

LẬP TRÌNH MẠNG



Thông tin giảng viên



Nguyen Van Hieu



Email: nvhieu@dut.udn.vn



Chuyên ngành: Kỹ thuật thông tin và xử lý tín hiệu



Bộ môn Kỹ thuật Máy tính

Lập trình mạng



Thông tin học phần:



Cấu trúc:

- ✓ Hằng tuần: Bài giảng + Điểm danh/Bài tập nhỏ
- ✓ Bài tập lớn 2 lần
- ✓ Kiểm tra giữa kỳ (GK) + Thi cuối kỳ (CK)



Đánh giá:

- ✓ Điểm danh/Bài tập (20%) + GK (30%) + CK (50%)



Tài liệu:



Sách: Network Programming for Microsoft Windows, 2nd Edition, Anthony Jones, Jim Ohlund, Microsoft Press 2002

Mục tiêu

❑ Kiến thức:

- ❖ Giải thích được mô hình lập trình mạng
- ❖ Trình bày được các bộ giao thức Internet
- ❖ Các ứng dụng có kết nối sử dụng ngôn ngữ lập trình mạng

❑ Kỹ năng:

- ❖ Lập trình Socket cơ bản trên nền công nghệ C/C++
- ❖ Lập trình Socket với .NET framework và C#
- ❖ Phát triển được ứng dụng có kết nối sử dụng ngôn ngữ lập trình mạng

1

Tổng quan

- ☉ **Mạng máy tính**
 - ☐ Phân lớp giao thức và bộ giao thức TCP/IP
- ☉ **Nguyên lý các lớp trong bộ giao thức TCP/IP:**
 - ☐ Bộ giao thức: 5 lớp
- ☉ **Nguyên lý lớp ứng dụng mạng và tiến trình xử lý thông tin**
- ☉ **Khái niệm SOCKET và lập trình mạng**

MẠNG MÁY TÍNH

- ❑ **Khái niệm**
- ❑ **Chuyển tin qua mạng máy tính**
- ❑ **Phân lớp giao thức**
- ❑ **Mô hình mạng máy tính**

MẠNG MÁY TÍNH

- ❑ **Tập hợp các máy tính kết nối với nhau**
 - ❖ Dựa trên một kiến trúc mạng nhất định
 - ❖ Mục đích: trao đổi dữ liệu
 - ❖ Máy tính: máy trạm, máy chủ, bộ định tuyến
 - ❖ Kết nối: thông qua các phương tiện truyền – các tuyến cáp (cáp đồng, cáp quang) hoặc không dây

- ❑ **Phương tiện truyền dẫn vật lý:**
 - ❖ Hữu tuyến: cáp đồng (tín hiệu điện), cáp quang (ánh sáng)
 - ❖ Vô tuyến: sóng hồng ngoại (remote), sóng radio (wifi, di động)

MẠNG MÁY TÍNH

❑ Trao đổi dữ liệu trong mạng máy tính:

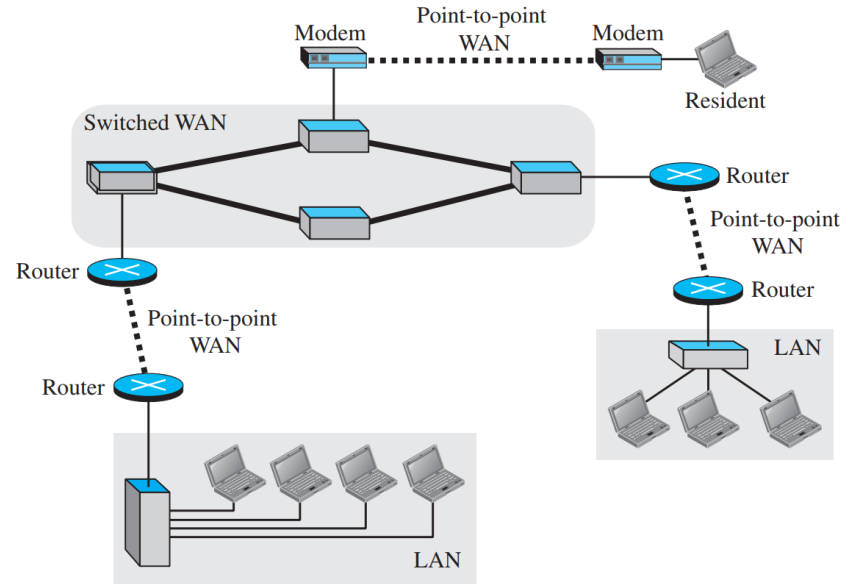
- ❖ Truyền thông tin giữa các máy tính trong mạng
 - Tương tự gửi thư tín qua hệ thống bưu điện
- ❖ Máy nguồn: gửi dữ liệu
- ❖ Máy đích: nhận dữ liệu
- ❖ Phân loại máy tính: máy chủ (server) và máy trạm (client)

❑ Kiến trúc mạng:

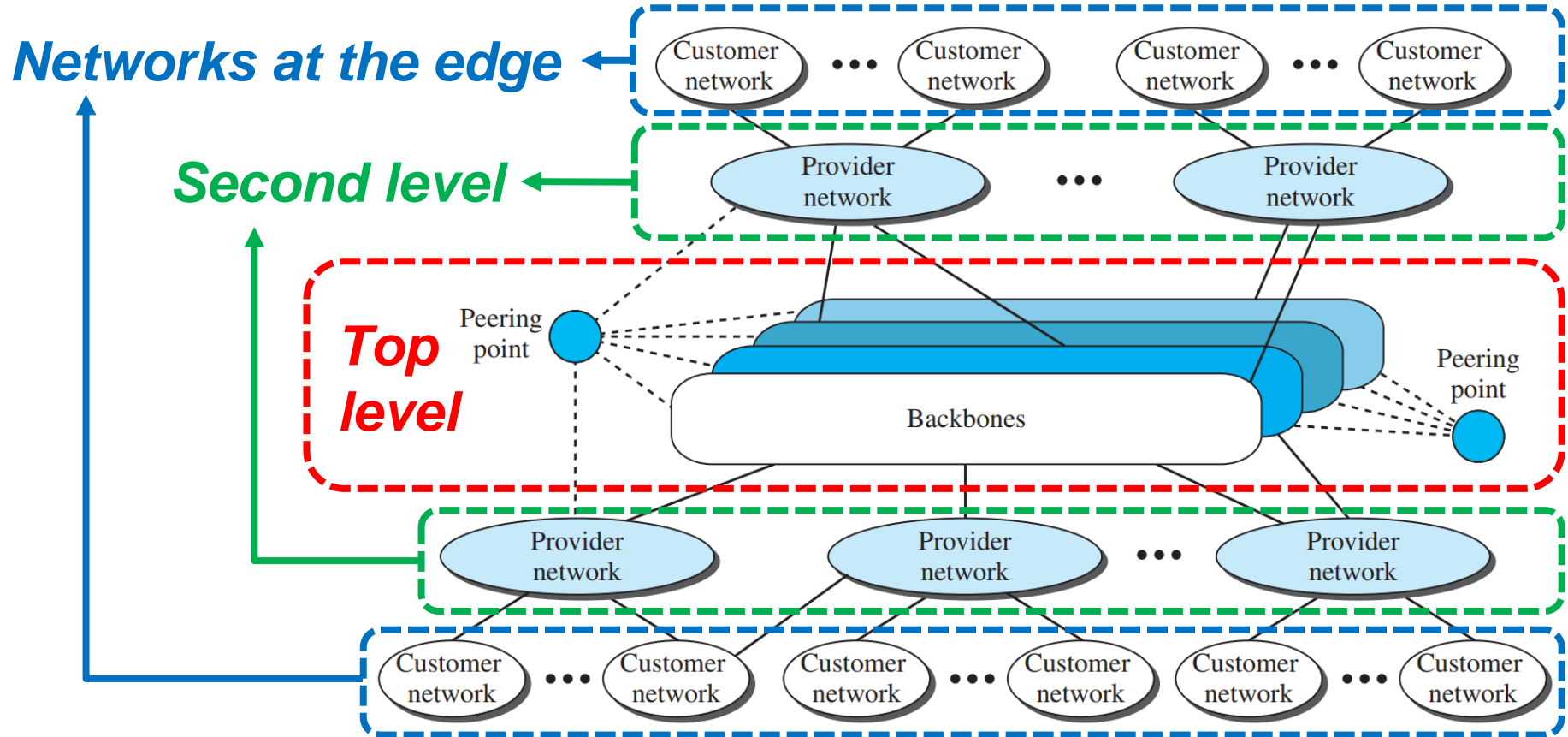
- ❑ Cấu trúc liên kết (topology): trật tự/cách thức các máy tính kết nối với nhau thông qua các đường truyền vật lý
- ❑ Giao thức mạng: cách thức các máy tính trao đổi dữ liệu với nhau như thế nào?

MẠNG MÁY TÍNH

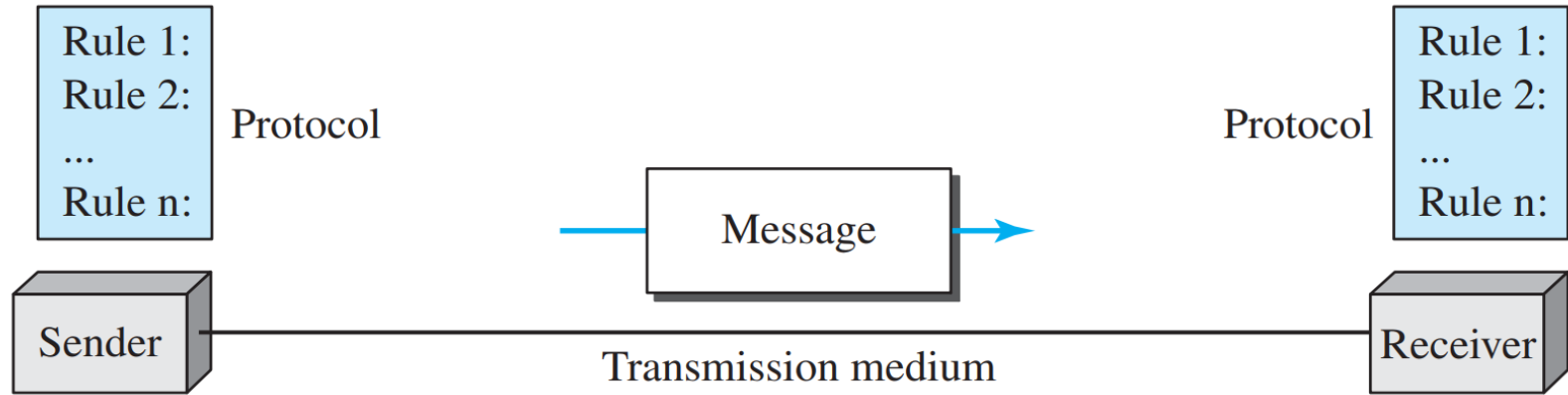
- ❏ **Phân loại mạng máy tính:**
- ❖ Mạng cá nhân
→ PAN – Personal Area Network
 - ❖ Mạng cục bộ
→ LAN – Local Area Network
 - ❖ Mạng đô thị
→ MAN – Metropolitan Area Network
 - ❖ Mạng diện rộng
→ WAN – Wide Area Network



The Internet



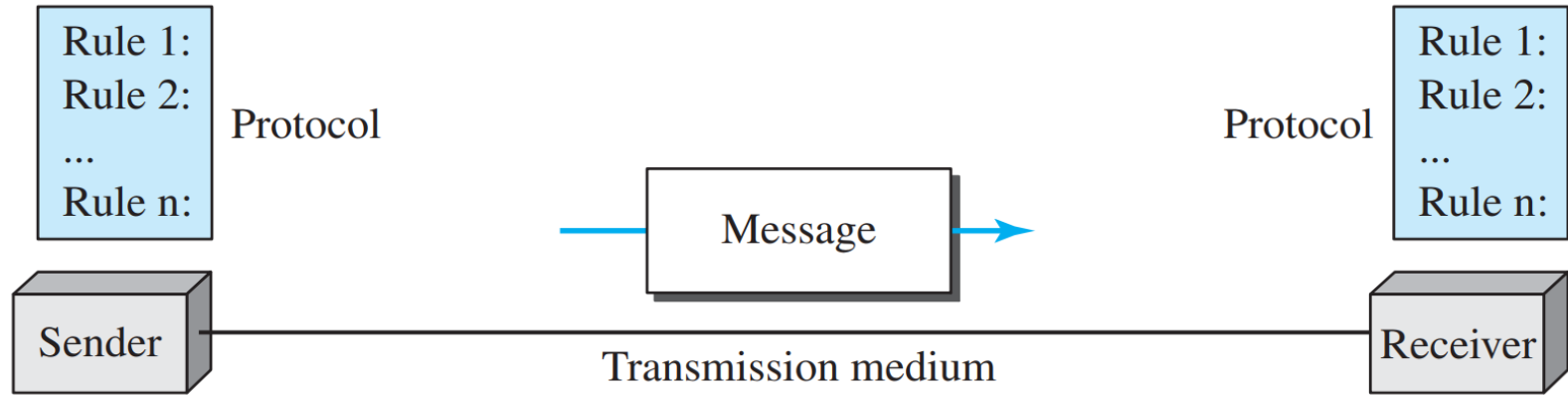
CHUYỂN TIN QUA MẠNG MÁY TÍNH



❏ Quá trình chuyển thông tin giữa các nút mạng: 5 thành phần

- ❖ Thông tin (Message)
- ❖ Người gửi (Sender)
- ❖ Người nhận (Receiver)
- ❖ Phương tiện truyền dẫn (Transmission medium)
- ❖ Giao thức (Protocol)

CHUYỂN TIN QUA MẠNG MÁY TÍNH



❏ Các nhiệm vụ trong quá trình chuyển tin

- ❖ Tổ chức dữ liệu
- ❖ Chuyển dữ liệu thành tín hiệu
- ❖ Phát hiện lỗi/ sửa lỗi, kiểm soát tải đường truyền
- ❖ Định danh/đánh địa chỉ để phân biệt các máy trong mạng
- ❖ Định tuyến/tìm đường đi cho dữ liệu qua hệ thống mạng
- ❖ ...

PHÂN LỚP GIAO THỨC

❏ Giao thức:

- ❖ Tập các quy tắc mà theo đó cả máy nguồn và đích đều phải tuân thủ để việc trao đổi thông tin hiệu quả

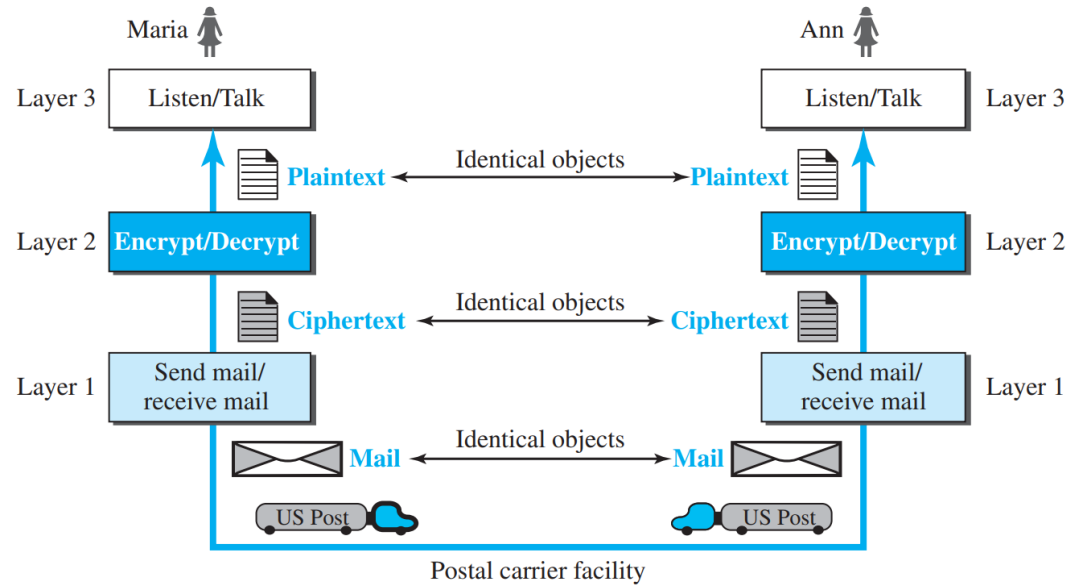
❏ Phân lớp giao thức:

- ❖ Phân chia tập nhiều nhiệm vụ phức tạp thành các nhóm nhiệm vụ chuyên biệt và đơn giản hơn
- ❖ Tổ chức thành các lớp (layer) xử lý nhóm nhiệm vụ:
 - Các lớp độc lập nhau
 - Liên hệ chặt chẽ với các lớp liền kề để sử dụng/cung cấp dịch vụ
- ❖ Mỗi lớp có thể được triển khai nhiều cách khác nhau để thực hiện một hoặc vài nhiệm vụ
 - Cho phép độc lập thay thế các thiết bị đã triển khai trên một lớp

PHÂN LỚP GIAO THỨC

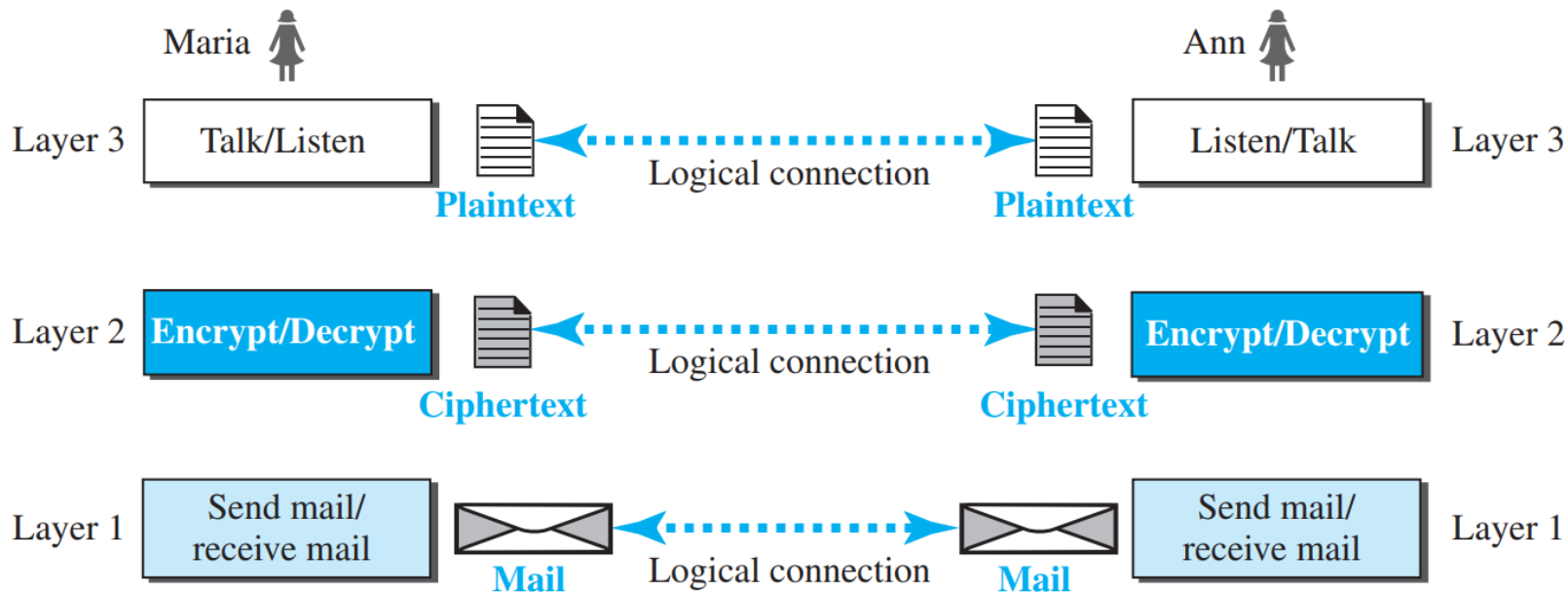
❏ Truyền tin trong kiến trúc phân lớp giao thức:

- ❖ Bên gửi: tại mỗi lớp, thêm tiêu đề (header) chứa thông tin dùng cho việc xử lý dữ liệu và chuyển cho lớp dưới
- ❖ Bên nhận: xử lý dữ liệu theo thông tin trong phần tiêu đề, loại bỏ tiêu đề và chuyển dữ liệu cho lớp trên



➔ Ngăn xếp các giao thức

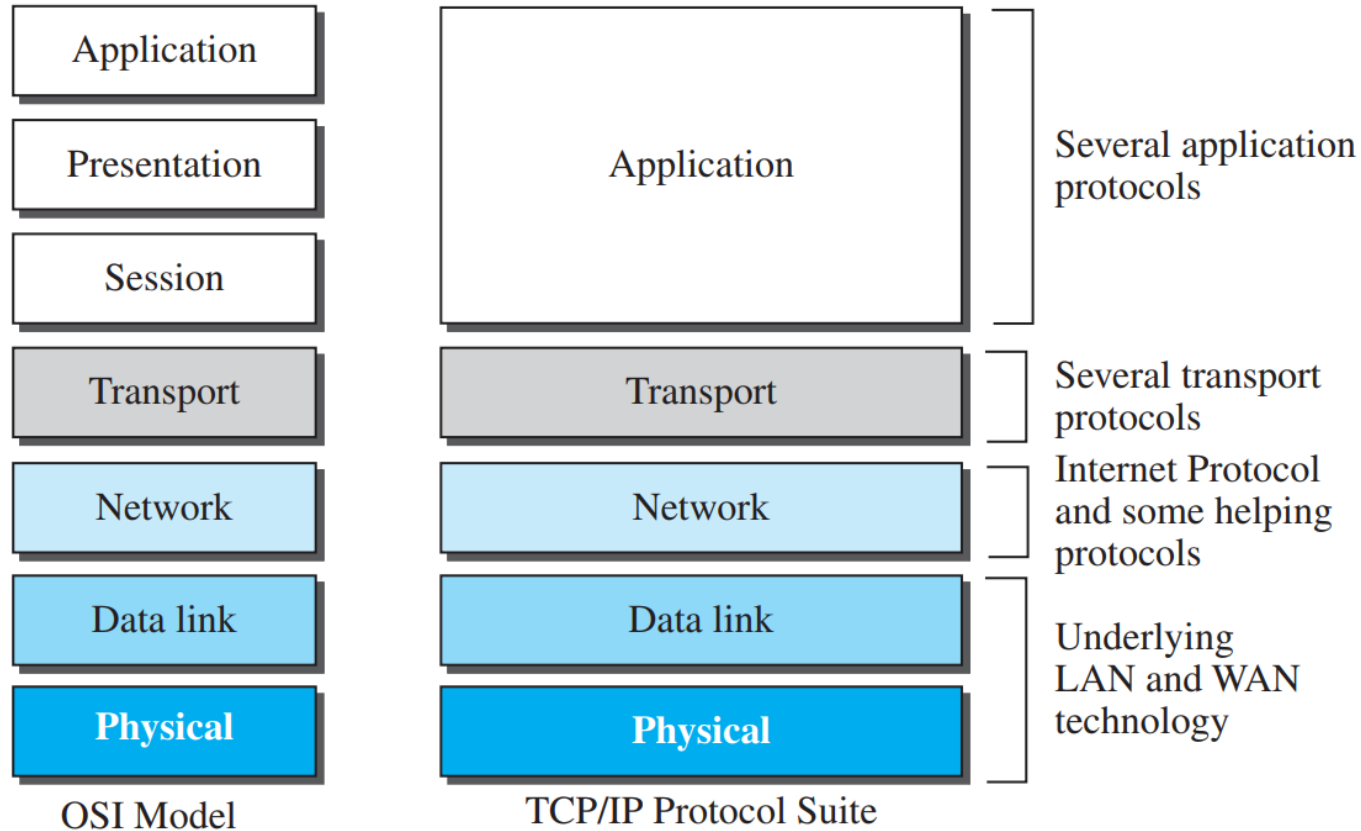
PHÂN LỚP GIAO THỨC



❏ Truyền tin trong kiến trúc phân lớp giao thức:

- ❖ Các lớp đồng cấp ở mỗi bên sử dụng chung giao thức
→ điều khiển quá trình truyền tin với kết nối logic giữa chúng

MÔ HÌNH MẠNG MÁY TÍNH



NGUYÊN LÝ CÁC LỚP TRONG TCP/IP

- ❑ Nguyên lý các lớp
- ❑ Giao tiếp giữa các tiến trình ứng dụng
- ❑ Mô hình trao đổi thông tin

ĐỊNH DANH TRÊN KIẾN TRÚC PHÂN LỚP

Legend

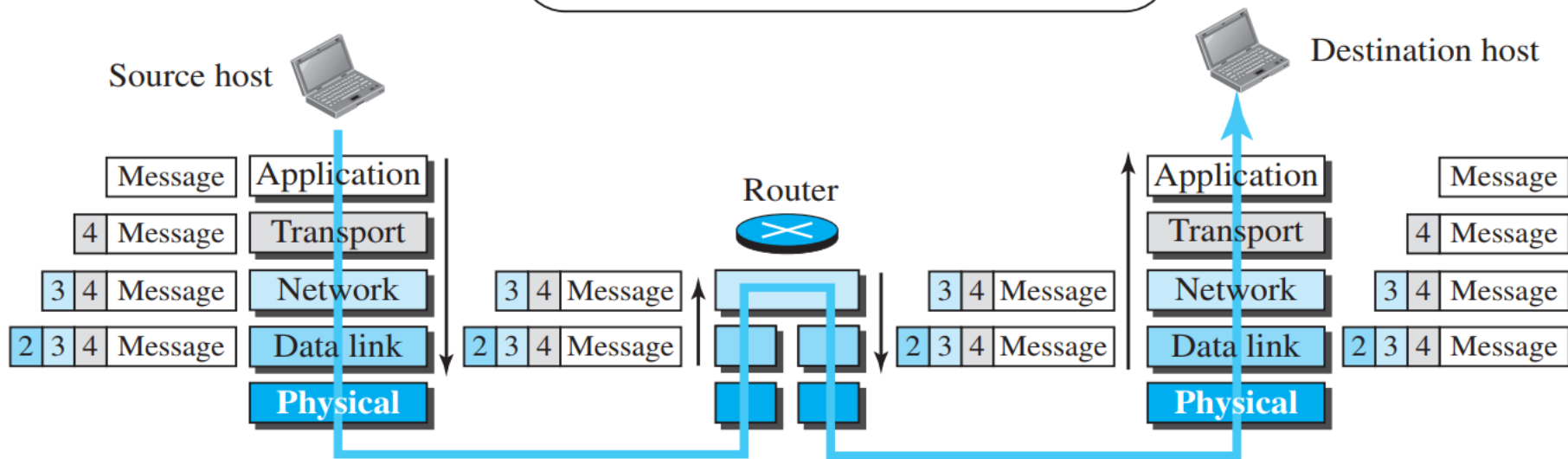
4 Header at transport layer

3 Header at network layer

2 Header at data-link layer

↓ Encapsulate

↑ Decapsulate



ĐỊNH DANH TRÊN KIẾN TRÚC PHÂN LỚP

❑ Lớp ứng dụng:

- ❖ Tên miền định danh (chuỗi ký tự dễ nhớ với người dùng) cho máy chủ cung cấp dịch vụ
- ❖ Thiết bị mạng không dùng tên miền khi truyền tin

❑ Lớp giao vận:

- ❖ Số hiệu cổng định danh cho các dịch vụ khác nhau
- ❖ Số hiệu cổng: từ 0-65535
- ❖ Ví dụ:
 - ❖ Web-80
 - ❖ DNS-53
 - ❖ Email (SMTP-25, SMTPS-465, POP-110, POP3S-995, IMAP-143, IMAPS-993)

ĐỊNH DANH TRÊN KIẾN TRÚC PHÂN LỚP

❑ Lớp mạng:

- ❖ Địa chỉ IP định danh cho các máy trạm, máy chủ, bộ định tuyến
- ❖ Có thể dùng trong mạng nội bộ và mạng Internet
- ❖ Địa chỉ IPv4: 32bits, 4 số có giá trị từ 0-255 phân biệt nhau bởi 1 dấu ‘.’
- ❖ Địa chỉ IPv6: 128 bits, 8 nhóm, các nhóm phân biệt nhau bởi dấu ‘:’

❑ Lớp liên kết dữ liệu:

- ❖ Địa chỉ MAC định danh cho các máy trạm, máy chủ, thiết bị mạng
- ❖ Chỉ dùng trong mạng nội bộ

NGUYÊN LÝ LỚP ỨNG DỤNG

- ❑ Nguyên lý chung
- ❑ Tiến trình trao đổi dữ liệu
- ❑ Giao tiếp giữa các tiến trình
- ❑ Các mô hình trao đổi thông tin

NGUYÊN LÝ LỚP ỨNG DỤNG

- ❑ **Cung cấp dịch vụ mạng cho người dùng**
- ❑ **Phối hợp hoạt động của chương trình client và chương trình server**
 - ❖ Client: cung cấp giao diện cho người dùng
 - ❖ Server: đáp ứng dịch vụ
- ❑ **Một số dịch vụ tiêu biểu: Web, Email, Lưu trữ và chia sẻ file (FTP)...**
- ❑ **Các mô hình trao đổi thông tin:**
 - ❖ Client/Server
 - ❖ Ngang hàng
 - ❖ Mô hình lai
- ❑ **Giao thức ứng dụng → hoạt động trên các thiết bị đầu cuối**

NGUYÊN LÝ LỚP ỨNG DỤNG

❑ **Tiến trình: gồm có 2 tiến trình giao tiếp với nhau qua môi trường mạng:**

- ❖ Client: cung cấp giao diện và gửi thông điệp yêu cầu dịch vụ
- ❖ Server: cung cấp dịch vụ và trả thông điệp đáp ứng

❑ **Ví dụ: ứng dụng Web**

- ❖ Web browser (trình duyệt Web): Chrome, Edge, Firefox...
- ❖ Web server: Apache, NGINX, Microsoft IIS, Tomcat ...

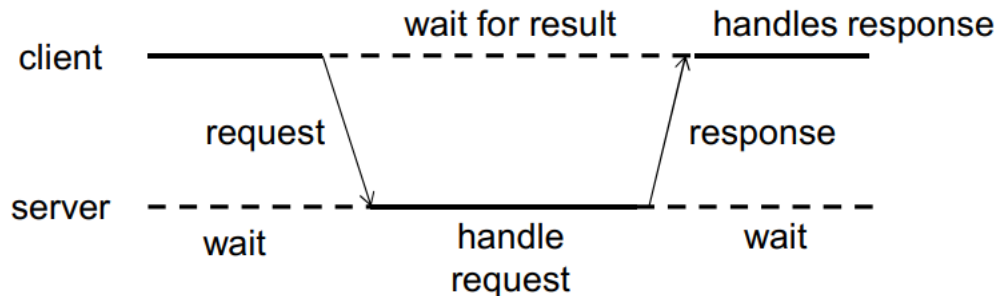
GIAO TIẾP GIỮA CÁC TIẾN TRÌNH ỨNG DỤNG

❑ Định danh cho tiến trình bởi

- ❖ Địa chỉ IP, số hiệu cổng (port)
- ❖ Ví dụ: 203.162.31.118:80 or 222.255.130.178:443

❑ Tiến trình

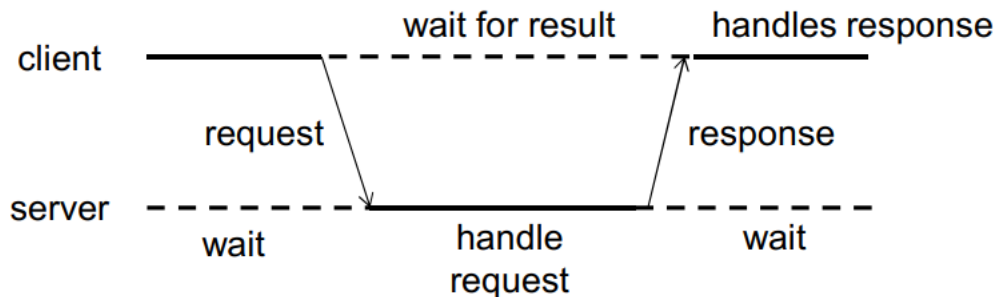
- ❖ Client: gửi yêu cầu thông qua IP và port của server
- ❖ Server: xử lý và gửi trả kết quả



GIAO TIẾP GIỮA CÁC TIẾN TRÌNH ỨNG DỤNG

❑ Sử dụng “socket”: SAP của lớp giao vận

- ❖ Sử dụng socket để gọi dịch vụ của lớp giao vận để thực thi các tiến trình trao đổi thông tin



MÔ HÌNH TRAO ĐỔI THÔNG TIN

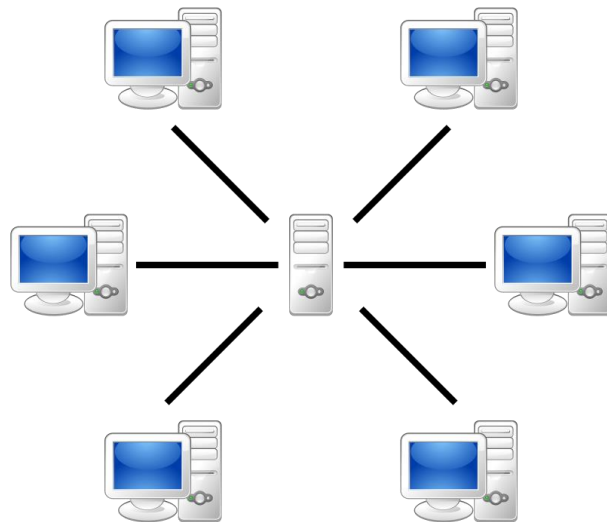
❑ Mô hình client-server

❑ Client

- ❖ Gửi yêu cầu truy cập dịch vụ đến máy chủ
- ❖ Không liên lạc trực tiếp với các client khác

❑ Server

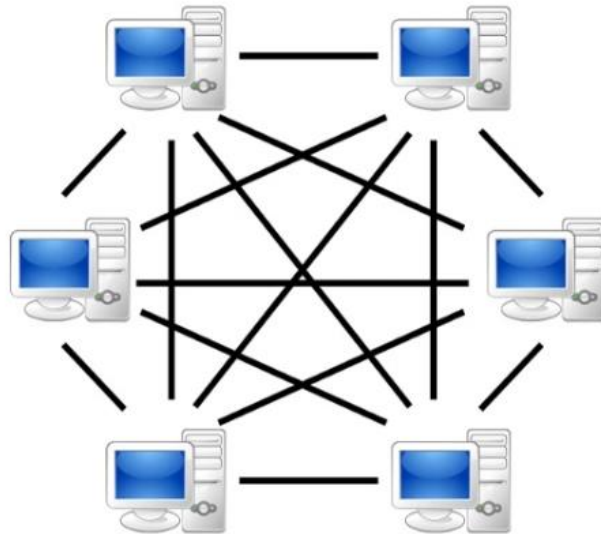
- ❖ Thường xuyên online để chờ y/c đến từ máy trạm



MÔ HÌNH TRAO ĐỔI THÔNG TIN

- ❑ **Mô hình peer-to-peer (trao đổi ngang hàng) – P2P**
 - ❖ Sử dụng một lớp ảo bên trên cấu trúc mạng vật lý
 - ❖ Các nút mạng ở lớp ảo tạo thành tập con của các nút mạng ở lớp vật lý

- ❑ **Không có máy chủ trung tâm**
 - ❖ Các máy có vai trò ngang nhau
 - ❖ Hai máy bất kỳ có thể liên lạc trực tiếp với nhau



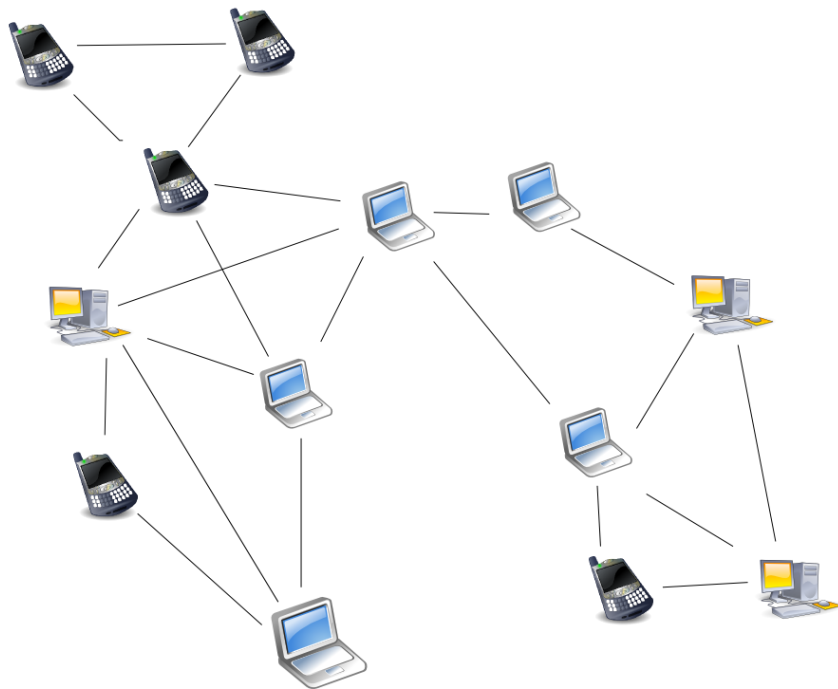
MÔ HÌNH TRAO ĐỔI THÔNG TIN

❑ Mô hình (P2P) không có cấu trúc

- ❖ Không áp đặt một cấu trúc cụ thể lên mạng thuộc lớp ảo
- ❖ Các nút mạng hình thành các kết nối ngẫu nhiên với nhau

❑ Ưu/nhược điểm

- ❖ Dễ xây dựng và cho phép tối ưu hóa hóa cục bộ trên lớp ảo
- ❖ Ổn định khi gặp tình trạng tỷ lệ “churn” cao
- ❖ Truy vấn tìm kiếm dữ liệu phải được flood trong mạng → hao tốn tài nguyên



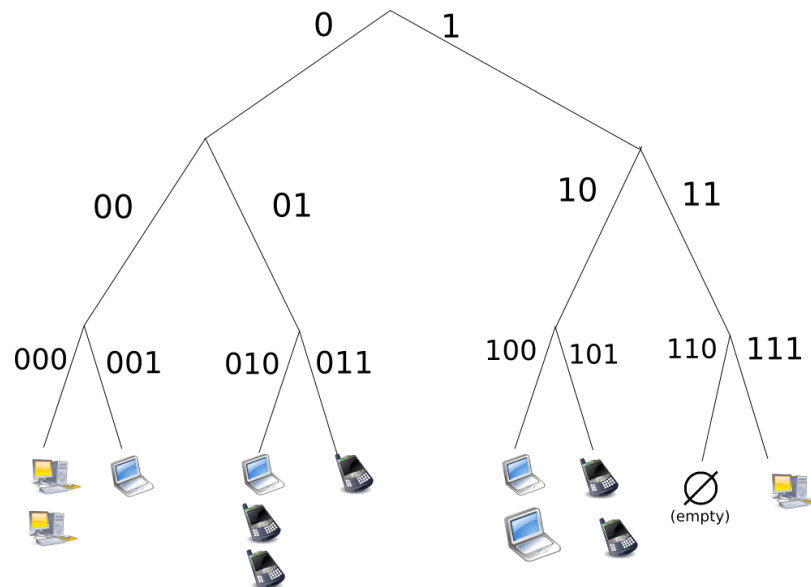
MÔ HÌNH TRAO ĐỔI THÔNG TIN

❑ Mô hình (P2P) có cấu trúc

- ❖ Lớp ảo được tổ chức thành một cấu trúc liên kết cụ thể và giao thức
- ❖ Cấu trúc P2P phổ biến nhất là xây dựng bằng băm phân tán (DHT)

❑ Thuận lợi

- ❖ Bất kỳ node nào cũng có thể tìm kiếm file hoặc tài nguyên trên mạng một cách hiệu quả



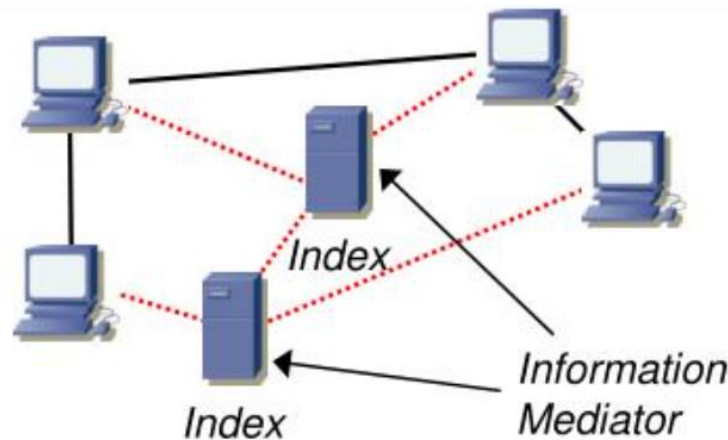
MÔ HÌNH TRAO ĐỔI THÔNG TIN

❑ Mô hình kết hợp (hybrid)

- ❖ Kết hợp của các mô hình client-server và mô hình peer-to-peer
- ❖ Mô hình phổ biến là một *server* trung tâm giúp các *peer* tìm thấy nhau

❑ Thuận lợi

- ❖ Mô hình kết hợp có hiệu suất tốt



Hybrid P2P-Network (eDonkey)

NGUYÊN LÝ LỚP GIAO VẬN

☐ Đặc điểm lớp giao vận

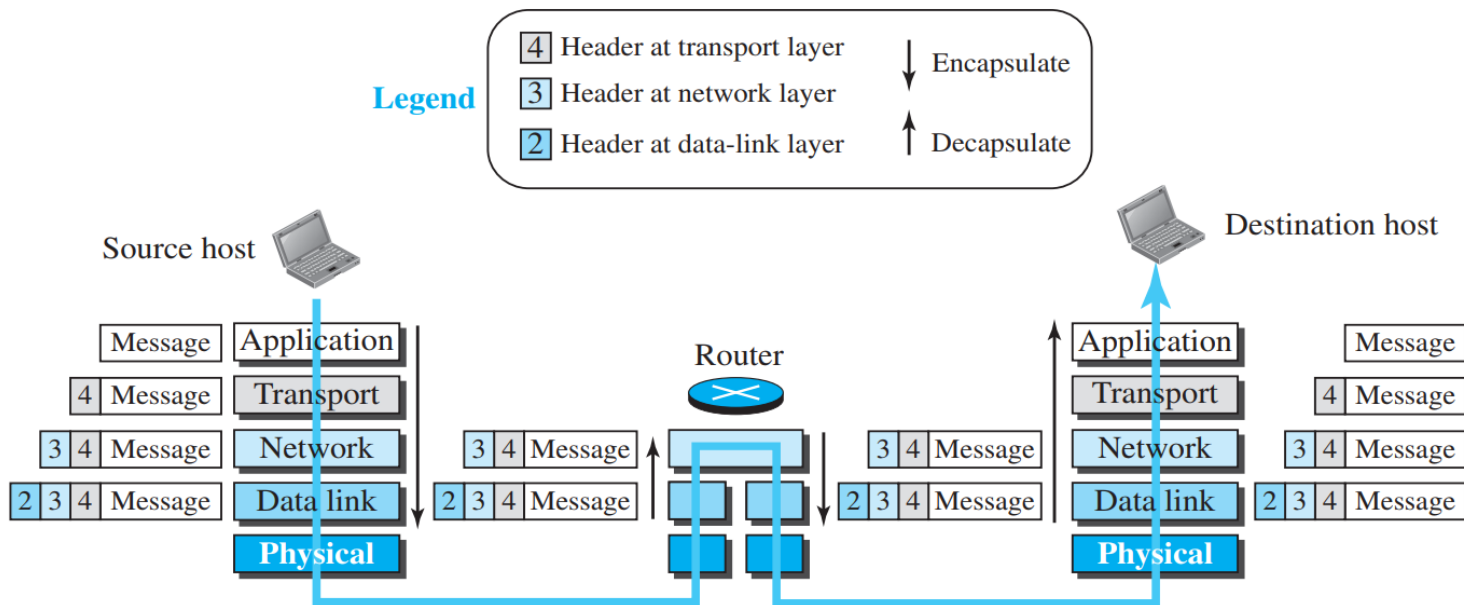
☐ Giao thức UDP

☐ Giao thức TCP

☐ So sánh TCP và UDP

NGUYÊN LÝ LỚP GIAO VẬN

- ❏ Cài đặt và hoạt động trên các thiết bị đầu cuối
 - ❖ Cung cấp dịch vụ để các ứng dụng mạng trao đổi dữ liệu



ĐẶC ĐIỂM LỚP GIAO VẬN

❑ Hai dạng dịch vụ giao vận

- ❖ Hướng liên kết – TCP
- ❖ Không liên kết – UDP

❑ Đơn vị dữ liệu

- ❖ Datagram (UDP)
- ❖ Segment (TCP)

❑ Một liên kết lớp giao vận → một phiên UDP/TCP được xác định bởi bộ 5 thông số (5- tuple):

- ❖ Địa chỉ IP nguồn
- ❖ Địa chỉ IP đích
- ❖ Số hiệu cổng nguồn
- ❖ Số hiệu cổng đích
- ❖ Giao thức (TCP/UDP,...)

GIAO THỨC UDP

❏ Đặc điểm

- ❖ Hướng không liên kết/không kết nối
- ❖ Không cần thiết lập liên kết → giảm độ trễ
- ❖ Không cần lưu lại trạng thái liên kết ở bên gửi và bên nhận → đơn giản
- ❖ Phần đầu đoạn tin nhỏ → giảm kích thước header
- ❖ Không có quản lý tắc nghẽn → cố gắng gửi dữ liệu nhanh và nhiều nhất
- ❖ Không bảo đảm được độ tin cậy

GIAO THỨC TCP

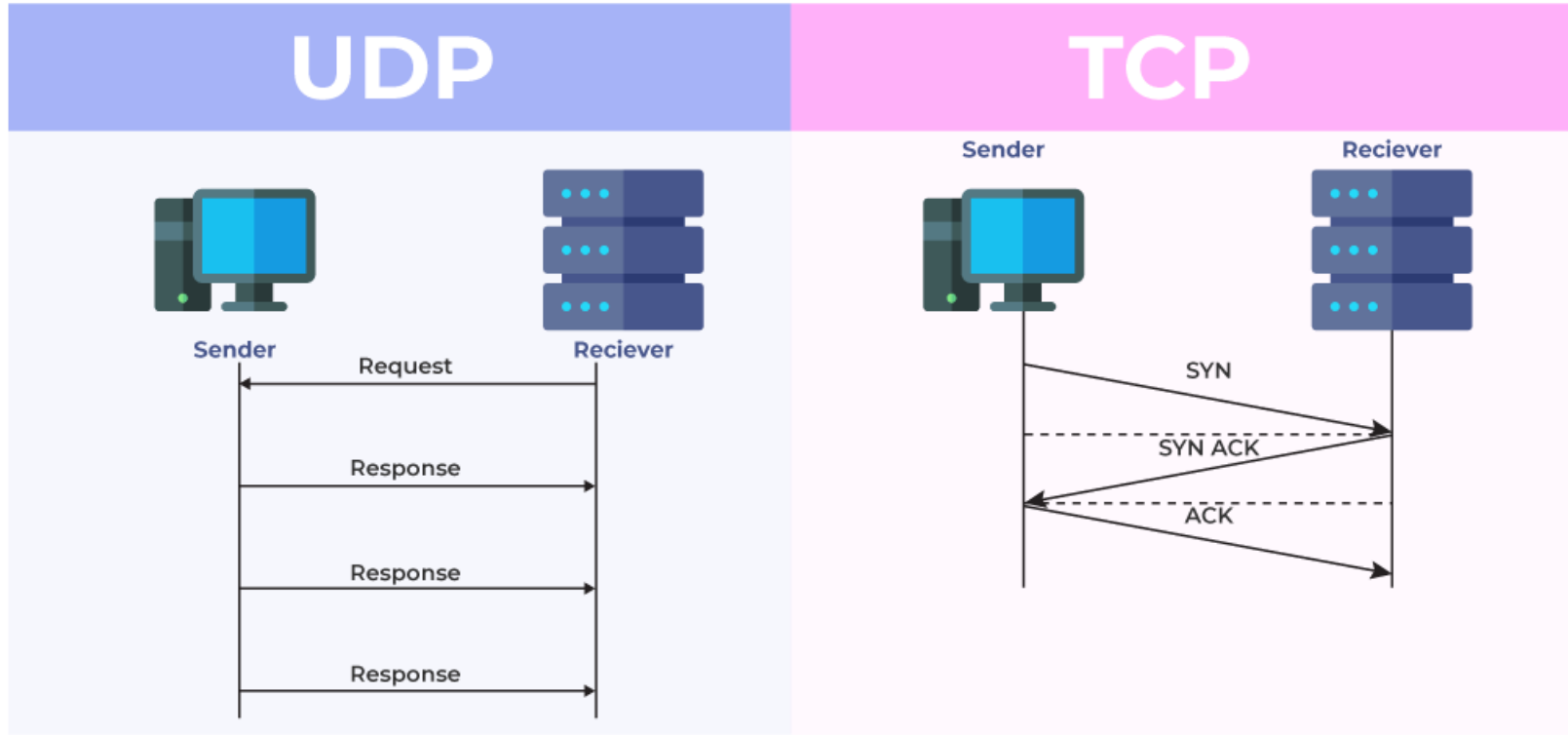
❑ Đặc điểm

- ❖ Hướng liên kết/kết nối: bắt tay ba bước (3-way handshake)
- ❖ Truyền dữ liệu theo dòng byte: sử dụng bộ đệm (buffer)
- ❖ Truyền theo kiểu pipeline → tăng hiệu quả truyền dẫn, giảm độ trễ
- ❖ Kiểm soát luồng → giảm tình trạng quá tải bên nhận (nếu có)
- ❖ Kiểm soát tắc nghẽn
- ❖ Độ tin cậy cao

GIAO THỨC UDP VÀ TCP

TCP	UDP
Secure	Unsecure
Connection-Oriented	Connectionless
Slow	Fast
Guaranteed transmission	No Guarantee
Used by critical applications	Used by real-time applications
Packet reorder mechanism	No reorder mechanism
Flow control	No flow control
Error Checking	No Error Checkin
20 Bytes Header	8 Bytes Header
Acknowledgement Mechanism	No Acknowledgement
Three-way handshake (SYN, SYN-ACK, ACK)	No handshake
DNS, HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, Telnet, SNMP	DNS, DHCP, TFTP, SNMP, RIP, VOIP

GIAO THỨC UDP VÀ TCP



NGUYÊN LÝ LỚP MẠNG

- ❑ Nguyên lý chung lớp mạng

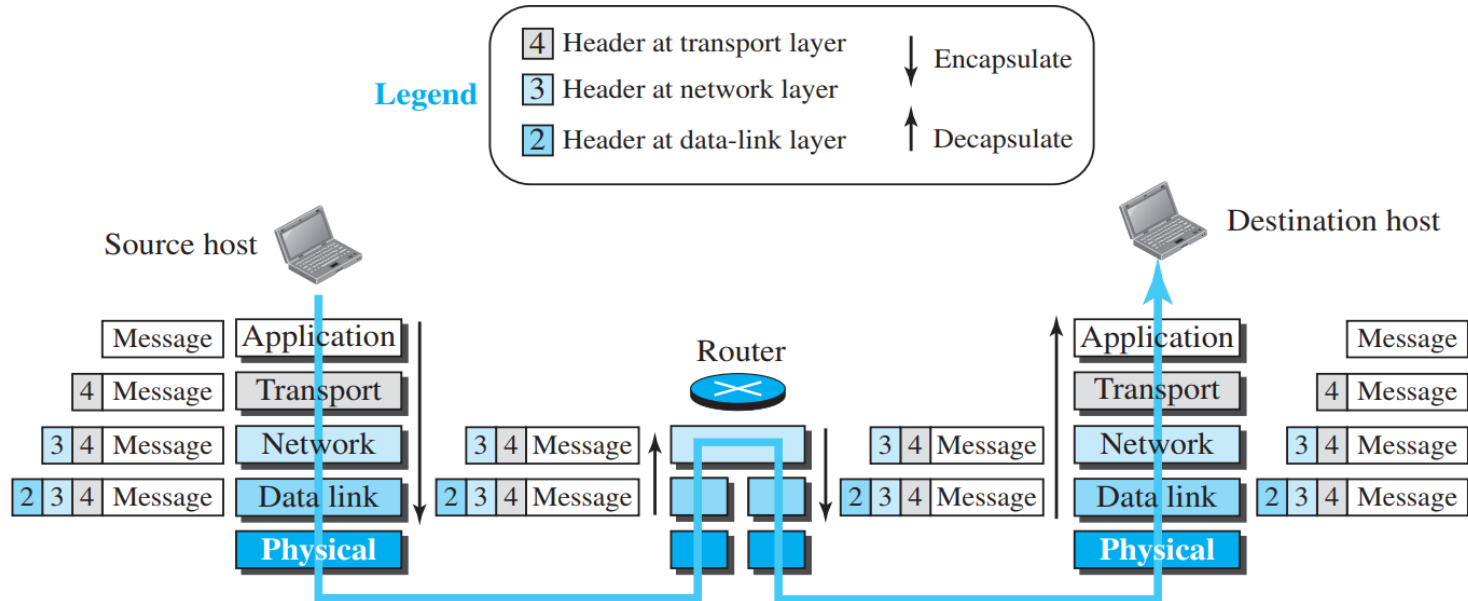
- ❑ Địa chỉ IP

- ❑ IPv4 và IPv6

- ❑ Định dạng tiêu đề (header)

NGUYÊN LÝ CHUNG LỚP MẠNG

- Cung cấp các cơ chế để kết nối các hệ thống mạng với nhau (internetworking – Internet)



NGUYÊN LÝ CHUNG LỚP MẠNG

❑ **Giao thức Internet: Internet Protocol (IP)**

- ❖ Định danh: sử dụng địa chỉ IP để gán cho các nút mạng → máy trạm, máy chủ, bộ định tuyến/router
- ❖ Khuôn dạng dữ liệu

❑ **Định tuyến:**

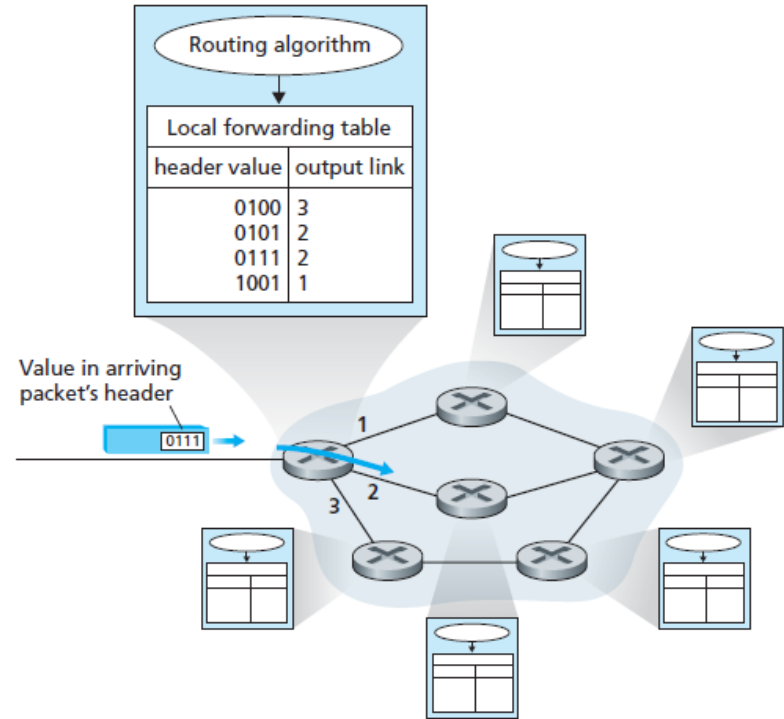
- ❖ Tìm các tuyến đường tốt nhất qua các bộ định tuyến trung gian để gửi thông tin → thuật toán/giao thức (RIP, OSPF, IGRP hoặc EIGRP)

❑ **Chuyển tiếp:**

- ❖ Bộ định tuyến sẽ quyết định gửi dữ liệu theo đường nào

NGUYÊN LÝ CHUNG LỚP MẠNG

- ❑ **Định tuyến – chuyển tiếp:**
- ❖ Sử dụng bảng chuyển tiếp
 - ❖ Bộ định tuyến đọc giá trị trong phần header của gói tin đến
 - ❖ Xác định cổng ra để chuyển tiếp gói tin



ĐỊA CHỈ IP

❑ Đặc điểm:

- ❖ Mỗi địa chỉ IP được gán cho một cổng duy nhất
- ❖ Địa chỉ IP có tính duy nhất trong mạng

❑ Chuyển đổi địa chỉ (IPv4)

- ❖ NAT : Network Address Translation
 - Chuyển đổi địa chỉ trên gói tin giữa IP cục bộ và IP công cộng
- ❖ PAT : Port Address Translation
 - Dynamic NAT (overloading): sử dụng thêm số hiệu cổng ứng dụng trong quá trình chuyển đổi

❑ Lợi ích:

- ❖ Tiết kiệm địa chỉ IP công cộng
- ❖ Che giấu địa chỉ riêng
- ❖ Giảm chi phí cấu hình khi thay đổi ISP

IPv4 và IPv6

IPv4

Address Size:

32-bit number

Address Format:

Dotted Decimal Notation:

192.168.1.1

Prefix Notation:

255.255.255.0

/24

Number of addresses:

$2^{32} = 4,294,967,296$

IPv6

Address Size:

128-bit number

Address Format:

Hexadecimal Notation:

fe80::94db:946e:8d4e:129e

Prefix Notation:

/64

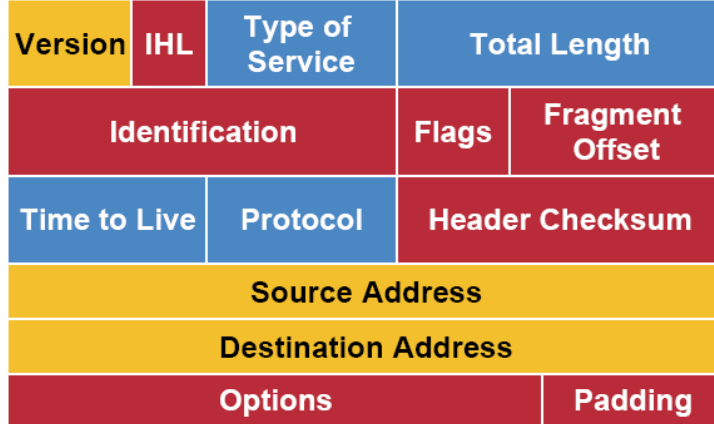
Number of addresses:

$2^{128} =$

340,282,366,920,938,463,463,374,607,
431,768,211,456

ĐỊNH DẠNG TIÊU ĐỀ (HEADER)

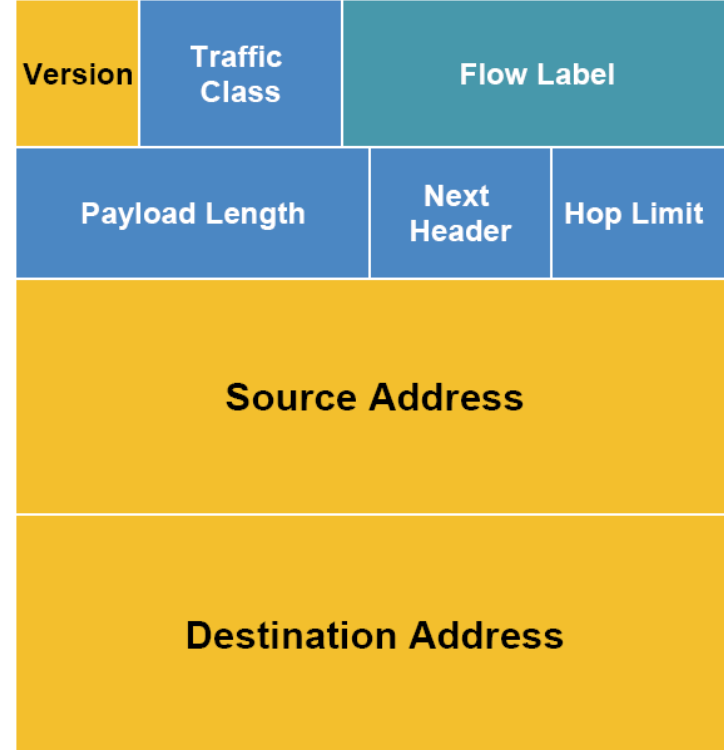
IPv4 Header



Legend

- Field's Name Kept from IPv4 to IPv6
- Fields Not Kept in IPv6
- Name and Position Changed in IPv6
- New Field in IPv6

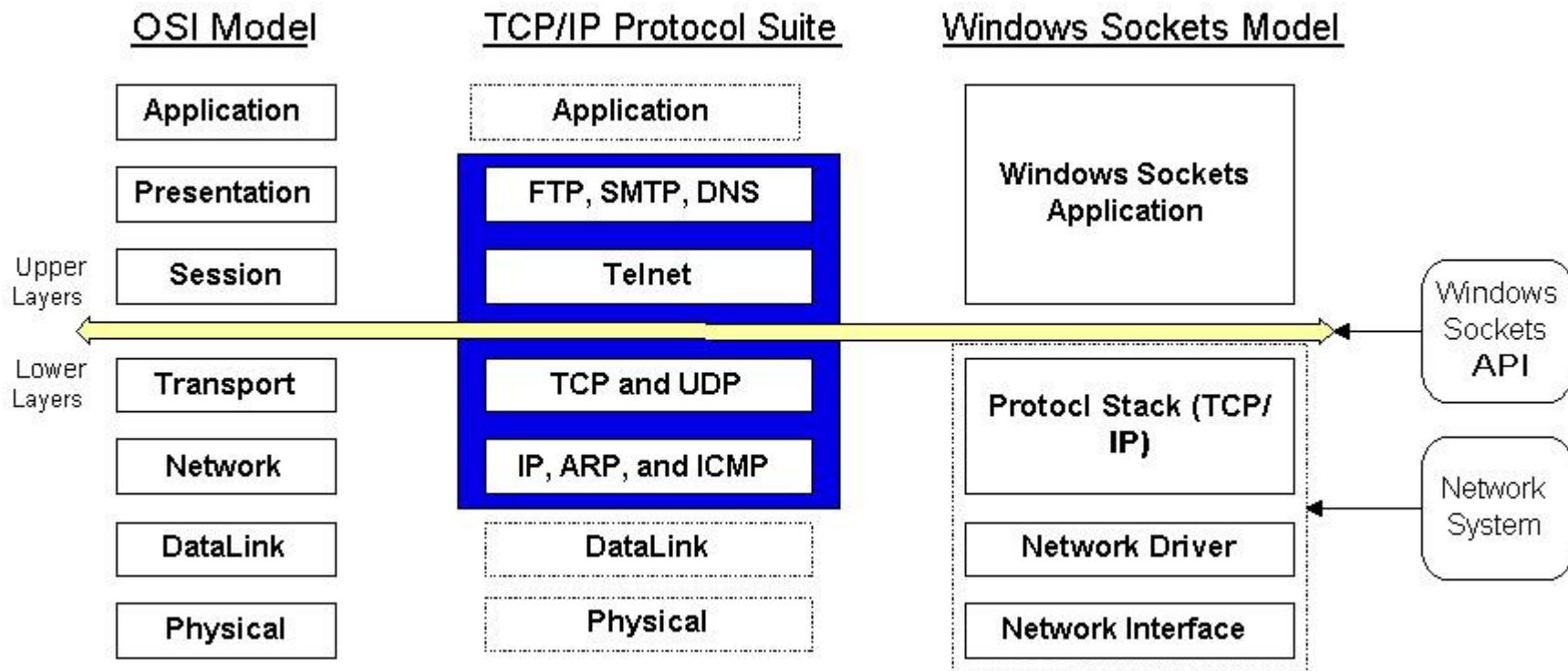
IPv6 Header



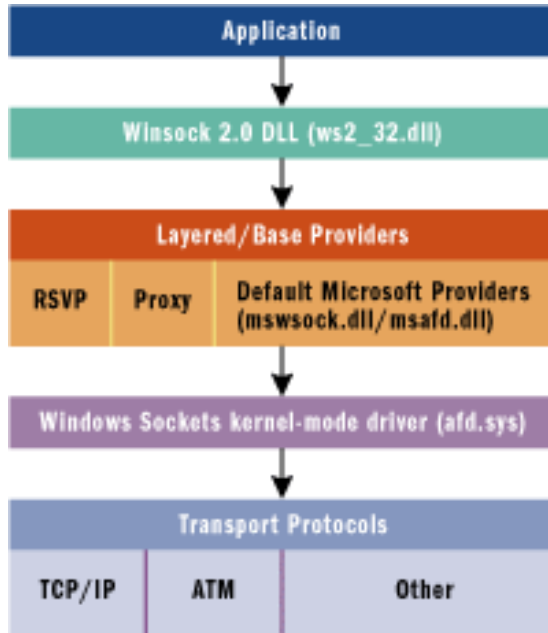
THƯ VIỆN LẬP TRÌNH WINSOCK

- ❑ Bộ giao thức TCP/IP và WinSock
- ❑ Giới thiệu WinSock
- ❑ Môi trường lập trình WinSock

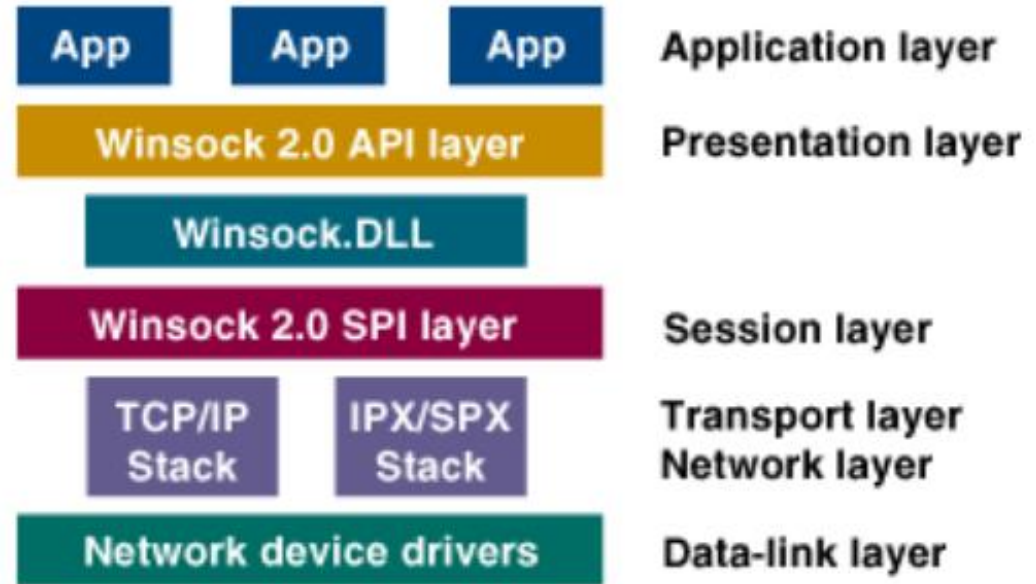
BỘ GIAO THỨC TCP/IP VÀ WINSOCKET



BỘ GIAO THỨC TCP/IP VÀ WINSOCK



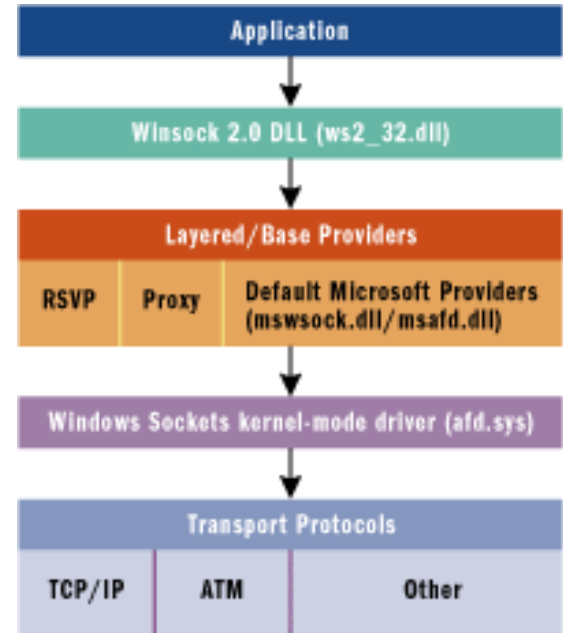
The Winsock 2.0 hierarchy



GIỚI THIỆU WINSOCK

□ WinSock

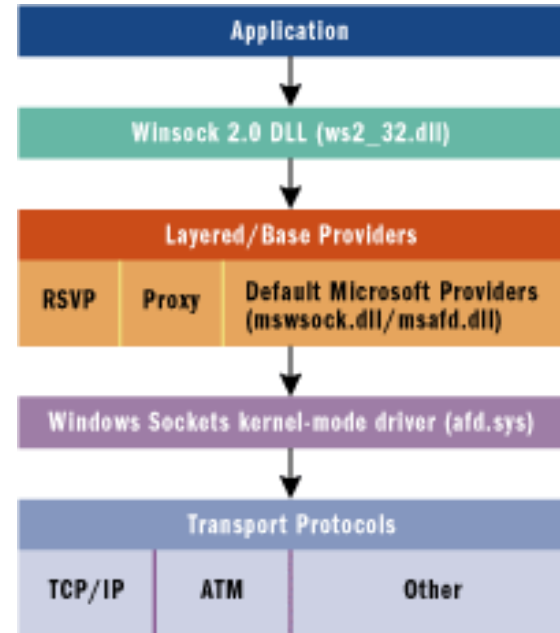
- ❖ Windows Socket
- ❖ Bộ thư viện liên kết động của Microsoft
- ❖ Cung cấp các API hỗ trợ xây dựng các ứng dụng mạng hiệu năng cao
- ❖ Chạy trên nền bộ giao thức TCP/IP



GIỚI THIỆU WINSOCK

❏ Thành phần trong WinSock

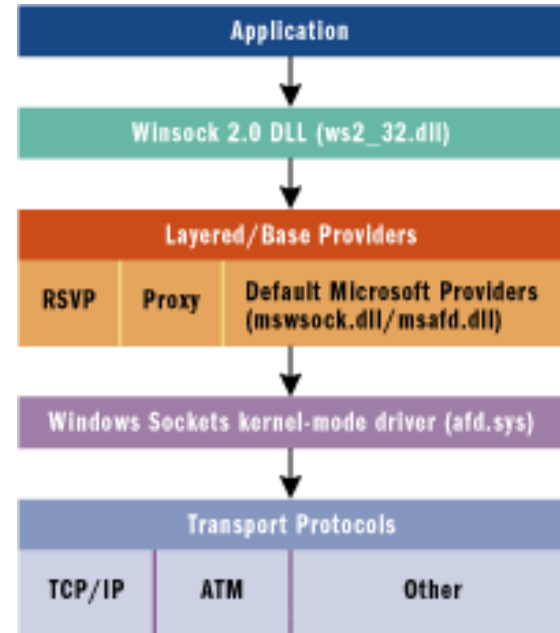
- ❖ Phiên bản hiện tại: WinSock 2.2
- ❖ Thư viện liên kết động: **WS2_32.DLL**
- ❖ Provider
 - Providers chế độ người dùng có thể được xếp chồng lên providers sẵn có để mở rộng các chức năng
- ❖ WinSock Kernel Mode Driver (**AFD.SYS**)
 - Driver chạy ở Kernel Mode
 - Quản lý kết nối, bộ đệm, tài nguyên liên quan đến socket
 - Giao tiếp với driver điều khiển thiết bị thông qua Transport Driver Interface (TDI)



GIỚI THIỆU WINSOCK

❑ Lập trình WinSock

- ❖ Lập trình mạng: Lập trình Socket → tương tác với đối tượng SOCKET.
- ❖ Thiết lập một SOCKET trước khi muốn trao đổi dữ liệu giữa các ứng dụng khác nhau
- ❖ Liên kết logic giữa các SOCKET → kênh truyền dữ liệu giữa hai ứng dụng.



MÔI TRƯỜNG LẬP TRÌNH WINSOCK

❑ Header cho C++

- ❖ WinSock API: WINSOCK2.H and WS2_32.LIB

❑ Visual Studio C++

- ❖ Compile chương trình thông qua *terminal*

❑ <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/api/winsock2/>