

# 인터넷 만들기

고양우

*We reject: kings, presidents and voting.  
We believe in: **rough consensus** and  
**running code**. – David D. Clark*

관리자@오픈넷.KR

RFC6530 / RFC6531 / RFC6532 / RFC6533

RFC5890 / RFC5891 / RFC3743 / RFC4290

THE FIFTY-THIRD  
INTERNET ENGINEERING TASK FORCE  
Hosted by Cable and Wireless  
Minneapolis, Minnesota USA  
March 17 - 22, 2002

2.1.18 Keywords Naming Services (kwns) Bof  
Current Meeting Report  
[kwns BOF]

Co-Chair **YangWoo Ko** introduces charter, defines "Keywords" for the purpose of this meeting:

- Keywords are defined as internationalized string for internet navigation.
- Charter highlights - direct navigation is very desirable for users - users wish to use keywords as unambiguous addresses

2002년

# Naming and Name Space Workshop

주최 : 한국정보통신기술협회      주관 : 한국인터넷정보센터 인터넷주소위원회      장소 : 한국과학기술회관 증강당      날짜 : 7월 22일  
 후원 : 정보통신부, 한국인터넷정보센터, 한국인터넷협회, IETF회의유지위원회, 전자신문사      협찬 : (주)가비아, (주)넷피아닷컴, 아사달인터넷(주), (주)아이네임즈

SMTP&MIME

i18n

한국 인터넷

IDN



John Klensin

Patrik Falstrom

Harald Alvestrand

이수복

# WHO RUNS THE INTERNET?

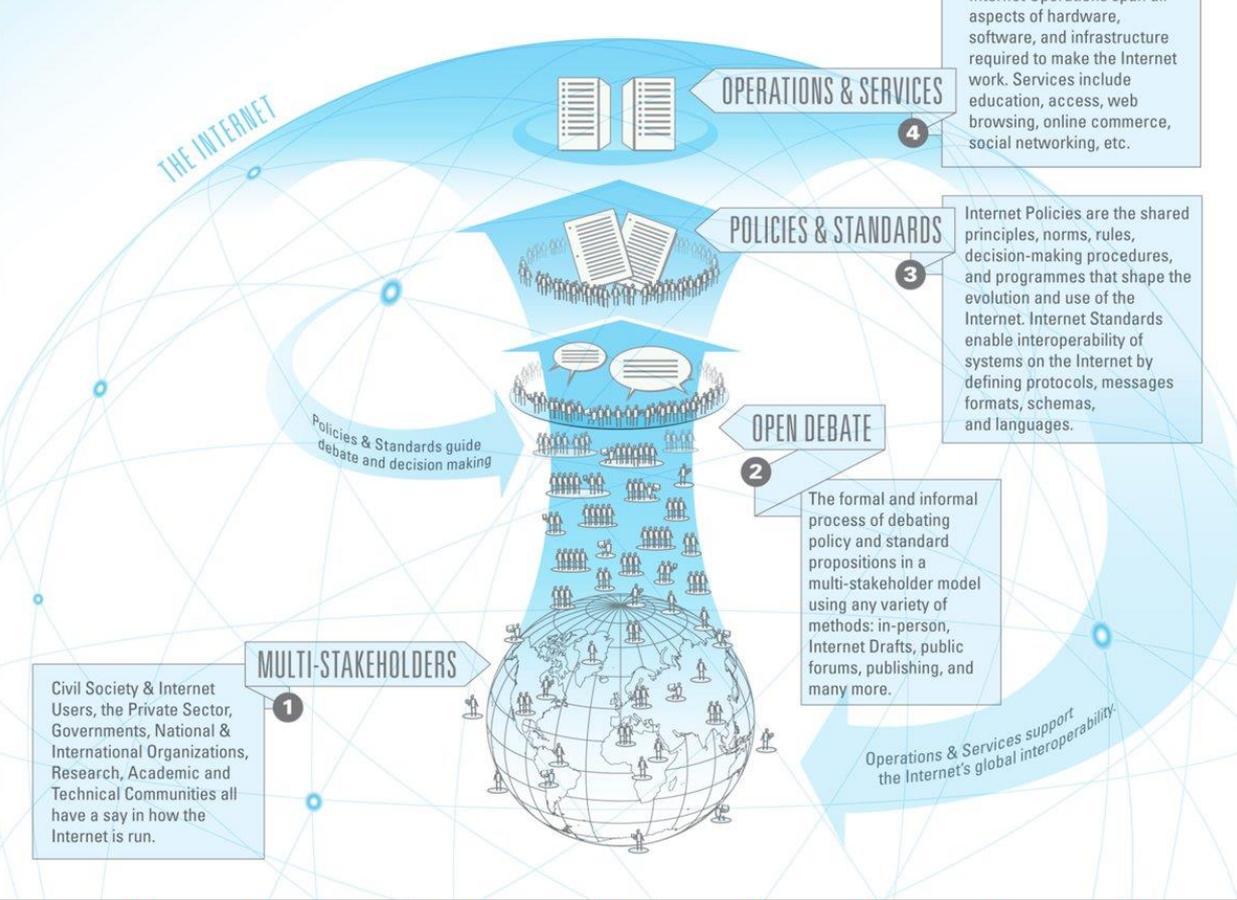
## NO ONE PERSON, COMPANY, ORGANIZATION OR GOVERNMENT RUNS THE INTERNET.

The Internet itself is a globally distributed computer network comprised of many voluntarily interconnected autonomous networks. Similarly, its governance is conducted by a decentralized and international multi-stakeholder network of interconnected autonomous groups drawing from civil society, the private sector, governments, the academic and research communities, and national and international organizations. They work cooperatively from their respective roles to create shared policies and standards that maintain the Internet's global interoperability for the public good.

### WHO IS INVOLVED:

- IAB** **A C P S R**  
INTERNET ARCHITECTURE BOARD  
Oversees the technical and engineering development of the IETF and IRTF.  
[www.iab.org](http://www.iab.org)
- ICANN** **C O C P V**  
INTERNET CORPORATION FOR ASSIGNED NAMES AND NUMBERS  
Coordinates the Internet's systems of unique identifiers: IP addresses, Protocol-Parameter registries, top-level domain space (DNS root zone).  
[www.icann.org](http://www.icann.org)
- IETF** **C P S**  
INTERNET ENGINEERING TASK FORCE  
Develops and promotes a wide range of Internet standards dealing in particular with standards of the Internet protocol suite. Their technical documents influence the way people design, use, and manage the Internet.  
[www.ietf.org](http://www.ietf.org)
- IGF** **A C P**  
INTERNET GOVERNANCE FORUM  
A multi-stakeholder open forum for debate on issues related to internet governance.  
[www.intgovforum.org](http://www.intgovforum.org)
- IRTF** **R**  
INTERNET RESEARCH TASK FORCE  
Promotes research of the evolution of the Internet by creating focused, long-term research groups working on topics related to Internet protocols, applications, architecture and technology.  
[www.irtf.org](http://www.irtf.org)
- GOVERNMENTS AND INTER-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS** **C P**  
Develop laws, regulations and policies applicable to the Internet within their jurisdictions; participants in multilateral and multi-stakeholder regional and international fora on Internet Governance.

### HERE IS HOW IT WORKS:



LEGEND: **A** Advice **C** Community Engagement **E** Education **O** Operations **P** Policy **R** Research **S** Standards **V** Services

### WHO IS INVOLVED:

- ISO 3166 MA** **S**  
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, MAINTENANCE AGENCY  
Defines names and postal codes of countries, dependent territories, special areas of geographic significance.  
[www.iso.org/iso/country\\_codes.htm](http://www.iso.org/iso/country_codes.htm)
- ISOC** **C E P V**  
INTERNET SOCIETY  
Assure the open development, evolution and use of the Internet for the benefit of all people throughout the world. Currently ISOC has over 90 chapters in around 80 countries.  
[www.internetsociety.org](http://www.internetsociety.org)
- RIRs** **D P V**  
5 REGIONAL INTERNET REGISTRIES  
Manage the allocation and registration of Internet number resources, such as IP addresses, within geographic regions of the world.  
[www.afrinic.net](http://www.afrinic.net) Africa  
[www.apnic.net](http://www.apnic.net) Asia Pacific  
[www.arin.net](http://www.arin.net) Canada & United States  
[www.lacnic.net](http://www.lacnic.net) Latin America & Caribbean  
[www.ripe.net](http://www.ripe.net) Europe, the Middle East & parts of Central Asia
- W3C** **S**  
WORLD WIDE WEB CONSORTIUM  
Create standards for the world wide web that enable an Open Web Platform, for example, by focusing on issues of accessibility, internationalization, and mobile web solutions.  
[www.w3.org](http://www.w3.org)
- INTERNET NETWORK OPERATORS' GROUPS** **A O V**  
Discuss and influence matters related to Internet operations and regulation within informal fora made up of Internet Service Providers (ISPs), Internet Exchange Points (IXPs) and others.

This graphic is a living document, designed to provide a high level view of how the internet is run. It is not intended to be a definitive guide. Please provide feedback at [www.xplanations.com/whorunsinternet](http://www.xplanations.com/whorunsinternet)



인터넷을 **왜**

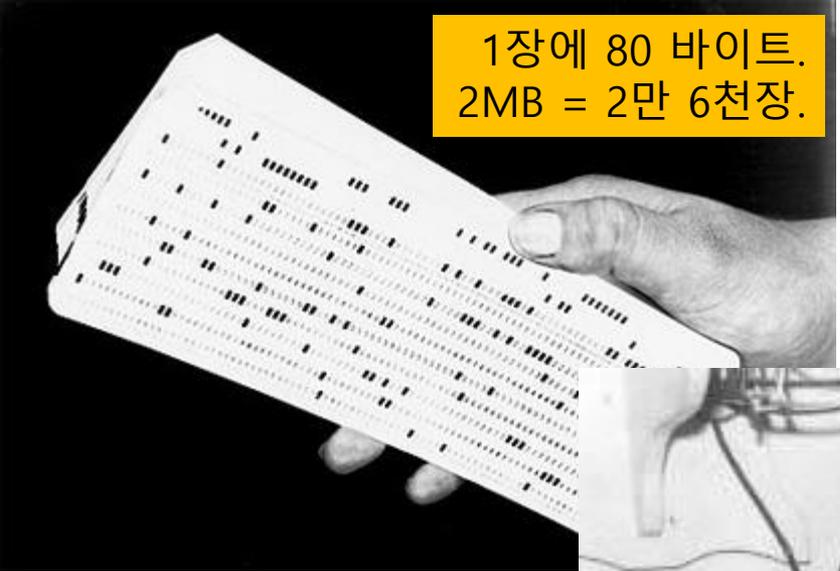
만들었을까?



1장에 80 바이트.  
2MB = 2만 6천장.

그림 출처: [http://www.maximumpc.com/files/u69/IBM\\_Punch\\_Card.png](http://www.maximumpc.com/files/u69/IBM_Punch_Card.png)

# 데이터는 무겁고 컴퓨터는 비싸고



나는 1960년대에 예일 대학에 있었는데 그 때의 컴퓨터는 무척 크고, 비싸고 또한 몹시 귀했다. 그래서 전산 센터는 희귀한 자원이 있는 핵심 지점의 역할을 했다. 옛날 마을에서 공동 우물과 같은 역할인 셈이다. 컴퓨터를 이용해야 하는 입장이라면 그 무거운 펀치 카드 박스를 들고 멀리 가서 다니고 싶진 않았을 것이다. (Mitchell, 2005)

그림 출처: <http://www.computescotland.com/images/EfVIPmeK4Y2B6oYEnMI10e30b7.jpg>



존 매카시(1961) 컴퓨터는 빠르  
니 여러 사람이 동시에 쓸 수  
있고 이걸 계속 발전시키면 컴  
퓨터 서비스가 물이나 전기와  
같은 서비스가 될 것이다.





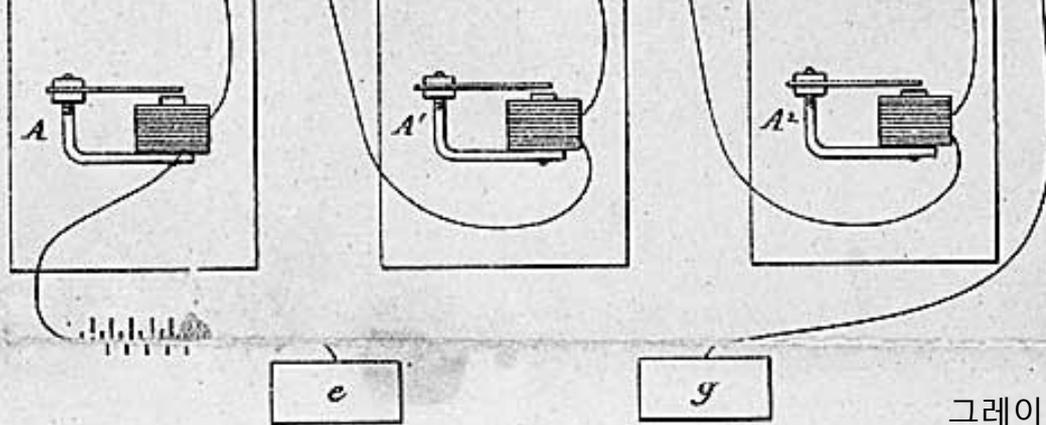
릭라이더(1962) 전 세계 어디서나 원하는 프로그램과 자료를 활용할 수 있게 해주는 은하 네트워크 제안

SAGE(1950s) 컴퓨터 기반의 항공 방위 시스템용 사용자 단말



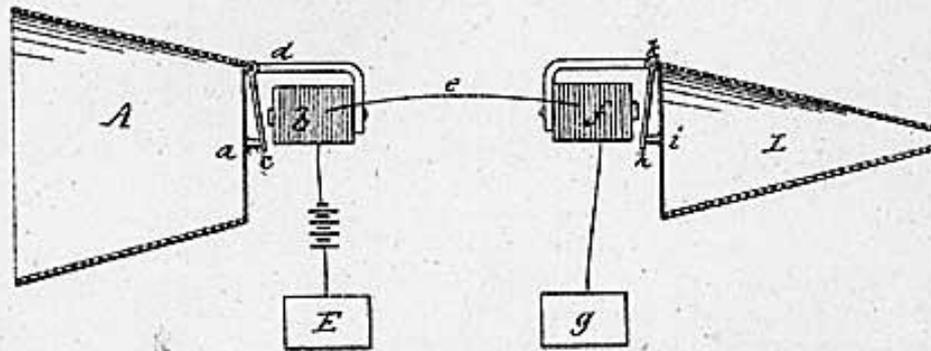
# 통신의 선구자





그레이엄 벨(1876)  
전화 특허 등록

Fig. 7



Witnesses

*E. Willis*  
*H. J. Hutchinson*

Inventor:

*a. Graham Bell*  
*by atty. Fuller Bailey*

*Telephone Patent*



The Detroit News Timely Topics

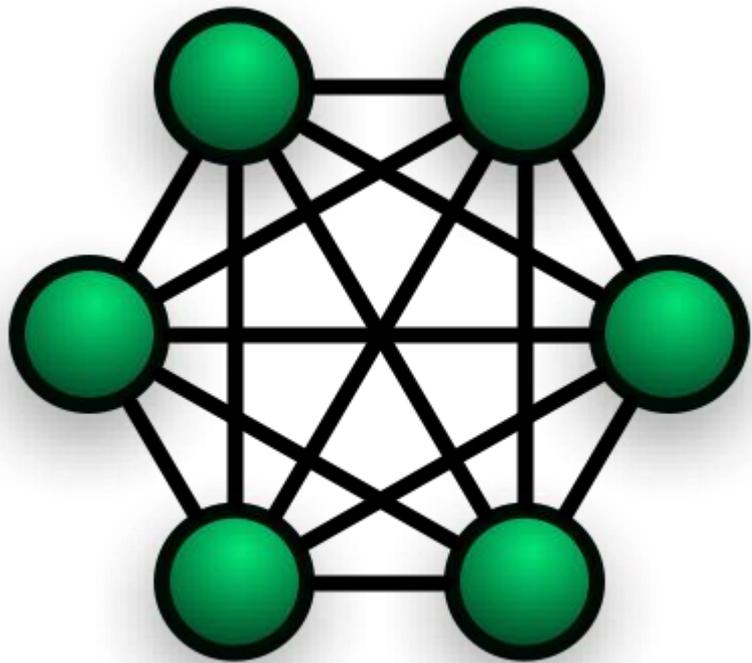


Bell's First Telephone

UNDERWOOD & UNDERWOOD, INC.  
WASHINGTON



# 전화기가 늘어나면 어찌지?



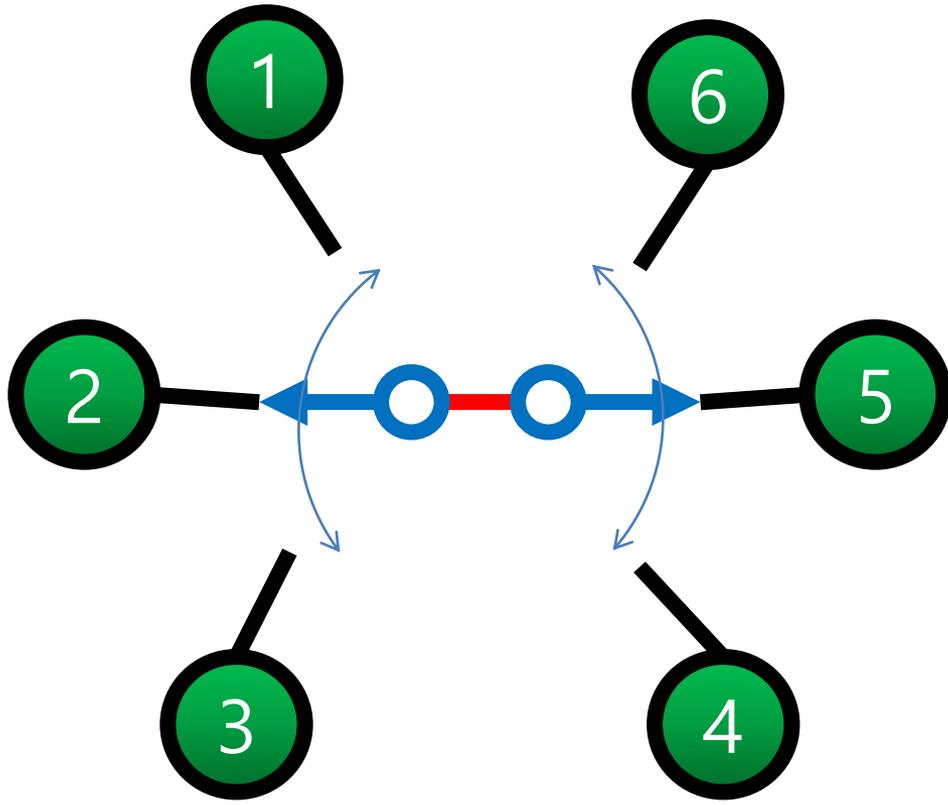
100억대의 컴퓨터를 완전히 연결하려면?

굵기 0.1mm의 회선으로 연결해도  
8만 Km 높이로 전 지구를 덮어야 한다.

$$n(n-1)/2 =$$

$$O(n^2)$$





$$n+1 = O(n)$$

○—○ 의 갯수가 동시 통화 수를 결정

➡ 는 추가하지?



# 붙어야 통한다



1896년 궁중의 전화 교환수(KT)

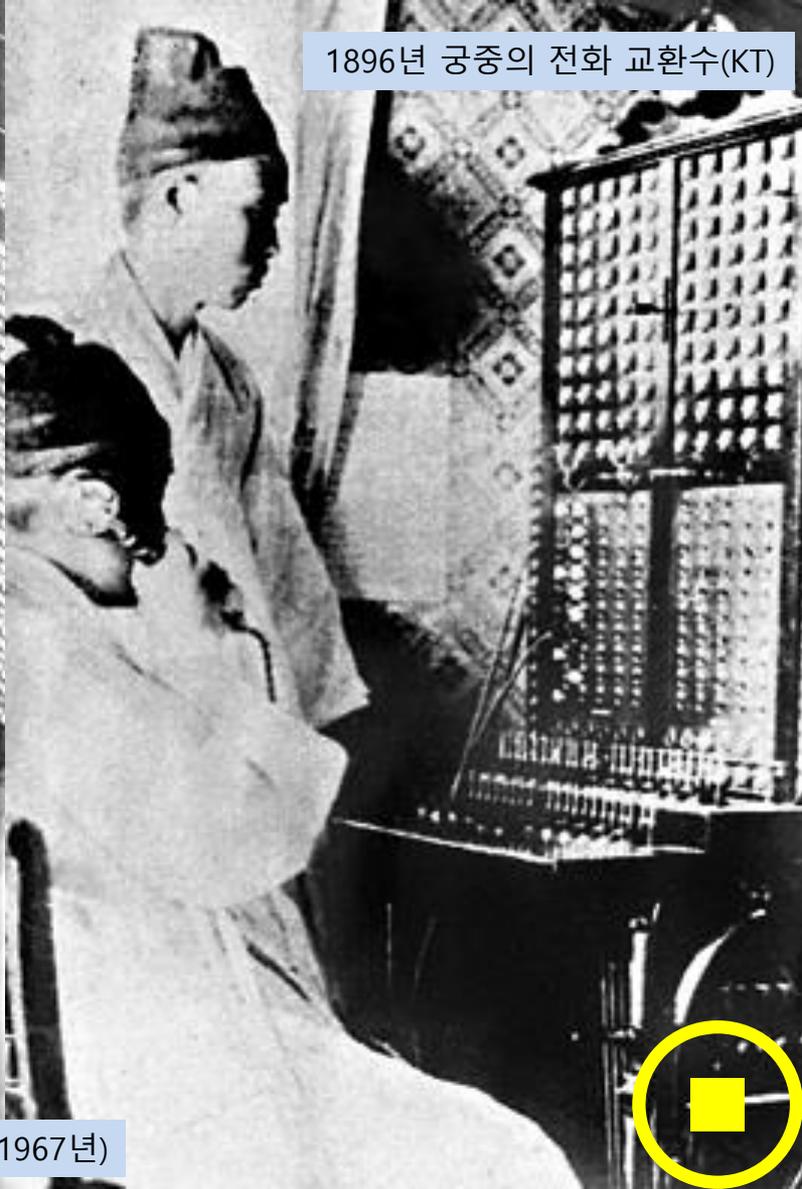
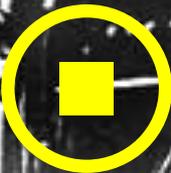
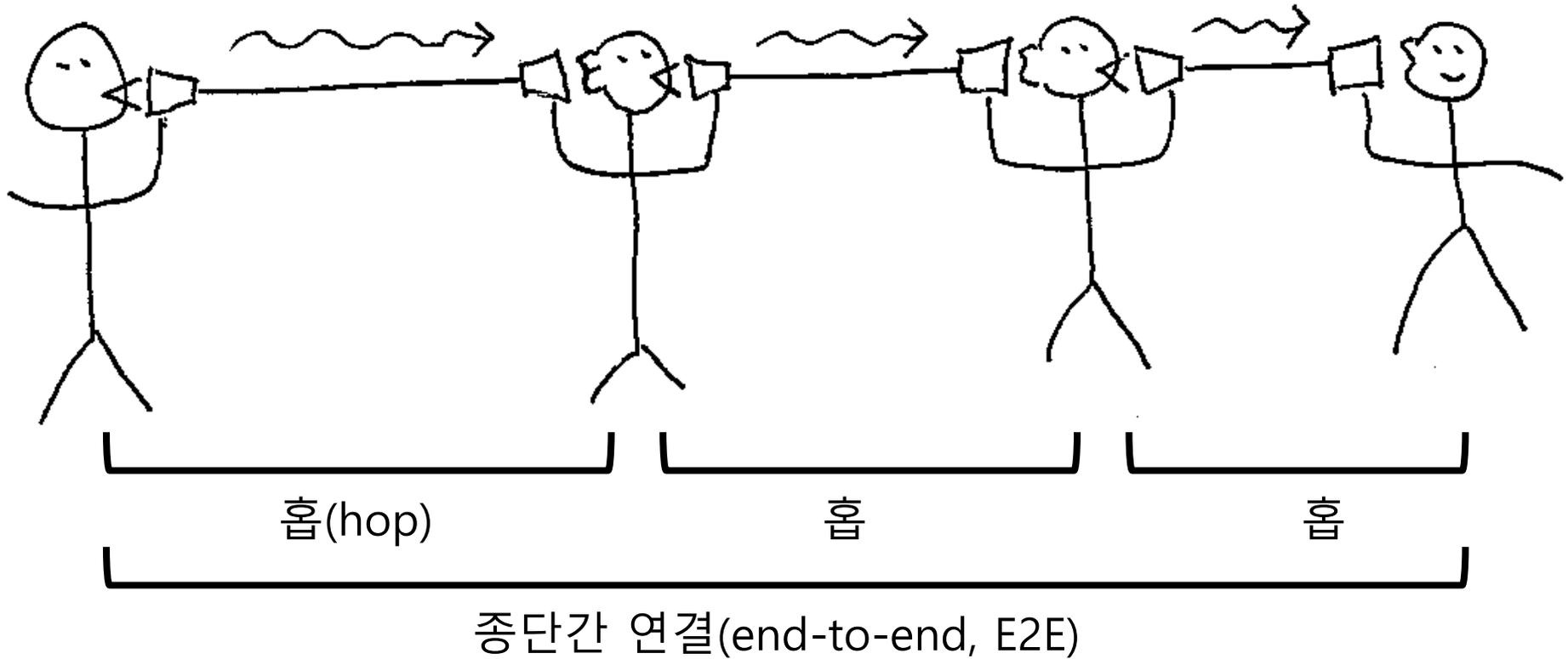


그림 출처: <https://news.v.daum.net/v/20130424023159094?f=m> (서울신문, 1967년)

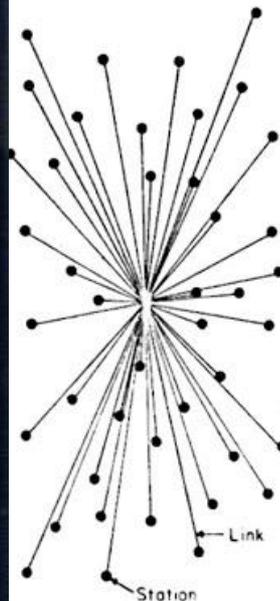




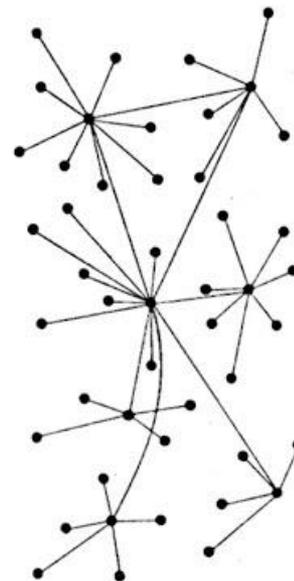
멀리까지 가려면 **중계**를 해주면 된다.

# 컴퓨터 통신의 시작

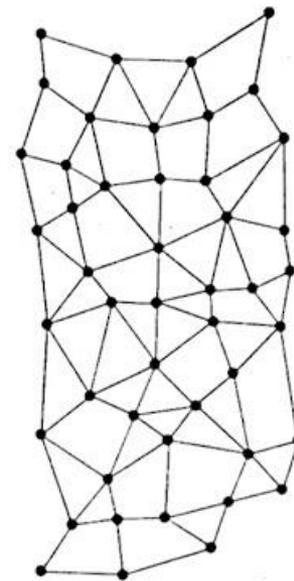
# 패킷의 탄생



CENTRALIZED  
(A)



DECENTRALIZED  
(B)



DISTRIBUTED  
(C)

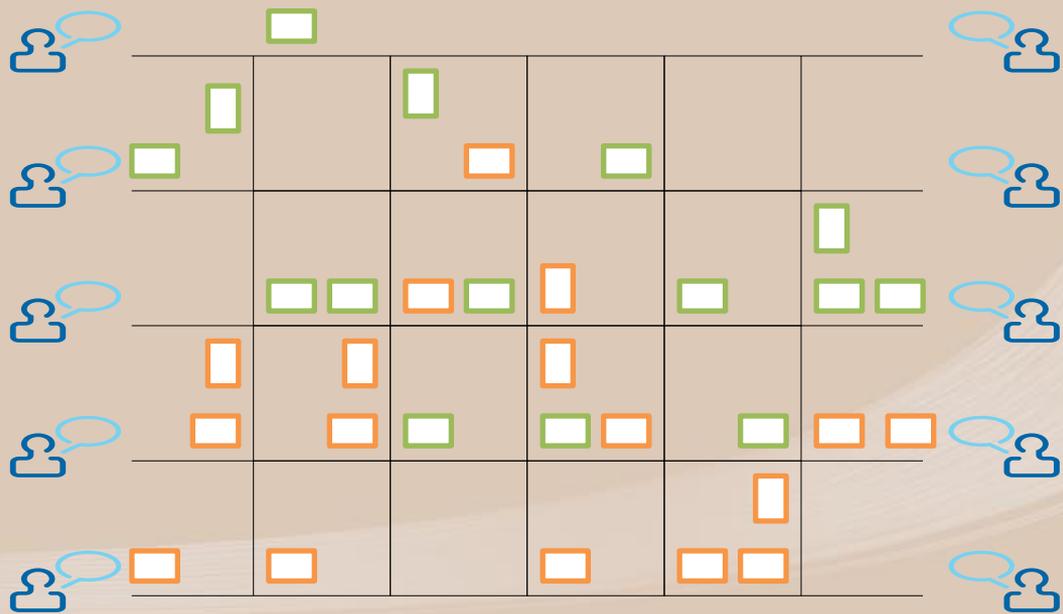
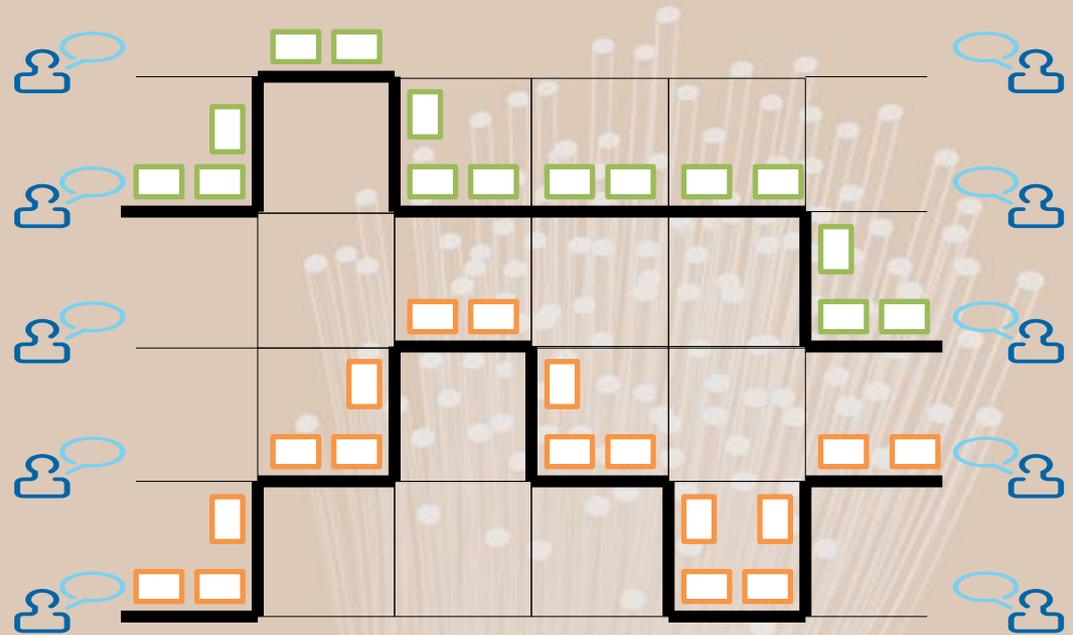
레너드 클라인락 (1962)  
컴퓨터를 시간의 축으로  
쪼개서 공유할 수 있다면  
회선도 같이 하면 안돼?

폴 바란@RAND(1960)  
핵 무기에도 버티는  
생존형 통신 수단 개발

도널드 데이비스@NPL  
(1964) **패킷** 스위칭!

길을 **미리** 뚫어 놓는다.  
 통화(세션) 끝까지 **전용**이다.  
 회선이 낭비될 수 있다.  
**품질**이 보장된다.  
 끊기면 **끊긴다**.

# circuit switching

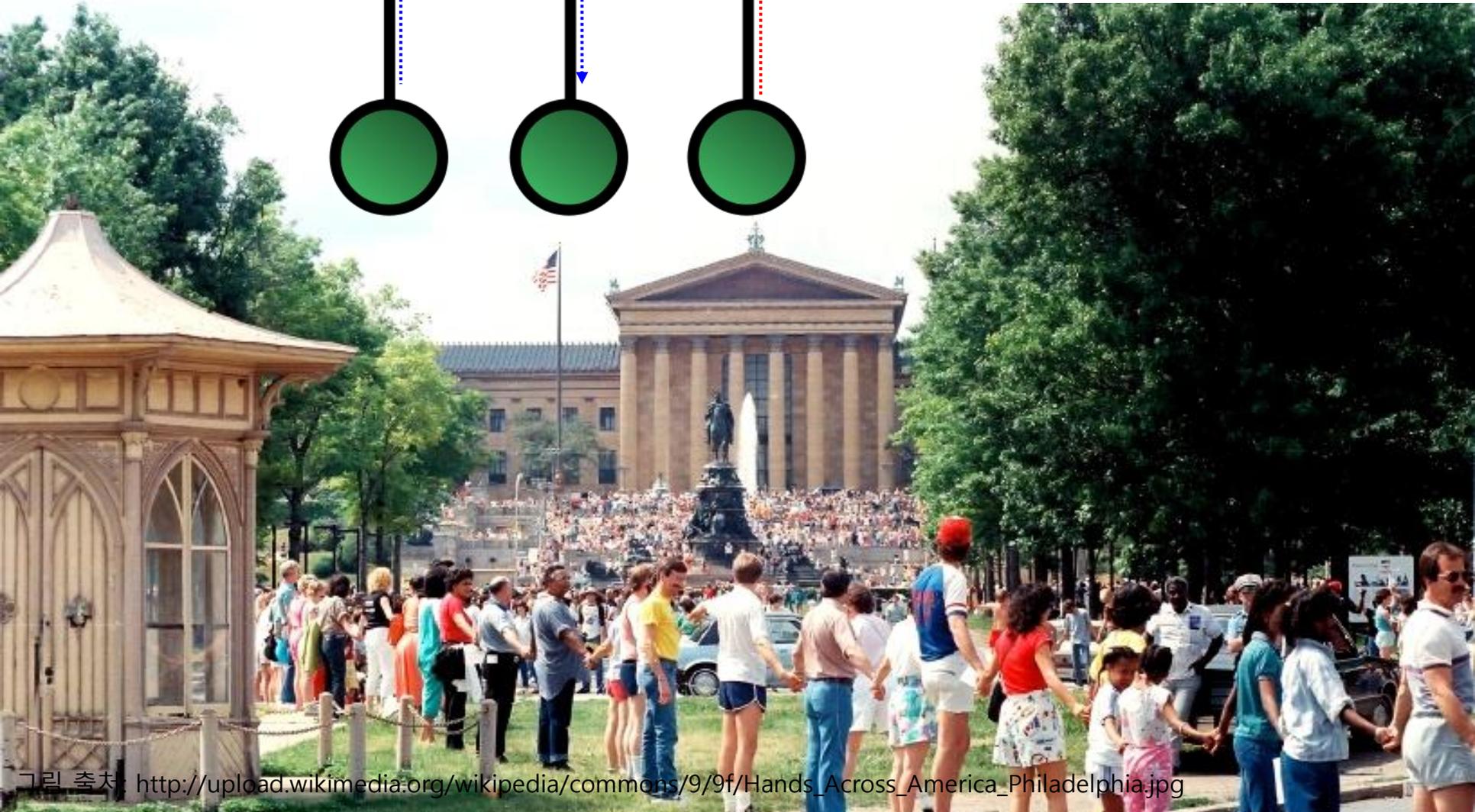
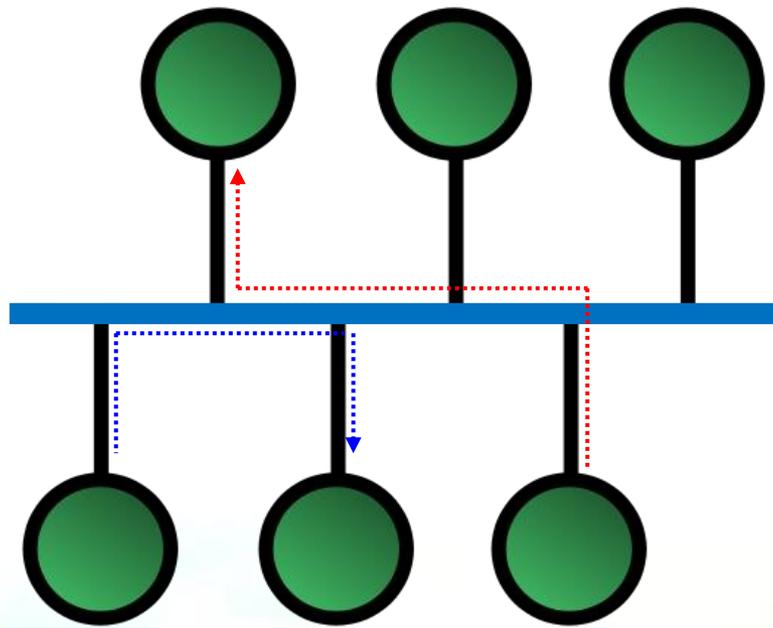


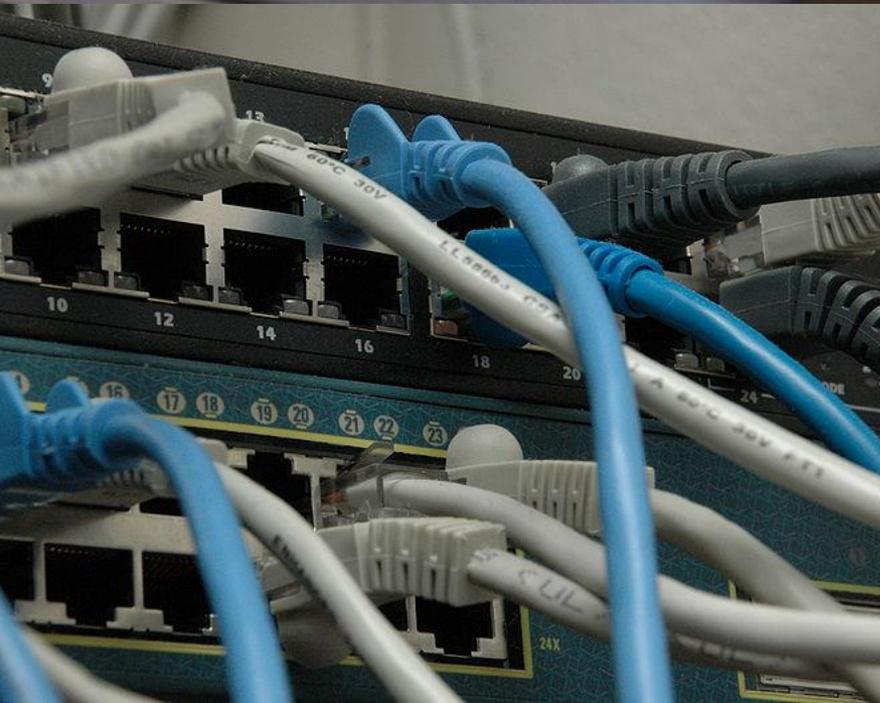
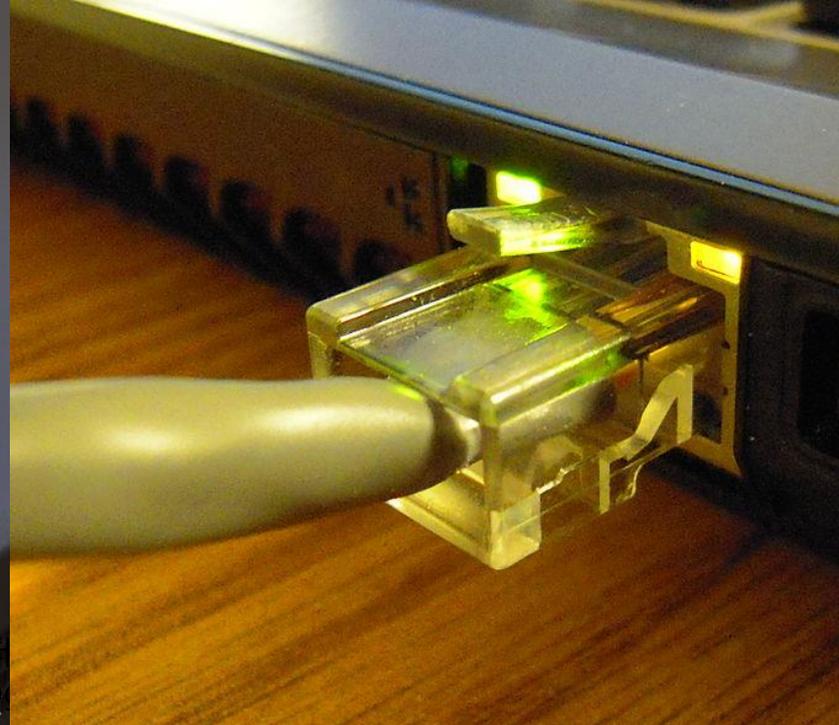
# packet switching

패킷을 **전달하면서** 길을 정한다.  
 통화(세션) 개념이 없다.  
 회선을 **공유**할 수 있다.  
 품질이 보장되기가 거의 불가능.  
 끊기면 **돌아서라도 간다**.

패킷 덕분에 회선의 독점  
할당에서 해방되어

버스 탄생





패킷의 고민: 어디로 가야?  
버스의 고민: 충돌은 어찌지?

→ 메트칼프(1973) **Ethernet**

패킷 앞에 목적지를 표시(MAC 주소)

CS: carrier sense 남이 안 보낼 때

MA: multiple access 여럿이 공유

CD: collision detection 충돌 확인

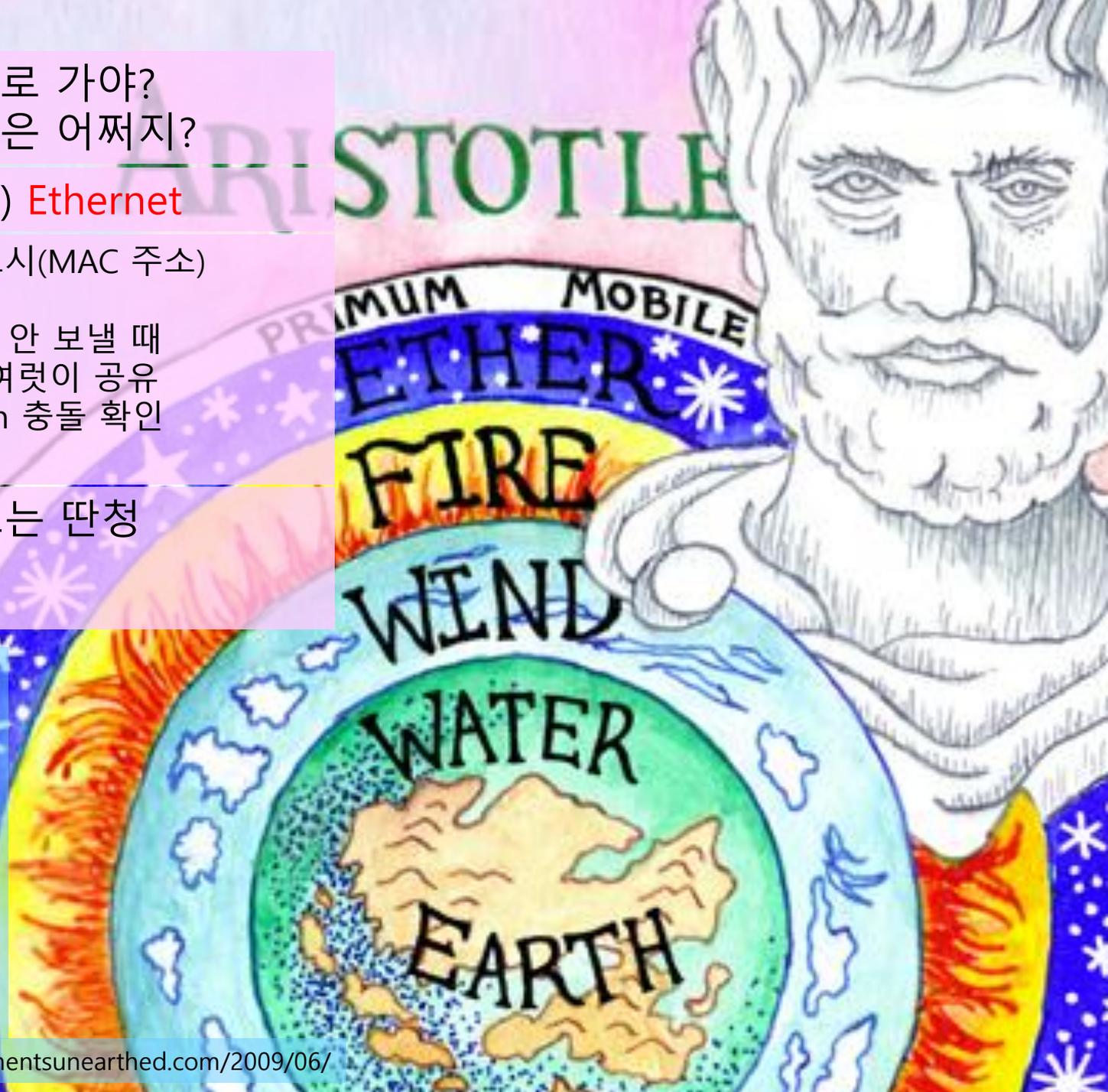
→ **random** back off

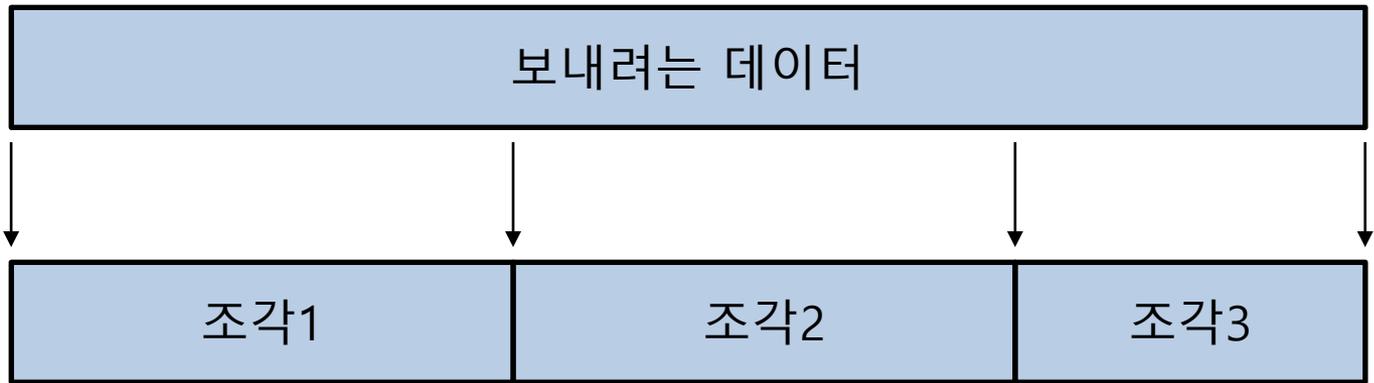
→ 그리고 도청 또는 딴청

Promiscuous mode

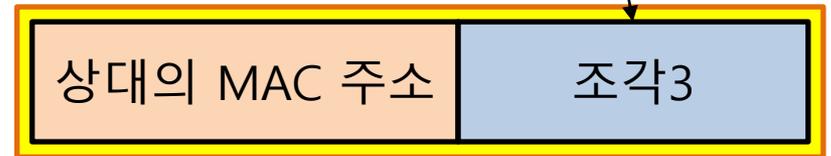
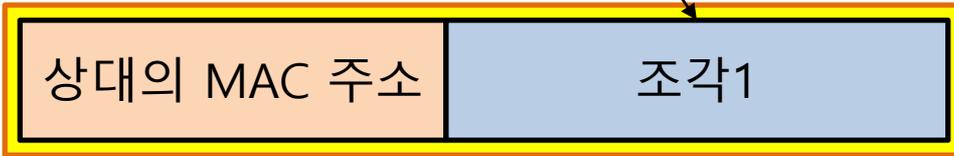
들리지만 못 듣는 척

기원전 3세기의 아리스토텔레스는 우주의 중심이 지구이고 그 위로 달, 태양, 행성이 수정 구면 위에 붙어 궤도를 돌고 있다고 주장했다. 세계는 (무거운 순서로) 흙, 물, 공기, 불의 4원소로 구성되어 있어 불안정하(고 땅으로 추락하)지만 우주의 천체는 **완벽한 물질인 에테르**로 구성되어 있어 완벽하(고 땅으로 추락하지도 않는)다고 했다. 이런 생각은 16세기까지 유럽에서 받아들여졌다. (nasa 홈페이지에서 발췌 번역)





MAC 패킷



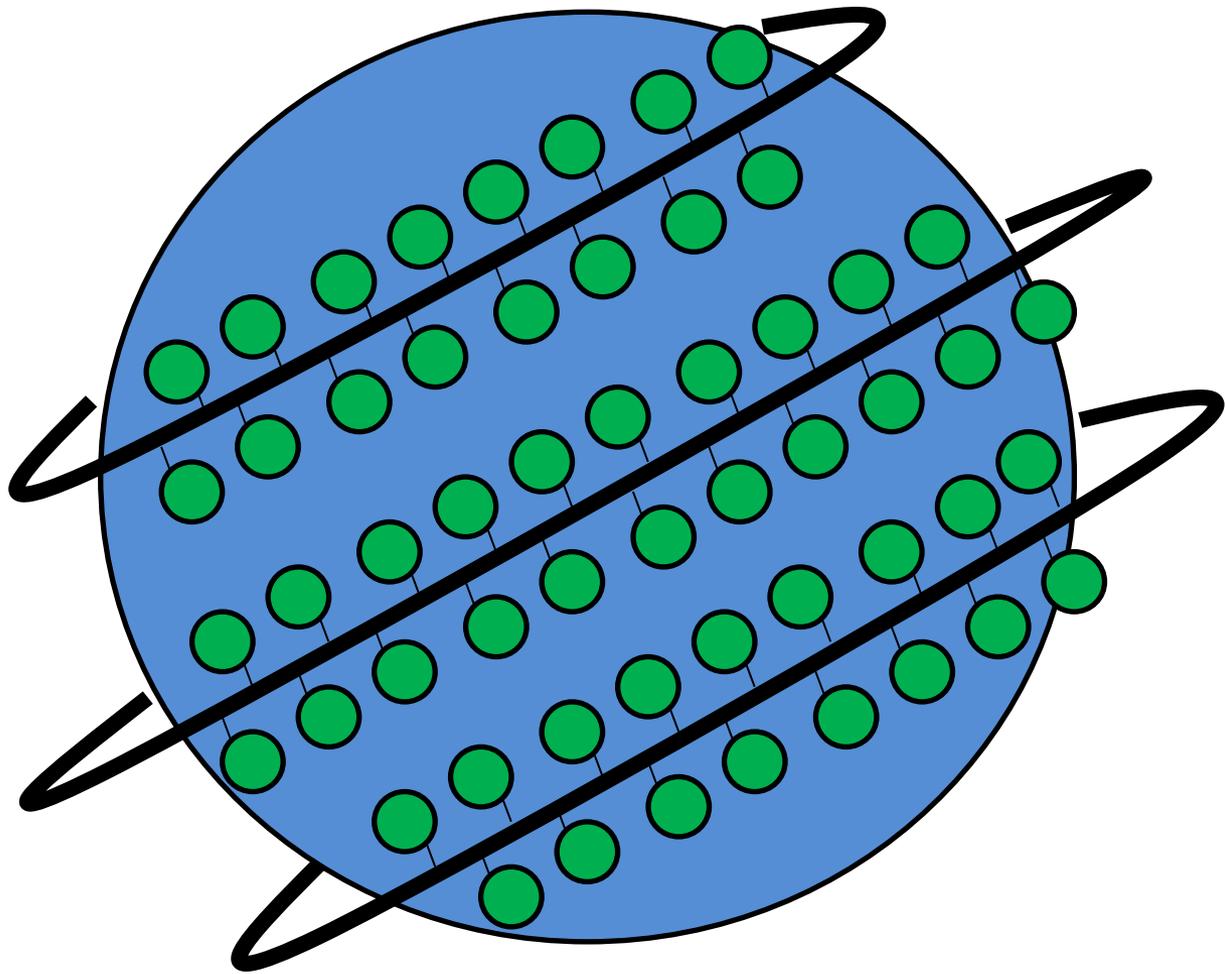
MAC 주소는 주소라고 하기엔...

# MAC or L2

**직접** 연결된 컴퓨터  
끼리 데이터를  
주고 받을 수  
있게 되었다

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data link
Physical

# 전 지구 단일 버스 네트워크

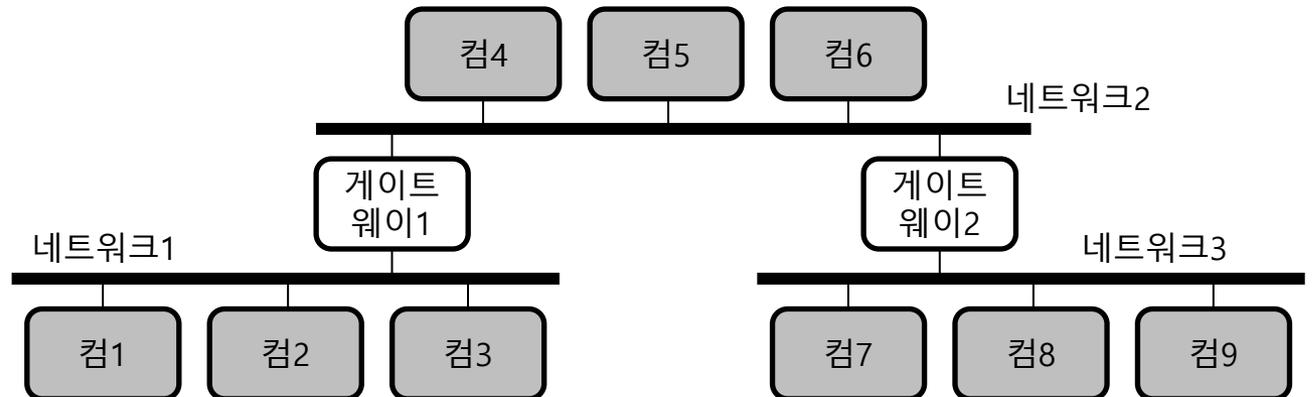


굵벵이 빛 또는 너무 큰 지구

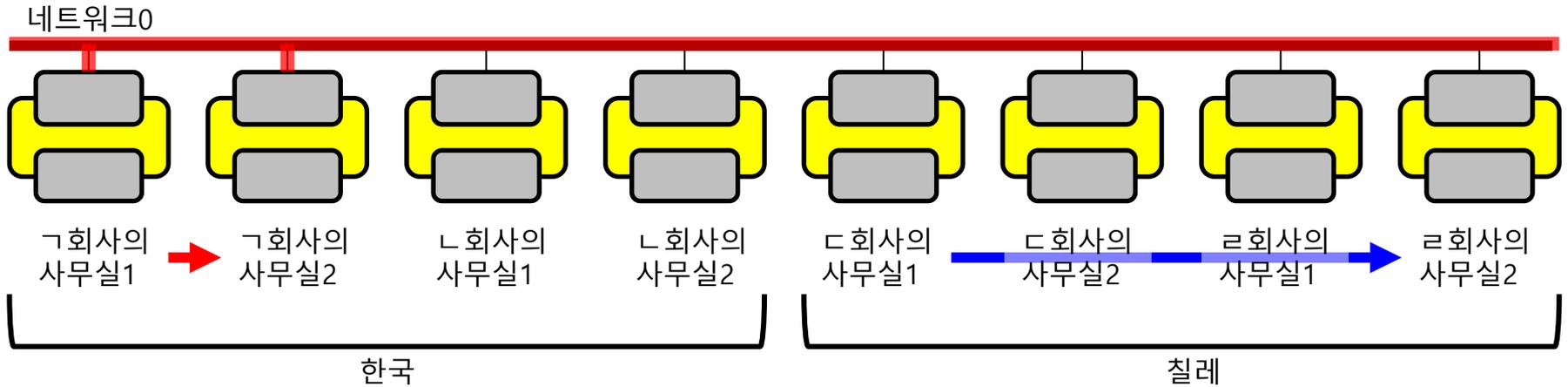


하나로 안 된다 → 여러 네트워크로 쪼개자.  
서로 연결은? → 양 다리 걸친 장비를 만들자.

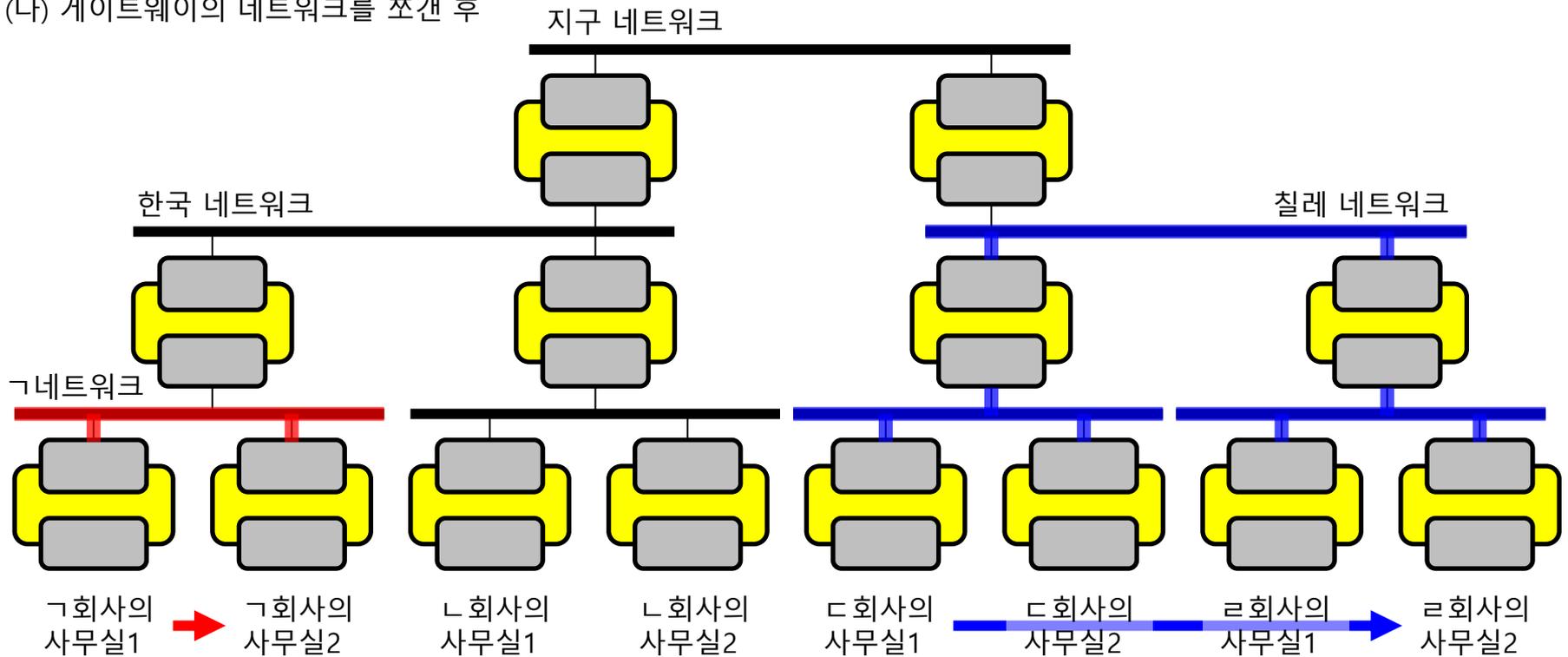
# 게이트웨이로 연결된 여러 네트워크 inter - net



(가) 게이트웨이의 네트워크를 쪼개기 전



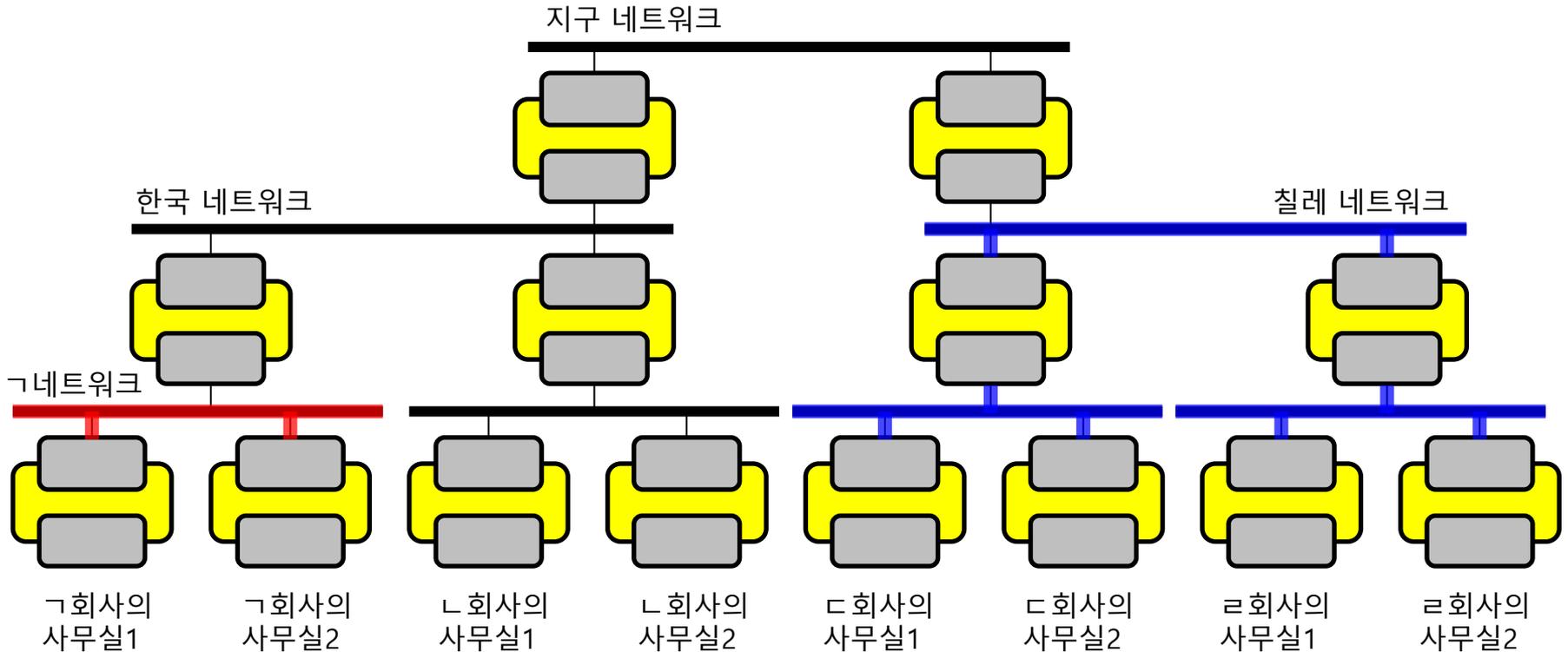
(나) 게이트웨이의 네트워크를 쪼갠 후



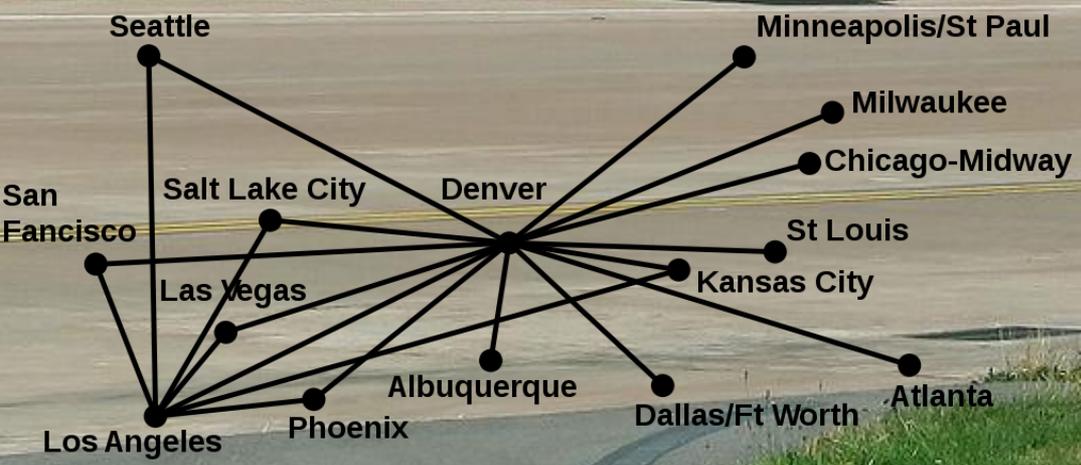
# 게이트웨이의 고민

- 무엇을 퍼 나를지 어떻게 아는가?
- 그것을 알기 위한 비용을 어떻게 줄일 것인가?

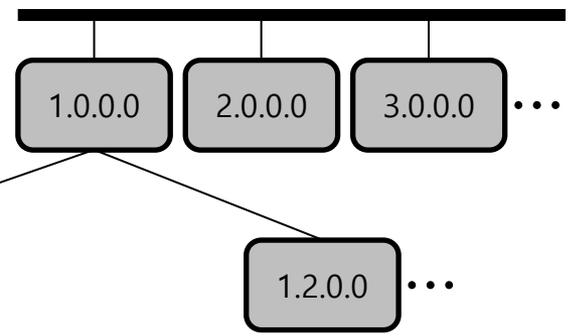
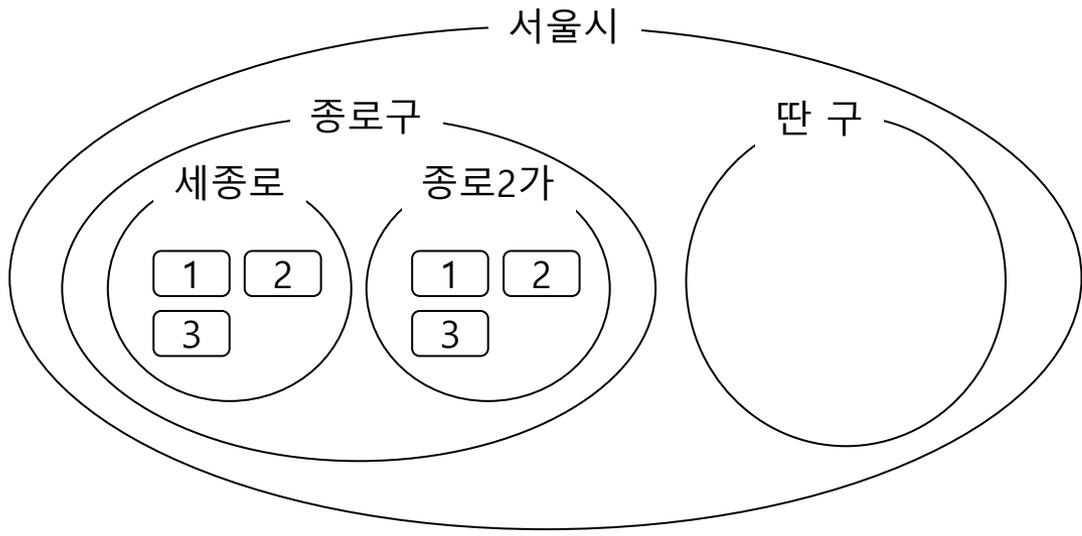
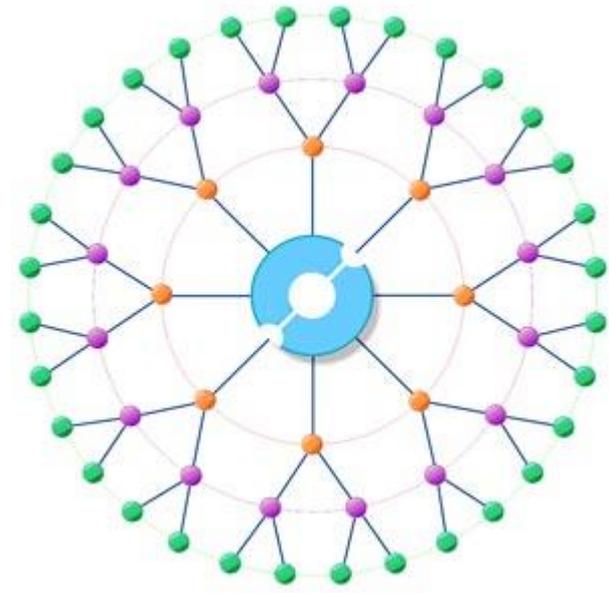
## inter - net



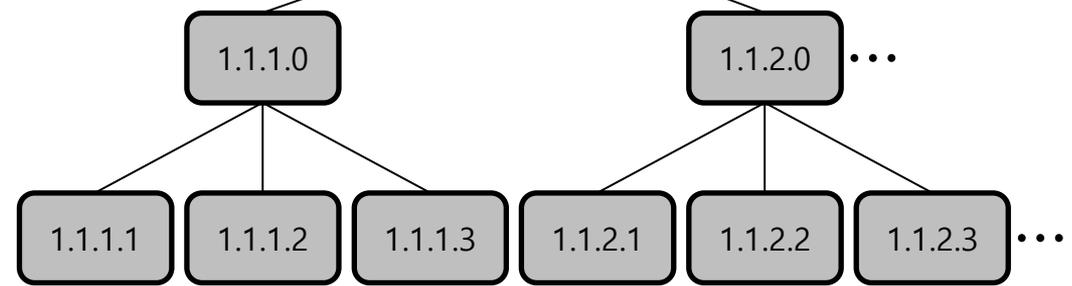
프레데릭 스미스 (1960s)  
대학 리포트로 IT 기술을 이용  
한 당일 배송 시스템 제안  
→ C학점  $\pi\pi$   
→ 1971년 FedEx 창업



1. 모르면 위로 보내라. 고민은 한 곳에서 하자.
  2. 주소는 "위치"를 나타내야 한다. ( $\neq$  MAC)
- 컴퓨터 주소 = 네트워크 주소 + 자신을 구별하는 번호  
 ≙ "서울시 종로구 세종로" + "1번지"



1.1.1로 시작하면 왼쪽  
 1.1.2로 시작하면 오른쪽  
 그 외는 위로 보낸다



# IP 주소 & 라우팅

# 더 현실적인 인터넷 모습 (오래된 그림)

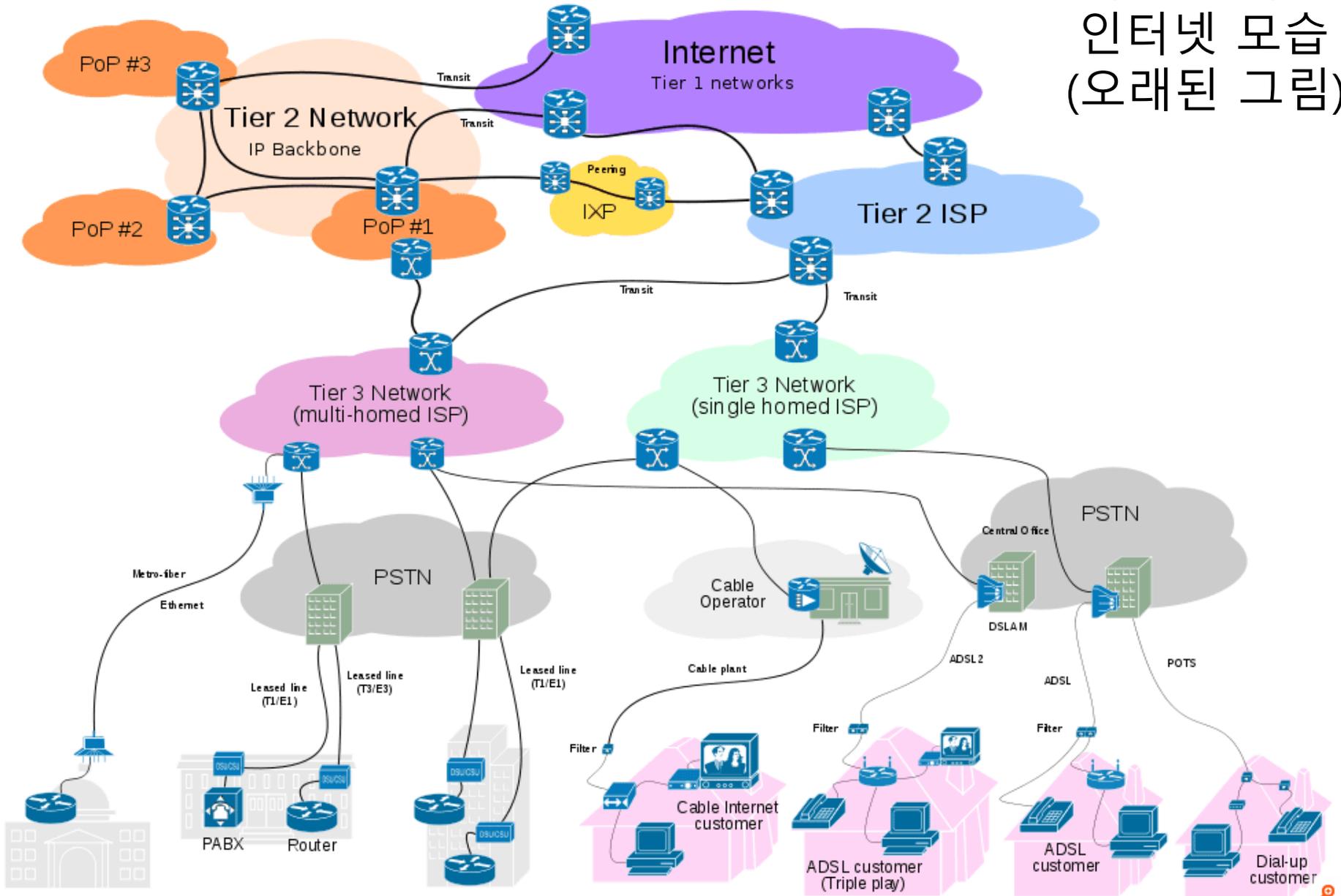
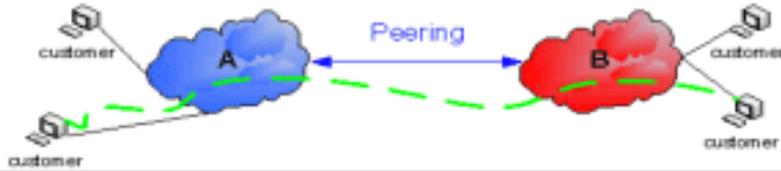


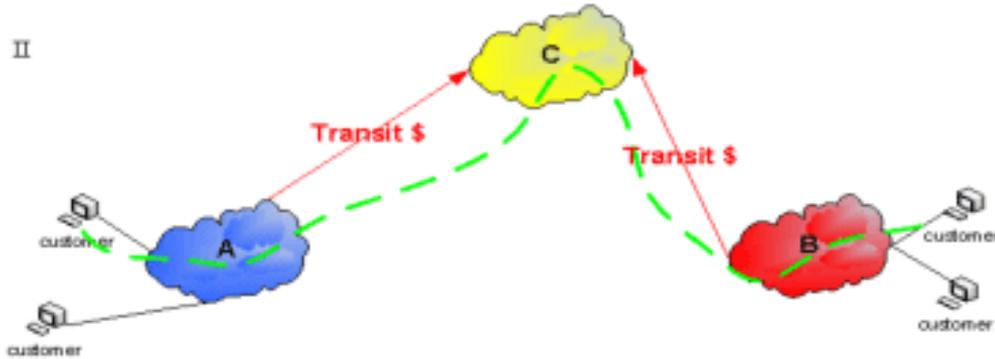
그림 출처: <http://arstechnica.com/security/2013/04/can-a-ddos-break-the-internet-sure-just-not-all-of-it/>

# ISP의 경제학 (transit vs. peering)

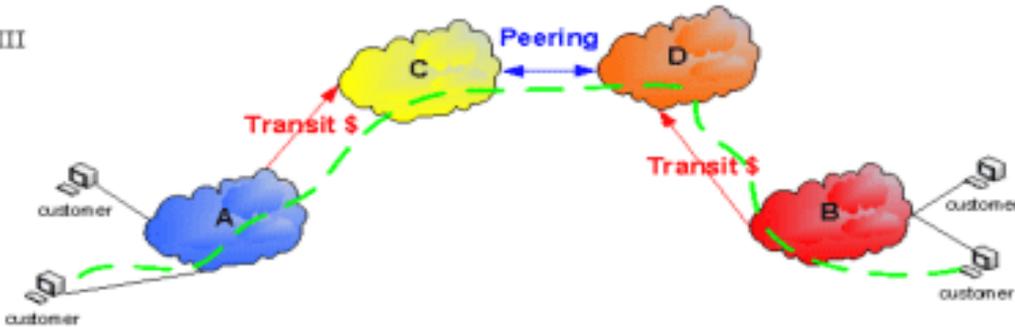
I



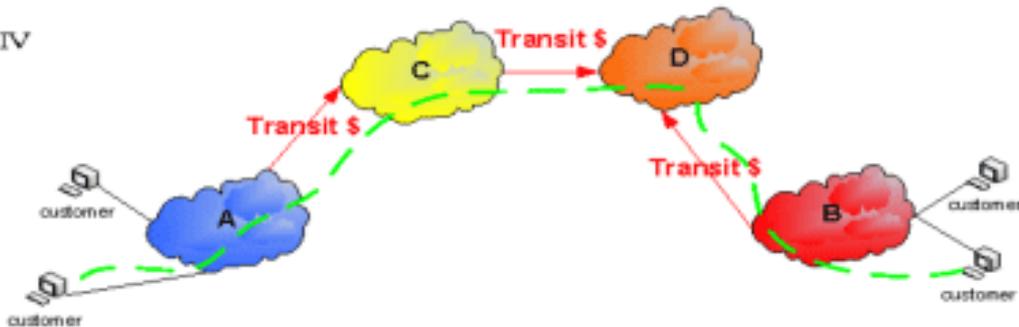
II



III



IV



# 인터넷 연결로 본 지구

## 2017년 AS level Internet map

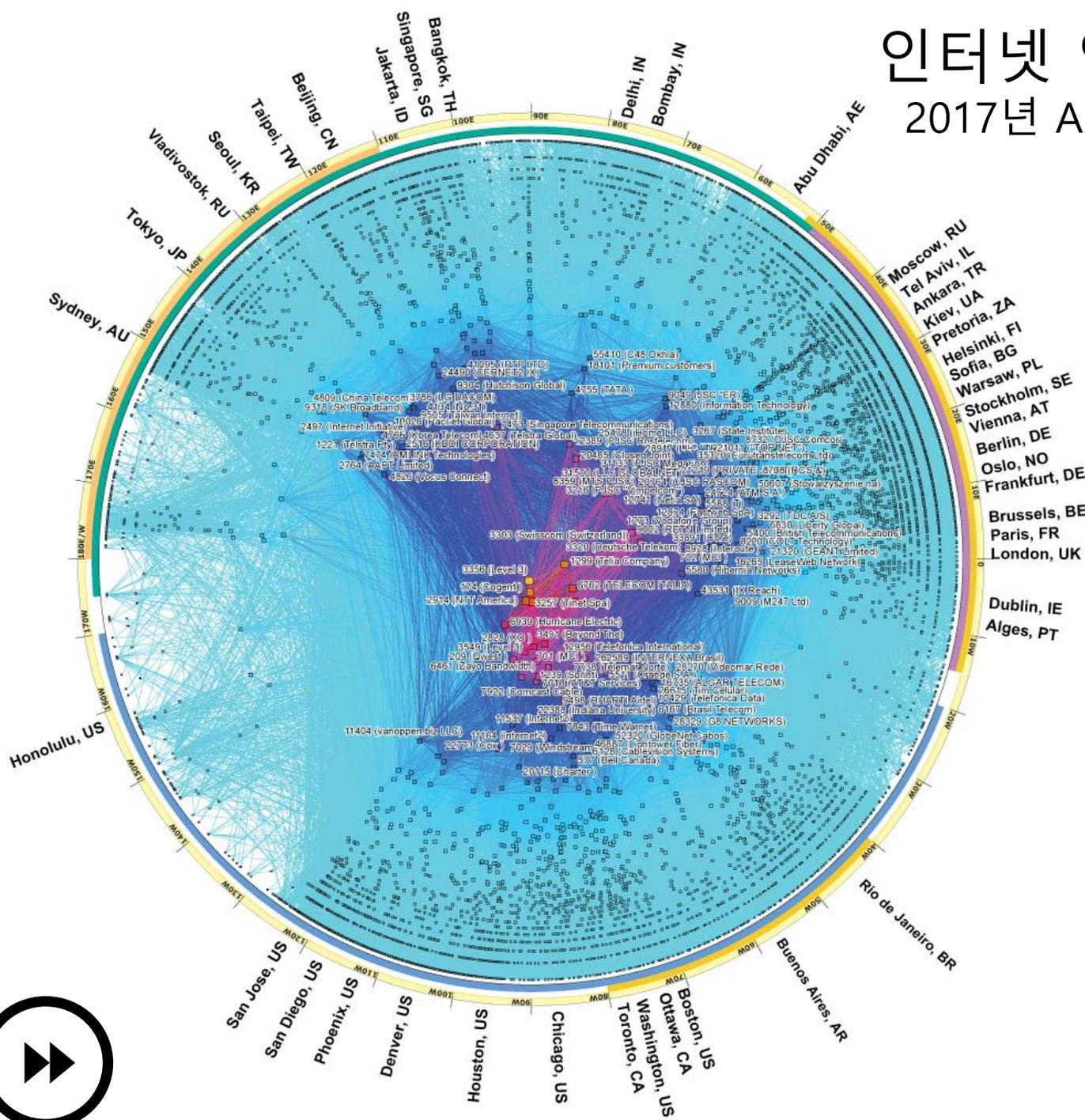


그림 출처:  
[https://www.caida.org/research/topology/as\\_core\\_network/](https://www.caida.org/research/topology/as_core_network/)



Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data link
Physical

# IP or L3

전세계 어느 컴퓨터로나  
상대의 IP 주소를 알면  
데이터를 보낼 수 있다.

(인터넷은 완성? 막 보내면 됨?)



olleh

O2story.blog.me

# 5G는 더 빠르지 않은 걸까요?

5G 광고

4G 광고

그림 출처:<http://702story.blog.me>

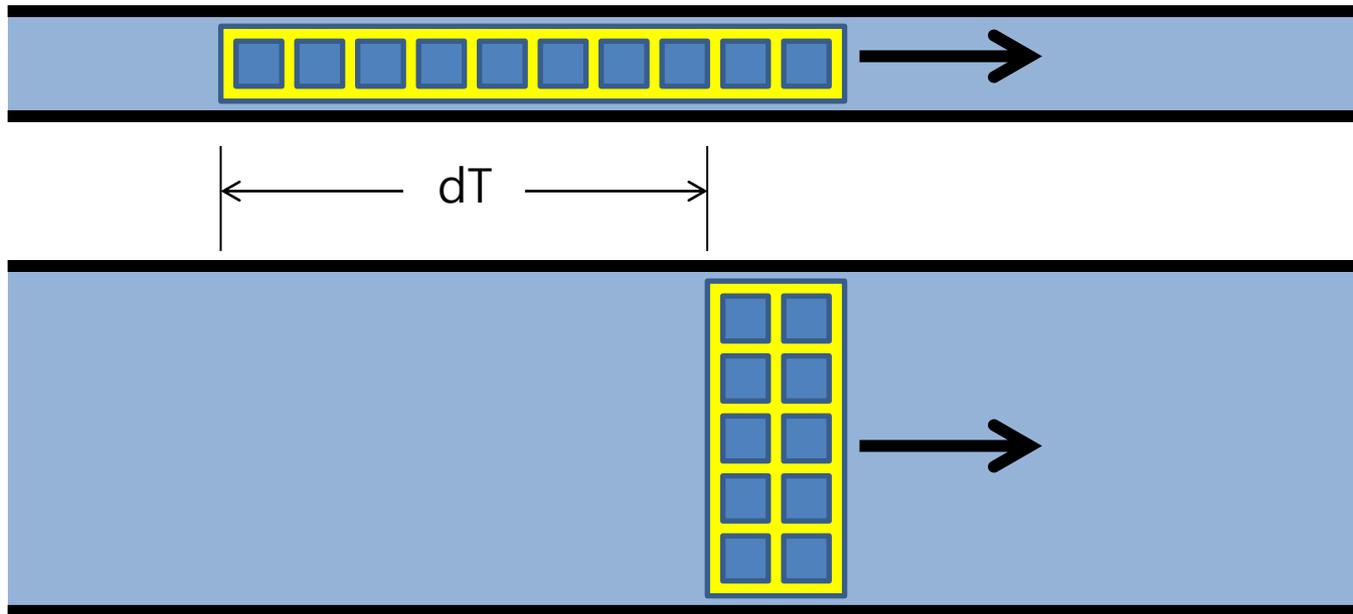


앞으로의 시대를  
4차 산업혁명 시대도 아니고  
5G 시대도 아닌  
**초(超)의 시대**라 부르기로 했습니다

패킷의 전달 속도는 **거의** 같다. 다만 길이 넓어질 뿐

# 굵고 짧게 혹은 가늘고 길게

패킷 몇 개 보내서는 樂이 없다.

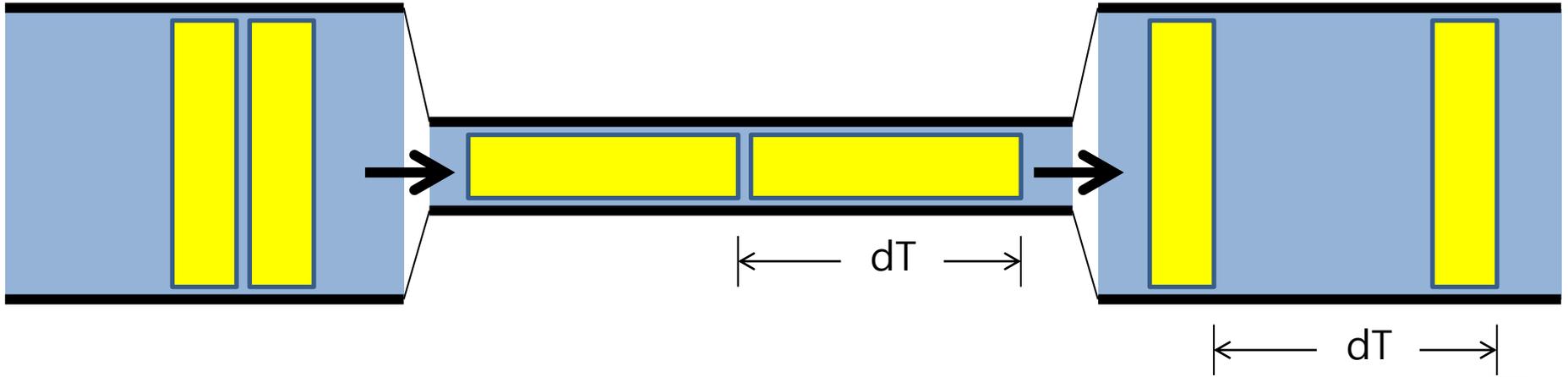


n개 연달아 보내면  $n \times dT$  만큼 짧아진다!

네트워크A

네트워크B

네트워크C



연달이 보내봤자 병목이 전체 속도를 결정한다. 게다가 병목에서 줄 서다

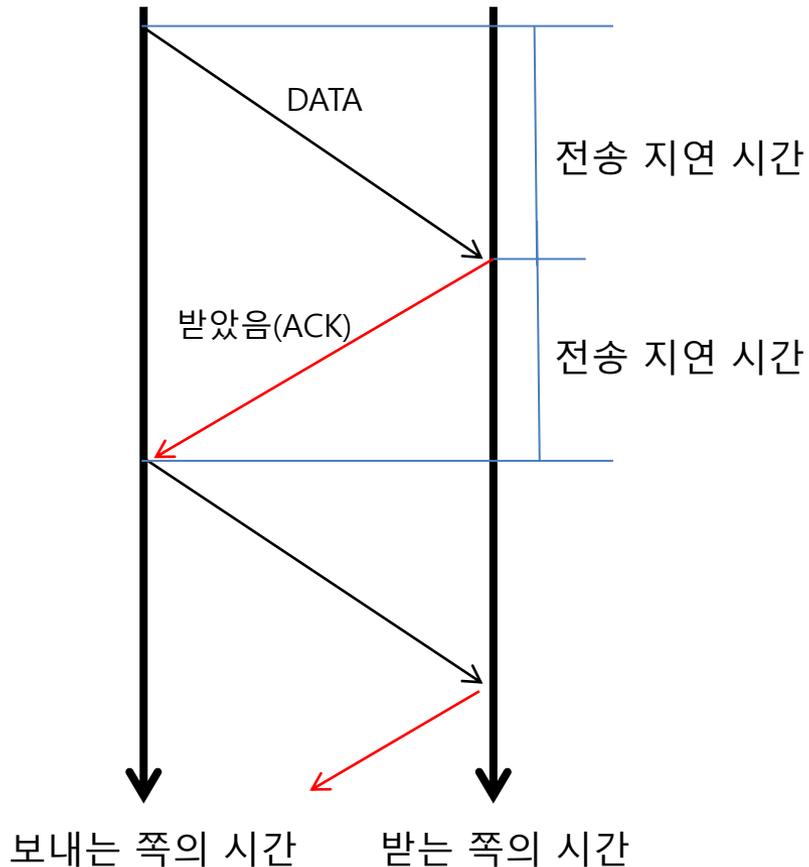
패킷이 **손실**이 발생할 수도...



# 병목만이 문제가 아니었다!

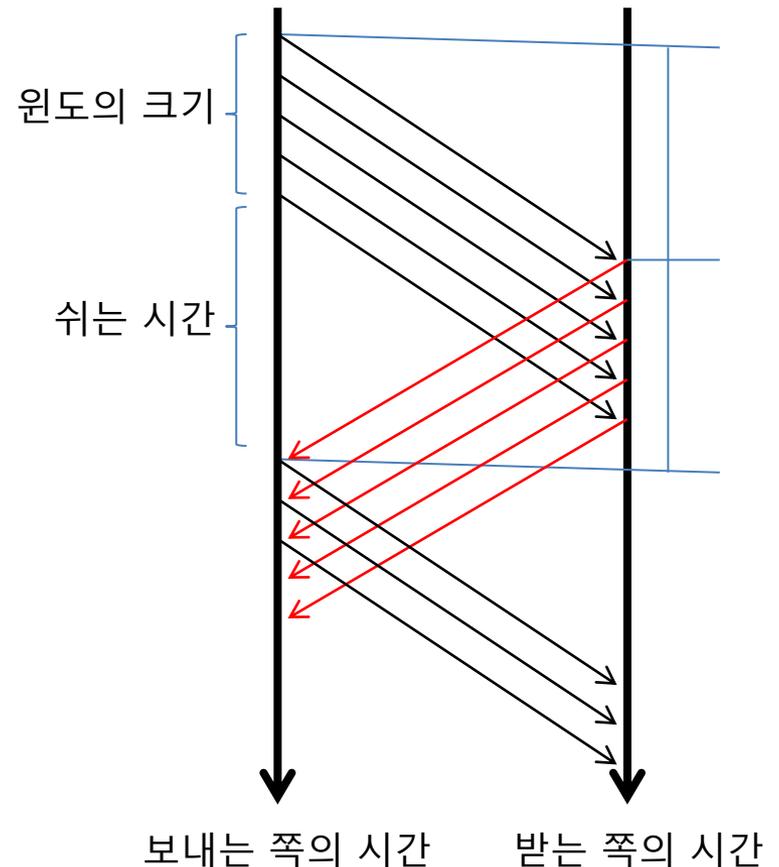
## 순진한 ARQ

전달을 확인할 수 있지만 연달아 보낼 수 없다.  
패킷 손실을 확인하는데 오래 걸린다.



## 윈도 개념 적용 (연달아 보내기)

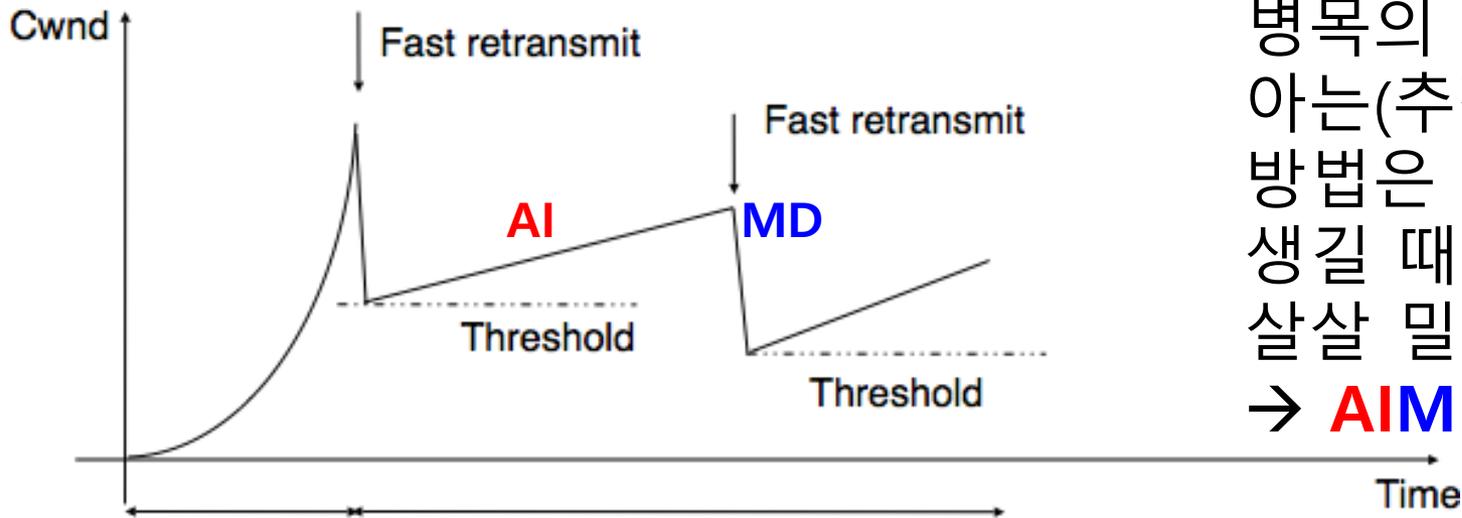
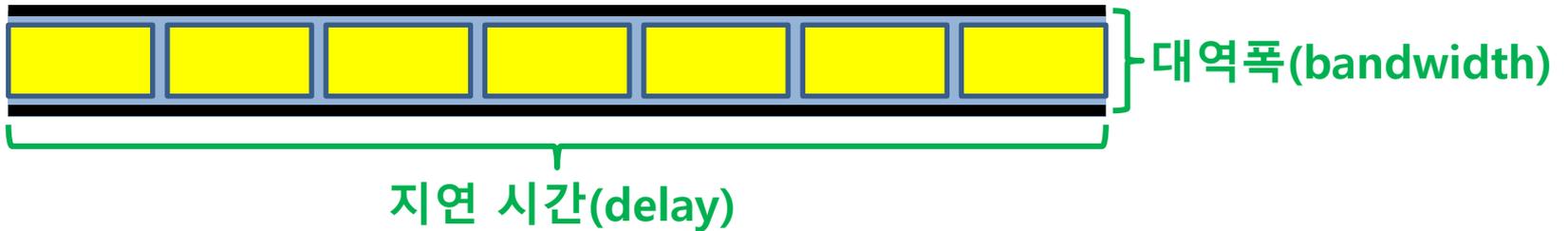
답이 안 와도 몇 개는 믿고 보내자.  
패킷 손실도 더 빨리 알 수 있다. 왜?



이 문제를 해결하려는 전송 계층 프로토콜의 목표는

# Bandwidth x Delay

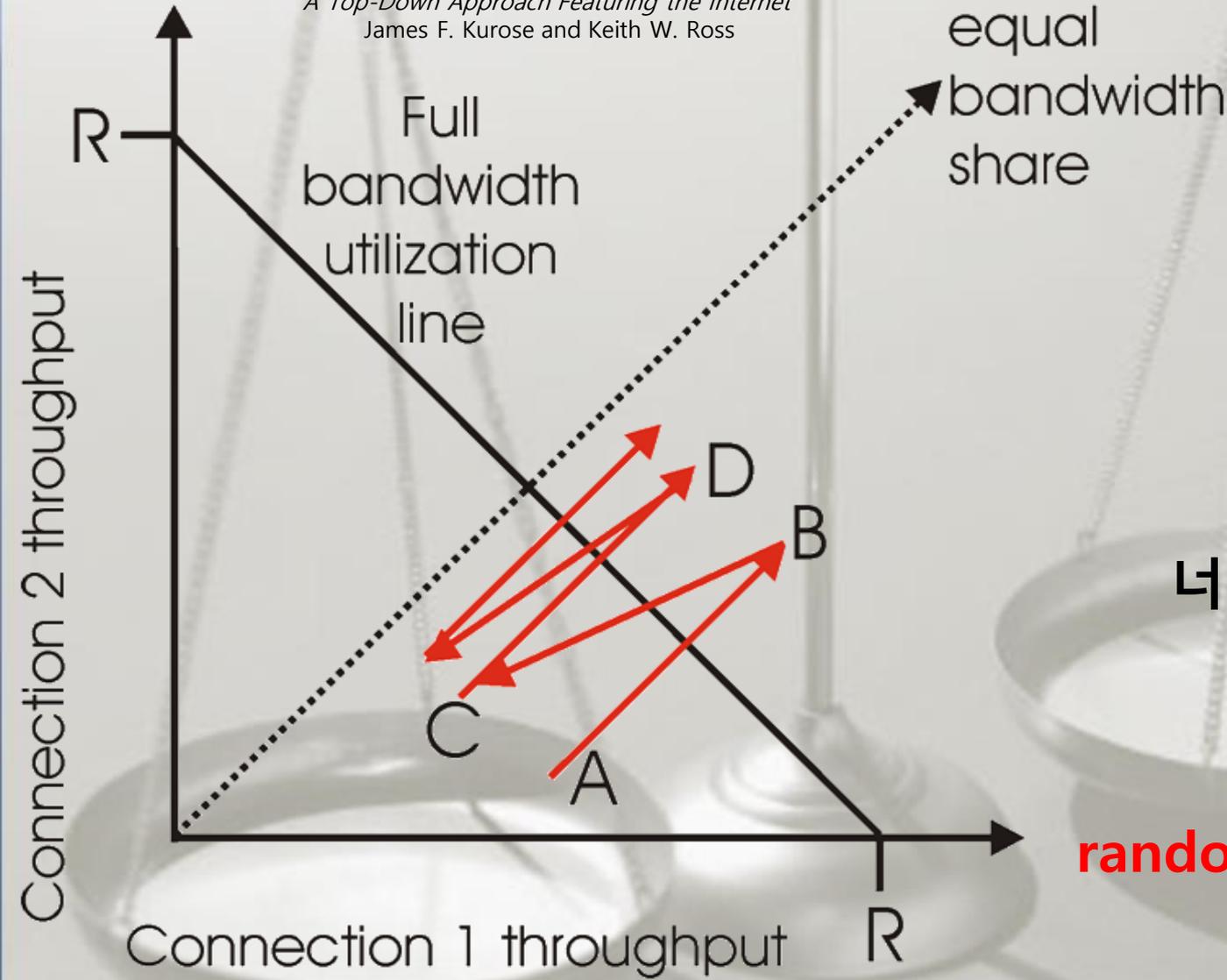
만큼의 패킷을 네트워크에 흐르게 하는 것! (꽉꽉 채우자)



병목의 대역을  
아는(추정하는)  
방법은 손실이  
생길 때까지  
살살 밀어 넣기  
→ **AIMD**

**Slow-start**  
exponential increase of cwnd

**Congestion avoidance**  
linear increase of cwnd



너무나도 아름다운  
**TCP fairness**

**tail drop** vs.  
**random early drop** vs.  
any others

네트워크에서의 **의도적 간섭**은  
언제 얼마나 허용되어야 하는가?



Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data link
Physical

# TCP or L4

전세계 어느 컴퓨터로나  
데이터를 **빨리** 그리고  
**깨지지 않게** 보낼 수 있다.

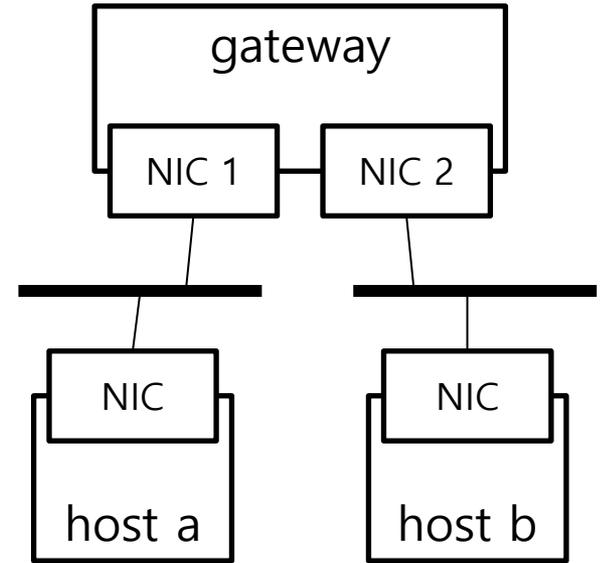
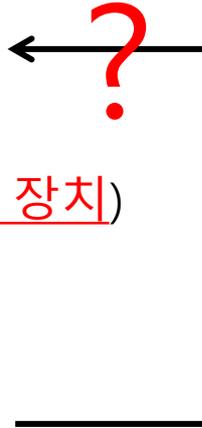
앞에서 안 하고 넘어온 이야기  
상대의 **MAC 주소**는 어떻게 알 수 있나?



내가 접속하려는 컴퓨터(의 네트워크 연결 장치)



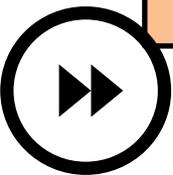
전 세계 어디로든 연결  
하려면 **IP 주소**가 필요  
(IP 주소 = 위치 + ID)



ARP 요청



ARP 응답

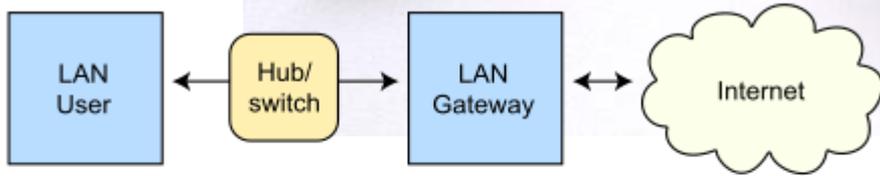


# ARP의 명과 암

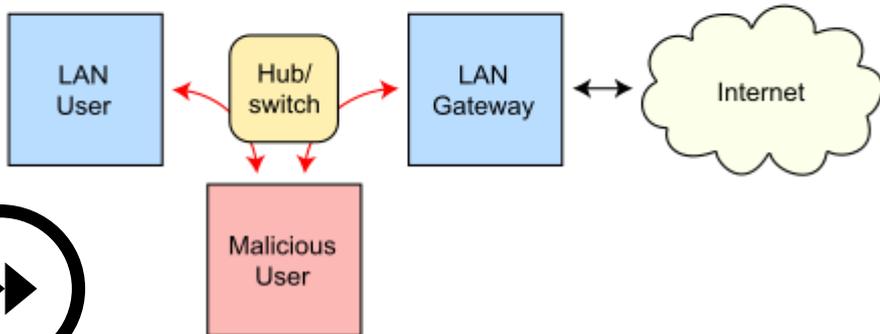
- Man-in-the-middle attack
- Denial of service attack
- + IP 통제



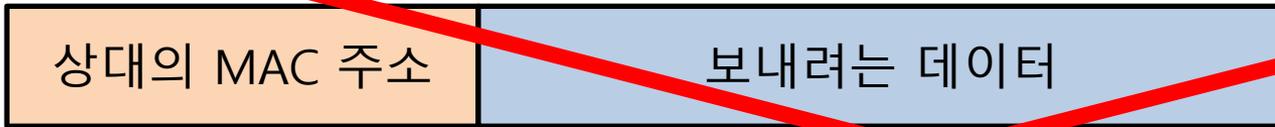
Routing under normal operation



Routing subject to ARP cache poisoning



MAC 패킷



같은 버스에서만

IP 패킷



인터넷 전체

# 하지만...

패킷을 보내고 받는 양자는 **연결**되어 있어야 한다 → 항상 MAC 패킷으로 보내야

## MAC의 탈을 쓴 IP



IP 패킷이 생각하는 내용물

MAC 패킷이 생각하는 내용물 = IP 패킷



# + ARP

같은 네트워크에 연결된  
컴퓨터의 IP 주소를 알면  
MAC 주소를 안다

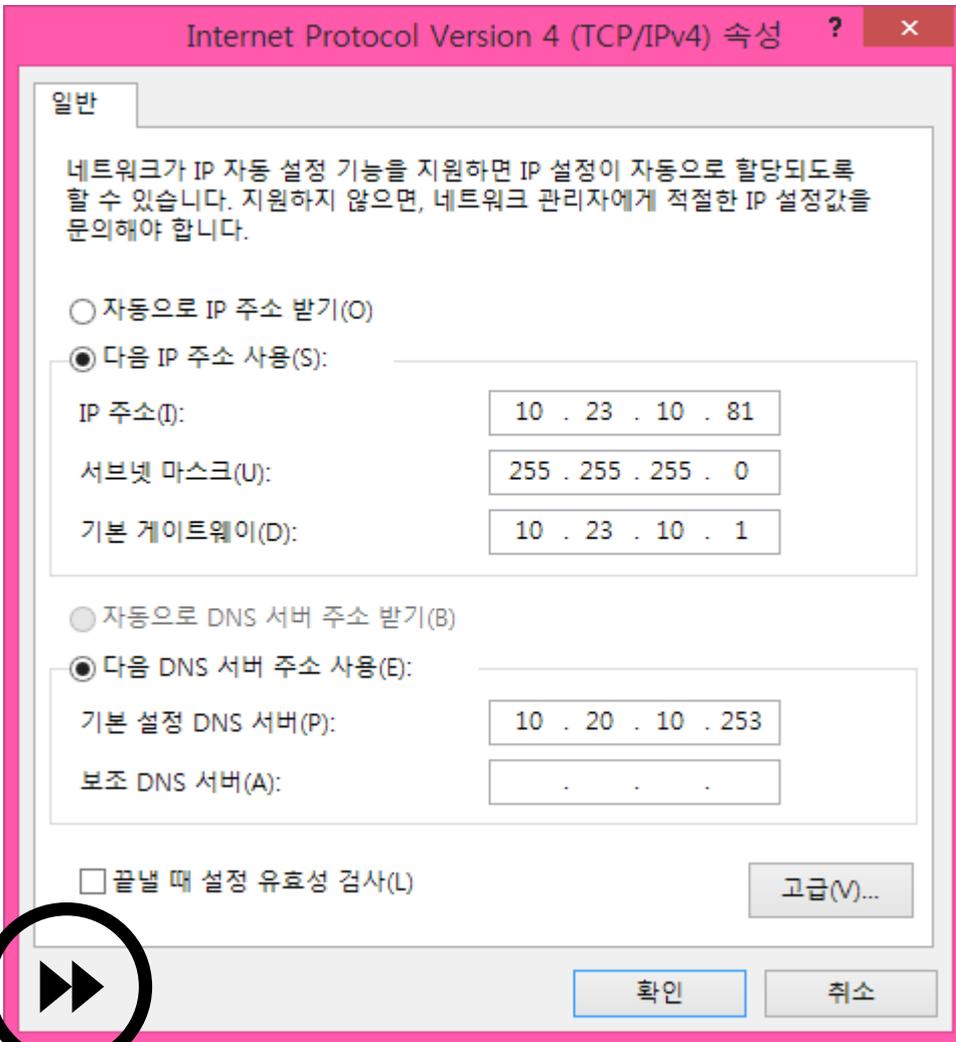
→ 데이터를 보낼 수 있다.



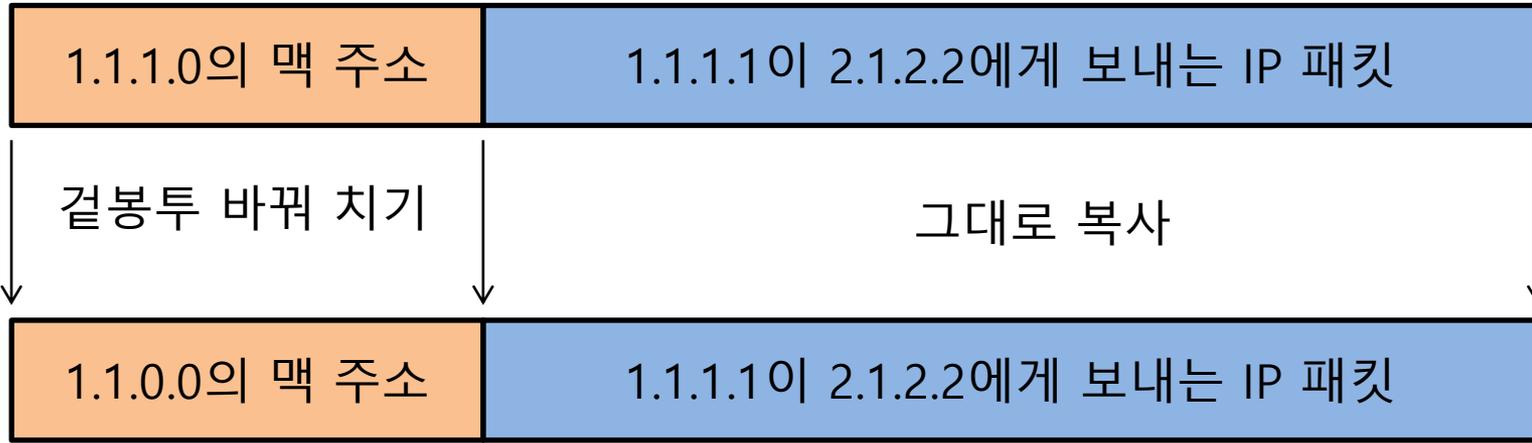
상대가 **같은 네트워크**면 그냥 데이터를 보내면 되고 **다른 네트워크**면 네트워크를 연결하는 컴퓨터 즉, **게이트웨이**에게 전달해달라고 부탁하면 된다.

**같은지 다른지**  
**어떻게 알지?**  
**게이트웨이 주소는**  
**어떻게 알지?**

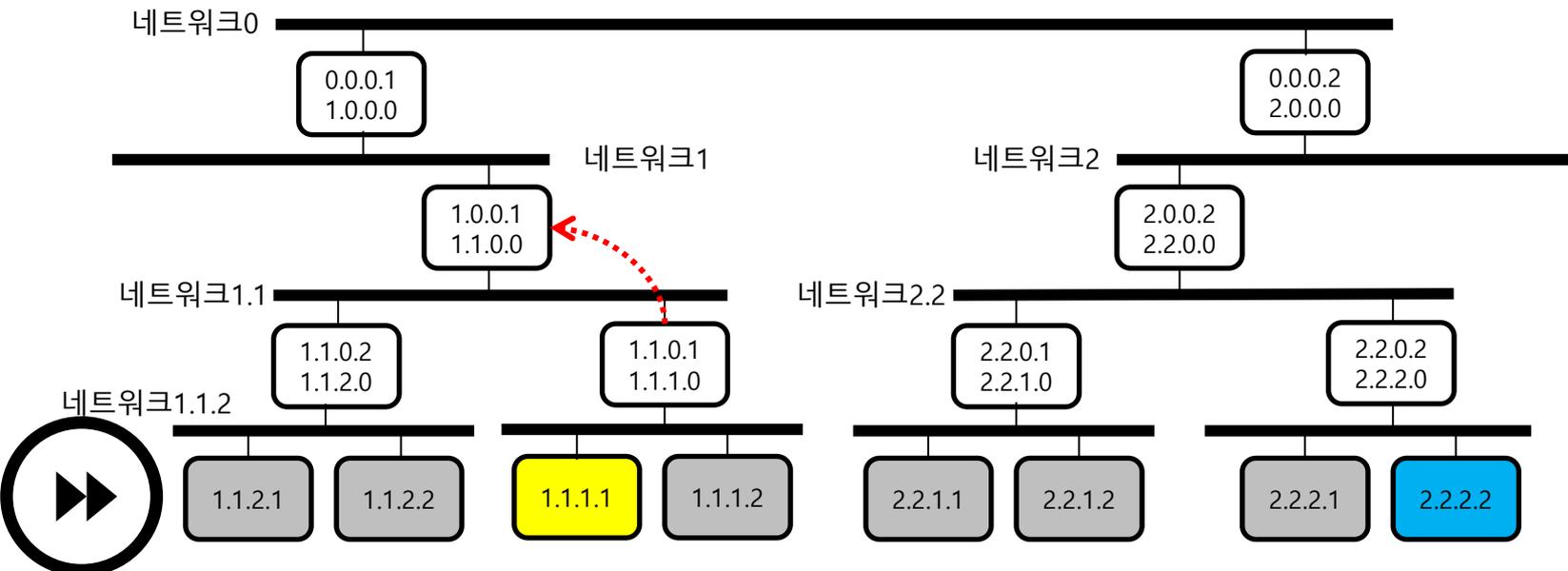
**아는 방법 없다!**  
**알려줄 수 밖에**



게이트웨이 1.1.1.0이 받은 패킷

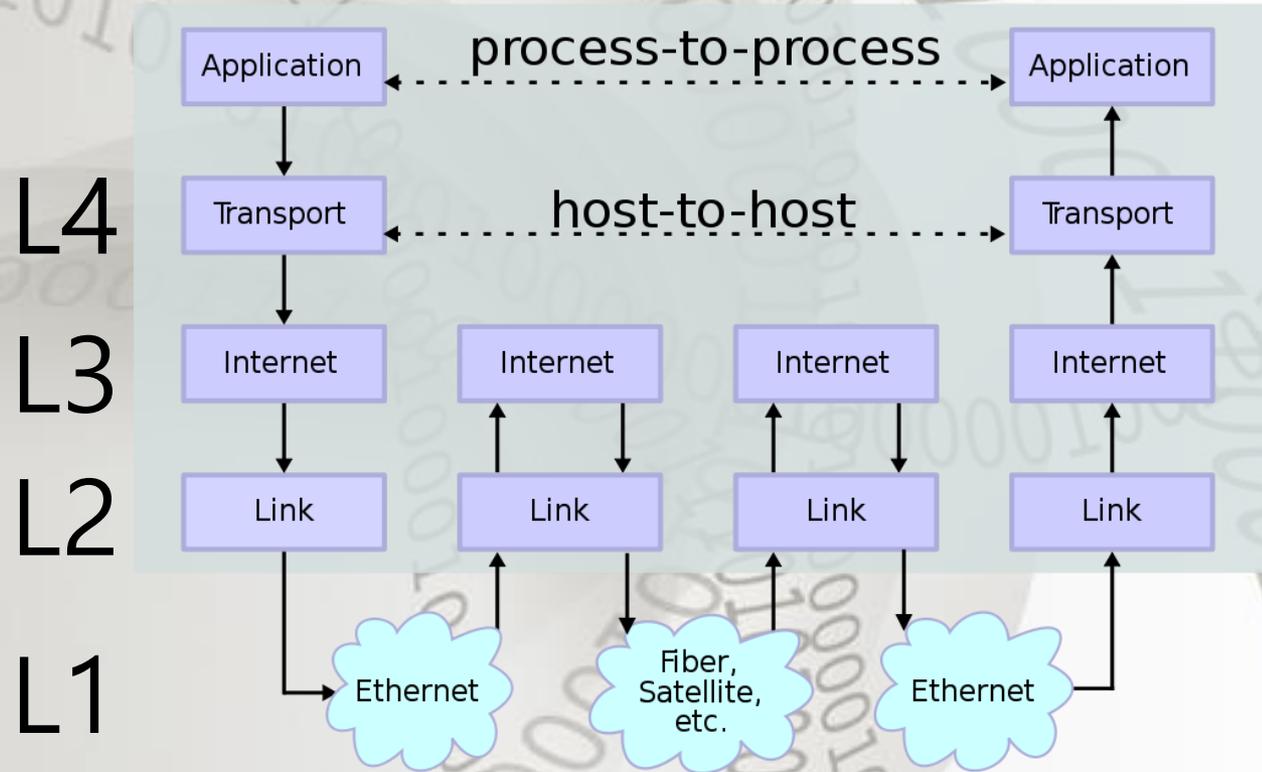


게이트웨이 1.1.0.0에게 떠넘긴 패킷



포  
포  
대  
대  
갈  
갈  
이

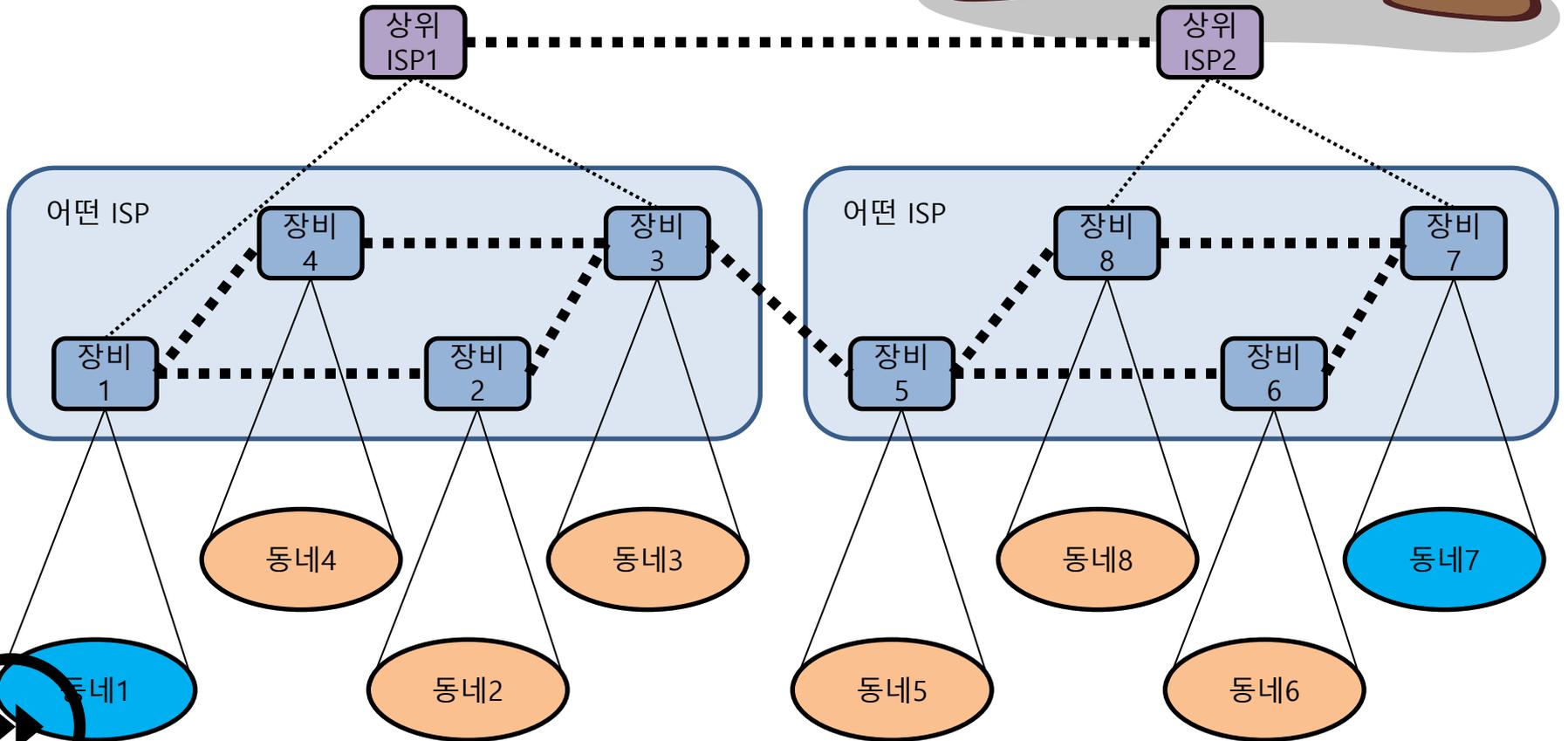
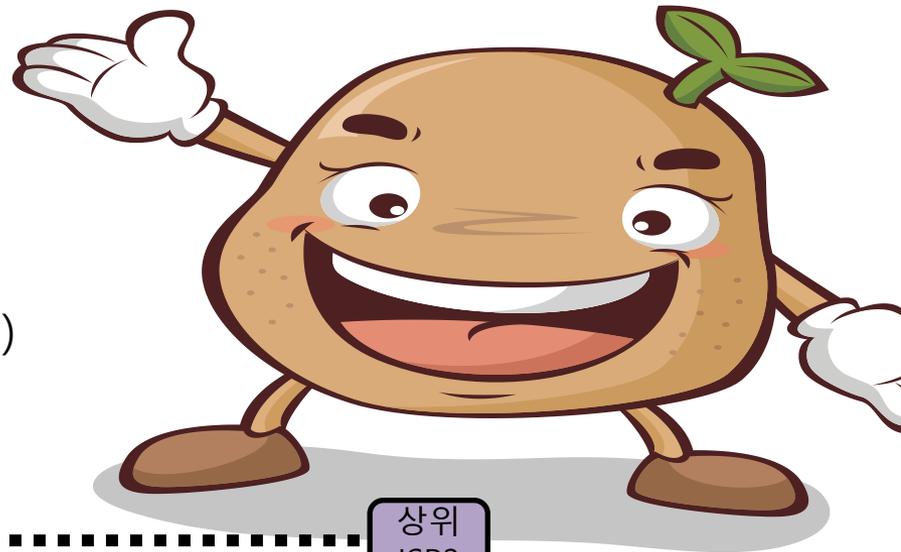
# Data Flow

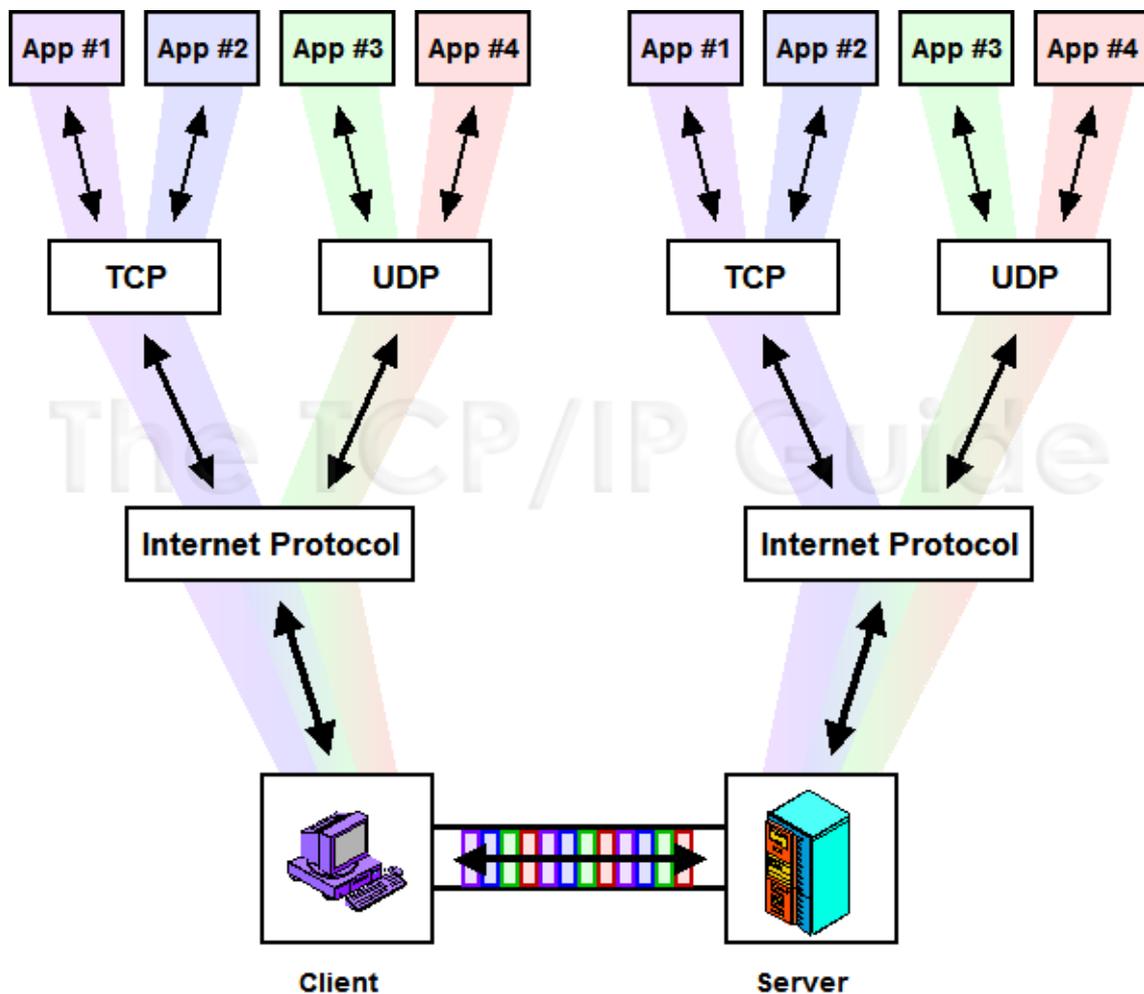


오르락 내리락  
L4부터 e2e

동네1 → 장비1 → 상위ISP1 → 상위ISP2 → 장비7 → 동네7  
동네1 → 장비1 → 장비2 → 장비3 → 장비5 → 장비8 → 장비7 → 동네7

가는 길은 네트워크 장비의 **설정**에 따른다.  
설정에는 이윤을 최대화하기 위한  
**여러 가지** 요소가 고려된다. (예, 뜨거운 감자)

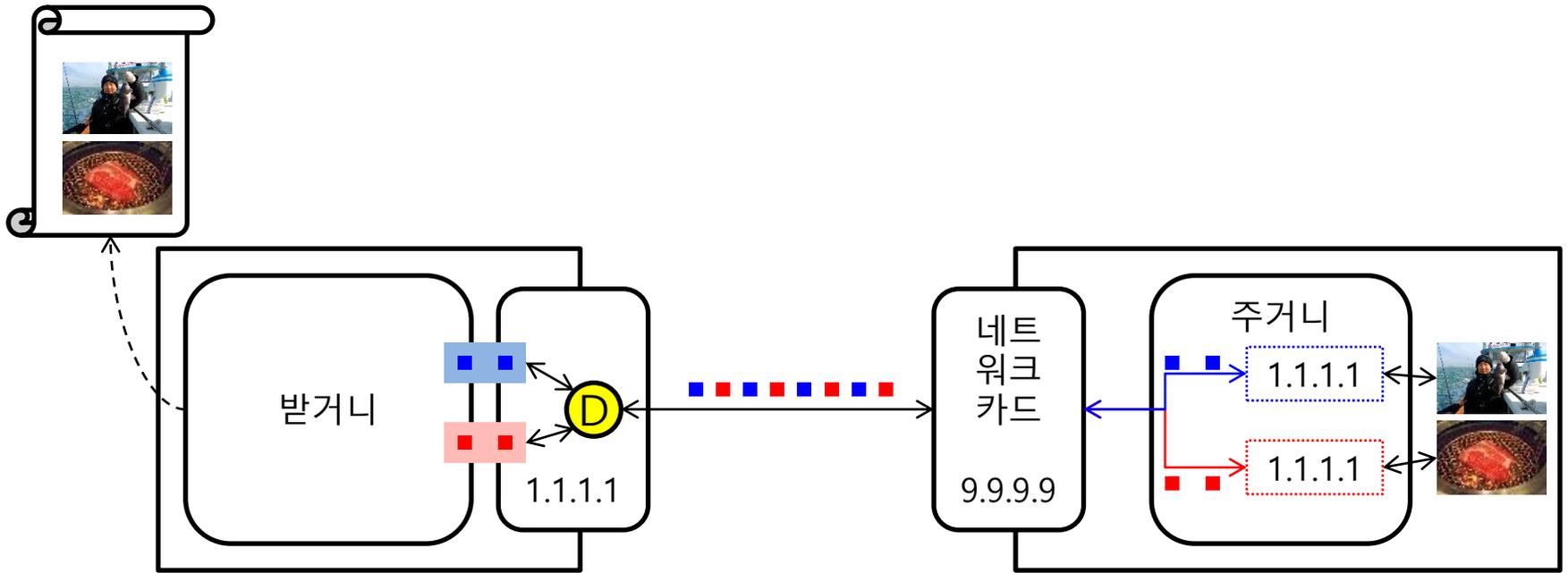




# ports

공존을 허용하는 비밀 병기

 (src ip, src port, dest ip, dest port)



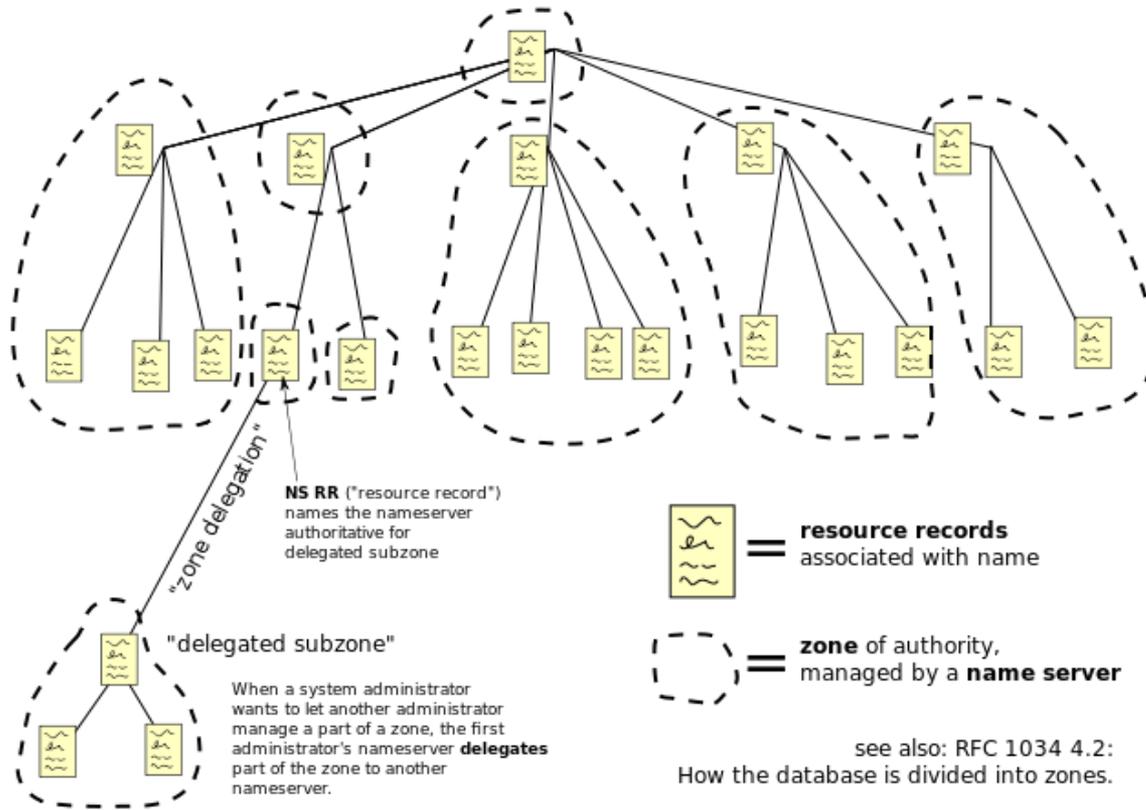
# + port #

여러 대의 컴퓨터에서  
여러 개의 응용 프로그램이  
동시에 서로 통신을 해도  
끼이지 않는다.

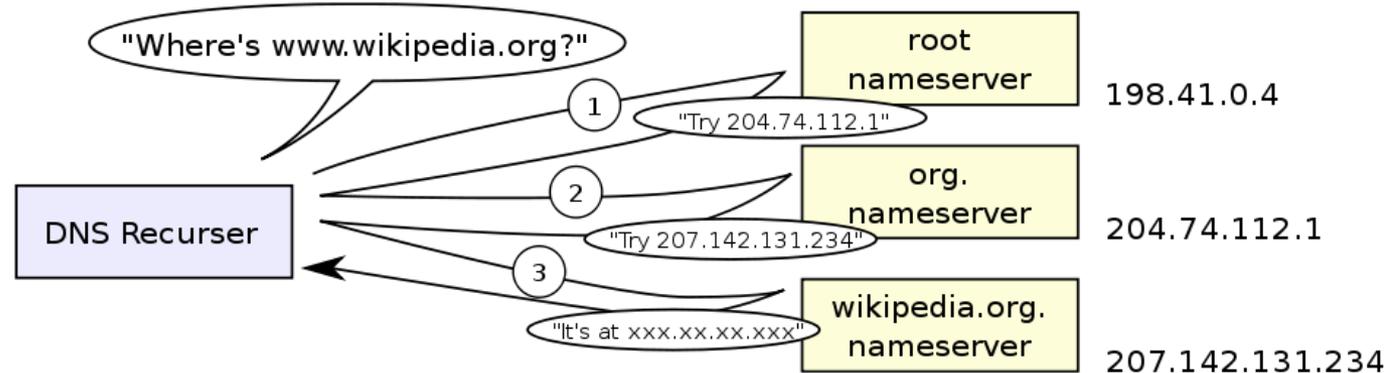


폴 모카페트리스(1983)  
hosts 파일 관리를 분산  
시키자.

# Domain Name Space



# HOSTS.TXT



# + DNS

상대방의 IP 주소 대신  
이름을 알면 통신을  
할 수 있게 되었다.

# 2012 CONCERT

still mosdahan song

# 못다한 이야기



아직도 못다한 노래...

still mosdahan song

# 남진

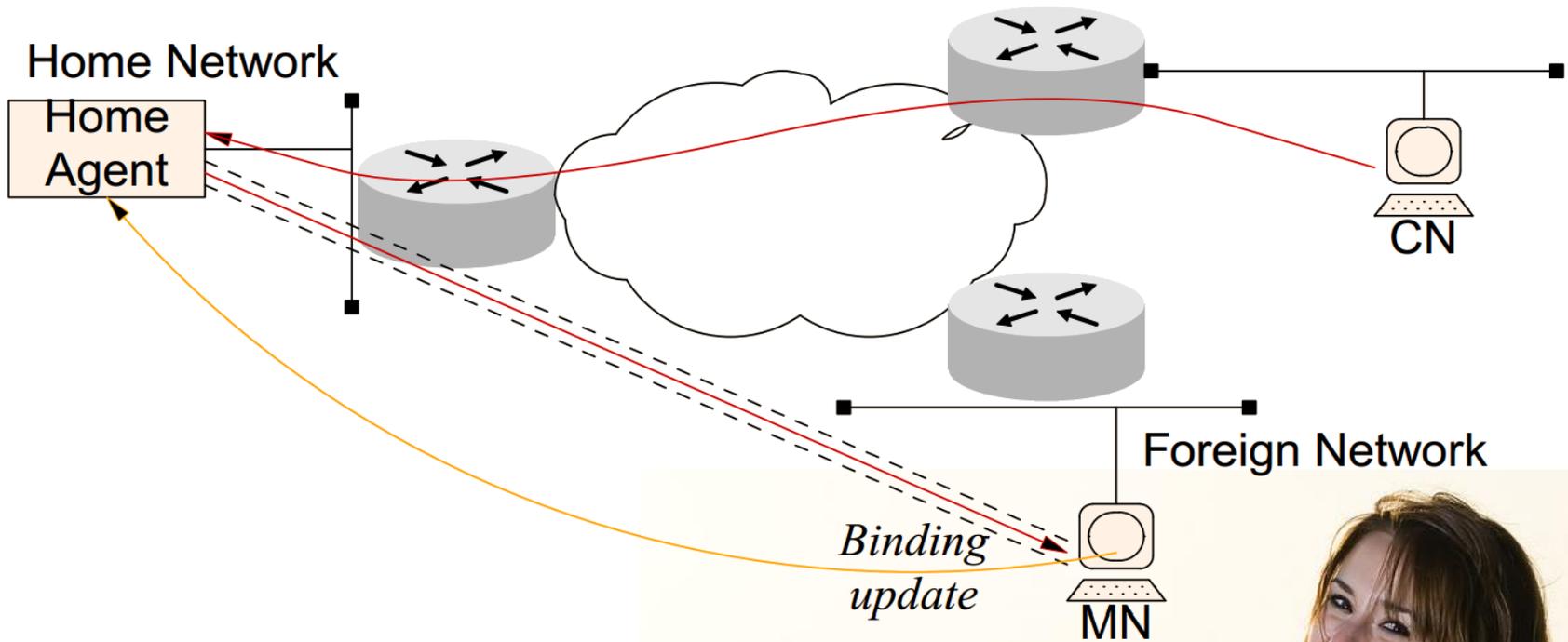
# NAT

## Public address vs. Private address

10.0.0.0/8 (255.0.0.0)  
172.16.0.0/12 (255.240.0.0)  
192.168.0.0/16 (255.255.0.0)

ISP (ingress) filtering  
127.0.0.1 해킹하지 마세요 ^^





IP tunneling  
 Triangular routing  
 Binding update



# semantic overload

IP address = Locator + Identifier

스마트폰(WIFI+4G) : 같은 기계 다른 주소

DHCP, NAT, proxy : 다른 기계 같은 주소

Mobile IP / Multi homing : 같은 카드 다른 주소



## route aggregation

efficiency vs. flexibility

Provider independent address block



구글 데이터센터

패킷?

fiber

평평한 인터넷

Backbone vs. Google & CDN

Goodbye hosts!

computing → data → contents  
pull → push

인터넷이 필요한지?

카카오/인스타/유튜브/넷플릭스

많은 인터넷?

clean slates / openflow