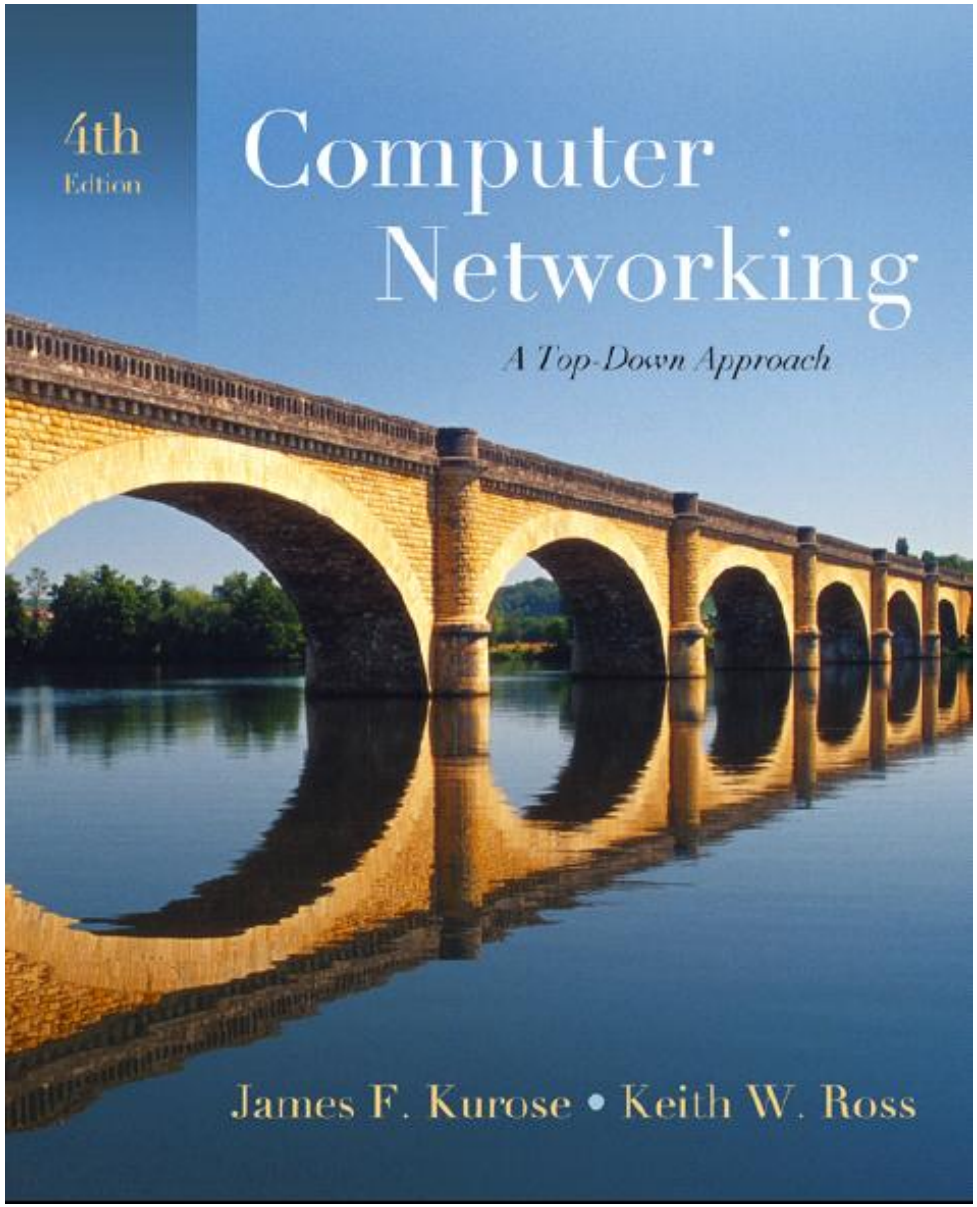
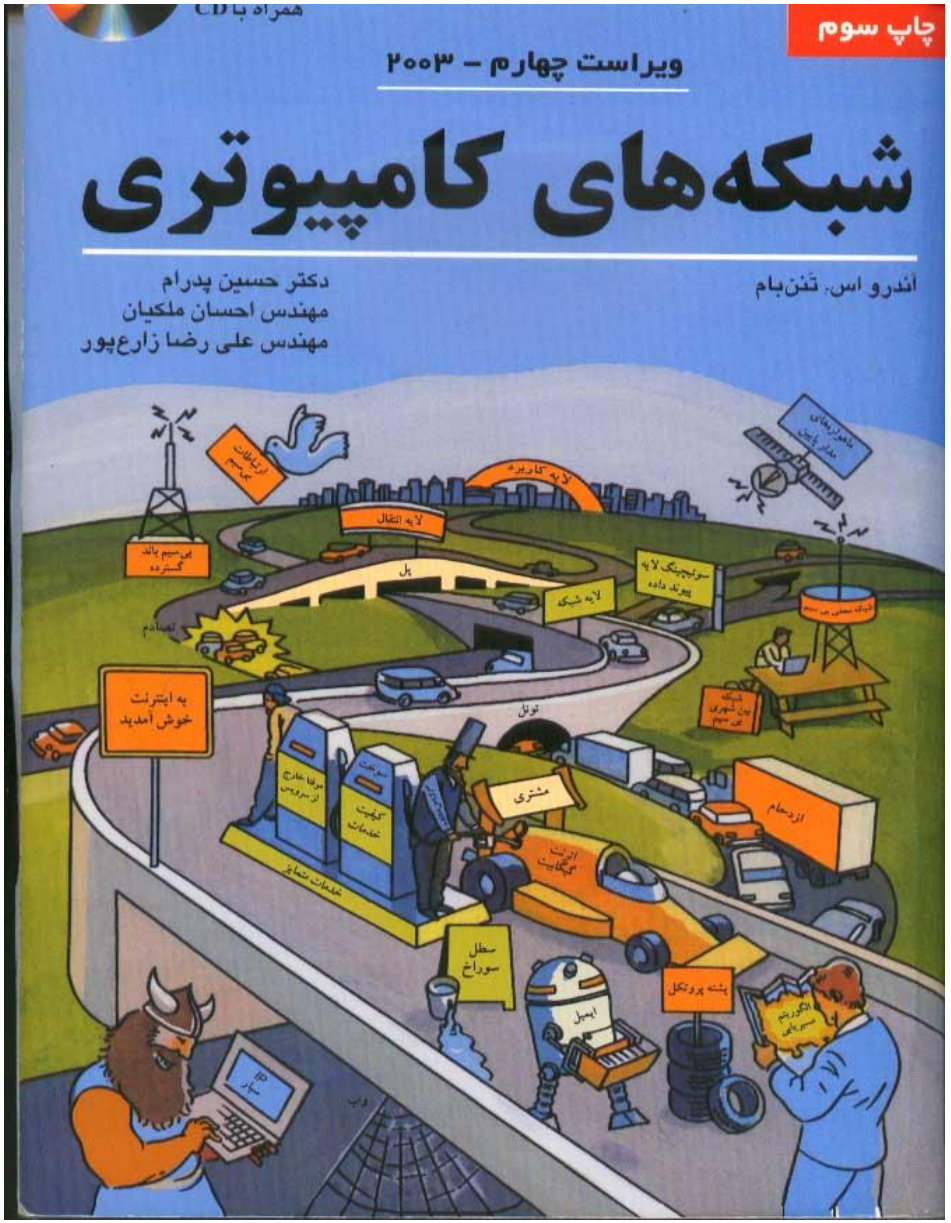
شبکه های کامپیوتری ۱

Computer Networking: A Top Down Approach , 4th edition. Jim Kurose, Keith Ross Addison-Wesley, July 2008.



شبکه های کامپیوتری
ویراست چهارم - ۲۰۰۳
اندرو اس تننبام

دکتر حسین پدرام
مهندس احسان ملکیان
مهندس علی رضا زارع پور



فصـــل اول

مـــروری کلـــی بر سیستم های شبکه و اینترنت

اهداف درس

- آشنایی مقدماتی با مباحث شبکه
- آشنایی با اصطلاحات شبکه (Terminology)

موضوعات

- تعریف شبکه
- منافع شبکه
- خدمات معمول در شبکه
- انواع مدل شبکه
- اینترنت
- مرزها و هسته(زیرساخت) شبکه
- تقسیم بندی از دیدگاه تکنولوژی انتقال
- تقسیم بندی از دیدگاه محدوه شبکه
- توپولوژیهای شبکه
- لایه بندی شبکه
- انواع سرویس های
- پروتکل
- مدلهای مرجع

شبکه کامپیوتری

- مجموعه ای از کامپیوترهای ***مستقل*** است که به نحوی با یکدیگر ***تبادل اطلاعات*** می نمایند.
  - استقلال کامپیوترها در یک شبکه به این معناست که هر ماشین میتواند حتی بدون حضور در شبکه کار کرده و فقط از شبکه برای تبادل داده ها استفاده کند.
  - کامپیوترهای شبکه می توانند بدون آنکه نوع کانال ارتباطی اهمیت داشته باشد، با یکدیگر تبادل داده نمایند.

منافع شبکه (دلایل استفاده از شبکه)

- به اشتراک گذاری منابع شبکه
  - تمام منابع سخت افزاری، نرم افزاری و داده ها
- قابلیت ارتباط با همدیگر
- حذف محدودیت جغرافیایی
- بالا رفتن قابلیت اعتماد سیستم ها
  - اگر در شبکه بتوان تعدادی سیستم رزرو داشت

خدمات معمول در شبکه

- دسترسی به بانکهای اطلاعاتی راه دور
- پست الکترونیک
- انتقال فایل
- ورود به سیستم از راه دور
- گروههای خبری
- جستجوی اطلاعات مورد نیاز
- تبلیغات
- تجارت الکترونیک
- بانکداری الکترونیک
- سرگرمی و محاوره
- مجلات و روزنامه های الکترونیکی

خدمات معمول در شبکه ... ادامه

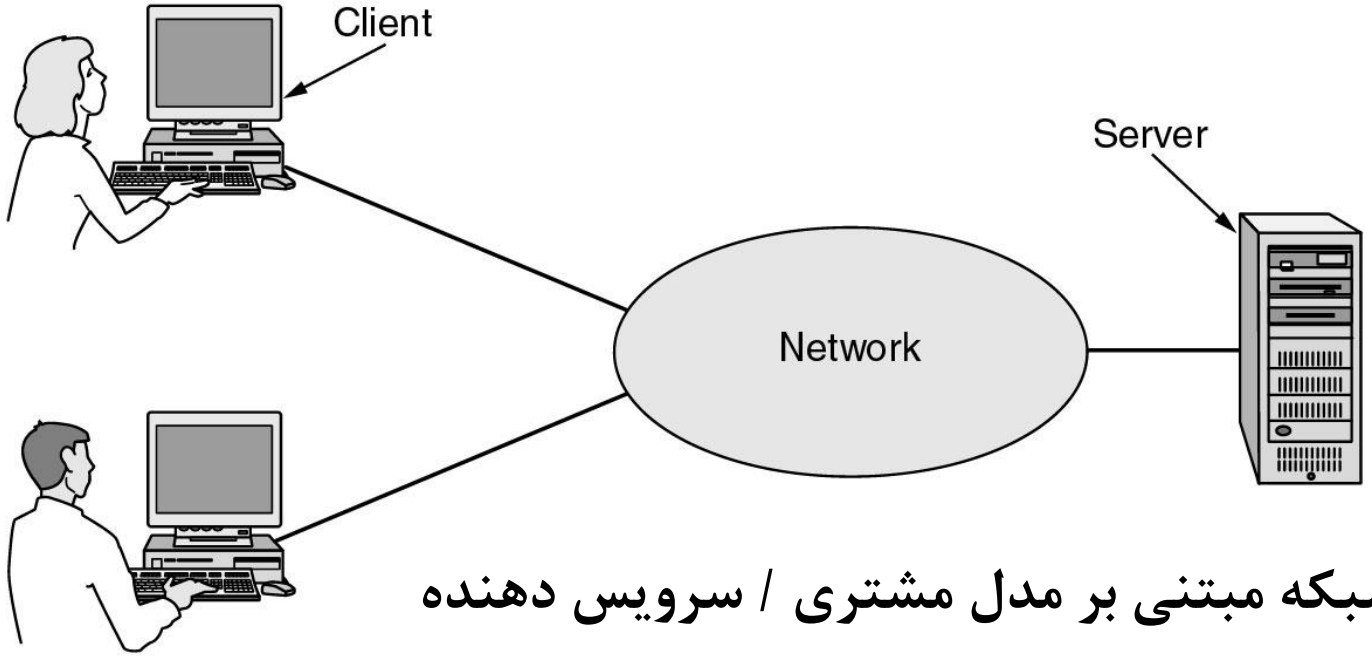
- محاوره مستقیم و چهره به چهره
- کنفرانس از راه دور
- تلفن و دورنگار از طریق شبکه
- رادیو و تلویزیون از طریق شبکه
- آموزش از راه دور
- ارائه مدون اطلاعات فنی و علمی
- اخبار
- کاریابی و اشتغال
- درمان از راه دور
- خرید و فروش با استفاده از کارتهای اعتباری، شرکت در حراج
- ....

انواع شبکه از نظر مدل آرایش شبکه

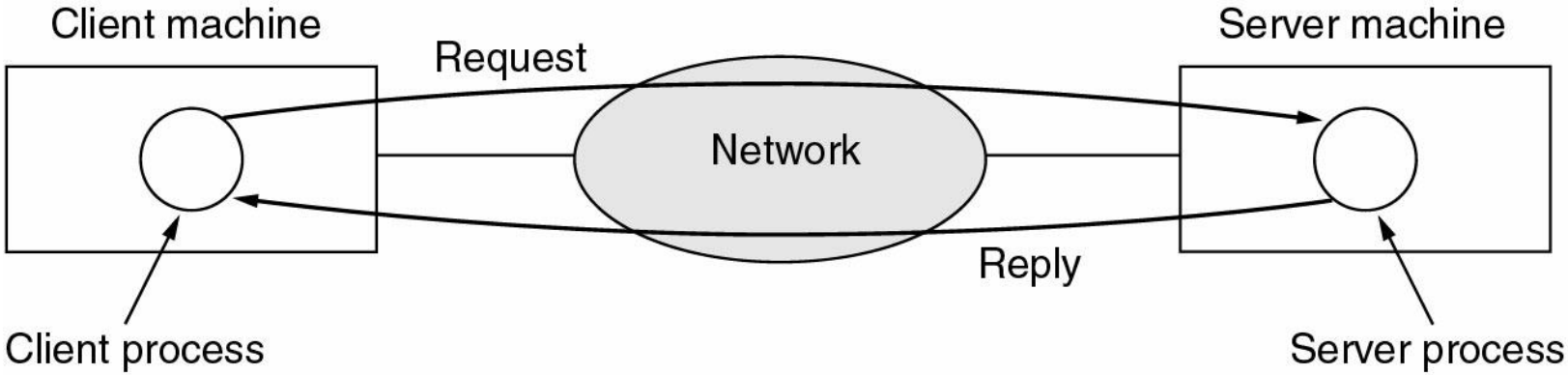
- مدل مشتری / سرویس دهنده Client / Server
- مدل نظیر به نظیر (همتا به همتا) Peer-To-Peer

انواع شبکه از نظر مدل آرایش شبکه

- مدل مشتری / سرویس دهنده Client / Server
  - اطلاعات در کامپیوترهای پرقدرتی بنام سرویس دهنده (Server) قرار دارند.
  - اغلب سرورها تحت کنترل سرپرست سیستم قرار دارند.
  - ایستگاههای دیگر (مشتریها) با مراجعه به سرورها درخواست اطلاعات می کنند.
  - بسیاری از شبکه های معمول در ادارات از این نوع می باشد.
  - دارای امنیت بالاتر می باشد.
  - هزینه بیشتر، نگهداری دشوارتر شبکه
  - مناسب برای تعداد کامپیوترهای بیشتر از ۱۰ تا
  - سرویس وب نیز بر این مدل بنا نهاده شده است.
  - وقتی صفحه ای را باز می کنید، درواقع آنرا از سرویس دهنده وب دریافت و در کامپیوتر خود (که در اینجا مشتری است) نمایش مدهید.



شبکه مبتنی بر مدل مشتری / سرویس دهنده



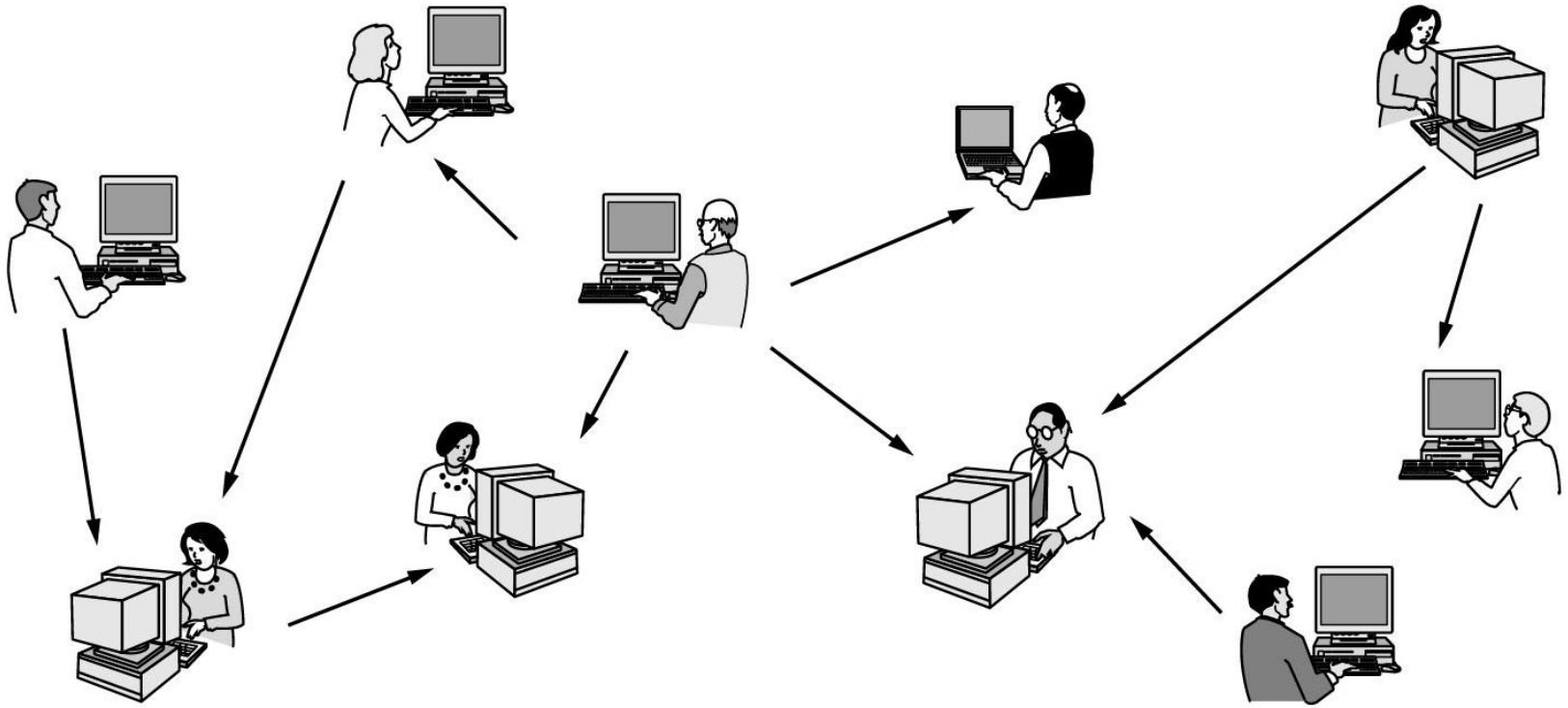
مدل مشتری / سرویس دهنده بر "درخواست و پاسخ" مبتنی است

برخی از سرویس دهنده های معمول در شبکه

- File and Print Services
- Communications Services
- Mail Services
- Internet Services
- Management Services

انواع شبکه از نظر مدل آرایش شبکه

- **مدل نظیر به نظیر (همتا به همتا) Peer-To-Peer**
  - چیز ثابتی بنام سرویس وهنده و مشتری وجود ندارد.
  - هر ایستگاه می تواند با دیگری ارتباط داشته باشد و درخواست اطلاعات بکند.
  - در واقع هر ایستگاه می تواند هم مشتری باشد و هم سرور
  - دارای امنیت پایین تر است
  - هر ایستگاه مستقلا مسئول برقراری امنیت اطلاعات است.
  - برای یک شبکه محلی، برای ایستگاههای تا ۱۰ تا معمولا می توان استفاده کرد.
  - بزرگترین نمونه ارتباط همتا به همتا سرویسی بنام Napster در سال ۲۰۰۰ بود که ۵۰ میلیون نفر را بهم ارتباط داده بود.(برای به اشتراک گذاری و تبادل موزیک) (بزرگترین نقض حق تالیف در تاریخ موسیقی)

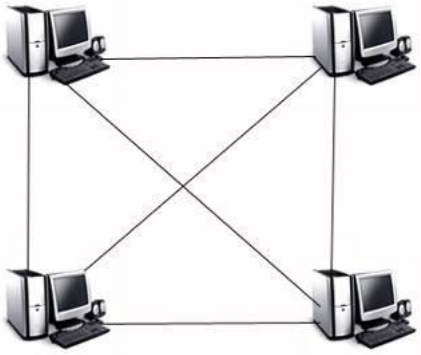


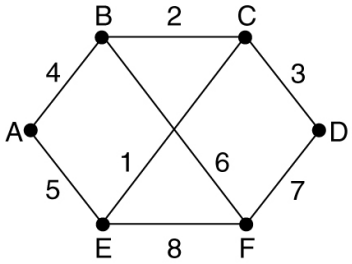
در یک سیستم همتا به همتا، مشتری یا سرویس دهنده ثابتی وجود ندارد.

تقسیم بندی از دیدگاه تکنولوژی انتقال

- شبکه های پخش فراگیر (Broadcast)
  - انتقال اطلاعات از طریق یک کانال مشترک
  - همه ایستگاهها موظفند به این خط گوش دهند.
  - هر ایستگاهی برای خود دارای یک آدرس منحصر بفردی است.
  - تا بتواند داده های مربوط به خودش را تشخیص دهد.
  - امکان ارسال پیامهای فراگیر وجود دارد.
  - مدیریت پیچیده کانال
  - امنیت کم داده ها
  - کارایی پایین
  - مقرون بصرفه و کاربرد بطور گسترده

- شبکه های نقطه به نقطه (Point to Point)
  - بین هر دو ماشین یک کانال مستقیم و اختصاصی وجود دارد.
  - مسیر ارتباطی بین ایستگاهها می تواند متنوع باشد
  - بحث انتخاب بهترین مسیر





تقسیم بندی شبکه ها از نظر مقیاس

- [شخصی Personal Area Network (PAN)]
- محلی Local Area Network (LAN)
- شهری Metropolitan Area Network (MAN)
- گسترده Wide Area Network (WAN)

شبکه های محلی
Local Area Network (LAN)

- در یک فاصله جغرافیایی محدود (تا چند کیلومتر)
- تحت تملک سازمان، اداره، خصوصی
- کم بودن تعداد کامپیوترهای شبکه
- سرعت بالای کانال ارتباطی در شبکه
- نرخ پایین خطا
- تاخیر انتشار کم در شبکه
- هزینه نصب و راه اندازی پایین

توپولوژی شبکه
Network Topology

- چگونگی اتصال ایستگاهها از طریق کانال فیزیکی
- چگونگی تبادل داده ها بین ایستگاههای مختلف
- توپولوژی منطقی
  - نحوه جریان اطلاعات درون یک شبکه
  - how information flows through a network
- توپولوژی فیزیکی
  - نحوه سیم بندی دستگاههای فیزیکی
  - plan for wiring the physical devices

انواع توپولوژی های شبکه
Network Topology

- توپولوژی خطی BUS Topology
- توپولوژی ستاره Star Topology
- توپولوژی حلقوی Ring Topology
- توپولوژی توری Mesh Topology
- توپولوژی سلسله مراتبی(درختی) Hierarchical (Tree) Topology
- توپولوژی گسترش ستاره Extended Star Topology

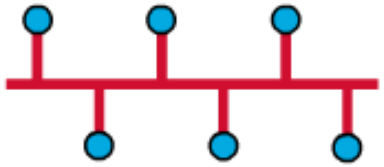
- **توپولوژی شبکه Network Topology**

– یک شبکه ممکن است دارای یک نوع توپولوژی فیزیکی شبکه باشد، در حالیکه از نظر منطقی دارای توپولوژی دیگری است

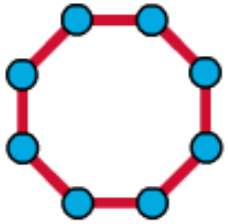
  – Ethernet 10Base-T uses an extended-star physical topology, but acts as though it uses a logical bus topology
  – Token Ring uses a physical star, and a logical ring
  – FDDI uses a physical and a logical ring.

1
2

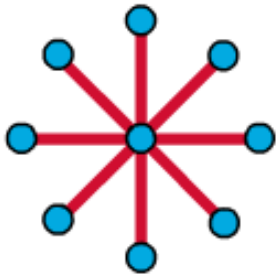
Physical Topologies



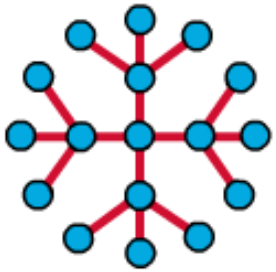
Bus Topology



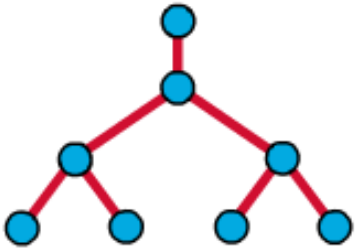
Ring Topology



Star Topology



Extended Star Topology



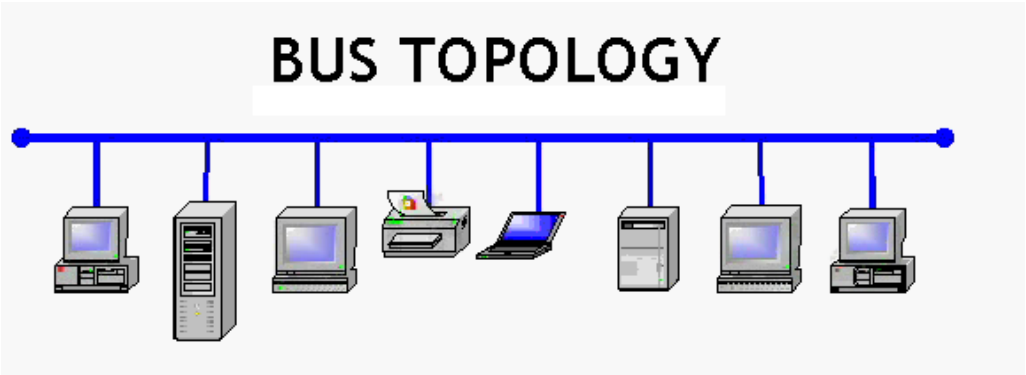
Hierarchical Topology

Mesh Topology

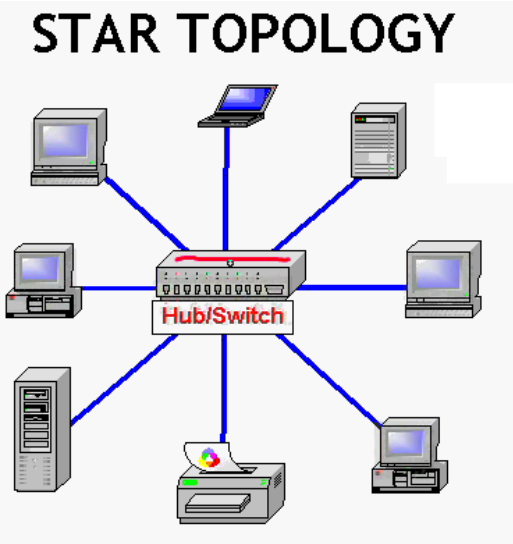
© Cisco Systems, Inc. 2000

توپولوژی خطی
BUS Topology

- اتصال ایستگاهها از طریق یک کانال فیزیکی
- هر گونه تبادل داده ها از طریق این کانال انجام می شود.
- یک توپولوژی ساده، ارزان و با نصب راحت
- یک توپولوژی محبوب قدیمی
- عیب عمده: با قطع شدن کابل در یک محل، تمام شبکه از کار می افتد

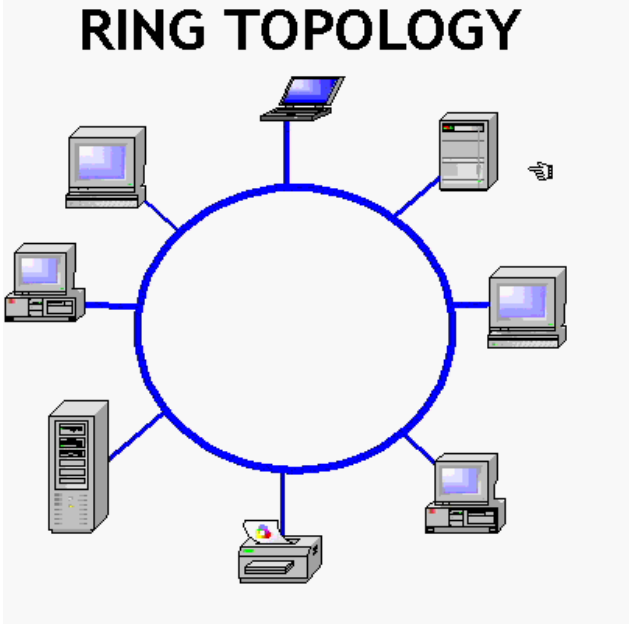


توپولوژی ستاره
Star Topology



- اتصال ایستگاهها از طریق گره (دستگاه) مرکزی
- هر گونه تبادل داده ها از طریق این گره مرکزی انجام می شود.
- یک توپولوژی ساده، ارزان و با نصب راحت
- یک توپولوژی بسیار رایج و محبوب
- گره مرکزی می تواند یک هاب یا یک سوئیچ سریع باشد.

توپولوژی حلقه
Ring Topology

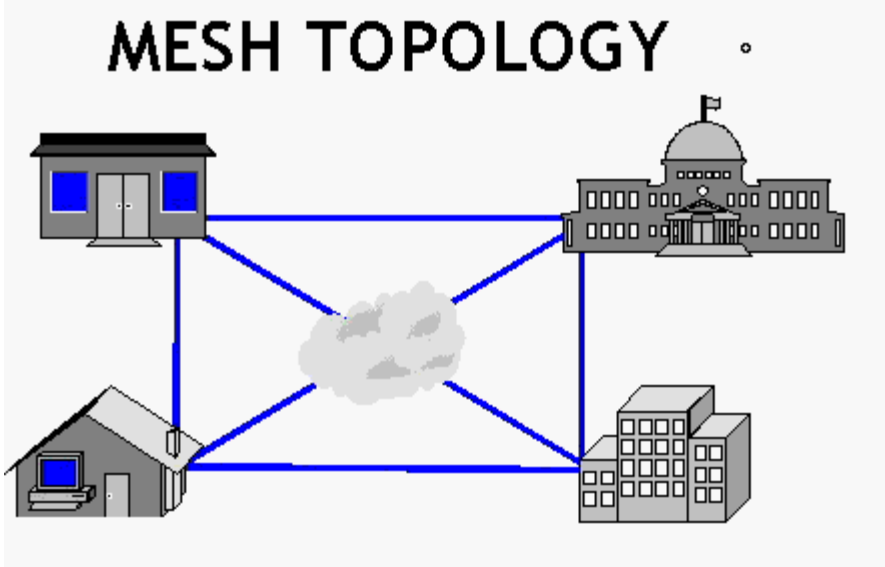


- ایستگاهها در یک ساختار حلقوی به یکدیگر متصل هستند.
- جهت جریان اطلاعات در یک جهت است.
- برای انتقال اطلاعات به ماشین غیر مجاور، بسته اطلاعاتی به ماشین های مسیر ارسال می شود.
- کاربرد کم / IBM Token Ring , FDDI

توپولوژی توری
Mesh Topology

هر ایستگاه مستقیما(توسط خطوط نقطه به نقطه) به کلیه ایستگاههای دیگر شبکه متصل می باشد.

- دارای افزونگی ارتباط بالا/ قابلیت اعتماد بالا
- پیچیدگی مدیریت و پیاده سازی

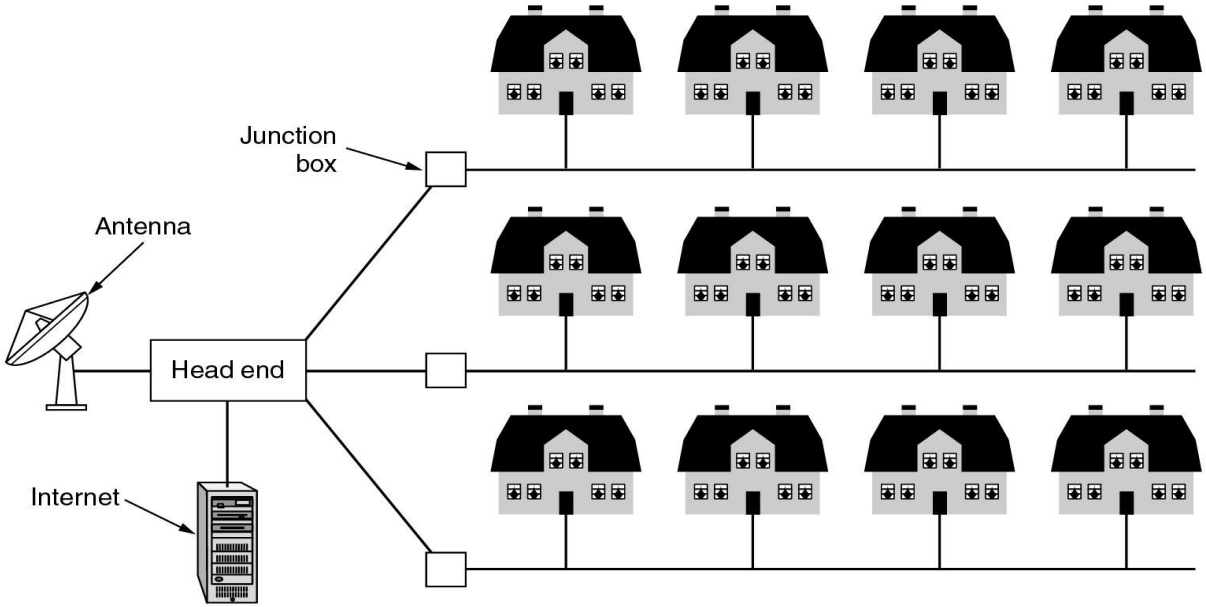


توپولوژی های دیگر

- می توان از ترکیب توپولوژیهای قبلی(مخصوصاَ خطی و ستاره)، توپولوژیهای جدیدی ایجاد نمود.

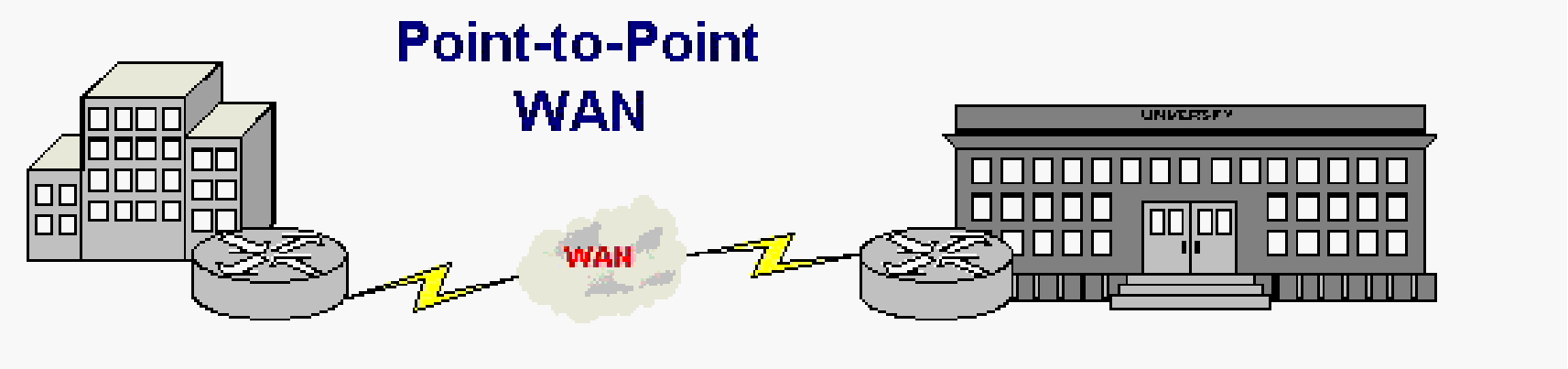
شبکه های شهری (MAN)

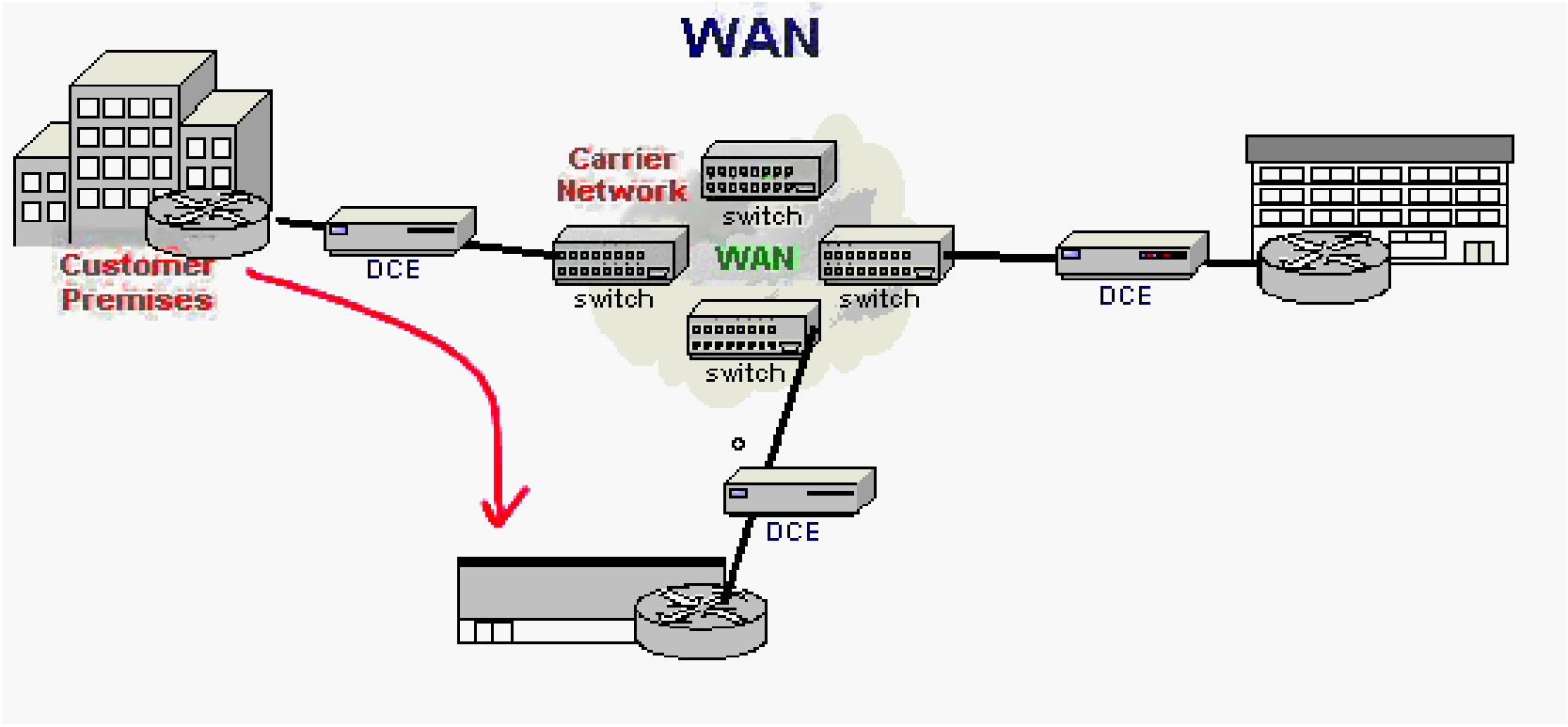
- برای ایجاد شبکه در منطقه وسیع در حد یک شهر
  - توپولوژی مشابه با شبکه محلی دارد
  - طول کانال در حدود حداکثر ۱۰۰ کیلومتر
  - عموما از فیبر نوری استفاده می شود



شبکه های گسترده (WAN)

- پیاده سازی در گستره جغرافیایی یک کشور و یا جهان
- ارتباط شبکه های محلی و شهری بهم
- و ایجاد یک شبکه گسترده فارغ از ساختار سخت افزاری یا نرم افزاری
- دارای ساختار یکسان و همگونی نیست
- ماشین میزبان (Host)
  - ماشین نهایی که در اختیار کاربر قرار دارد و برنامه کاربردی او را اجرا می کند.
- بسته اطلاعاتی (بسته) Packet
  - یک واحد اطلاعاتی که بصورت مستقل توسط یک ماشین تولید و روی شبکه ارسال می شود.
  - اندازه متغیر بین چند بایت تا چند کیلو بایت
  - اندازه ثابت ← به نام سلول شناخته می شود.


Point-to-Point
WAN
WAN


WAN
Carrier
Network
switch
Customer
Premises
DCE
switch
WAN
switch
DCE
switch
DCE

چند تعریف

- ماشین میزبان (Host)
  - ماشین نهایی که در اختیار کاربر قرار دارد و برنامه کاربردی او را اجرا می کند.
- بسته اطلاعاتی (بسته) Packet
  - یک واحد اطلاعاتی که بصورت مستقل توسط یک ماشین تولید و روی شبکه ارسال می شود.
  - اندازه متغیر بین چند بایت تا چند کیلو بایت
  - اندازه ثابت ← به نام سلول شناخته می شود.

اینترنت – اجزای تشکیل دهنده

PC

server

wireless laptop

cellular handheld

- millions of connected computing devices:
  hosts = end systems
  - running *network apps*

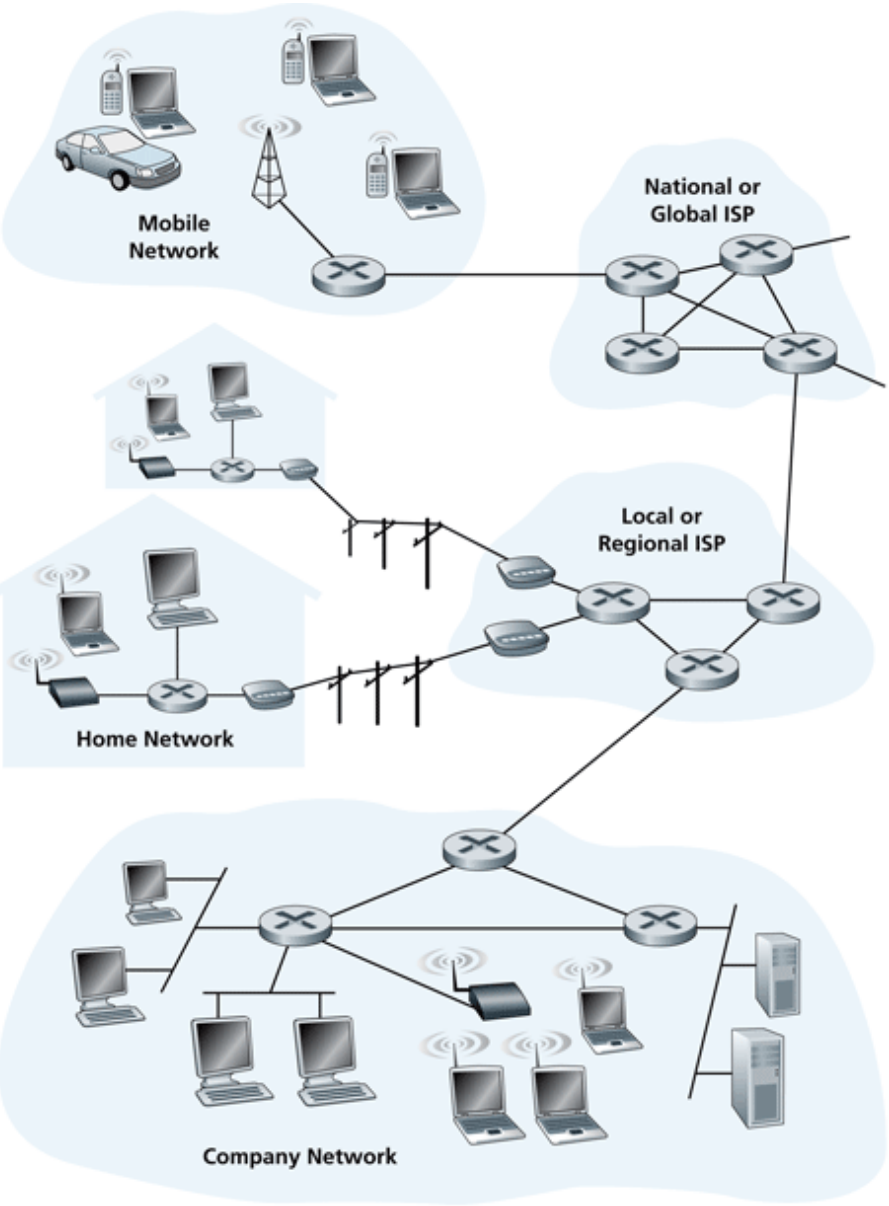
access points

wired links

- *communication links*
  - fiber, copper, radio, satellite
  - transmission rate = *bandwidth*

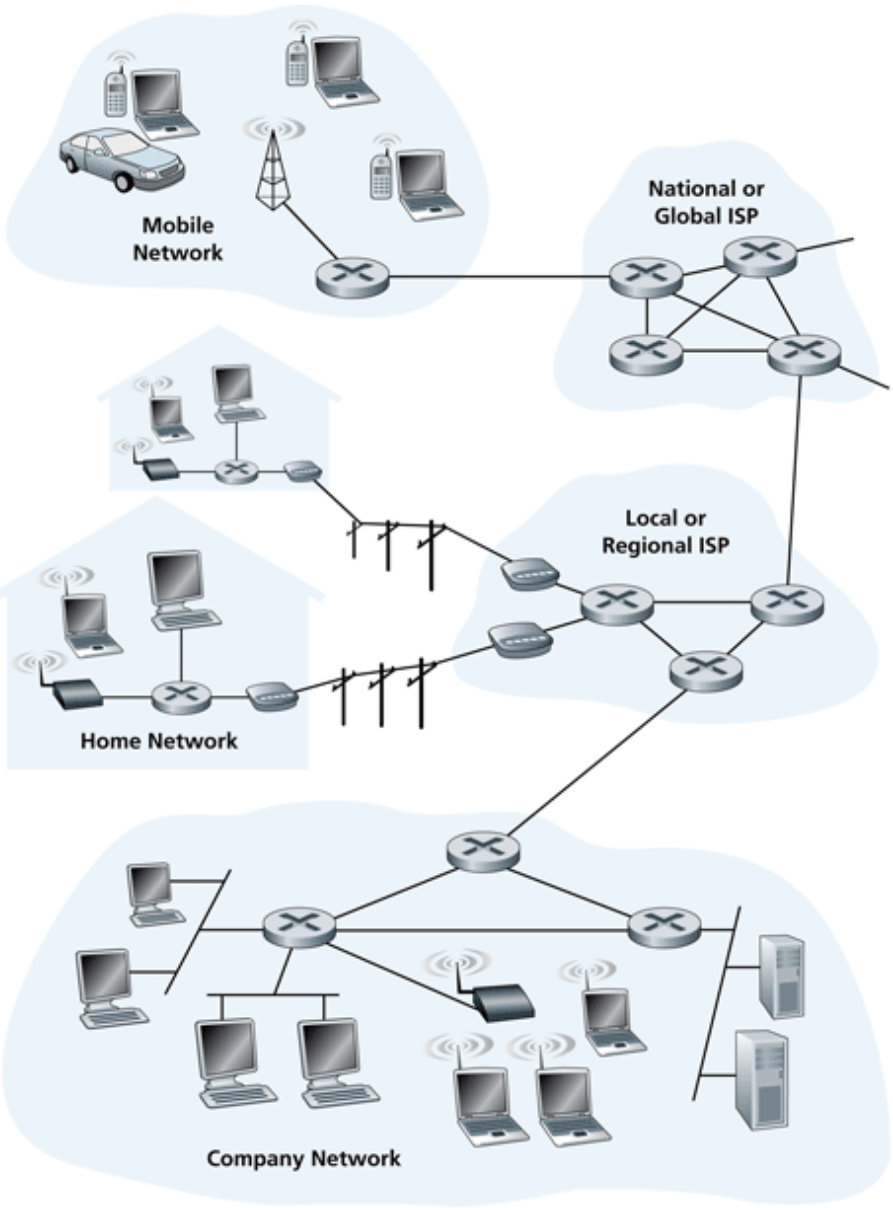
router

- *routers:* forward packets (chunks of data)



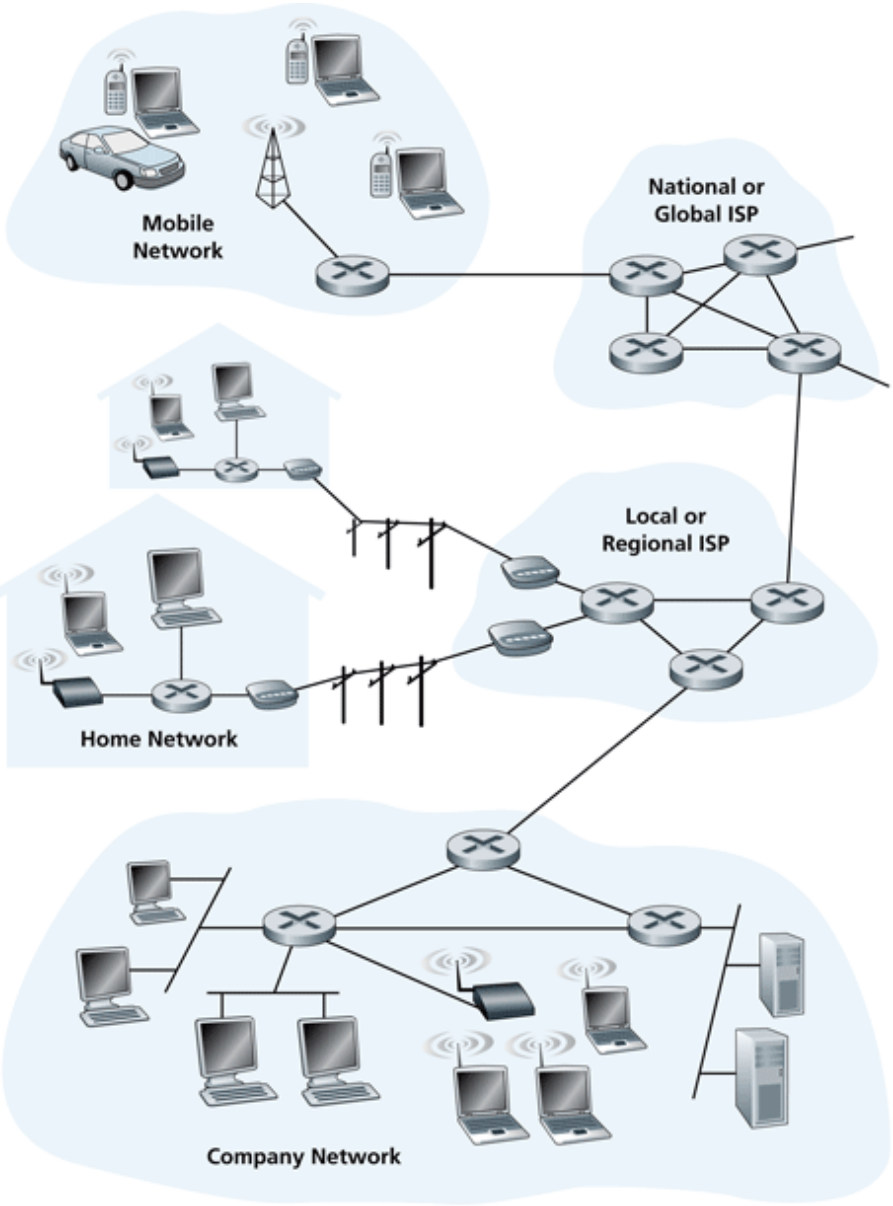
اینترنت – اجزای تشکیل دهنده

- *protocols* control sending, receiving of msgs
  - e.g., TCP, IP, HTTP, Skype, Ethernet
- *Internet:* "network of networks"
  - loosely hierarchical
  - public Internet versus private intranet
- Internet standards
  - RFC: Request for comments
  - IETF: Internet Engineering Task Force



اینترنت – نگاه سرویس گرایانه

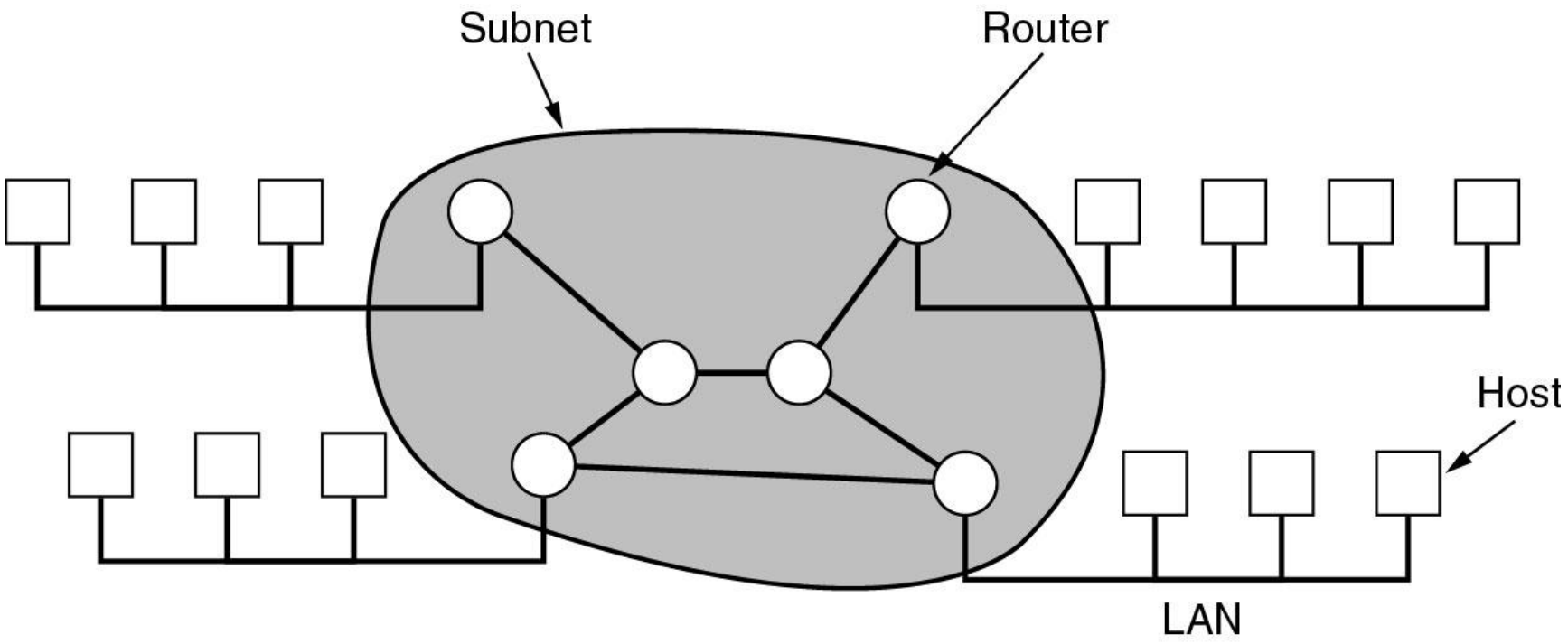
- زیر ساختی ارتباطی است
  - امکان پیاده سازی کاربردهای توزیع شده را فراهم می آورد.
  - وب، ایمیل، بازیها، تجارت الکترونیک، اشتراک فایلها و ...
- فراهم کننده سرویس های ارتباطی برای برنامه های کاربردی
  - انتقال مطمئن از مبدا به مقصد
  - انتقال غیر مطمئن (best effort)



زیر ساخت ارتباطی شبکه (زیر شبکه)
Network Infrastructure (Network Core)

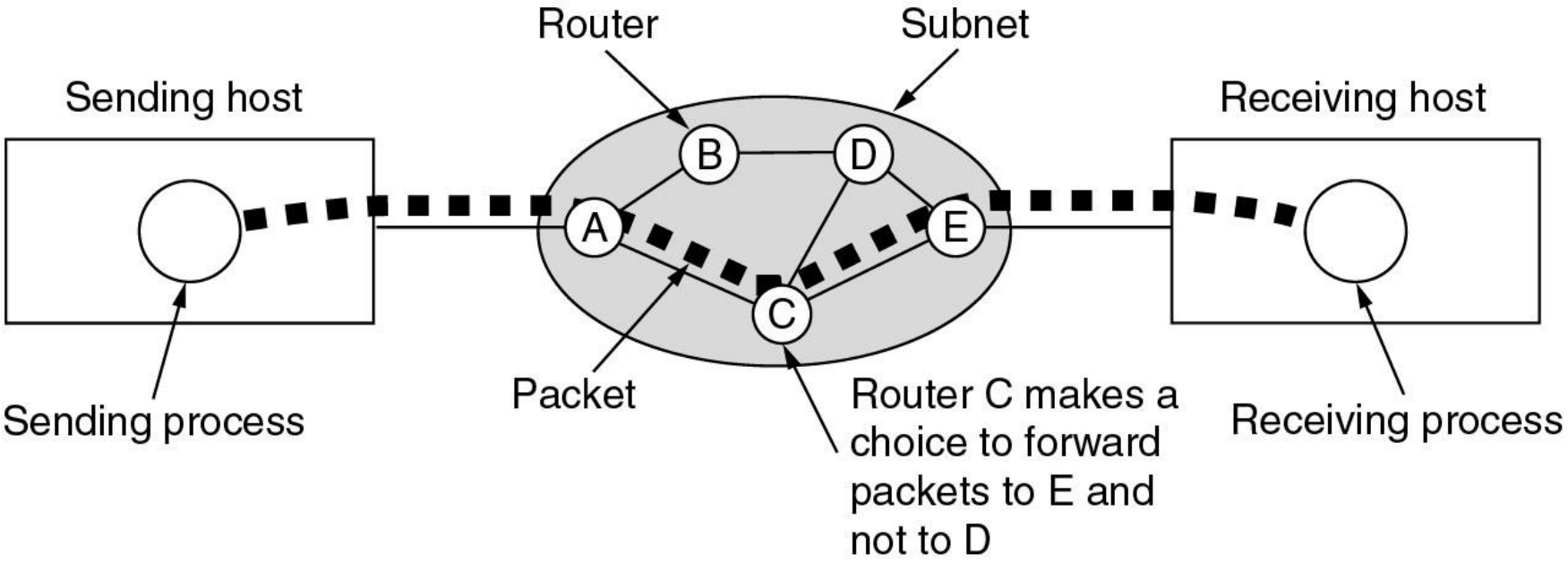
- قسمت عظیم و مهمی از شبکه که از دید کاربر مخفی است و
- ماشین های میزبان را بهم متصل کرده است
- وظیفه آن حمل و انتقال داده های یک ماشین میزبان به ماشین دیگر است.
- از دو بخش تشکیل شده است:
  - عناصر سوئیچ Switching Elements
    - کامپیوترهای خاصی با چندین پورت ورودی/خروجی (مسریاب/روتر)
    - دریافت یک بسته از یک پورت و انتخاب پورت خروجی و هدایت به آن مسیر
  - خطوط ارتباطی Channels / Circuits / Trunks
    - خطوط انتقال با پهنای باند بالا
    - برقراری ارتباط بین عناصر سوئیچ

زیر ساخت ارتباطی شبکه (زیر شبکه)
Network Infrastructure (Network Core)



ارتباط بین زیرساخت شبکه، مسیریاب و میزبان

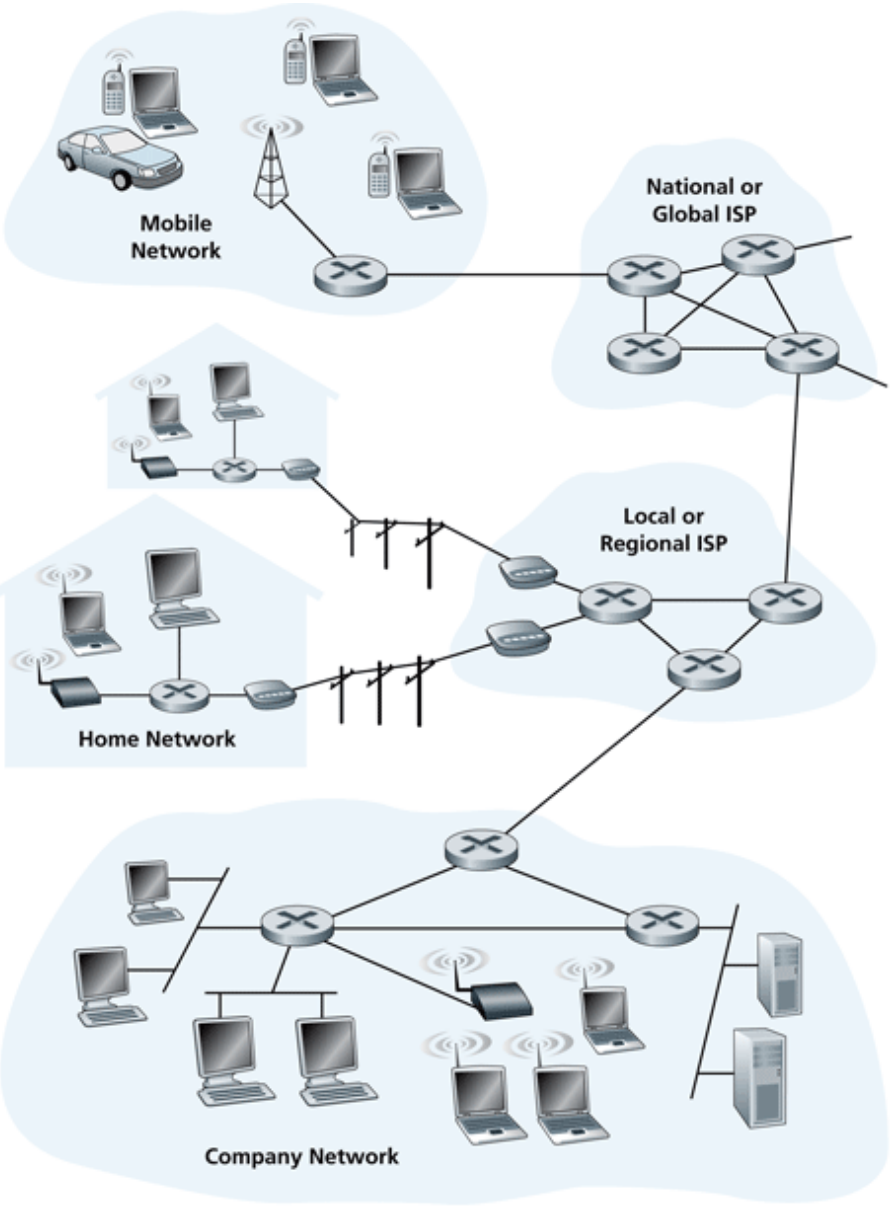
زیر ساخت ارتباطی(هسته) شبکه – (زیر شبکه)
Network Infrastructure (Network Core)



جریان بسته ها از مبدا به مقصد

اینترنت – نگاه نزدیک تر

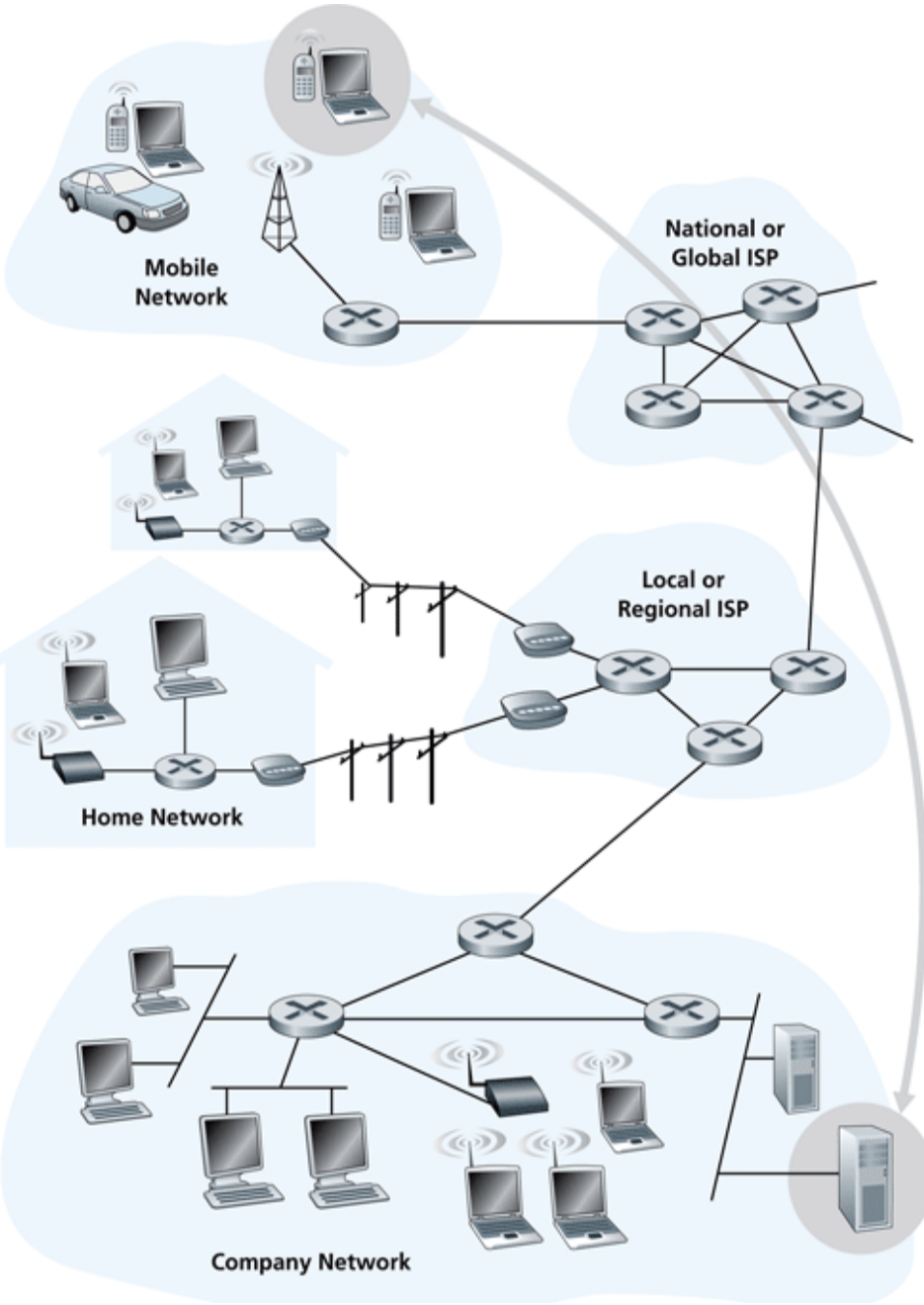
- مرزهای شبکه
  - برنامه های کاربردی و میزبانها
- شبکه های دستری، رسانه های فیزیکی
  - سیمی، بی سیم
- هسته (زیرساخت) شبکه
  - مسیریابهای متصل بهم
  - تشکیل دهنده شبکه ای از شبکه ها



مرزهای شبکه

The network edge

- end systems (hosts):
  - run application programs
  - e.g. Web, email
  - at "edge of network"
- client/server model
  - client host requests, receives service from always-on server
  - e.g. Web browser/server; email client/server
- peer-peer model:
  - minimal (or no) use of dedicated servers
  - e.g. Skype, BitTorrent



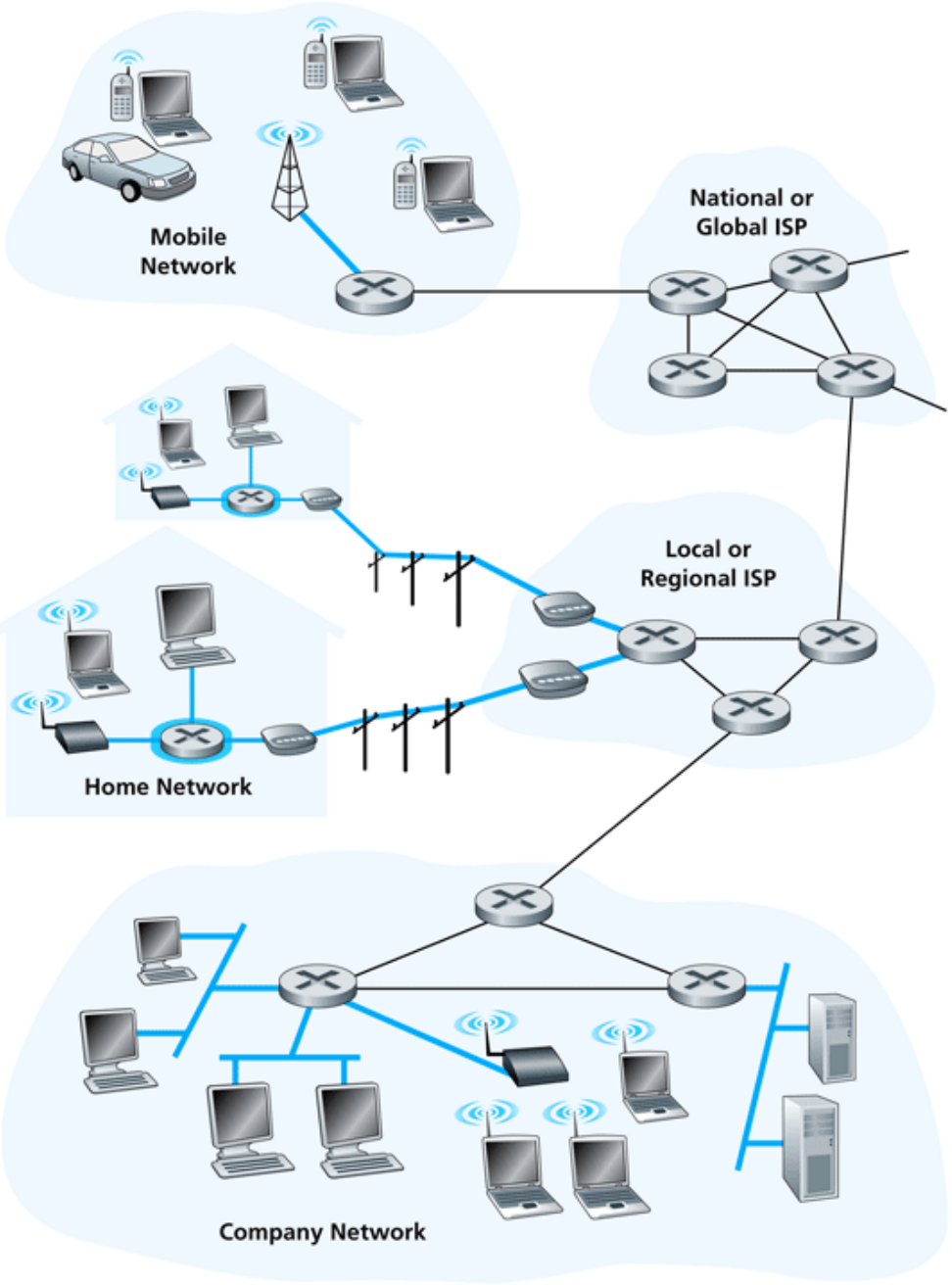
شبکه های دسترسی
Access network

Q: How to connect end systems to edge router?

- Residential (home) access nets
- Institutional access networks (school, company)
- Mobile access networks

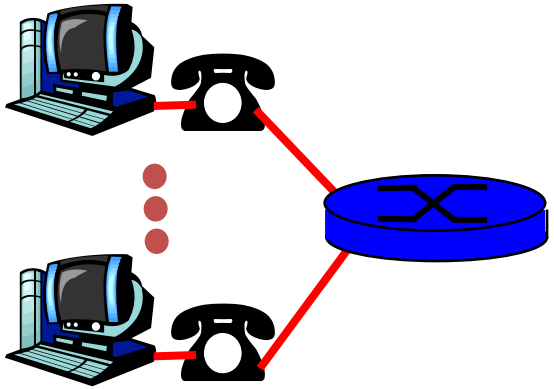
Keep in mind:

- bandwidth (bits per second) of access network?
- shared or dedicated?



دسترسی خانگی – ارتباط نقطه به نقطه
Residential access: point to point access

- Dialup via modem
  - up to 56Kbps direct access to router (often less)
  - Can't surf and phone at same time: can't be "always on"



- DSL: digital subscriber line
  - deployment: telephone company (typically)
  - up to 1 Mbps upstream (today typically < 256 kbps)
  - up to 8 Mbps downstream (today typically < 1 Mbps)
  - dedicated physical line to telephone central office

دسترسی خانگی – ارتباط نقطه به نقطه
Residential access: point to point access

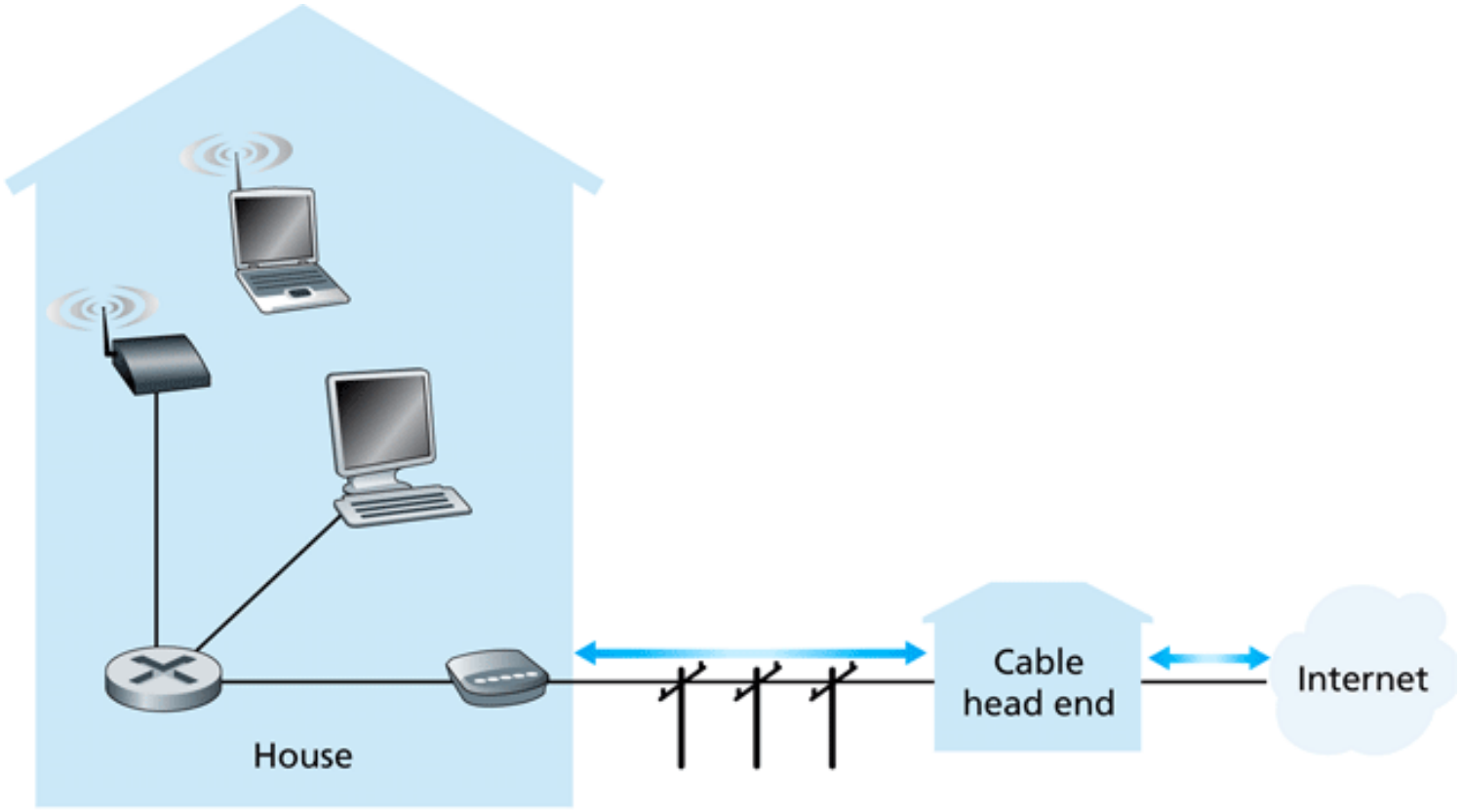
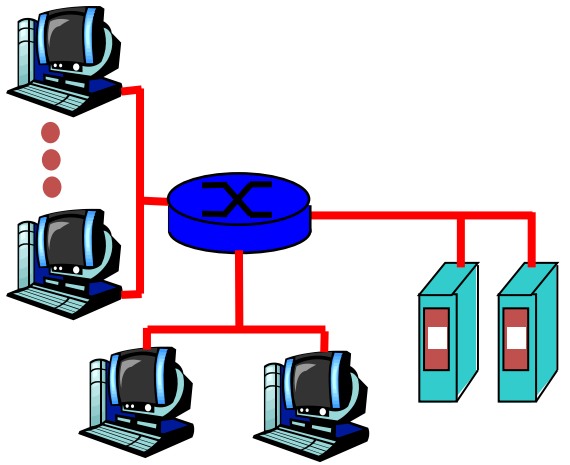
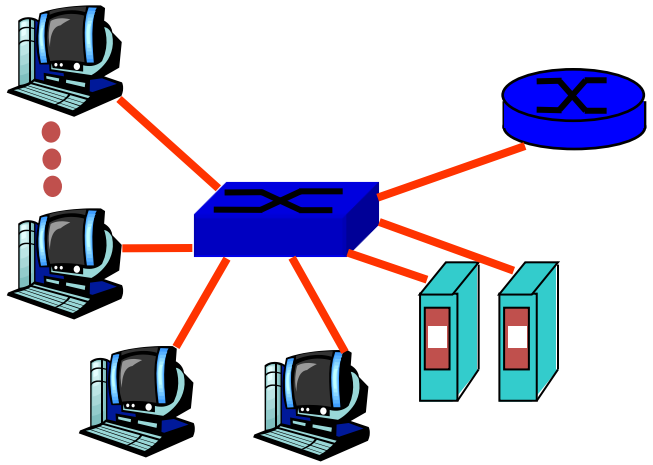


Figure 1.6 ♦ A schematic of a typical home network

دسترسی شرکتی (دانشگاهی) – شبکه های محلی
Company access: local area networks

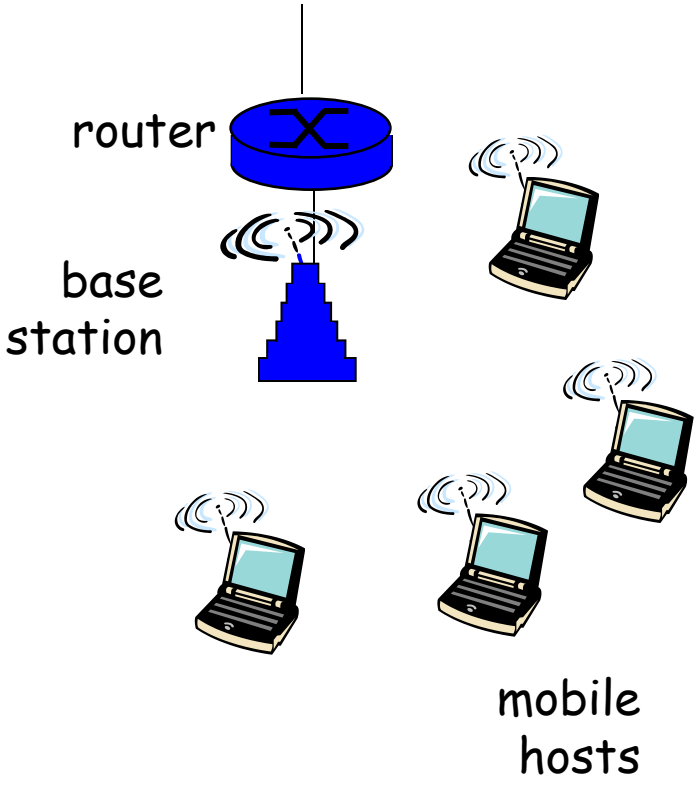
- company/univ local area network (LAN) connects end system to edge router
- Ethernet:
  - 10 Mbs, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps Ethernet
  - modern configuration: end systems connect into *Ethernet switch*
- LANs: chapter 5





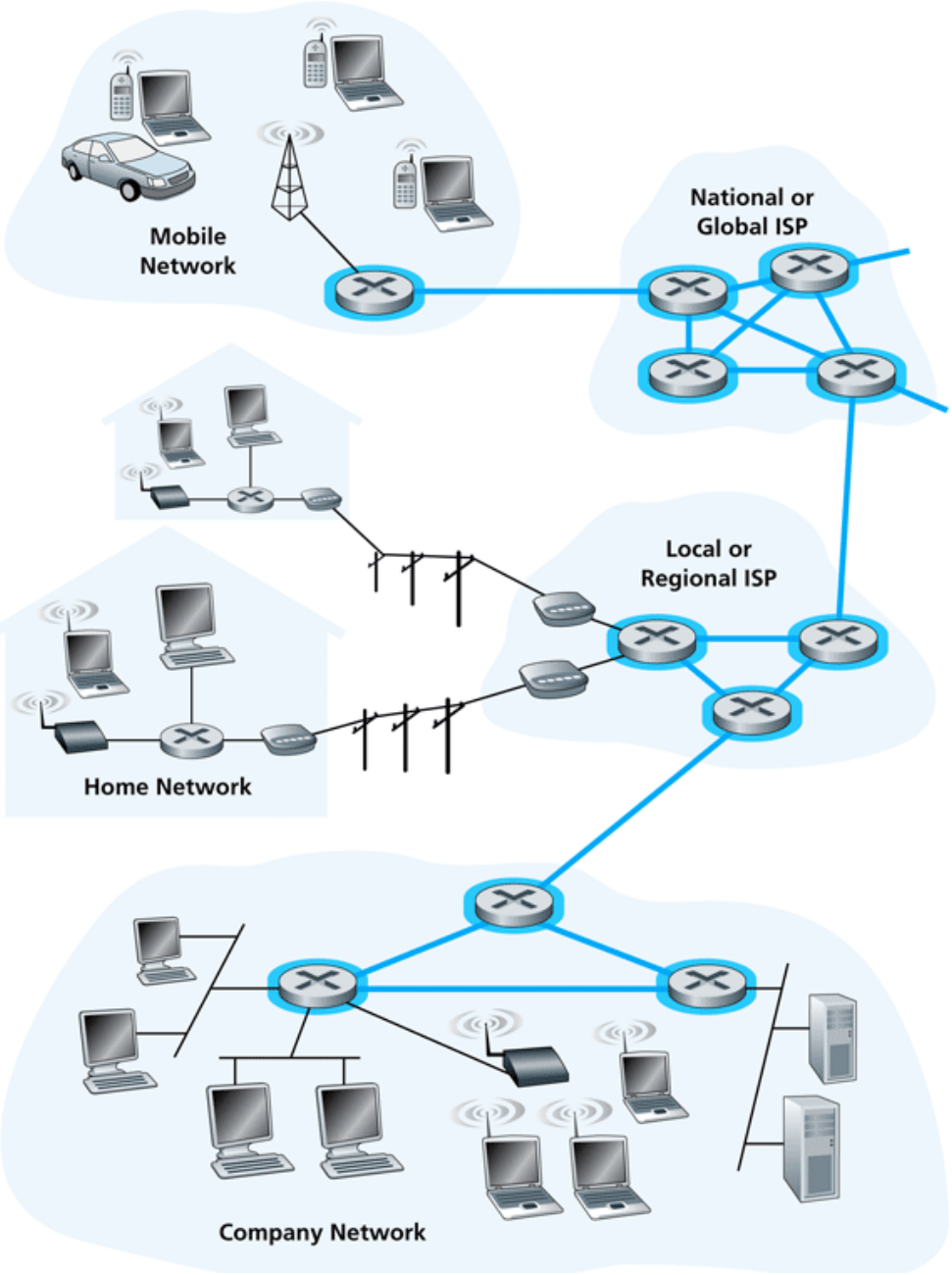
شبکه های دسترسی بی سیم
Wireless access networks

- shared *wireless* access network connects end system to router
  - via base station aka “access point”
- wireless LANs:
  - 802.11b/g (WiFi): 11 or 54 Mbps
- wider-area wireless access
  - provided by telco operator
  - ~1Mbps over cellular system (EVDO, HSDPA)
  - next up (?): WiMAX (10’s Mbps) over wide area



هسته (زیر ساخت) شبکه
The Network Core

- mesh of interconnected routers
- *the* fundamental question: how is data transferred through net?
  - circuit switching: dedicated circuit per call: telephone net
  - packet-switching: data sent thru net in discrete "chunks"



سوئیچینگ مداری
Network Core: Circuit Switching

End-end resources reserved for "call"

- link bandwidth, switch capacity
- dedicated resources: no sharing
- circuit-like (guaranteed) performance
- call setup required

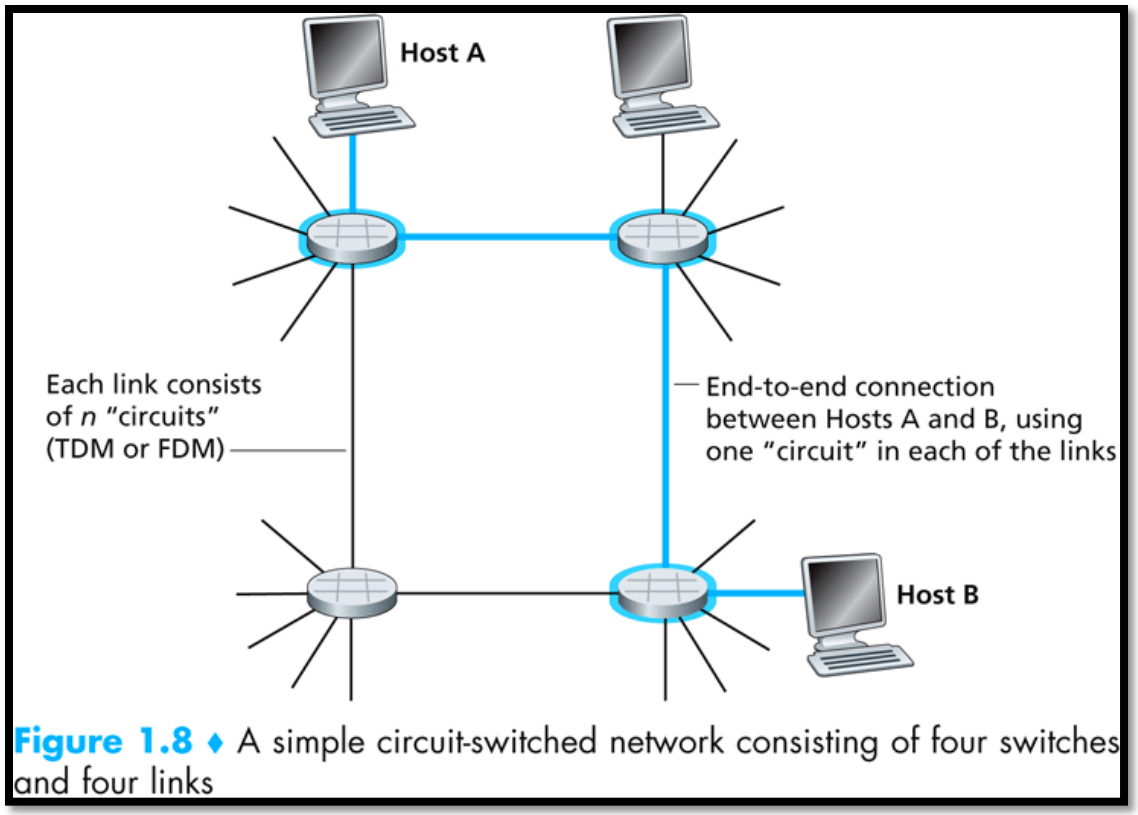


Figure 1.8 ♦ A simple circuit-switched network consisting of four switches and four links

Bushehr Islamic Azad University – H.R. Imanikia

سوئیچینگ مداری
Network Core: Circuit Switching

network resources (e.g., bandwidth) divided into "pieces"

- pieces allocated to calls
- resource piece *idle* if not used by owning call *(no sharing)*

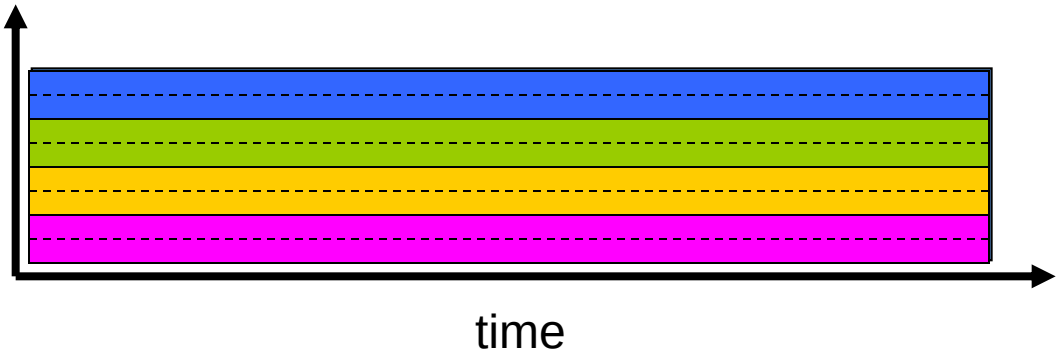
- dividing link bandwidth into "pieces"
  - frequency division
  - time division

سوئیچینگ مداری – تقسیم فرکانسی و زمانی
Circuit Switching: FDM and TDM

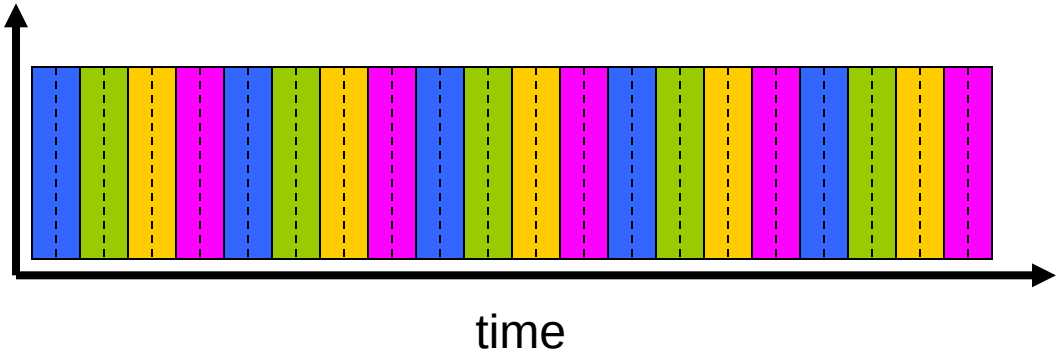
FDM

Example:

4 users



TDM



Numerical example

- How long does it take to send a file of 640,000 bits from host A to host B over a circuit-switched network?
  - All links are 1.536 Mbps
  - Each link uses TDM with 24 slots/sec
  - 500 msec to establish end-to-end circuit

Let's work it out!

[0.5 + (640,000)/(1536*1000/24)] = 10.5 s

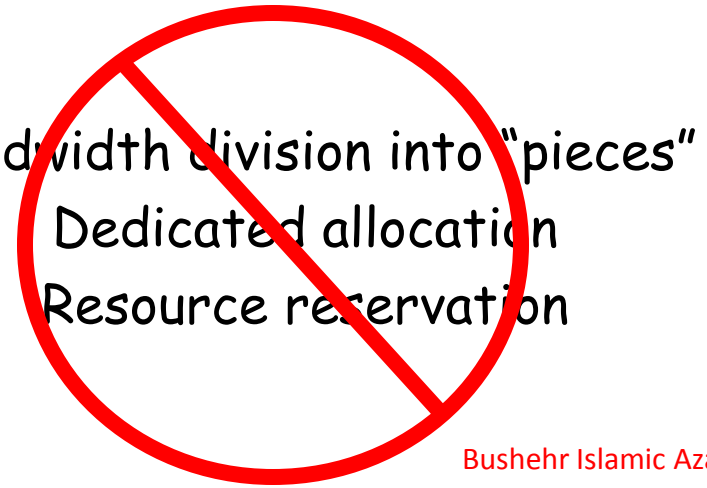
Network Core: Packet Switching

each end-end data stream divided into *packets*

- user A, B packets *share* network resources
- each packet uses full link bandwidth
- resources used *as needed*

resource contention:

- aggregate resource demand can exceed amount available
- congestion: packets queue, wait for link use
- store and forward: packets move one hop at a time
  - Node receives complete packet before forwarding



سوئیچینگ بسته ای – مالتی پلکس کردن آماری
Packet Switching: Statistical Multiplexing

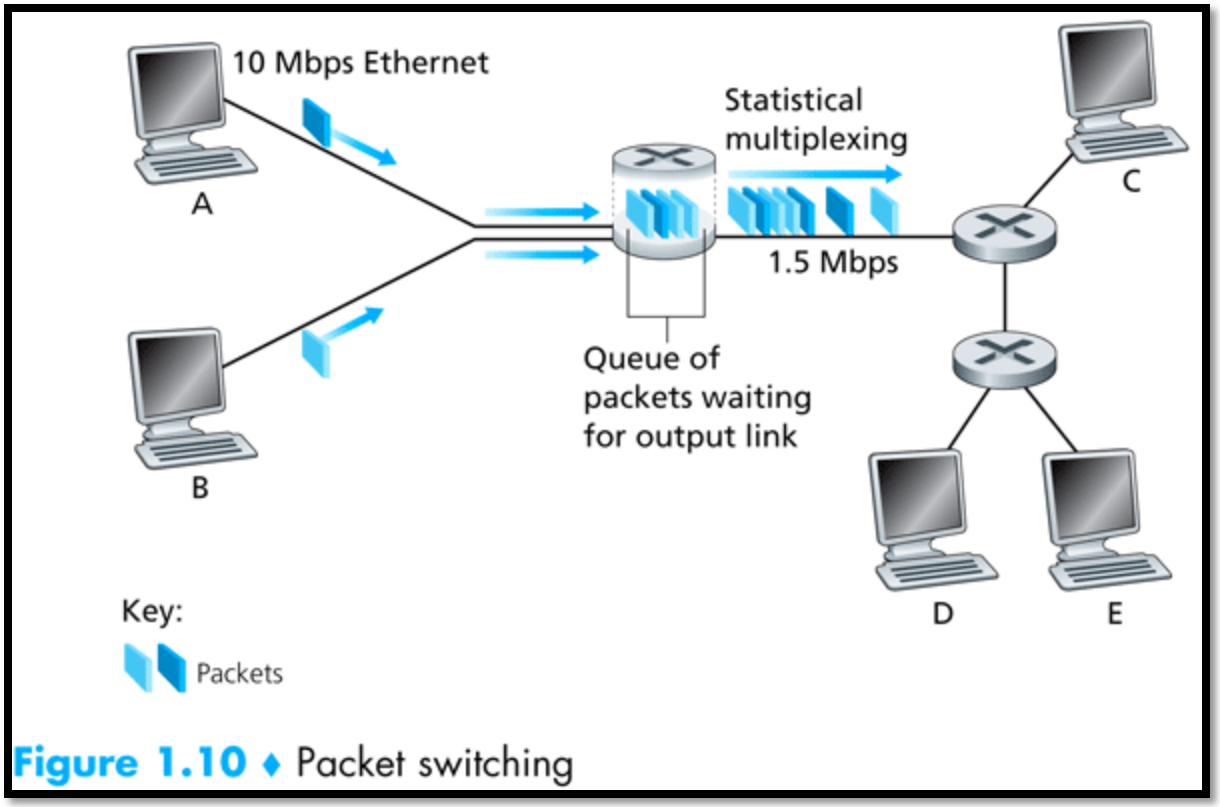


Figure 1.10 ♦ Packet switching

Sequence of A & B packets does not have fixed pattern, bandwidth shared on demand ➔ ***statistical multiplexing***.

TDM: each host gets same slot in revolving TDM frame.

ساختار اینترنت – شبکه ای از شبکه ها
با ساختار سلسله مراتبی

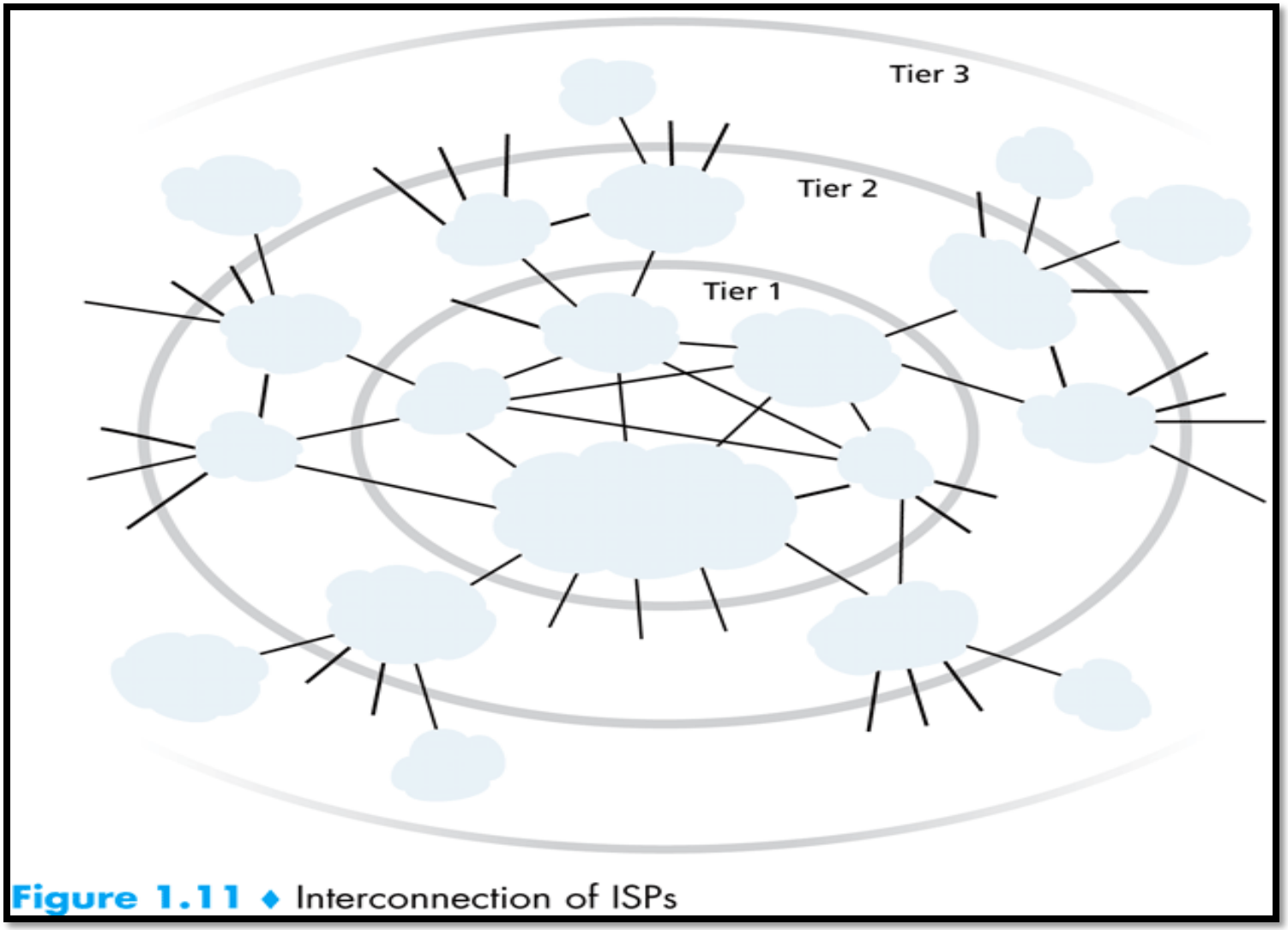
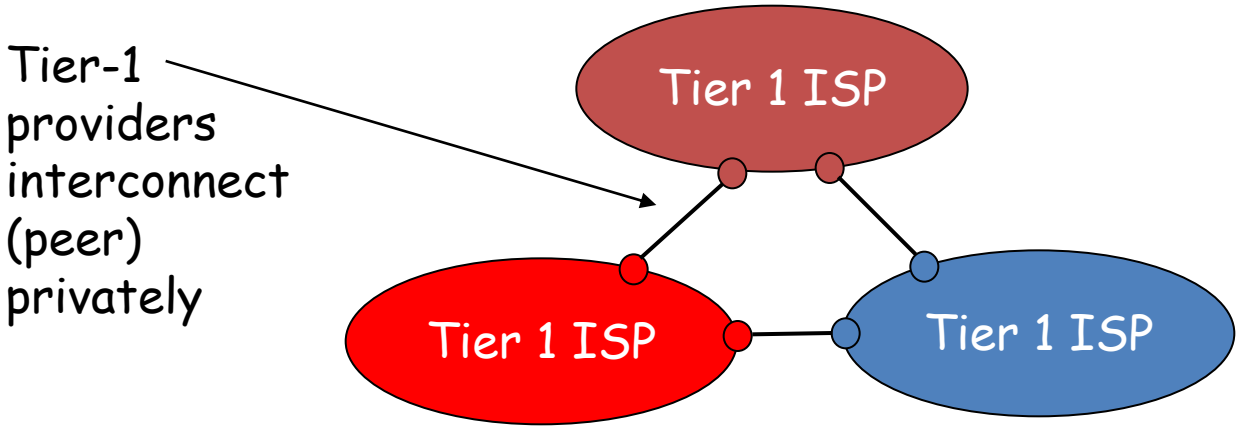


Figure 1.11 ♦ Interconnection of ISPs

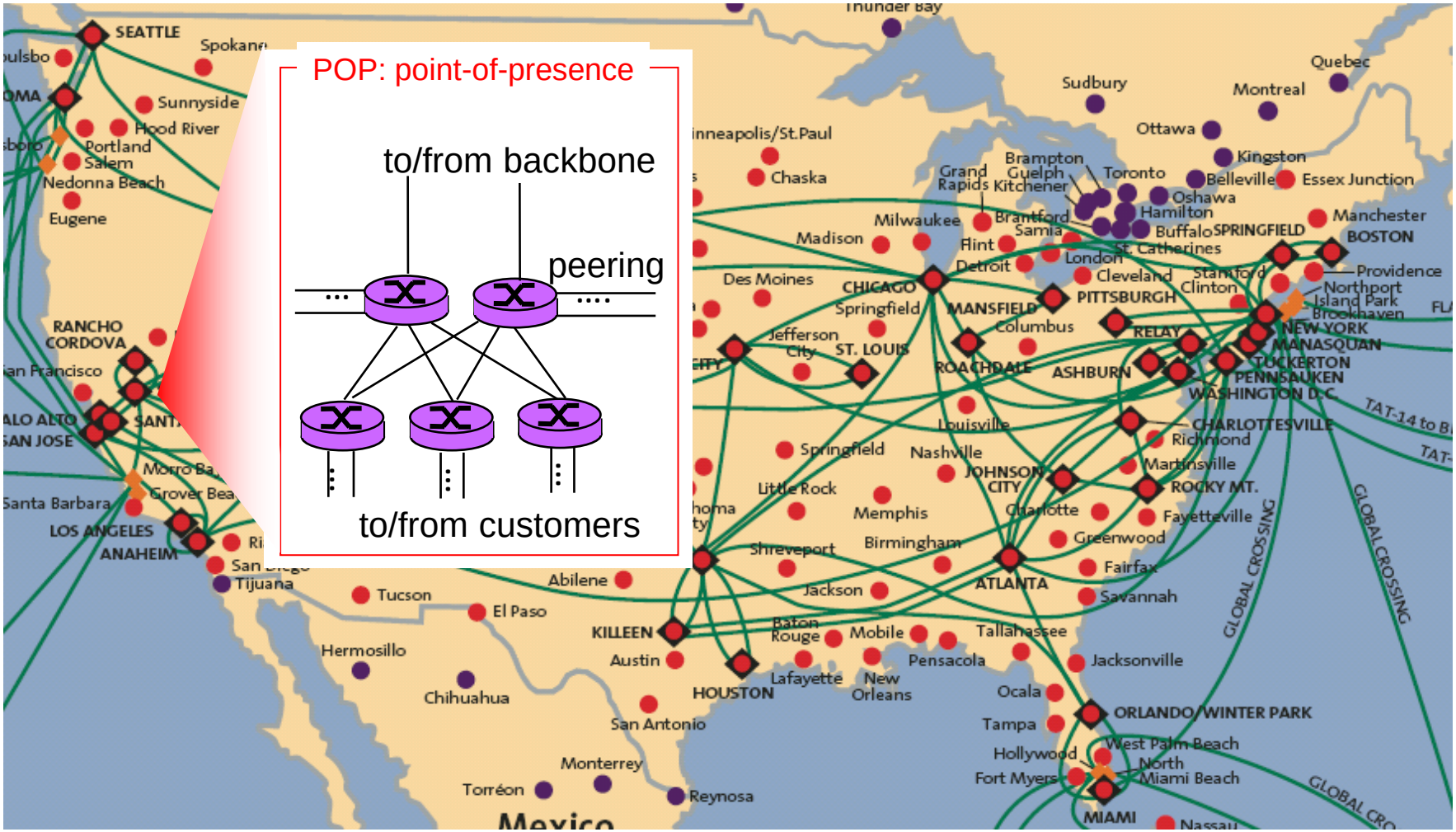
ساختار اینترنت – شبکه ای از شبکه ها
Internet structure: network of networks

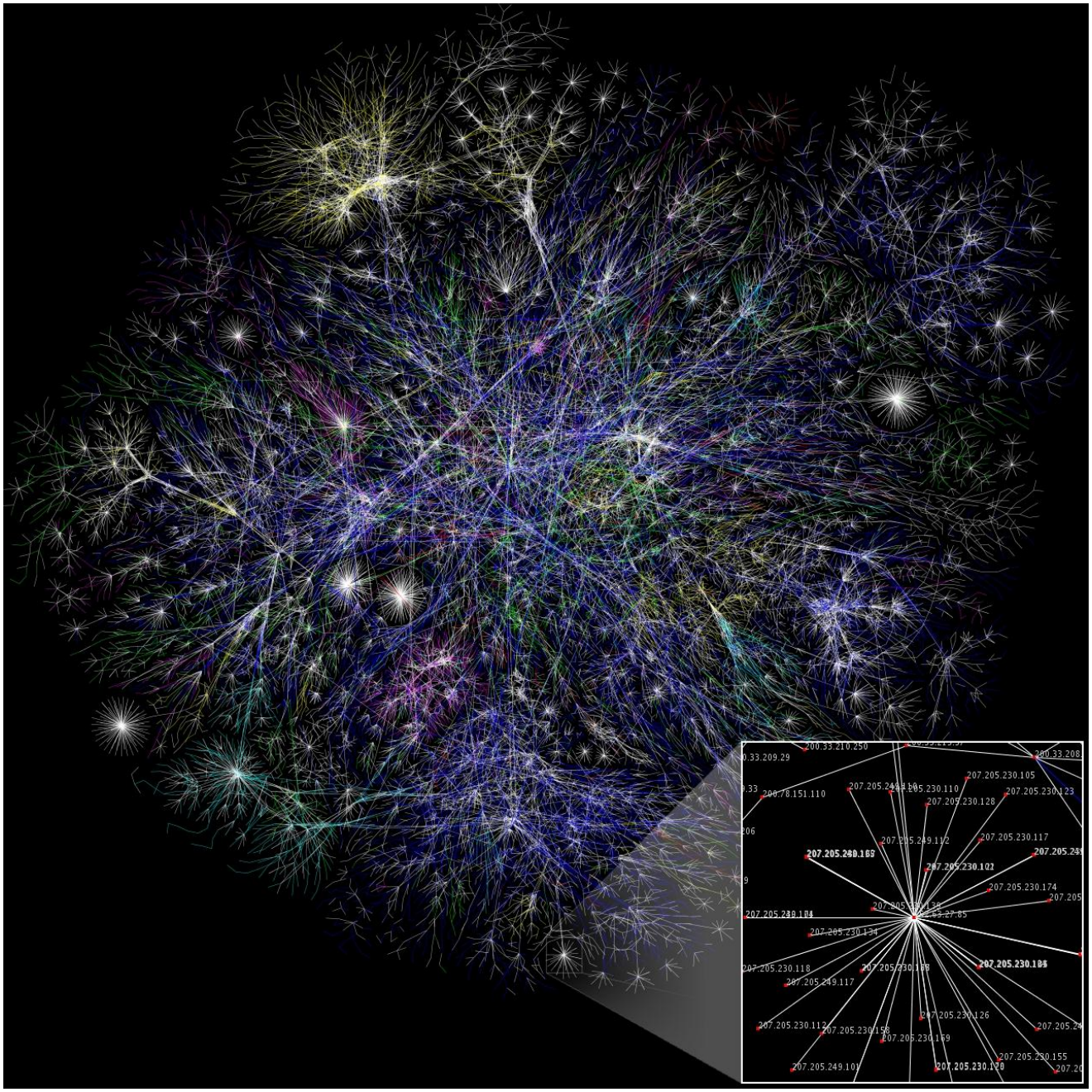
- roughly hierarchical
- at center: “tier-1” ISPs (e.g., Verizon, Sprint, AT&T, Cable and Wireless), national/international coverage
  - treat each other as equals



ISP های لایه اول

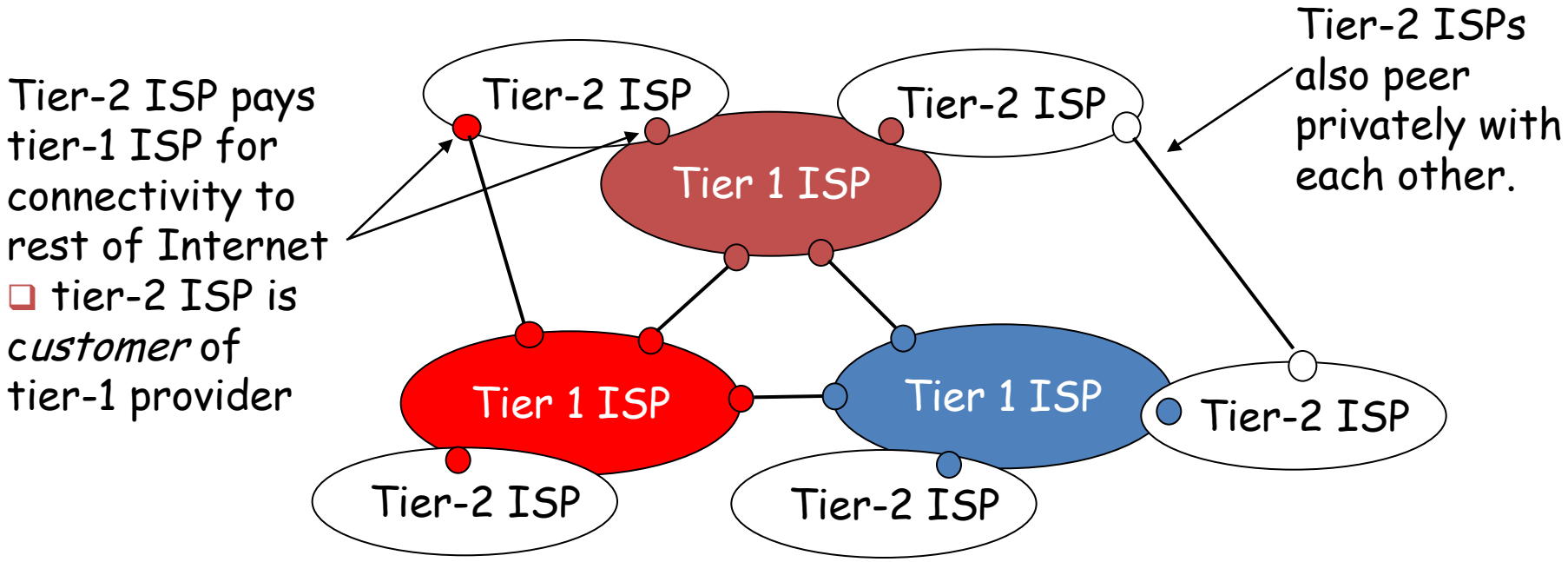
Tier-1 ISP: e.g., Sprint




200.33.210.250
207.205.230.105
207.205.230.110
207.205.230.123
206.78.151.110
207.205.230.128
207.205.249.112
207.205.230.117
207.205.230.167
207.205.230.102
207.205.230.174
207.205.249.104
207.205.230.134
207.205.230.118
207.205.230.185
207.205.249.117
207.205.230.126
207.205.230.158
207.205.230.169
207.205.230.155
207.205.249.101
207.205.230.170

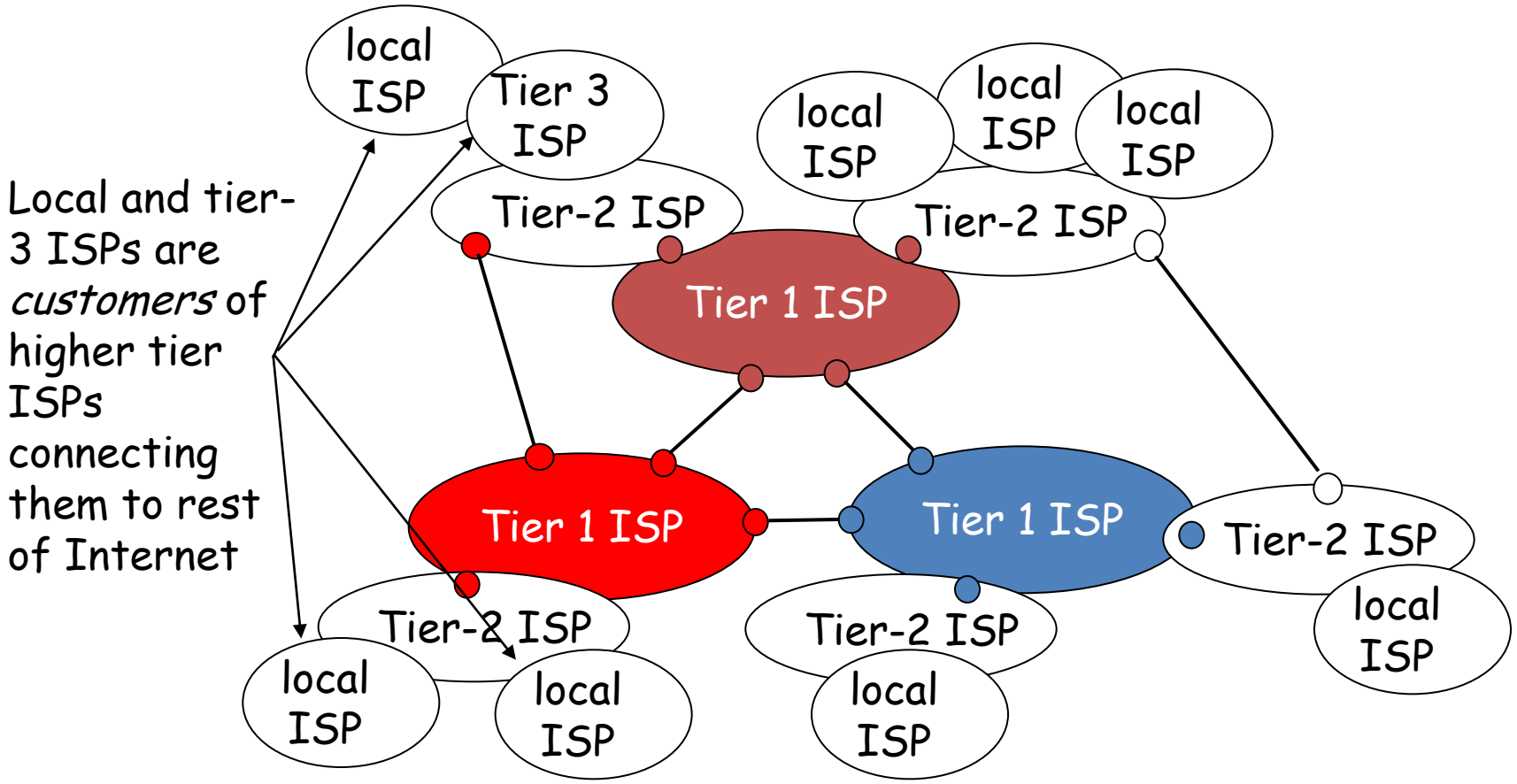
ساختار اینترنت – شبکه ای از شبکه ها
لایه دوم

- "Tier-2" ISPs: smaller (often regional) ISPs
  - Connect to one or more tier-1 ISPs, possibly other tier-2 ISPs



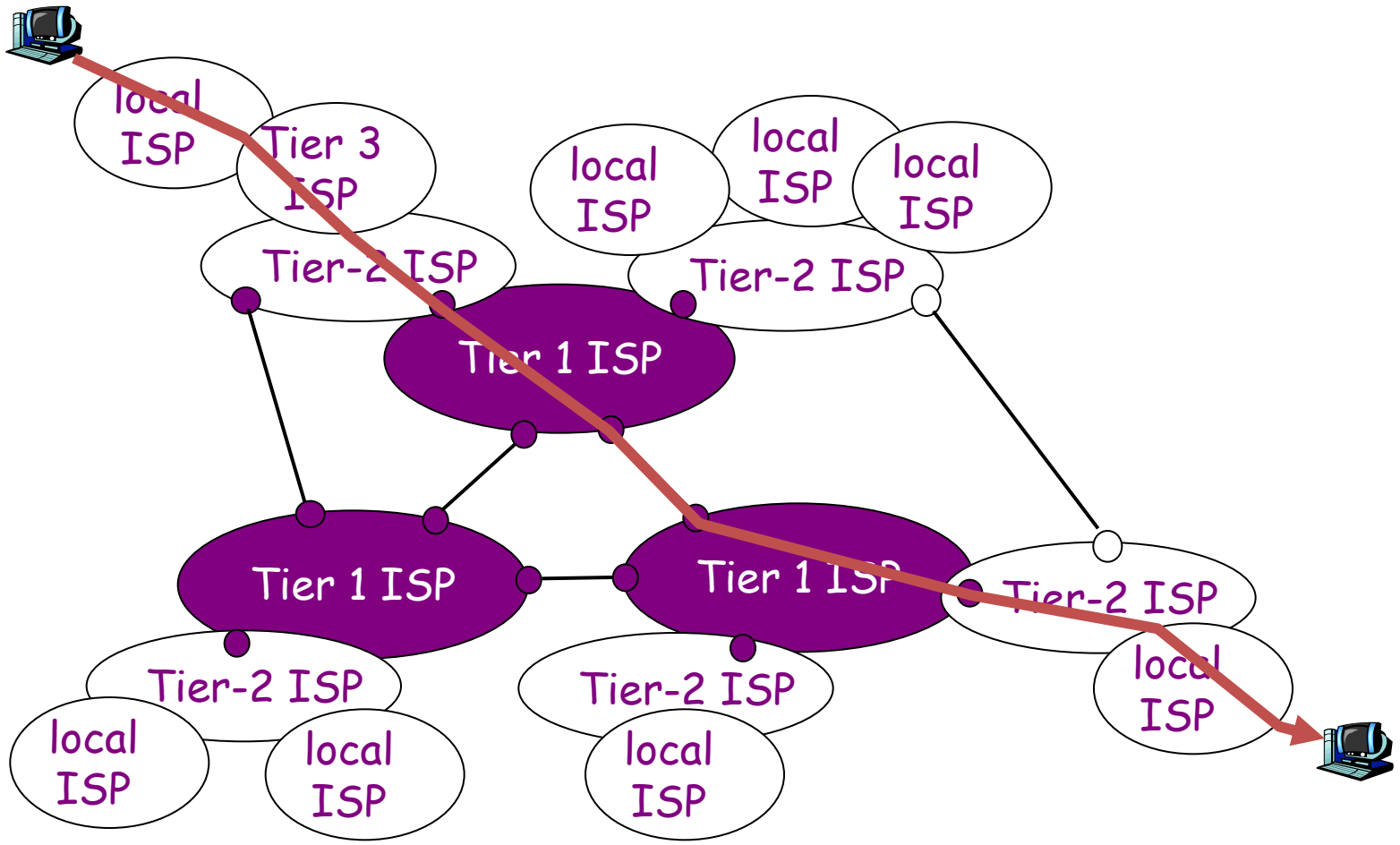
ساختار اینترنت – شبکه ای از شبکه ها
لایه سوم

- "Tier-3" ISPs and local ISPs
  - last hop ("access") network (closest to end systems)



Internet structure: network of networks

- a packet passes through many networks!



نرم افزار شبکه

- در اولین شبکه های کامپیوتری سخت افزار دارای اهمیت بالایی داشت.
- اما امروزه نرم افزار شبکه بسیار مهم و ساختیافته شده می باشد.
- **طراحی شبکه ها و اصول لایه بندی**

طراحی شبکه ها و اصول لایه بندی

برای طراحی یک شبکه کامپیوتری، مسائل و مشکلات بسیار متنوعی وجود دارد

که باید به نحوی حل شود تا بتوان یک ارتباط مطمئن و قابل اعتماد بین دو ماشین در شبکه برقرار کرد.

این مسائل و مشکلات همگی از یک سنخ نیستند و بالطبع منشاء و راه حل مشابه ندارند.

بخشی از آنها توسط سخت افزار و بخش دیگر با تکنیکهای نرم افزاری قابل حل هستند.

بطور مثال در یک ازتباط بی سیم، طراح شبکه مجبور به استفاده از مدولاسیون آنالوگ در سخت افزار مخابراتی است

اما مساله هماهنگی در ارسال بسته ها از مبدا به مقصد با شماره گذاری نرم افزاری قابل حل است.

طراحی شبکه ها و اصول لایه بندی

- دسته بندی مسائل و مشکلات و راه حل مناسب برای هر دسته
- اولین موضوع، چگونگی ارسال و دریافت بیتهای اطلاعاتی است
  - سیگنال الکتریکی، سیگنال الکترومغناطیسی، نوری ← کانال مسی، ماهواره و فیبر
  - بنابراین تبدیل بیت ها متتناسب با کانال انتقال یکی از مسائل اولیه شبکه است.
- مساله دوم، ماهیت انتقال است:
  - Simplex- ارتباط یکطرفه
  - Half Duplex – ارتباط درطرفه غیر همزمان
  - Full Duplex- ارتباط دوطرفه همزمان
- مساله سوم، وجود خطا و نویز روی کانال ارتباطی است.
  - امکان خراب شدن تعدادی از بیتهای ارسالی بر روی کانال ارتباطی
  - نحوه تشخیص داده های خراب و ارسال مجدد یا بازیابی داده های سالم

طراحی شبکه ها و اصول لایه بندی

- مساله بعدی، امکان وجود تعدادی مسیر گوناگون بین مبدا و مقصد است
  - که بایستی بهترین مسیر برگزیده شود
  - امکان شکستن بسته های بزرگ به واحد های کوچکتر و ارسال از مسیرهای مختلف
  - بازسازی پیام ارسال شده در گیرنده (بسته های با ترتیب نادرست و ....)
- مساله بعدی، عدم توانایی گیرنده در دریافت اطلاعات ارسالی با سرعت فرستنده
  - نیاز به مکانیزمهای هماهنگی و کنترل سرعت
- و مسائل دیگری چون ازدحام، تداخل و تصادم که بایستی حل شود.

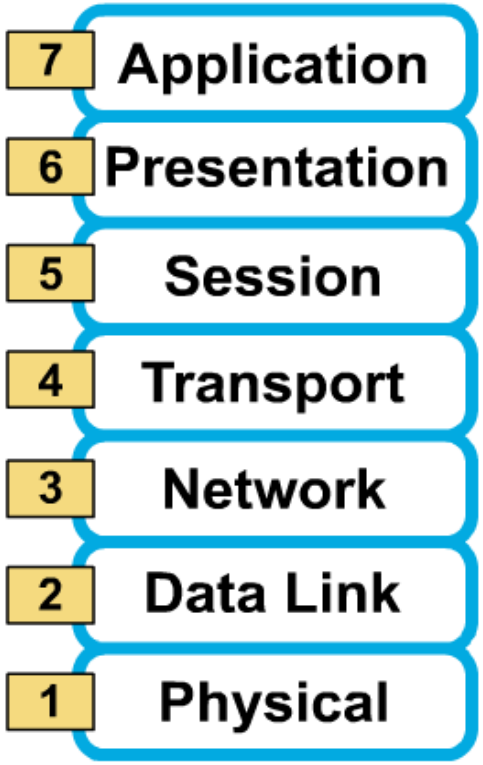
طراحی شبکه ها و اصول لایه بندی

- تجزیه و تحلیل مسائل شبکه توسط طراح شبکه و ارائه راه حل
- ماهیت متفاوت مسائل ← انجام کار بصورت ***لایه به لایه***
- بطور مثال انتقال فایل در شبکه
  - طراحی سخت افزار مخابراتی ارسال و دریافت بیتها روی کانال فیزیکی
  - پس از طرح چنین سخت افزاری ← حل مسائل مربوط به خطا
  - سپس طراحی مکانیزم های بسته بندی بسته ها، آدرس دهی ماشین ها و مسیریابی بسته ها، آدرس دهی پروسه ها و چگونگی انتقال فایل

Macromedia Flash Player 7

File View Control Help

Why a Layered Network Model?



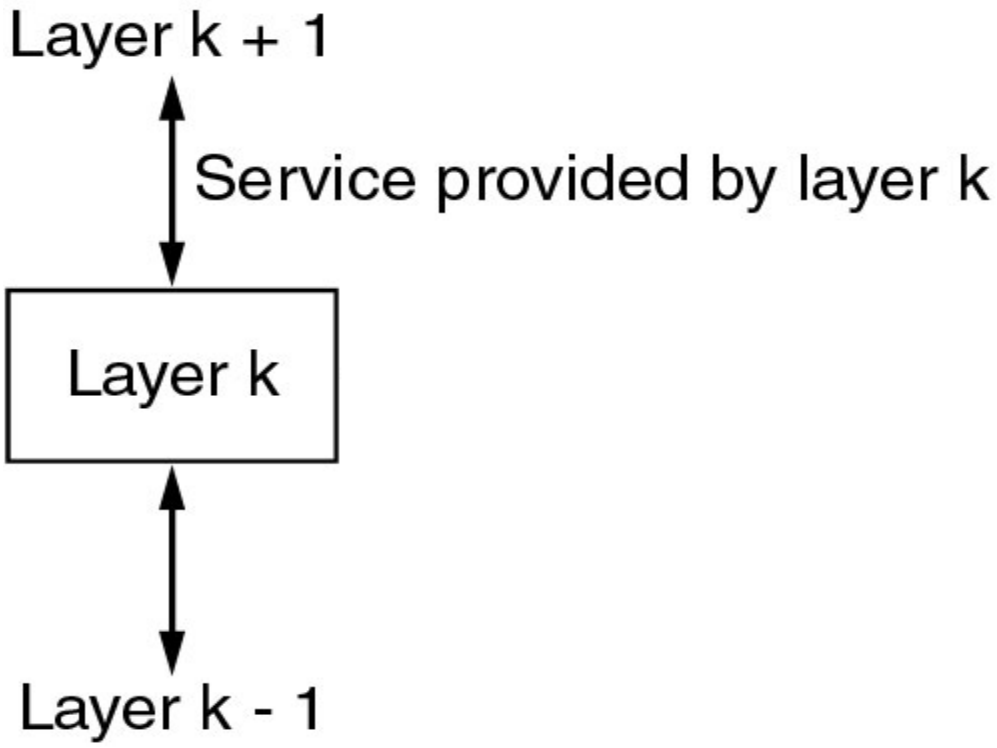
- Reduces complexity
- Standardizes interfaces
- Facilitates modular engineering
- Ensures interoperable technology
- Accelerates evolution
- Simplifies teaching and learning

© Cisco Systems, Inc. 1999

طراحی شبکه ها و اصول لایه بندی

- هر لایه وظیفه مشخصی دارد که بایستی به دقت تشریح شود
- هرگاه سرویسی که بایستی ارائه شود از نطر ماهیت متفاوت باشد، بایه در یک لایه جداگانه طراحی شود.
- تعداد لایه ها نباید آنقدر زیاد باشد و نه آنقدر کم که وظیفه هر لایه پیچیده و نامشخص شود.
- در هر لایه جزئیات لایه های زیرین نادیده گرفته می شود و لایه های بالایی فقط با فراخوانی یک روال(روتین) ساده و ماجولار از خدمات لایه زیرین استفاده کند.
- انتخاب مرزهای لایه ها بگونه ای باشد که جریان اطلاعات بین لایه ها حداقل باشد

طراحی شبکه ها و اصول لایه بندی – ارائه سرویس



هر لایه از سرویس های لایه پایین تر استفاده و
سرویسهای پیشرفته تری را به لایه بالاتر ارائه می دهد

سرویس های اتصال گرا و غیرمتصل
Connection Oriented and Connectionless Services

- هر لایه میتواند یکی از دو نوع سرویس فوق را ارائه دهد.
- سرویس **اتصالگرا** مشابه سرویس تلفن می باشد.
  - برقراری ارتباط ، صحبت ، قطع کردن
  - این سرویس مانند یک لوله عمل می کند
  - ارسال داده ها از یک طرف بداخل لوله و دریافت به ترتیب آن در طرف دیگر لوله
- سرویس **غیرمتصل** ، مشابه مدل پست می باشد
  - نامه به صندوق پستی داده شده و ارتباط با آن قطع می شود.
  - هر پیام دارای آدرس مشخص است و مسیر مستقلی را در ارسال دارد.
  - ممکن است پیام دوم زودتر از پیام اول به مقصد برسد.

سرویس های قابل اعتماد و غیر قابل اعتماد

- در سرویسهای قابل اعتماد هیچ داده ای در حین انتقال از بین نمیرود.
- این سرویس بگونه ای است که گیرنده دریافت صحیح داده ها را به فرستنده اعلام می کند.
- این تصدیق (Acknowledgment) باعث تحمیل بار اضافی و تاخیر در انتقال پیامها می شود که اغلب ارزش آنرا دارد، ولی گاهی به زحمتش نمی ارزد!
- انتقال فایل نیاز به یک سرویس اتصالگرای قابل اعتماد دارد.
  - حتی یک بیت از داده ها هم نباید اشتباه به مقصد برسد.

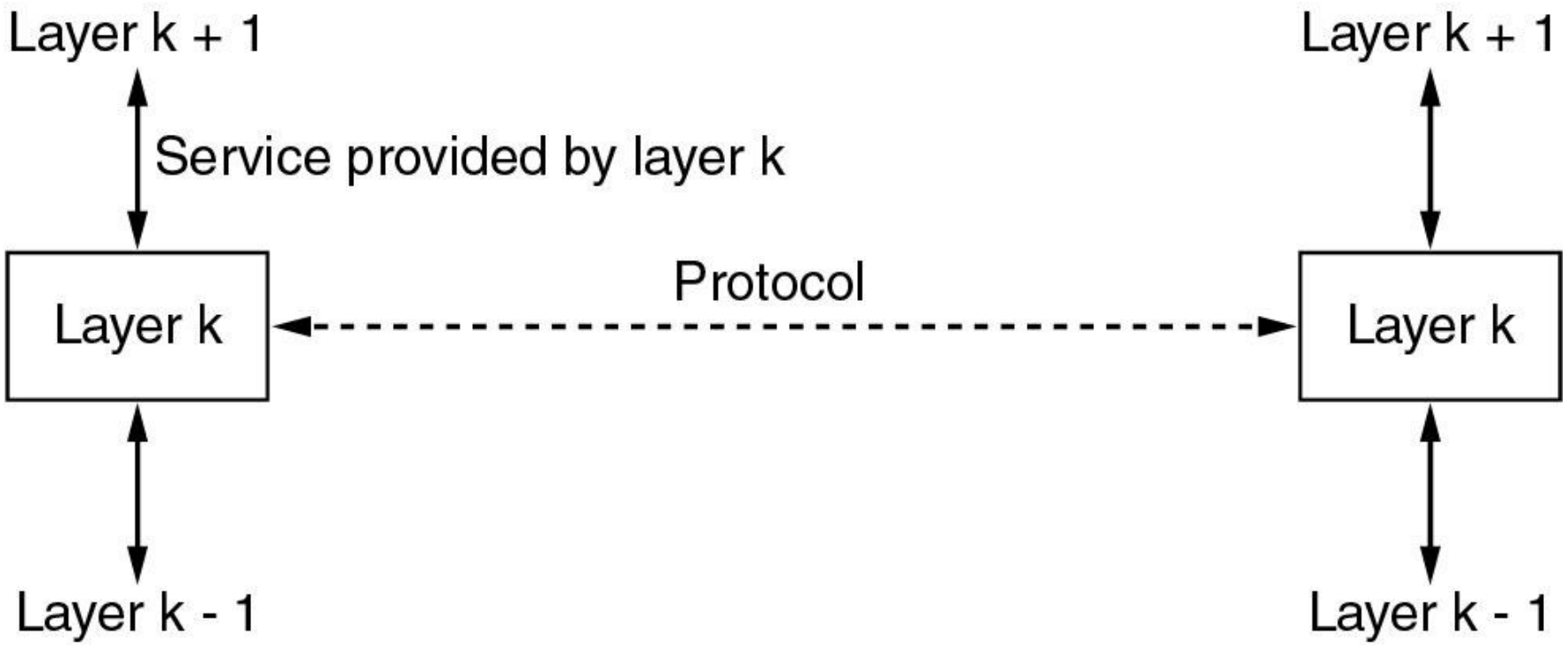
سرویس های قابل اعتماد و غیر قابل اعتماد

- یک ایمیل نیاز به سرویس اتصالگرا ندارد ولی بایستی قابل اعتماد باشد
- صدای و تصاویر دیجیتال نیاز به تصدیق داده ها ندارد!
  - نویزی بودن صدا بسیار بهتر از مکالمه با تاخیر و وقفه است
  - در کنفرانسهای ویدئویی مکی برفک قابل تحمل تر است از پرشهای اعصاب خرد کن
- سرویس دیتاگرام : سرویسی است نه اتصالگرا و نه غیر قابل اعتماد

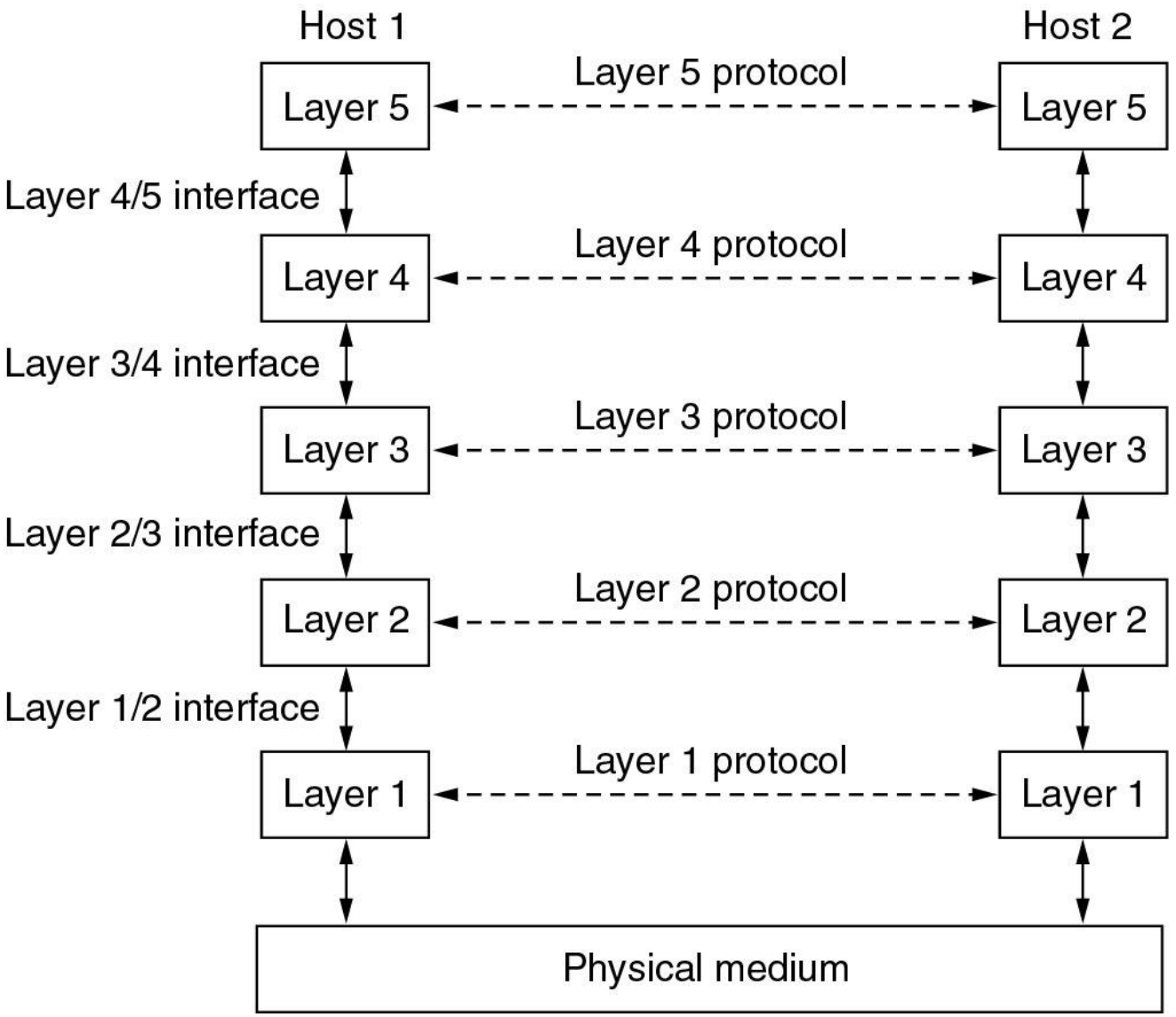
رابطه سرویس و پروتکل

- دو چیز کاملا متفاوت
- **سرویس**
  - مجموعه ای از عملکردهای پایه که یک لایه در اختیار لایه بالاتر از خود قرار می دهد.
  - فقط می گوید، یک لایه چه کارهایی می تواند برای کاربر خود انجام دهد، **بدون صحبت درباره نحوه انجام آن**
- **پروتکل (Protocol)**
  - مجموعه قواعد حاکم بر فرمت، مفهوم و نحوه تبادل بسته ها و پیامها بین دو لایه همتا (در طرفین ارتباط)
  - در واقع این پروتکل است که سرویسهای ارائه شده در هر لایه را پیاده سازی میکند.
- مثال: یک نوع داده (data type) یا یک شئ (Object) شبیه سرویس و پیاده سازی آن مشابه پروتکل (با اینکه می دانیم یک شئ چه خواصی دارد ولی نمی دانیم پگونه پیاده سازی شده است.)

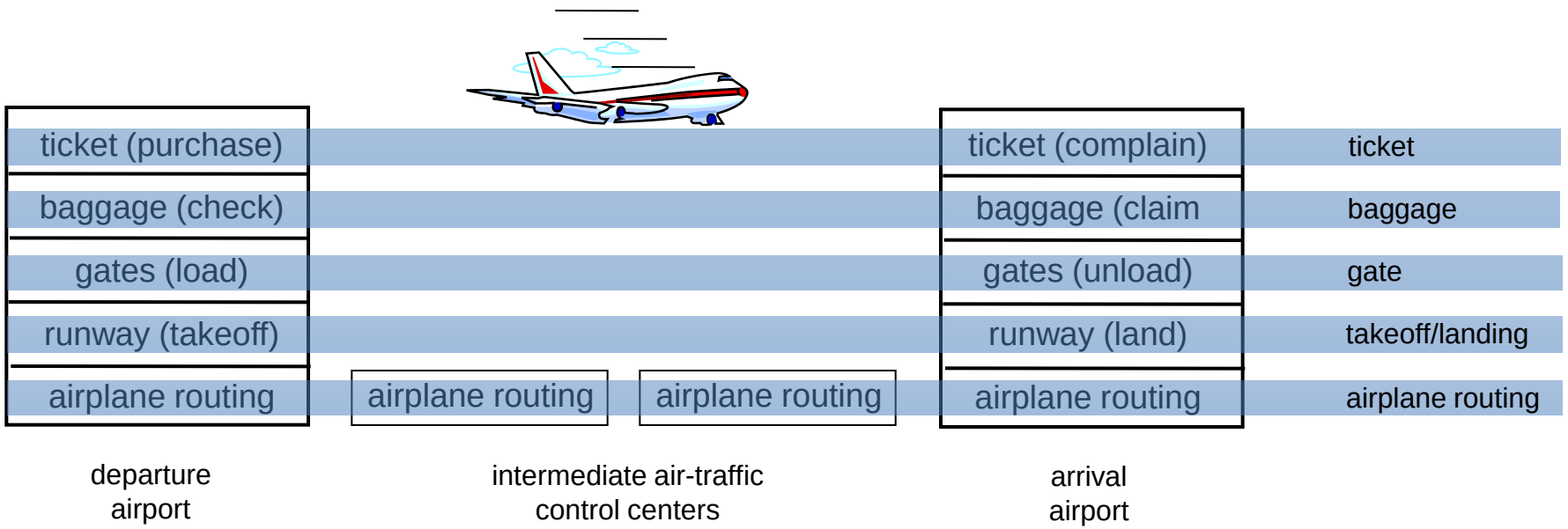
رابطه بین سرویس و پروتکل



لایه ها، پروتکل ها و واسطه ها



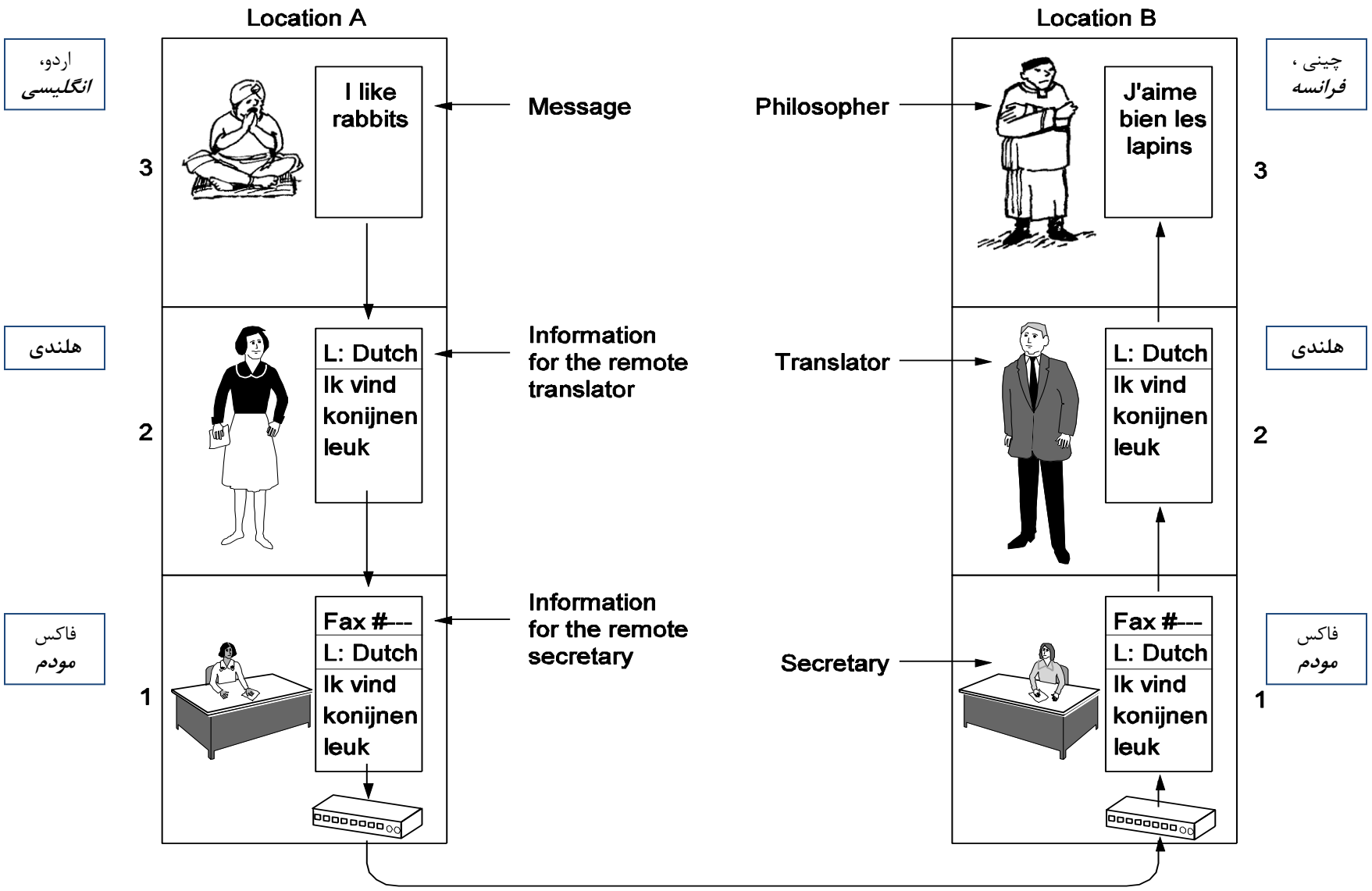
Layering of airline functionality



Layers: each layer implements a service

- via its own internal-layer actions
- relying on services provided by layer below

معماری فیلسوف – مترجم– منشی



- مدلهای مرجع
  - مدل مرجع OSI
    - ارائه شده توسط سازمان بین المللی استانداردها (ISO)
    - جهت جلوگیری از سلیقه ای و پیچیده شدن طراحی شبکه ها
    - مدل هفت لایه ای با تعیین دقیق وظایف و خدمات هر لایه
    - امروزه عملا بدون کاربرد عملی
    - استفاده بعنوان مدلی جهت تعیین کارکرد شبکه ها و توصیف آنها
  - مدل مرجع TCP/IP
    - پیاده سازی و ارائه شده برای استفاده در اینترنت(شبکه آرپانت)
    - ابتدا برنامه ها و پروتکلهای آن نوشته شد و سپس مدلی(البته نه چندان کامل) برای آن ارائه شد)
    - تقریبا تنها مدل مورد کاربرد در شبکه ها (محلی و گسترده)

مدل مرجع OSI

کاربرد

نمایش

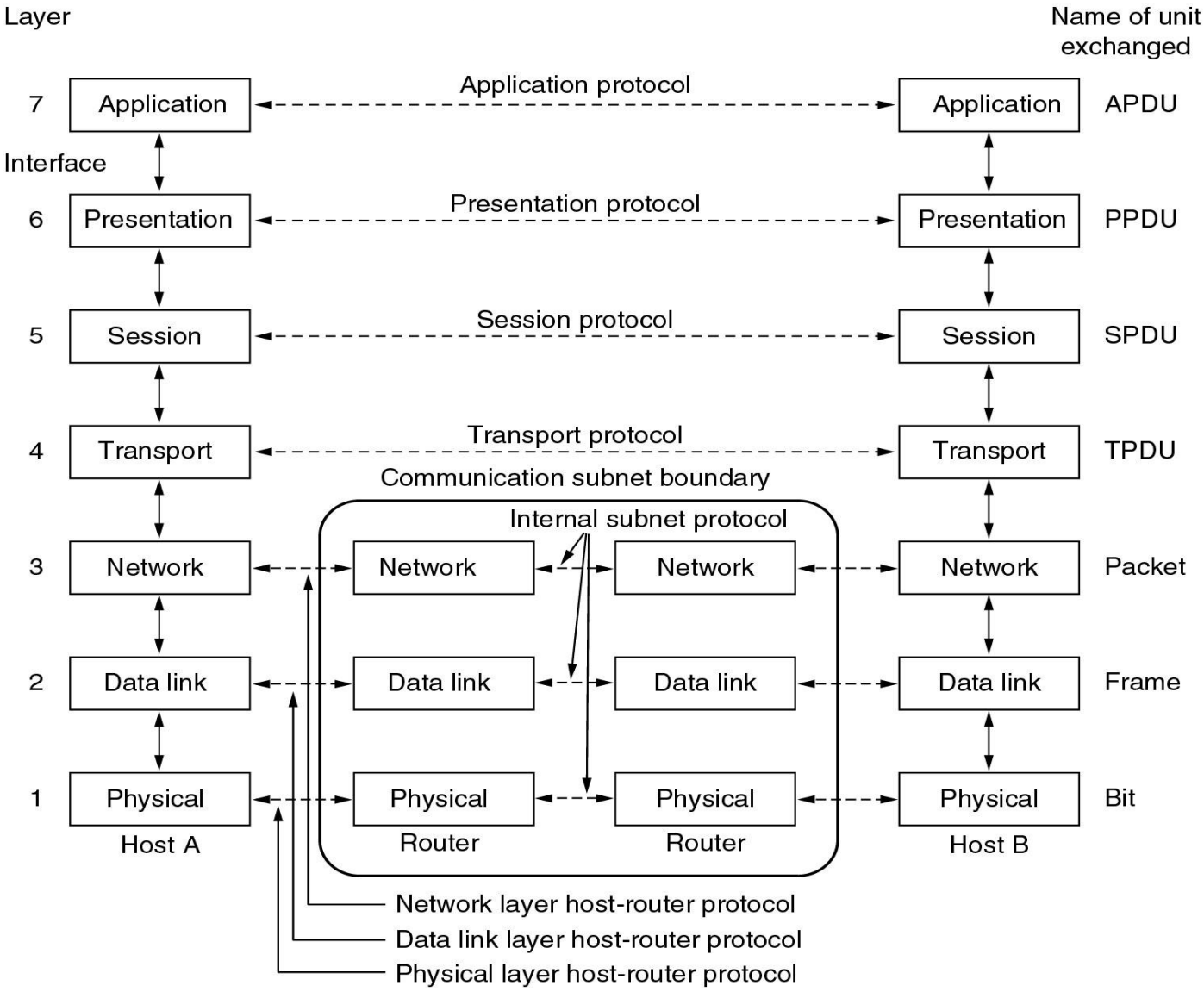
جلسه

انتقال

شبکه

پیوند داده

فیزیکی



All People Seem To Need Data Processing

لایه فیزیکی (physical Layer)

- وظیفه انتقال بیت های خام از طریق کانال مخابراتی
- هیچ اطلاعی از محتوای پیام ندارد.
- واحد اطلاعات بیت است.
- سوالات و پارامترهای این لایه:
  - ولتاژهای مورد استفاده برای 0,1
  - نوع مدولاسیون
  - ظرفیت کانال و نرخ ارسال
  - نحوه اتصال مکانیکی و الکتریکی، نوع کابل، نوع رابط(کانکتور) کابل و ...
- این لایه تماما سخت افزاری است و مسائل مخابراتی در مبادله بیت ها انجام میشود.
- هیچ وظیفه ای در مورد تشخیص خطا و ترمیم آن ندارد.

لایه پیوند داده (Data Link Layer)

- مهمترین وظیفه، تبدیل خط فیزیکی پر از خطا به یک خط ارتباطی عاری از خطا(برای لایه بالاتر)
- شکستن داده های ورودی به این لایه (از لایه بالاتر) به بسته های کوچک چندصد تا چند هزار بایتی (به نام فریم Frame) و ارسال آنها
- زمانیکه گیرنده هر فریم را دریافت کرد، به ازای آن یک فریم تصدیق برمی گرداند.
- مساله دیگر این لایه، تنظیم سرعت ارسال داده ها از گیرنده به فرستنده است
- در شبکه های پخشی، لازم است این لایه نحوه دسترسی به کانال مشترک را نیز کنترل نماید.
- برای این منظور(کنترل کانال اشتراکی) از یک زیر لایه به نام "کنترل دسترسی رسانه" (MAC) استفاده می کند.
- این لایه پیوند داده با سخت افزار دیجیتال پیاده سازی می شود.

لایه شبکه (Network Layer)

- کنترل عملکرد زیر شبکه ارتباطی
- مسیریابی بسته ها از مبدا به مقصد
- اتخاد تدابیری جهت جلوگیری از ازدحام (ترافیک بیش از اندازه بسته ها در یک مسیریاب یا مرکز سوئیچ)
- مسیریاب می تواند بسته ها را بصورت ایستا و غیر هوشمند مسیریابی کند
- و یا بسته ها را بصورت دینامیک و هوشمند ارسال کند

لایه شبکه (Network Layer)

- تمام ماشین ها در این لایه دارای آدرس جهانی و منحصربفرد هستند که براساس آنها هر ماشین اقدام به هدایت بسته ها می کند.
- این لایه اصولا "بدون اتصال" است، یعنی اینکه تضمینی جهت رسیدن بسته به مقصد وجود ندارد.
- گرچه این لایه قابل پیاده سازی بصورت نرم افزاری است، اما برای بالارفتن سرعت روی کامپیوتر خاصی پیاده سازی می شود.

لایه انتقال (Transport Layer)

- اصلی ترین وظیفه

  - گرفتن داده ها از لایه بالاتر
  - تقسیم آن به قطعات کوچکتر(در صورت نیاز)
  - شماره گذاری بسته ها
  - ارسال آن به زیر شبکه
  - حصول اطمینان از دریافت صحیح آنها در طرف مقابل

لایه انتقال (Transport Layer)

- مستقل (ایزوله) نمودن لایه های بالاتر از تغییرات اجتناب ناپذیر در سخت افزار (لایه های پایین)
- یک لایه نقطه به نقطه واقعی است.
  - در این لایه کامپیوتر فرستنده (مبدا) مستقیما با کامپیوتر گیرنده (مقصد) ارتباط دارد.
  - در حالیکه در لایه های زیرین، معمولا ماشین مبدا با ماشینهای همسایه (و نه مقصد) ارتباط دارد!.
- این لایه و لایه های بالاتر با استفاده از نرم افزار پیاده سازی می شوند و فقط بر روی ماشینهای نهایی(ماشینهای کاربران) وجود دارند.

لایه جلسه (نشست) (Session Layer)

- فراهم آوردن شرایط یک جلسه
- احراز هویت طرفین
- نگهداری جلسه و توانایی از سرگیری آن در هنگام قطع ارتباط
- کنترل دیالوگ (اینکه الان نوبت کیست)
- کنترل عملیات طویل المدت و از سرگیری آن از نقطه قطع
- حسابداری مشتریها
- اتمام جلسه

لایه ارائه (نمایش) (Presentation Layer)

- این لایه بر روی ساختار پیامها و مفهوم آنها متمرکز است.
- برای اینکه کامپیوترهای با ساختارهای داده متفاوت بتوانند با هم ارتباط داشته باشند.
- وظیفه این لایه مدیریت این ساختارها در سطح بالاست.
- از وظایف دیگر
  - فشرده سازی فایل ها
  - رمزنگاری برای ارسال محرمانه داده ها
  - رمزگشایی
  - تبدیل کدها (مثلا ASCII به EBCDIC)

لایه کاربرد (Application Layer)

- بسیاری از پروتکلهای مورد نیاز کاربران در این لایه قرار دارد.
- از معروفترین آنها HTTP (پروتکل اصلی وب)
- پروتکل انتقال فایل (FTP)
- پروتکل انتقال خبر (NNTP)
- پروتکلهای پست الکترونیک (POP3, SMTP)

0
7
6
5
4
3
2
1

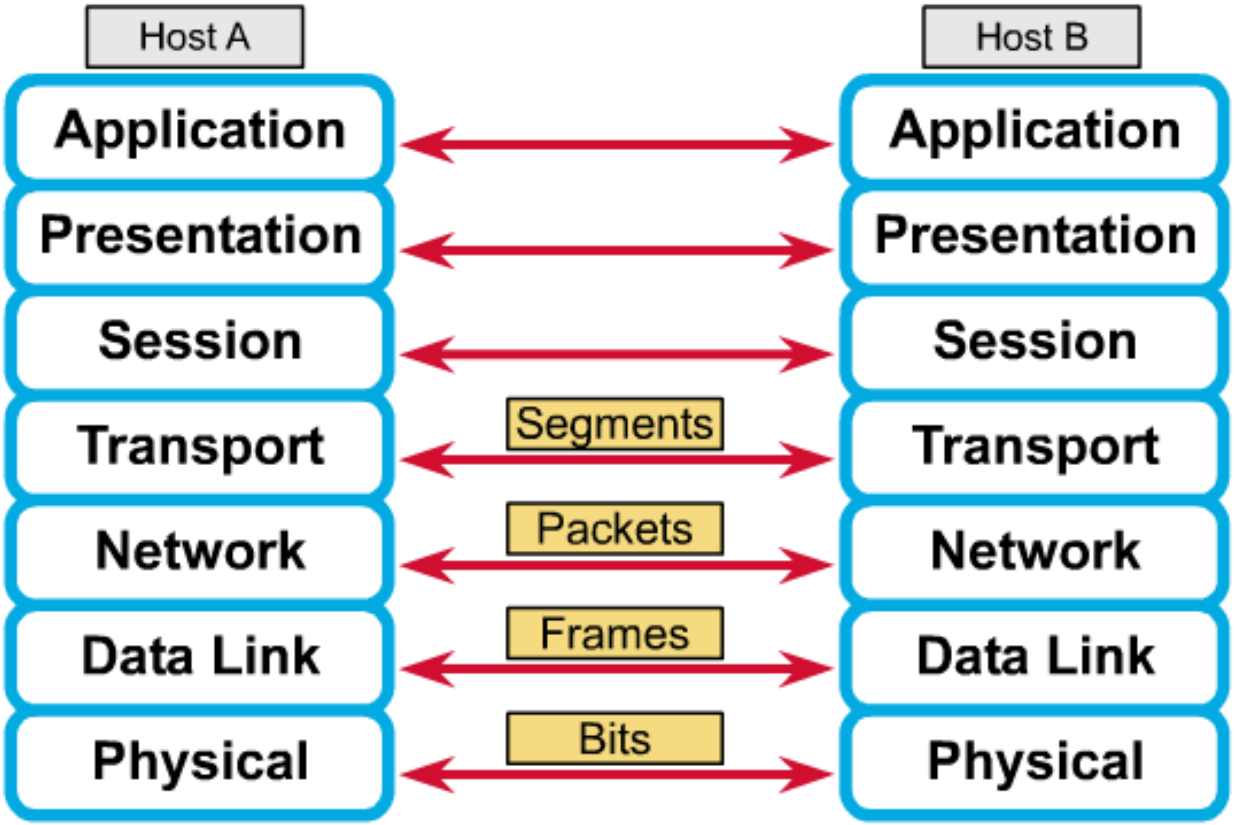
The 7 Layers of the OSI Model

7	Application	Network Processes to Applications
6	Presentation	Data Representation
5	Session	Interhost Communication
4	Transport	End-to-end Connections
3	Network	Address and Best Path
2	Data Link	Access to Media
1	Physical	Binary Transmission • Wires, connectors, voltages, data rates

©Cisco Systems, Inc. 1999

1
2

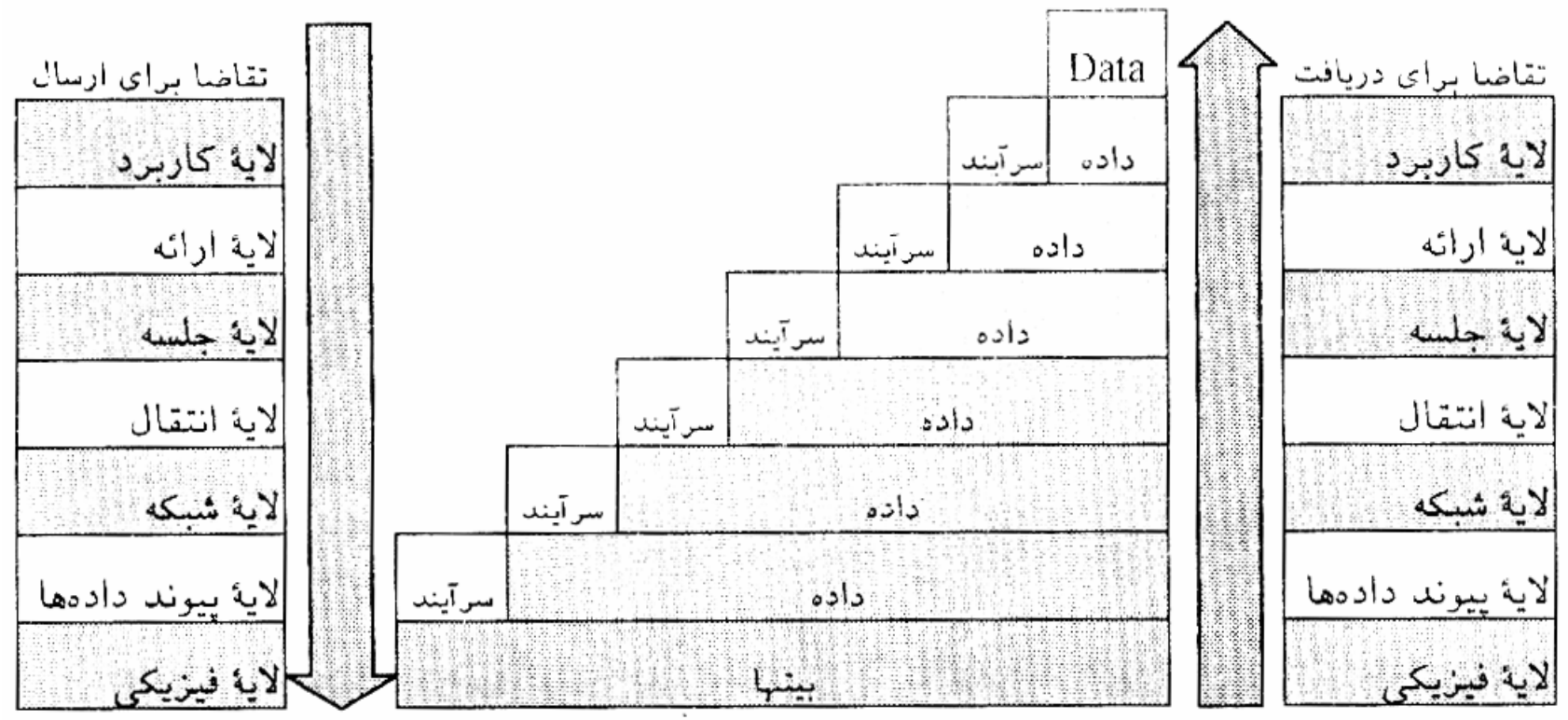
Peer-to-Peer Communications



© Cisco Systems, Inc. 1999

مدل لایه ای

- در مدل لایه ای شبکه وقتی یک برنامه کاربردی در لایه آخر اقدام به ارسال یک واحد اطلاعات می نماید
- سرآیند لازم به آن اضافه شده و از طریق صدا زدن توابع سیستمی استاندارد به لایه زیرین تحویل داده می شود.
- لایه زیرین نیز پس از اضافه کردن سرآیند لازم، آنرا به لایه پایین تر تحویل می دهد.
- این روند تا ارسال اطلاعات روی کانال فیزیکی تکرار می شود.



روند اضافه و حذف سرآیند ها در هر لایه

data_encapsulation.swf

TCP/IP به دو معنا

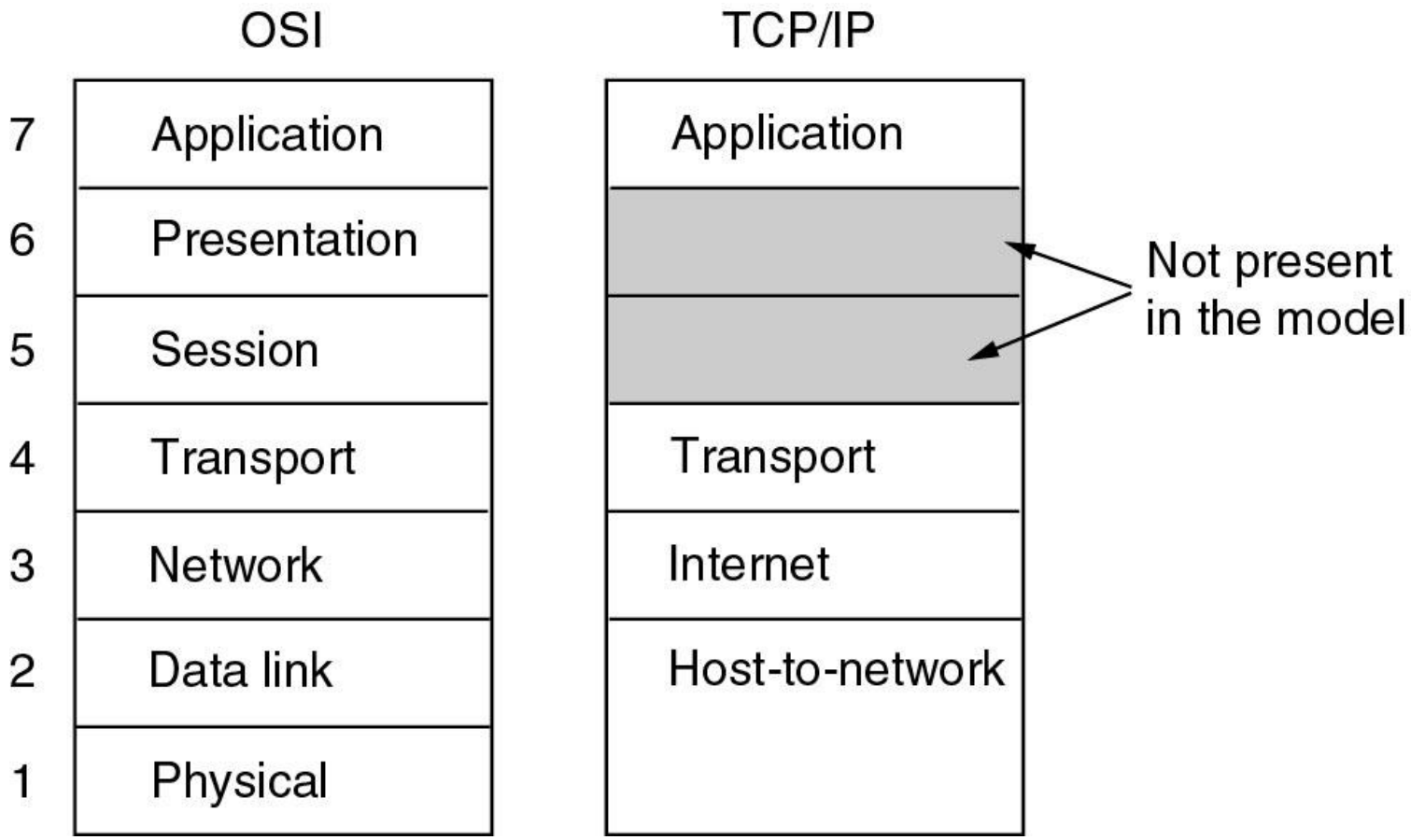
- مدل مرجع TCP/IP، یک ساختار چهار لایه ای (TCP/IP Model)

- پشته پروتکلهای TCP/IP، مجموعه ای شامل بیش از صد پروتکل متفاوت برای سازماندهی کلیه اجزاء شبکه اینترنت (TCP/IP Protocol Stack)

مدل مرجع TCP/IP

- مدل بکار رفته در پدر بزرگ شبکه های کامپیوتری (آرپانت)
- و خلف آن اینترنت
- آرپانت یک شبکه تحقیقاتی در DoD بود که بعدهادانشگاهها و مراکز دولتی نیز بوسیله خطوط اجاره ای تلفنی به آن متصل شدند.
- از اهداف اولیه آرپانت، یکپارچه نمودن شبکه های مختلف بود
- که توسط مدل مرجع TCP/IP محقق شد.
- از اهداف اصلی این شبکه آن بود که حتی با نابود شدن بخشی از زیرشبکه ارتباطی، دو کامپیوتر بتوانند با هم ارتباط داشته باشند.
- شبکه سوئیچینگ بسته ای با قابلیت میسریابی هر بسته بطور مستقل

مدل مرجع TCP/IP و تناظر آن با مدل مرجع OSI



لایه اینترنت

- این لایه سنگ بنای اینترنت است
- اجازه ارسال بسته ها بر روی شبکه را به ماشین می دهد.
- عدم تضمین رسیدن پیامها با همان ترتیب فرستاده شده
- وظیفه مرتب کردن بسته ها بر عهده لایه بالاتر گذاشته شده است.
- فرمت بسته های پیام و پروتکل آنها در لایه اینترنت تعریف می شود که IP نام دارد.
- این لایه را می توان معادل لایه شبکه در مدل OSI دانست.

لایه انتقال

- در بالای لایه اینترنت است و مشابه لایه انتقال در مدل OSI است.
- باعث ارتباط نقطه به نقطه بین مبدا و مقصد می شود.
- دو پروتکل برای این منظور دارد. (TCP و UDP)
- Transmission Control Protocol یک پروتکل اتصالگرای قابل اعتماد است
- جریان بایت ها را بصورت بسته بسته درآورده و به لایه اینترنت تحویل می دهد و در ماشین مقصد عکس اسن کار انجام می شود.

لایه انتقال

- این پروتکل قابلیت کنترل جریان داده ها (Flow Control) را نیز دارد.
- پروتکل دوم (User Datagram Protocol) یک پروتکل غیرمتصل غیر قابل اعتماد است
- زمانیکه نیازی به سخت گیری TCP نیست از آن استفاده می شود.
- زمانیکه سرعت مهمتر از دقت باشد(مانند انتقال صوت و تصویر) یا زمانیکه فرآیند درخواست – پاسخ یکبار انجام شود، بکار می رود.

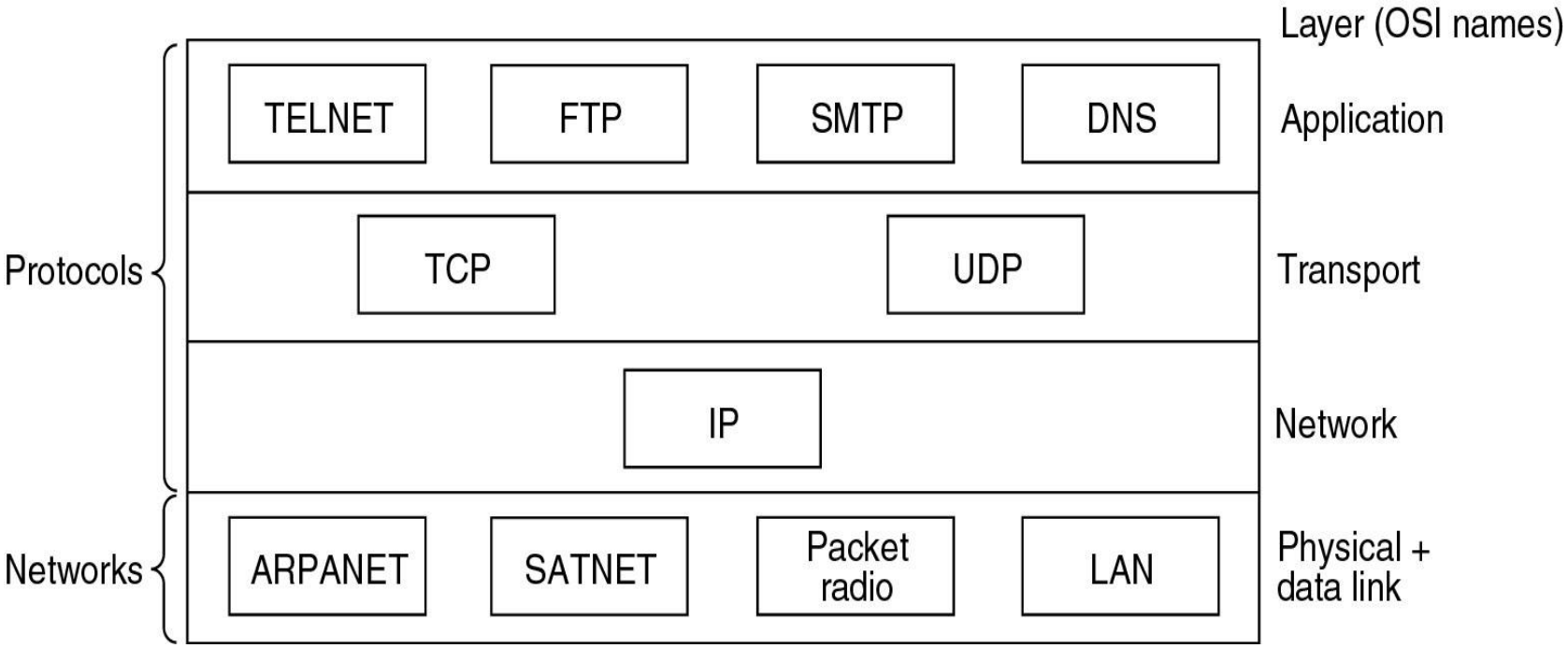
لایه کاربرد

- در این مدل، لایه های نشست و نمایش وجود ندارد. (تجربه مدل OSI هم نشان داد که این دو لایه بندرت کاربرد پیدا میکنند.)
- تمام پروتکلهای سطح بالا در این لایه قرار دارند.
- پروتکل ترمینال مجازی TELNET
- پروتکل انتقال فایل FTP
- پست الکترونیک SMTP
- پروتکل نام حوزه (ناحیه) DNS برای ترجمه نامها به آدرس شبکه
- پروتکل انتقال خبر NNTP
- پروتکل انتقال صفحات ابر متن HTTP
- و دهها پروتکل دیگر

لایه میزبان به شبکه Host to Network

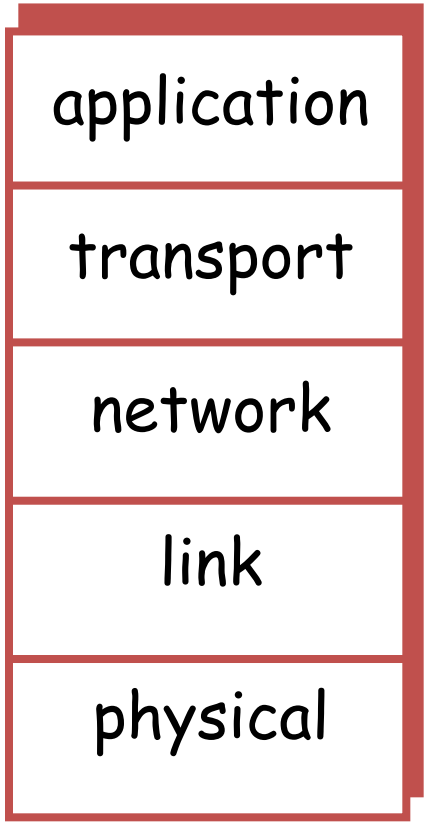
- در زیر لایه اینترنت یک شکاف بزرگی دیده می شود.
- در واقع مدل TCP/IP در این باره تا حد زیادی سکوت کرده است.
- و فقط انتظار دارد میزبان به نحوی به شبکه وصل شده و بتواند بسته های IP را ارسال کند.
- پروتکل انجام این کار در مدل TCP/IP تعریف نمی شود.

پروتکل ها و شبکه ها در مدل TCP/IP

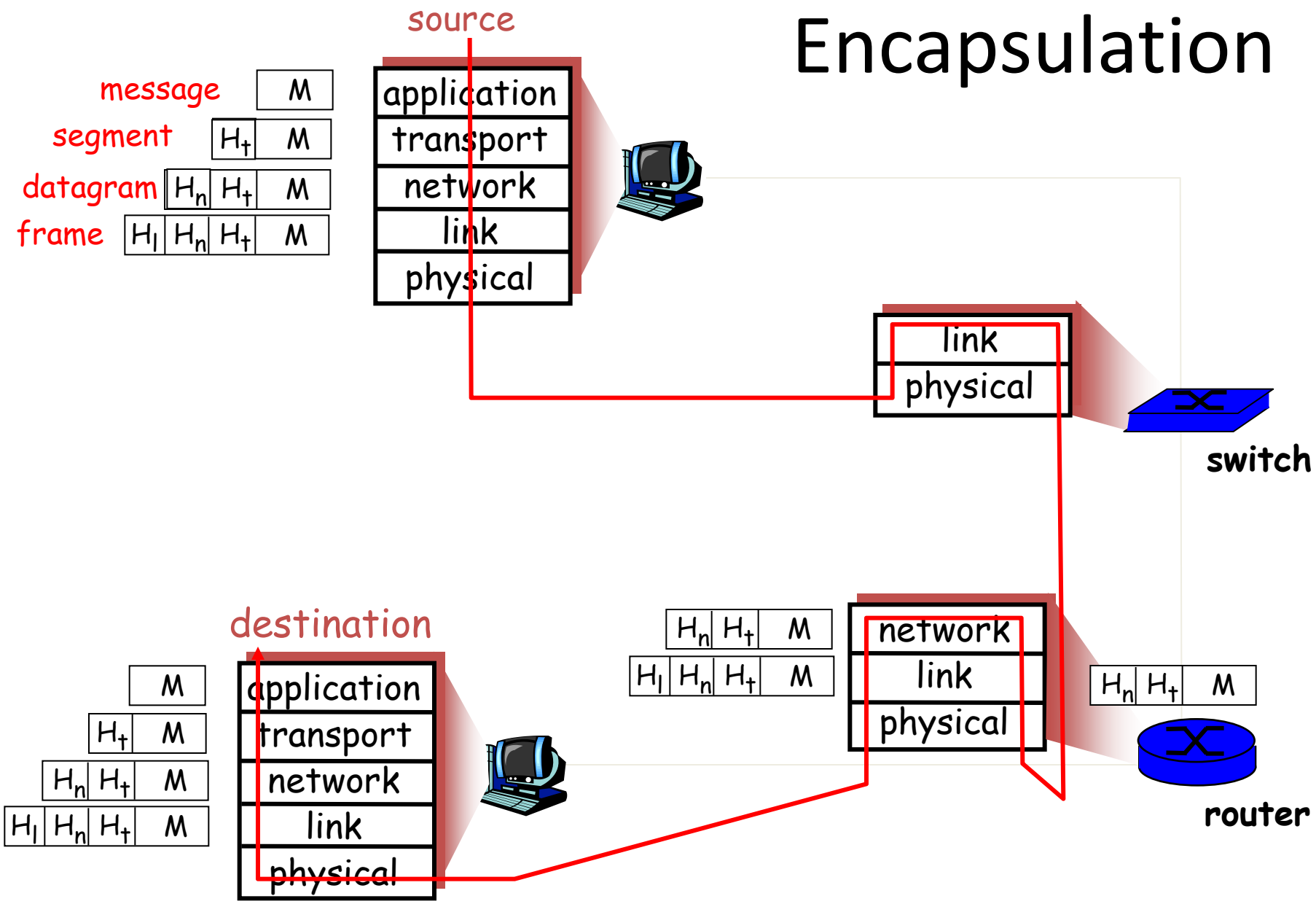


مدل کاربردی دیگر – مدل ۵ لایه ای

- application: supporting network applications
  - FTP, SMTP, HTTP
- transport: process-process data transfer
  - TCP, UDP
- network: routing of datagrams from source to destination
  - IP, routing protocols
- link: data transfer between neighboring network elements
  - PPP, Ethernet
- physical: bits “on the wire”



Encapsulation



استانداردهای شبکه

- استانداردهای بالفعل (de facto) : بدون طرح رسمی بوجود آمده اند و پذیرفته شده اند. مانند کامپیوترهای سازگار با IBM
- استانداردهای قانونی (de jure):توسط مراجع مسئول بین المللی پذیرفته شده اند.

مراجع مسئول استانداردهای مخابرات

- بخش مخابرات رادیویی (ITU-R) (تخصیص فرمانسهای رادیویی)
- بخش تدوین استانداردهای مخابرات (ITU-T)
  - ارائه توصیه های فنی در زمینه تلفن، تلگراف و مخابرات داده
  - این توصیه ها اغلب بصورت استانداردهای جهانی پذیرفته می شوند مانند V.24, V.90 مربوط استاندارد مودم ها
- بخش توسعه (ITU-D)

مراجع مسئول استانداردهای مخابرات

- توسط سازمان بین المللی استاندارد ISO
- در زمینه استانداردهای صنعت مخابرات، ISO,ITU-T اغلب با یکدیگر تشریک مساعی دارند (در واقع ISO یکی از اعضای ITU-T است)
- نماینده آمریکا در ISO، "موسسه ملی استانداردهای آمریکا" ANSI است.
- از بازیگران بزرگ در صحنه استانداردهای جهانی "موسسه مهندسان برق و الکترونیک" (IEEE) ، بسیاری از استانداردهای شبکه را وضع نموده است. مانند اترنت و اترنت بی سیم و ... (از سری 802.x)
- انجمن EIA/TIA ، استاندارد در زمینه سیمها و سیم کشی

مراجع مسئول استانداردهای اینترنت

- اینترنت دارای مکانیزمهای استاندارد خاص خود می باشد.
- تا سال ۱۹۸۹ ، هیات مدیره معماری اینترنت
- (Internet Architecture Board- IAB)
- از سال ۱۹۸۹ به بعد ساختار IAB تغییر کرد و به دو بخش تقسیم شد:
  - نیروی مهندسی اینترنت Internet Engineering Task Force (IETF)
    - انجام کارهای مهندسی کوتاه مدت
  - نیروی پژوهشی اینترنت Internet Research Task Force (IRTF)
    - انجام تحقیقات بلند مدت