
4장

데이터 링크 계층 : 랜에서 데이터 전송하기

4장 데이터 링크 계층 : 랜에서 데이터 전송하기

Lesson 12 데이터 링크 계층의 역할과 이더넷

Lesson 13 MAC 주소의 구조

Lesson 14 스위치의 구조

Lesson 15 데이터가 케이블에서 충돌하지 않는 구조

Lesson 16 이더넷의 종류와 특징

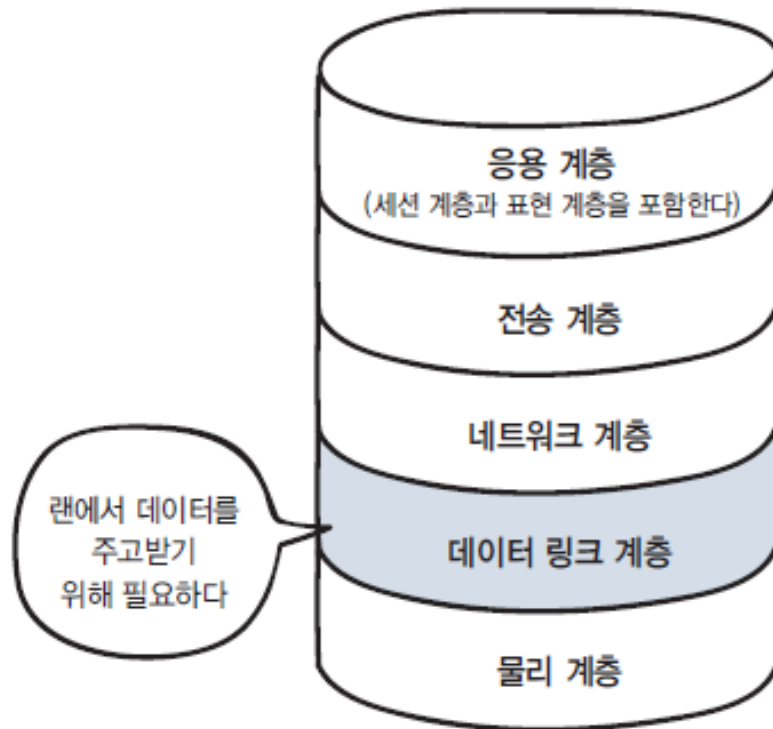
Lesson 12 데이터 링크 계층의 역할과 이더넷

1. 이더넷이란?

» 이더넷이란?

- 랜에서 데이터를 주고 받으려면 아래에서 두 번째 계층인 데이터 링크 계층의 기술이 필요함

▼ 그림 4-1 OSI 모델의 데이터 링크 계층



데이터 링크계층의 역할

프레임 구성 : 네트워크 계층으로부터 받은 비트 스트림을 일정한 길이로 분할

- 주소 지정 : 송신자와 수신자의 물리 주소를 프레임 헤더에 추가
- 흐름 제어 : 송수신 시스템의 처리 속도가 다를 때 수신 측의 데이터 처리 능력을 넘어서지 않도록 조절하는 기능(Stop-and-wait 방식 & Sliding window 방식)
- 오류 제어 : 에러가 발생한 프레임을 검출, 복구하는 기능. 흐름 제어와 결합되어 구현
- 접근 제어 : 특정 순간에 어떤 장치가 매체를 사용할 것인지를 결정하기 위한 기능
- 동기화 : 각 프레임의 시작과 끝을 정확하게 수신 측에 알리는 기능

프레임 구성

Preamble 8 byte	Dest Addr 6 byte	Source Addr 6 byte	Type 2 byte	Data	FCS 4 byte
---------------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------	-------------	----------------------

데이터 링크 계층에서 **MAC** 통신과 프로토콜의 형식을 정의한 규칙이에요.

Preamble : 이더넷 프레임의 시작과 동기화

Dest. Addr. : 목적지 **MAC** 주소

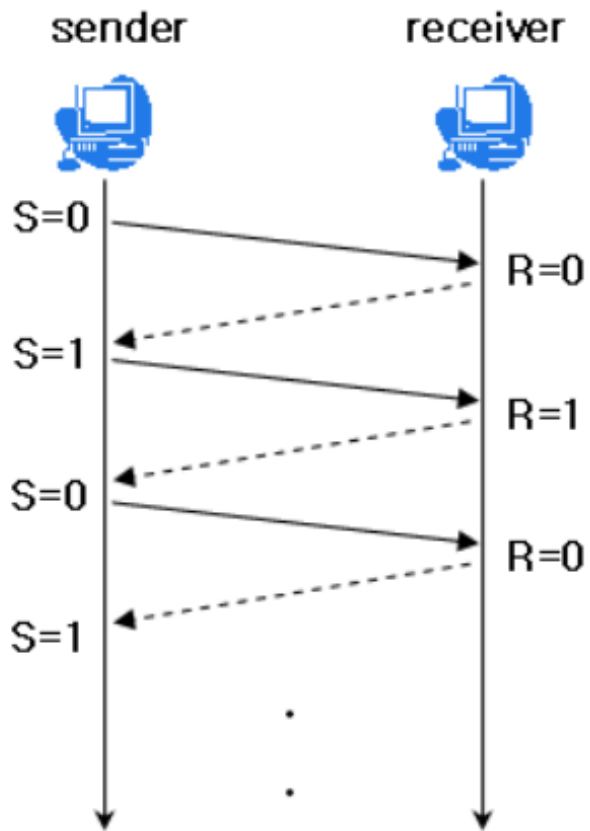
Src. Addr. : 출발 **MAC** 주소

Type : 캡슐화되어 있는 패킷의 프로토콜 정의

Data : 상위 계층의 데이터, 46~1500-byte,

FCS(Frame Check Sequence) : 프레임 에러 체크

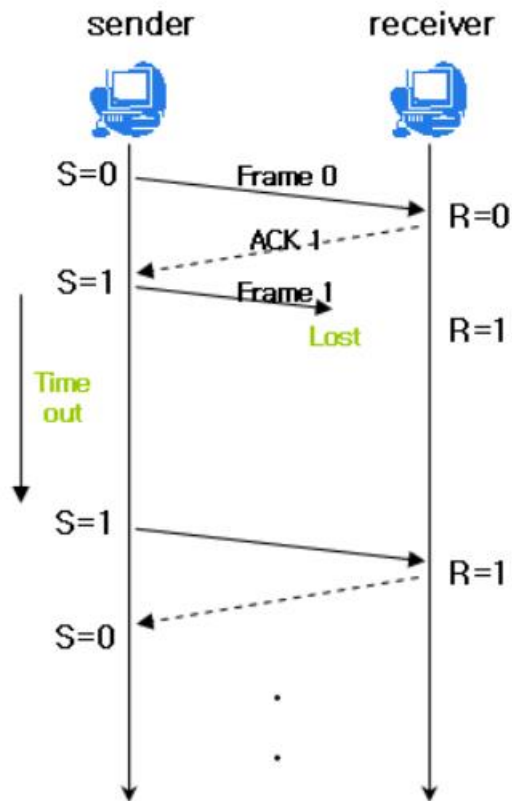
STOP and Wait



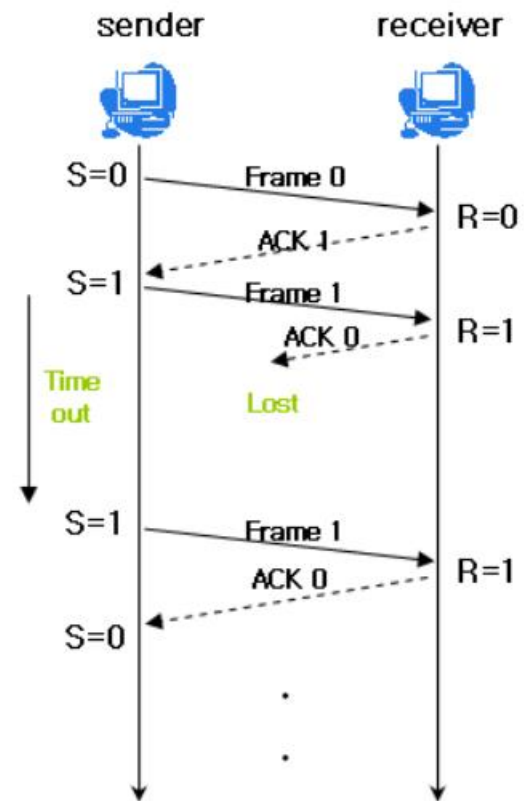
ACK : 긍정응답

STOP and Wait

전송중 오류가 생겼을 경우



수신중 오류가 생겼을 경우



Sliding Window

가. 슬라이딩 윈도우(Sliding Window) 알고리즘의 개념

수신 측에서 설정한 윈도우 크기만큼 송신 측에서 확인 응답(ACK) 없이 전송할 수 있게 하여 흐름을 동적으로 조절하는 제어 알고리즘

윈도우에 포함되는 모든 패킷을 전송하고, 전송이 확인되는 대로 윈도우를 옆으로 옮겨(slide) 다음 패킷들을 전송하는 방식

나. 슬라이딩 윈도우의 특징

흐름제어 기법	- Transport Layer 제공 흐름제어 기법
연속 전송	- 응답을 기다리지 않고 연속 패킷 전송
크기 동적변환	- 윈도우 크기가 상황에 맞게 동적으로 변화

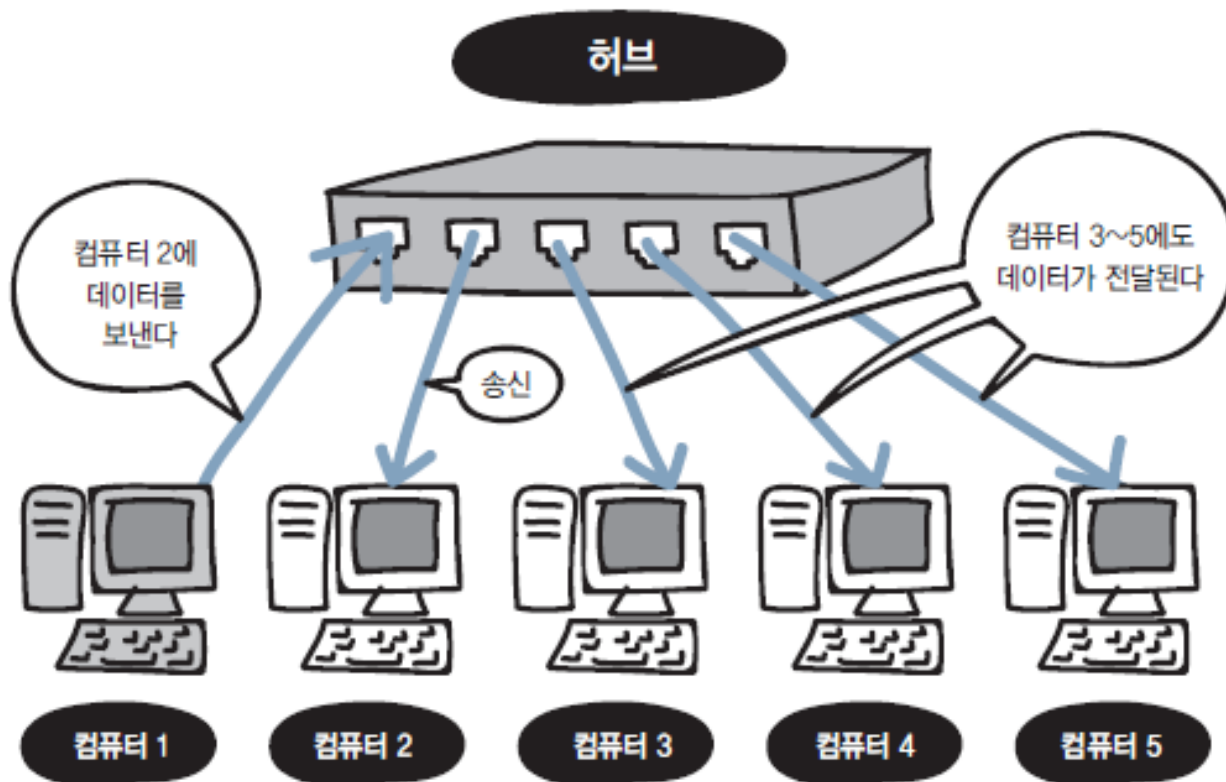
1. 이더넷이란?

» 이더넷이란?

- 데이터 링크 계층은 네트워크 장비 간에 신호를 주고받는 규칙을 정하는 계층
- 랜에서 데이터를 정상적으로 주고받기 위해 필요한 계층
- 그 규칙들 중 일반적으로 가장 많이 사용되는 규칙이 이더넷(Ethernet)이라고 함
- 이더넷은 허브와 같은 장비에 연결된 컴퓨터와 데이터를 주고 받을 때 사용함
- 같이 허브를 사용하는 랜 환경에서는 특정한 컴퓨터 한 대에 데이터를 보내려고 해도 다른 모든 컴퓨터에 전기 신호가 전달됨

1. 이더넷이란?

▼ 그림 4-2 더미 허브에 데이터를 보내는 경우

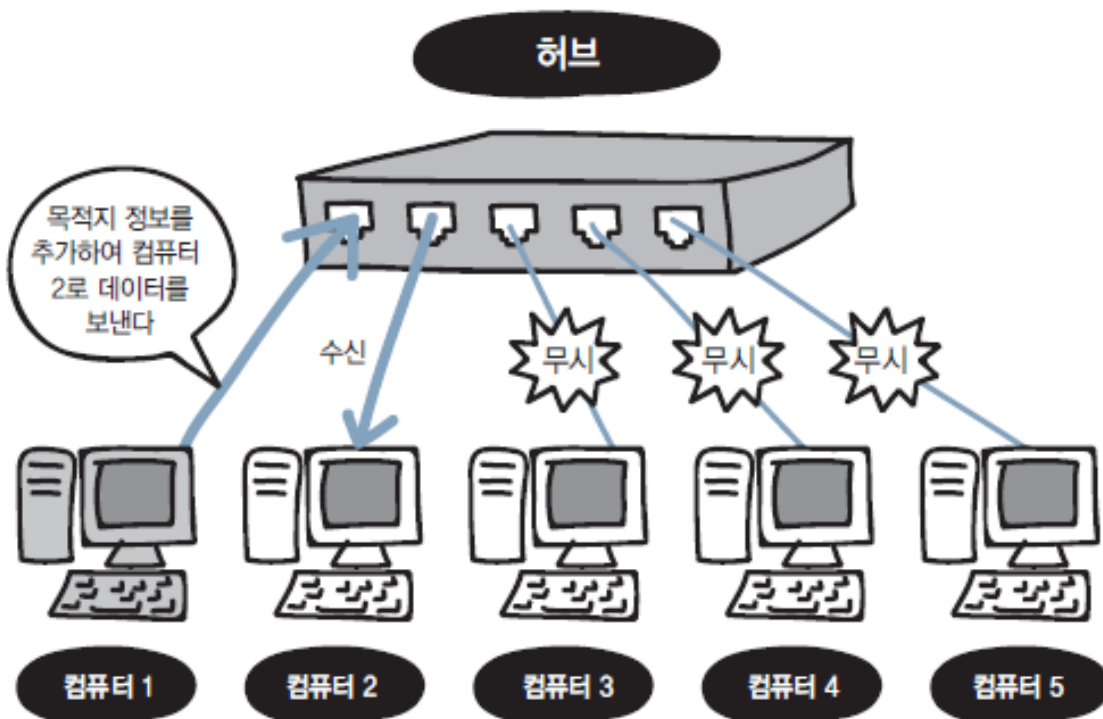


1. 이더넷이란?

» 이더넷이란?

- 데이터의 내용을 못 보게 하는 확실한 규칙이 정해져 있는데 그 규칙에 따라 보내려는 데이터에 목적지 정보를 추가해서 보내고 목적지 이외의 컴퓨터는 데이터를 받더라도 무시하게 되어 있음

▼ 그림 4-3 목적지가 아닌 컴퓨터는 데이터를 무시하는 규칙이 있다



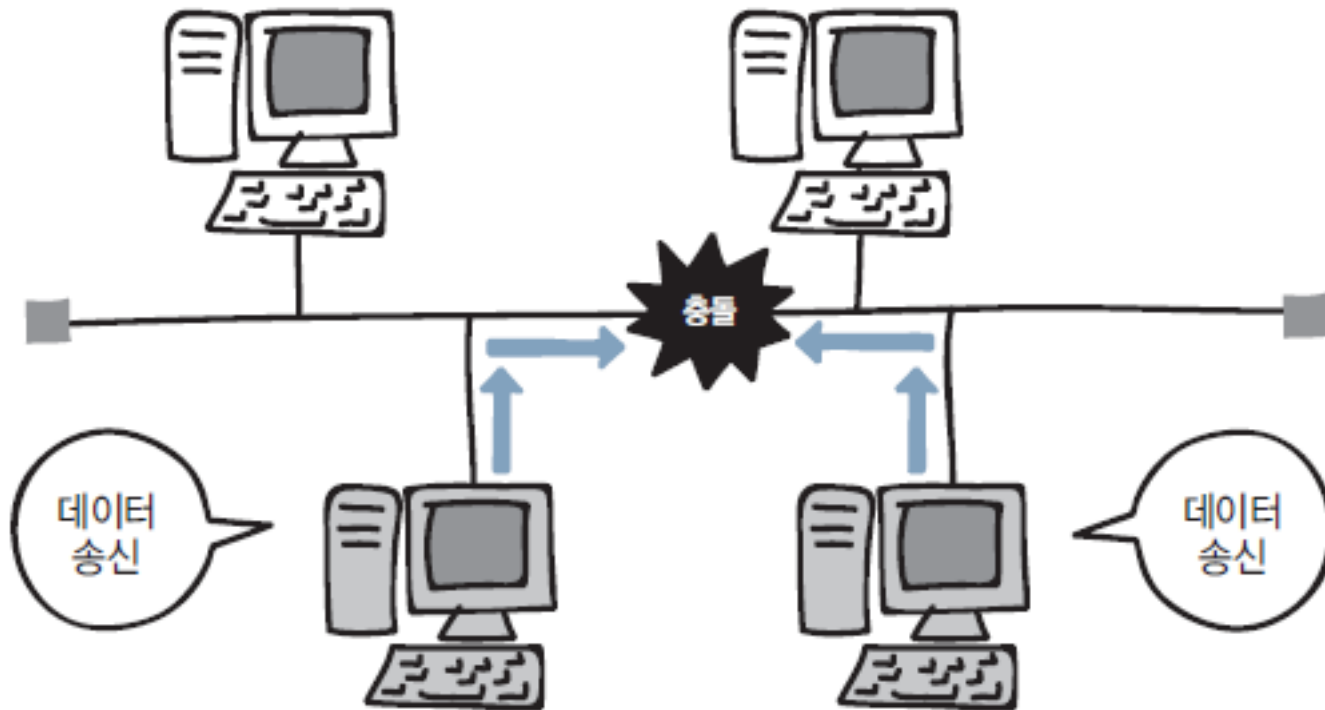
1. 이더넷이란?

» 이더넷이란?

- 컴퓨터 여러 대가 동시에 데이터를 보내면 데이터들이 서로 부딪힐 수도 있는데 이것을 충돌(collision)이라고 함
- 이더넷은 여러 컴퓨터가 동시에 데이터를 전송해도 충돌이 일어나지 않는 구조로 되어 있음
- 데이터가 동시에 케이블을 지나가면 충돌할 수밖에 없는데 데이터를 보내는 시점을 늦추는 거임

1. 이더넷이란?

▼ 그림 4-4 중간에 데이터가 충돌한다



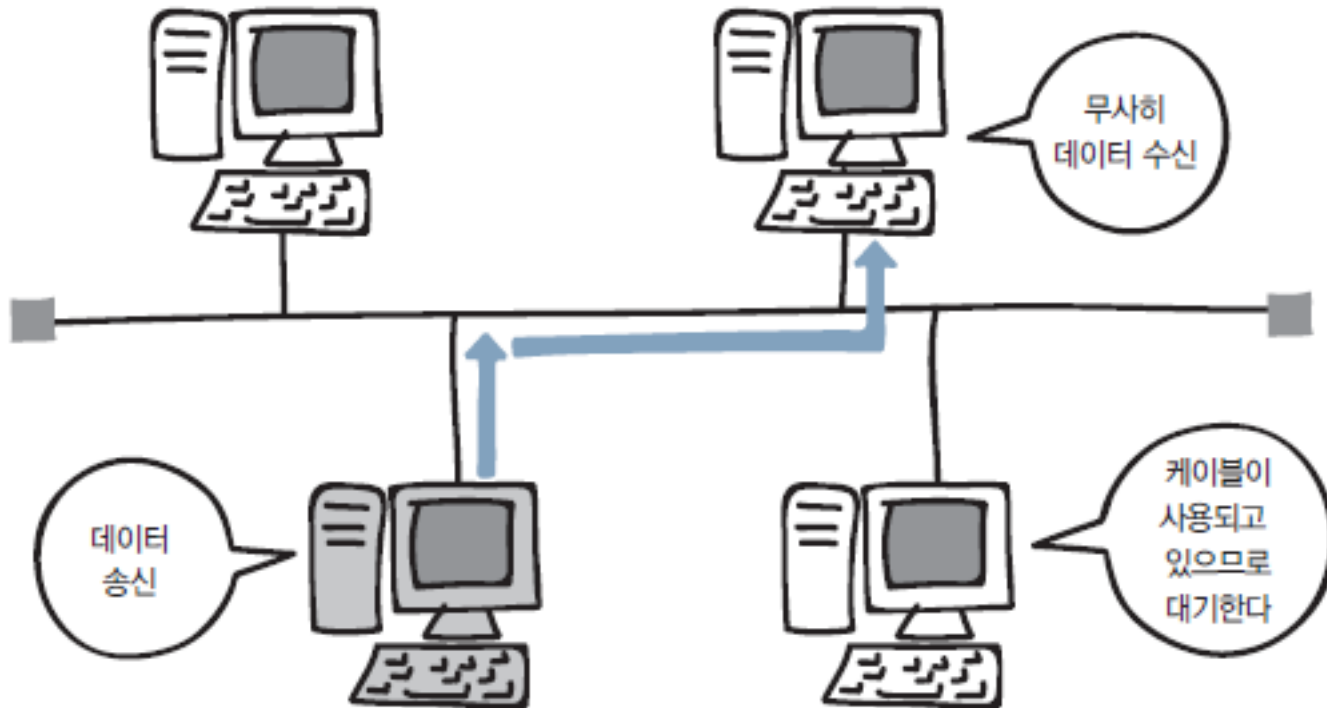
1. 이더넷이란?

» 이더넷이란?

- 이더넷에서 시점을 늦추는 방법을 CSMA/CD라고 함
- carrier sense multiple-access/collision detection
- CSMA/CD에서 CS는 ‘데이터를 보내려고 하는 컴퓨터가 케이블에 신호가 흐르고 있는지 아닌지를 확인한다’는 규칙
- MA는 ‘케이블에 데이터가 흐르고 있지 않다면 데이터를 보내도 좋다’는 규칙
- CD는 ‘충돌이 발생하고 있는지를 확인한다’는 규칙
- CSMA/CD요약:
 - 이더넷(Ethernet)에서 사용하는 통신 방식으로, 버스에 연결된 여러 통신 주체들이 동시에 통신을 하게 되어 발생하는 충돌을 막기 위해서 사용하는 프로토콜을 말한다.

1. 이더넷이란?

▼ 그림 4-5 케이블에 데이터가 흐르고 있는지 확인



Lesson 13 MAC 주소의 구조

1. MAC 주소란?

» MAC 주소란?

- 랜 카드는 비트열(0과 1)을 전기 신호로 변환한다고 함
- 이러한 랜 카드에는 MAC 주소라는 번호가 정해져 있음
- 제조할 때 새겨지기 때문에 물리 주소라고도 부르는데 전 세계에서 유일한 번호로 할당되어 있음
- MAC 주소는 48비트 숫자로 구성되어 있음
- 그중 앞쪽 24비트는 랜 카드를 만든 제조사 번호고 뒤쪽 24비트는 제조사가 랜 카드에 붙인 일련번호임

▼ 그림 4-6 MAC 주소 규칙

00-23-AE-D9-7A-9A



랜 카드를 만든 제조사 번호 제조사가 붙인 일련번호

1. MAC 주소란?

» MAC 주소란?

- OSI 모델에서는 데이터 링크 계층에 해당하고 TCP/IP 모델에서는 네트워크 계층에 해당
- 이 계층에서 이더넷 헤더와 트레일러를 붙임
- 이더넷 헤더는 목적지의 MAC 주소(6바이트), 출발지 MAC 주소(6바이트), 유형(2바이트) 이렇게 총 14바이트로 구성되어 있음

▼ 그림 4-7 이더넷 헤더 구조

목적지 MAC 주소 (6바이트)	출발지 MAC 주소 (6바이트)	유형 (2바이트)
----------------------	----------------------	--------------

1. MAC 주소란?

» MAC 주소란?

- 이더넷 유형(Ethernet type)은 이더넷으로 전송되는 상위 계층 프로토콜의 종류를 나타냄

▼ 표 4-1 프로토콜을 식별하는 유형 번호(16진수)

유형 번호	프로토콜
0800	IPv4
0806	ARP
8035	RARP
814C	SNMP over Ethernet
86DD	IPv6

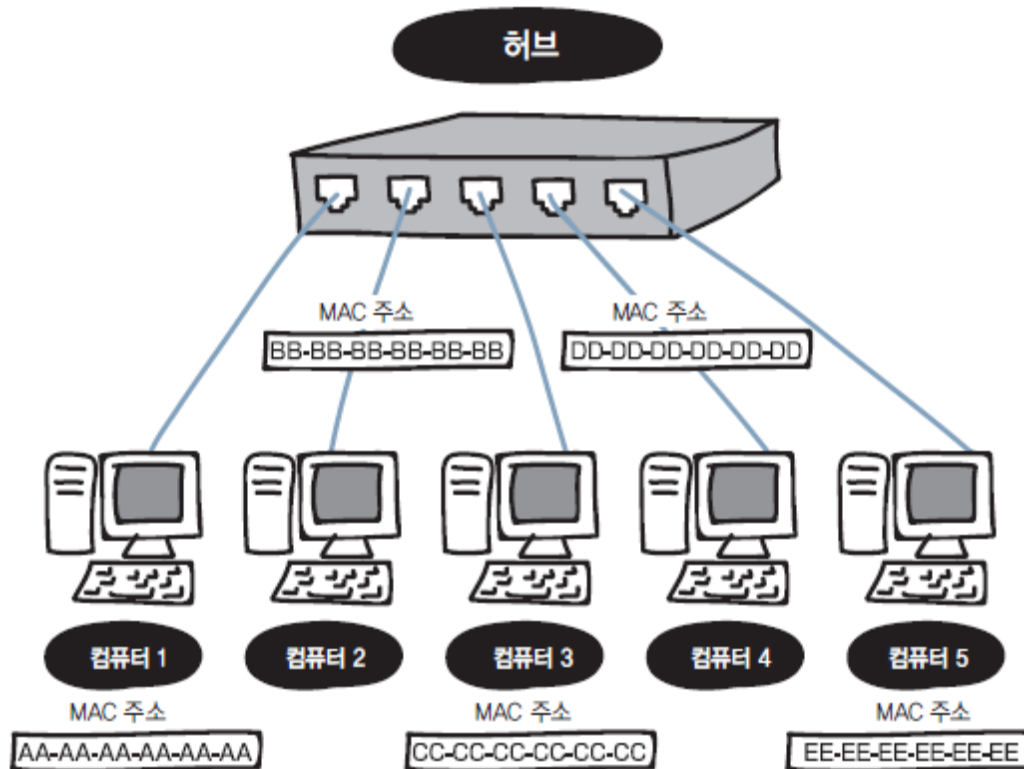
- 데이터 뒤에 추가하는 것을 트레일러라고 하고 FCS(Frame Check Sequence)라고도 함
- 데이터 전송 도중에 오류가 발생하는지 확인하는 용도로 사용함
- 이더넷 헤더와 트레일러가 추가된 데이터를 프레임이라고 함

1. MAC 주소란?

» MAC 주소란?

- 네트워크를 통해 프레임이 전송됨

▼ 그림 4-8 허브에 연결된 컴퓨터의 MAC 주소



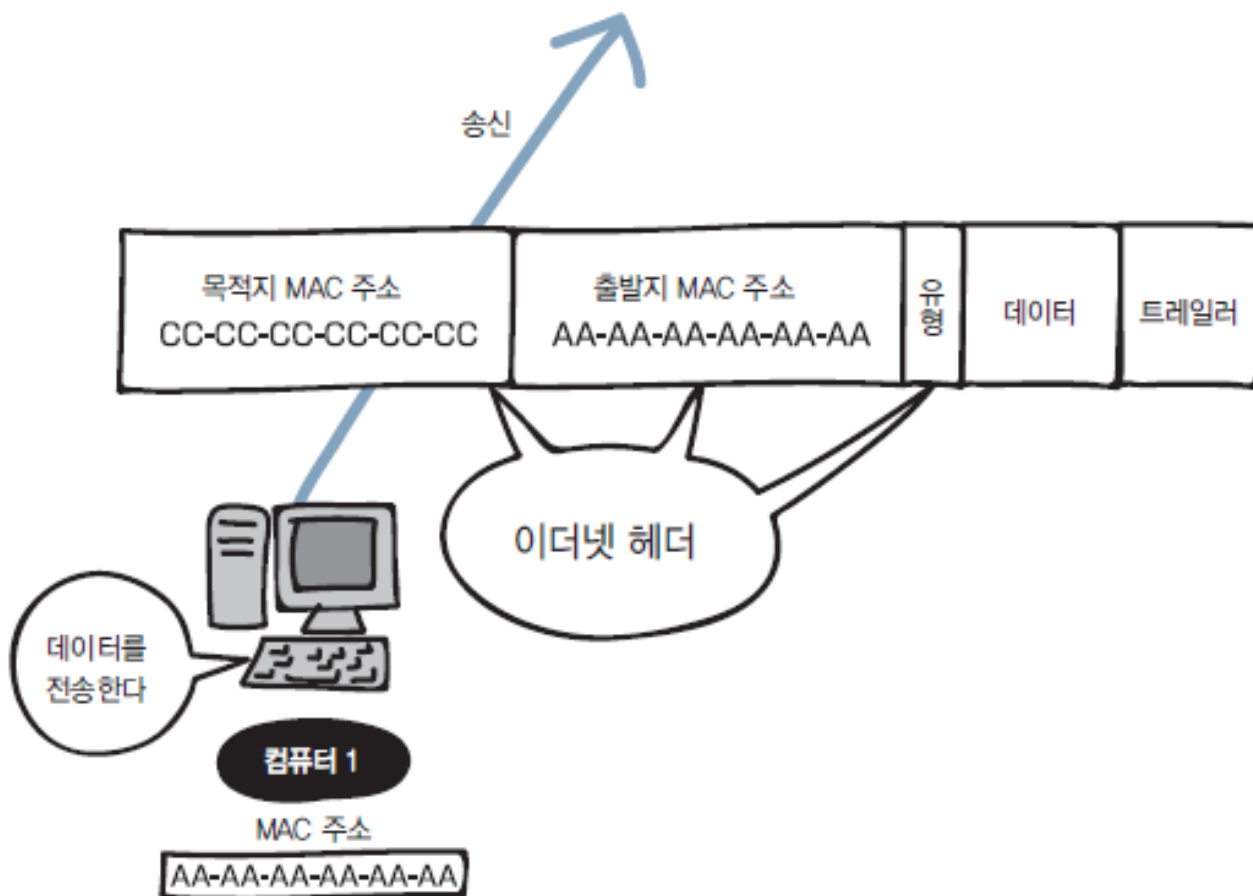
1. MAC 주소란?

» MAC 주소란?

- 컴퓨터 1은 이더넷 헤더에 데이터의 목적지인 컴퓨터 3의 MAC 주소(목적지 MAC 주소)와 자신의 MAC 주소(출발지 MAC주소) 정보를 넣고 데이터를 전송함
- 보내는 측의 컴퓨터 1에서 캡슐화가 일어남
- 데이터 링크 계층에서 데이터에 이더넷 헤더와 트레일러를 추가하여 프레임을 만듦
- 물리 계층에서 이 프레임 비트열을 전기 신호로 변환하여 네트워크를 통해 전송

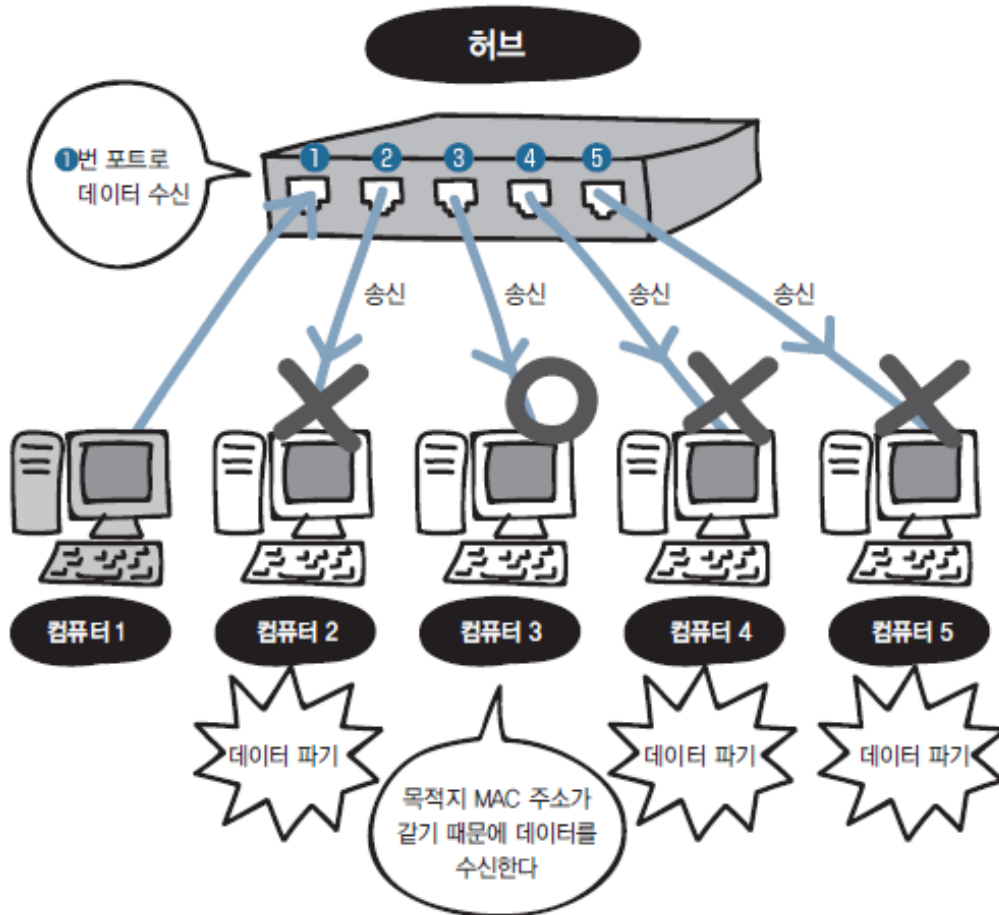
1. MAC 주소란?

▼ 그림 4-9 목적지 MAC 주소와 자신의 MAC 주소를 붙여 전송한다



1. MAC 주소란?

▼ 그림 4-10 목적지 MAC 주소와 자신의 MAC 주소가 다르면 데이터를 파기한다



1. MAC 주소란?

» MAC 주소란?

- 컴퓨터 1에서만 데이터를 전송했지만 컴퓨터 1과 2가 동시에 컴퓨터 3에 데이터를 전송하는 경우도 있는데 그런 경우에는 충돌을 방지하기 위해 CSMA/CD 방식이 사용됨
- 여기에서는 충돌이 감지되면 컴퓨터 2는 잠시 대기하고 데이터를 다시 전송함

Lesson 14 스위치의 구조

1. MAC 주소 테이블이란?

» MAC 주소 테이블이란?

- 스위치는 데이터 링크 계층에서 동작하고 레이어 2 스위치 또는 스위칭 허브라고도 불려짐
- 장비 외형은 허브와 비슷함

▼ 그림 4-11 스위치의 예(로지텍의 LAN-SW08P/P8)



1. MAC 주소 테이블이란?

» MAC 주소 테이블이란?

- 스위치 내부에는 MAC 주소 테이블(MAC address table)이라는 것이 있음
- MAC 주소 테이블은 스위치의 포트 번호와 해당 포트에 연결되어 있는 컴퓨터의 MAC 주소가 등록되는 데이터베이스임
- 스위치의 전원을 켜 상태에서는 아직 MAC 주소 테이블에 아무것도 등록되어 있지 않음
- 컴퓨터에서 목적지 MAC 주소가 추가된 프레임이라는 데이터가 전송되면 MAC 주소 테이블을 확인하고 출발지 MAC 주소가 등록되어 있지 않으면 MAC 주소를 포트와 함께 등록함
- 이를 MAC 주소 학습 기능이라고 함

1. MAC 주소 테이블이란?

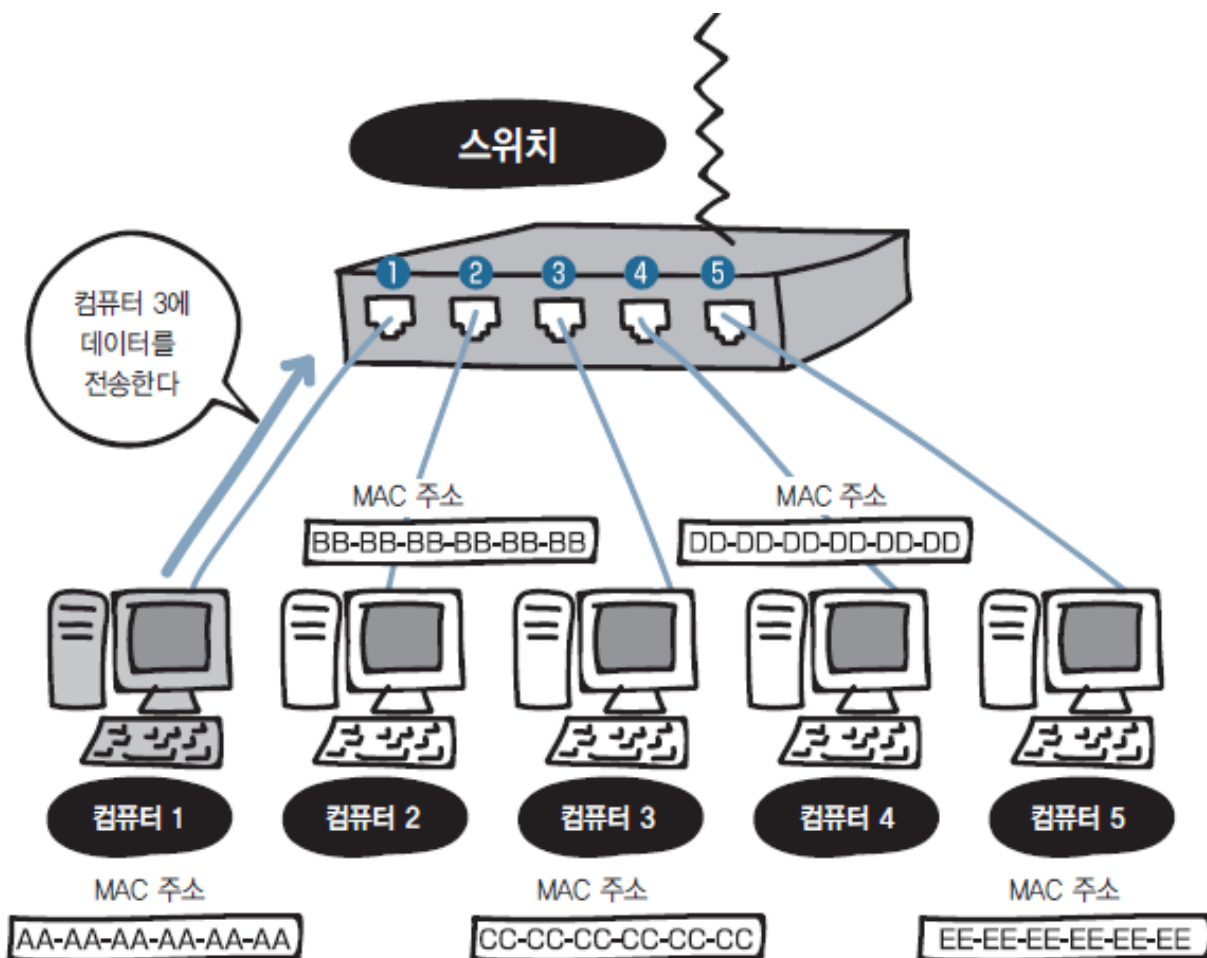
▼ 그림 4-12 MAC 주소 학습 기능

MAC 주소 테이블

포트	MAC 주소
①	AA-AA-AA-AA-AA-AA
②	
③	
④	
⑤	

MAC 주소와
포트가
등록된다

1. MAC 주소 테이블이란?



1. MAC 주소 테이블이란?

» MAC 주소 테이블이란?

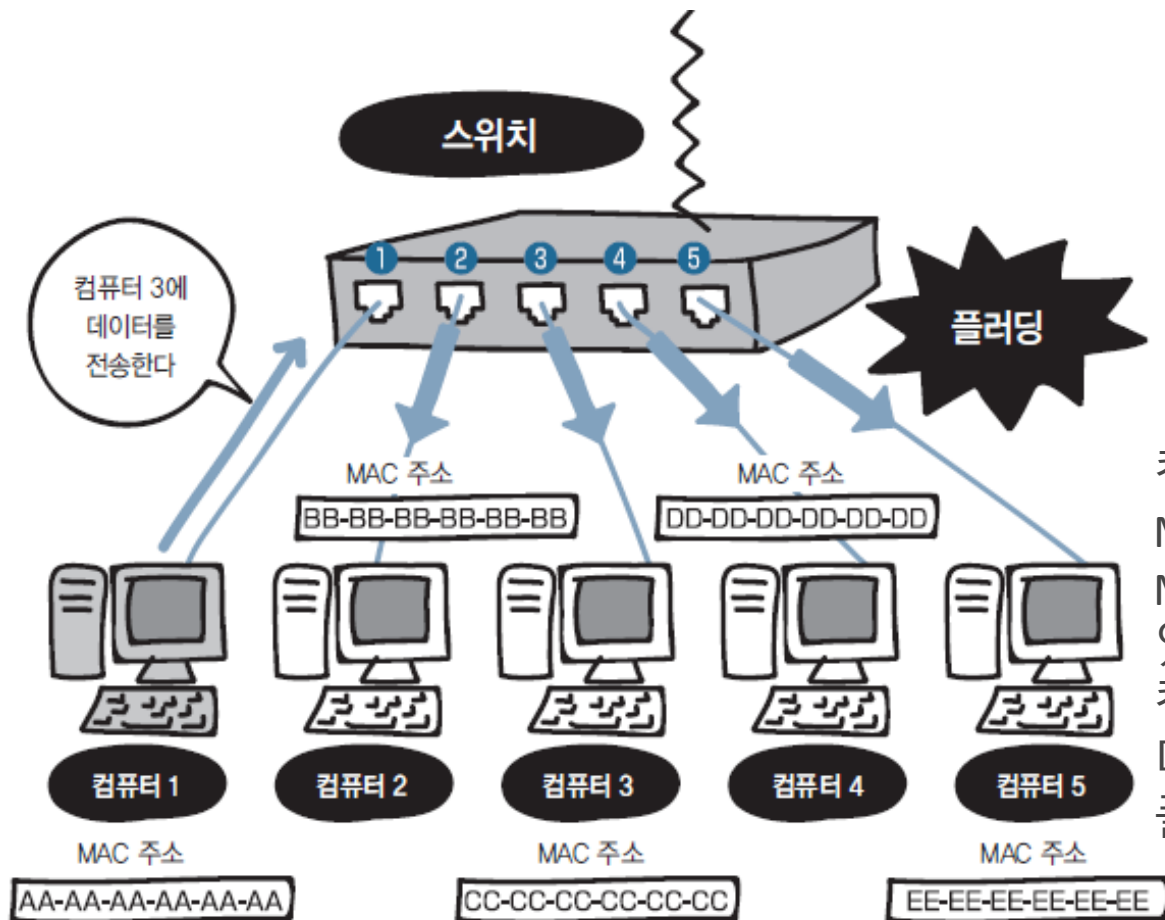
- 스위치가 수신 포트 이외의 모든 포트에서 데이터를 송신하는 것을 플러딩(flooding)이라고 함
- ▼ 그림 4-13 플러딩

MAC 주소 테이블

포트	MAC 주소
①	AA-AA-AA-AA-AA-AA
②	
③	
④	
⑤	

컴퓨터 3의
MAC 주소가
등록되어 있지 않아
컴퓨터 2~5로
데이터가 전송된다

1. MAC 주소 테이블이란?



컴퓨터 3의 목적지
MAC주소가
MAC주소 테이블에 등록되어
있지 않아서
컴퓨터 1이외의 2~5에
데이터가 전송되는것을
플러딩이라고함

1. MAC 주소 테이블이란?

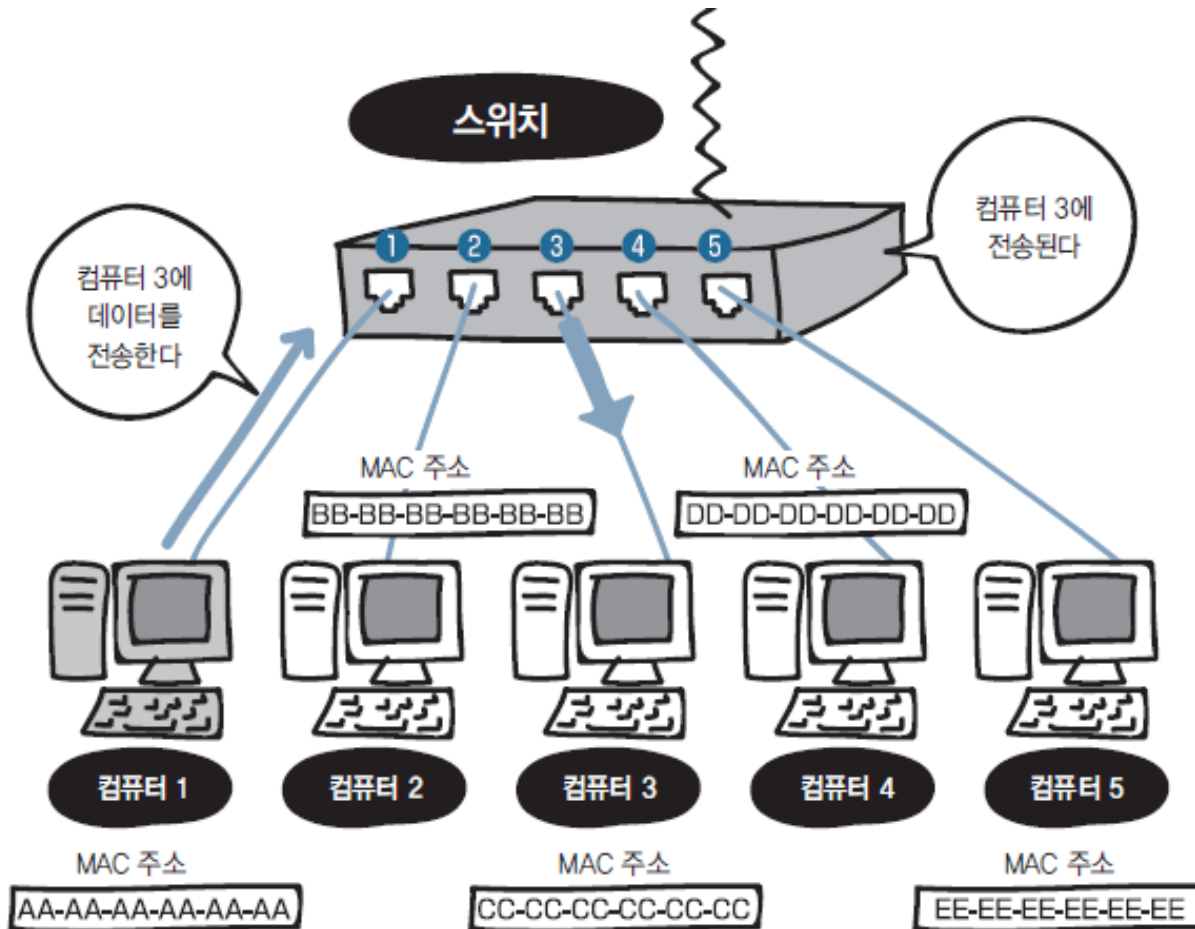
▼ 그림 4-14 MAC 주소 필터링

MAC 주소 테이블

포트	MAC 주소
①	AA-AA-AA-AA-AA-AA
②	
③	CC-CC-CC-CC-CC-CC
④	
⑤	

컴퓨터 3의
MAC 주소가
등록되어 있다

1. MAC 주소 테이블이란?



1. MAC 주소 테이블이란?

» MAC 주소 테이블이란?

- MAC 주소를 기준으로 목적지를 선택하는 것을 MAC 주소 필터링이라고 함
- 불필요한 데이터를 네트워크에 전송하지 않게 함

Lesson 15 데이터가 케이블에서 충돌하지 않는 구조

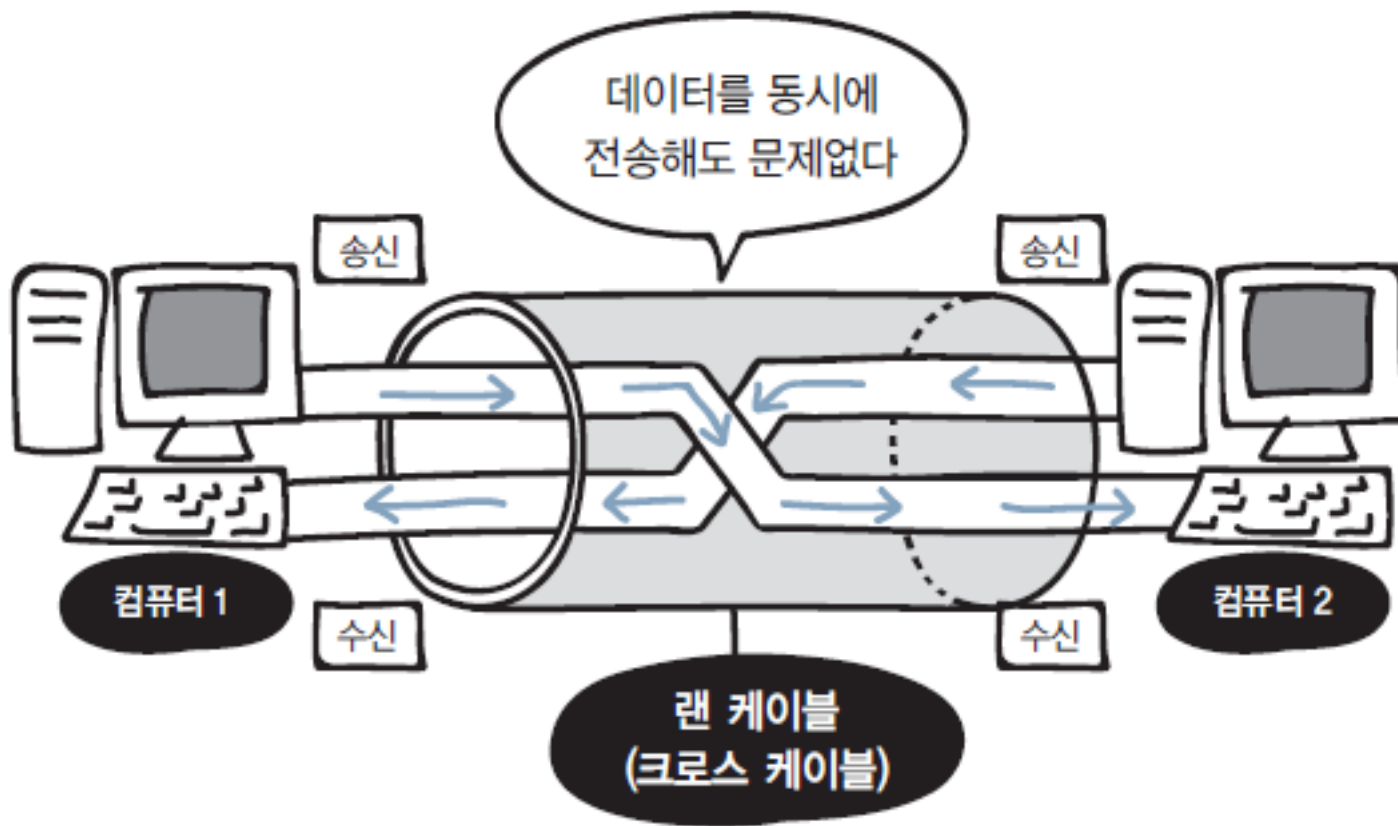
1. 전이중 통신과 반이중 통신

» 전이중 통신과 반이중 통신

- 전이중 통신 방식은 데이터의 송수신을 동시에 통신하는 방식
- 반이중 통신 방식은 회선 하나로 송신과 수신을 번갈아가면서 통신하는 방식
- 전이중 통신 방식은 데이터를 동시에 전송해도 충돌이 발생하지 않음
- 반이중 통신 방식은 데이터를 동시에 전송하면 충돌이 발생함

1. 전이중 통신과 반이중 통신

▼ 그림 4-15 컴퓨터 간을 직접 랜 케이블로 연결하는 방식이 전이중 통신 방식이다

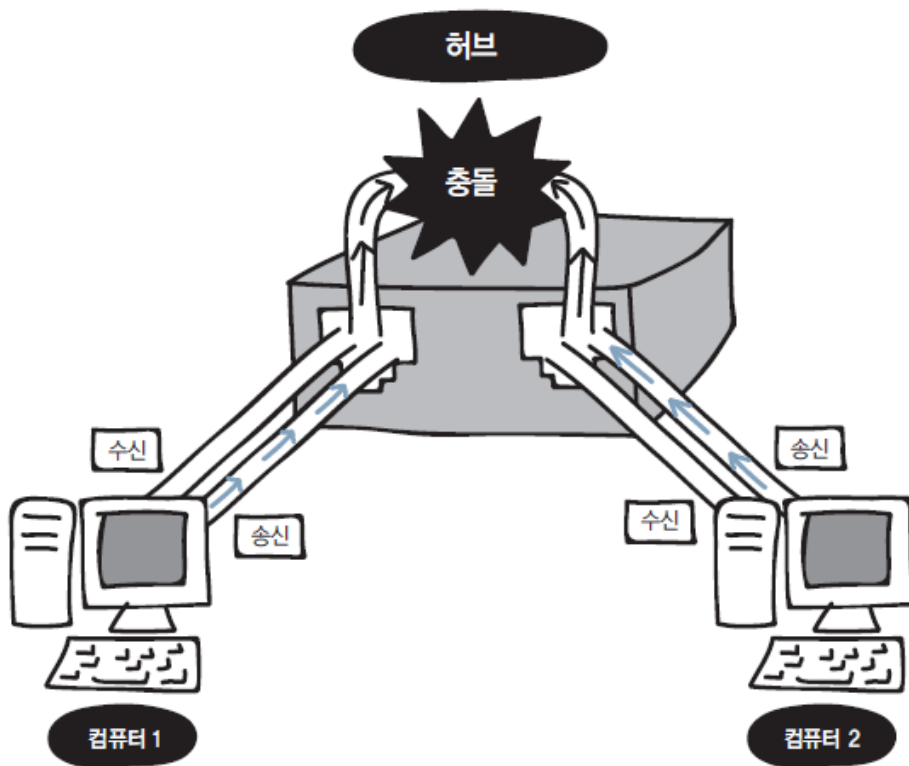


1. 전이중 통신과 반이중 통신

» 전이중 통신과 반이중 통신

- 허브를 사용하면 회선 하나를 송신과 수신이 번갈아가면서 사용하는 반이중 통신 방식을 사용하게 됨

▼ 그림 4-16 허브에 연결하는 경우에는 반이중 통신 방식



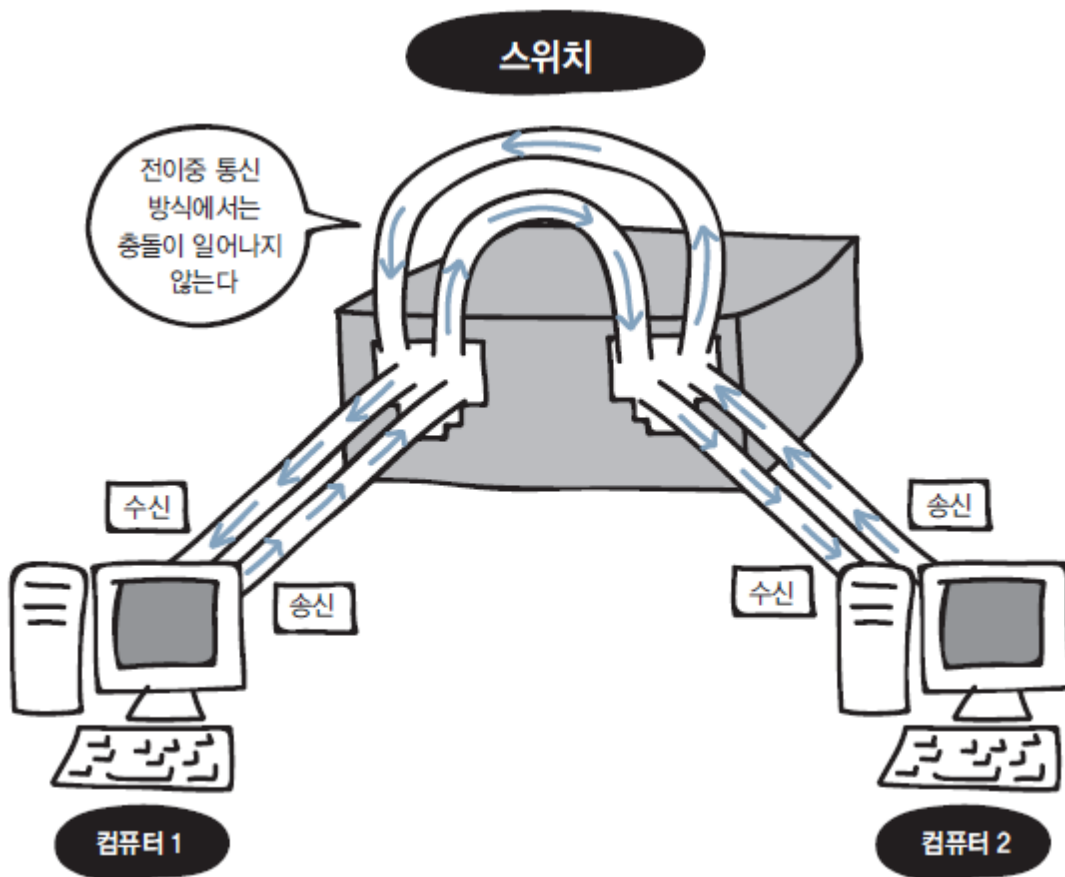
1. 전이중 통신과 반이중 통신

» 전이중 통신과 반이중 통신

- 스위치는 충돌이 일어나지 않는 구조로 되어 있기 때문에 전이중 통신 방식으로 데이터 주고받을 수 있음
- 허브를 사용하면 충돌이 생기면서 네트워크 지연이 발생하기 때문에 최근에는 네트워크로 스위치를 사용하는 것이 표준임

1. 전이중 통신과 반이중 통신

▼ 그림 4-17 스위치에 연결하는 경우에는 전이중 통신 방식



1. 전이중 통신과 반이중 통신

» 전이중 통신과 반이중 통신

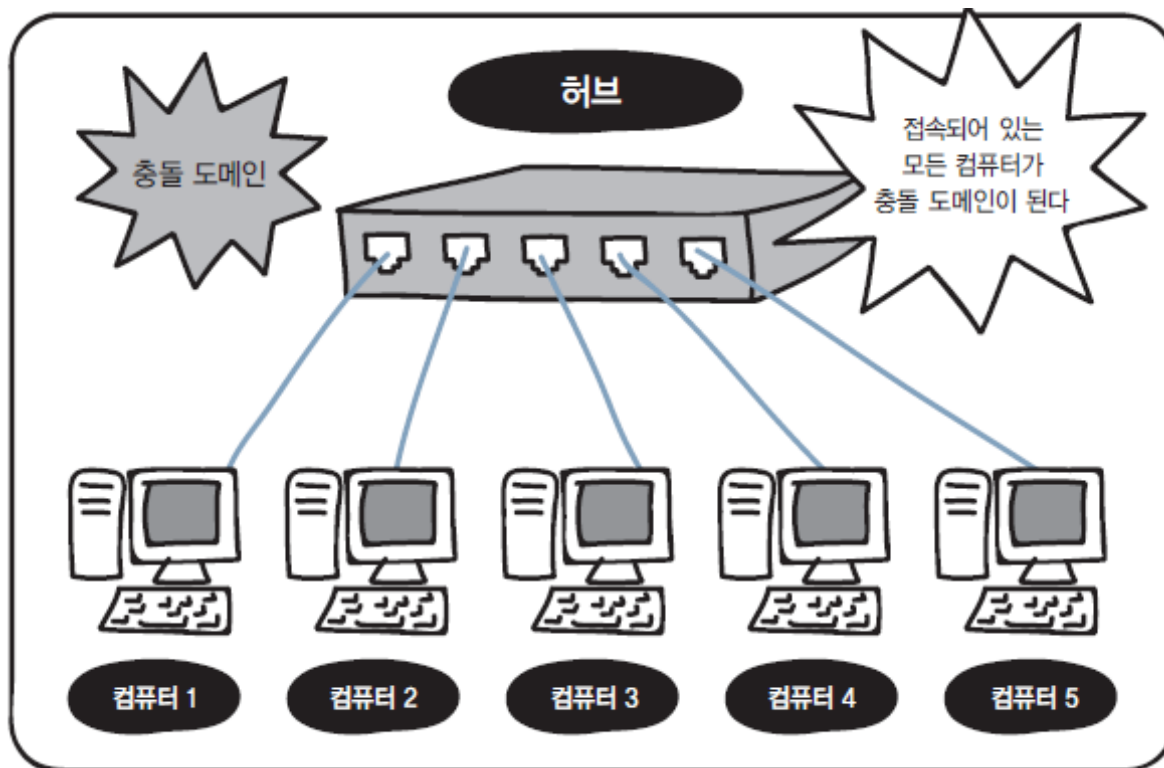
- 허브를 사용하면 반이중 통신 방식을 사용하지만, 스위치를 사용하면 전이중 통신 방식을 사용하기 때문에 효율이 높아짐

2. 충돌 도메인이란?

» 충돌 도메인이란?

- 충돌이 발생할 때 그 영향이 미치는 범위를 충돌 도메인(collision domain)이라고 함
- 허브는 연결되어 있는 컴퓨터 전체가 하나의 충돌 도메인이 됨

▼ 그림 4-18 허브는 모든 컴퓨터에 충돌의 영향이 미친다

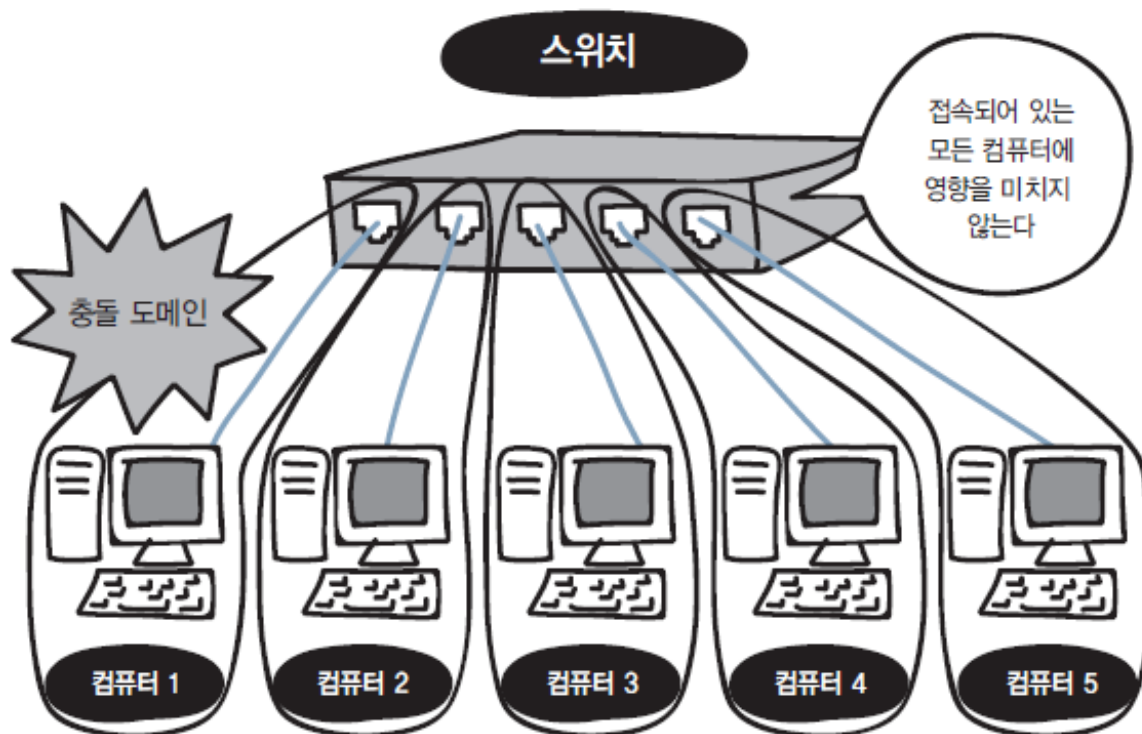


2. 충돌 도메인이란?

» 충돌 도메인이란?

- 스위치는 데이터를 동시에 송수신할 수 있는 전이중 통신 방식이기 때문에 충돌이 일어나지 않고 충돌 도메인의 범위도 그림 4-19와 같이 좁음

▼ 그림 4-19 스위치는 충돌 도메인이 좁다



2. 충돌 도메인이란?

» 충돌 도메인이란?

- 충돌 도메인의 관점에서 보더라도 스위치를 사용하면 통신 효율이 높아진다는 걸 알 수 있음
- 네트워크를 지연시키지 않기 위해서라도 충돌 도메인의 범위를 좁히는 것이 매우 중요함

ARP 구조 중 주소부분

Source Hardware Address
Source Protocol Address
Destination Hardware Address
Destination Protocol Address

[그림 2] ARP 구조

ARP 주소 설명

» ARP 프로토콜은 3계층이기 때문에 상대방의 ip를 이용해 mac주소를 알아오기 위해 헤더에 이더넷을 붙여 encapsulation 해서 보내게 된다.

☞ 구조 : 이더넷 + ARP 요청 = (목적지 mac주소 + 출발지 mac 주소) + (출발지 mac주소 + 출발지 ip주소 + 목적지 mac 주소 + 목적지 ip 주소)

☞ 그런데 이 때 ARP는 목적지 mac 주소를 모르는 상태이기 때문에 이를 00 00 00 00 00 00 으로 비워둔다.

☞ 또한, 이더넷의 경우 목적지 mac주소를 모르기 때문에 비슷하게 ff ff ff ff ff ff로 작성하게 된다. 이는 이진수로 따지면 1로 꽉 채운 것이다.

ip주소의 경우 뒷 부분을 전부 1로 꽉 채우면 브로드 캐스트가 되는데, 맥 주소도 전부 1로 꽉 채우면 브로드 캐스트 주소가 되는 것이다.

Lesson 16 이더넷의 종류와 특징

1. 이더넷 규격

» 이더넷 규격

- 이더넷은 케이블 종류나 통신 속도에 따라 다양한 규격으로 분류됨

▼ 표 4-2 주요 이더넷 규격

규격 이름	통신 속도	케이블	케이블 최대 길이	표준화 연도
10BASE5	10Mbps	동축케이블	500m	1982년
10BASE2	10Mbps	동축케이블	185m	1988년
10BASE-T	10Mbps	UTP케이블(Cat3이상)	100m	1990년
100BASE-TX	100Mbps	UTP케이블(Cat5이상)	100m	1995년
1000BASE-T	1000Mbps	UTP케이블(Cat5이상)	100m	1999년
10GBASE-T	10Gbps	UTP케이블(Cat6a이상)	100m	2006년

1. 이더넷 규격

▼ 그림 4-20 이더넷 규격 이름의 뜻

