

Chương 1: Nội dung

1.1 Internet là gì?

1.2 Phần cạnh của mạng

- Hệ thống đầu cuối, mạng truy nhập, liên kết

1.3 Phần lõi của mạng

- Chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc mạng

1.4 Trễ, mất mát, thông lượng trong mạng

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

1.6 Các mạng bị tấn công: vấn đề an ninh mạng

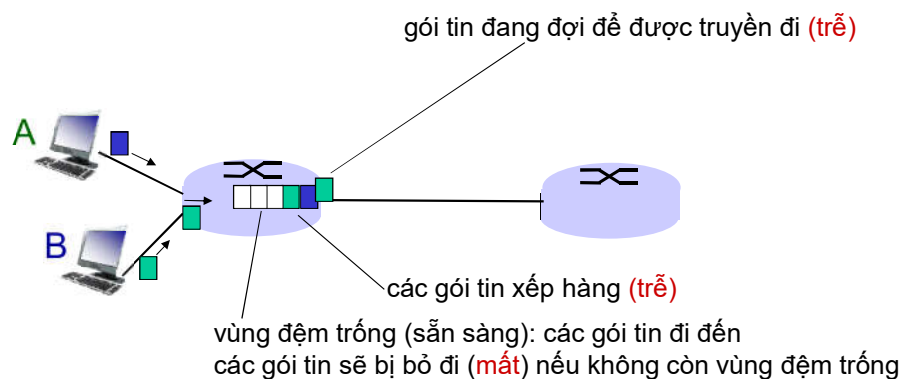
1.7 Lịch sử phát triển mạng Internet

Giới thiệu 1-42

Trễ và mất mát xảy ra như thế nào?

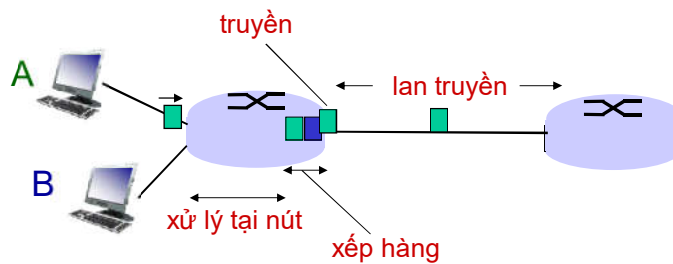
Các gói tin xếp hàng trong bộ đệm của bộ định tuyến

- ❖ Tỷ lệ các gói tin đi đến liên kết (tạm thời) vượt quá khả năng truyền đi của liên kết
- ❖ Các gói tin xếp hàng, chờ đến lượt được truyền đi



Giới thiệu 1-43

Bốn nguyên nhân của trễ



$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

d_{proc} : trễ xử lý tại nút

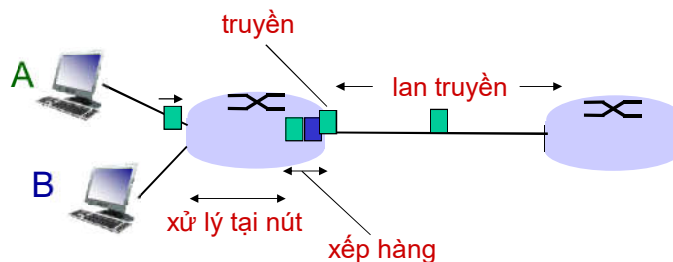
- Kiểm tra lỗi bit
- Xác định liên kết ra
- Thường < msec

d_{queue} : trễ xếp hàng

- Thời gian chờ tại đầu ra của liên kết để truyền đi
- Phụ thuộc vào mức độ tắc nghẽn của bộ định tuyến

Giới thiệu 1-44

Bốn nguyên nhân của trễ



$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

d_{trans} : trễ truyền

- L : chiều dài của gói tin (bit)
- R : băng thông của liên kết (bps)
- $d_{\text{trans}} = L/R$

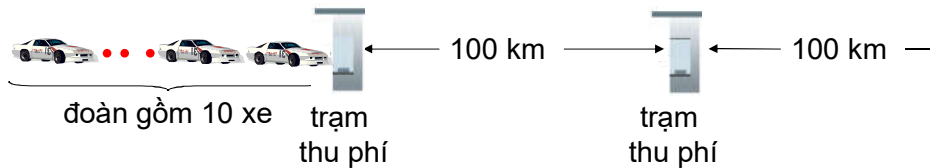
d_{prop} : trễ lan truyền

- d : chiều dài của liên kết vật lý
- s : tốc độ lan truyền trong môi trường ($\sim 2 \times 10^8$ m/s)
- $d_{\text{prop}} = d/s$

d_{trans} và d_{prop}
rất khác nhau

Giới thiệu 1-45

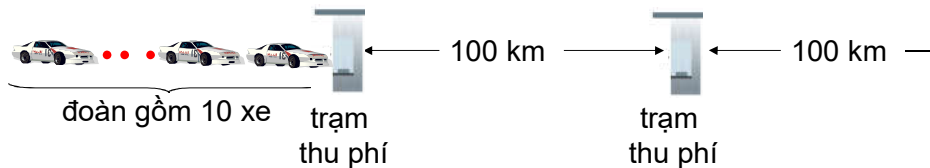
So sánh với việc di chuyển của đoàn xe



- ❖ Các xe “di chuyển” với tốc độ 100 km/giờ
- ❖ Thời gian đóng lệ phí tại trạm thu phí là 12 giây (thời gian di chuyển từng xe)
- ❖ Mỗi xe ~ 1 bit; đoàn xe ~ gói tin
- ❖ **Hỏi:** Mất bao lâu để cả đoàn xe đi đến được trạm thu phí thứ hai?
- Thời gian để “đẩy” cả đoàn xe qua trạm thu phí trên đường cao tốc = $12 \times 10 = 120$ giây
- Thời gian để mỗi xe di chuyển từ trạm thu phí thứ nhất đến trạm thứ hai: $100\text{km}/(100\text{km/giờ}) = 1$ giờ
- **Trả lời: 62 phút**

Giới thiệu 1-46

So sánh với việc di chuyển của đoàn xe

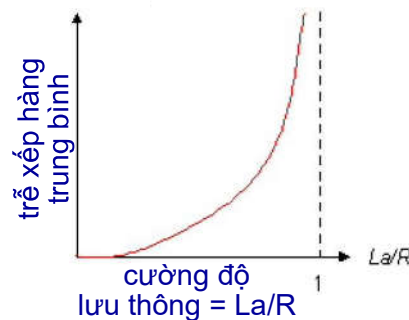


- ❖ Giả sử bây giờ các xe “di chuyển” với tốc độ 1000km/giờ
- ❖ Và thời gian đóng lệ phí tại trạm thu phí là 1 phút 1 xe
- ❖ **Hỏi:** Liệu có xe nào đến được trạm thu phí thứ hai trước khi cả đoàn xe hoàn thành việc đóng lệ phí tại trạm thứ nhất?
- **Trả lời: Có!** Sau 7 phút, xe thứ nhất đến được trạm thu phí thứ hai; trong khi vẫn còn 3 xe đang dừng ở trạm thu phí thứ nhất.

Giới thiệu 1-47

Trễ xếp hàng

- ❖ R : băng thông của liên kết (bps)
- ❖ L : chiều dài gói tin (bit)
- ❖ a : tốc độ đến của gói tin trung bình



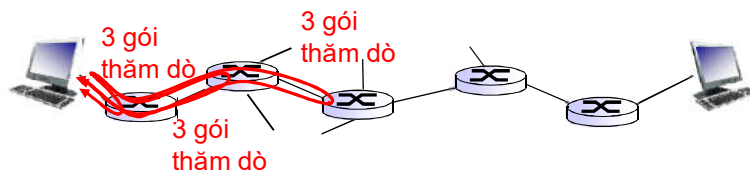
- ❖ $\lambda a / R \sim 0$: trễ xếp hàng trung bình nhỏ
- ❖ $\lambda a / R \rightarrow 1$: trễ xếp hàng trung bình lớn
- ❖ $\lambda a / R > 1$: lưu lượng đến vượt quá khả năng phục vụ, trễ trung bình có giá trị vô cùng!



Giới thiệu 1-48

Trễ và định tuyến “thực tế” trên mạng Internet

- ❖ Trễ và mất mát trên mạng Internet thực tế như thế nào?
- ❖ Chương trình **traceroute**: giúp đo độ trễ từ nguồn đến các bộ định tuyến dọc theo đường đi đến đích trên mạng Internet. Với tất cả i :
 - Gửi 3 gói tin đi đến bộ định tuyến i trên đường hướng tới đích
 - Bộ định tuyến i sẽ trả các gói tin về phía máy gửi



Giới thiệu 1-49

Trễ và định tuyến “thực tế” trên mạng Internet

traceroute: gaia.cs.umass.edu tới www.eurecom.fr

3 giá trị trễ từ
gaia.cs.umass.edu tới cs-gw.cs.umass.edu

```
1 cs-gw (128.119.240.254) 1 ms 1 ms 2 ms
2 border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145) 1 ms 1 ms 2 ms
3 cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130) 6 ms 5 ms 5 ms
4 jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129) 16 ms 11 ms 13 ms
5 jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136) 21 ms 18 ms 18 ms
6 abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (198.32.11.9) 22 ms 18 ms 22 ms
7 nycm-wash.abilene.ucaid.edu (198.32.8.46) 22 ms 22 ms 22 ms
8 62.40.103.253 (62.40.103.253) 104 ms 109 ms 106 ms
9 de2-1.de1.de.geant.net (62.40.96.129) 109 ms 102 ms 104 ms
10 de.fr1.fr.geant.net (62.40.96.50) 113 ms 121 ms 114 ms
11 renater-gw.fr1.fr.geant.net (62.40.103.54) 112 ms 114 ms 112 ms
12 nio-n2.cssi.renater.fr (193.51.206.13) 111 ms 114 ms 116 ms
13 nice.cssi.renater.fr (195.220.98.102) 123 ms 125 ms 124 ms
14 r3t2-nice.cssi.renater.fr (195.220.98.110) 126 ms 126 ms 124 ms
15 eurecom-valbonne.r3t2.ft.net (193.48.50.54) 135 ms 128 ms 133 ms
16 194.214.211.25 (194.214.211.25) 126 ms 128 ms 126 ms
17 ***
18 ***
19 fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142) 132 ms 128 ms 136 ms
```

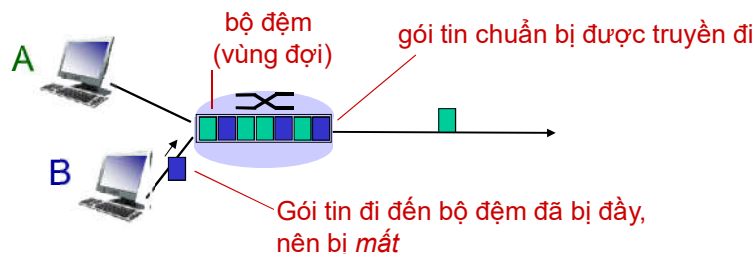
liên kết qua đại dương

* không có phản hồi (mất gói thăm dò, bộ định tuyến không trả lời)

Giới thiệu 1-50

Mất mát gói tin

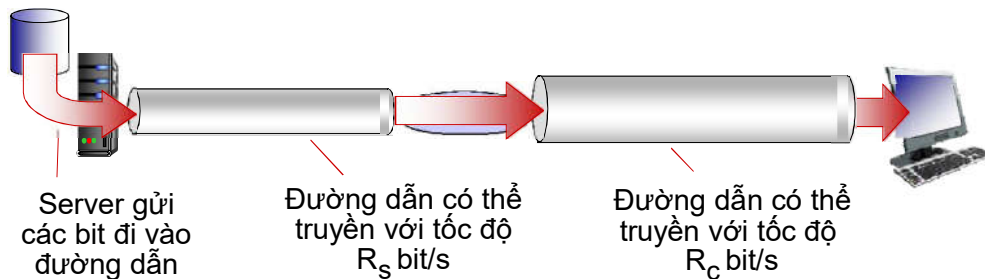
- ❖ Hàng đợi (bộ đệm) trước liên kết trong vùng nhớ đệm có dung lượng hữu hạn.
- ❖ Khi các gói tin đến hàng đợi đã bị đầy thì nó sẽ bị bỏ qua (nghĩa là bị làm mất)
- ❖ Gói tin bị mất có thể được truyền lại bởi nút mạng phía trước, hoặc hệ thống đầu cuối nguồn, hoặc không được truyền lại.



Giới thiệu 1-51

Thông lượng

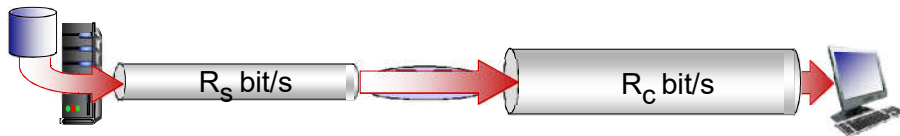
- ❖ **Thông lượng:** tốc độ (số bit/đơn vị thời gian) mà các bit được truyền đi giữa bên gửi/bên nhận
 - **Thông lượng tức thời:** tốc độ tại thời điểm đưa ra
 - **Thông lượng trung bình:** tốc độ đo trong một khoảng thời gian



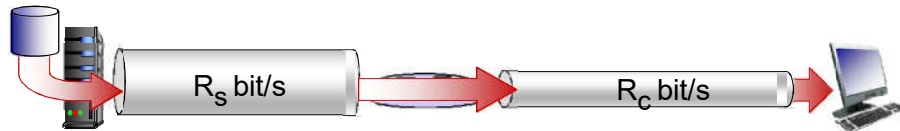
Giới thiệu 1-52

Thông lượng

- ❖ $R_s < R_c$ Thông lượng trung bình giữa hai đầu cuối sẽ như thế nào?



- ❖ $R_s > R_c$ Thông lượng trung bình giữa hai đầu cuối sẽ như thế nào?



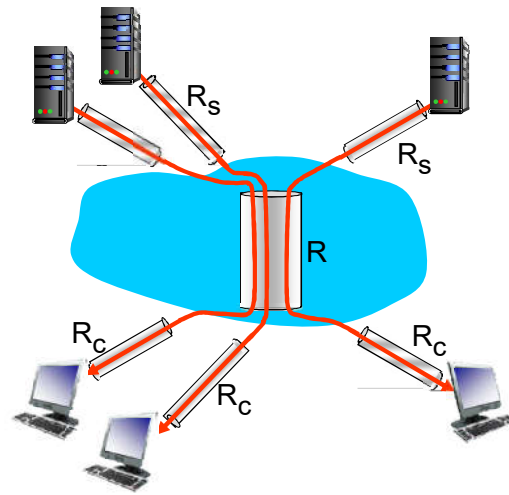
Liên kết nút cổ chai

Liên kết trên đường giữa hai đầu cuối mà làm giới hạn thông lượng giữa hai đầu cuối đó.

Giới thiệu 1-53

Thông lượng: Kịch bản trên mạng Internet

- ❖ Thông lượng giữa hai đầu cuối trên mỗi kết nối: $\min(R_c, R_s, R/10)$
- ❖ Trên thực tế: R_c hoặc R_s thường là nút cổ chai



10 kết nối chia sẻ liên kết
nút cổ chai trên mạng xương sống
có tốc độ R bit/s

Giới thiệu 1-54

Chương 1: Nội dung

1.1 Internet là gì?

1.2 Phần cạnh của mạng

- Hệ thống đầu cuối, mạng truy nhập, liên kết

1.3 Phần lõi của mạng

- Chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc mạng

1.4 Trễ, mất mát, thông lượng trong mạng

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

1.6 Các mạng bị tấn công: vấn đề an ninh mạng

1.7 Lịch sử phát triển mạng Internet

Giới thiệu 1-55

“Các tầng” giao thức

Các mạng rất phức tạp với nhiều “phần”:

- Các trạm (host)
- Các bộ định tuyến (router)
- Các liên kết với nhiều loại đường truyền khác nhau
- Các ứng dụng
- Các giao thức
- Phần cứng, phần mềm

Hỏi:

Liệu có cách nào để tổ chức cấu trúc của mạng không?

Giới thiệu 1-56

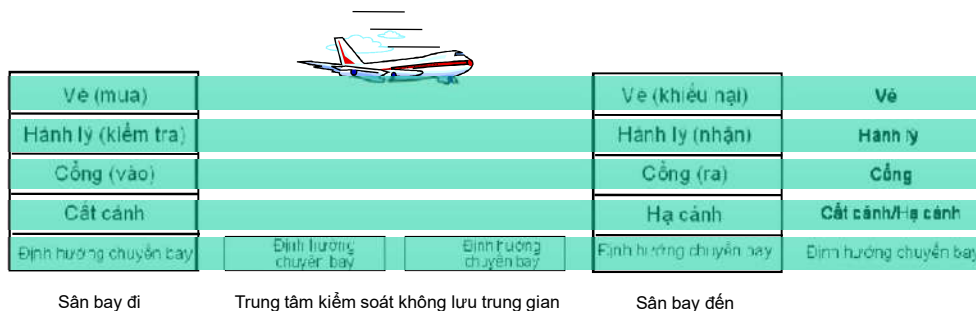
Tổ chức theo kiểu vận chuyển hàng không



❖ Một chuỗi các bước

Giới thiệu 1-57

Các tầng chức năng của vận chuyển hàng không



Các tầng: mỗi tầng thực hiện một dịch vụ

- thông qua các hoạt động của tầng bên trong nội bộ của nó
- dựa vào các dịch vụ được cung cấp bởi tầng dưới

Giới thiệu 1-58

Tại sao lại phân tầng

Nhằm xử lý các hệ thống phức tạp:

- ❖ Cấu trúc rõ ràng cho phép xác định các phần và mối quan hệ giữa chúng trong hệ thống phức tạp.
 - Thảo luận việc phân tầng trong **mô hình tham chiếu**
- ❖ Việc mô-đun hóa làm dễ dàng cho việc bảo trì, cập nhật hệ thống.
 - Việc thay đổi thực hiện dịch vụ của một tầng là trong suốt đối với phần còn lại của hệ thống
 - Ví dụ: thay đổi thủ tục kiểm tra tại cổng không ảnh hưởng tới phần còn lại của hệ thống
- ❖ Việc phân tầng có hại gì không?

Giới thiệu 1-59

Chồng giao thức của Internet

- ❖ **Tầng ứng dụng (application):** hỗ trợ các ứng dụng mạng
 - FTP, SMTP, HTTP
- ❖ **Tầng giao vận (transport):** truyền dữ liệu giữa các tiến trình
 - TCP, UDP
- ❖ **Tầng mạng (network):** định tuyến các gói tin đi từ nguồn đến đích
 - IP, các giao thức định tuyến
- ❖ **Tầng liên kết (link):** truyền dữ liệu giữa các phần tử mạng kề nhau (hàng xóm)
 - Ethernet, 802.11 (WiFi), PPP
- ❖ **Tầng vật lý (physical):** các bit "trên đường truyền"



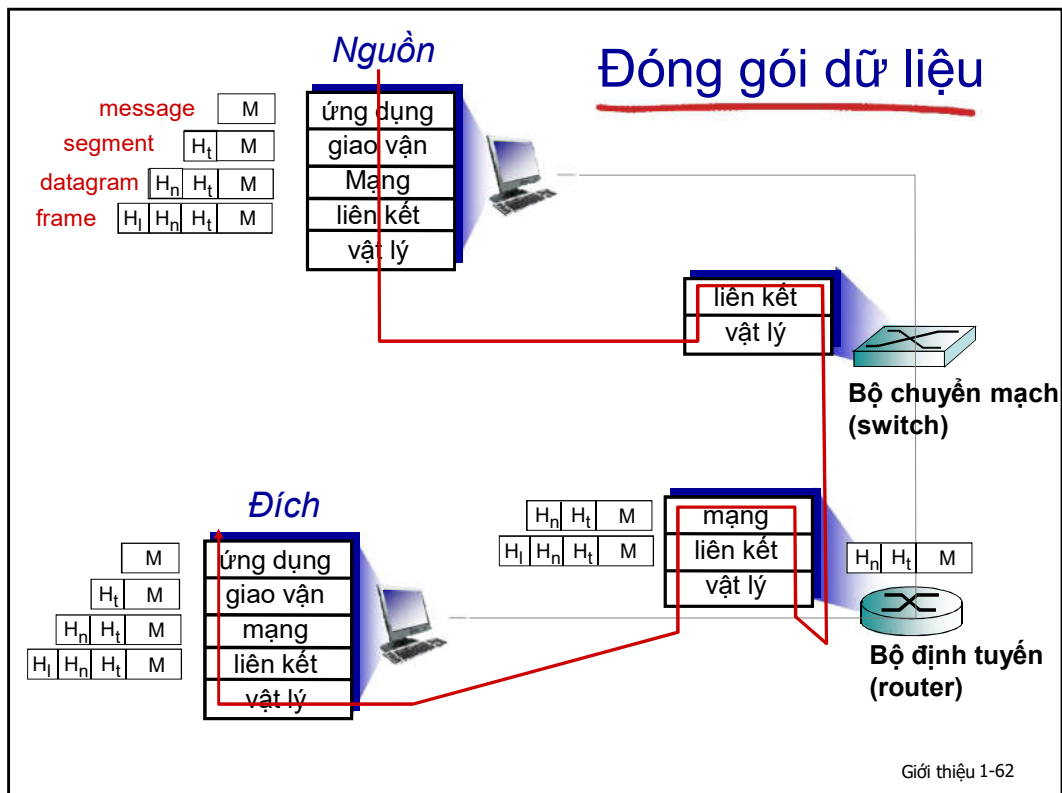
Giới thiệu 1-60

Mô hình tham chiếu ISO/OSI

- ❖ **Tầng trình diễn (presentation):** cho phép các ứng dụng diễn dịch ý nghĩa của dữ liệu, ví dụ: mã hóa, nén, định dạng của từng máy cụ thể
- ❖ **Tầng phiên (session):** đồng bộ hóa, quản lý phiên của ứng dụng
- ❖ Trong mạng Internet không có các tầng này!
 - Các dịch vụ này, nếu cần sẽ được cài đặt trong ứng dụng



Giới thiệu 1-61



Chương 1: Nội dung

1.1 Internet là gì?

1.2 Phần cạnh của mạng

- Hệ thống đầu cuối, mạng truy nhập, liên kết

1.3 Phần lõi của mạng

- Chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc mạng

1.4 Trễ, mất mát, thông lượng trong mạng

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

1.6 Các mạng bị tấn công: vấn đề an ninh mạng

1.7 Lịch sử phát triển mạng Internet

An ninh mạng

❖ Các lĩnh vực của an ninh mạng:

- Kẻ xấu có thể tấn công mạng máy tính như thế nào
- Chúng ta có thể bảo vệ mạng chống lại các tấn công như thế nào
- Có thể thiết kế kiến trúc mạng như thế nào để không bị tấn công

❖ Internet được thiết kế ban đầu không quan tâm nhiều đến vấn đề an ninh mạng

- *Cách nhìn ban đầu*: “một nhóm người dùng tin tưởng lẫn nhau được gắn với một hệ thống mạng trong suốt” 😊
- Các nhà thiết kế giao thức Internet chọn phương pháp “catch-up”
- Xem xét an ninh trong tất cả các tầng!

Giới thiệu 1-64

Kẻ xấu: đặt phần mềm độc hại vào các host qua mạng Internet

❖ Phần mềm độc hại (malware) có thể đi vào máy chủ từ:

- *Vi rút*: lây nhiễm theo cách tự sao qua đối tượng nhận/thực thi (ví dụ: tệp đính kèm trong thư điện tử)
- *Sâu mạng (worm)*: lây nhiễm theo cách tự sao qua đối tượng nhận thụ động mà có thể được tự thực thi

❖ Phần mềm độc hại gián điệp (spyware malware) có thể ghi lại thao tác bàn phím, các trang web truy cập, và tải thông tin lên cho trang thu thập.

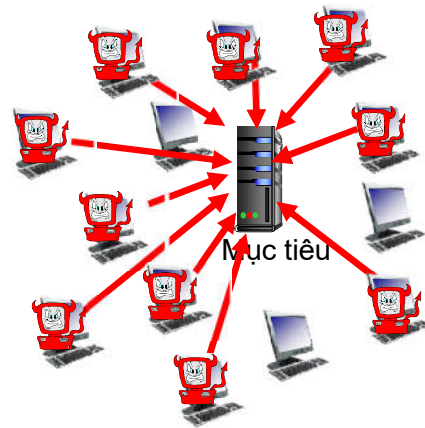
❖ Các host bị lây nhiễm có thể được ghi vào trong botnet, và được dùng để spam trong các cuộc tấn công DDoS.

Giới thiệu 1-65

Kẻ xấu: tấn công server, cơ sở hạ tầng mạng

Tấn công từ chối dịch vụ (Denial of Service - DoS): kẻ tấn công làm cho các nguồn tài nguyên (máy chủ, băng thông) không còn có sẵn để phục vụ cho các lưu lượng hợp pháp bằng cách sử dụng áp đảo tài nguyên với những lưu lượng không có thật.

1. Lựa chọn mục tiêu
2. Đột nhập vào host trên toàn mạng (xem botnet)
3. Gửi các gói tin tới mục tiêu từ các host đã bị xâm nhập

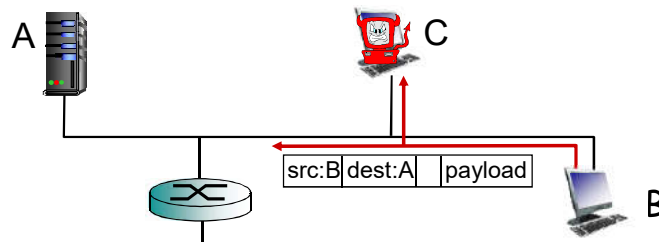


Giới thiệu 1-66

Kẻ xấu có thể bắt các gói tin

Bắt gói tin (packet "sniffing"):

- Đường truyền chung (quảng bá) (ethernet, wireless chia sẻ)
- Đọc/ghi lại tất cả các gói tin qua giao diện mạng ngẫu nhiên nào đó (ví dụ: bao gồm mật khẩu)

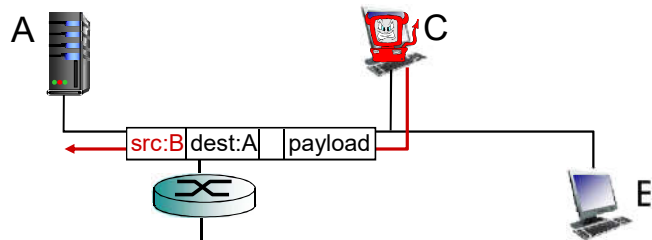


- ❖ Phần mềm wireshark dùng trong thực hành môn học có thể bắt gói tin (đây là phần mềm miễn phí).

Giới thiệu 1-67

Kẻ xấu có thể giả mạo địa chỉ

Giả mạo địa chỉ IP (IP spoofing): gửi gói tin với địa chỉ nguồn sai



... có rất nhiều vấn đề về an ninh mạng (xem thêm trong tài liệu)

Giới thiệu 1-68

Chương 1: Nội dung

1.1 Internet là gì?

1.2 Phần cạnh của mạng

- Hệ thống đầu cuối, mạng truy nhập, liên kết

1.3 Phần lõi của mạng

- Chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc mạng

1.4 Trễ, mất mát, thông lượng trong mạng

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

1.6 Các mạng bị tấn công: vấn đề an ninh mạng

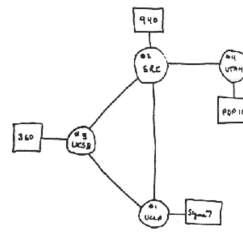
1.7 Lịch sử phát triển mạng Internet

Giới thiệu 1-69

Lịch sử phát triển Internet

1961-1972: Thời kỳ đầu của nguyên lý chuyển mạch gói

- ❖ 1961: Kleinrock – lý thuyết hàng đợi cho thấy tính hiệu quả của chuyển mạch gói
- ❖ 1964: Baran – chuyển mạch gói trong các mạng quân đội
- ❖ 1967: ARPAnet được hình thành từ Advanced Research Projects Agency
- ❖ 1969: Nút ARPAnet đầu tiên hoạt động
- ❖ 1972:
 - ARPAnet được công bố
 - NCP (Network Control Protocol) là giao thức quản lý mạng đầu tiên
 - Chương trình đầu tiên là thư điện tử
 - ARPAnet có 15 nút mạng



THE ARPA NETWORK

Giới thiệu 1-70

Lịch sử phát triển Internet

1972-1980: Liên mạng, các mạng riêng và mới

- ❖ 1970: mạng vệ tinh ALOHAnet ở Hawaii
- ❖ 1974: Cerf and Kahn – kiến trúc cho hệ thống mạng toàn cầu
- ❖ 1976: Ethernet tại Xerox PARC
- ❖ Những năm 70: các mạng kiến trúc riêng: DECnet, SNA, XNA
- ❖ Cuối những năm 70: chuyển mạch cho các gói tin có độ dài cố định (tiền thân của ATM)
- ❖ 1979: ARPAnet có 200 nút mạng

Nguyên lý mạng toàn cầu của Cerf and Kahn's :

- Yêu cầu tính tối thiểu, tự chủ - không thay đổi bên trong để kết nối các hệ thống mạng lại với nhau
- Mô hình dịch vụ tốt nhất
- Các bộ định tuyến phi trạng thái
- Điều khiển tập trung

Định nghĩa kiến trúc mạng Internet ngày nay!

Giới thiệu 1-71

Lịch sử phát triển Internet

1980-1990: giao thức mới, sự phát triển của các mạng

- ❖ 1983: triển khai TCP/IP
- ❖ 1982: định nghĩa giao thức SMTP cho e-mail
- ❖ 1983: DNS được định nghĩa cho chuyển đổi tên miền – IP
- ❖ 1985: định nghĩa giao thức FTP
- ❖ 1988: Giao thức điều khiển tắc nghẽn TCP
- ❖ Các mạng quốc gia mới: Cernet, BITnet, NSFnet, Minitel
- ❖ 100.000 host được kết nối vài liên minh các mạng

Giới thiệu 1-72

Lịch sử phát triển Internet

Những năm 1990, 2000: thương mại hóa, Web, các ứng dụng mới

- ❖ Đầu những năm 1990: ARPAnet ngừng hoạt động
- ❖ 1991: NSF chấm dứt những hạn chế trong thương mại do dùng NSFnet (ngừng hoạt động năm 1995)
- ❖ Những năm đầu 1990: Web
 - Siêu văn bản [Bush 1945, Nelson trong những năm 1960]
 - HTML, HTTP: Berners-Lee
 - 1994: Mosaic, sau đó Netscape
 - Cuối những năm 1990: thương mại hóa trên Web
- ❖ Cuối những năm 1990–2000:
 - ❖ Nhiều ứng dụng mới: tin nhắn nhanh, chia sẻ file P2P
 - ❖ An ninh mạng được đặt lên hàng đầu
 - ❖ Ước tính có khoảng 50 triệu host, hơn 100 triệu người dùng
 - ❖ Liên kết xương sống chạy với tốc độ Gbps

Giới thiệu 1-73

Lịch sử phát triển Internet

2005-hiện tại

- ❖ ~750 triệu host
 - Smartphones và tablets
- ❖ Triển khai mạnh truy nhập băng rộng
- ❖ Tăng độ phủ của truy nhập không dây tốc độ cao
- ❖ Sự xuất hiện của các mạng xã hội trực tuyến:
 - Facebook: sớm lên đến một tỷ người dùng
- ❖ Các nhà cung cấp dịch vụ (Google, Microsoft) tạo ra các mạng riêng của mình
 - Bypass Internet, cung cấp "tức thời" truy nhập để tìm kiếm, email,...
- ❖ Thương mại điện tử, các trường đại học, các doanh nghiệp chạy các dịch vụ của họ trong "đám mây" ("cloud")(ví dụ, Amazon EC2)

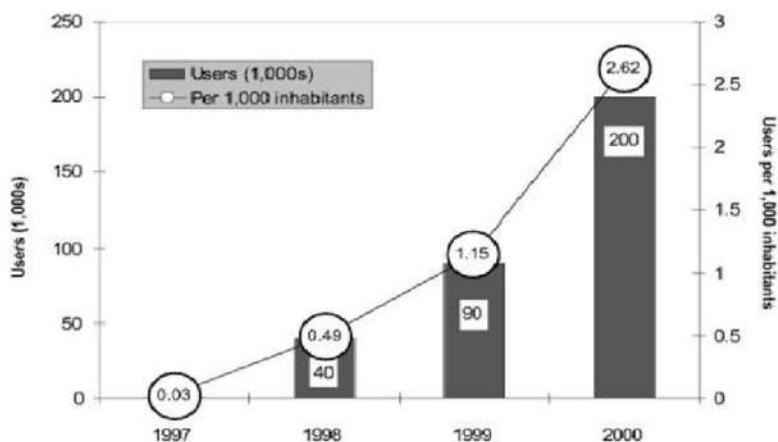
Giới thiệu 1-74

Lịch sử Internet Việt Nam

- ❖ 1991: Nỗ lực kết nối Internet không thành.
- ❖ 1996: Giải quyết các cản trở, chuẩn bị hạ tầng Internet
 - ISP: VNPT
 - Tốc độ 64kbps. Một đường kết nối quốc tế. Có một số người dùng.
- ❖ 1997: Việt Nam chính thức kết nối Internet.
 - 1 IXP: VNPT
 - 4 ISP: VNPT, Netnam (IOT), FPT, SPT
- ❖ 2007: "Mười năm Internet Việt Nam"
 - 20 ISP, 4 IXP
 - 19 triệu người dùng, chiếm 22,04% dân số

Giới thiệu 1-75

Lịch sử Internet Việt Nam

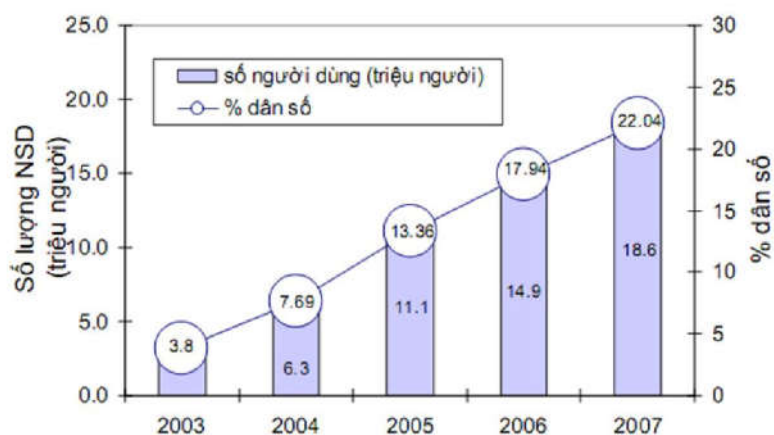


Ước tính số người dùng bằng hai lần số thuê bao

Source: Vietnam Internet Case Study, <http://www.itu.int/asean2001/reports/material/VNM%20CS.1>

Giới thiệu 1-76

Lịch sử Internet Việt Nam



Source: Vnnic, <http://www.thongkeinternet.vn>

Giới thiệu 1-77

Tổng kết

Cần nắm vững các nội dung:

- ❖ Khái quát về Internet
- ❖ Giao thức là gì?
- ❖ Phần cạnh, phần lõi của mạng, mạng truy nhập
 - So sánh chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh
 - Cấu trúc mạng Internet
- ❖ Hiệu năng: mất mát, trễ, thông lượng
- ❖ Phân tầng, các mô hình dịch vụ
- ❖ An ninh mạng
- ❖ Lịch sử phát triển mạng

Kiến thức thu được:

- ❖ Bối cảnh, khái quát, “cảm nhận” về mạng
- ❖ Để hiểu sâu hơn, chi tiết trong *các phần sau!*