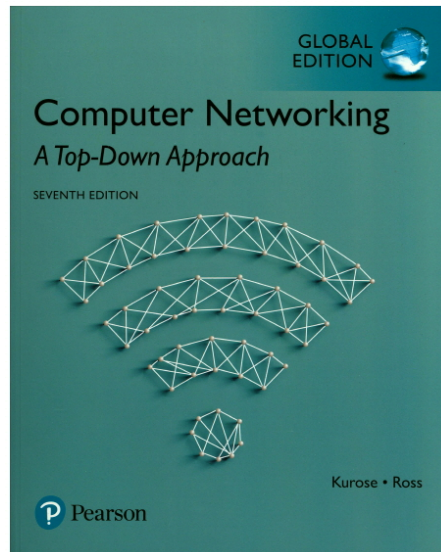


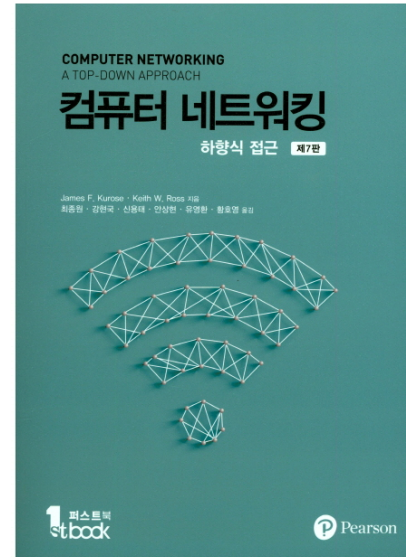
컴퓨터네트워크

한국외국어대학교
컴퓨터·전자시스템공학부
정 대 인

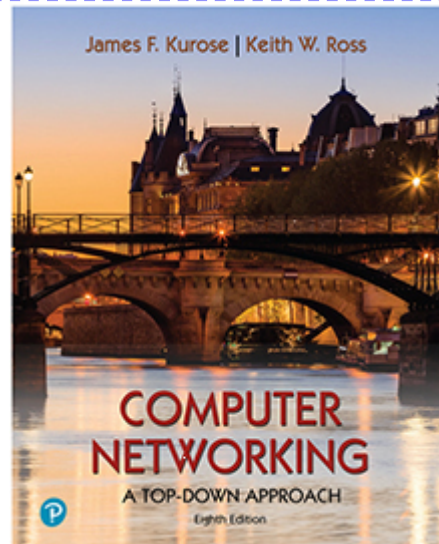
교재



OR



7판



8판

eBook only (2020)

https://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross/



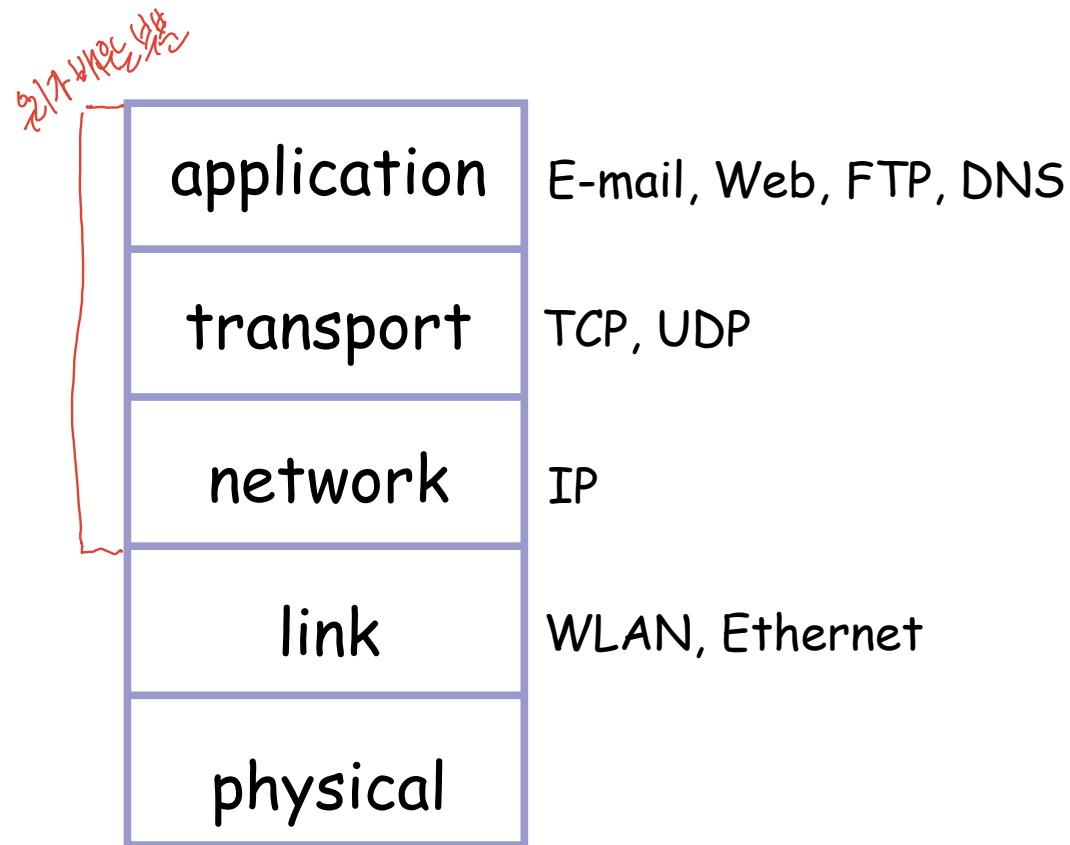
What is the Internet?

- There are a couple of ways to answer this question.
- First, we can describe the **nuts and bolts** of the Internet, that is, the basic hardware and software components that make up the Internet.
- Second, we can describe the Internet in terms of a **networking infrastructure that provides services** to distributed applications.

What is Protocol?



TCP/IP Protocol Stack



강의 계획 및 진도표

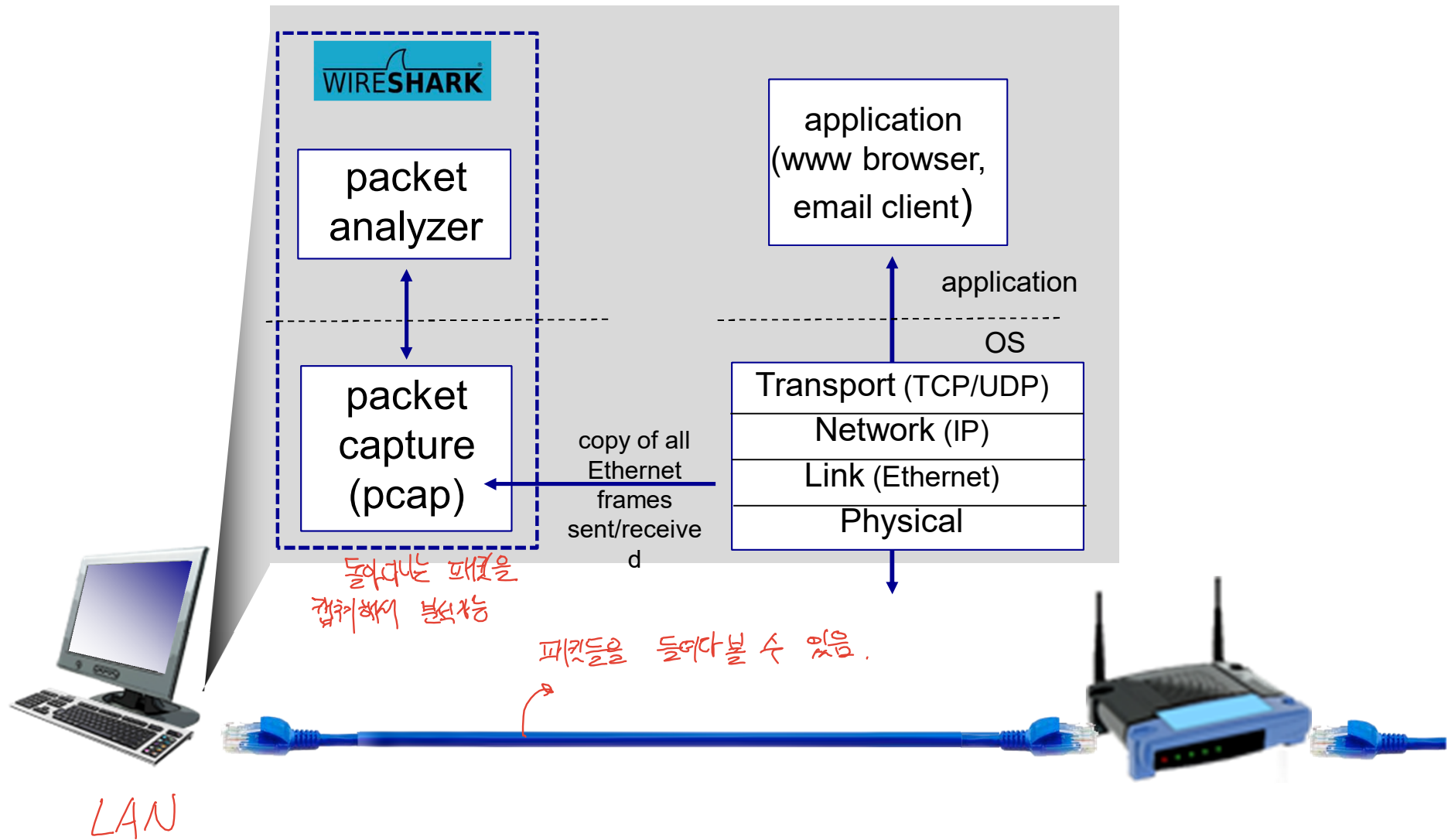
1. 강의 계획

2. 주별 강의 진행

3학년

2021 학년도 2 학기

과목 명	컴퓨터네트워크	학수 번호	F05458701	학점/시간	3/3	주	강의 범위 및 내용		비고
개설학과	컴퓨터·전자시스템공학부			담당교수	정 대 인	1	Computer networks, Internet 소개		* WireShark 프로그램 활용하여 프로토콜분석 실습
교수목표 및 강의개요	인터넷 통신환경의 구축 모델인 TCP/IP 프로토콜에 대한 이론적 이해에 중점을 두면서 통신망의 기능, 구조, 동작 과정을 학습한다. 통신망이 제공하는 서비스와 사용자 간의 접점인 응용계층부터 시작하여 트랜스포트계층, 그리고 네트워크계층에 이르기까지 하향식 접근을 취함으로써 망 기능 간의 관련성 이해에 중점을 두며 학습한다. 프로토콜 계층별 기능 구현의 목적과 구현 방법에 대한 상세한 분석을 통해 인터넷 사용과 운용에 필요한 광범위한 기초 지식을 배운다.				2	Network architecture and Protocols			
교재	"Computer Networking: A Top-Down Approach," 7-th edition, by J. Kurose, and K. W. Ross, Addison Wesley, 2017.				3	Application layer(1): Web and HTTP, E-mail			
					4	Application layer(2): DNS, P2P & WireShark 소개			
참고도서 및 문헌	1) "TCP/IP Protocol Suite," by B. Forouzan, McGraw Hill, 2) "현대 네트워크 기초이론:SDN,NFV,QoE,IoT,Cloud" 저자:W. Stallings, 번역: 강지양, 남기현, 에이콘출판, 2016				5	Socket programming & Transport layer 소개			
					6	Transport layer: UDP, TCP			
성적평가 및 방법	출석 및 과제물 : 10% 중간고사 : 40% 기말고사 : 50% - 중간고사 또는 기말고사 미응시 경우 학점은 D 이하, - 과제물은 제출일 수업 시작 직전까지 제출				7	Transport layer: Congestion Control			
					8	중간고사			
					9	Network layer: Data Plane(1) & SDN 소개			
					10	Network layer: Data Plane(2)			
					11	Network layer: Control Plane(1)			
					12	Network layer: Control Plane(2)			
					13	Network Security(Ch.8)			
					14	SDN and NFV			
					15	보강			
					16	기말고사			
기타 사항		강의 자료는 e-Class 강의자료 창에 upload 됨.							



WireShark (Protocol analyzer)

WireShark Graphical User Interface

command menus

display filter specification

listing of captured packets

details of selected packet header

packet content in hexadecimal and ASCII

The screenshot displays the Wireshark Graphical User Interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Go, Capture, Analyze, Statistics, and Help. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations, capture control, and packet analysis. A filter bar is located below the toolbar, showing a filter expression. The main packet list table has columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, and Info. Packet 6 is selected, and its details are shown in the packet details pane. The packet details pane shows the structure of the packet: Frame 6 (599 bytes on wire, 599 bytes captured), Ethernet II, Internet Protocol, Transmission Control Protocol, and Hypertext Transfer Protocol. The packet content is displayed in hexadecimal and ASCII at the bottom.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	192.168.1.101	63.240.76.19	DNS	Standard query A gaia.cs.umass.edu
2	0.029358	63.240.76.19	192.168.1.101	DNS	Standard query response A 128.119.245.12
3	0.030135	192.168.1.101	128.119.245.12	TCP	1874 > http [SYN] Seq=3573611696 Ack=0 win=65535
4	0.051731	128.119.245.12	192.168.1.101	TCP	http > 1874 [SYN, ACK] Seq=4216539523 Ack=3573611697
5	0.051752	192.168.1.101	128.119.245.12	TCP	1874 > http [ACK] Seq=3573611697 Ack=4216539524
6	0.052077	192.168.1.101	128.119.245.12	HTTP	GET /ethereal-labs/INTRO-ethereal-file1.html HTTP/1.1
7	0.084081	128.119.245.12	192.168.1.101	TCP	http > 1874 [ACK] Seq=4216539524 Ack=3573612242
8	0.084808	128.119.245.12	192.168.1.101	HTTP	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
9	0.255754	192.168.1.101	128.119.245.12	TCP	1874 > http [ACK] Seq=3573612242 Ack=4216539890
10	4.225117	192.168.1.101	192.168.1.255	BROWSE	Domain/workgroup Announcement WORKGROUP, NT Works
11	6.467413	Intel_52:2b:23	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.102
12	6.470563	Intel_52:2b:23	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.102
13	6.473238	Intel_52:2b:23	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.102
14	10.086262	128.119.245.12	192.168.1.101	TCP	http > 1874 [FIN, ACK] Seq=4216539890 Ack=3573612242
15	10.086309	192.168.1.101	128.119.245.12	TCP	1874 > http [ACK] Seq=3573612242 Ack=4216539891

Frame 6 (599 bytes on wire, 599 bytes captured)

Ethernet II, Src: 00:08:74:4f:36:23, Dst: 00:06:25:da:af:73

Internet Protocol, Src Addr: 192.168.1.101 (192.168.1.101), Dst Addr: 128.119.245.12 (128.119.245.12)

Transmission Control Protocol, Src Port: 1874 (1874), Dst Port: http (80), Seq: 3573611697, Ack: 4216539524, Len: 104

Hypertext Transfer Protocol

GET /ethereal-labs/INTRO-ethereal-file1.html HTTP/1.1\r\n

Host: gaia.cs.umass.edu\r\n

User-Agent: Mozilla/5.0 (windows; u; windows NT 5.1; en-US; rv:1.0.2) Gecko/20021120 Netscape/7.01\r\n

Accept: application/x-shockwave-flash,text/xml,application/xml,application/xhtml+xml,text/html;q=0.9,text/plain;q=0.8;q=0.5\r\n

Accept-Language: en-us, en;q=0.5\r\n

Accept-Encoding: gzip, deflate, compress;q=0.9\r\n

Accept-Charset: ISO-8859-1, utf-8;q=0.66, *;q=0.66\r\n

Keep-Alive: 300\r\n

Connection: keep-alive\r\n

\r\n

0000 00 06 25 da af 73 00 08 74 4f 36 23 08 00 45 00 ..%..s... to6#..E.

0010 02 49 6c af 40 00 80 06 54 6e c0 a8 01 65 80 77 .I.l.@... Tn...e.w

0020 f5 0c 07 52 00 50 d5 00 fc b1 fb 53 49 84 50 18 ...R.P... SI.P.

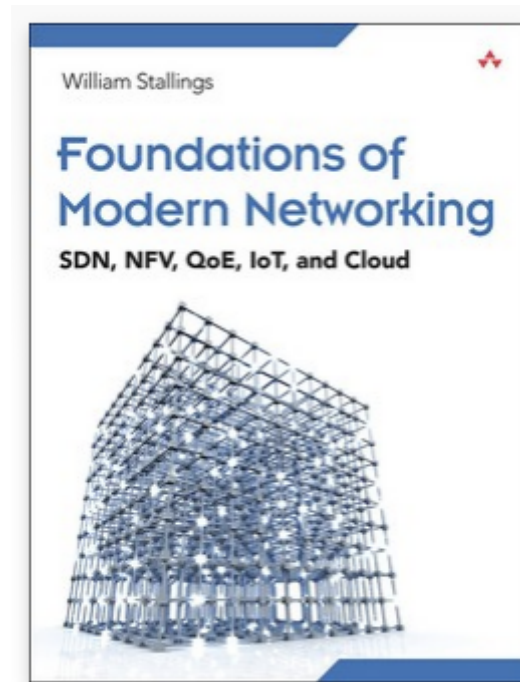
0030 ff ff 39 cd 00 00 47 45 54 20 2f 65 74 68 65 72 ..9...GE T /ether

0040 65 61 6c 2d 6c 61 62 73 2f 49 4e 54 52 4f 2d 65 eal-labs /INTRO-e

0050 74 68 65 72 65 61 62 7d 66 60 6c 65 21 20 68 74 thereal file1.ht

File: (Untitled) 2473 bytes [P: 15 D: 15 M: 0]

Reference



Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud

by William Stallings

Released October 2015

Publisher(s): Addison-Wesley Professional

ISBN: 9780134175478

네트워크의 기초를
여기할 때

어떤 요소를 가지고

준다. 나쁘다 판별

하는 지점

목차

1부 최신 네트워킹

1장 최신 네트워킹의 요소

- __1.1 네트워크 생태계
- __1.2 네트워크 아키텍처 사례
- __1.3 이더넷
- __1.4 와이파이
- __1.5 4G/5G 이동통신
- __1.6 클라우드 컴퓨팅
- __1.7 사물 인터넷
- __1.8 네트워크 융합
- __1.9 통합 커뮤니케이션
- __1.10 핵심 용어
- __1.11 참고 문헌

2장 요구 조건과 기술적 배경

- __2.1 네트워크 트래픽의 유형
- __2.2 수요: 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 모바일 트래픽
- __2.3 요구 조건: QoS와 QoE
- __2.4 라우팅
- __2.5 혼잡 제어
- __2.6 SDN과 NFV
- __2.7 최신 네트워킹의 요소
- __2.8 핵심 용어
- __2.9 참고 문헌

2부 소프트웨어 정의 네트워크

3장 SDN의 등장 배경

- __3.1 네트워크 요구 사항의 진화
- __3.2 SDN 접근 방식
- __3.3 SDN과 NFV 관련 표준
- __3.4 핵심 용어
- __3.5 참고 문헌

4장 SDN 데이터 평면과 오픈플로우

- __4.1 SDN 데이터 평면
- __4.2 오픈플로우의 논리적 네트워크 장치
- __4.3 오픈플로우 프로토콜
- __4.4 핵심 용어

5장 SDN 제어 평면

- __5.1 SDN 제어 평면 아키텍처
- __5.2 ITU-T 모델
- __5.3 오픈데이라이트
- __5.4 REST
- __5.5 다른 컨트롤러와 연동
- __5.6 핵심 용어
- __5.7 참고 문헌

6장 SDN 애플리케이션 평면

- __6.1 SDN 애플리케이션 평면 구조
- __6.2 네트워크 서비스 추상화 계층
- __6.3 트래픽 엔지니어링
- __6.4 측정과 모니터링
- __6.5 보안
- __6.6 데이터 센터 네트워킹
- __6.7 모빌리티와 무선
- __6.8 정보 중심 네트워킹
- __6.9 핵심 용어

3부 가상화

7장 네트워크 기능 가상화: 개념과 구조

- __7.1 NFV의 배경과 동기
- __7.2 가상 머신
- __7.3 NFV의 개념
- __7.4 NFV 이점과 요구 조건
- __7.5 NFV 참조 아키텍처
- __7.6 핵심 용어
- __7.7 참고 문헌

8장 NFV 기능

- __8.1 NFV 인프라스트럭처(NFVI)
- __8.2 가상 네트워크 기능
- __8.3 NFV 관리와 오케스트레이션
- __8.4 NFV 사용 사례
- __8.5 SDN과 NFV
- __8.6 핵심 용어

9장 네트워크 가상화

- __9.1 가상 LAN
- __9.2 오픈플로우의 VLAN 지원
- __9.3 가상 사설 네트워크
- __9.4 네트워크 가상화
- __9.5 오픈데이라이트의 가상 테넌트 네트워크
- __9.6 소프트웨어 정의 인프라스트럭처
- __9.7 핵심 용어
- __9.8 참고 문헌

4부 사용자 요구 사항 정의와 지원

10장 QoS: 서비스 품질

- __10.1 배경
- __10.2 QoS 아키텍처 프레임워크
- __10.3 통합 서비스 아키텍처
- __10.4 차등 서비스
- __10.5 서비스 수준 협약
- __10.6 IP 성능 메트릭
- __10.7 오픈플로우의 QoS 지원
- __10.8 핵심 용어
- __10.9 참고 문헌

11장 QoE: 사용자 체감 품질

- __11.1 QoE의 등장 배경
- __11.2 QoE에 대한 부적절한 고려로 인한 서비스 실패
- __11.3 QoE 관련 표준
- __11.4 QoE의 정의
- __11.5 실전을 위한 QoE 전략
- __11.6 QoE에 영향을 미치는 요인
- __11.7 QoE 측정
- __11.8 QoE의 응용
- __11.9 핵심 용어
- __11.10 참고 문헌

12장 QoS와 QoE를 위한 네트워크 설계 고려 사항

- __12.1 QoE/QoS 매핑 모델의 분류
- __12.2 IP 중심 파라미터 기반 QoS/QoE 매핑 모델
- __12.3 IP 기반 네트워크상의 액셔널블 QoE
- __12.4 QoE와 QoS 서비스 모니터링
- __12.5 QoE 기반 네트워크와 서비스 관리
- __12.6 핵심 용어
- __12.7 참고 문헌

5부 최신 네트워킹 아키텍처: 클라우드와 포그

13장 클라우드 컴퓨팅

- __13.1 기본 개념
- __13.2 클라우드 서비스
- __13.3 클라우드 배치 모델
- __13.4 클라우드 구조
- __13.5 SDN과 NFV
- __13.6 핵심 용어

14장 사물 인터넷의 구성 요소

- __14.1 IoT 시대의 시작
- __14.2 사물 인터넷의 범위
- __14.3 IoT 기반 사물의 구성 요소
- __14.4 핵심 용어
- __14.5 참고 문헌

15장 사물 인터넷의 아키텍처와 구현

- __15.1 IoT 아키텍처
- __15.2 IoT 구현
- __15.3 핵심 용어
- __15.4 참고 문헌

6부 관련 토픽

16장 보안

- __16.1 보안 요구 사항
- __16.2 SDN 보안
- __16.3 NFV 보안
- __16.4 클라우드 보안
- __16.5 IoT 보안
- __16.6 핵심 용어
- __16.7 참고 문헌

17장 새로운 네트워킹 기술이 IT 직업에 미치는 영향

- __17.1 네트워크 전문가의 역할 변화
- __17.2 데브옵스
- __17.3 교육과 자격증
- __17.4 온라인 자료
- __17.5 참고 문헌

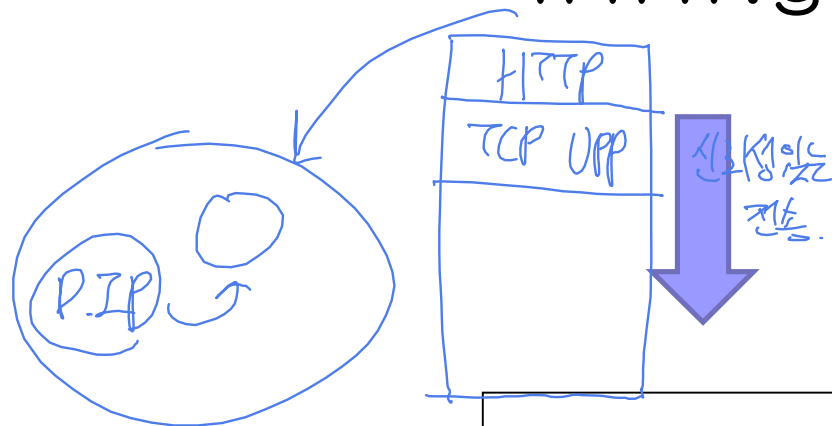
Synthesis: a day in the life of a web request (Ch.6.7)

IP 주소를 이용해서 MAC 주소를 알아오는

(ARP) 주소를 알아오는 프로토콜

MAC 주소를

www.google.com



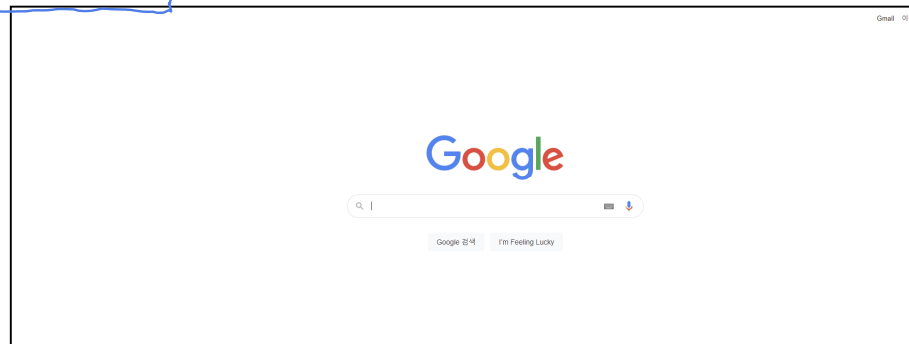
What happens?

내 IP 알아오기 위해 상대방 IP 알아오기 위해
요청해서 응답하고 TCP 프로토콜
동작을 벌여줄.

TCP로 이용해서 웹서버에서

(보낼)

IP 32bit } global
MAC 48bit } unique.

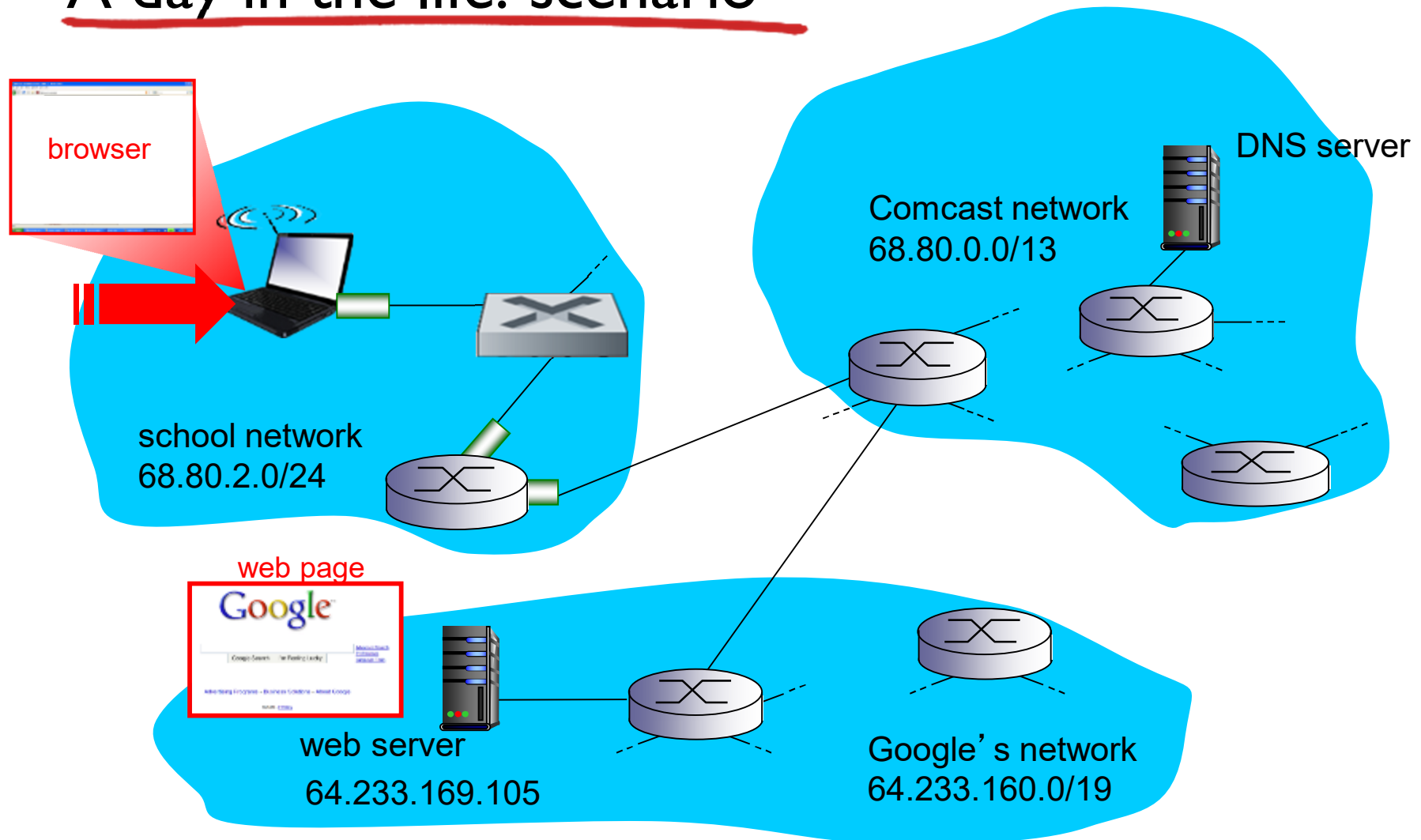




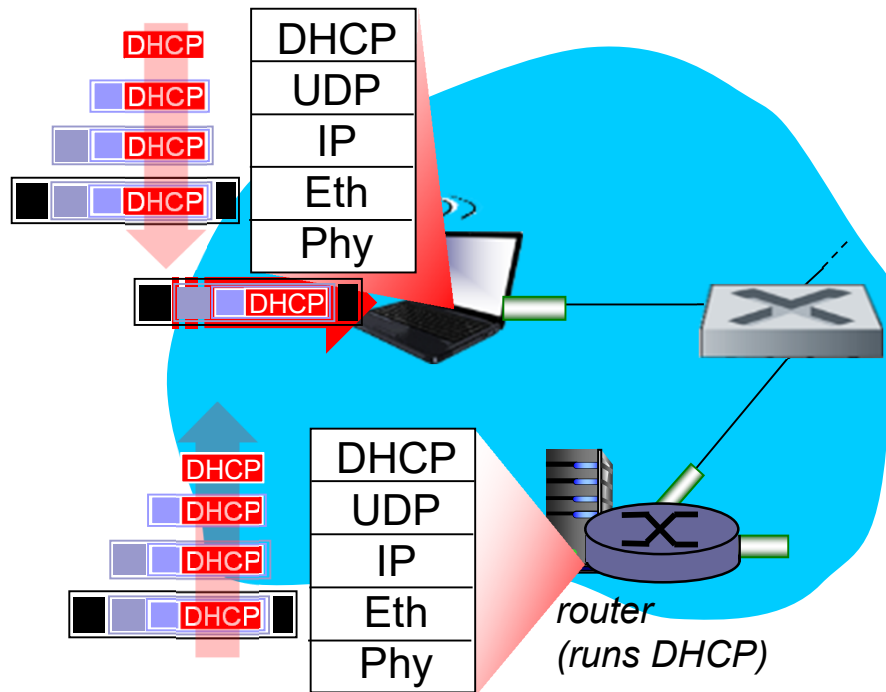
Synthesis: a day in the life of a web request

- journey down protocol stack complete!
 - application, transport, network, link
- putting-it-all-together: synthesis!
 - *goal*: identify, review, understand protocols (at all layers) involved in seemingly simple scenario: requesting www page
 - *scenario*: student attaches laptop to campus network, requests/receives www.google.com

A day in the life: scenario

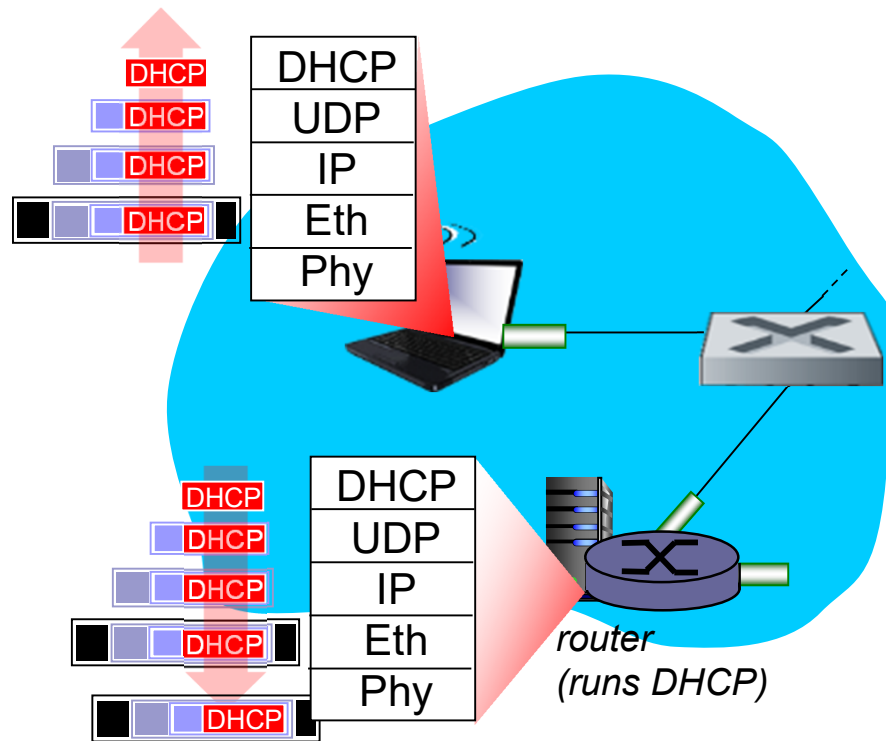


A day in the life... connecting to the Internet



- connecting laptop needs to get its own IP address, addr of first-hop router, addr of DNS server: use **DHCP**
- DHCP request **encapsulated** in **UDP**, encapsulated in **IP**, encapsulated in **802.3** Ethernet
- Ethernet frame **broadcast** (dest: FFFFFFFFFFFF) on LAN, received at router running **DHCP** server
- Ethernet **demuxed** to IP demuxed, UDP demuxed to DHCP

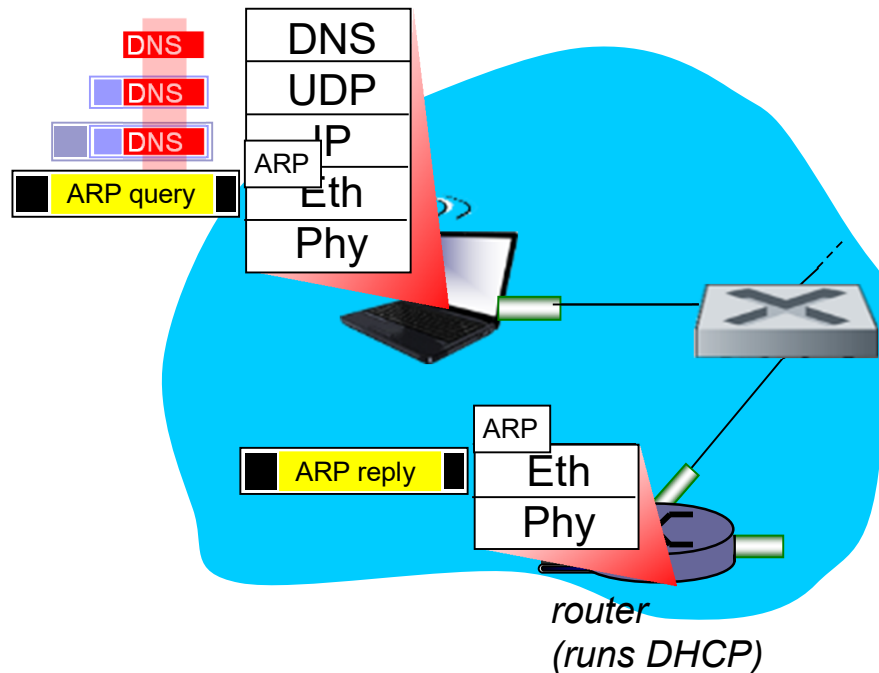
A day in the life... connecting to the Internet



- DHCP server formulates **DHCP ACK** containing client's IP address, IP address of first-hop router for client, name & IP address of DNS server
- encapsulation at DHCP server, frame forwarded (**switch learning**) through LAN, demultiplexing at client
- DHCP client receives DHCP ACK reply

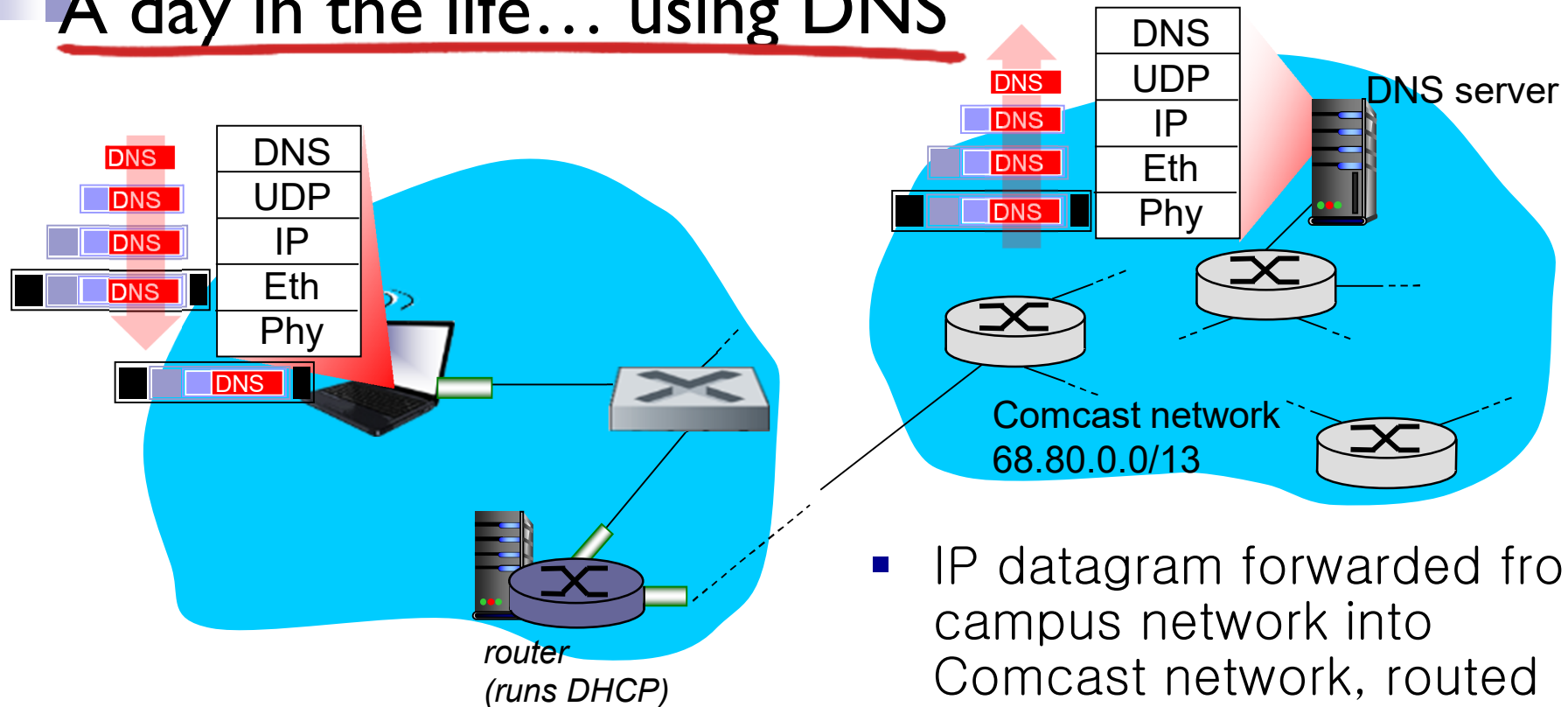
Client now has IP address, knows name & addr of DNS server, IP address of its first-hop router

A day in the life... ARP (before DNS, before HTTP)



- before sending *HTTP* request, need IP address of `www.google.com`:
DNS
- DNS query created, encapsulated in UDP, encapsulated in IP, encapsulated in Eth. To send frame to router, need MAC address of router interface: *ARP*
- *ARP query* broadcast, received by router, which replies with *ARP reply* giving MAC address of router interface
- client now knows MAC address of first hop router, so can now send frame containing DNS query

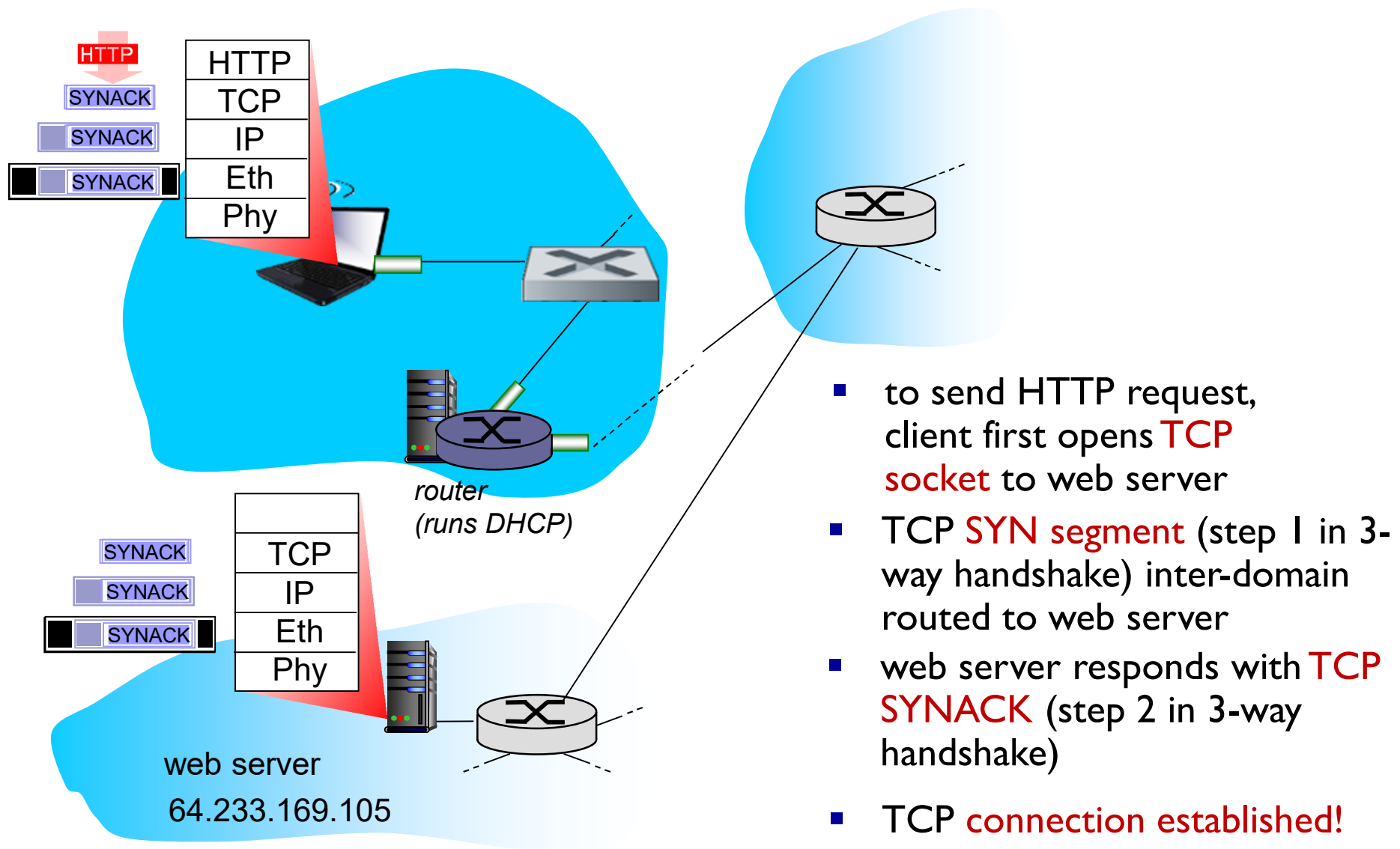
A day in the life... using DNS



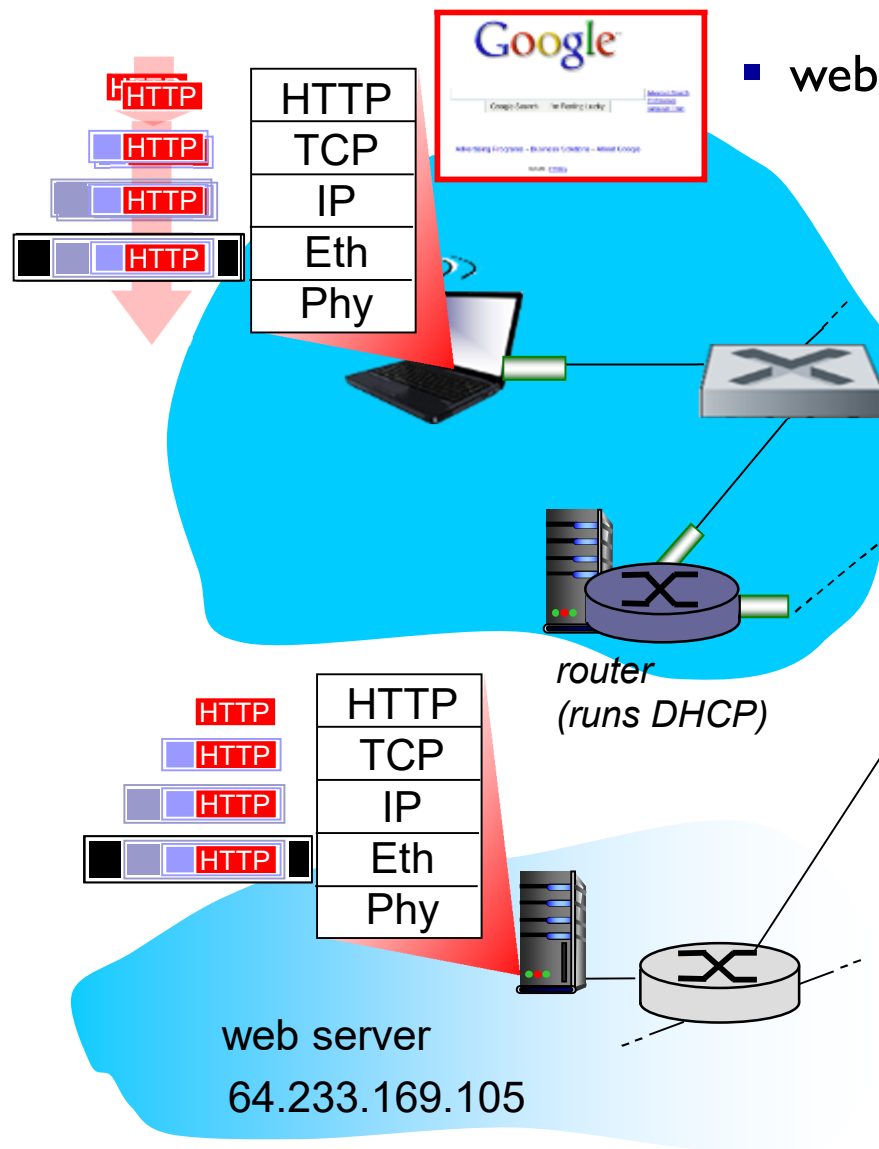
- IP datagram containing DNS query forwarded via LAN switch from client to 1st hop router

- IP datagram forwarded from campus network into Comcast network, routed (tables created by **RIP**, **OSPF**, **IS-IS** and/or **BGP** routing protocols) to DNS server
- demuxed to DNS server
- DNS server replies to client with IP address of www.google.com

A day in the life...TCP connection carrying HTTP



A day in the life... HTTP request/reply



- web page **finally (!!!)** displayed

- **HTTP request** sent into TCP socket
- IP datagram containing HTTP request routed to `www.google.com`
- web server responds with **HTTP reply** (containing web page)
- IP datagram containing HTTP reply routed back to client