

# Оперативни системи и Рачунарске мреже

Александар Картељ

[aleksandar.kartelj@gmail.com](mailto:aleksandar.kartelj@gmail.com)

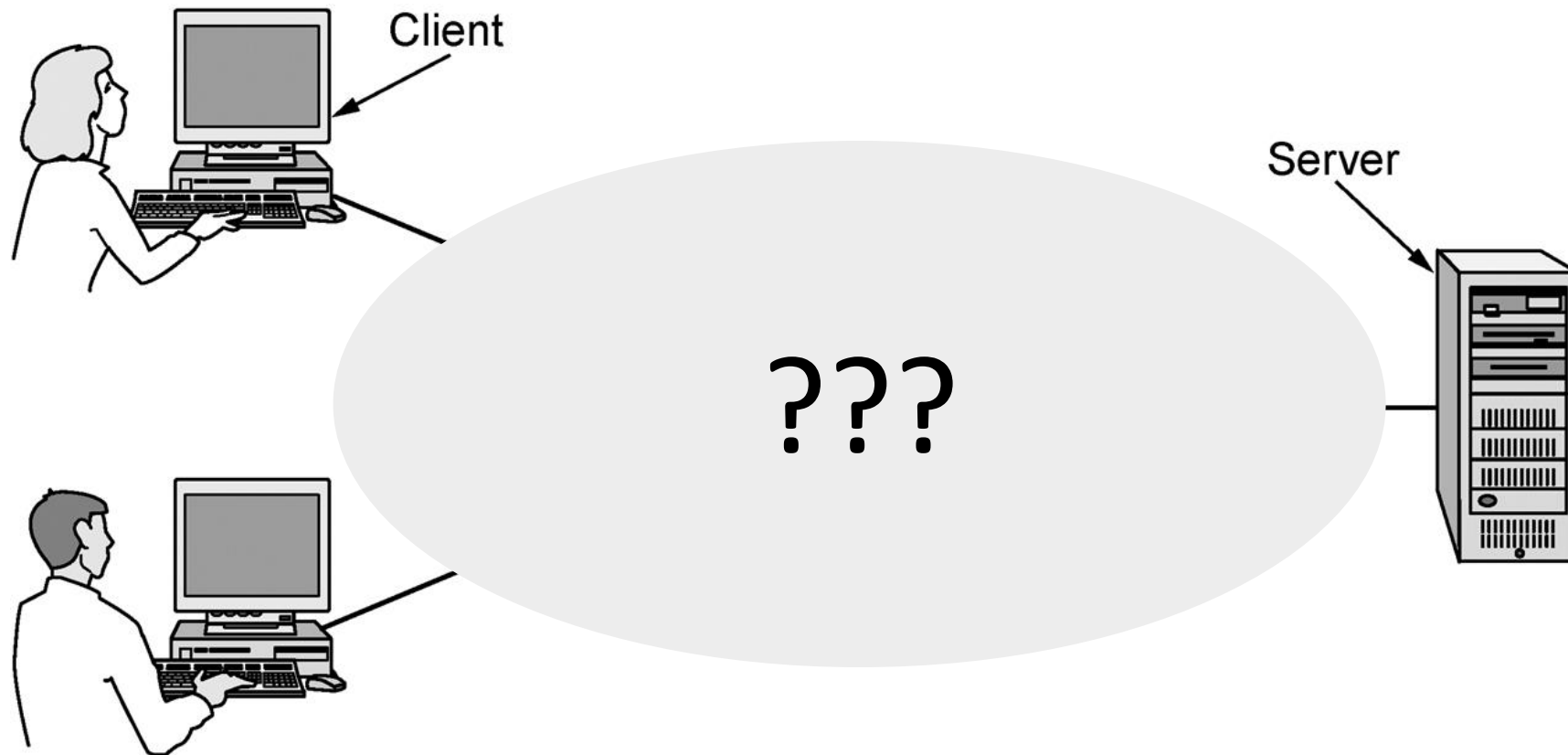
Рачунарска гимназија

Наставни материјали су преузети од: TANENBAUM, ANDREW S.; WETHERALL, DAVID J., COMPUTER NETWORKS, 5th Edition, © 2011  
и прилагођени настави на Математичком факултету, Универзитета у Београду.

Slide material from: TANENBAUM, ANDREW S.; WETHERALL, DAVID J., COMPUTER NETWORKS, 5th Edition, © 2011.

Electronically reproduced by permission of Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey

# Фокус курса



# Први циљ

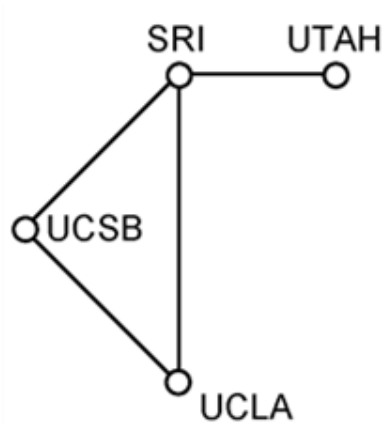
## 1. Да научимо како ради Интернет?

- Шта се заиста дешава када „сурфујемо“?
- Шта су: TCP/IP, DNS, HTTP, NAT, VPNs, 802.11 итд.?

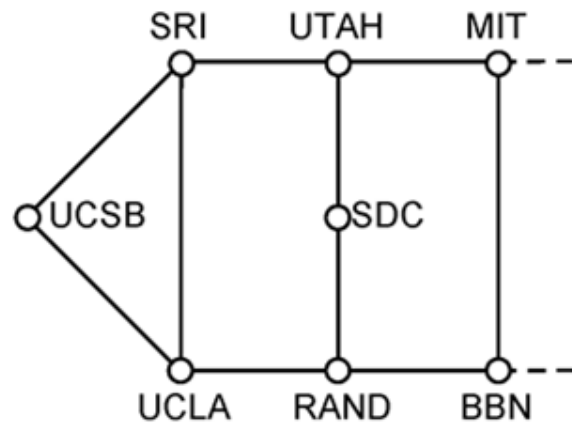
## 2. Да научимо основе рачунарских мрежа?

Како је започело ширење...

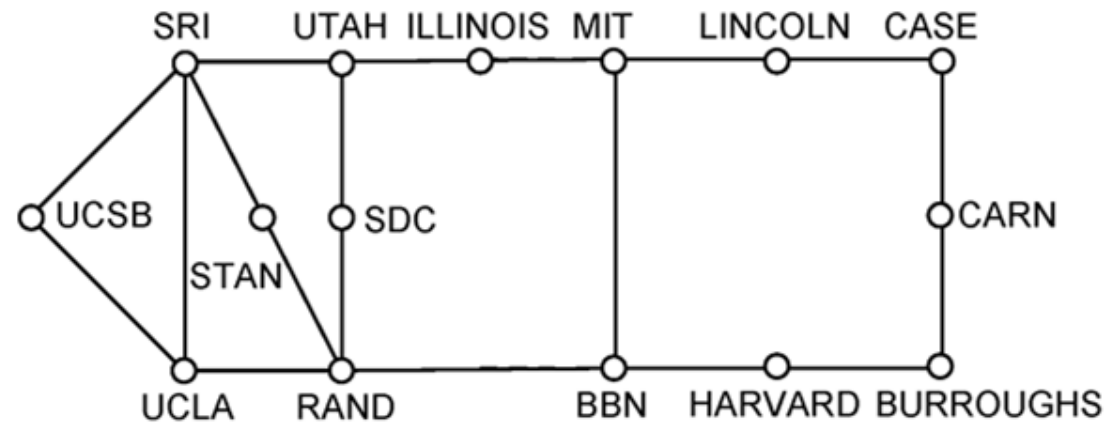
## ARPANET ~1970



(a) Дец. 1969.



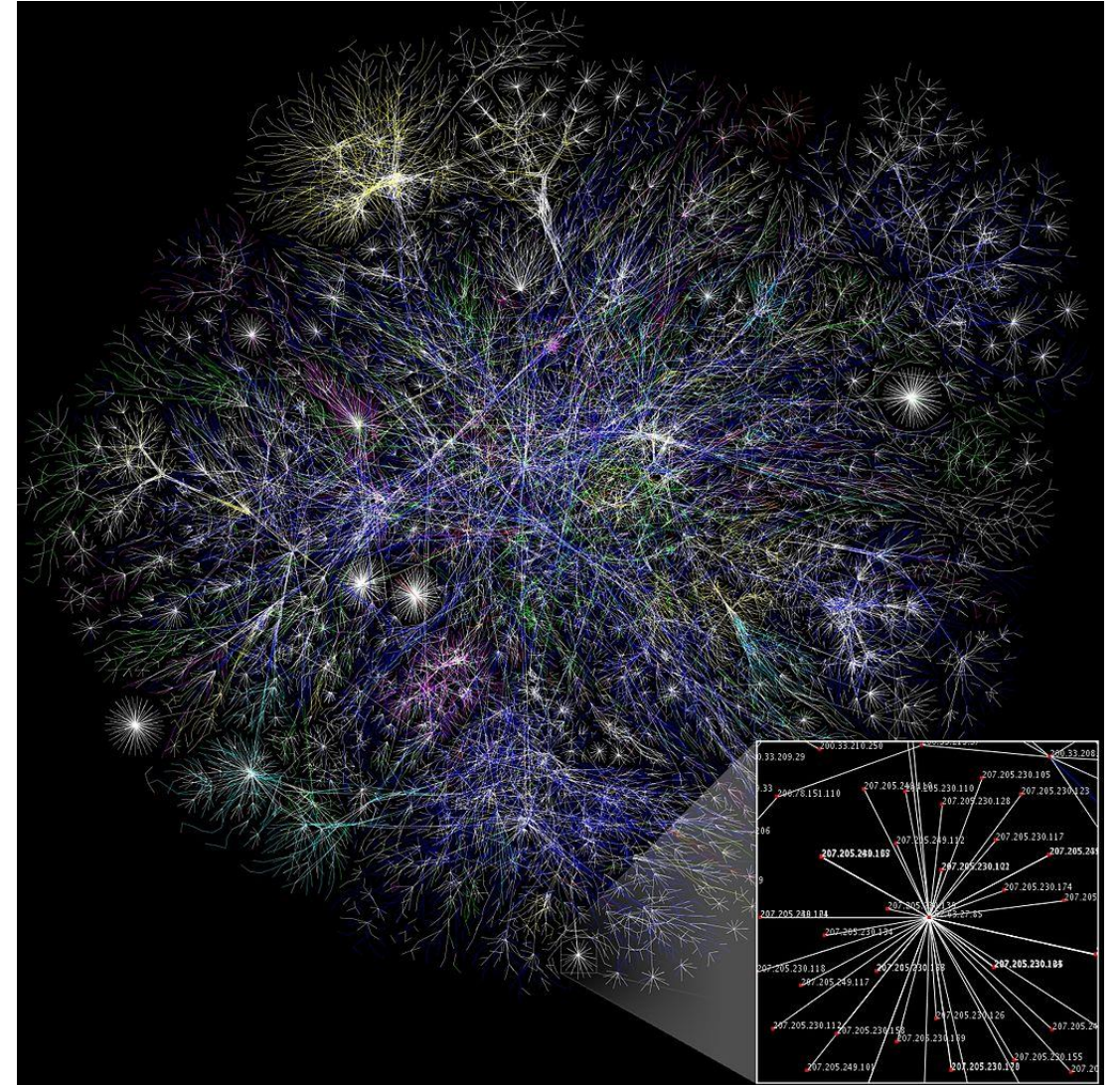
(б) Јул 1970.



(в) Март 1971.

# Интернет ~2005

- Ова визуелизација је поједностављење, тј. не садржи све учеснике Интернета.



The Opte Project [CC-BY-2.5], Wikimedia Commons

# Други циљ

1. Да научимо како ради Интернет?
2. Да научимо основе рачунарских мрежа?
  - Какве проблеме оне решавају?
  - Какав дизајн мрежа се показао добрим?

# Зашто учити теорију рачунарских мрежа?

1. Применљива је у свим типовима мрежа
2. Интелектуално је захтевна и интересантна
3. Разумевање промена и нових изума

# Шта нећемо учити?

- IT вештине у домену мрежа:
  - Подешавање мрежних уређаја:
    - Нпр., Cisco сертификација



# Преглед наставних целина

- Увод у рачунарске мреже
  - Употребе мрежа, примери мрежног софтвера и хардвера, референтни модели, примери мрежа, ...
- Физички слој мреже
  - Пренос сигнала, медијуми, бежични пренос, комуникациони сателити, систем мобилне телефоније, кабловска телевизија, ...
- Слој везе података
  - Откривање и исправљање грешака, протоколи, ...
- Подслој за управљање приступом медијумима
  - АЛОНА, Ethernet, бежичне локалне мреже, Bluetooth, RFID, ...

# Преглед наставних целина (2)

- Мрежни слој
  - Алгоритми усмеравања (рутирања), алгоритми управљања загушењем, повезивање различитих мрежа, ...
- Транспортни слој
  - Транспортни протоколи UDP и TCP, успостављање и раскидање везе, перформансе, ...
- Апликативни слој
  - DNS, електронска пошта, WWW, токови података, ...
- Безбедност у мрежи
  - Криптографија, алгоритми шифровања, дигитални потписи, ...

# Основе рачунарских мрежа

Употребе

# Примери употреба

- Пословне:
  - Електронска пошта, размена датотека, дељени штампачи, ...
- Кућне:
  - Филмови, музика, игрице, вести, аудио и видео комуникација, размена порука, електронска куповина, ...
- Мобилне:
  - Позиви, SMS, игрице, мапе, приступ информацијама, ...

# Комуникација

VoIP (позиви преко интернета)

Видео конференције

Четовање

Социјалне мреже

→ Потребан брз приступ, односно мало кашњење за овакве примене.

## Дељење ресурса

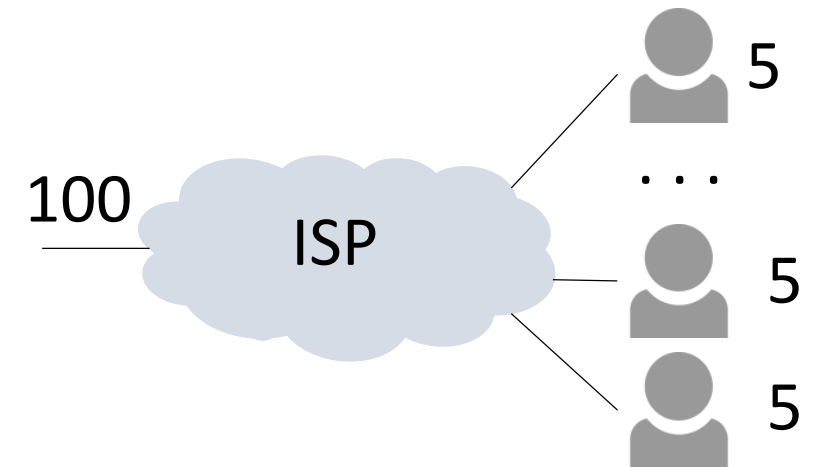
- Више корисника приступа истим уређајима и сервисима:
  - Нпр., 3D штампач, индекс претраге, рачунари на захтев (cloud)
- Ефективнија употреба од посвећених ресурса (када се гледа по кориснику)
  - Чак се и мрежни проток дели статистичким мултиплексирањем

# Статистичко мултиплексирање

- Дељење мрежног протока међу корисницима на основу статистике захтева
  - Корисно, јер корисници најчешће не преносе ништа
  - Функција преноса кроз време је врло скоковита.
- Питање:
  - Како нам ово сазнање помаже?

# Статистичко мултиплексирање (2)

- Пример: Корисници у ISP\* мрежи
  - Мрежа има проток од 100 Mbps
  - Сваки корисник је претплаћен на по 5 Mbps
  - Међутим, корисник је активан само 50% времена...
- Колико корисника ISP може да подржи?
  - Са посвећеним протоком за сваког корисника?
  - Која је вероватноћа да комплетан проток буде искоришћен (претпостављамо да се корисници независни)?



ISP – internet service provider  
Дистрибутер услуге, нпр. Telekom, SBB,...



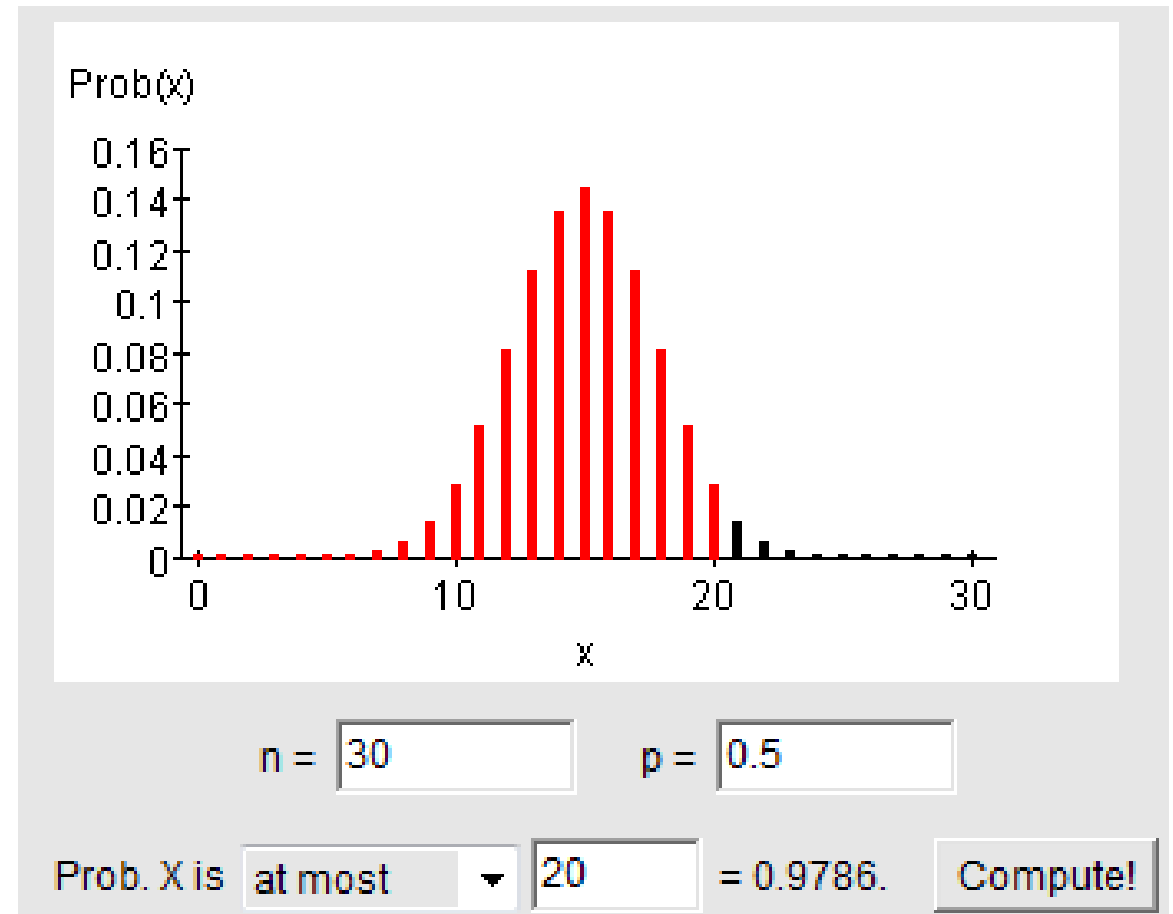
# Статистичко мултиплексирање (3)

- Чак и са 30 независних корисника, и даље су шансе мале (~2%) да ће бити потребно више од 100 Mbps
  - Биномна расподела

→ Дакле, већи број корисника са истим протоком

- Добит од статистичког мултиплексирања је: 30/20 или 1.5X
- Али постоји шанса од око 2% да ће корисници имати умањен проток

## Binomial Calculator

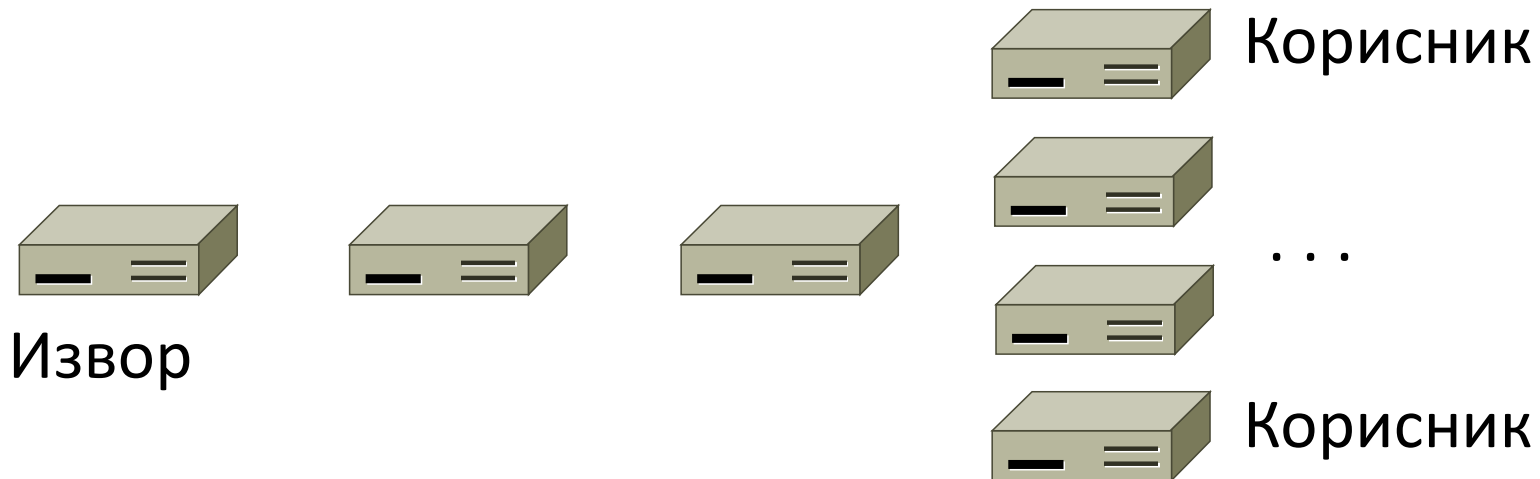


# Достављање садржаја (content delivery)

- Исти садржај већем броју корисника
  - Видео материјал, песме, апликације, веб странице, ...
- Ефикасније него слање копије сваком кориснику понаособ
  - Употреба дистрибуираних реплика широм мреже

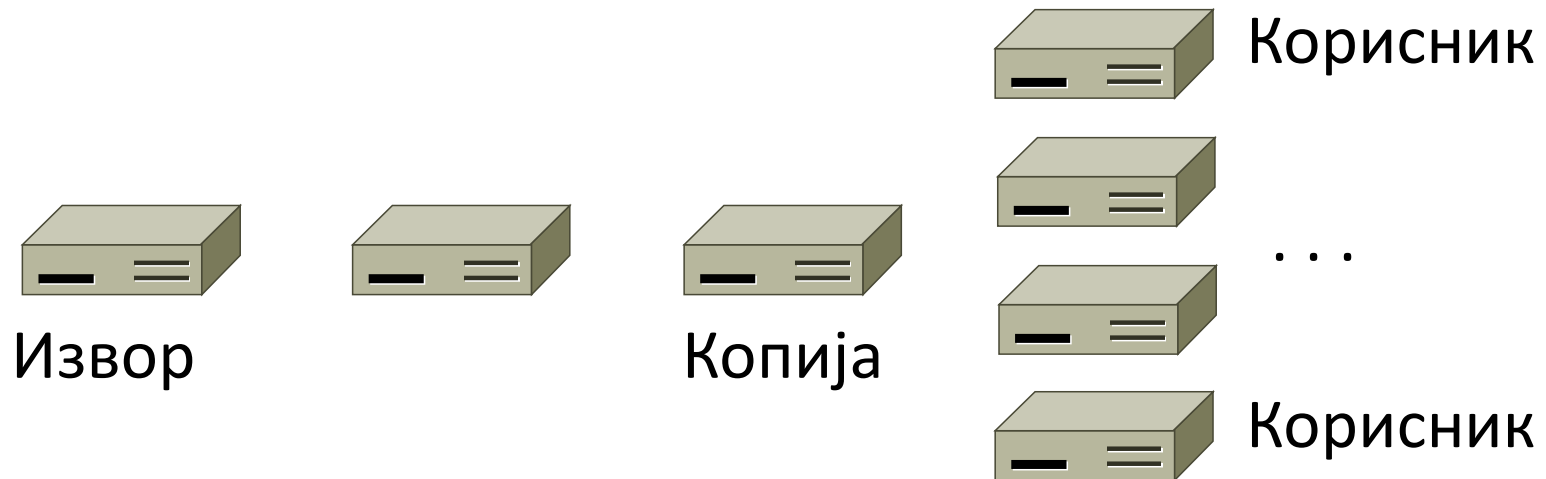
## Достављање садржаја (2)

- Слање садржаја са извора до 4 корисника узима 12 „мрежних скокова“ (network hops)



## Достављање садржаја (3)

- Слање са паметно позиционираном репликом узима  $4 + 2 = 6$  скокова



# Комуникација међу рачунарима

- Рачунари могу једни са другима комуницирати
  - нпр., електронско пословање, резервације карата
- Омогућава аутоматску обраду информација над независним системима

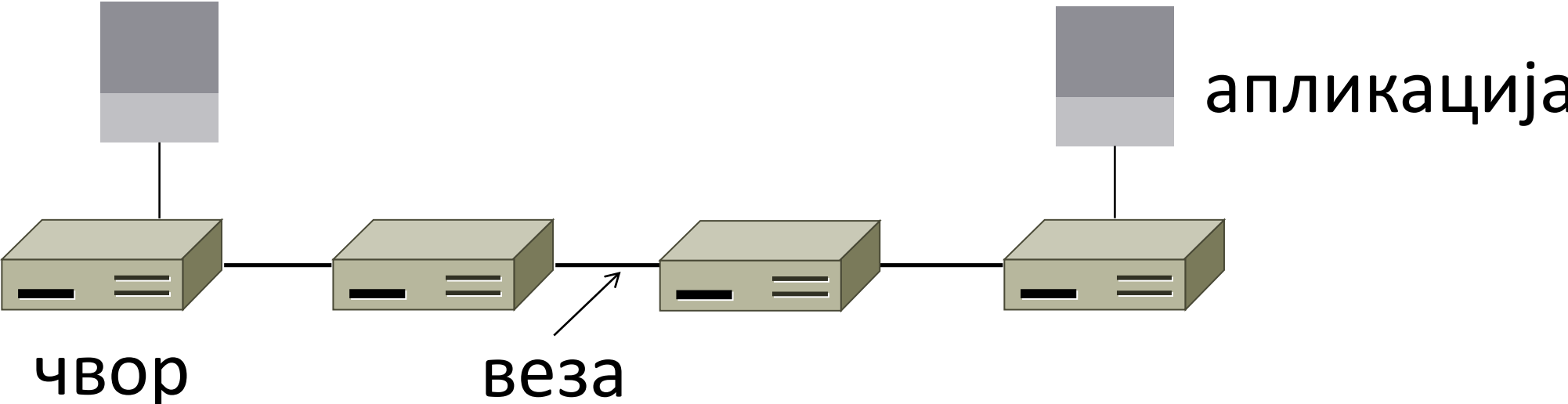
# Повезивање рачунара са уређајима

- Прикупљање података са сензора, манипулација уређајима
  - Нпр., камере, локације на мобилним уређајима, детектори покрета, ...
- Ово је подручје примене у повоју, Интернет за ствари (IoT – Internet of Things)

# Основе рачунарских мрежа

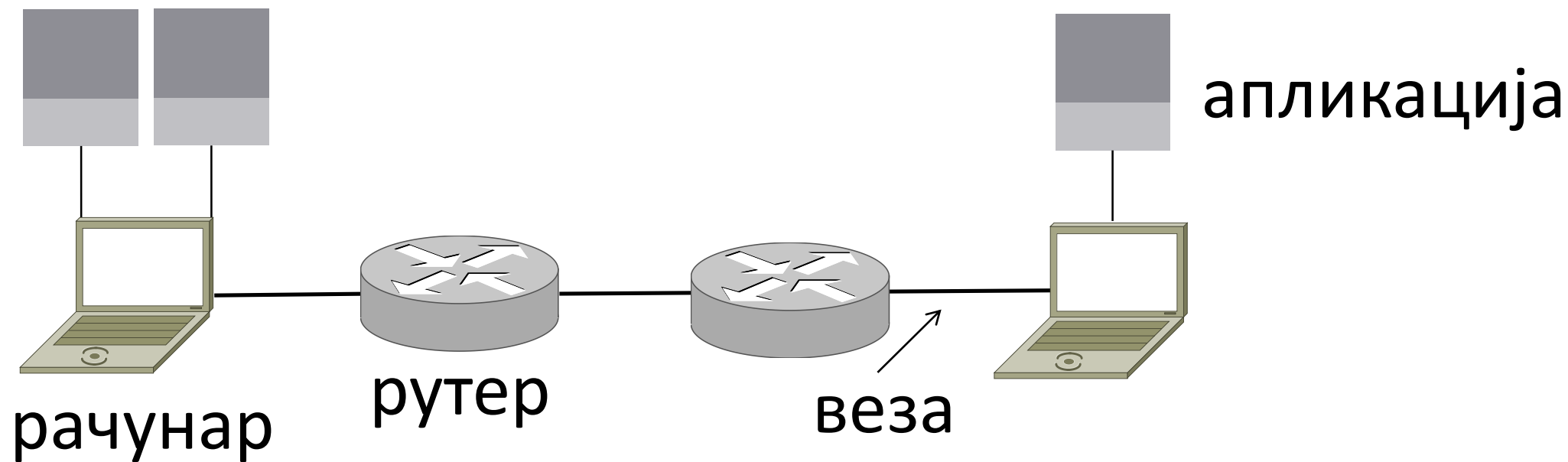
Компоненте мреже

# Делови мреже





## Делови мреже (2)



# Компоненте мреже

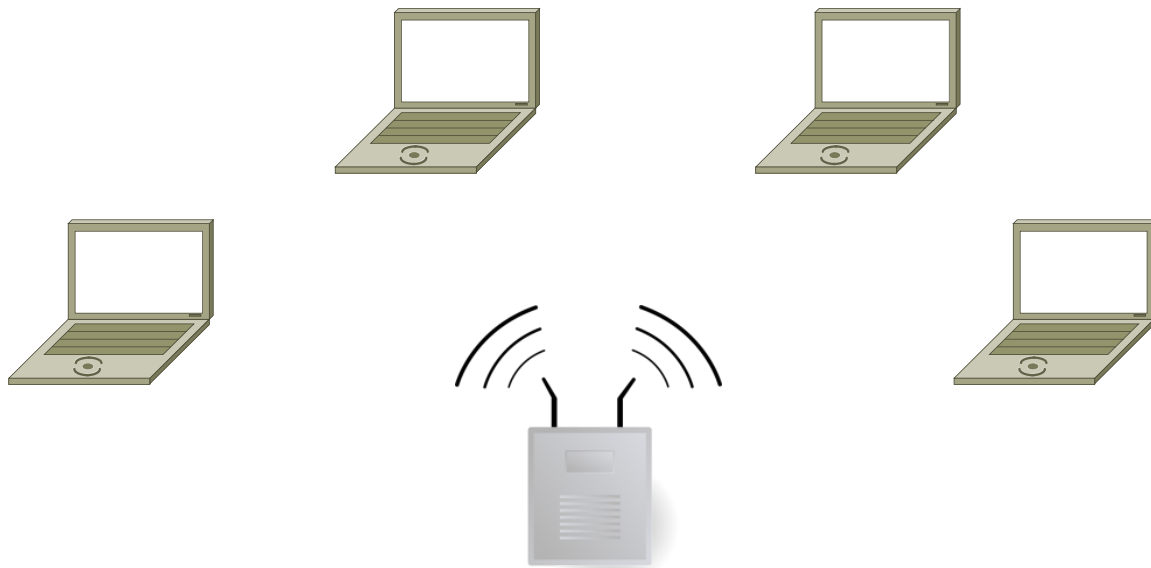
Компонента - називи	Функција	Пример
<u>Апликација</u> , корисник, ...	Користи мрежу	Skype, iTunes, Amazon
<u>Рачунар</u> , или завршни чвор, извор, уређај ...	Подржава апликацију	Лаптоп, мобилни телефон, стони рачунар
<u>Рутер</u> , или усмеривач, средишњи чвор	Прослеђује поруке између чворова	Приступна тачка, кабловски/DSL модем
<u>Веза</u> , или канал	Спаја чворове	Жичани, бежични

# Типови веза

- Пуни дуплекс
  - У оба смера истовремено
- Полу-дуплекс
  - У оба смера
- Симплекс
  - Један смер

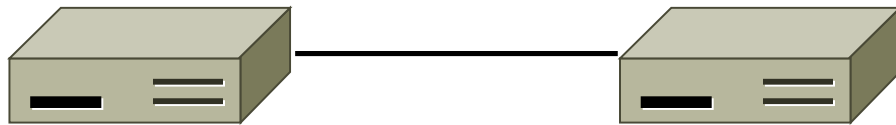
# Бежичне везе

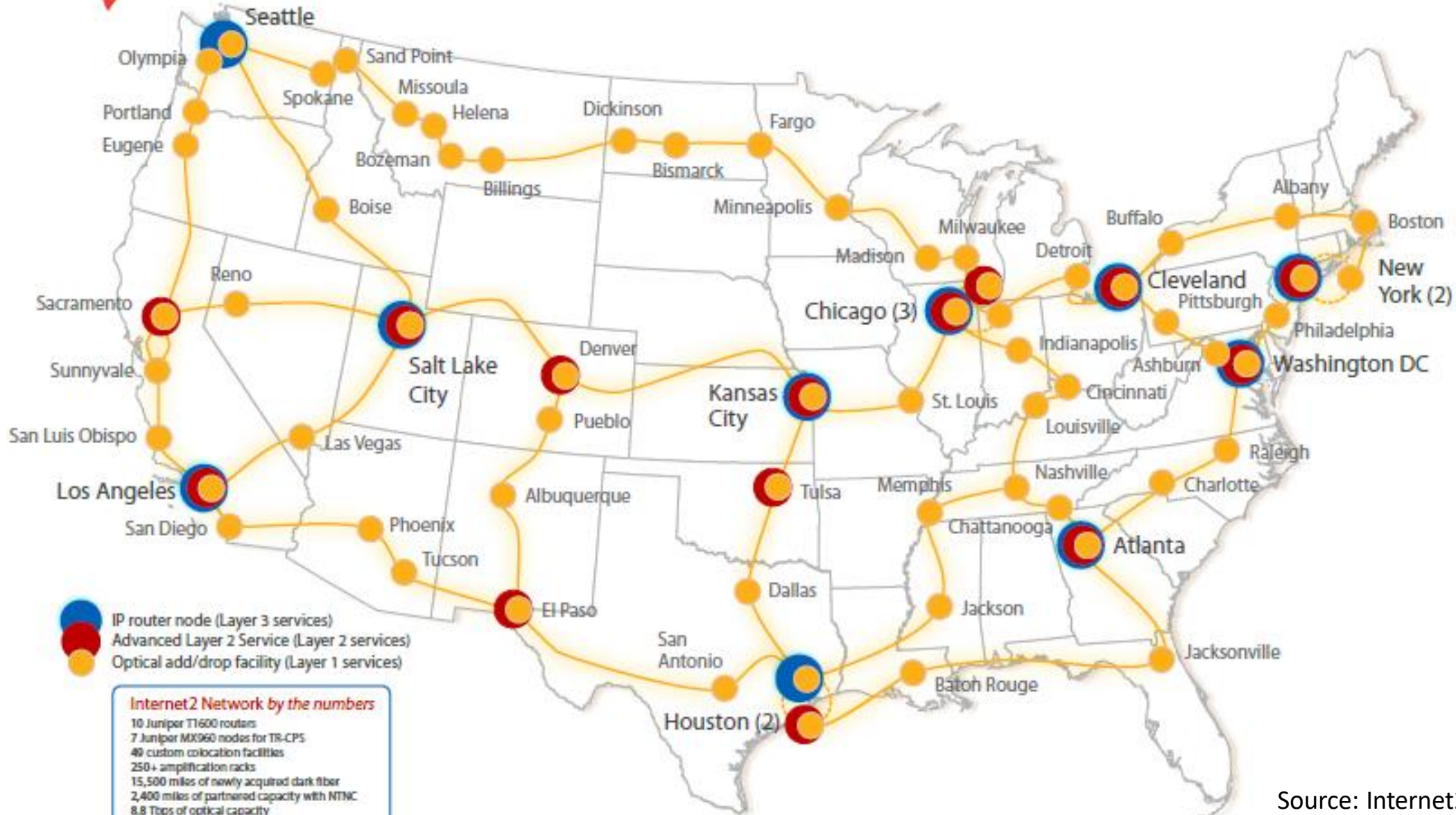
- Порука се емитује
  - Прихватају је сви чворови у опсегу
  - Мешање сигнала



# Мала мрежа

- Повезује неколико рачунара





- IP router node (Layer 3 services)
- Advanced Layer 2 Service (Layer 2 services)
- Optical add/drop facility (Layer 1 services)

**Internet2 Network by the numbers**

- 10 Juniper T1600 routers
- 7 Juniper MX960 nodes for TR-CPS
- 40 custom colocation facilities
- 250+ amplification racks
- 15,500 miles of newly acquired dark fiber
- 2,400 miles of partnered capacity with NTNC
- 8.8 Tbps of optical capacity
- 100 Gbps of IP capacity
- 300+ Ciena ActiveFlex 6500 network elements



IN SUPPORT OF  
**U.S.UCAN**

NETWORK  
PARTNERS

**ciena**

**CISCO**

INDIANA UNIVERSITY

**infinera**

**JUNIPER**  
NETWORKS



Source: Internet2

# Примери мрежа

- [Наведите неколико примера]

# Примери мрежа (2)

- WiFi (802.11)
- Пословне / Ethernet
- ISP (Internet Service Provider)
- Кабловска / DSL
- Мобилна телефонија (2G, 3G, 4G)
- Bluetooth
- Телефон
- Сателити ...



# Рачунарске мреже према димензији

Димензија	Тип	Пример
Непосредна близина	<u>PAN</u> (Personal Area Network)	Bluetooth
Зграда	<u>LAN</u> (Local Area Network)	WiFi, Ethernet
Град	<u>MAN</u> (Metropolitan Area Network)	Кабловска, DSL
Држава	<u>WAN</u> (Wide Area Network)	Велики ISP, нпр. Телеком, SBB
Планета	Internet (мрежа свих мрежа)	Интернет

# Међумреже

- Међумрежа, или интернет, се добија повезивањем више различитих мрежа
- Интернет (велико почетно слово) је интернет који сви користимо

# Основи рачунарских мрежа

Протоколи и слојеви

# Мрежи је потребна модуларност!

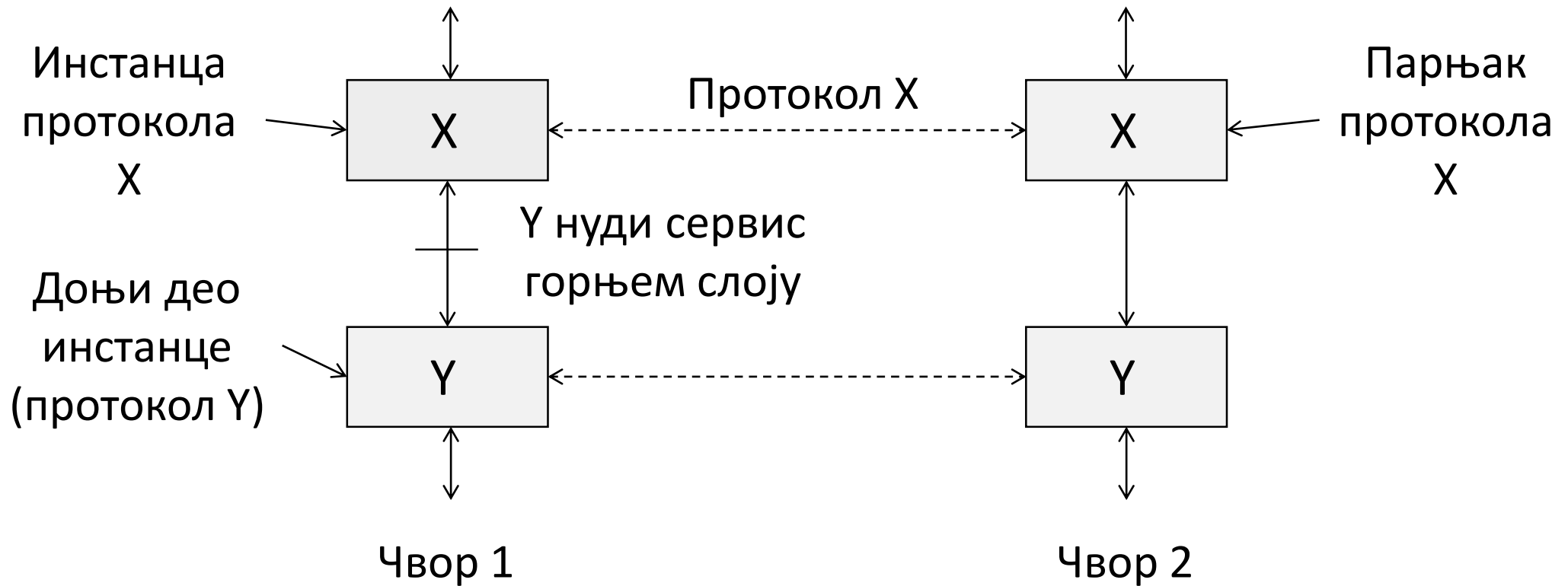
- Шта све мрежа ради за апликације:
  - Прави и прекида конекцију
  - Проналази путању за трансфер података
  - Поуздано шаље податке
  - Шаље податке произвољне величине
  - Брзина слања се прилагођава могућностима мреже
  - Дели проток међу корисницима
  - Омогућава сигуран пренос током транзита
  - Омогућава ново додавање рачунара и уређаја (чворова)
  - ...
- Да би радила све ово, неке ствари се морају раздвојити, неке „ставити испред заграде“ (reuse)...

# Протоколи и слојеви

- Протоколи и слојеви су главни механизам структурирања који мрежи даје модуларност
  - Свака инстанца протокола комуницира виртуелно само са својим парњаком (peer) употребом договорених метода
  - У стварности, они не комуницирају директно, већ свака инстанца користи услуге (services) слоја који је испод

# Протоколи и слојеви (2)

- Протоколи су хоризонтални, слојеви вертикални

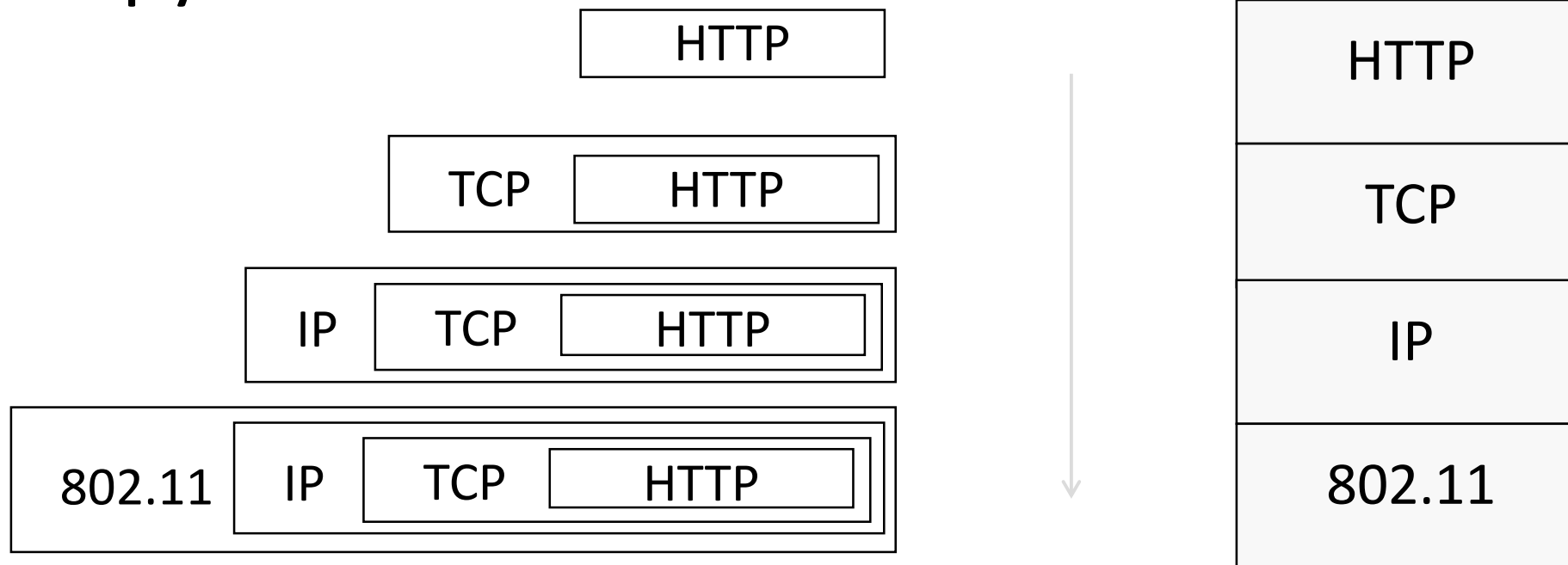


# Енкапсулација

- Енкапсулација је механизам слагања слојева протокола
  - Нижи слој прави омотач око садржаја вишег слоја и додаје своје сопствене информације поруци
  - Попут слања поште у коверти, поштари немају приступ унутрашњости коверте

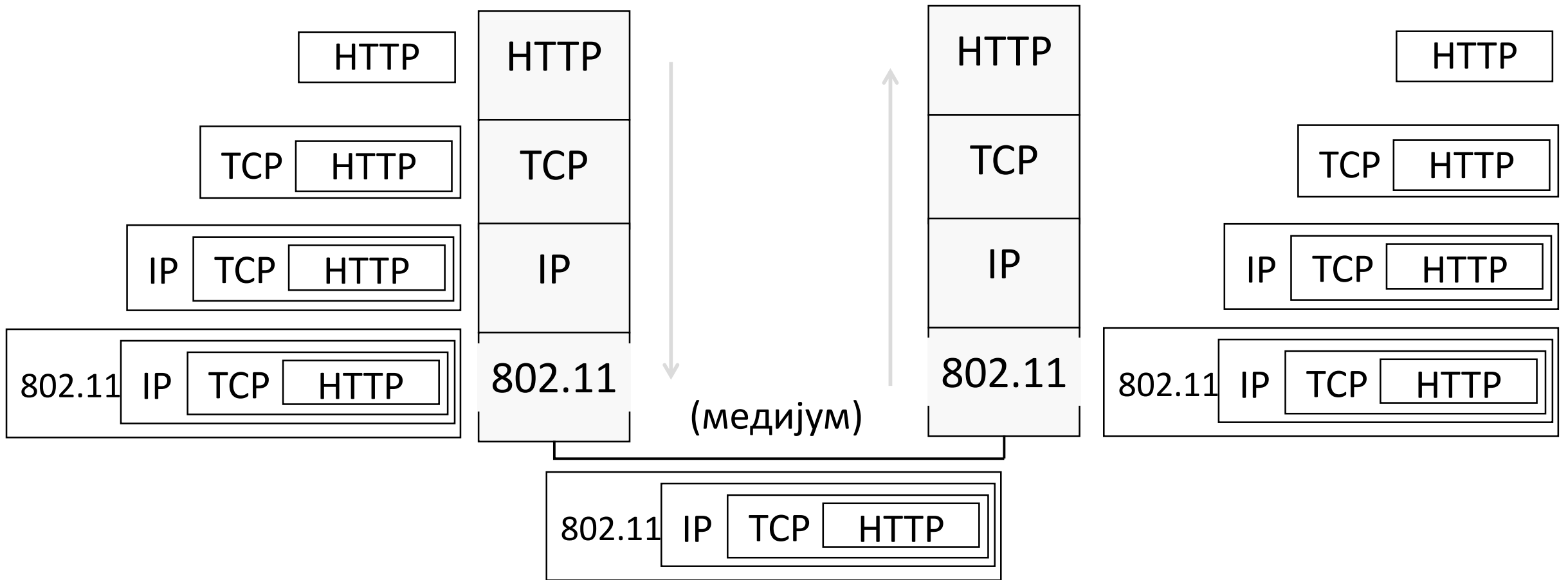
## Енкапсулација (2)

- Садржај нижих слојева је ближи спољашњости поруке





# Енкапсулација (3)



# Основе рачунарских мрежа

Референтни модели протокола и слојева

## Главне дилеме ...

- Коју функционалност имплементира неки слој?
  - Ово је кључно питање дизајна модела
  - Референтни модели одговарају на оваква питања

# OSI Модел са 7 слојева

- Интернационални стандард за повезивање система
  - Утицајан, али не превише коришћен у пракси

7	Application
6	Presentation
5	Session
4	Transport
3	Network
2	Data link
1	Physical

- Функције потребне кориснику, рад са порукама
- Конверзија за различите репрезентације
- Управљање сесијом
- Достављање сегмената (сегментација, потврђивање)
- Адресирање, рутирање пакета, контрола саобраћаја
- Слање оквира (скупова података)
- Слање битова путем реалних физичких канала

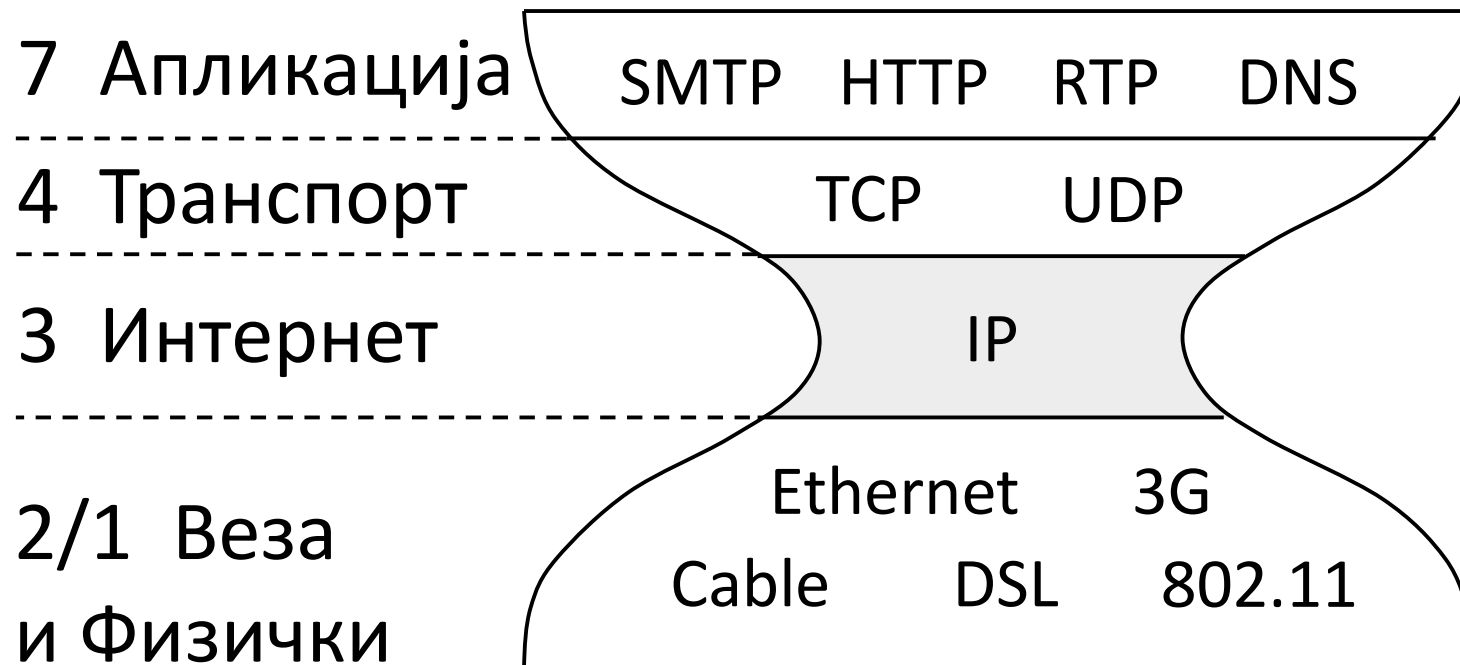
# Интернет Референтни Модел

- Модел са четири слоја заснован на пракси

Апликација	– Програми који користе услуге мреже
Транспорт	– Задужен за размену података између чворова
Интернет	– Слање пакета путем разнородних мрежа
Веза	– Физичко слање података путем медијума

# Интернет Референтни Модел (2)

- IP слој је најтањи по питању броја протокола



# Јединице података у различитим слојевима

<b>Слој</b>	<b>Јединица</b>
Апликативни	Порука
Транспортни	Сегмент
Мрежни	Пакет
Слој везе	Оквир
Физички	Бит

# Називи неких уређаја у мрежи

## Хаб (разводник)

Понавља физички сигнал на све излазе

Физички	Физички
---------	---------

## Свич (скретница)

Усмерава пакете само онима којима су потребни

Веза	Веза
------	------

## Рутер (усмеривач)

Усмерава пакете, али води рачуна и о добрим путањама

Мрежни	Мрежни
--------	--------

Веза	Веза
------	------

