

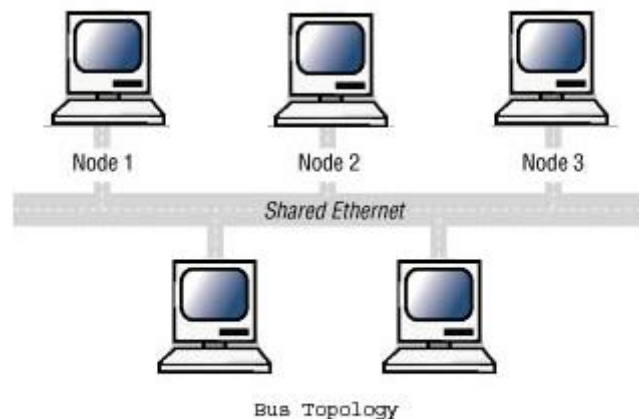
CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA 정리

여러 개의 호스트가 하나의 매체/링크를 공유할 때는 두 개 이상의 호스트가 동시에 링크를 사용하는 경우 전기신호의 충돌로 인하여 통신을 할 수 없게 된다.

이렇게 링크를 공유하는 경우 원활한 통신을 위해서는 서로 간의 약속이 필요하게 된다.

지금은 거의 사용하지 않지만 Bus Topology 형태의 네트워크나 허브를 통해 구성된 LAN의 경우가 매체를 공유하는 경우에 해당된다.

또한 전파를 사용하는 무선통신의 경우에도 매체를 공유한다고 볼 수 있다.



링크를 공유하는 버스형 토폴로지

- 공유 링크에 접근하기 위한 프로토콜 중에서 Random Access(임의접근) 방식에 속하는 프로토콜에는 ALOHA, CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA 가 있다.
 - ✓ Random Access = Contention Based Access(경쟁기반접근)
- Random Access 방식에서는 어떤 지국도 다른 지국보다 우선순위가 높지 않으며, 다른 지국을 제어할 수 없다.
- 매 순간 전송할 데이터가 있는 지국은 전송할지 말지를 결정하기 위해 프로토콜에서 정해진 절차를 따른다. 이 결정은 매체의 상태(매체가 비어 있는 상태: idle, 매체가 바쁜 상태: busy)에 좌우된다. 다시 말하면 각 지국은 매체의 상태를 확인하는 것을 포함한 미리 정해진 절차를 따라서 매체 상태에 따라 자신이 전송하고자 할 때 전송할 수 있다.
- 두 개 이상의 지국이 동시에 전송하려고 하면 접근에 대한 간섭-충돌이 벌어지며 이로 인해 프레임은 손상되거나 변형된다.

* CSMA(Carrier Sense Multiple Access)

- 지국이 매체를 사용하려고 시도하기 이전에 매체를 감지하게 되면 충돌의 기회를 줄일 수 있다. CSMA(반송파 감지 다중 접근)는 각 지국이 전송하기 이전에 먼저 매체에 귀를 기울일 것(또는 매체의 상태를 확인하는 것)을 요구하고 있다. 다시 말하면 CSMA는 "전송 이전에 감지" 또는 "말하기 이전에 듣기" 원칙에 기반을 두고 있다.
- CSMA는 충돌의 가능성을 줄일 수 있으나 완전히 없앨 수는 없다.
- 지국이 매체를 감지하여 매체가 idle 한 것을 감지한다 해도 다른 지국이 전송한 프레임의 첫 번째 비트가 아직 도달 중일 수 있다.
- 프레임이 전송(전파)되는 시간차 때문에 idle한것을 감지하고 나서 프레임을 전송하는 경우 다른 곳에서 보낸 프레임이 도착하여 두 프레임이 충돌, 손상될 수 있다. 전파지연(Propagation Delay) 때문이란 얘기다. - CSMA의 한계

지속 방식(persistent mechanism)

채널이 사용 중이거나 휴지 상태일 때 어떻게 행동하느냐에 관한 방식이다.

(1) 1-persistent

- 이 방식에서는 지국이 회선의 상태를 지속적으로 확인하다가 휴지 상태인 것을 감지하게 되면 즉각 프레임을 전송한다.
- 이 방식은 두 개 이상의 지국이 회선이 휴지 상태인 것을 감지할 것이고 그런 경우에 모두 즉각 프레임을 전송하기 때문에 가장 높은 충돌 위험을 유발한다.
- idle을 기다리는 두개 이상의 station이 회선의 idle이 확인됨과 동시에 보낼 것이므로 충돌확률 100%

(2) nonpersistent

- 전송할 프레임이 있는 지국이 회선을 감지하여 idle상태에 있으면 즉시 프레임을 전송한다. 만일 회선이 busy상태인 경우 random한 시간을 기다렸다가 다시 회선을 감지한다.
- 이 방식은 두 개 이상의 지국이 같은 시간을 대기하고 있다가 동시에 전송할 확률이 낮기 때문에 충돌의 위험은 낮다. 그러나 전송할 프레임을 가진 지국이 있음에도 회선이 idle상태에 있을 수 있기 때문에 회선 효율이 낮다.
- 예) station1이 전송할 프레임을 가지고 회선은 busy상태였다. 임의시간(3밀리 초)동안 기다리는데, 1밀리 초 뒤에 회선이 idle이 되었다. 2밀리 초 동안은 회선이 사용되지 않으므로 효율이 낮다.

•

(3) p-persistent

- 이 방식은 1-persistent처럼 지속적으로 회선을 확인하다가 회선이 idle상태가 되는 순간 확률(p)을 뽑는다.
- Ex) $q = 1 - p$
 >> p 가 1이 나온 경우 즉각 프레임 전송한다.
 >> p 가 1이 아닌 경우 q 만큼의 Time Slot 동안 기다리다가 회선을 다시 감지한다.
 >>>> 회선이 idle하면 p를 뽑는다.
 >>>> 회선이 busy하면 대기한다.(다시 지속적으로 확인)
- 위의 두가지 방식을 합한 방식이며, 충돌의 위험을 줄이면서 회선 효율은 높인다.

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

- CSMA/CD 방식은 CSMA 방식에 충돌을 처리하는 절차를 더한 것이다. 유선링크의 경우 충돌을 확인할 수 있기 때문에 사용가능한 방식이다.
- 프레임을 전송함과 동시에 두 개의 다른 포트를 이용하여 충돌이 발생하는지 감시한다.
- 프레임이 목적지에 도착할 시간 이전에 다른 프레임의 비트가 발견되면 충돌이 일어난 것으로 판단한다.
- 유선 Ethernet LAN에서 사용하는 프로토콜이다.

※ 동작 순서

1. persistent mechanism중 하나를 이용해 프레임 전송을 시도한다.
(회선이 idle할때까지 listen 하다가, idle해진 순간 전송을 하고 기다린다.)
2. 충돌(collision)이 발생했는가?
3. (no) 전송성공 -> 끝 (내가 모든 프레임을 보낼 때까지 다른 전송이 감지되지 않으면 전송이 성공한 것이다.)
4. (yes) 다른 지국이 충돌을 감지하지 못했을 것을 대비하여 짧은 충돌신호(jamming signal) 전송 (충돌이 발생한 경우 전송을 중지하고 jamming signal을 보낸다.)
5. 이하 충돌이 발생한 경우 Exponential Backoff (Random Backoff) 과정
재충돌을 방지하기 위해 랜덤시간동안 기다렸다가 전송을 시도한다. 기다리지 않고 곧장 회선을 listen하여 전송을 시도한다면 충돌을 일으킨 호스트와 또다시 충돌을 일으키고 말 것이다.
6. 전송횟수 $K = K+1$
7. K가 최대값(보통 15) 보다 큰가?
8. (yes) 전송 중지 -> 끝
9. (no) $0 \sim 2^K - 1$ 사이의 수 R을 뽑는다.

10. Wait Time만큼 기다린 후 1번으로

Wait Time = R * Maximum propagation time(상수) 또는 Wait Time = R * Average transmission time for a frame(상수)

※ 의문점: 충돌이 계속해서 일어난 호스트의 경우 K값이 커지므로 점점 더 오랜 시간을 기다릴 수 있다. 이런 경우 이 호스트는 갈수록 프레임을 보내기 어려울 것이다. 그렇다면 이 방법은 잘못된 것인가?

-> Exponential Backoff의 목적은 충돌(Collision)을 빨리 회복하는데 있기 때문에 이 방법을 써야한다.

*** CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)**

- CSMA/CD의 기본 아이디어는 지국이 충돌을 감지하기 위해서는 신호를 전송하는 동시에 신호를 받을 필요가 있다는 것이다.
- 충돌이 없으면 지국은 자신이 보낸 신호만을 받게 된다. 충돌이 생기면 지국은 자신의 신호와 다른 지국이 보낸 신호인 두 개의 신호를 받게 된다.
- 무선 네트워크에서는 충돌을 감지하기 힘들기 때문에 CSMA/CD방식을 사용할 수 없다. 따라서 충돌을 회피하는 방식을 사용한다.
- 802.11 표준을 보면 두 가지 매체 접근 방식이 있는데 하나는 PCF(Point Coordination Function) Mode라고 하는 우선순위 기반으로 경쟁하는 방식이다.
- 기본적으로 사용하는 방식은 DCF(Distributed Coordination Function) Mode로, CSMA/CA 프로토콜을 사용하는 동등한 우선순위를 가지고 경쟁하는 방식이다.
- CSMA/CA는 IEEE 802.11 무선 LAN(또는 무선 Ethernet)에서 사용하는 프로토콜이다.
- CSMA/CD에서는 ACK 프레임을 사용하지 않지만, CSMA/CA에서는 ACK 프레임을 사용한다.

※ IFS(Inter Frame Space): 프레임 간 공간 - 첫번째 충돌 회피 방법

- 우선 채널이 휴지 상태인 것으로 확인되더라도 전송을 늦추어서 충돌을 회피한다. 휴지 상태의 채널이 발견된 즉시 전송하지 않는 것이다.
- 지국은 IFS라 불리는 일정 시간을 기다린다. 채널을 감지했을 때 휴지상태인 것처럼 보일 지라도 멀리 떨어진 지국이 이미 전송을 시작했을지 모르기 때문이다. 이런 경우 기다리지 않고 전송을 해버리면 충돌이 일어날 수 있으므로 IFS동안 기다리게 된다.
- CSMA/CA에서 IFS는 지국이나 프레임의 우선순위를 규정하는 것에도 사용될 수 있다. 예를 들어 더 짧은 IFS시간을 갖도록 허락된 지국은 다른 지국에 비해 높은 우선순위를 갖

는 셈이다. (기다리는 시간이 짧으므로 먼저 프레임을 보낼 수 있다.)

- 802.11 표준에서는 DIFS, SIFS, EIFS 와 같이 여러 IFS를 사용한다.
-

※ Contention Window : 다름 구간 - 두번째 충돌 회피 방법

- Contention Window는 time-slot으로 나뉘어져 있는 일정 시간이다. 전송할 준비가 되어 있는 지국은 임의의 수를 선택하여 그 만큼 기다린다. (임의의 수만큼 기다린다는 것 이외에 p-persistent 방식과 비슷하다.)
- 이 구간에서는 지국이 매 time-slot뒤에 채널을 감지하게 된다. 이때 채널이 사용 중인 것을 감지하면 지국은 이 과정을 다시 시작하는 것이 아니라 단지 타이머를 멈추고 채널이 휴지 상태인 것이 감지되면 그 때 다시 타이머를 작동한다. 이로 인해 가장 오래 기다린 지국이 우선순위를 갖게 된다.
- 예) station A, B가 프레임을 전송하려고 채널이 idle 되기를 기다린다고 가정하자.
채널이 idle 된 순간 station A와 B 모두 IFS 만큼 기다린다.(이때 A와 B의 IFS는 같다고 하자)
 - ✓ Contention Window에서 A는 4번 time-slot을 뽑았고, B는 2번 time-slot을 뽑았다.
 - ✓ station B는 time-slot 2에서 프레임을 전송한다.
 - ✓ station A는 time-slot 2(4:수정함)에서 채널이 busy한 것을 확인(station B가 사용 중)하고 채널을 계속 감지하며 idle이 되기를 기다린다.
 - ✓ B의 프레임 전송이 끝나는 순간 채널이 idle 된다.
 - ✓ station A는 IFS만큼 기다린 뒤 time-slot을 새로 뽑지 않고 2번 time-slot을 뽑은 것으로 동작한다.(A는 최초에 4 time-slot을 뽑았으며, 2 time-slot 후에 B의 전송 때문에 채널 busy 를 감지하였기 때문에 채널이 다시 idle 상태일때 남은 2time-slot만큼만 기다리면 전송한다.)

* 실제 우리 주변의 유무선 LAN 환경

- NESPOT 같은 AP를 통한 네트워킹 방식(infrastructure mode)에서 802.11b은 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)라는 인코딩 방식을 사용하여 2.4GHz 주파수 대역을 서로 다르면서도 중첩되는 11개의 채널로 나눈다. 이 중 3개의 채널이 서로 중첩되지 않는데, 여러 개의 AP가 중첩되는 전송영역을 가지는 핫스팟에서 각 AP는 중첩되지 않는 채널을 사용하여 서로 충돌이 일어나지 않게 한다. 같은 AP에 연결된 호스트들은 같은 채널을 사용하므로 자신과 같은 AP에 연결된 호스트들끼리만 CSMA/CA로 통신하게 된다.
- 802.11a 와 802.11g에서 사용하는 인코딩 방식인 OFDM역시 중첩되지 않는 여러 개의

채널을 이용한다.

- 허브를 이용한 유선LAN의 경우 한 호스트의 전기신호가 같은 네트워크의 다른 호스트에게 무조건 전달이 되지만 스위치를 사용한 경우엔 출발지와 목적지 호스트에게만 전기신호가 전달된다.
- 또한 스위치가 전이중통신(full-duplex)통신을 지원하는 경우 통신하는 두 호스트 간에는 전송과 수신이 동시에 일어날 수 있으므로 한 호스트의 통신이 다른 호스트의 통신타이밍에 영향을 주지 않는다. 따라서 매체(링크)를 여러 호스트가 공유할 때 사용하는 CSMA/CD방식이 필요가 없다.
- 스위치를 통해 연결된 두개의 호스트가 동시에 같은 호스트에 패킷을 보내려 할 때에도 스위치가 알아서 버퍼링을 통해 처리하기 때문에 충돌 없는 패킷 전달이 가능하다.

CSMA(Carrier Sense Multiple Access)

- 동시에 네트워크를 사용하고자 할 때, 가장 중요한 것 중에 하나가, 상호충돌을 방지하는 기능이다.
- 이를 위해서는 전송하기 전에 다른 호스트가 사용 중인지를 선 체크해야 하는데 전송 선로에 흐르는 신호를 감지하여 해당 기능을 구현한다.
- 이러한 기능을 감지하는 프로토콜을 CSMA 프로토콜이라고 한다.

CSMA/CD와 CSMA/CA의 개념

- CSMA는 위에서 적은 것처럼 네트워크를 전송하기 전에 현재 채널을 사용 중인지를 체크하여 멀티플 액세스가 되는 기능을 구현하는 것을 말한다.
- CD는 Detect, 충돌 감지 기능을 사용해 충돌 여부를 확인하는 것이고, CA는 Avoidance, 즉 충돌을 회피하는 기능을 사용하는 방식이다.
- CD와 CA는 사용환경부터 완전 다르다. CD는 IEEE 802.3, LAN의 이더넷 전송 프로토콜에서 사용하며, CA는 IEEE 802.11, 무선 랜 전송 프로토콜에서 사용을 한다.

1) CSMA/CD

- 전류의 강도를 통해 케이블이 사용 중인지 확인하고 트래픽이 없으면 패킷을 송출하는 LAN의 매체 점유 방법중의 한가지 방법(유선 NW)
- 송신 전에 전송매체가 비어 있는지 확인하고(Carrier Sense), 비어 있으면 신호를 전송하고(Multiple Access), 전송 후에 충돌이 있는지 확인(Collision Detection) 하는 방식
- CSMA 방식 단말의 증가에 따라 동시에 전송(충돌)할 확률이 높아지는 문제점을 개선한

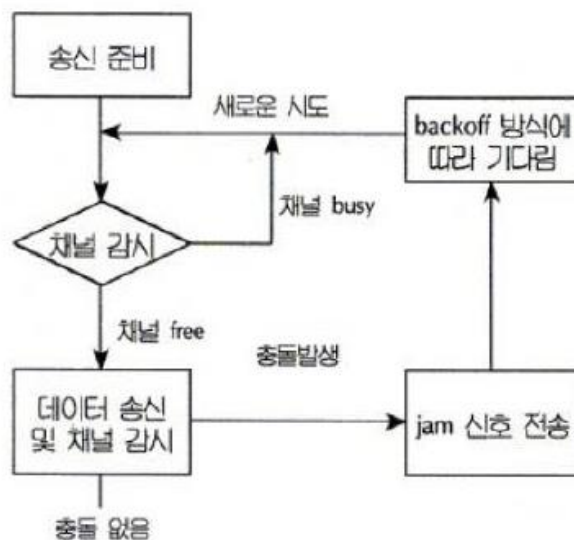
방식

- 유선 Ethernet LAN에 적용되는 방식: 버스형, 트리형 LAN

2) CSMA/CA

- 충돌 회피 방식, 무선랜 MAC(Media Access Control)프로토콜 DCF는 CSMA/CA사용 동등한 우선순위를 가지고 경쟁/매체 공유하는 방식
- CSMA/CD의 변형으로서, 무선환경에서 사용하는 Media Access 방법(알고리즘)
- CSMA/CA에서는 ACK프레임을 사용
- DCF(Distributed Coordination Function): 개별적인 노드가 경쟁에 의해 무선 채널을 획득하도록 하는 방식

CSMA/CD의 주요 절차 및 충돌탐지시 절차



주요 절차

- ✓ 채널 감시 : 송신 전 채널 사용 여부 감시
- ✓ Idle / Busy : Idle : 전송, Busy : 계속 감시
- ✓ Data 송신 및 감시 : 전송동안 채널 감시, 전송 중 데이터 충돌 발생 여부 지속적 조사
- ✓ Jam 신호 전송 : 충돌 감지 시 전송 중단, 충돌 발생 통보
- ✓ Back Off : 일정 시간 후 재전송 시도

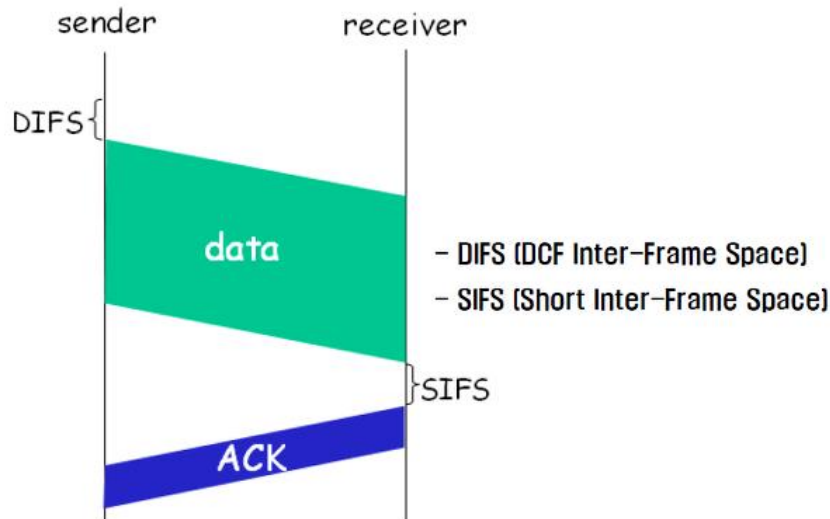
※ 충돌발생 반복 시 Back off 시간 2배씩 증가, 최대 16회 반복

충돌탐지시 절차

- ✓ 정제 신호가 전체 송신자에게 전달되도록 하기 위해 최소 패킷 전송 시간까지 전송을 계속한다.

- ✓ 재전송 계수기의 재전송 시도횟수를 증가시킨다.
- ✓ 임의의 시간동안 대기한다.
- ✓ 첫 번째 단계부터 반복한다.

CSMA/CA의 주요절차



[CDMA/CA 개념도]

- Sender(송신단)가 Reciver(수신단)에게 DIFS(일반데이터 서비스에서 사용하는 최소한의 시간)만큼 대기하고 채널이 유헤(idle)하면 바로 전송
- 수신단에서 정상적으로 수신할 경우 SIFS(Short IFS; 스페이싱을 짧게하여 신속한 전송을 위한 서비스에 사용)만큼 대기한 후에 잘 받았다는 ACK(Acknowledgement)신호를 보냄

CSMA/CD와 CSMA/CA의 비교

구분	CSMA/CD	CSMA/CA
표준	IEEE 802.3	IEEE 802.11
용도	LAN의 Ethernet 전송 프로토콜	Wireless LAN 전송 프로토콜
토폴로지	버스형, 트리형	무선
주요원리	충돌을 감지하여 충돌발생시 일정시간 이후 재전송	충돌회피 위해 전송 전에 채널의 유헤여부 확인, 일정시간 대기 후 전송, 성공여부 확인
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 장치 간단, 쉽게 장애발생 않음 - 충돌 패킷 전송 위해 낭비되는 대역폭 감소 	<ul style="list-style-type: none"> - 충돌 패킷 전송 위해 낭비되는 대역폭 감소 - 스테이션간 데이터 전송에 대한 충돌회피하여 에러 제어가 용이
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 부하량이 일정량 넘어서면 지연시간 급증 - 과다한 접속, 발송빈도 잦을 때 충돌 발생 확률 높아짐 	<ul style="list-style-type: none"> - 고속의 LAN에 적합하지 않음 - 스테이션 수가 증가할수록 전송효율 떨어짐 - 매체 접근 속도가 느림