

Kompiuterių tinklai

Pirma paskaita (1.1 - 1.4 skyriai)

lekt. Vytautas Jančauskas

Informacija apie kursą

Vertinimas

- ▶ Atsiskaitymo būdas: egzaminas raštu + pratybų užduotys.
- ▶ Pratybų įvertinimas: maksimum 4 balai.
- ▶ Egzamino įvertinimas: maksimum 6 balai.
- ▶ Pratybų vertinimas:
 - ▶ 1.0 balo už pirmą užduotį
 - ▶ 1.5 balo už antrą užduotį
 - ▶ 1.5 balo už trečią užduotį

Pratybų užduotys

- ▶ Galima surinkti keturis balus.
- ▶ Visos užduotys yra parašyti programą. Galima programuoti tomis kalbomis kurias leidžia pratybų dėstytojas. Kaip minimum programos turi būti priimamos C\C++\Java kalbomis.
- ▶ Pirmą užduotį būtina atlikti C kalba.
- ▶ Užduotys:
 - ▶ I užduotis: realizuoti paprastą klientą ir serverį (1.0 balo)
 - ▶ II užduotis: realizuoti klientą pagal pasirinktą RFC (1.5 balo)
 - ▶ III užduotis: realizuoti maršrutizavimo protokolą (1.5 balo)
- ▶ Reikia atsiskaityti bent dvi pratybų užduotis norint būti prileistam prie egzamino.

Pratybų atsiskaitymo tvarka

- ▶ Atsiskaitymai nepriimami po paskutinių pratybų (jokių atsiskaitymų per perlaikymų sesiją).
- ▶ Per paskutinį semestro mėnesį per vieną pratybų užsiėmimą galima atsiskaityti tik vieną užduotį.
- ▶ Už kiekvieną pavėluotą savaitę atsiskaitymo galutinis įvertinimas mažinamas po 0.2 balo.

Egzamino vertinimo tvarka

- ▶ Maksimalus egzamino įvertinimas: 6 balai.
- ▶ Egzaminas bus sudarytas iš šešių uždavinių kuriems išspręsti reikia žinoti dėstomą teoriją. Kiekvienas uždavinys vertinamas vienu balu. Pilnai išsprendus uždavinį gaunamas vienas balas, priešingu atveju uždavinys vertinamas nulių balų.
- ▶ Kiekvienos paskaitos pabaigoje bus pateikiama nuo 5 iki 10 užduočių. Šešios egzamino užduotys bus atsitiktinai parenkamos iš visų šių užduočių. Skaitykite kad tai yra egzamino bilietai.
- ▶ Egzamino trukmė - viena valanda.

Literatūra

- ▶ Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall - Computer Networks (pagrindinė kurso knyga);
- ▶ Randall Rustin - Computer Networks;
- ▶ V. S. Bagad, L. A. Dhotre - Computer Networks;

Kompiuterių tinklai ir jų panaudojimas

Kas yra kompiuterių tinklai?

- ▶ Kokios technologijos naudojamos istorijose pamokose kaip turėjusios didelę įtaką 18-o ir 19-o amžiaus visuomenių formavimuisi?
- ▶ Kokią technologiją žmonės ateityje įvardins kaip nusakančią mūsų (dvidešimtą - dvidešimt pirmą) amžius?
- ▶ Terminą **kompiuterių tinklas** naudosime apibūdinti kažkokiam skaičiui autonominių kompiuterių sujungtų tarpusavyje naudojant kažkokią konkrečią technologiją. Du kompiuteriai laikomi tarpusavyje sujungtais jeigu jie gali keistis informacija.
- ▶ Kompiuterių tinklai jungiami tarpusavyje į didesnius tinklus. Geriausiai žinomas ir turbūt didžiausias iš tinklų sudarytas tinklas yra Internetas.

Kompiuterių tinklų panaudojimas versle (I)

- ▶ Pirmas išskirtinas panaudojimas yra resursų dalijimuisi.
- ▶ Siekiama padaryti programas, įrenginius ir ypač duomenis prieinamus visiems darbuotojams.
- ▶ Pavyzdžiui nebūtina ir neoptimalu pirkti kiekvienam darbuotojui nuosavą spausdintuvą ar atsarginių kopijų darymo juostinį įrenginį. Paprasčiau kai vieną printerį gali naudoti visi iš savo darbo vietos kompiuterių.
- ▶ Kitas pavyzdys tai duomenys kuriuos naudoja daug darbuotojų, pavyzdžiui klientų anketos.
- ▶ Tam dažniausiai naudojamas kliento-serverio modelis. Kai paslaugą teikia serveris o ją naudoja darbuotojai iš savo darbo vietos kompiuterių.

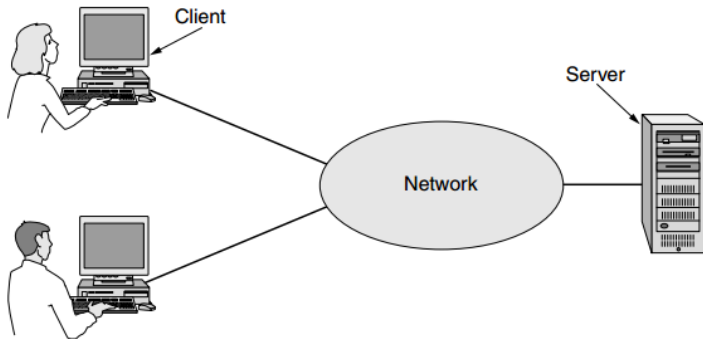


Figure 1-1. A network with two clients and one server.

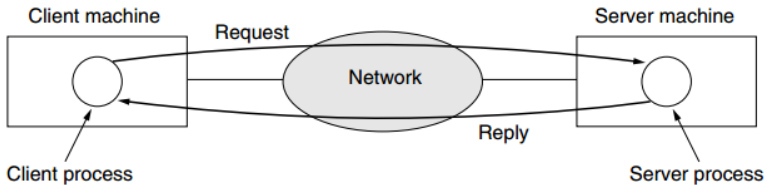


Figure 1-2. The client-server model involves requests and replies.

Kompiuterių tinklų panaudojimas versle (II)

- ▶ Antras išskirtinas panaudojimas yra darbuotojų komunikacijai.
- ▶ Kompiuterių tinklai yra galingas įrankis darbuotoju dalykiniam bendravimui.
- ▶ Pagrindinis įrankis turbūt vis dar išlieka elektroninis paštas.
- ▶ Taip pat versle bendravimui, ypač su partneriais esančiais užsienyje, naudojama internetinė telefonija ir VoIP paslaugos.
- ▶ Taip pat reiktų paminėti tokias technologijas kaip darbatalio pasidalinimas “Desktop Sharing” ar kitas leidžiančias dviem ar daugiau darbuotojų dirbti taip tarsi sėdėtų greta. MadEye pvz. leidžia keliems žmoniams kartu redaguoti programos kodą.
- ▶ Kitos, ambicingesnės, technologijos, tokios kaip telemedicina taip pat galbūt bus pradėtos plačiau naudoti.

Kompiuterių tinklų panaudojimas versle (III)

- ▶ Trečias išskirtinas panaudojimas yra elektroninė prekyba “E-Commerce”.
- ▶ Vis labiau populiarėja prekyba internetu.
- ▶ Pvz. aš nelabai įsivaizduoju kitą būdą pirkti lėktuvo bilietams ar užsakyti viešbutį nei internetu.
- ▶ Dažnai perkamos prekės ir paslaugos kurių Lietuvoje sunku gauti.
- ▶ Kiti pavyzdžiai yra programų parduotuvės mobiliems įrenginiams.

Kompiuterių tinklų panaudojimas namuose (I)

- ▶ Dauguma žmonių perka kompiuterius dėl interneto prieigos.
- ▶ Internete ieškoma informacijos ir pramogų.
- ▶ Lengvai prieinama informacija apie menus, verslą, istoriją, hobius, mokslą, sportą, keliones ir kitas žmonėms rūpinčias sritis.
- ▶ Pramogų internete yra daugiau nei galima paminėti, o dalies geriau ir neminėti.

Kompiuterių tinklų panaudojimas namuose (II)

- ▶ Dauguma informacijos internete pasiekama naudojant kliento-serverio modelį.
- ▶ Kitas populiarus modelis yra peer-to-peer, trumpinama P2P.
- ▶ Naudojant P2P klientai jungiami ir keičiasi informacija tarpusavyje, kartais nesant centralizuoto serverio.
- ▶ Naudojant P2P modelį keičiamasi failais, bendraujama.
- ▶ Galima iš dalies teikti kad populiarios paslaugos kurios laikomos veikiančios pagal kliento-serverio modelį tokios kaip elektroninis paštas ar Facebook iš tikro veikia pagal P2P modelį.

Kompiuterių tinklų panaudojimas namuose (III)

Šiuo metu populiarios paslaugos:

- ▶ Apsikeitimas pranešimais (instant messaging), pvz. Skype, įvairūs XMPP klientai.
- ▶ Twitter
- ▶ Wikipedia
- ▶ Socialiniai tinklai, pvz. Facebook.
- ▶ YouTube, SoundCloud, Netflix ir kitos vaizdo ir muzikos transliavimo paslaugos.

Elektroninės komercijos tipai

Vienas galimas elektroninės komercijos tipų klasifikavimo būdas pateikiamas žemiau.

Trump.	Pilnas pavadinimas	Pavyzdys
B2C	Business-to-consumer	Knygų užsakymas internetu
B2B	Business-to-business	Mašinų gamintojas užsako padangas iš tiekėjo
G2C	Government-to-consumer	Mokestinės anketos prieinamos internetu
C2C	Consumer-to-consumer	Naudotų daiktų pardavimas interneto aukcionuose
P2P	Peer-to-peer	Muzikos dalinimasis internetu

Table : Kai kurie elektroninės prekybos tipai.

Ubiquitous computing

- ▶ Vis daugiau prietaisų naudojamų buityje yra jungiami į tinklus.
- ▶ Pavyzdžiui jūsų elektros, dujų ir vandens skaitliukai galėtų automatiškai perduoti parodymus per internetą.
- ▶ Dūmų detektorius galėtų automatiškai iškviesti gaisrinę vietoj to kad vien skleisti gaisrą.
- ▶ Elektros įtampos lizdai ir juos jungiantys laidai gali būti naudojami komunikacijai tarp visų elektros energiją naudojančių prietaisų.
- ▶ Vis plačiau naudojama RFID (Radio Frequency IDentification) technologija skirta sekti ir identifikuoti daiktams prie kurių pritaisyti specialūs RFID žymekliai.

Mobilūs tīklai (I)

- ▶ Didelē daļis mobiliųjų įrenginių patrauklumo slypi tame, kad jie leidžia turėti Interneto prieigą visur.
- ▶ Tai pasiekama naudojant mobiliųjų telefonų tinklus arba bevielius tinklus 802.11 standarto pagrindu - populiariai vadinamus "wireless" tinklais.
- ▶ Bevielio tinklo prieigos taškai prieinami daugumoje įstaigų tokių kaip kavinės, oro uostai, viešbučiai ir t.t.
- ▶ Tai reiškia, kad turėdamas išmanųjį telefoną arba nešiojamą kompiuterį gali dirbti ar ieškoti informacijos, pramogauti visur.

Mobilūs tīklai (II)

Keli mobiliu tīklu lietotāju pavyzdžiai:

- ▶ Taksistai, krovinų vežėjai, žmonės užsiimančys remontu, kuriems pranešama apie užsakymus ir pan. per mobilius įrenginius.
- ▶ Armija, kuri negali tikėtis lengvai pasinaudoti svetimos šalies egzistuojančia tīklų infrastruktūra.

Bevieliai tinklai ir mobilūs įrenginiai

Bevielis	Mobilus	Tipinis taikymas
Ne	Ne	Staliniai kompiuteriai ofise
Ne	Taip	Nešiojamas kompiuteris viešbučio kambaryje
Taip	Ne	Tinklai pastatuose be tinklinės infrastruktūros
Taip	Taip	Parduotuvės inventORIZAVIMAS nešiojamu įrenginiu

Table : Beviųjų tinklų ir mobiliųjų įrenginių kombinacijos.

Mobilūs tinklai (III)

- ▶ Mobilūs telefonai yra vienas pagrindinių mobilių tinklų variklių.
- ▶ Išmanieji telefonai apjungia telefonus ir asmeninius kompiuterius į vieną.
- ▶ Yra kitų įrenginių naudojančių mobilius tinklus - knygų skaitytuvai, elektroniniai nuotraukų rėmeliai ir pan.
- ▶ Naudojant GPS (Global Positioning System) įrenginius įmontuotus mobiliuose telefonuose ir kituose įrenginiuose galima kurti programas atsižvelgiančias į naudotojo buvimo vietą.
- ▶ Mobilioji komercija (m-commerce) leidžia apmokėti paslaugas naudojant mobiliąjį telefoną.
- ▶ Kita: sensorių tinklai, dėvimi kompiuteriai.

Socialiniai aspektai

Socialiniai kompiuterių tinklų aspektai (I)

- ▶ Kompiuterių tinklai įgalina paprastus žmones dalintis savo ir kitų žmonių sukurtu turiniu lengviau nei bet kada.
- ▶ Kol šnekama apie techninius dalykus, hobius ir pan. didelių problemų nekyla.
- ▶ Problemos atsiranda kai šnekame apie politiką, religiją, nacionalinius jausmus, seksą ir pan.
- ▶ Dalis žmonių laikosi principo “gyvenk ir leisk gyventi” kiti mano, kad niekas neturėtų būti pasmerktas patirti tai kas jiems nepatinka. Taip atsiranda raginimų cenzuruoti tam tikras nuomones, pornografiją ir pan.
- ▶ Papildomų komplikacijų atsiranda dėl skirtingų įstatymų skirtingose šalyse.

Socialiniai kompiuterių tinklų aspektai (II)

- ▶ Buvo raginimų padaryti interneto paslaugų tiekėjus atsakingus už per juos transliuojamą turinį. Argumentas prieš - paslaugų tiekėjai, kaip telefono operatoriai nėra atsakingi ir neturėtų reguliuoti to ką naudodamiesi jų paslaugomis daro žmonės.
- ▶ Kita problema yra kai interneto paslaugų tiekėjai pradeda cenzuruoti turinį dėl savų priežasčių. Pavyzdžiui kai jiems atrodo per brangu leisti didelius duomenų srautus kokius naudoja pvz. BitTorrent paslaugų naudotojai.
- ▶ “Net neutrality” principas sako, kad internetu perduodami duomenys neturėtų būti diskriminuojami pagal jų turinį ar šaltinį.
- ▶ Autorinių teisių pažeidimai yra kita problematiška sritis.

Socialiniai kompiuterių tinklų aspektai (III)

- ▶ Kompiuterių tinklai įgalina lengvai perduoti duomenis. Jie taip pat įgalina lengvai pažiūrėti kokie duomenys siunčiami.
- ▶ Darbdaviai skaito darbuotojų elektroninį paštą.
- ▶ Vyriausybės renka informaciją apie tai ką daro šalies gyventojai.
- ▶ Dažnai piliečiai šnipinėjami nepaisant šalies įstatymų nes šnipinėjimo faktą sunku įrodyti. O įrodžius sunku kažką dėl to padaryti.
- ▶ Puslapiai seka naudotojų naršymo įpročius per “cookie” bylas.

Socialiniai kompiuterių tinklų aspektai (IV)

- ▶ Google sistemos skaito jūsų Gmail laiškus ir parenka pagal jų turinį reklamas.
- ▶ Mobiliojo ryšio operatoriai visada žino jūsų vietą, gali sekti kur lankotės, pvz. medicinos įstaigas ar pramogų vietas.
- ▶ Tam tikrą pavojų kelia ir netiksli, pavyzdžiui medicininė, informacija randama internete.
- ▶ Dalis informacijos yra tiesiog nepageidaujama, tarkime brukalas.
- ▶ Užkrėtus jūsų kompiuterį tam tikra programa jis gali būti paverstas nepageidajamų laiškų ar DDoS atakų siuntimo įrankiu. Jūsų bankų slaptažodžiai gali būti pavogti.
- ▶ “Phishing” atakos siekia socialinės inžinerijos pagalba išgauti konfidencialius duomenis iš jūsų.

Socialiniai kompiuterių tinklų aspektai (V)

- ▶ Antra vertus, kompiuterių tinklai įgalina ir anonimiškumą. Galite pranešti valdžios, dėstytojų ar kitų asmenų nelegalias veiklas anonimiškai, nebijodami pasekmių.
- ▶ Dauguma šių problemų galėtų būti išspręstos jeigu kompanijos atsakingai žiūrėtų į saugumą. Jei visos žinutės būtų šifruojamos ir autentifikuojamos būtų mažiau pagundos “blogai elgtis” iš valdžios ir kompanijų pusės.
- ▶ Dalis problemų yra sukeliama nekokybiškai parašytos programinės įrangos.
- ▶ Kompiuterių tinklai sukelia problemų ir dėl pasenusios teisinės bazės. Jeigu lošimai yra legalūs UK ir lošimų bendrovės keliai į internetą ką daryti jei bendrovė, serveriai ir lošėjai visi yra skirtingose šalyse?

Tinklų tipai

Tinklų skirstymas pagal paketų perdavimo būdą

- ▶ Yra du pagrindiniai duomenų perdavimo būdai tinkluose:
 1. Transliavimo (**broadcast**) jungtys.
 2. Taškas į tašką (**point-to-point**) jungtys.
- ▶ Taškas į tašką jungtys naudojamos sujungti du konkrečius kompiuterius. Kai duomenys perduodami iš vieno kompiuterio kitam kompiuteriui toks perdavimo būdas vadinamas **unicasting**.
- ▶ Tinkluose kur naudojamas **broadcast** metodas tas pats paketas yra išsiunčiamas visiems tinkle esantiems kompiuteriams. Kompiuteriai tada pagal pakete nurodytą adresą patikrina ar paketas skirtas jiems.
- ▶ **Broadcast** tipo jungtys naudojamos bevieliuose tinkluose.

Tinklų skirstymas pagal mastelį

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

Figure 1-6. Classification of interconnected processors by scale.

Asmeninės erdvės tinklai

- ▶ Naudojami sujungti įrenginiams esantiems maždaug tokiu atstumu kiek galima pasiekti ranka.
- ▶ Tam tikra prasme klaviatūra, pelė, spausdintuvas sudaro asmeninės erdvės tinklą.
- ▶ Kitas pavyzdys būtų prie kompiuterio prijungtas mobilus telefonas.
- ▶ Viena pagrindinių technologijų tokiems tinklams yra **Bluetooth**.
- ▶ Tokie tinklai gali būti kuriami ir kitų technologijų pagrindu, pvz. **RFID**.

Lokalūs tinklai (I)

- ▶ Lokalūs tinklai (Local Area Networks) naudojami sujungti kompiuteriams esantiems viename name, bute, ofise ar gamykloje.
- ▶ Dabar lokaliems tinklams dažnai naudojami bevieliai prieigos taškai naudojantys **IEEE 802.11 (WiFi)** standartą.
- ▶ Laidiniai tinklai yra pranašesni visais atžvilgiais išskyrus patogumą ir kainą.
- ▶ Populiariausias laidinių tinklų standartas yra **Ethernet** arba **IEEE 802.3**.

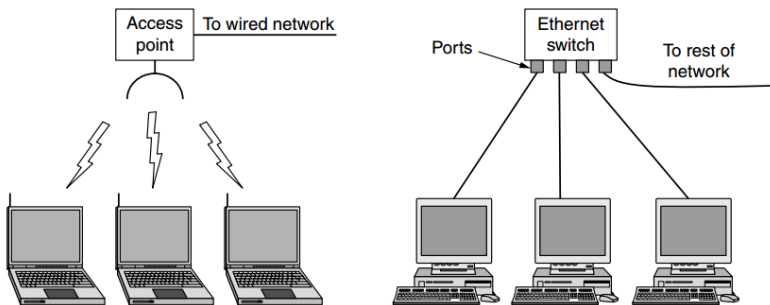


Figure 1-8. Wireless and wired LANs. (a) 802.11. (b) Switched Ethernet.

Lokalūs tīklus (II)

- ▶ Didelēse organizācijas vienas **LAN** gali būtī padalintas ī kelis, pavyzdžiui po vienā kiekvienam nepriklausomam padaliniui. Tam naudojami **Virtual Local Area Network** arba **VLAN**.
- ▶ **VLAN** kuriami kaip papildomas abstrakcijos lygis virš egzistuojančio **LAN**. Kitaip tariant **VLAN** egzistuoja programiniame lygmenyje.
- ▶ Kitas lokalaus tinklo pavyzdys kai įrenginiai namuose sujungiami į tinklą. Kol kas tokie tinklai menkai paplitę, bet ateityje, kai vis daugiau įrenginių gaminami su tinklo įranga tai paplis plačiau.
- ▶ Vienas iš būdų sujungti įrenginius namuose į tinklą yra naudojant maitinimo tinklus, kadangi įrenginiai ir taip į juos jungiami. Tačiau šie tinklai turi savų problemų.

Miesto tinklai

- ▶ Geriausiai žinomi miesto tinklai yra kabelinės televizijos tinklai.
- ▶ Vėliau kabelinės televizijos tinklai, su nedideliais pakeitimais buvo pritaikyti internetui.
- ▶ WiMAX technologija kuriama su tikslu padaryti bevielį internetą prieinamą miesto ar šalies lygiu.

Didelio ploto tinklai (I)

- ▶ **Wide Area Networks (WAN)** padengia didelį plotą, tokį kaip šalis arba žemynas.
- ▶ Jie kuriami įvairiai:
 1. Kompanija gali naudoti savo linijas sujungti toli vienas nuo kito esančius ofisus.
 2. Gali naudoti interneto infrastruktūrą.
 3. Gali nuomotis jungtis iš interneto paslaugų tiekėjo.

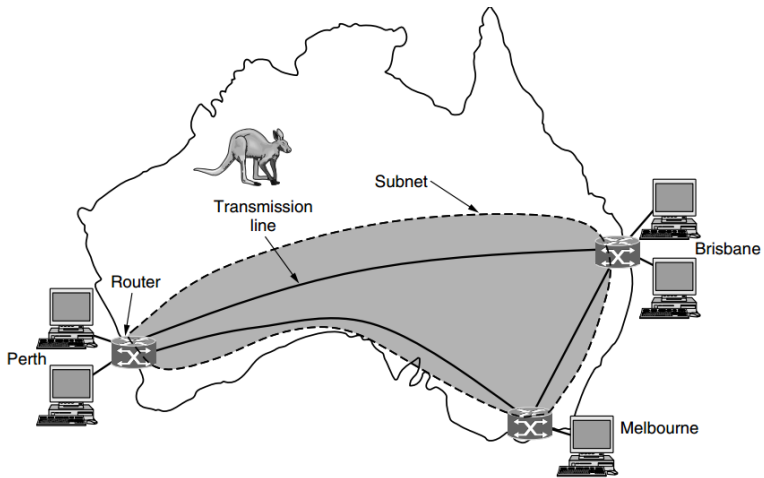


Figure 1-10. WAN that connects three branch offices in Australia.

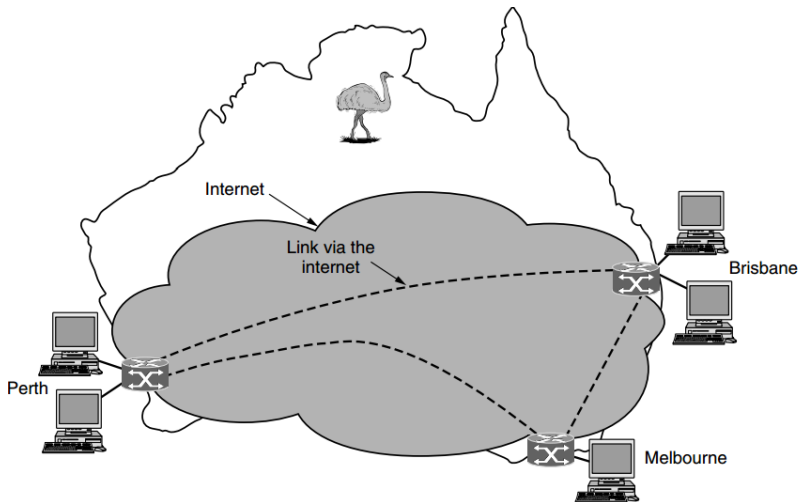


Figure 1-11. WAN using a virtual private network.

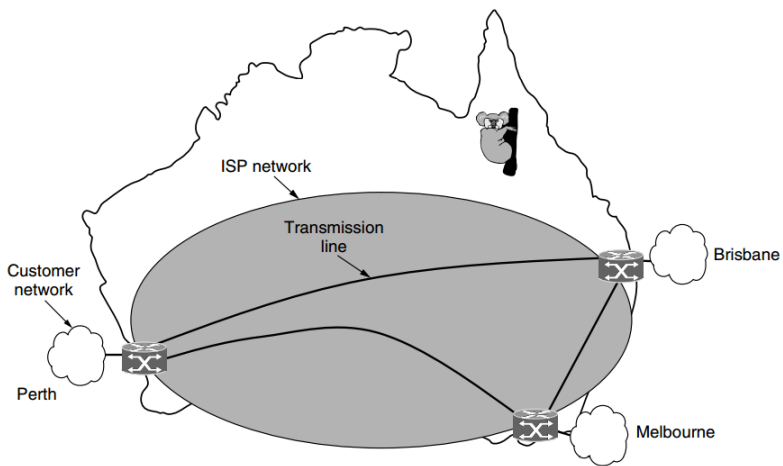


Figure 1-12. WAN using an ISP network.

Didelio ploto tinklai (II)

- ▶ Kiti **WAN** naudoja bevielės technologijas. Palydovinėse sistemose kiekvienas kompiuteris turi anteną kuria gali siųsti ir gauti duomenis per palydovą esantį orbitoje aplink žemę. Šie tinklai yra **broadcast** tipo ir naudingiausi ten kur ši savybė yra svarbi.
- ▶ Mobilųjų telefonų tinklai yra kitas **WAN** pavyzdys naudojantis bevielės technologijas. Mobilūs tinklai jau praėję tris kartas, ateina ketvirtoji. Pirmoje kartoje balsas buvo perduodamas analoginiu būdu. Antroje kartoje balsas buvo perduodamas skaitmeniniu būdu. Trečioje kartoje skaitmeniniu būdu jau gali būti perduodami ir duomenys.
- ▶ Mobilųjų tinklų duomenų perdavimo greitis dabar yra 1Mbps kaimynystėje, kai tuo tarpu **WiFi** leidžia greičius 100Mbps kaimynystėje.

Internetworks

- ▶ Pasaulyje egzistuoja daug tinklų, naudojančių skirtingas technologijas ir programinę įrangą.
- ▶ Kai tinklai jungiami tarpusavyje tai vadinama **internetwork** arba **internet**.
- ▶ Geriausiai žinomas tokio tinklo pavyzdys yra **Internetas**.
- ▶ Įranga (tame tarpe ir programinė) leidžianti sujungti du skirtingus tinklus ir teikianti “vertėjavimo” paslaugas vadinama **gateway**.

Servisai ir protokolai

Tinklų programinė įranga (I)

- ▶ Siekiant supaprastinti tinklų kūrimo užduoties sudėtingumą, tinklai organizuojami sluoksniais.
- ▶ Kiekvienas sluoksnis naudoja sluoksnį esantį po juo atlikti vis aukštesnio lygio funkcijas.
- ▶ Tai panašu į programavime naudojamus duomenų slėpimo, enkapsuliacijos, abstrakčių duomenų tipų ir objektinio programavimo metodus.
- ▶ Sluoksnis n viename kompiuteryje bendrauja su sluoksniu n kitame kompiuteryje naudodamas sluoksnio n **protokolą**.

Tinklų programinė įranga (II)

- ▶ Komunikacija tarp dviejų sluoksnių vyksta naudojant **interfeisą**.
- ▶ **Interfeisas** nusako kokias primityvias operacijas žemesnis sluoksnis leidžia naudoti aukštesniam, kad šis atliktų savo funkciją.
- ▶ Sluoksniai ir protokolai nusako **tinklo architektūrą**.
- ▶ Visų naudojamų protokolų sąrašas pasluoksniui sudaro **protokolų steką**.

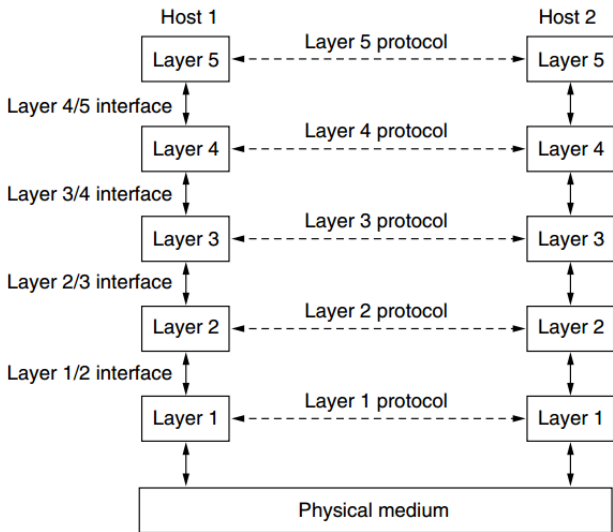


Figure 1-13. Layers, protocols, and interfaces.

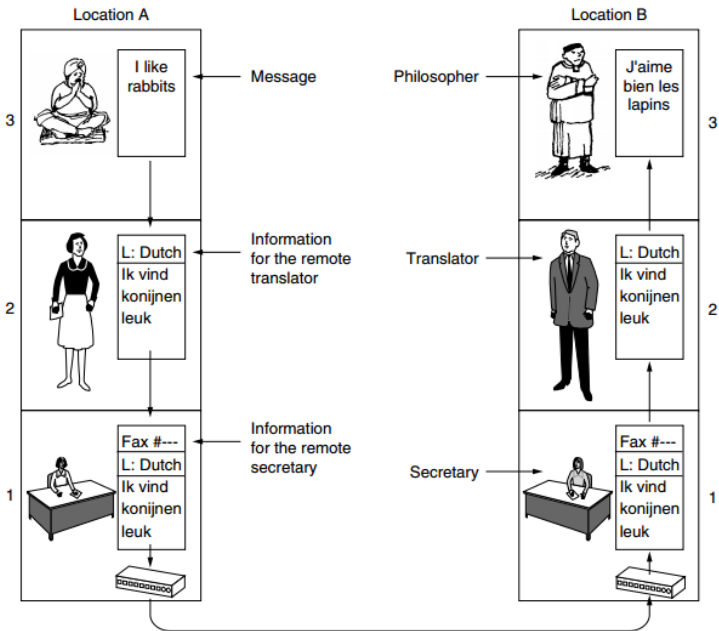


Figure 1-14. The philosopher-translator-secretary architecture.

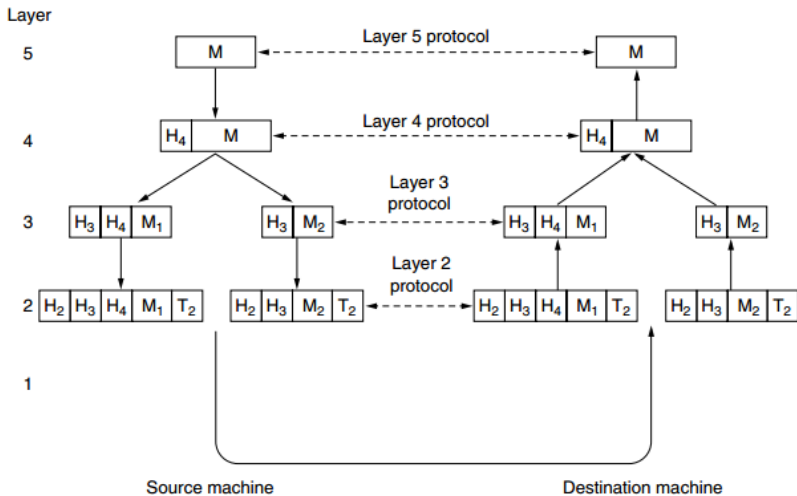


Figure 1-15. Example information flow supporting virtual communication in layer 5.

Paslaugos su sujungimu ir be

- ▶ Paslaugos su sujungimu (**Connection-oriented**) veikia panašiai kaip telefonas, sujungiama su adresatu, keičiamasi informacija, padedemas ragelis. Tinkluose sukuriamas sujungimas, juo naudojamas, sujungimas panaikinamas.
- ▶ Paslaugos be sujungimu (**connectionless**) veikia panašiai kaip paštas. Reikalinga informacija padalinama žinutėmis ir jos siunčiamos atskirai, nepriklausomai viena nuo kitos.

Patikimos ir nepatikimos paslaugos

- ▶ Paslaugos su ir be sujungimo gali būti toliau klasifikuojamos pagal patikimumą.
- ▶ Paslauga yra patikima jeigu ji nepraranda duomenų.
- ▶ Naudojant failų parsisiuntimui būtina patikima paslauga.
- ▶ Naudojant VoIP paslaugas patikimumas nebūtinai, svarbiau uždelsimas ir perdavimo greitis.
- ▶ Nepatikimos paslaugos be sujungimo vadinamos **datagramomis**.

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

Figure 1-16. Six different types of service.

Servisų primityvai

- ▶ Paslaugos **servisai** formaliai nusakomos **primityvų** aibėmis, kurie prieinami procesams norintiems naudoti šias paslaugas.
- ▶ Primityvai pasako servisui atlikti kokį nors veiksmą.
- ▶ Jeigu protokolo stekas yra operacinės sistemos dalis, dažnai šie primityvai yra sisteminiai kvietiniai.

Primitive	Meaning
LISTEN	Block waiting for an incoming connection
CONNECT	Establish a connection with a waiting peer
ACCEPT	Accept an incoming connection from a peer
RECEIVE	Block waiting for an incoming message
SEND	Send a message to the peer
DISCONNECT	Terminate a connection

Figure 1-17. Six service primitives that provide a simple connection-oriented service.

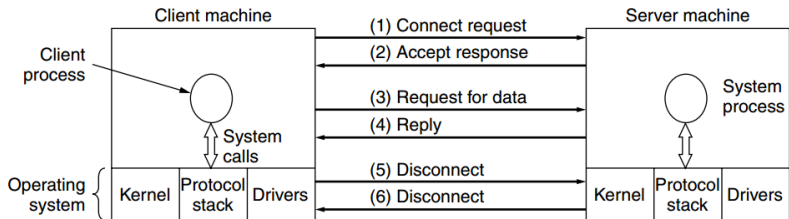


Figure 1-18. A simple client-server interaction using acknowledged datagrams.

Ryšys tarp servisų ir protokolų

- ▶ Servisai ir protokolai yra skirtingi dalykai.
- ▶ Servisas yra primityvų (operacijų) rinkinys, kurį vienas sluoksnis pateikia aukštesnio sluoksnio naudojimui.
- ▶ Protokolas yra taisyklių rinkinys nusakantys kaip atrodo paketai ar žinutės kuriuo keičiasi tame pačiame sluoksnyje esančios esybės.
- ▶ Pasikeitus protokolui serviso primityvai gali likti tie patys.
- ▶ Servisai susiję su interfeisais tarp sluoksnių, protokolai susiję su paketais kurie siunčiami tame pačiame sluoksnyje.
- ▶ Servisas yra kaip abstraktus duomenų tipas programavime, protokolas yra kaip to duomenų tipo implementacija.

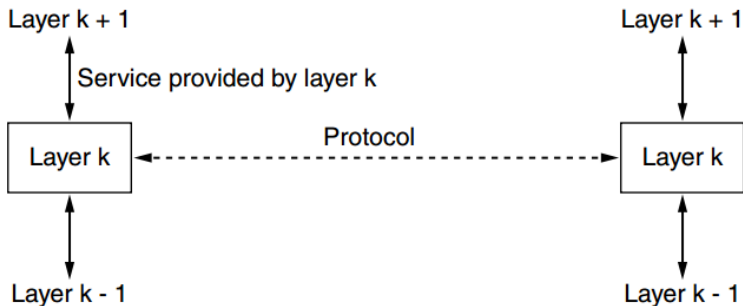


Figure 1-19. The relationship between a service and a protocol.

Užduotys (I)

1. Be duomenų pralaidumo ir vėlavimo laiko, koks kitas parametras reikalingas charakterizuoti duomenų perdavimo kokybę, kai tinklas naudojamas (i) skaitmenizuotam balsui perduoti? (ii) vaizdui perduoti? (iii) finansiniams veiksams perduoti?
2. Kliento-serverio sistema naudoja palydovinį tinklą, palydovas yra 40000 km aukštyje. Koks bus mažiausias atsakymo į užklausą uždelsimas.
3. Penki maršrutizatoriai turi būti sujungti į tinkla jungtimis **point-to-point**. Jungtis tarp dviejų maršrutizatorių gali būti lėta, vidutinio grečio, greita arba jos nebūti iš viso. Jeigu ištirti vieną topologiją trunka 100ms kompiuterio laiko kiek užtruks ištirti visas galimas topologijas?
4. Koks pagrindinis TCP ir UDP skirtumas?

Užduotys (II)

5. Sistema turi n -sluoksnių protokolų hierarchiją. Programos kuria žinutes kurių ilgis yra M baitų. Kiekviename sluoksnyje pridedamas h baitų dydžio antraštė (headerį). Kokia duomenų srauto dalis užpildoma antraštėmis.
6. Tarkime atsirado pakeitimų servise (operacijų aibėje) siūlomame sluoksniu k . Kaip tai paveiks servisus sluoksnyje $k - 1$ ir $k + 1$?