



**EAST ASIA UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY**

LẬP TRÌNH MẠNG
(Network Programming)

Chương 1. TỔNG QUAN LẬP TRÌNH MẠNG

Nội dung

1. Tổng quan lập trình mạng

2. Mô hình mạng

3. Giao thức TCP/IP

- IPv4/IPv6
- TCP
- UDP

4. Ngôn ngữ lập trình mạng

1. Lập trình mạng là gì ?

Lập trình mạng (Network Programming): Sử dụng **Ngôn ngữ lập trình** để xây dựng **Chương trình** mà các máy tính có thể giao tiếp với nhau thông qua các dịch vụ mạng và truyền thông.

1. Kiến thức mạng truyền thông

2. Mô hình mạng

- TCP/IP

3. Ngôn ngữ Lập trình mạng

- C/C++

- C# : *.Net Framework* với *System.Net* và *System.Net.Sockets*

- Java

- Python, Perl,...

1. Tổng quan Mạng và truyền thông

■ **Mạng máy tính:**

- LAN (*Local Area Network*)
- MAN (*Metropolitan Area Network*)
- WAN (*Wide Area Network*)
- PAN (Personal Area Network)
- VPN (Virtual Private Network)
- ...

■ **Thiết bị ghép nối**

- Máy tính, thiết bị viễn thông,..

■ **Giao thức và dịch vụ truyền thông**

1. Tổng quan Mạng và truyền thông

Giao thức và dịch vụ mạng truyền thông

- ...
- TCP (*Transmission Control Protocol*): thiết lập kết nối giữa các máy tính để truyền dữ liệu. Nó chia nhỏ dữ liệu ra thành những gói (*packet*) và đảm bảo việc truyền dữ liệu thành công.
- IP (*Internet Protocol*): định tuyến (*route*) các gói dữ liệu khi chúng được truyền qua Internet, đảm bảo dữ liệu sẽ đến đúng nơi cần nhận.
- HTTP (*HyperText Transfer Protocol*): cho phép trao đổi thông tin (chủ yếu ở dạng siêu văn bản) qua Internet.
- FTP (*File Transfer Protocol*): cho phép trao đổi tập tin qua Internet.

1. Tổng quan Mạng và truyền thông

- **Giao thức và dịch vụ mạng truyền thông**
 - ...
 - **HTTPS:** Là giao thức được đánh giá có khả năng an toàn và bảo mật dữ liệu tốt nhất hiện nay. Giao thức sẽ bảo vệ thông tin cá nhân tối ưu hơn khi truyền dữ liệu cá nhân đến các server.
 - **SNMP – Simple Network Management Protocol:** Đây là một khung cơ bản được sử dụng để quản lý các thiết bị trên internet bằng cách sử dụng giao thức TCP/IP.

1. Tổng quan Mạng và truyền thông

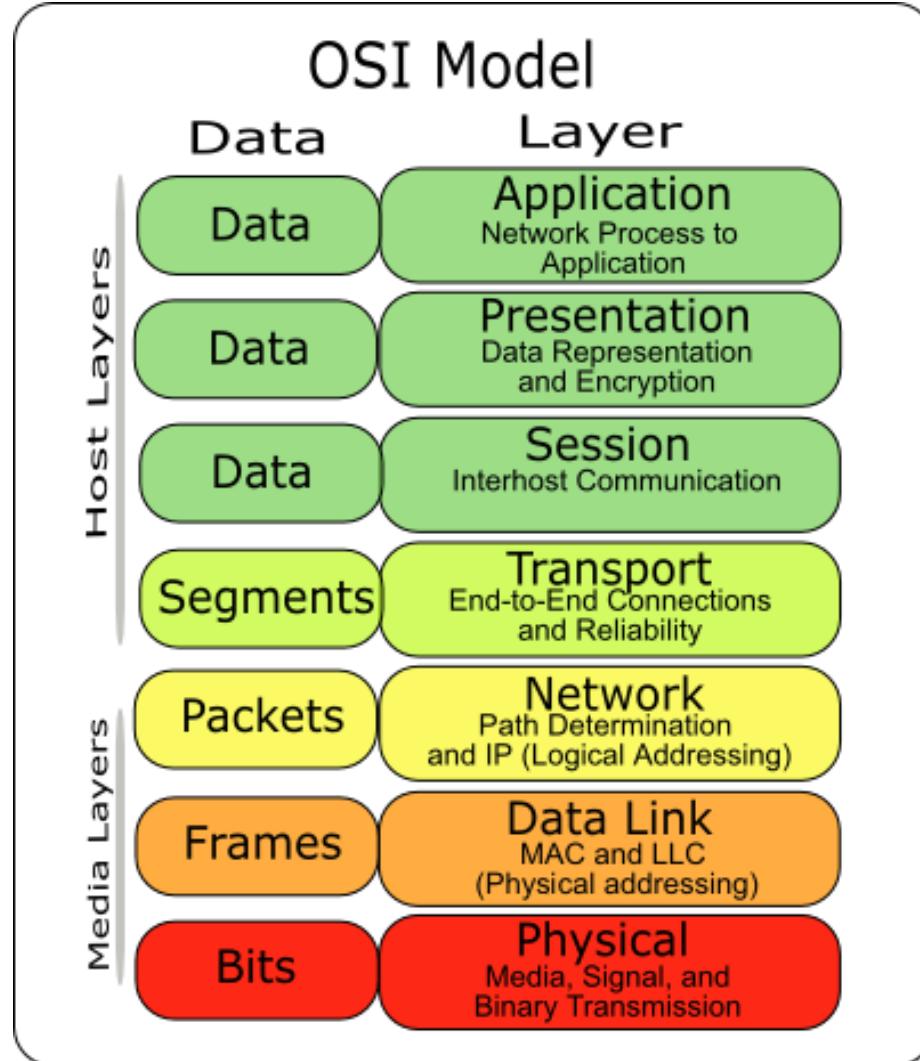
■ Giao thức và dịch vụ truyền thông

- ...
- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*): cho phép gửi các thông điệp thư điện tử (*e-mail*) qua Internet.
- POP3 (*Post Office Protocol*, phiên bản 3): cho phép nhận các thông điệp thư điện tử qua Internet.
- MIME (*Multipurpose Internet Mail Extension*): một mở rộng của giao thức SMTP, cho phép gửi kèm các tập tin nhi phân, phim, nhạc,... theo thư điện tử.
- WAP (*Wireless Application Protocol*): cho phép trao đổi thông tin giữa các thiết bị không dây, như điện thoại di động.

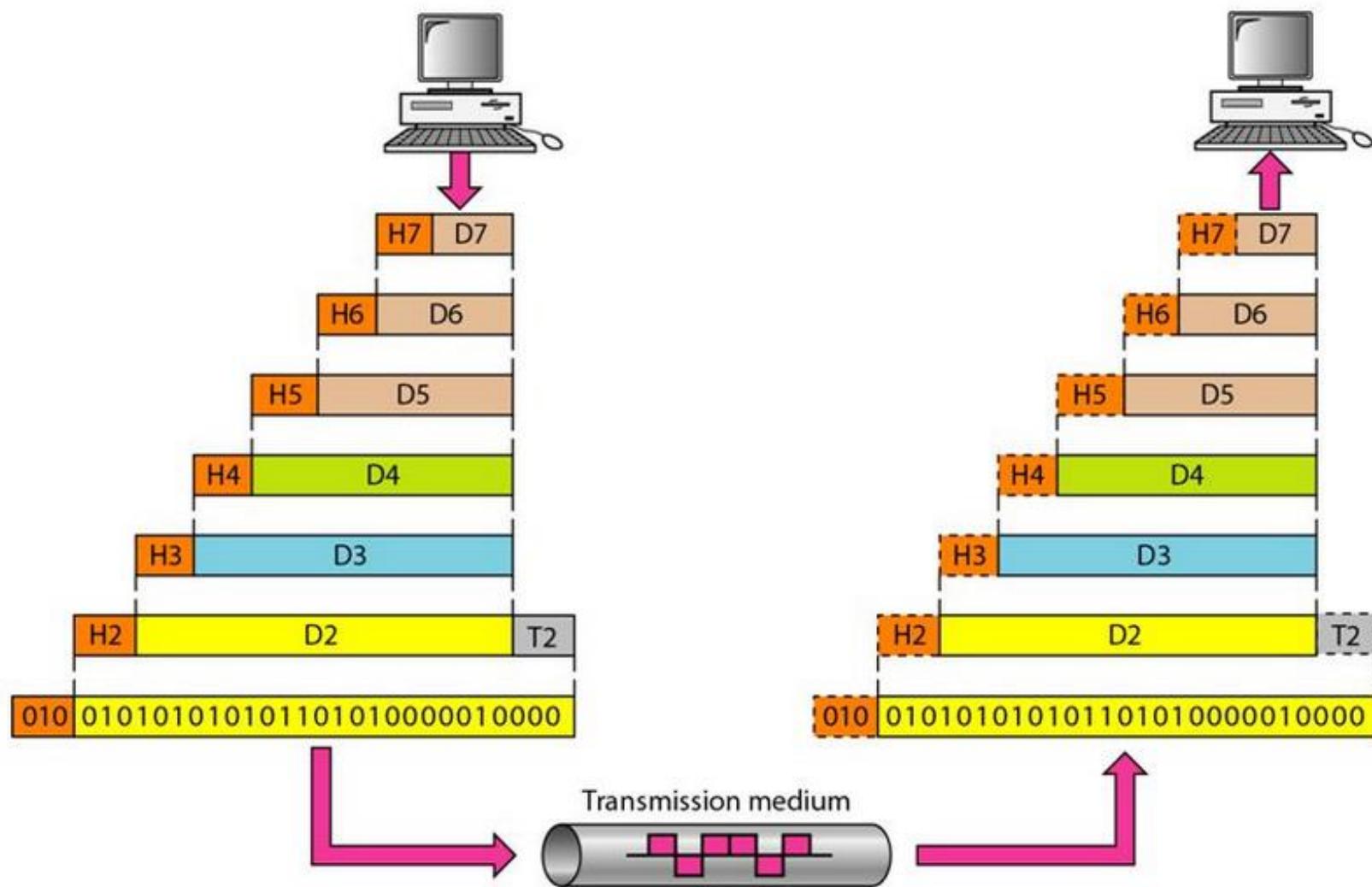
2. Mô hình mạng

- **Mô hình OSI**
 - Open Systems Interconnection Reference Model (OSI)
- **Mô hình TCP/IP**

Mô hình OSI



Hoạt động Mô hình OSI



Mô hình OSI – Ưu/Nhược điểm

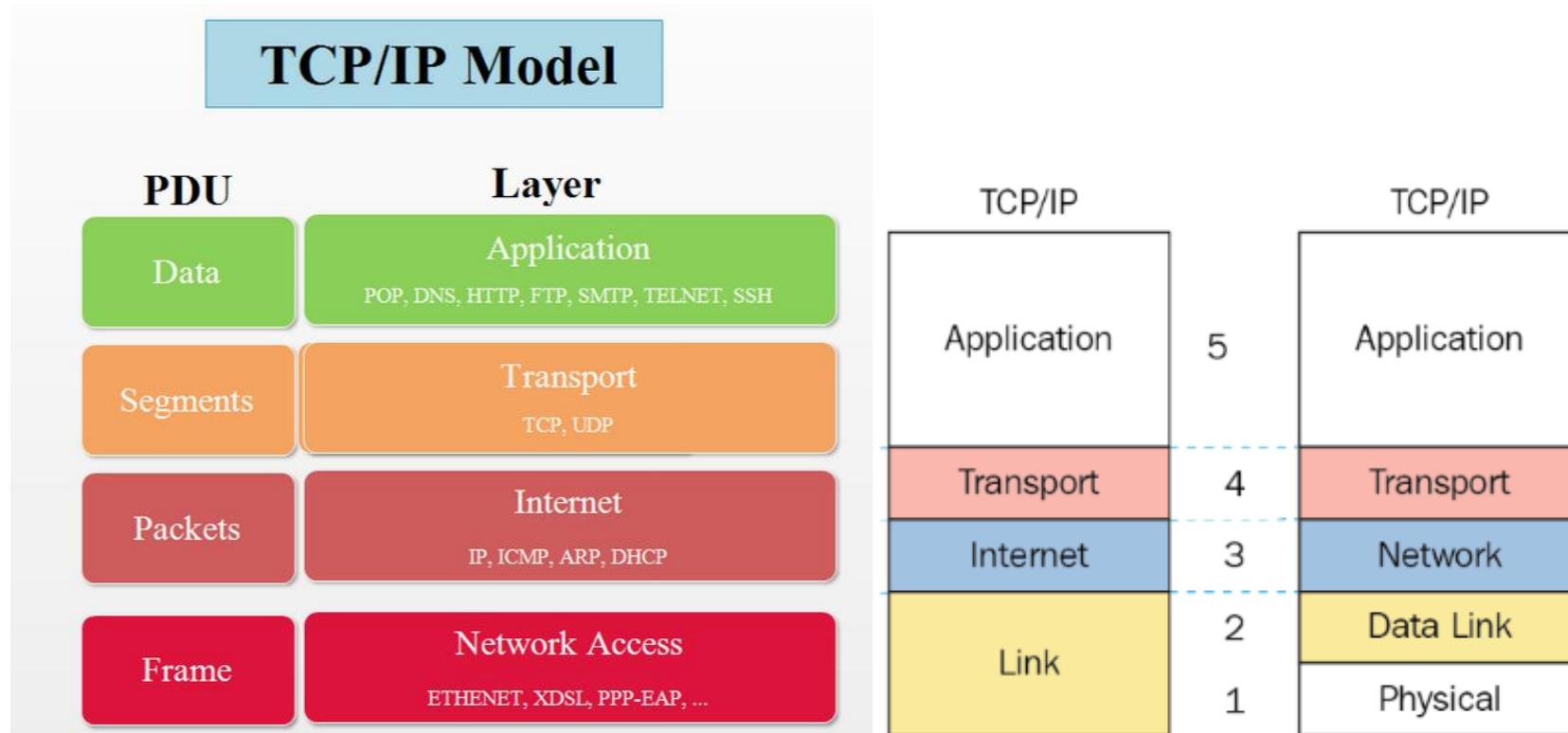
■ Ưu điểm

- Là một mô hình mạng tiêu chuẩn dành cho thiết bị máy tính.
- Hỗ trợ các dịch vụ không kết nối và định hướng kết nối.
- Hoạt động linh hoạt với nhiều giao thức khác nhau.
- Khả năng thích ứng và độ an toàn cao.

■ Nhược điểm

- Không hỗ trợ xác định bất kỳ giao thức cụ thể nào.
- Chỉ phù hợp với lớp 5 giúp quản lý phiên, lớp trình bày và xử lý các tương tác.
- Lớp 2 và lớp 4 có các cách sao chép dịch vụ khác nhau.
- Các lớp chỉ có thể **hoạt động logic lân lượt** từ lớp này đến lớp khác.

Mô hình TCP/IP



Mô hình TCP/IP – Chức năng tầng

■ Tầng 1 Physical:

- Truyền tải thông tin giữa các thiết bị được ghép nối
- Các gói dữ liệu sẽ được đóng khung, định tuyến đích đến và chuyển đi.

■ Tầng 2 Internet:

- Các dữ liệu sẽ được đóng gói (Packets) và sử dụng các giao thức như IP, ICMP và ARP để chuyển đến tầng Transport. Các gói tin sẽ được tầng internet chèn thêm phần Header chứa thông tin và chuyển đi.

■ Các giao thức chính

- IP – Internet Protocol
- ICMP – Internet Control Message Protocol
- IGMP- Internet Group Message Protocol

Mô hình TCP/IP – Chức năng tầng

■ ...

■ Tầng 3 Transport:

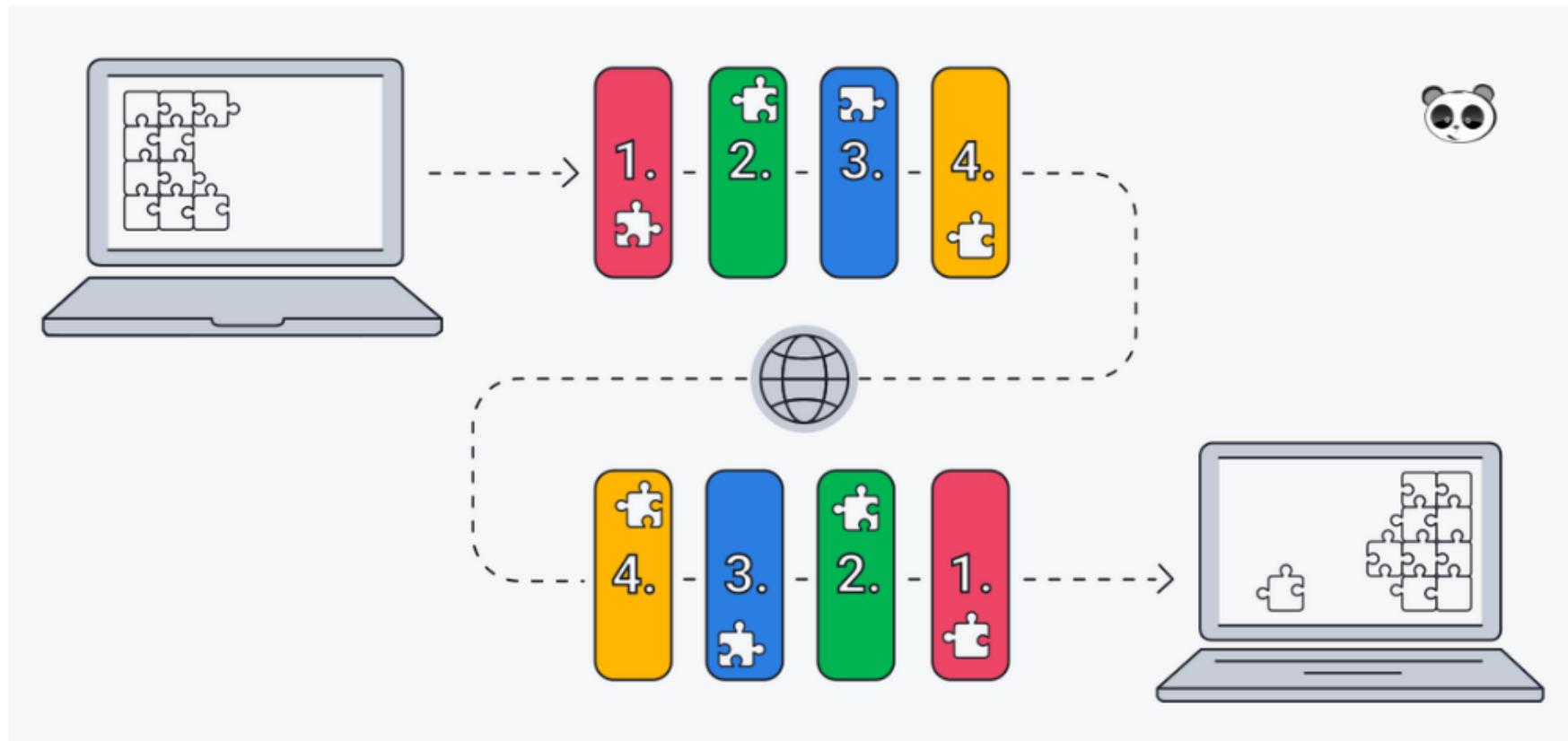
- Kết nối và giao tiếp các bộ định tuyến.
- Xác định kích thước các gói dữ liệu;
- Kiểm soát chất lượng gói tin, thời gian truyền tải dữ liệu hoặc xử lý tắc nghẽn dữ liệu...
- **Các giao thức**
 - **TCP – Transmission Control Protocol:** cung cấp luồng dữ liệu tin cậy giữa 2 trạm nhờ nhiều cơ chế.
 - **UDP – User Datagram Protocol:** gửi dữ liệu từ trạm này tới trạm kia mà không đảm bảo các gói tin đến được tới đích.

Mô hình TCP/IP – Chức năng tầng

Tầng 4 Application:

- Định dạng kiểu dữ liệu theo kiểu Byte
- Xác định đường đi bằng cách định tuyến gói tin
- Giao tiếp dữ liệu ở các phiên bản như web, chat, email hoặc các tệp dữ liệu ở định dạng SMTP, SSH, FTP...

Mô hình TCP/IP – Hoạt động



Mô hình TCP/IP – Hoạt động

- IP là giao thức liên mạng dùng để gửi các gói tin đến các đích có sẵn. Chỉ cần thêm thông tin đường dẫn thì các gói tin sẽ đến được đích định sẵn ban đầu.
- Giao thức TCP là Giao thức truyền vận. Giao thức này đóng vai trò kiểm tra và đảm bảo sự an toàn cho các gói tin khi chuyển qua các server. Khi TCP nhận thấy gói tin bị lỗi thì chúng sẽ phản hồi để yêu cầu hệ thống gửi một gói tin mới.

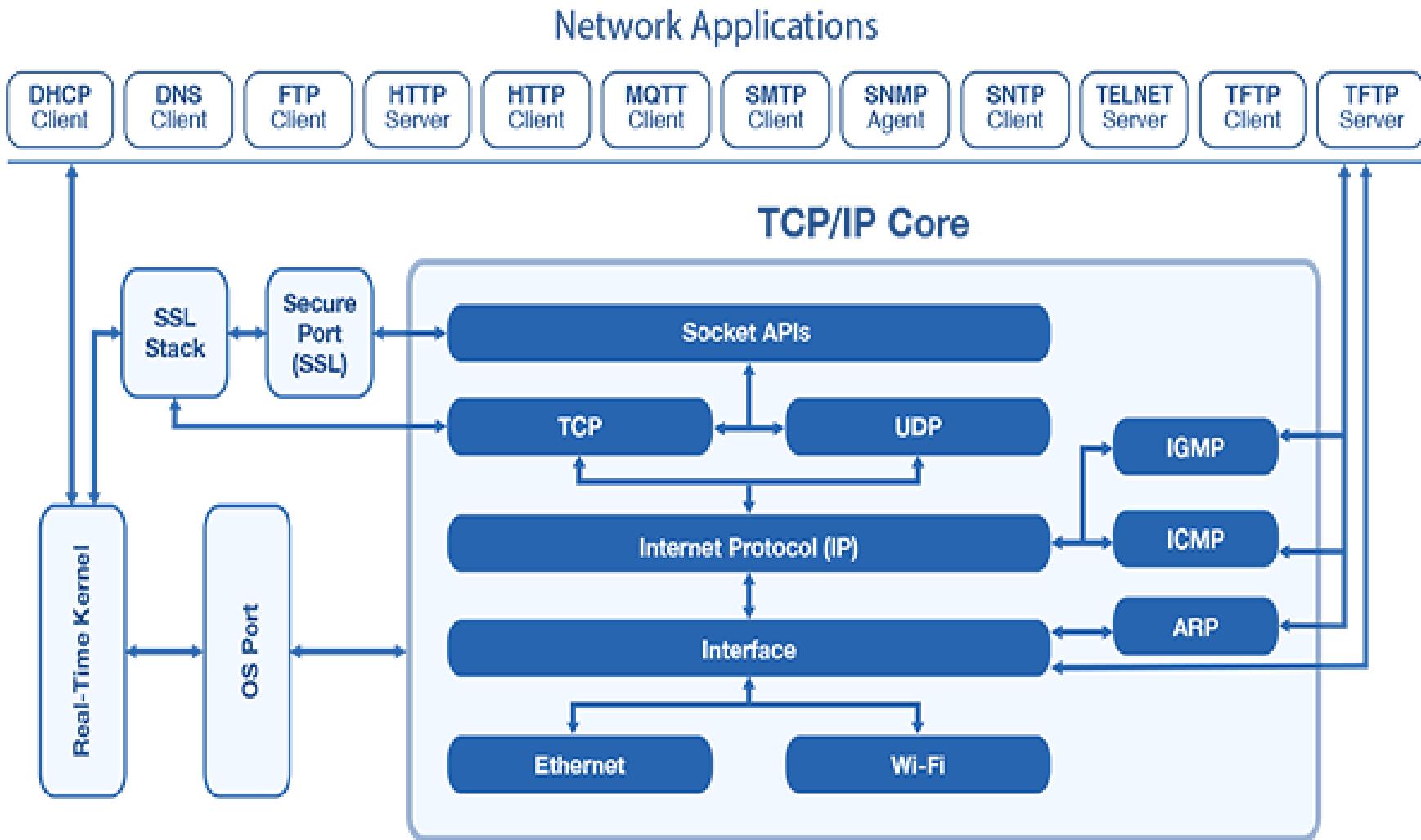
Mô hình TCP/IP – Ưu điểm

- Thiết lập kết nối giữa các loại máy tính khác nhau.
- Hoạt động độc lập với hệ điều hành.
- Hỗ trợ nhiều giao thức định tuyến.
- Kiến trúc client – server, khả năng mở rộng cao.
- Có thể hoạt động độc lập.
- Hỗ trợ nhiều giao thức định tuyến.
- Nех, không gây nhiều áp lực với máy tính hay mạng.

Mô hình TCP/IP – Nhược điểm

- Việc cài đặt khá phức tạp, khó để quản lý.
- Tầng transport không đảm bảo việc phân phõi các gói tin.
- Các giao thức trong TCP/IP không dễ để có thể thay thế.
- Không tách biệt rõ ràng các khái niệm về dịch vụ, giao diện và giao thức. Do đó nó không hiệu quả để mô tả các công nghệ mới trong mạng mới.
- Dễ bị tấn công SYN – một kiểu tấn công từ chối dịch vụ.

Mô hình TCP/IP - Các giao thức



Bộ giao thức Internet (TCP/IP)

- TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol.
- Là bộ giao thức truyền thông được sử dụng trên Internet và hầu hết các mạng thương mại.
- Được chia thành các tầng gồm nhiều giao thức, thuận tiện cho việc quản lý và phát triển.
- Là thể hiện đơn giản hóa của mô hình lý thuyết OSI

TCP/IP – Tầng ứng dụng (4)

- Đóng gói dữ liệu người dùng theo giao thức riêng và chuyển xuống tầng dưới.
- Các giao thức thông dụng: HTTP, FTP, SMTP, POP3, DNS, SSH, IMAP...
- Việc lập trình mạng sẽ xây dựng ứng dụng tuân theo một trong các giao thức ở tầng này hoặc giao thức do người phát triển tự định nghĩa

TCP/IP – Tầng giao vận (3)

- Cung cấp dịch vụ truyền dữ liệu giữa ứng dụng - ứng dụng.
- Đơn vị dữ liệu là các đoạn (segment).
- Các giao thức ở tầng này: TCP, UDP, ICMP.
- Việc lập trình mạng sẽ sử dụng dịch vụ do các giao thức ở tầng này cung cấp để truyền dữ liệu

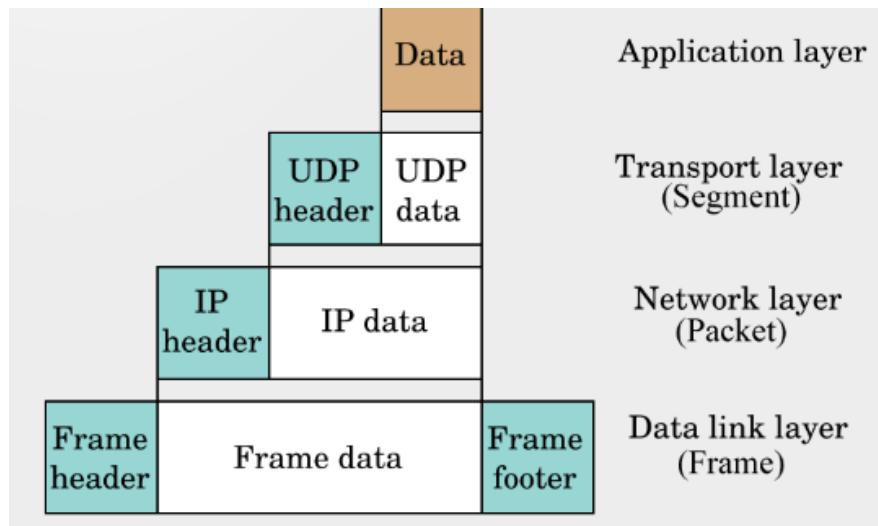
TCP/IP – Tầng Internet (2)

- Định tuyến và truyền các gói tin liên mạng.
- Cung cấp dịch vụ truyền dữ liệu giữa máy tính – máy tính trong cùng nhánh mạng hoặc giữa các nhánh mạng.
- Đơn vị dữ liệu là các gói tin (packet).
- Các giao thức ở tầng này: IPv4, IPv6....
- Việc lập trình ứng dụng mạng sẽ rất ít khi can thiệp vào tầng này, trừ khi phát triển một giao thức liên mạng mới

TCP/IP – Tầng truy nhập mạng (1)

- Cung cấp dịch vụ truyền dữ liệu giữa các nút mạng trên cùng một nhánh mạng vật lý.
- Đơn vị dữ liệu là các khung (frame).
- Phụ thuộc rất nhiều vào phương tiện kết nối vật lý.
- Các giao thức ở tầng này đa dạng: MAC, LLC, ADSL, 802.11...
- Việc lập trình mạng ở tầng này là xây dựng các trình điều khiển phần cứng tương ứng, thường do nhà sản xuất thực hiện.

TCP/IP – Truyền gửi dữ liệu tầng



1. Dữ liệu gửi đi qua mỗi tầng sẽ được thêm phần thông tin điều khiển (**header**).
2. Dữ liệu nhận được qua mỗi tầng sẽ được bóc tách thông tin điều khiển

Giao thức IPv4

- Được IETF công bố dưới dạng RFC 791 vào 9/1981.
- Phiên bản thứ 4 của họ giao thức IP và là phiên bản đầu tiên phát hành rộng rãi.
- Là giao thức hướng dữ liệu (phân biệt với hướng thoại, video).
- Sử dụng trong hệ thống chuyển mạch gói.
- Truyền dữ liệu theo kiểu Best-Effort
- Không đảm bảo tính trật tự, trùng lắp, tin cậy của gói tin.
- Kiểm tra tính toàn vẹn của dữ liệu qua checksum

Giao thức IPv4 – Địa chỉ IP4

- Sử dụng 32 bit để đánh địa chỉ các máy tính trong mạng.
- Bao gồm: phần mạng và phần host.
- Số địa chỉ tối đa: $2^{32} \sim 4,294,967,296$.
- Dành riêng một vài dài đặc biệt không sử dụng.
- Chia thành bốn nhóm 8 bit (octet)

Dạng biểu diễn	Giá trị
Nhị phân	11000000.10101000.00000000.00000001
Thập phân	192.168.0.1
Thập lục phân	0xC0A80001

Giao thức IPv4 – Địa chỉ IP4

Các lớp địa chỉ IPv4

- Có năm lớp địa chỉ: A,B,C,D,E.
- Lớp A,B,C: trao đổi thông tin thông thường.
- Lớp D: multicast
- Lớp E: để dành

Lớp	MSB	Địa chỉ đầu	Địa chỉ cuối
A	0xxx	0.0.0.0	127.255.255.255
B	10xx	128.0.0.0	191.255.255.255
C	110x	192.0.0.0	223.255.255.255
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255
E	1111	240.0.0.0	255.255.255.255

Giao thức IPv4 – Địa chỉ IP4

Mặt nạ mạng (Network Mask)

- Phân tách phần mạng và phần host trong địa chỉ IPv4.
- Sử dụng trong bộ định tuyến để tìm đường đi cho gói tin.
- Với mạng có dạng

Network	Host
192.168.0.	1
11000000.10101000.00000000.	00000001

Giao thức IPv4 – Địa chỉ IP4

■ **Mặt nạ mạng (Network Mask)**

- Biểu diễn theo dạng /n
 - n là số bit dành cho phần mạng.
 - Thí dụ: 192.168.0.1/24
- Biểu diễn dưới dạng nhị phân
 - Dùng 32 bit đánh dấu, bit dành cho phần mạng là 1, cho phần host là 0.
 - Thí dụ: 11111111.11111111.11111111.00000000
hay 255.255.255.0
- Biểu diễn dưới dạng Hexa
 - Dùng số Hexa: 0xFFFFF00
 - Ít dùng

Giao thức IPv4 – Địa chỉ IP4

■ Số lượng địa chỉ trong mỗi mạng

- Mỗi mạng sẽ có n bit dành cho phần mạng, $32-n$ bit dành cho phần host.
- Phân phối địa chỉ trong mỗi mạng:
 - 01 địa chỉ mạng (các bit phần host bằng 0).
 - 01 địa chỉ quảng bá (các bit phần host bằng 1).
 - $2^n - 2$ địa chỉ gán cho các máy trạm (host).
- Với mạng 192.168.0.1/24
 - Địa chỉ mạng: 192.168.0.0
 - Địa chỉ quảng bá: 192.168.0.255
 - Địa chỉ host: 192.168.0.1- 192.168.0.254

Giao thức IPv4 – Địa chỉ IP4

■ Các dải địa chỉ đặc biệt

- Là những dải được dùng với mục đích riêng, không sử dụng được trên Internet

Địa chỉ	Diễn giải
10.0.0.0/8	Mạng riêng
127.0.0.0/8	Địa chỉ loopback
172.16.0.0/12	Mạng riêng
192.168.0.0/16	Mạng riêng
224.0.0.0/4	Multicast
240.0.0.0/4	Dự trữ

Giao thức IPv4 – Địa chỉ IP4

Dải địa chỉ cục bộ

- Chỉ sử dụng trong mạng nội bộ.
- Muốn tham gia vào Internet phải có thiết bị NAT.
- Khắc phục vấn đề thiếu địa chỉ của IPv4.

Tên	Dải địa chỉ	Số lượng	Mô tả mạng	Viết gọn
Khối 24-bit	10.0.0.0– 10.255.255.255	16,777,216	Một dải trọn vẹn thuộc lớp A	10.0.0.0/8
Khối 20-bit	172.16.0.0– 172.31.255.255	1,048,576	Tổ hợp từ mạng lớp B	172.16.0.0/12
Khối 16-bit	192.168.0.0– 192.168.255.255	65,536	Tổ hợp từ mạng lớp C	192.168.0.0/16

Giao thức IPv6

- IETF đề xuất năm 1998.
- Sử dụng 128 bit để đánh địa chỉ các thiết bị.
- Khắc phục vấn đề thiếu địa chỉ của IPv4.
- Vẫn chưa phổ biến và chưa thay thế hoàn toàn IPv4.

Giao thức TCP

- Giao thức TCP: Transmission Control Protocol
 - Giao thức lõi chạy ở tầng giao vận.
 - Chạy bên dưới tầng ứng dụng và trên nền IP
 - Cung cấp dịch vụ truyền dữ liệu theo dòng tin cậy giữa các ứng dụng.
 - Được sử dụng bởi hầu hết các ứng dụng mạng.
 - Chia dữ liệu thành các gói nhỏ, thêm thông tin kiểm soát và gửi đi trên đường truyền.
 - Lập trình mạng sẽ sử dụng giao thức này để trao đổi thông tin.

Giao thức TCP – Cổng (Port)

- Một số nguyên duy nhất trong khoảng 0-65535 tương ứng với một kết nối của ứng dụng.
- TCP sử dụng cổng để chuyển dữ liệu tới đúng ứng dụng hoặc dịch vụ.
- Một ứng dụng có thể mở nhiều kết nối => có thể sử dụng nhiều cổng.
- Một số cổng thông dụng: HTTP(80), FTP(21), SMTP(25), POP3(110), HTTPS(443)...

Giao thức TCP – Đặc tính

- Tin cậy, chính xác: thông tin gửi đi sẽ được đảm bảo đến đích, không dư thừa, sai sót...
- Độ trễ lớn, khó đáp ứng được tính thời gian thực.
- Các đặc tính khác: QoS..

Giao thức TCP – Dịch vụ

- Rất nhiều dịch vụ chạy trên nền TCP: FTP(21), HTTP(80), SMTP(25), SSH(22), POP3(110), VNC(4899)...

UDP - User Datagram Protocol

- Cũng là giao thức lõi trong TCP/IP.– Cung cấp dịch vụ truyền dữ liệu giữa các ứng dụng.
- UDP chia nhỏ dữ liệu ra thành các datagram
- Sử dụng trong các ứng dụng khắt khe về mặt thời gian, chấp nhận sai sót: thoại, video, game...

Giao thức UDP – Đặc tính

- Không cần thiết lập kết nối trước khi truyền (Connectionless).
- Nhanh, chiếm ít tài nguyên dễ xử lý.
- Hạn chế:
 - Không có cơ chế báo gửi (report).
 - Không đảm bảo trật tự các datagram (ordering).
 - Không phát hiện được mất mát hoặc trùng lặp thông tin (loss, duplication).

Giao thức UDP - Header

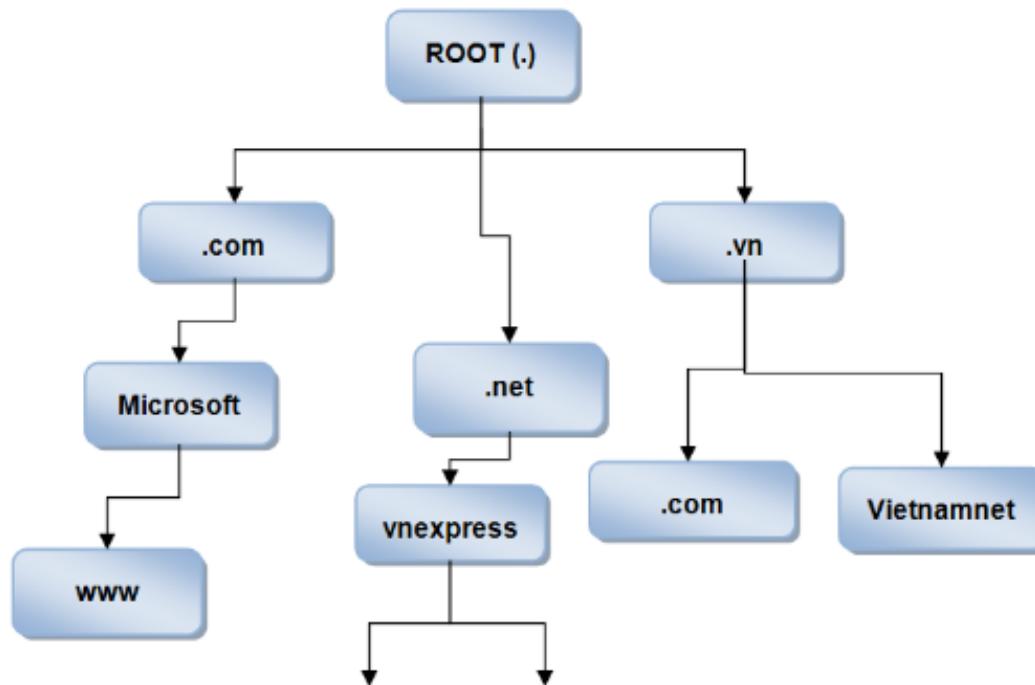
+ 0 32 64	Bits 0 - 15 Source Port Length	16 - 31 Destination Port Checksum Data

Giao thức UDP – Dịch vụ

- Phân giải tên miền: DNS (53)
- Streamming: MMS, RTSP...
- Game

Hệ thống phân giải tên miền DNS

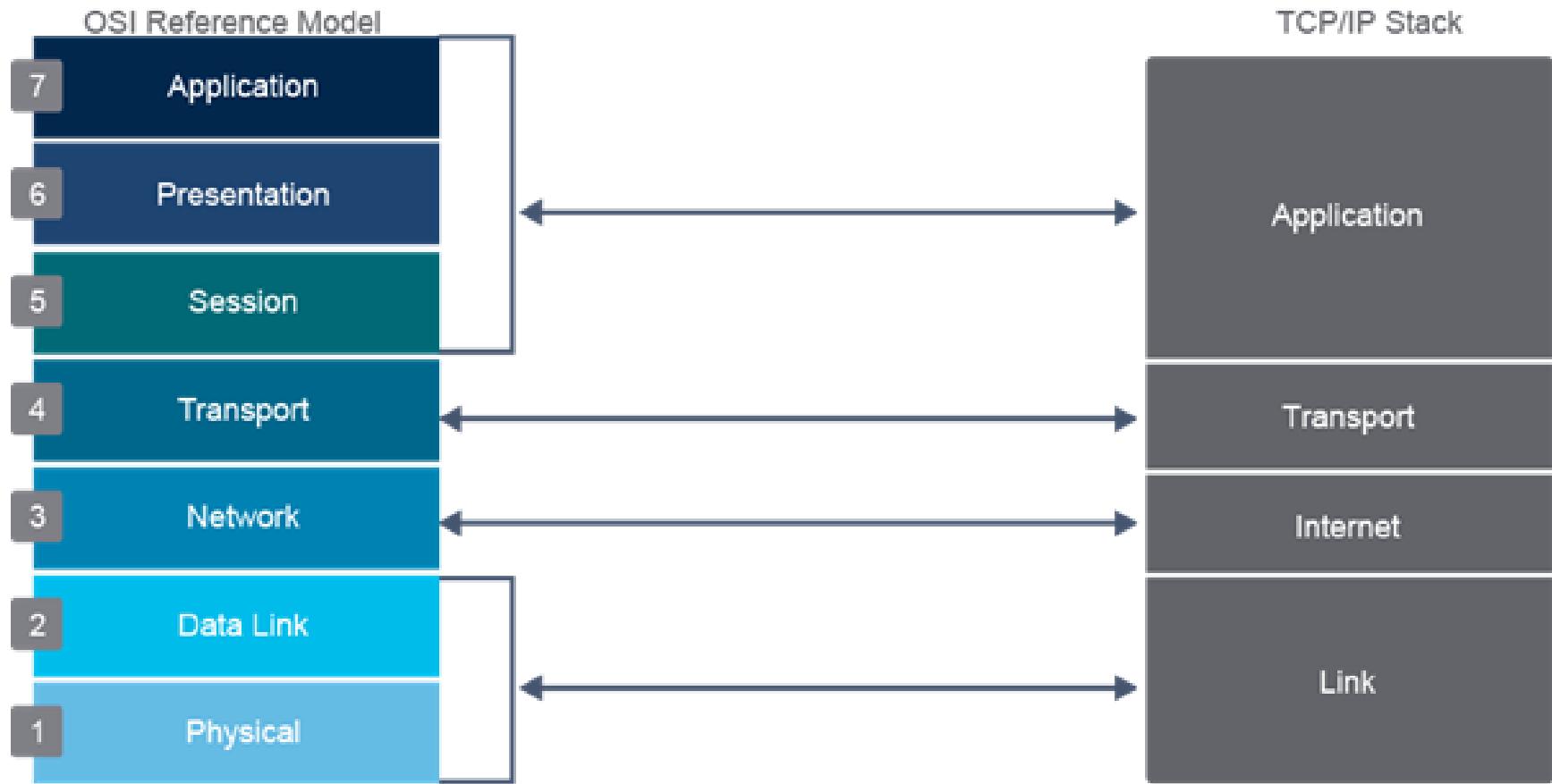
- Địa chỉ IP khó nhớ với con người.
- DNS – Domain Name System
 - Hệ thống phân cấp làm nhiệm vụ ánh xạ tên miền sang địa chỉ IP và ngược lại.



DNS – Domain Name System

- Các tên miền được phân cấp và quản lý bởi INTERNIC
- Cấp cao nhất là ROOT, sau đó là cấp 1, cấp 2,...
- Thí dụ: www.hut.edu.vn
- Việc truy vấn DNS sẽ do hệ điều hành thực hiện.
- Dịch vụ DNS chạy ở cổng 53 UDP.
- Công cụ thử nghiệm: nslookup
 - Thí dụ: nslookup www.google.com

OSI – TCP/IP



3. Ngôn ngữ Lập trình mạng

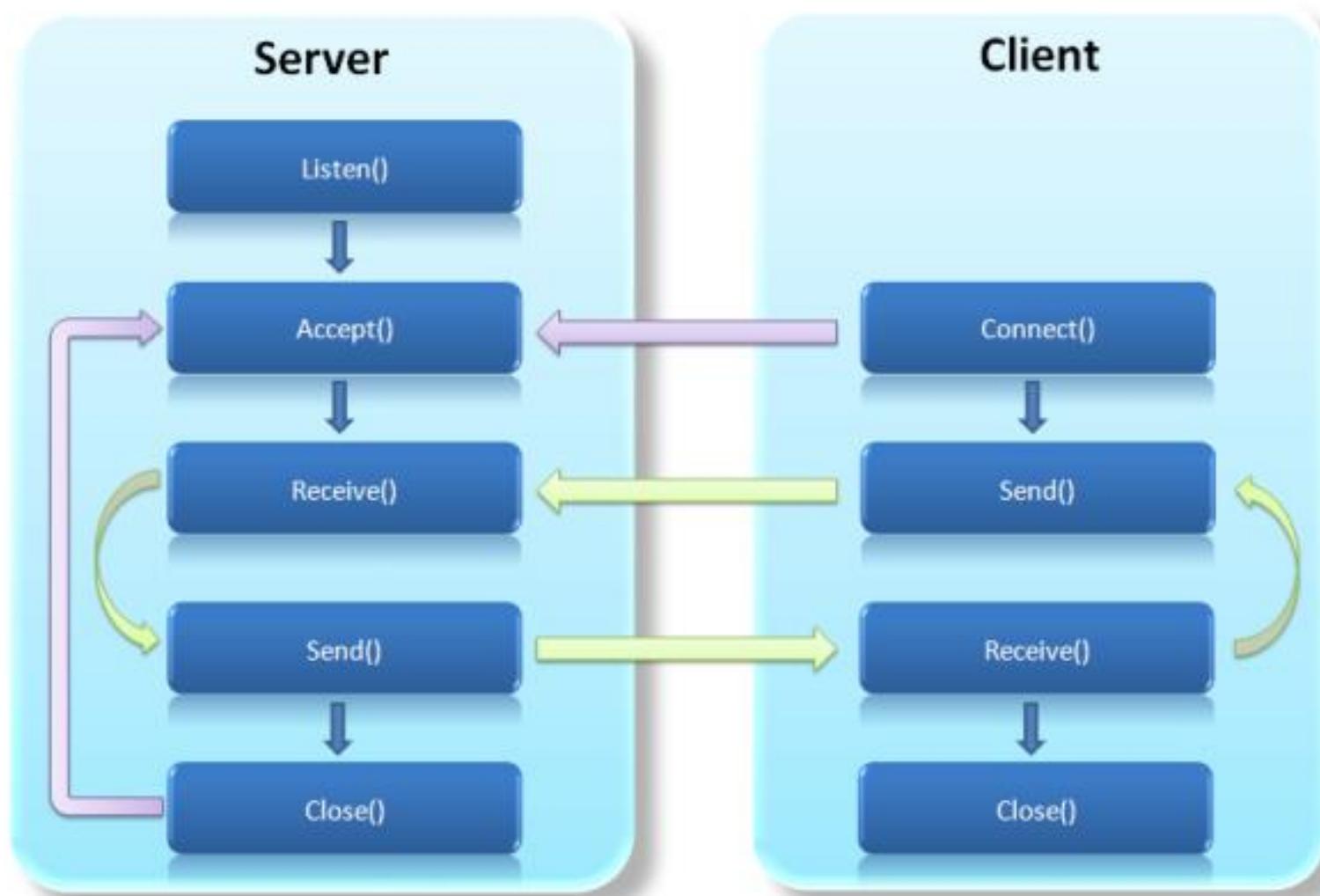
- C/C++
- Java
- CSharp (C#)
- Python
- Javascript
- ...

Các lớp .Net trong lập trình mạng

■ System.Net và System.Net.Sockets.

Class	Namespace	Description
IPAddress	System.Net	Provides an Internet Protocol (IP) address.
IPEndPoint	System.Net	Represents a network endpoint as an IP address and a port number.
TcpListener	System.Net.Sockets	Listens for connections from TCP network clients.
Socket	System.Net.Sockets	Implements the Berkeley sockets interface.
TcpClient	System.Net.Sockets	Provides client connections for TCP network services.
NetworkStream	System.Net.Sockets	Provides the underlying stream of data for network access.

Mô hình Server-Client với TCP/IP



Server

- Tạo một đối tượng [System.Net.Sockets.TcpListener](#) để bắt đầu “lắng nghe” trên một cổng cụ bô.
- Đợi và chấp nhận kết nối từ client với phương thức AcceptSocket(). Phương thức này trả về một đối tượng [System.Net.Sockets.Socket](#) dùng để gửi và nhận dữ liệu.
- Thực hiện giao tiếp với client.
- Đóng Socket.

Client

1. Tạo một đối tượng [System.Net.Sockets.TcpClient](#)
2. Kết nối đến server với địa chỉ và port xác định với phương thức TcpClient.Connect()
3. Lấy luồng (stream) giao tiếp bằng phương thức TcpClient.GetStream().
4. Thực hiện giao tiếp với server.
5. Đóng luồng và socket.

Gửi nhận dữ liệu dạng byte[]

- Lớp NetworkStream và Socket cung cấp các phương thức gửi và nhận dữ liệu dạng mảng byte
- Thực hiện chuyển đổi dữ liệu sang dạng byte và ngược lại.
- Ví dụ sử dụng dữ liệu dạng văn bản ASCII trong console, và dùng các lớp trong namespace System.Text để chuyển đổi
 - Dùng các static property của lớp abstract System.Text.Encoding với các phương thức GetString() và GetBytes().
 - Tạo đối tượng có kiểu XXXEncoding (thừa kế từ System.Text.Encoding). Ví dụ: UTF8Encoding, ASCIIEncoding,...

Ví dụ

- Gửi nhận dữ liệu sử dụng TCPListener, Socket (phía server) và TCPClient, NetworkStream (phía client) dạng mảng byte với địa chỉ loop-back 127.0.0.1 trên cùng một

Tài liệu tham khảo

1. <https://tuhocict.com/tag/tcp-socket/>
2. <https://zetcode.com/csharp/network/>
3. <https://www.geeksforgeeks.org/socket-programming-in-c-sharp/>
4. <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/fundamentals/networking/sockets/sockets-overview?source=recommendations>
5. <https://www.winsocketdotnetworkprogramming.com/>

QUESTION ?