

# **Kompiuterių tinklai**

# Apie ką šis kursas

- Kompiuterių tinklų architektūra
- Įvairūs protokolai
- Bendri kompiuterių tinklų veikimo principai

# Technologijų raida

- Mechaninių technologijų pradžia (18 a.)
- Garo variklių amžius (19 a.)
- Informacijos apyrodojimo amžius (radijas, televizija, telefonija ir kompiuterija)

# Tinklų atsiradimo priežastys

- Brangus ir lėtas duomenų apsikeitimas laikmenomis
- Tikslas spartinti duomenų apdorojimą pasitelkiant daugiau kompiuterių
- Mokslinių tyrimų spartos didinimas
- Verslo efektyvumo didinimas

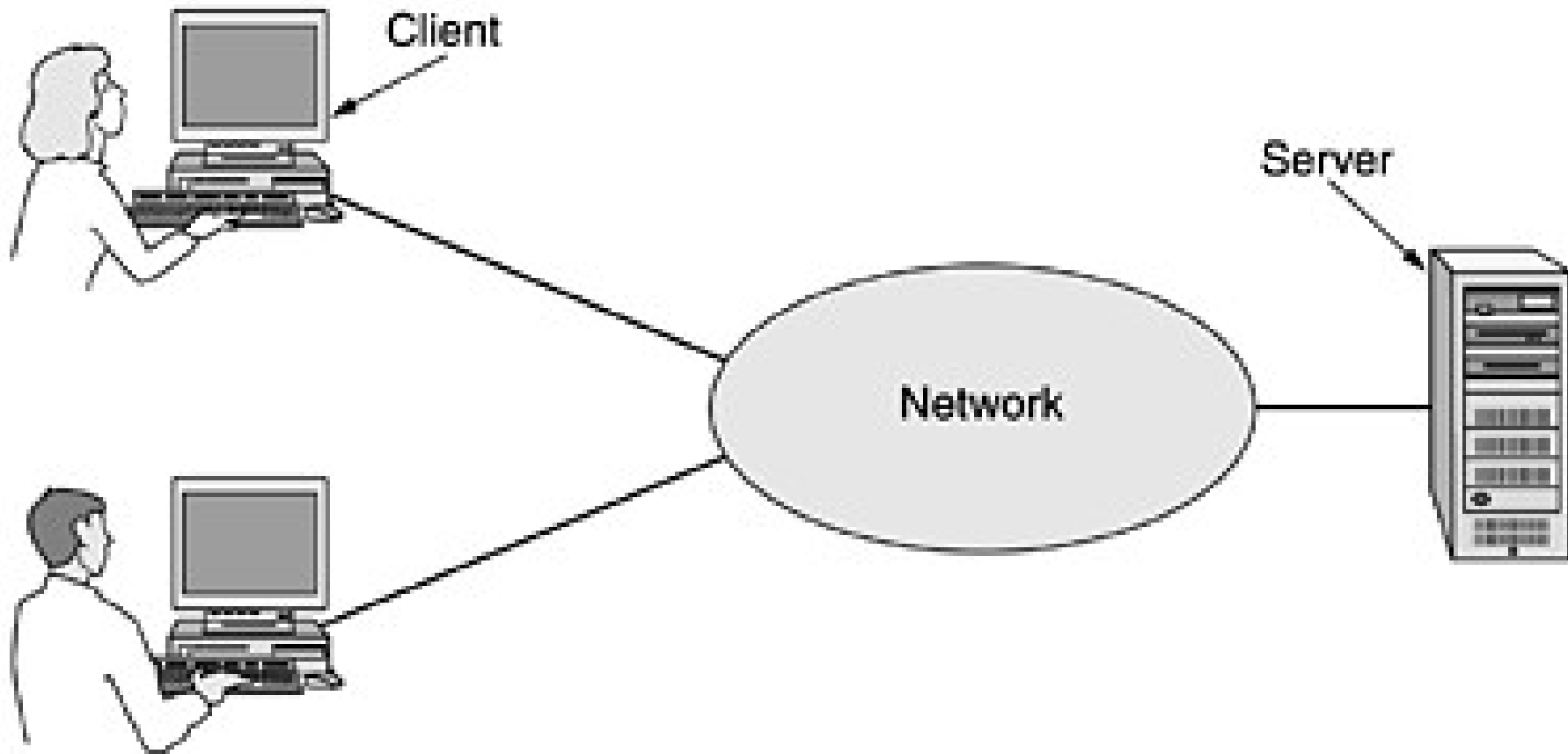
# **Kompiuterių tinklų naudojimas**

- Mokymo įstaigose
- Kompanijose
- Namuose

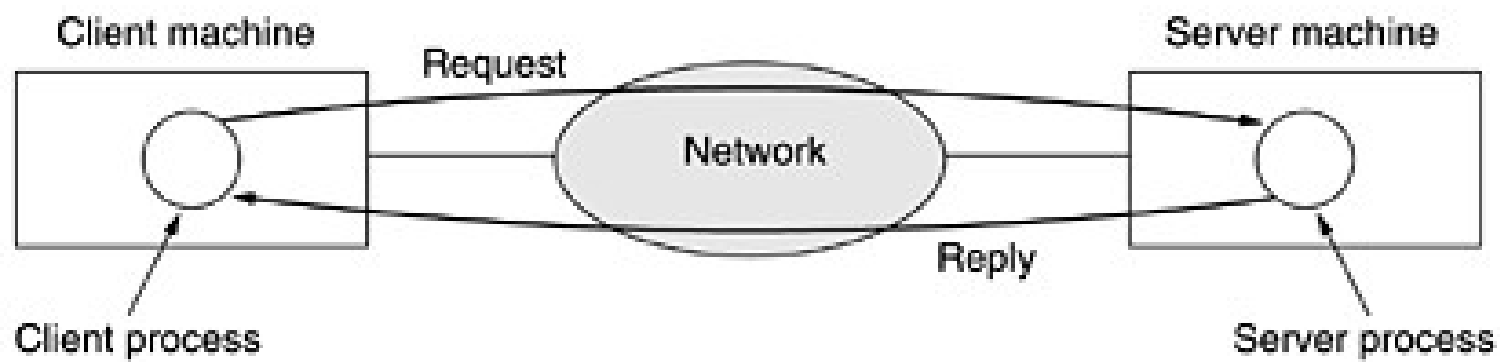
# Kompiuterių tinklų naudojimas

- B2C – “Verslas” - “Vartotojas”
- B2B - “Verslas” - “Verslas”
- G2C - “Vyriausybė” - “Vartotojas”
- C2C - “Vartotojas” - “Vartotojas”

# Abstrakčiai



# Komunikacija





# Komunikacijos tipai

- Klientas su serveriu
  - Tikslas: bendrauti per centrinį mazgą
  - Protokolai: HTTP, POP3,...
- Klientas su klientu (angl. peer-to-peer)
  - Tikslas: decentralizuotas bendravimas
  - Protokolai: SMB, Torrent,...

# Kompiuterių tinklų struktūra

- $\langle \text{Tinklas} \rangle ::= \langle \text{abonentų mazgai} \rangle + \langle \text{transporto terpė} \rangle$
- $\langle \text{abonentų mazgai} \rangle ::= \text{Galutinai tinklo elementai (angl. hosts). Pvz: kompiuteriai, PDA, etc.}$
- $\langle \text{transporto terpė} \rangle ::= \langle \text{komutuojančys mazgai} \rangle + \langle \text{duomenų perdavimo terpė} \rangle$
- $\langle \text{komutuojančys mazgai} \rangle ::= \text{maršrutizatoriai, komutatoriai, etc.}$
- $\langle \text{duomenų perdavimo terpė} \rangle ::= \text{ryšio linijos (vieliniai, bevieliniai) ir kita aparatūra}$

# Kompiuterių tinklų struktūra

- Transporto terpių klasifikacija
  - Pagal srautų komutacijos būdus
  - Pagal duomenų perdavimo būdą
  - Pagal kanalų tipus
  - Pagal topologijas

# **Duomenų srautų komutacijos būdai**

- Kanalų komutacija (angl. circuit switching)
- Paketų komutacija (angl. packet switching)

# **Duomenų perdavimo būdai**

- Analoginis/skaitmeninis
- Sinchroninis/asinchroninis
- Vielinis/bevielis

# Kanalo tipai

- Taškas su tašku (angl. point-to-point)
- Transliacinis kanalas (angl. broadcast)

# Tinklo topologijos

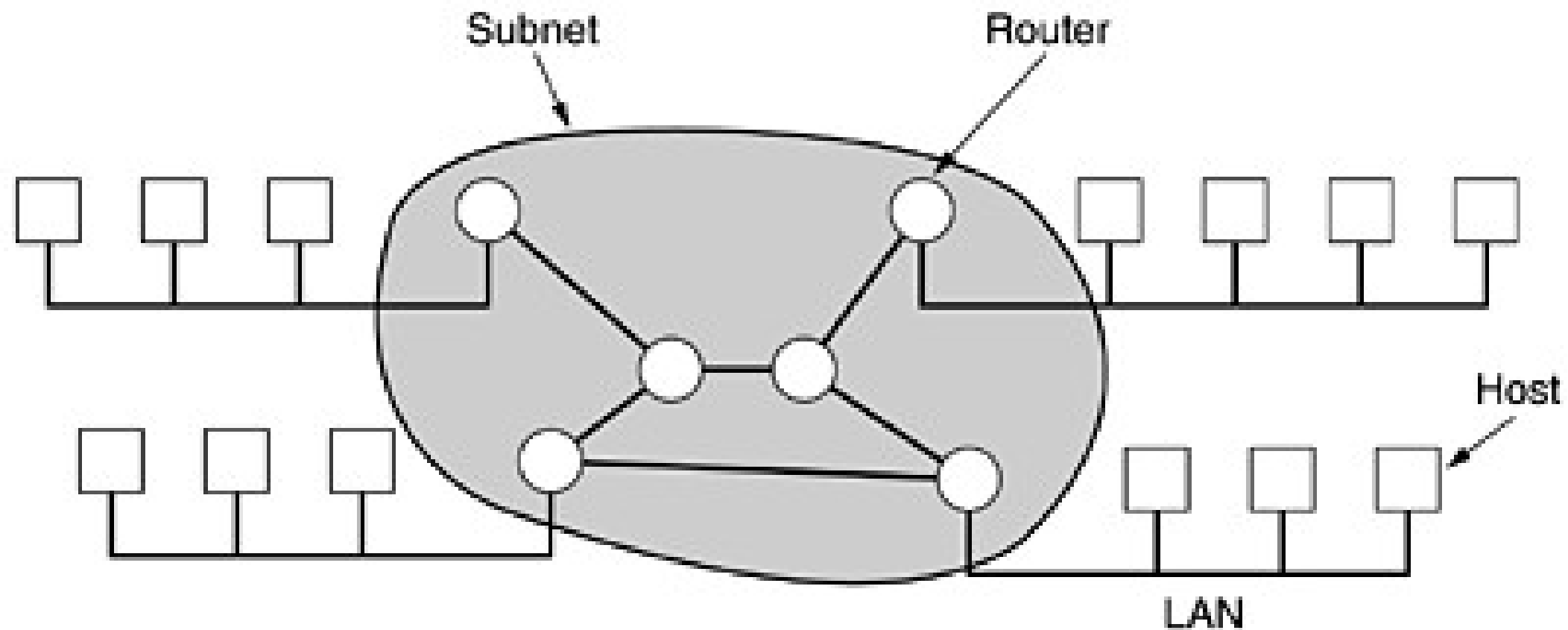
- Magistralė (angl. bus)
- Žiedas (angl. ring)
- Žvaigždė (angl. star)
- Medis (angl. tree)
- Pilnas grafas (angl. mesh)
- Dalinis grafas (angl. partial mesh)
- Hibridinė

# Transporto terpių sujungimas

- Transporto terpės sujungiamos tuomet, kai reikia pateikti galimybę bendrauti mazgams heterogeniniuose tinkluose.
- Tiltai ir šliuzai (bridges, gateways) – terpių sujungimo įranga.
  - Tiltas sujungia 2 terpes.
  - Šliuzas – sujungia architektūriškai skirtingas terpes
- Sujungtų tinklų aibė vadinama tarptinkliu (angl. internet). Tarptinklio pavyzdys – Internetas.



# Transporto terpių sujungimas



# Abonentų mazgai

- Abonentų mazgai - galutiniai tinklo mazgai, komunikuojantys tarpusavyje įvairios programinės įrangos pagalba (http, smtp, dns). Turintys savo adresaciją
- Klientas ir serveris – požiūris į atsakomybių pasiskirstymą sistemoje
- Mobilūs abonentų mazgai – geografiškai migruojantys tinklo segmentai

# Tinklų klasifikacija

- Šiuo metu nėra bendros klasifikavimo sistemos
- Klasifikuojama tiek pagal duomenų perdavimo technologijas tiek pagal tinklų dydį
  - Duomenų perdavimo technologijos priklauso nuo transporto terpės (Ethernet, xDSL, WiFi)
  - Tinklo dydis
    - Klasteris (angl. cluster) - (sistema)
    - Lokalus tinklas - (kambarys, pastatas pastatų kompleksas)
    - Miesto tinklas - (miestas)
    - Regioninis tinklas - (šalis, kontinentas)
    - Tarptautinis tinklas - (planeta)

# Klasifikacija pagal dydį

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

# Klasteris

- Kompiuterių aibė dirbanti kaip viena sistema
- Spartus duomenų perdavimas. Žinomas duomenų perdavimo užlaikymas
- Būdingos tinklo topologijos:
  - Pilnas grafas
  - Nepilnas grafas

# Lokalus tinklas (LAN)

- Lokalus tinklas – (angl. local area network):
  - Māstelis: kambarys, pastatas, pastatų kompleksas
    - Žinomas maksimalus duomenų perdavimo užlaikymas
  - Duomenų perdavimo sistema – dažniausiai transliacinis kanalas
    - Perdavimo greitis 10-100Mbps iki kelių Gbps
  - Topologija:
    - Magistralė
    - Žiedas
    - Žvaigždė
    - Medis

# Miesto tinklas (MAN)

- Miesto tinklas – (angl. metropolitan area network) sujungia pastatus arba visą miestą
  - Kartais naudojami kabelinės televizijos tinklai. Tam nereikalingi komutatoriai, naudojamas vienas arba du kabeliai
- Specialus standartas IEEE 802.6 – DQDB (angl. distributed queue dual bus)

# **Regioninis tinklas (WAN)**

- Regioninis tinklas – (angl. wide area network) apjungia plačias geografines sritis (šalis, kontinentus)
- Dažniausiai naudojamas paketų komutavimas
- Kanalas – “taškas su tašku”



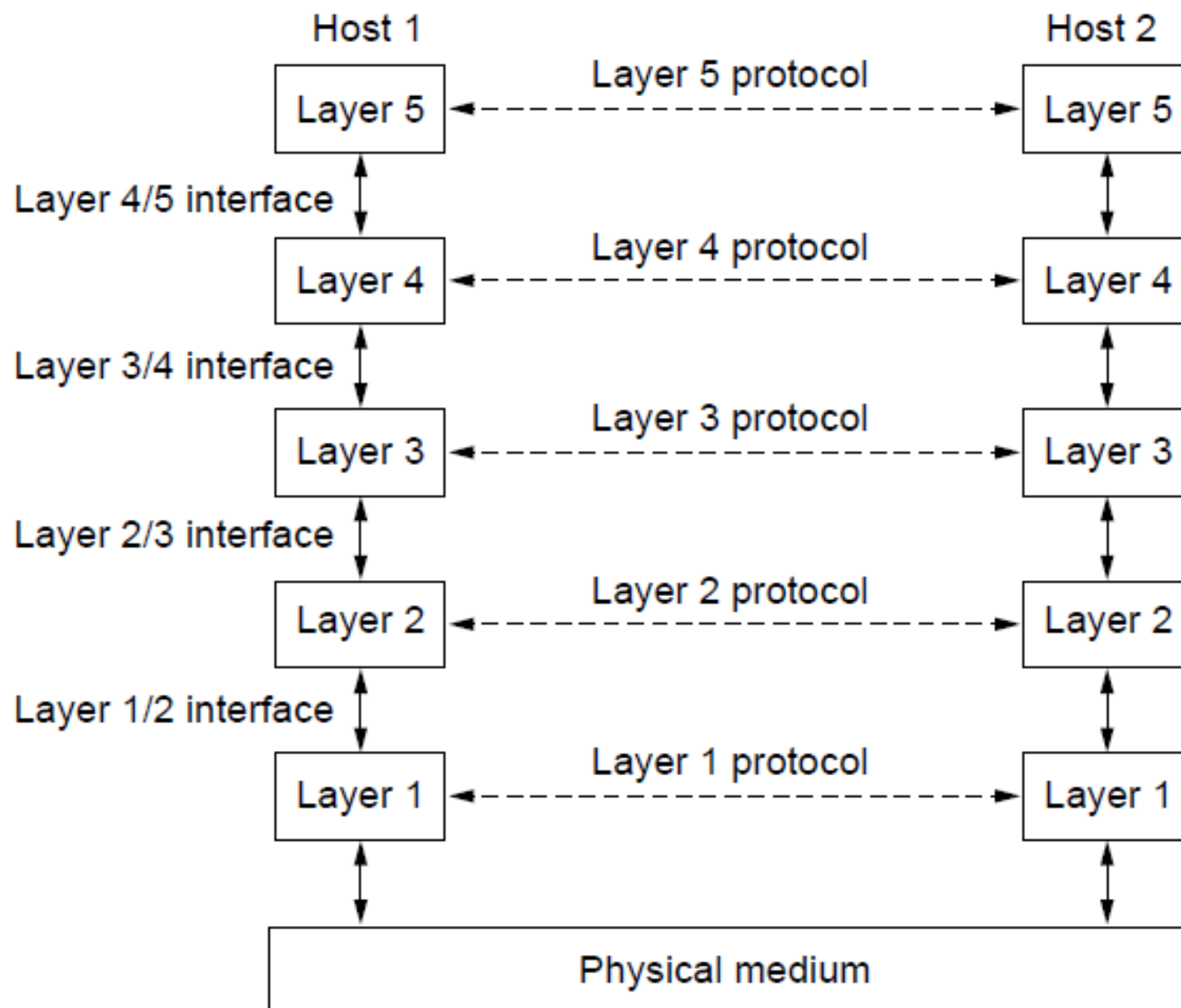
# Tinklo programinės įrangos struktūra

- Protokolų hierarchija – priemonė kovojant su sudėtingumu
- Atviros sistemos
  - Daug lygių
  - Daug sąsajų
  - Bendradarbiavimo ir kompozicijos taisyklės
- Kiekvieno lygio paskirtis -
  - Teikti tam tikrą servisą aukštesniems lygiams
  - Padaryti aukštesnius lygius nepriklausomus nuo apatinių lygių realizacijos

# Tinklo programinės įrangos struktūra

- Tinkluose lygis  $n$  yra atsakingas už ryšio sukūrimą ir palaikymą s lygiu  $n$  kitoje mašinoje
- *Protokolas* – taisyklės, susitarimai, duomenų struktūros, kurios naudojamos ryšiui užmegzti, palaikyti, duomenų perdavimui tarp vienodų lygių skirtingose mašinose

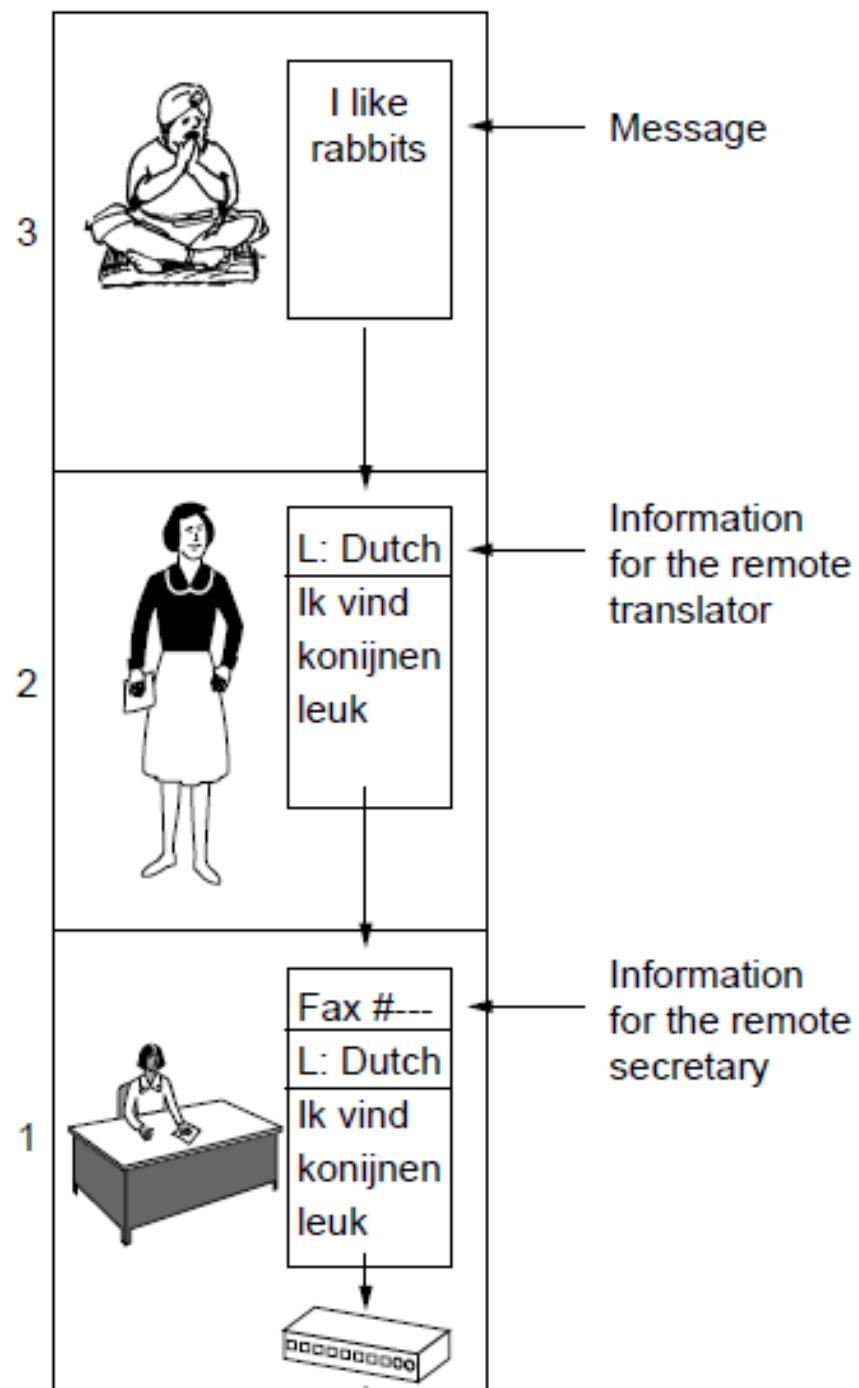
# Protokolų hierarchija



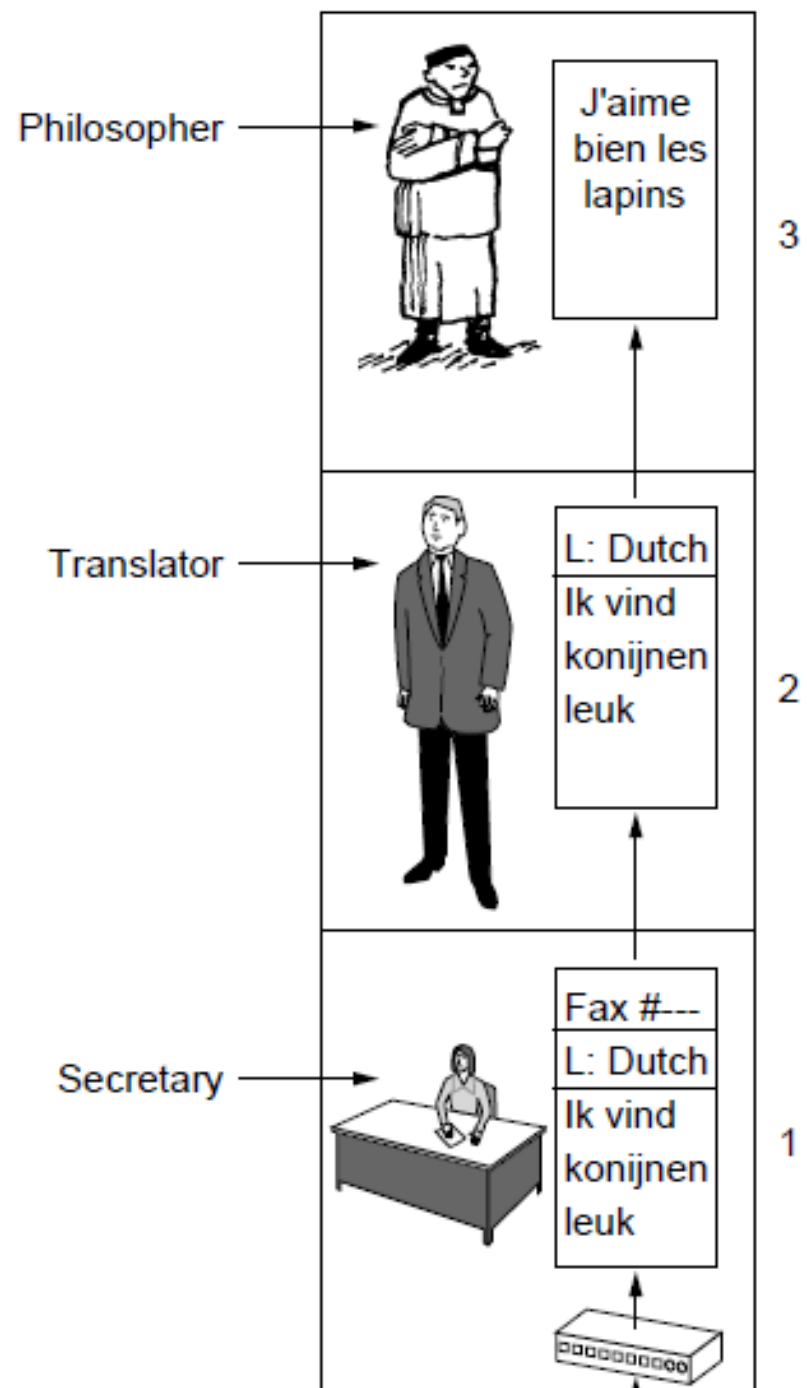
# Problemos sprendžiamos kiekviename lygyje

- Kiekviename lygyje reikia turėti siuntėjų ir gavėjų nustatymo mechanizmą
- Duomenų perdavimo taisyklės
  - simplex/half-duplex, full-duplex
  - Virtualių kanalų skaičius vienam sujungimui ir jų prioritetai
- Klaidų aptikimas ir taisymas
- Pradinės duomenų tvarkos išsaugojimas siunčiant

## Location A



## Location B



# Problemos sprendžiamos kiekviename lygyje

- Kiekviename lygyje reikalingas mechanizmas, kuris neleis “užsikimšti” gavėjo buferiui.
- Pranešimo ilgio nustatymas
  - Pranešimų skaidymas ir surinkimas
  - Ką daryti jei procesas siunčia labai trumpus pranešimus
- Virtualių kanalų multipleksavimas ir demultipleksavimas
- Maršruto parinkimas

# Architektūra ir sąsaja

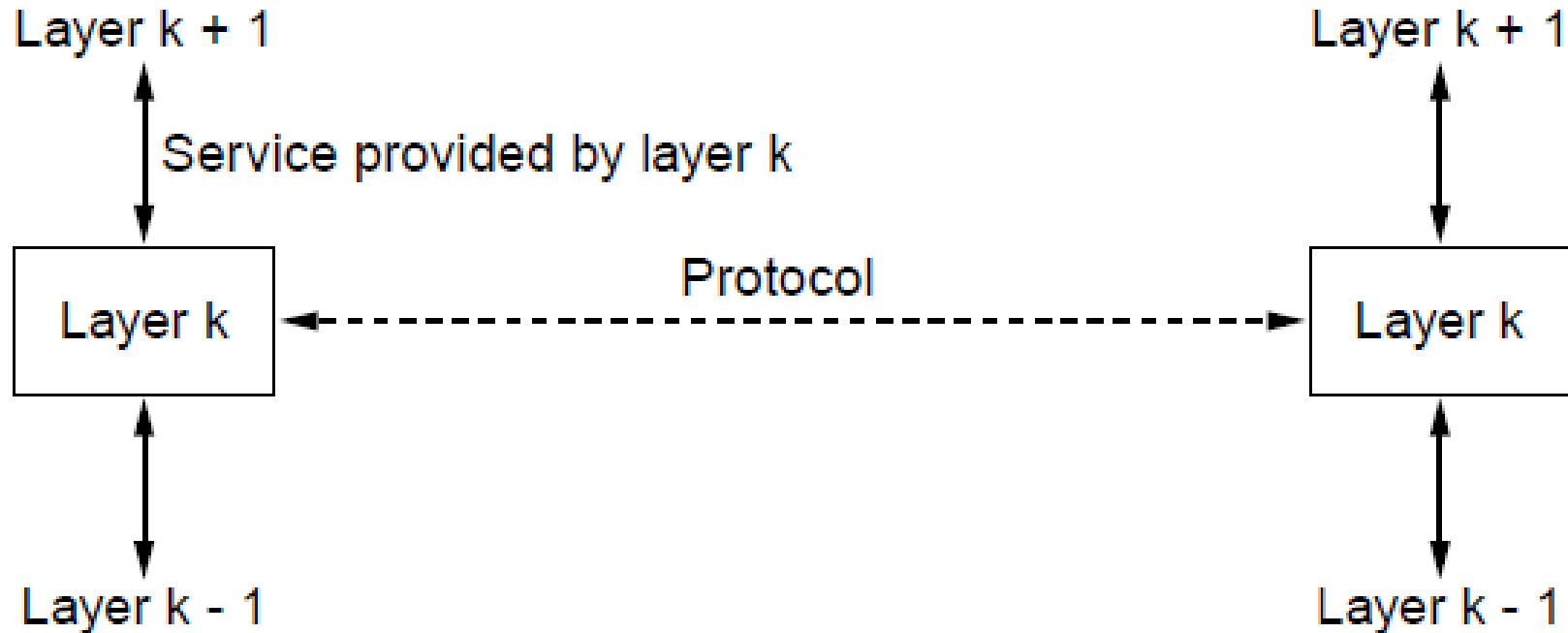
- *Sąsaja* – apibrėžia kokius primityvus ir kokias paslaugas žemesnysis lygmuo pateikia aukštesniajam
- Lygių ir protokolų rinkinys vadinamas *tinklo architektūra*.
  - Realizacijos klausimai ir sąsajų apibrėžimai nėra architektūra
- *Protokolų stekas* – konkrečių protokolų rinkinys

# Sąsaja ir servisas

- Vieno lygio esybė (peer)
- Serviso naudotojai ir tiekėjai
- Serviso pasiekimo taškai - SAPs (angl. service access points)
- Sąsaja tarp dviejų lygių apibrėžia, kaip vyksta informacijos apsikeitimas tarp jų
  - Esybės perduoda IDU (interface data unit) per pasiekimo tašką
  - IDU susideda iš SDU (service data unit) ir valdymo informacijos
    - SDU perduodamas per tinklą vieno lygio esybėmis
    - Valdymo informacija reikalinga žemesniam lygiui teisingai perduoti SDU



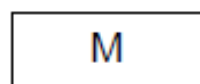
# Protokolai ir servisai



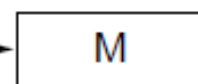
- *Servisas* apibrėžia kokias operacijas lygis gali vykdyti naudotojams užklausus, bet nieko nesako kaip tos operacijos realizuotos
- Interfeisas apibrėžia, kaip pasiekti servisą
- *Protokolas* – taisyklių, apibrėžiančių paketų, kadru, pranešimų, kuriais bendrauja vieno lygio esybės formatus, rinkinys
- Protokolai ir servisai nėra surišti

Layer

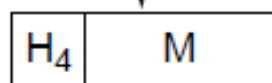
5



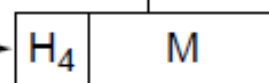
Layer 5 protocol



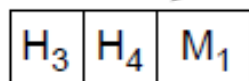
4



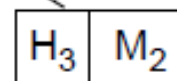
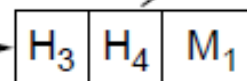
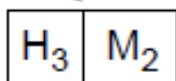
Layer 4 protocol



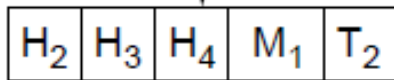
3



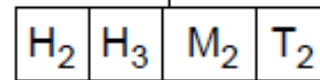
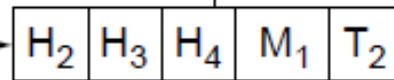
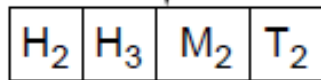
Layer 3 protocol



2



Layer 2 protocol



1

Source machine

Destination machine



# Servisų tipai ir klasės

- Kontaktiniai ir nekontaktiniai servisas
  - *Kontaktinis servisas* (angl. connection-oriented) – iš pradžių užmezga ryšį, o tik tada teikia servisą. Pvz: telefonų tinklai
  - *Nekontaktinis servisas* (angl. Connectionless) – veikia kaip pašto tarnyba. Kiekvienas pranešimas keliauja gavėjui, nepriklausomai nuo kitų.
- Kiekvienas servisas gali būti charakterizuojamas kokybe
  - Patikimumas – papildomos išlaidos patvirtinimui
  - Struktūros palaikymas arba baitų srautas

# Skirtingi serviso tipai

		Service	Example
Connection-oriented	{	Reliable message stream	Sequence of pages
		Reliable byte stream	Movie download
		Unreliable connection	Voice over IP
		Unreliable datagram	Electronic junk mail□
Connection-less	{	Acknowledged datagram	Text messaging
		Request-reply	Database query

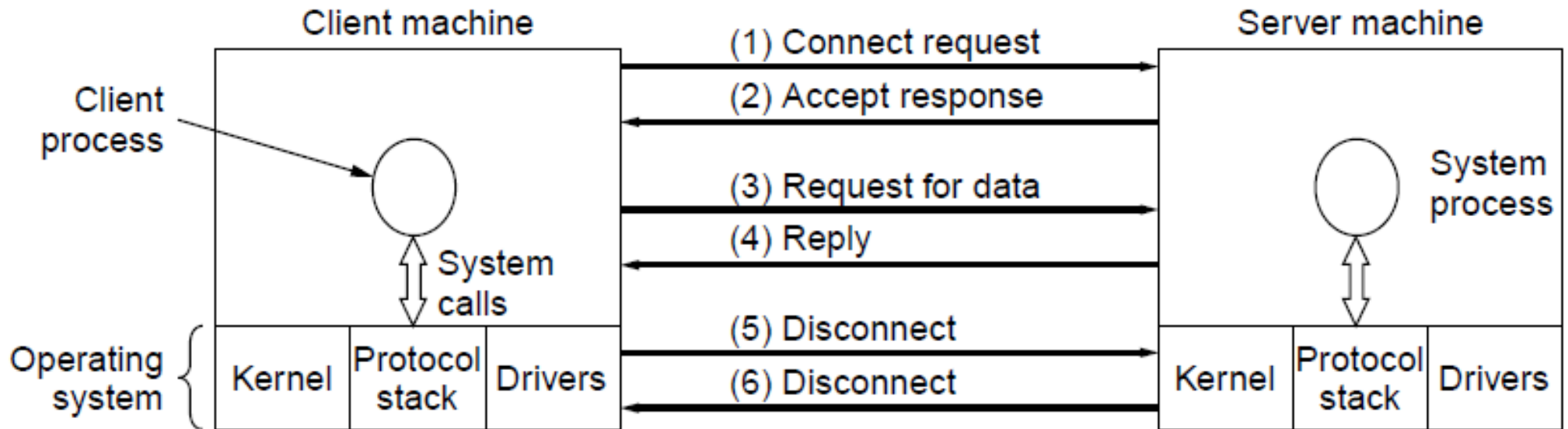
# Serviso privityvai

- Formaliai servisas apibrėžia privityvių operacijų aibę, kurių pagalba naudotojas arba esybė gauna servisą
- Servisas gali būti patikimas – su patvirtinimais ar nepatikimas – be patvirtinimų

# Serviso privityvai

Privityvas	Funkcija
LISTEN	Blokuotis, laukiant prisijungimo
CONNECT	Prisijungti prie laukiančios esybės
ACCEPT	Priimti ir apdoroti prisijungimą
RECEIVE	Blokuotis, laukiant ateinančio pranešimo
SEND	Išsiųsti pranešimą esybei
DISCONNECT	Nutraukti ryšį su esybe

# Serviso primitivų pavyzdys



# Komunikacijos pavyzdys

- |                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. CONNECT.request        | - Alisa surinko Bobo telefono numerį |
| 2. CONNECT.indication     | - Bobas girdi skambutį               |
| 3. CONNECT.response       | - Bobas pakelia telefono ragelį      |
| 4. CONNECT.confirm        | - Alisa girdi, kad Bobas atsiliepė.  |
| 5. DATA.request           | - Alisa siūlo susitikti susitikti.   |
| 6. DATA.indication        | - Bobas išgirdo siūlymą.             |
| 7. DATA.request           | - Bobas sutinka.                     |
| 8. DATA.indication        | - Alisa girdi atsakymą.              |
| 9. DISCONNECT.request     | - Bobas padeda ragelį.               |
| 10. DISCONNECT.indication | - Alisa girdi, kad Bobas atsijungė.  |