.Kwon, Y.Fang and H.Latchman, "Fast Collision Resolution(FCR) MAC algorithm for Wireless Local Area Networks", *GLOBECOM '02. IEEE*, vol. 3 pp.2250 -2254, Nov. 2002