

# Computer networks and communications

## Chap 6: Application Layer

Lecturer: Nguyen Duc An



## Nội dung

**6.1. Domain Name System (DNS)**

**6.2. Electronic Mail and File Transfer**

**6.3. WEB Application**

**6.4. Streaming Audio and Video**

**6.5. Content Delivery**

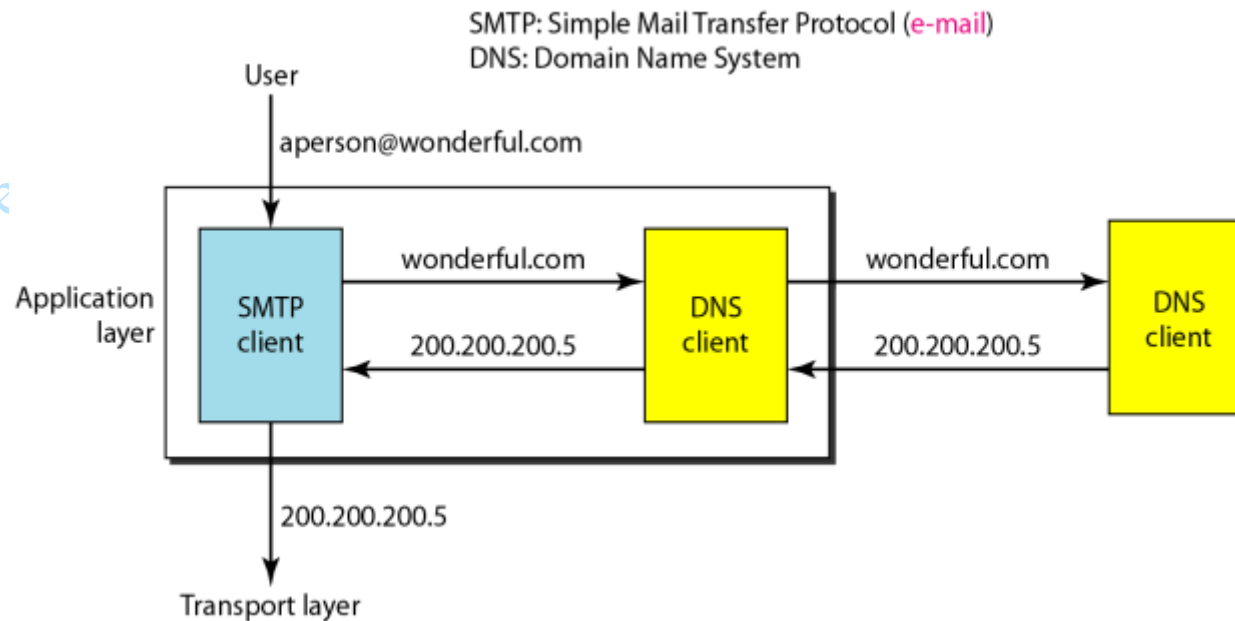
**6.6. Summary**

**OSI MODEL**  
VISIBILITY GAPS



## 6.1. Domain Name System-Hệ thống tên miền

- Để xác định các máy chủ hoặc host, các giao thức TCP/IP sử dụng địa chỉ IP, địa chỉ này xác định kết nối của một máy chủ với Internet.
- Tuy nhiên, con người thích sử dụng tên thay vì địa chỉ số. Vì vậy, chúng ta cần một hệ thống có thể ánh xạ một tên với một địa chỉ và ngược lại.





## 6.1. Domain Name System

### 6.1.1. NAME SPACE

Một không gian tên ánh xạ mỗi địa chỉ đến một tên duy nhất có thể được tổ chức theo hai cách: tổ chức phẳng hoặc phân cấp.

- *Không gian tên phẳng:*

Trong không gian tên phẳng, một tên được gán cho một địa chỉ. Tên trong không gian này là một chuỗi các ký tự không có cấu trúc.

- *Không gian tên phân cấp:*

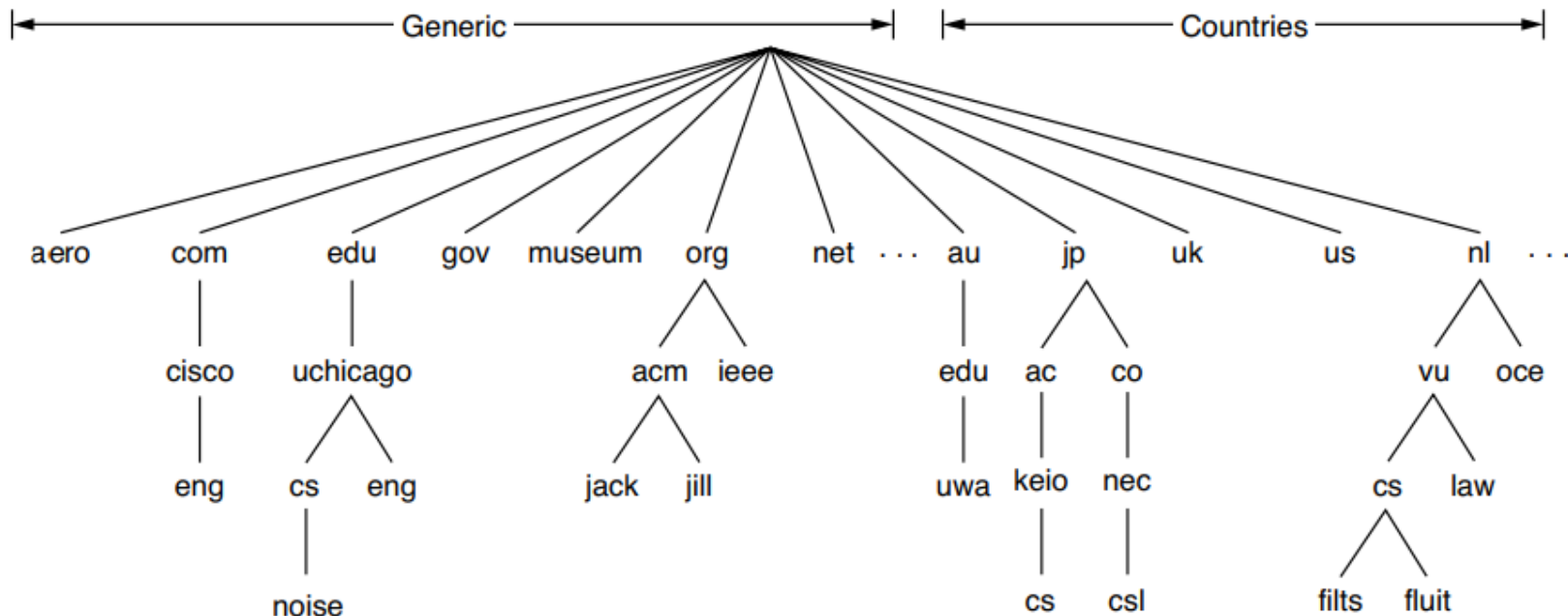
Trong không gian tên phân cấp, mỗi tên được cấu thành từ nhiều phần. Phần đầu tiên có thể xác định tính chất của tổ chức, phần thứ hai có thể xác định tên của tổ chức, phần thứ ba có thể xác định các phòng ban trong tổ chức, và cứ tiếp tục như vậy...

Exa: *challenger.cmc.edu*, *challenger.berkeley.edu*, and *challenger.smart.com*

## 6.1. Domain Name System

### 6.1.2. DOMAIN NAME SPACE

Một không gian tên miền đã được thiết kế để có không gian tên phân cấp. Trong thiết kế này, các tên được định nghĩa trong một cấu trúc cây ngược với gốc ở trên cùng. Cây này chỉ có thể có 128 cấp độ: từ cấp 0 (gốc) đến cấp 127.



*A portion of the Internet domain name space.*

## 6.1. Domain Name System

### 6.1.3. Distribution Name space

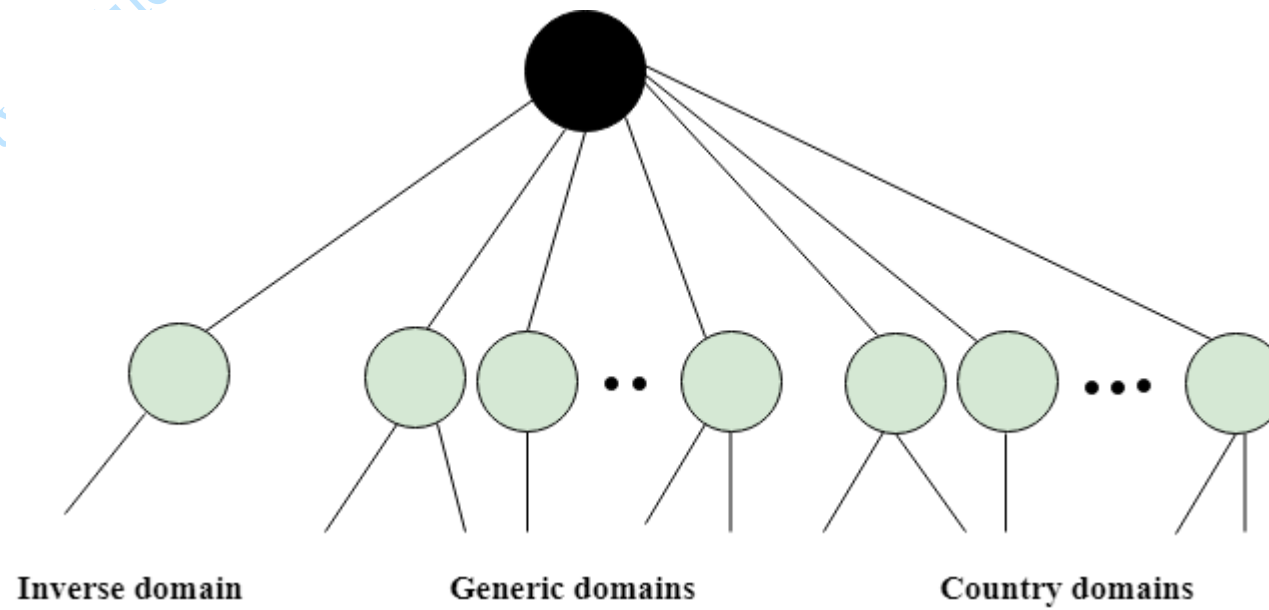
Thông tin chứa trong không gian tên miền cần được lưu trữ. Tuy nhiên, việc chỉ có một máy tính lưu trữ một lượng lớn thông tin như vậy không hiệu quả và tin cậy.

1. *Hệ thống phân cấp của các máy chủ tên miền: phân phối thông tin giữa nhiều máy tính gọi là máy chủ DNS. Chúng ta để gốc (root) đứng riêng lẻ và tạo ra nhiều miền (cây con) tương ứng với số lượng các nút ở cấp đầu tiên.*
2. *Vùng (Zone): Vì toàn bộ hệ thống phân cấp tên miền không thể được lưu trữ trên một máy chủ duy nhất, nên nó được chia nhỏ giữa nhiều máy chủ.*
3. *Máy chủ gốc (Root Server): Máy chủ gốc là một máy chủ có vùng bao gồm toàn bộ cây. Một máy chủ gốc thường không lưu trữ bất kỳ thông tin nào về các miền, mà ủy quyền cho các máy chủ khác, giữ các tham chiếu đến các máy chủ đó.*
4. *Máy chủ chính và máy chủ phụ: Máy chủ chính là một máy chủ lưu trữ một tệp về vùng mà nó có thẩm quyền (chịu trách nhiệm tạo, duy trì và cập nhật tệp vùng). Nó lưu trữ tệp vùng trên đĩa cục bộ.*

## 6.1. Domain Name System

### 6.1.4. DNS in The Internet

- DNS là một giao thức có thể được sử dụng trên các nền tảng khác nhau.
- Trên Internet, cây DNS được chia thành ba phần khác nhau

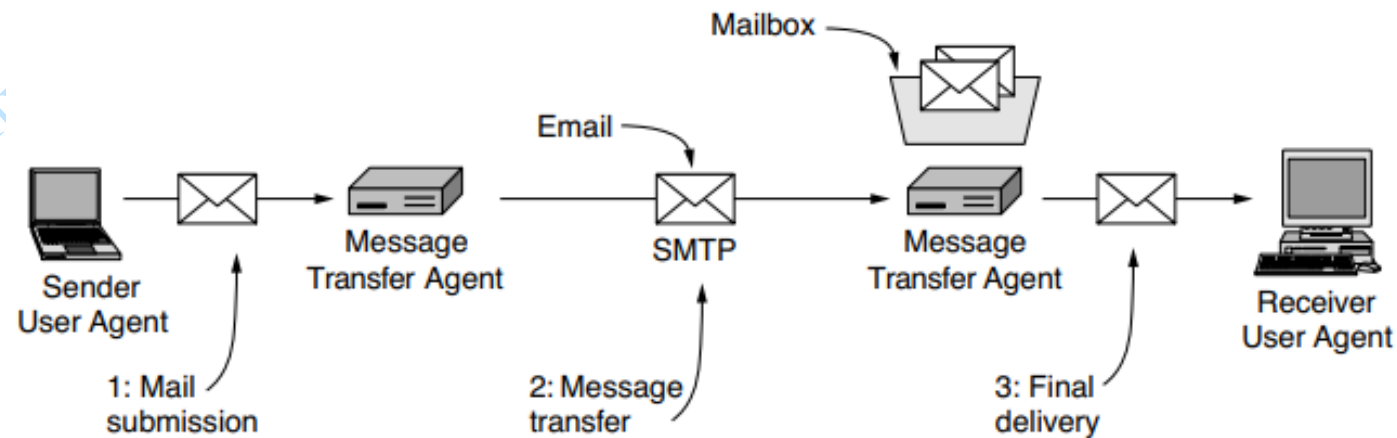


## 6.2. Electronic Mail and File Transfer

### 6.2.1. Kiến trúc và Dịch vụ

Hai loại hệ thống con:

- Các tác nhân người dùng (user agents), cho phép người dùng đọc và gửi email.
- Các tác nhân chuyển tiếp thông điệp (message transfer agents), chuyển các thông điệp từ nguồn đến đích.



*Architecture of the email system*

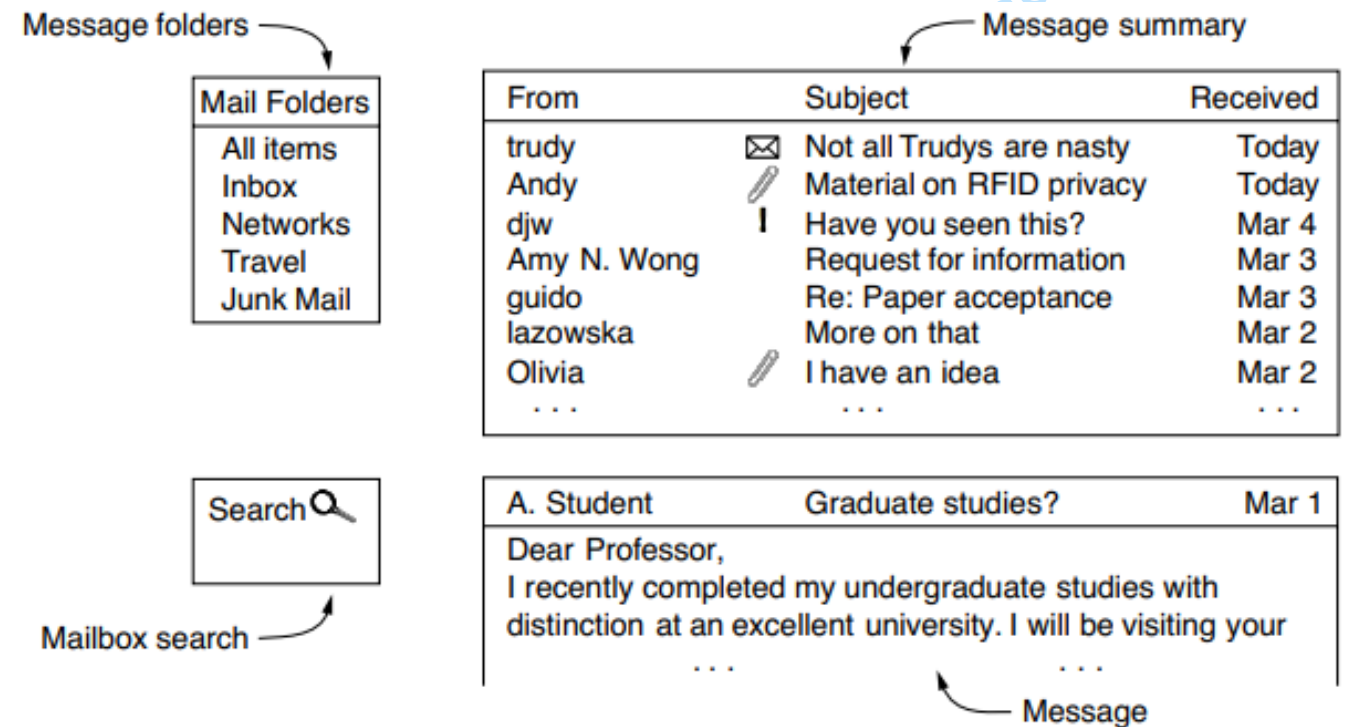


## 6.2. Electronic Mail and File Transfer

### 6.2.2. The User Agent

- User agent là một chương trình (đôi khi được gọi là trình đọc email) chấp nhận nhiều loại lệnh để soạn thảo, nhận và trả lời tin nhắn, cũng như thao tác với hộp thư. Ví dụ: Google Gmail, Microsoft Outlook, ...

*Typical elements of the user agent interface.*



## 6.2. Eletronic Mail and File Transfer

### 6.2.3. Message Transfer

- Message Transfer Agents chuyển tiếp các thông điệp từ người gửi đến người nhận. Việc chuyển phát thư được thực hiện với giao thức SMTP.
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol): là một giao thức được sử dụng để truyền email giữa các máy chủ và sử dụng cơ chế DNS để tra cứu máy chủ email của người nhận.
  - Gửi Thư (Mail Submission): Quá trình gửi một email từ người dùng đến máy chủ email.
  - Chuyển Phát Vật Lý (Physical Transfer): Quá trình chuyển email từ máy chủ gửi đến máy chủ nhận qua giao thức SMTP

## 6.2. Eletronic Mail and File Transfer

### 6.2.4. Final Delivery

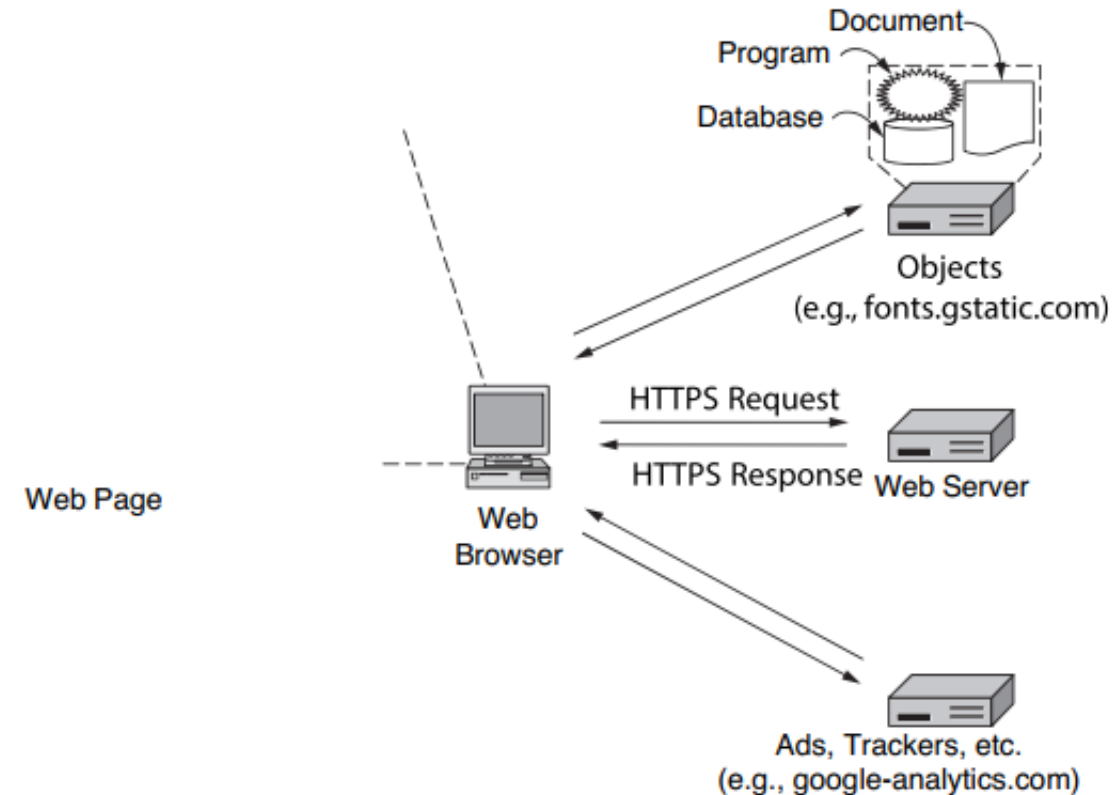
Quá trình gửi email đến hộp thư của người nhận thông qua một giao thức khác như POP3 hoặc IMAP.

- POP3 (Post Office Protocol version 3): Một giao thức dùng để chuyển email từ máy chủ email đến máy tính cá nhân của người dùng. Nó cho phép người dùng tải email về máy tính và lưu trữ tại đó.
- IMAP (Internet Message Access Protocol): Một giao thức dùng để chuyển email giữa máy chủ email và máy tính cá nhân của người dùng. Nó cho phép người dùng xem và quản lý email trên máy chủ, giúp tiết kiệm không gian lưu trữ trên máy tính của họ.

## 6.3. Electronic Mail and File Transfer

### 6.3.1. Tổng quan kiến trúc

- Đây là một kiến trúc dựa trên mô hình client-server.
- Nó cho phép truyền tải thông tin qua Internet bằng cách sử dụng HTTP và các tài nguyên web như HTML, CSS, JavaScript và hình ảnh.
- Nó cho phép tích hợp các ứng dụng Web phức tạp hơn thông qua các framework và giao thức khác nhau.
- Nó sử dụng các giao thức như AJAX và REST để tăng cường tính tương tác của các ứng dụng Web.
- Nó là nền tảng cho việc phát triển và triển khai các ứng dụng Web trên toàn thế giới.



*Fetching and rendering a Web page involves HTTP/HTTPS requests to many servers.*



## 6.3. Eletronic Mail and File Transfer

### 6.3.2. Static Web Objects & Dynamic Web Pages and Web Applications

Dynamic Web Pages and Web Applications:

- Các trang web động được tạo ra trên máy chủ để đáp ứng yêu cầu từ phía máy khách.
- Ứng dụng web đề cập đến các ứng dụng phần mềm dựa trên web, được truy cập thông qua trình duyệt web.
- Các framework phổ biến cho ứng dụng web bao gồm Ruby on Rails, Django, và Node.js.

Static Web Objects:

- Các đối tượng web tĩnh bao gồm các trang HTML, hình ảnh và các tệp khác được lưu trữ trên máy chủ web.
- Các đối tượng này không thay đổi trừ khi được chỉnh sửa thủ công.
- Các đối tượng web tĩnh thường được sử dụng cho các trang web đơn giản với nội dung tĩnh, không cần cập nhật thường xuyên hoặc không yêu cầu tính tương tác.

## 6.3. Eletronic Mail and File Transfer

### 6.3.3. HTTP and HTTPS

- HTTP (Hypertext Transfer Protocol) là một giao thức được sử dụng để truyền dữ liệu qua World Wide Web.
- HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) là phiên bản bảo mật của HTTP, sử dụng mã hóa SSL/TLS để bảo vệ thông tin nhạy cảm. Nó thêm một lớp bảo mật bằng cách mã hóa dữ liệu trong quá trình truyền, giúp khó khăn hơn cho kẻ tấn công trong việc đánh cắp hoặc nghe lén thông tin.
- HTTPS thường được sử dụng cho các trang thương mại điện tử, các trang ngân hàng và các trang web xử lý dữ liệu nhạy cảm. Nó được biểu thị bằng biểu tượng ổ khóa và tiền tố "https://" trong thanh địa chỉ URL.
- HTTPS cung cấp kết nối an toàn và được mã hóa giữa máy chủ và khách hàng, ngăn chặn truy cập trái phép và trộm cắp dữ liệu. Nó đảm bảo rằng dữ liệu đang được truyền không thể bị chặn hoặc thay đổi bởi bên thứ ba.
- HTTPS sử dụng cổng 443, trong khi HTTP sử dụng cổng 80. HTTPS cũng yêu cầu cài đặt chứng chỉ SSL/TLS trên máy chủ để thiết lập kết nối bảo mật.

## 6.3. Eletronic Mail and File Transfer

### 6.3.4. Web Privacy

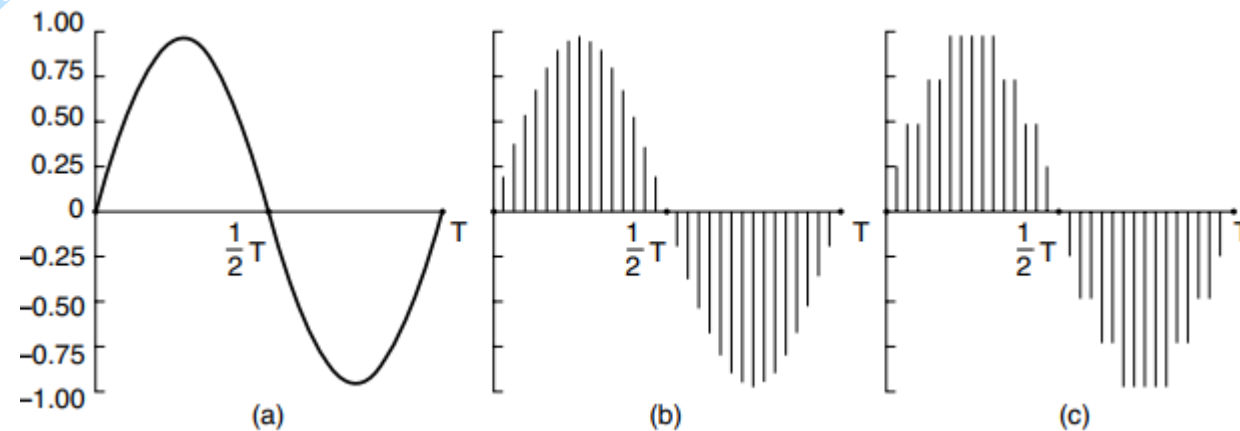
- Đề cập đến việc kiểm soát thông tin cá nhân trên Internet.
  - Các mối quan tâm bao gồm thu thập dữ liệu, theo dõi, quảng cáo và vi phạm dữ liệu.
  - Luật pháp yêu cầu người dùng phải đồng ý trước khi thu thập thông tin cá nhân.
  - Người dùng có thể bảo vệ bản thân bằng cách sử dụng các tiện ích mở rộng trình duyệt, VPN và cẩn trọng khi sử dụng Internet.
    - **Cookies:** are small text files that are stored on a user's computer and can track their browsing history and preferences.
    - **Third-party trackers:** are embedded on websites by advertisers and can collect information about users across multiple sites.
    - **Device and browser fingerprinting:** uses information such as screen size and installed fonts to uniquely identify a device or browser.
- >>These technologies can be used to track users, build profiles, and target advertising.

## 6.4. STREAMING AUDIO AND VIDEO

### 6.4.1. Digital Audio

- Âm thanh số sử dụng tín hiệu nhị phân để đại diện cho âm thanh, sử dụng đơn vị dB để đo độ lớn của tín hiệu âm thanh.
- Chuyển đổi từ analog sang số được sử dụng để chuyển đổi âm thanh analog thành âm thanh số (ADC - DAC).
- Âm thanh số có thể được nén để giảm kích thước tập tin.
- Các định dạng phổ biến bao gồm MP3, AAC và MP4.

#### Audio Compression:



(a) A sine wave. (b) Sampling the sine wave. (c) Quantizing the samples to 4 bits.



## 6.4. STREAMING AUDIO AND VIDEO

### 6.4.2. Digital Video

- Digital video đề cập đến việc biểu diễn hình ảnh động dưới định dạng số.
- Có nhiều tiêu chuẩn nén cho video số, chẳng hạn như MPEG, H.264 và HEVC.
- Chất lượng video số phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chẳng hạn như độ phân giải, tốc độ khung hình và tốc độ bit.

#### Video Compression

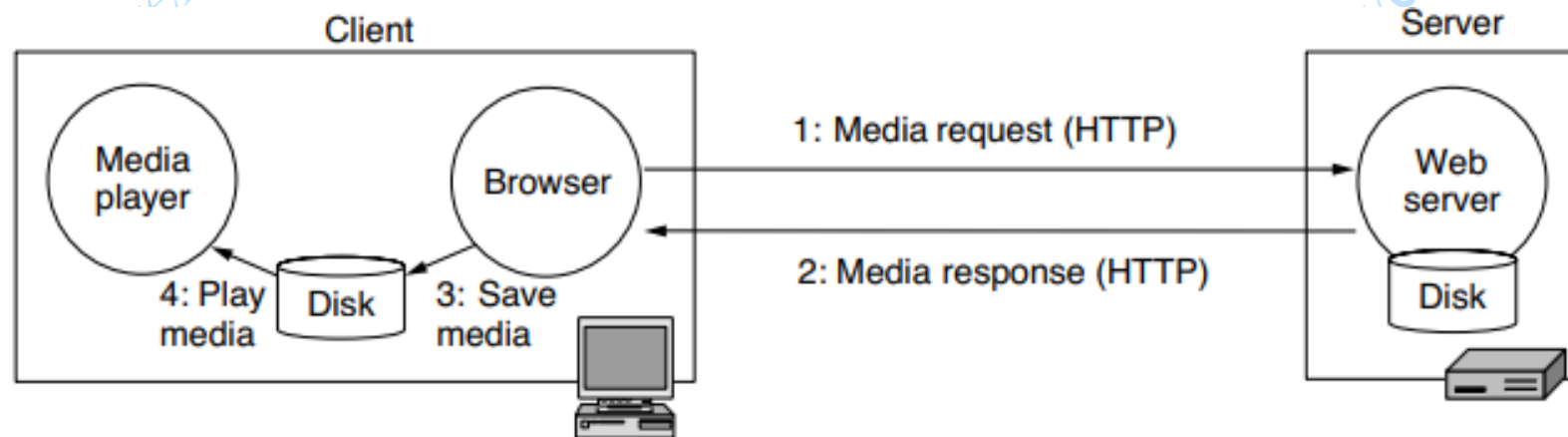


*Three consecutive frames.*

## 6.4. STREAMING AUDIO AND VIDEO

### 6.4.3. Streaming Stored Media

- Streaming Stored Media là một kỹ thuật cho phép người dùng xem hoặc nghe nội dung trực tiếp từ nguồn lưu trữ, thay vì phải tải xuống và lưu trữ nó trên thiết bị cá nhân.
- Sử dụng các giao thức như Giao thức Truyền tải Thời gian thực (RTP), Giao thức Truyền phát Thời gian thực (RTSP) hoặc Giao thức Truyền tải Siêu văn bản (HTTP) để truyền nội dung đến máy tính hoặc thiết bị di động của người dùng.
- Các định dạng nội dung: Audio Video Interleave (AVI), Moving Picture Experts Group (MPEG), Flash Video (FLV), Windows Media Video (WMV) và QuickTime.



*Playing media over the Web via simple downloads.*

## 6.4. STREAMING AUDIO AND VIDEO

### 6.4.4. Real-Time Streaming

- Truyền phát thời gian thực (Real-time streaming) đề cập đến việc cung cấp nội dung số theo thời gian thực qua internet.
- Công nghệ đứng sau truyền phát thời gian thực phụ thuộc vào một luồng dữ liệu ổn định và không bị gián đoạn, điều này có thể được đạt được thông qua các giao thức truyền phát khác nhau như HTTP Live Streaming (HLS), Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH) và Real-Time Messaging Protocol (RTMP).
- Truyền phát thời gian thực ngày càng trở nên phổ biến với sự phát triển của các nền tảng video trực tuyến và sự tăng trưởng của internet.
- Voice over IP (VoIP): là công nghệ truyền tải giọng nói và thông tin số qua internet. Nó sử dụng các gói dữ liệu số để truyền âm thanh và không nén tại điểm đích. Các giao thức phổ biến bao gồm SIP, RTP và UDP.

## 6.4. STREAMING AUDIO AND VIDEO

### 6.4.4. Real-Time Streaming

#### *H.323:*

- Giao thức đầu tiên được phát triển cho các cuộc gọi âm thanh và video dựa trên internet, và nó sử dụng nhiều giao thức bao gồm Giao thức Truyền tải Thời gian thực (RTP), Giao thức Điều khiển Truyền tải (TCP) và Giao thức Datagram Người dùng (UDP) để truyền âm thanh và video.
- Cho phép nhiều thiết bị kết nối với nhau trong một cuộc gọi, bao gồm điện thoại cố định và di động, máy tính và các thiết bị khác.

#### *SIP*

- Là một giao thức phổ biến hơn và được sử dụng rộng rãi cho các cuộc gọi dựa trên internet. Nó sử dụng Giao thức Datagram Người dùng SIP (UDP) để truyền dữ liệu và cho phép người dùng kết nối với nhau trên nhiều thiết bị, bao gồm điện thoại và máy tính.
- SIP cho phép các thiết bị kết nối và ngắt kết nối dễ dàng hơn so với H.323 và được coi là linh hoạt và mở rộng hơn.



## 6.5. Content Delivery-Phân phối nội dung

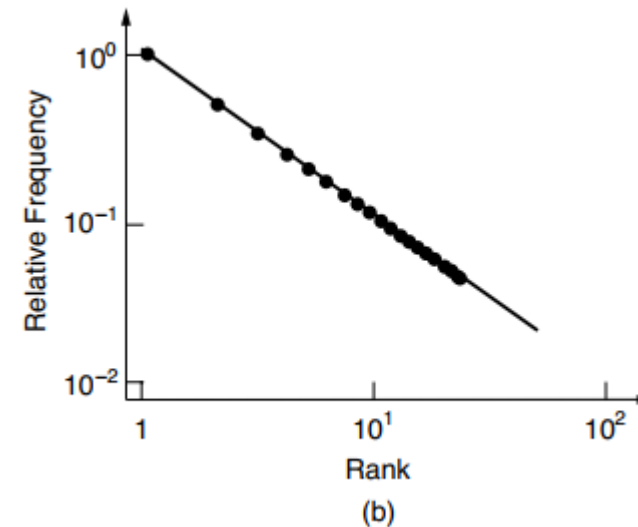
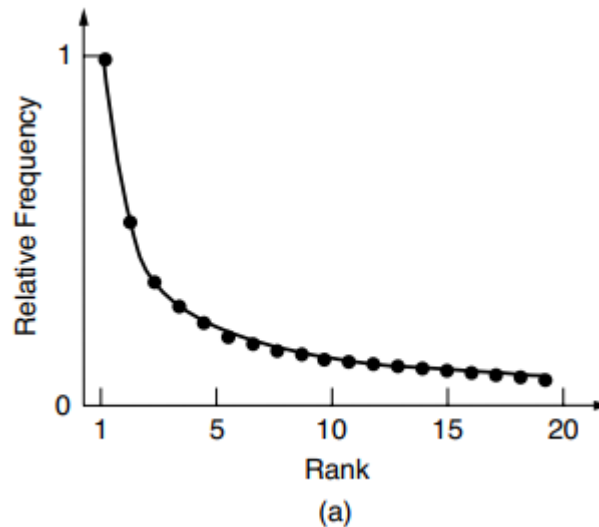
- Là quá trình phân phối nội dung số từ máy chủ đến người dùng cuối qua internet.
- Các công nghệ Phân phối Nội dung bao gồm việc đặt máy chủ gần người dùng cuối hơn, sử dụng bộ nhớ đệm (caching) và tối ưu hóa cơ sở hạ tầng mạng.
- Mạng Phân phối Nội dung (CDNs) được sử dụng rộng rãi để cải thiện tốc độ tải nội dung bằng cách lưu trữ nội dung trên các máy chủ phân tán toàn cầu và định tuyến người dùng đến máy chủ gần nhất để tải nội dung.
- Tối ưu hóa các giao thức chuyển nội dung, bao gồm HTTP/2 và QUIC, cũng được sử dụng để cải thiện tốc độ tải bằng cách giảm thời gian tải và tăng tốc độ chuyển dữ liệu.
- Phân phối Nội dung cũng có thể được tối ưu hóa bằng cách sử dụng các kỹ thuật tối ưu hóa hình ảnh và video để giảm kích thước tập tin và tăng tốc độ tải. Các kỹ thuật này bao gồm nén, định dạng hình ảnh và video, và lọc hình ảnh.

## 6.5. Content Delivery

### 6.5.1. Nội dung và lưu lượng truy cập Internet

Khi có  $N$  bộ phim có sẵn, tỉ lệ tất cả các yêu cầu cho bộ phim thứ  $k$  phổ biến nhất xấp xỉ là  $C/k$ . Ở đây,  $C$  được tính để chuẩn hóa tổng số về 1, cụ thể là:

$$C = 1/(1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + \cdots + 1/N)$$

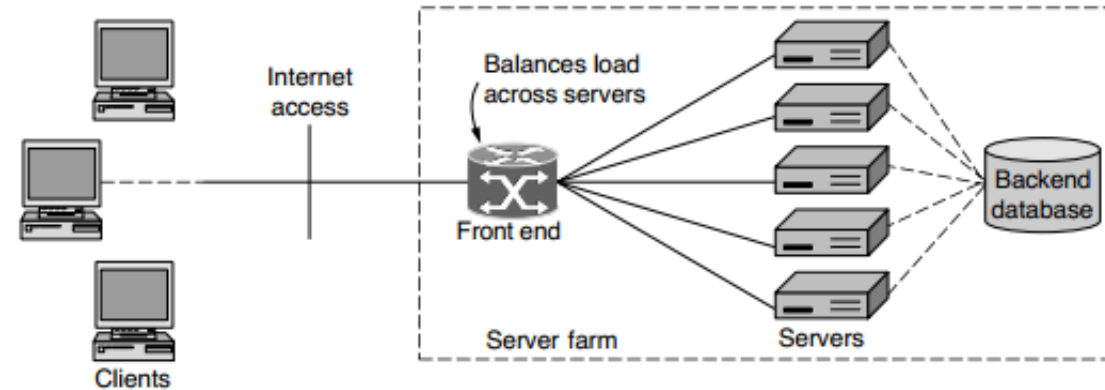


Zipf distribution (a) On a linear scale. (b) On a log-log scale.

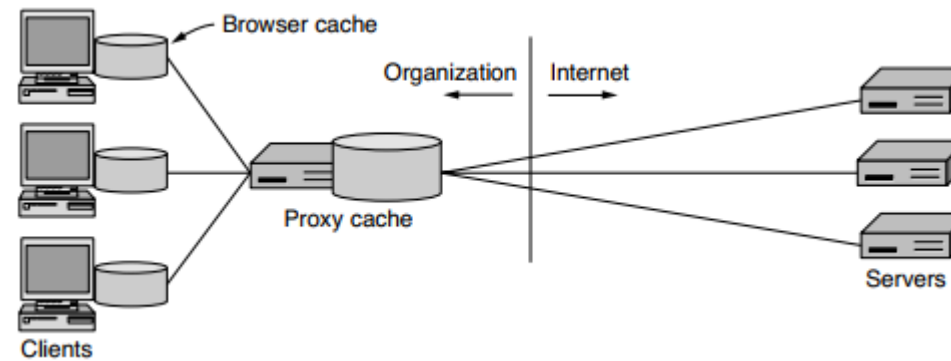
## 6.5. Content Delivery

### 6.5.2. Server Farms and Web Proxies

#### Server Farms



#### Web Proxies



## 6.5. Content Delivery

### 6.5.3. Content Delivery Networks

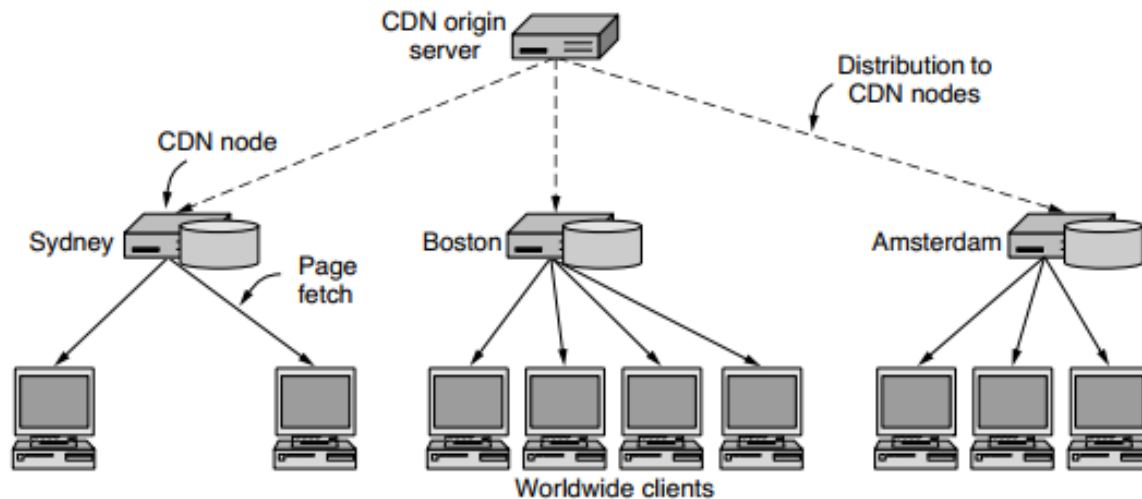
**Populating CDN Cache Nodes:** là việc tải trước nội dung vào các nút bộ nhớ đệm trong một CDN để cải thiện tốc độ phân phối nội dung. Các kỹ thuật như bộ nhớ đệm thông minh và ưu tiên nội dung phổ biến có thể tối ưu hóa việc điền nội dung vào các nút bộ nhớ đệm.

**DNS Redirection and Client Mapping:** là các kỹ thuật được sử dụng trong CDN để cải thiện tốc độ phân phối nội dung bằng cách ánh xạ địa chỉ IP của người dùng đến nút bộ nhớ đệm gần nhất và giảm số lượng bước mạng.

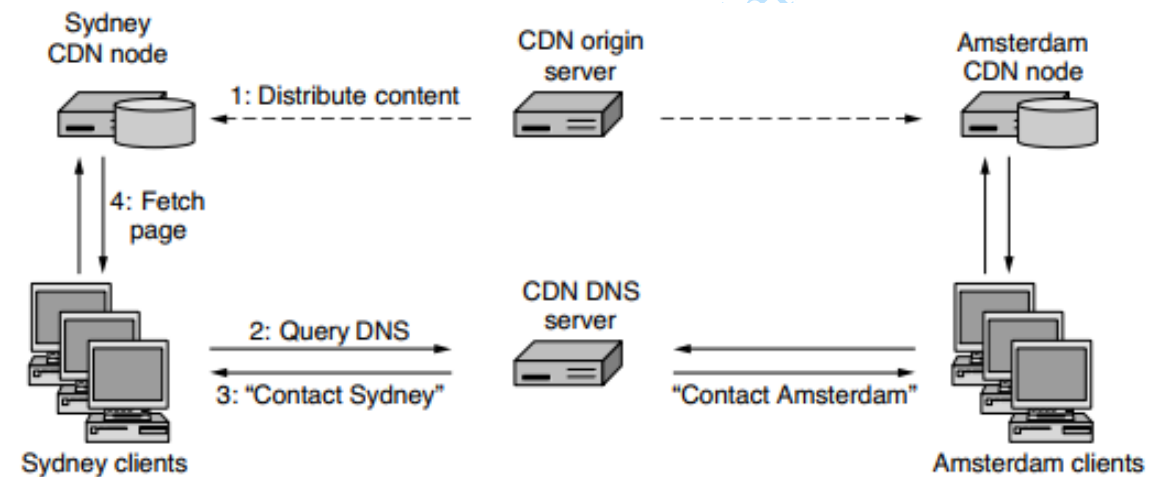


## 6.5. Content Delivery

### 6.5.3. Content Delivery Networks



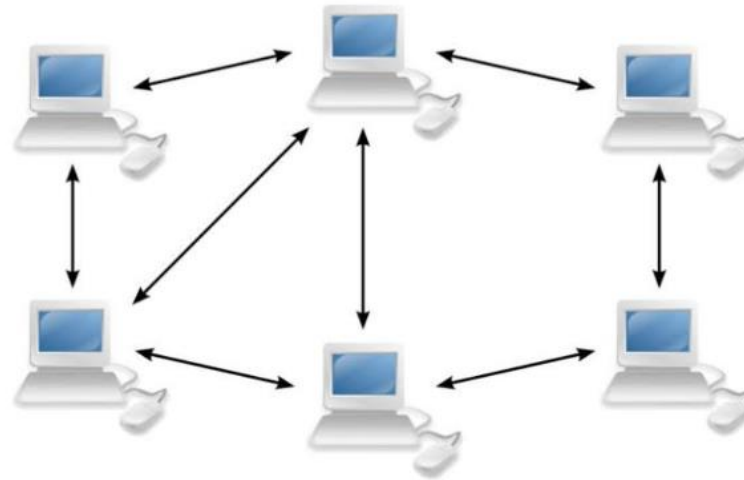
*CDN distribution tree*



*Directing clients to nearby CDN nodes using DNS*

## 6.5. Content Delivery

### 6.5.4. Peer-to-Peer Networks



#### Early Peer-to-Peer Networks: Napster

- Napster là một hệ thống chia sẻ tệp sớm sử dụng máy chủ tập trung và giao thức FastTrack cho giao tiếp peer-to-peer.
- Nó đã gặp phải các thách thức pháp lý và đã ngừng hoạt động, nhưng công nghệ và các khái niệm của nó đã ảnh hưởng đến sự phát triển của các công nghệ chia sẻ tệp và phân phối nội dung.

## 6.5. Content Delivery

### 6.5.4. Peer-to-Peer Networks

#### **Decentralizing the Directory: Gnutella**

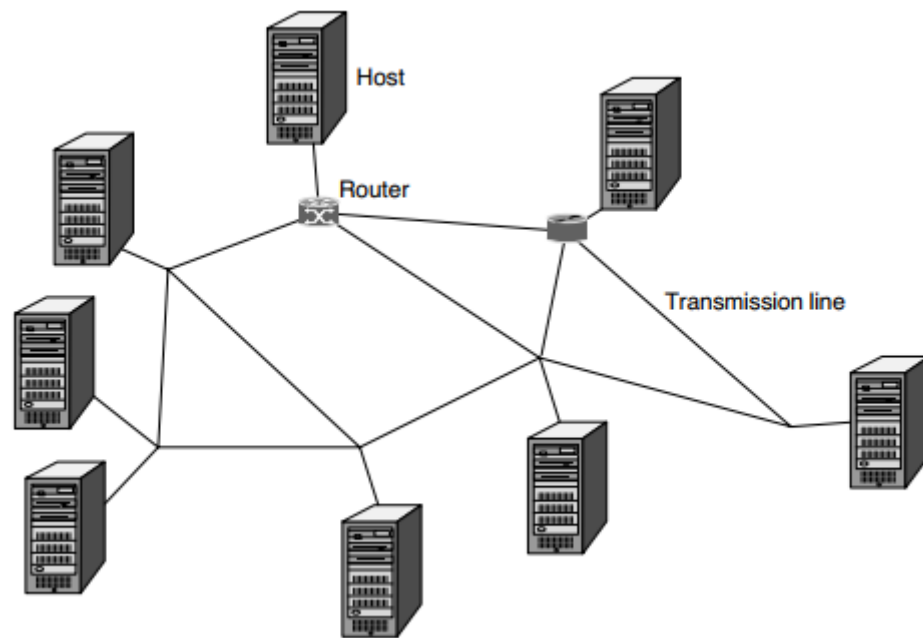
- Gnutella là một hệ thống chia sẻ tệp phi tập trung sử dụng mạng lưới phân phối các nút để giao tiếp và chia sẻ tệp giữa các người dùng. Nó sử dụng phương pháp "flooding truy vấn" và đại diện cho một sự phát triển quan trọng trong công nghệ peer-to-peer, mở đường cho các mạng lưới phi tập trung trong tương lai.

#### **Coping with Scaling, Incentives, and Verification: BitTorrent**

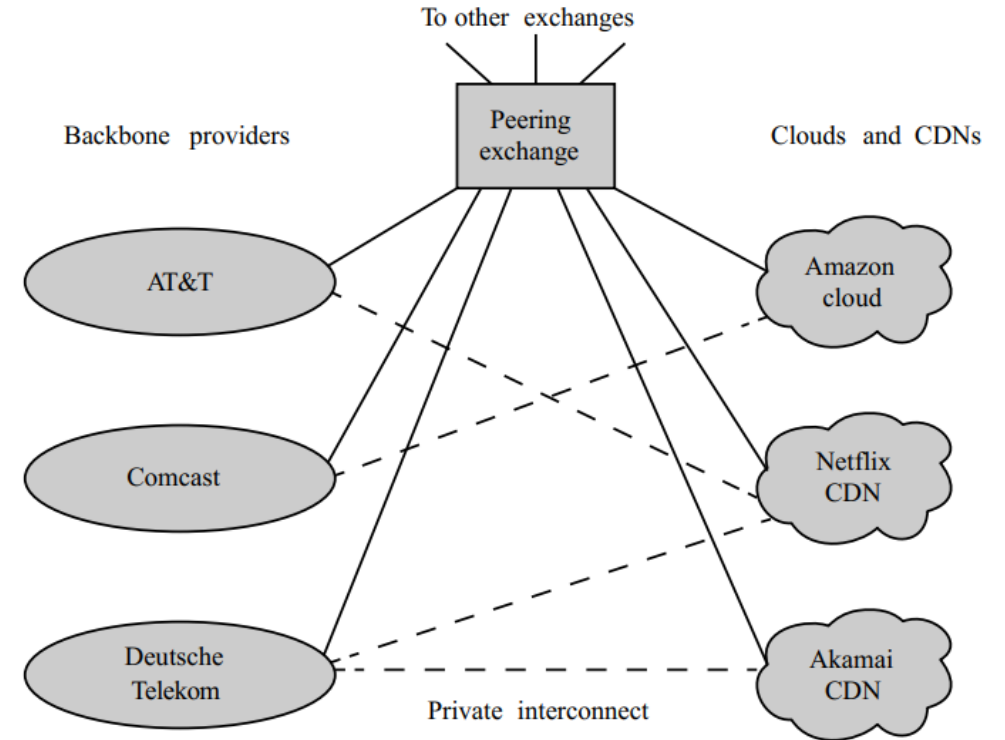
- BitTorrent là một hệ thống chia sẻ tệp peer-to-peer sử dụng kiến trúc "bầy" (swarm) và bảng băm phân phối để xử lý việc mở rộng quy mô. Nó áp dụng phương pháp tit-for-tat để khuyến khích người dùng chia sẻ tệp và sử dụng chữ ký số, hàm băm và hệ thống đánh giá đồng đẳng để giải quyết các thách thức về xác minh.

## 6.5. Content Delivery

### 6.5.5. Sự phát triển của Internet



*The early Internet involved primarily point-to-point communications*



*Most Internet traffic today is from clouds and CDNs, with a significant amount of traffic being exchanged between access networks and ISPs over private interconnects.*





CMC UNIVERSITY

THANK YOU