# Arkkitehtuurityylejä ja patterneja

Luento 4



# Oppimistavoitteet

- Esimerkkejä yleisesti käytetyistä arkkitehtuuripatterneista ja -tyyleistä
- Muutama käydään läpi perusteellisemmin (MVC, tietovuotyylit, kerrosarkkitehtuurit)

# Tyylien ja patternien käytöstä

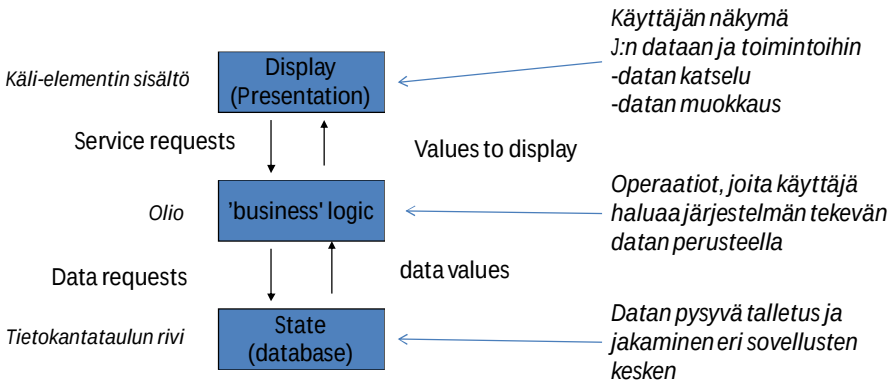
- Platoninen vs. ”ruumiillistunut” tyyli/patterni
  - Platoninen tyyli/patterni on ideaalinen kuvaus arkkitehtuuriratkaisusta
  - Käytännön toteutuksissa esiintyvät tyylien/patternien instanssit (”ruumillistumat”) ovat harvoin täysin ”puhtaita”, eli niissä on tehty jotain perusteltuja poikkeuksia ja lisäyksiä ratkaisun rakenteisiin ja rajoitteisiin
  - Tyylit ja patternit ovat yleistyksiä
    - Yleistys, joka määrittelee arkkitehtuurien *luokan*
  - On myös paljon sovellusalue- ja teknologiakohtaisia patterneja, joilla on rajallisempi sovellusala



Esimerkkejä

# ARKKITEHTUURIPATTERNEJA

# Kolmitasoarkkitehtuuri (N-Tier)






# Kolmitasoarkkitehtuuri (N-Tier)

- Sovellusalue
  - Hajautetut, data-intensiiviset informaatiojärjestelmät
- Edut
  - Helpottaa tietoturvan, suorituskyvyn ja saatavuuden optimointia eri tasoilla niille sopivilla tavoilla
  - Lisää järjestelmän modulaarisuutta ja muunneltavuutta, koska eri tasojen välille täytyy sopia määrämuotoiset kommunikaatioprotokollat (-> loose coupling)
- Haitat
  - Kustannukset, monimutkaisuus

# Model-View-Controller (MVC) [malli-näkymä-ohjain]

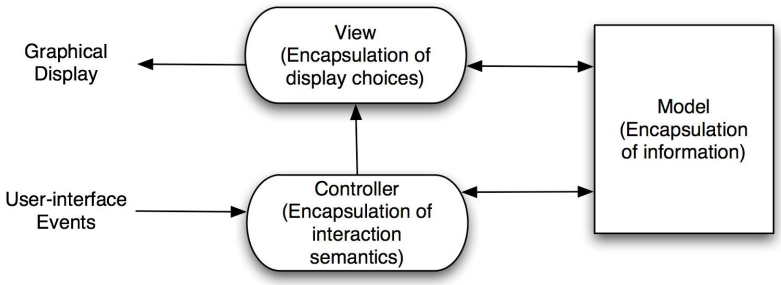
- Sovellusalue: monimuotoisia käyttöliittymänäkymiä sisältävät interaktiiviset järjestelmät
- Motivaatio:
  - Ohjelmistolla on erilaisia käyttäjiä ja näillä erilaisia tarpeita käyttöliittymään liittyen
  - Samaa informaatiota pitää pystyä esittämään ja käsittelemään eri muodoissa
  - Käyttöliittymän tulisi olla helposti muutettavissa
- Krasner, G., Pope S: Cookbook for Using the Model-View-Controller User Interface Paradigm in Smalltalk-80, *JOOP* Aug./Sep.,1988.



# MVC

- Kolmenlaisia komponentteja
  - Malli-komponentit ovat vastuussa laskentaan liittyvän tiedon (tai tilan) säilytyksestä
  - Näkymä-komponentit ovat vastuussa tiedon esittämisestä käyttäjälle
  - Ohjain-komponentit ovat vastuussa käyttäjän ja järjestelmän välisen vuorovaikutuksen ohjaamisesta
    - Ottavat esimerkiksi vastaan hiiren näpäyksiä, näppäimen painamisia jne. ja muuntavat nämä mallikomponenttien tilaan vaikuttaviksi operaatioiksi

# MVC

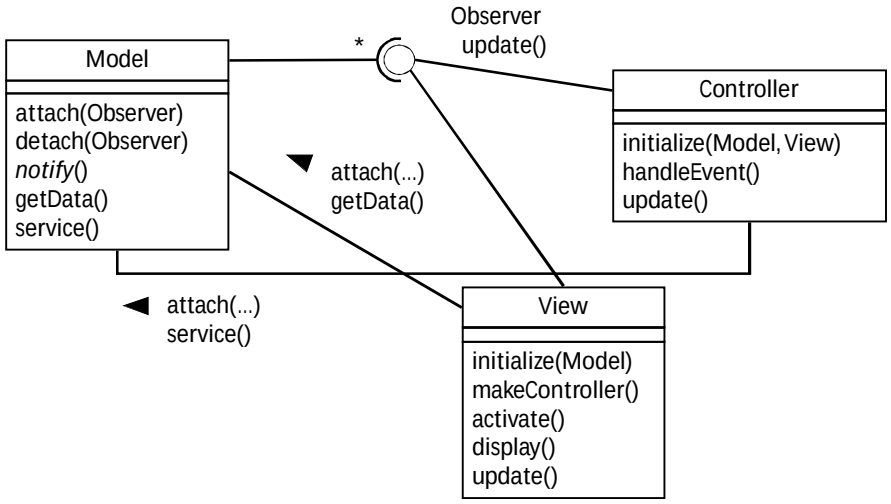





# MVC

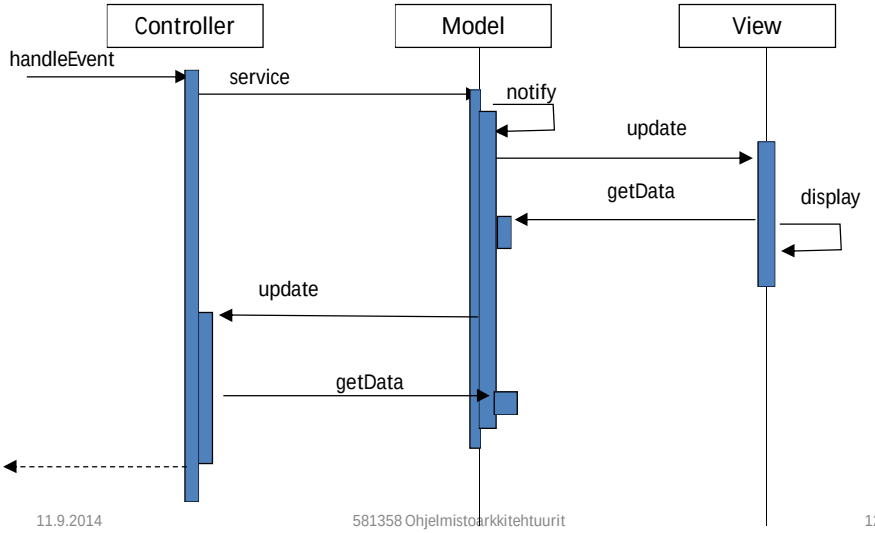
- Mallikomponentit eivät riipu mistään (tietystä) näkymä- tai ohjainkomponentista
- Muutokset mallikomponenteissa välitetään näkymille Tarkkailija-suunnittelumallin mukaisesti (eli niille näkymille, jotka ovat ilmaisseet kiinnostuksensa muutoksiin)

# Variaatio MVC-mallista
## (Buschmann & al.: Architectural patterns)






# MVC - toiminta



# MVC - arviointia

- Etuja
  - Useita näkymiä samaan tietoon
  - Näkymiä on helposti lisättävissä jopa dynaamisesti
  - Ohjaimen voi helposti vaihtaa
  - Voi toimia perustana sovelluskehykselle (Smalltalk, Web -applikaatiot)
- Ongelmia
  - Lisää mutkikkuutta
  - Yksinkertainen käyttäjätoimenpide saattaa aiheuttaa monia päivityksiä näkymään (päivityksen laajuutta voi olla vaikea kontrolloida)
  - Voi olla työlästä löytää sopiva datan esitysmuoto ja haku-/päivitysoperaatiot mallin rajapintaan käyttöliittymän (näkymän) suorituskyvyn (responsiivisuus) kannalta



# Muunnelmia

- Monesti ei ole tarpeen erottaa *ohjainta* ja *näkymää*
  - Erityisesti, jos kullakin näkymällä olisi joka tapauksessa oma ohjain, jonka kautta voidaan suoraan manipuloida näkymää
  - Käytännössä monissa käyttöliittymäkehyksissä (GUI frameworks) ”kontrollerikoodi” liitetään UI elementteihin suoraan tapahtumankäsittelijöinä
- Ts. komponentti voi toimia sekä näkymä- että ohjainkomponenttina. Yhteen malliin voi liittyä monta <näkymä, ohjain> -paria.

# Web-MVC

- MVC –patternin idea erottaa sovelluksen data ja tila näiden esittämisestä käyttäjälle on niin hyödyllinen, että sitä sovelletaan laajasti web-sovellusten toteutuksessa
  - Myös eri mittakaavoissa, eli sekä web-palvelimen että asiakkaan (selain) puolella
- MVC:n käyttö palvelinpuolella: http://advancedkittenry.github.io/koodaaminen/arkkitehtuuri/index.html



Esimerkkejä

# ARKKITEHTUURITYYLIT

# Tyylien luokittelua

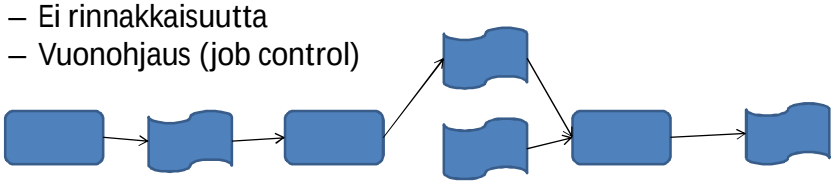
- Eri lähteet luokittelevat tyylejä eri tavoin
  - Fairbanks ei esimerkiksi luokittele tyylejä lainkaan
  - Bass, Clements ja Kazman (*Software Architecture in Practice*, 3. painos) taas kutsuvat tyylejä patterneiksi ja luokittelevat ne omalla tavallaan
- Seuraavassa noudatetaan kurssin edellisen oppikirjan (Taylor & al.) luokitusta (ei kattava - luokat eivät pistevieraita)
- Tarkastellaan muutamaa esimerkkiä eri luokista
  - Tietovuopohjaiset
  - Kerrosrakenteiset
  - Tulkkaavat
  - Epäsuoran aktivointiin perustuvat



# Tietovuopohjaiset tyylit

- *Data flow styles*
- Pääpaino siinä miten tieto liikkuu riippumattomien komponenttien välillä

- *Erätöiden sarja* (batch sequential)
  - Perinteinen eräajosovellus
  - Tiedon käsittely jakautuu vaiheisiin,
  - Lopputulos valmis kun kaikki vaiheet on suoritettu
  - Ei rinnakkaisuutta
  - Vuonohjaus (job control)



# Tietovuopohjaiset tyylit

- Erätöiden sarja jatkuu:
  - Tieto liikkuu kokonaisuuksina vaiheelta toiselle esimerkiksi ajastetusti, vuonohjauskielen tai käyttäjän ohjaamana
  - Vaiheelle voi tulla useita syöttöaineistoja ja se voi tuottaa useita tulosaineistoja
  - Vaihe käsittelee syöttöaineistot kokonaisuudessaan ennen tulosaineiston luovutusta eteenpäin seuraavalle vaiheelle
  - Sovellusalueita:
    - Monivaiheiset tiedonjalostusprosessit, jossa aineistoa ei voi käsitellä osina
    - XML-muunnokset käyttäen dokumenttipuuta



# Tietovuopohjaiset tyylit

- Erätöiden sarja - etuja:
  - Muunneltavuus, vaiheet ovat riippumattomia toisistaan (vuonohjaus hoitaa koordinoinnin)
  - Yksinkertainen rakenne, suoritus etenee yksi vaihe kerrallaan
  - Potentiaalisesti hyvä suorituskyky (throughput)
- Haittoja:
  - Tulos on valmis ja saatavilla vasta, kun viimeinen vaihe on valmis (ei inkrementaalisuutta)
  - Rinnakkaisuutta ei voi hyödyntää

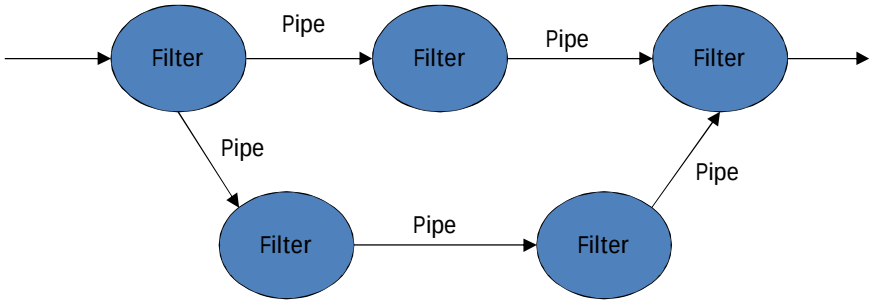
# Tietovuopohjaiset tyylit

- *Väylät ja suodattimet* (pipes and filters)
  - Koostuu *prosessointiyksiköistä* (filters) ja niitä yhdistävistä tietovirtaa kuljettavista *väylistä* (pipes)
  - Prosessointiyksiköt käsittelevät aktiivisesti tietoa
  - Väylät siirtävät tietoa eteenpäin passiivisesti
  - Prosessointiyksiköt ovat (”puhtaassa tapauksessa”) täysin itsenäisiä
    - Lukevat syötevirtaa ja tekevät sen perusteella laskentaa → lähettävät eteenpäin muokatun syötevirran



# Tietovuopohjaiset tyylit

Väylät ja suodattimet jatkuu...



# Tietovuopohjaiset tyylit

- Väylät ja suodattimet jatkuu…

- Kukin prosessointiyksikkö pitää voida toteuttaa itsenäisenä entiteettinä
  - Ei jaettua tilatietoa
  - Prosessointiyksikkö riippuu ainoastaan oman syötteensä muodosta
- Prosessointi tapahtuu yhdessä vaiheessa pala kerrallaan:
  - tietoalkion (esimerkiksi tekstirivin) prosessointi ei saisi riippua jonkin tulevan tietoalkion prosessoinnista
    - tällöin suodattimet voivat toimia rinnakkain
    - Unix-väyliin kytketyt käsittelyvaiheet ovat usein sellaisia, että rinnakkaisuus estyy – käsittely voi edetä vasta kun koko aineisto saatu, esim järjestäminen suodattimena
  - Tietoa voidaan puskuroida, mutta laajamittainen puskurointi rikkoo arkkitehtuurin perusajatuksen, ja vaikeuttaa esimerkiksi syötteen rinnakkaista prosessointia



# Tietovuopohjaiset tyylit

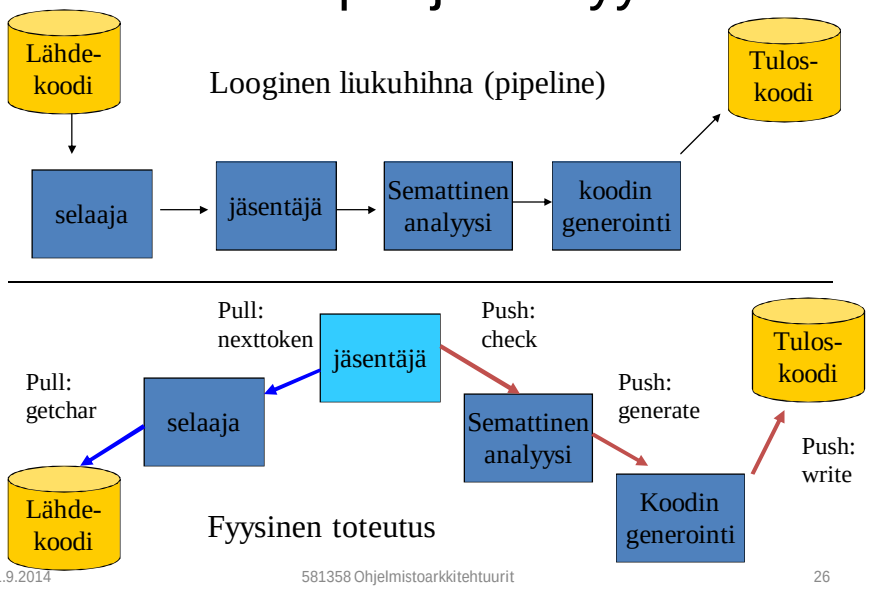
- Väylät ja suodattimet – etuja
  - Muunneltavuus, suotimet itsenäisiä prosessoreita, järjestelmän helppo konfigurointi eri käyttötarkoituksiin (-> yksi Unix-komentorivi)
  - Rinnakkaisuuden hyödyntäminen
  - Tulosten inkrementaalinen saatavuus
- Haittoja
  - Ei sovi interaktiivisiin sovelluksiin
  - Kovin eri tahtiin toimivat suotimet voivat aiheuttaa vaikeuksia väylien toteutukselle (puskurointi)
  - Syötteen loppumisen havaitseminen voi vaatia erikoistoimia

# Tietovuopohjaiset tyylit

- Väylät ja suodattimet jatkuu...
- *Liukuhihna* (pipeline architecture )
  - Erikoistapaus väylät ja suodattimet mallista: Ei haarautumisia
  - Helppo synkronoida, voi edetä
    - työntämällä (push)
      - prosessointiyksikkö kutsuu seuraavan yksikön palvelua ja välittää tietoa eteenpäin (alkaa alusta)
    - tai vetämällä (pull)
      - prosessointiyksikkö kutsuu edellisen yksikön palvelua (rekursiivisesti).



# Tietovuopohjaiset tyylit



# Kerrosarkkitehtuurit

- *Layered architectures*
- Kerrosarkkitehtuuri koostuu tasoista, jota on järjestetty jonkin abstrahointiperiaatteen mukaan nousevaan järjestykseen
  - Usein abstrahointi tapahtuu akselilla ihminen-laite
    - Sovellus – Palvelu - Resurssi
  - Usein kerrokset ovat luonteeltaan niin teknisiä, että eri abstraktiotasojen nimeäminen ja erottaminen käsitteellisesti toisistaan on hankalaa
    - Alemman tason palvelut ovat tyypillisesti primitiivisempiä ja yleiskäyttöisempiä kuin ylemmän tason palvelut



# Kerrosarkkitehtuurit

- Kerrokset ovat yleensä nähtävissä yhden suoritusympäristön (tietokoneen, solmun) sisällä suoritettavan ohjelmiston rakennetta ja sen käyttämiä palveluja tarkasteltaessa
  - Eri kerrokset eivät yleensä ole hajautettuja eri solmuihin kuten kolmitasoarkkitehtuurissa

# Kerrosarkkitehtuurit

- Virtuaalikoneet (virtual machines) kerrosarkkitehtuurityyppinä
- Perusajatus:
  - Taso toimii virtuaalikoneena, joka tarjoaa palveluita ylemmän tason korkeamman abstraktion virtuaalikoneelle. Ylemmän tason tarjoamat palvelut toteutetaan välittömästi alemman tason palveluita hyväksikäyttäen.
  - Ajatus toteutuu vain *puhtaassa (strict) kerrosarkkitehtuurissa*



# Kerrosarkkitehtuurit

- Käytännössä puhtaasta kerrosarkkitehtuurista voi olla kahdenlaisia poikkeamia:
  - Palvelukutsuja tehdään alemmasta kerroksesta ylempään kerrokseen
  - Palvelukutsu ohittaa kerroksia kulkiessaan ylhäältä alaspäin (avoin kerrosarkkitehtuuri)
- Kerrosten ohittaminen on tarpeen useimmiten tehokkuussyistä (tai sitten välissä oleva kerros ei toteuta tiettyä palvelua, joka löytyy alemmalta kerrokselta)

# Kerrosarkkitehtuurit

- Kerroksen ohittamisesta aiheutuva ongelma:
  - Tietty kerros tulee riippuvaiseksi myös muista kuin suoraan sen alapuolella olevasta kerroksesta
    → Kerroksen vaihtaminen hankalaa
- Palvelukutsun tekeminen alemmasta kerroksesta ylempään päin voi olla merkki vakavasta ongelmasta arkkitehtuurissa
  - Alempi kerros saattaa olla riippuvainen ylemmästä
  - Syklinen riippuvuus

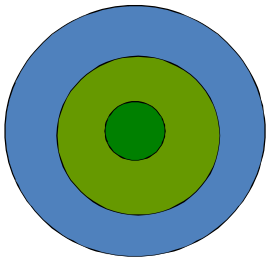


# Kerrosarkkitehtuurit

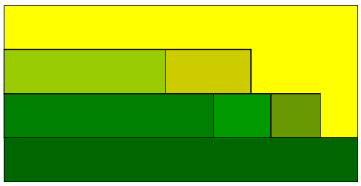
- Joskus alemman kerroksen on kuitenkin tarpeen kutsua ylemmän kerroksen koodia
  - Alemman kerroksen täytyy mukauttaa toimintaansa ylemmän kerroksen mukaan
  - Jotta alempi kerros ei tulisi (liian) riippuvaiseksi ylemmästä kerroksesta, voidaan hyödyntä *takaisinkutsuperiaatetta* (callback)
    - Alempi kerros tarjoaa rekisteröintioperaation, jonka avulla ylempi kerros rekisteröi takaisinkutsussa kutsuttavan koodin (funktion) alemman kerroksen käyttöön
    - Alempaa kerrosta ei kiinnosta, mitä ylemmän kerroksen takaisinkutsutfunktio tekee, se vain kutsuu sitä tietyssä tilanteessa

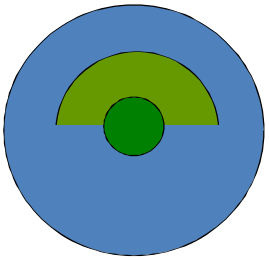
# Kerrosarkkitehtuurit

Ei ohiteta kerroksia:



Ohitetaan kerroksia:



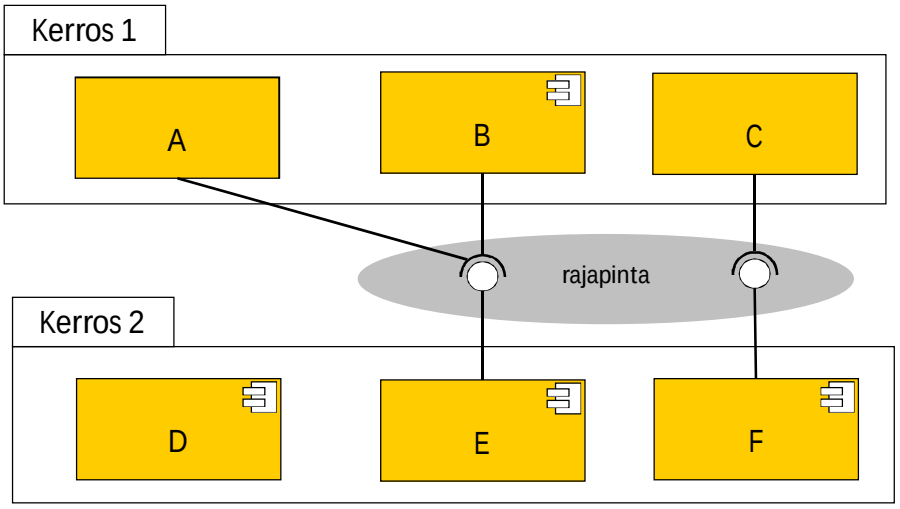




# Kerrosarkkitehtuurit

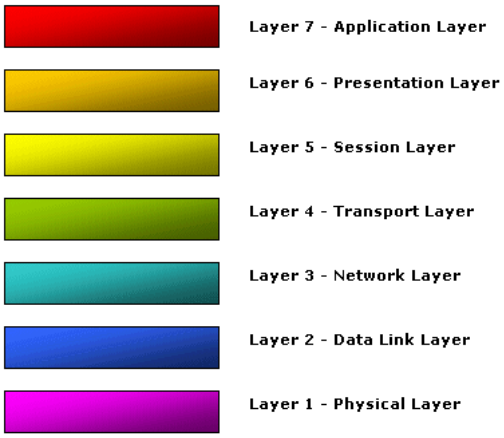
- Kun kerrosten väliset rajapinnan on selkeästi määritelty, kerros voidaan vaihtaa toiseksi ilman, että se vaikuttaa muuhun järjestelmään
- rajapintojen/ kerrosten toimintojen *standardointi* lisää vaihdettavuutta

# Kerrosarkkitehtuurit





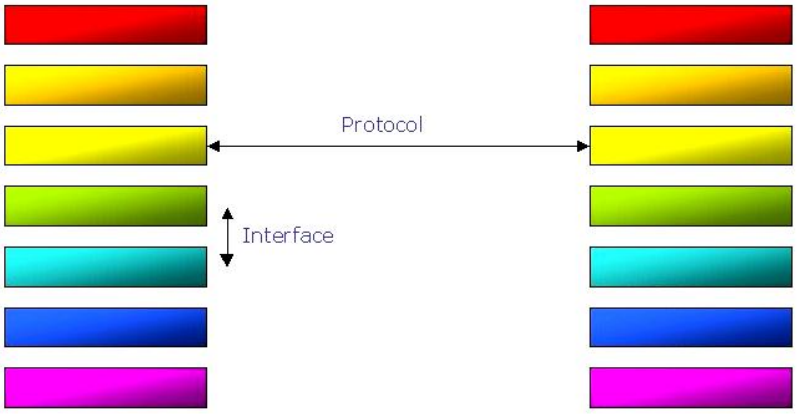

# Kerrosarkkitehtuurit – OSI[1]




Eräänlainen *referenssiarkkitehtuuri* kommunikaatiojärjestelmille

[1]http://en.wikipedia.org/wiki/Osi_model

# Kerrosarkkitehtuurit - OSI

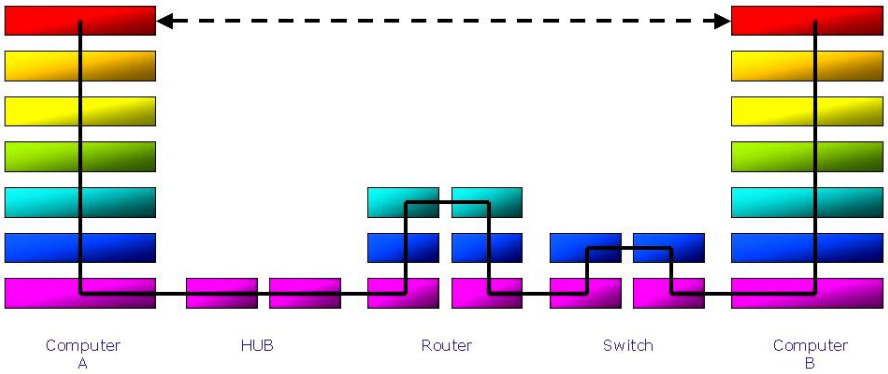



Vastinkerrokset kommunikoivat samalla abstraktiotasolla (yhteisellä protokollalla)

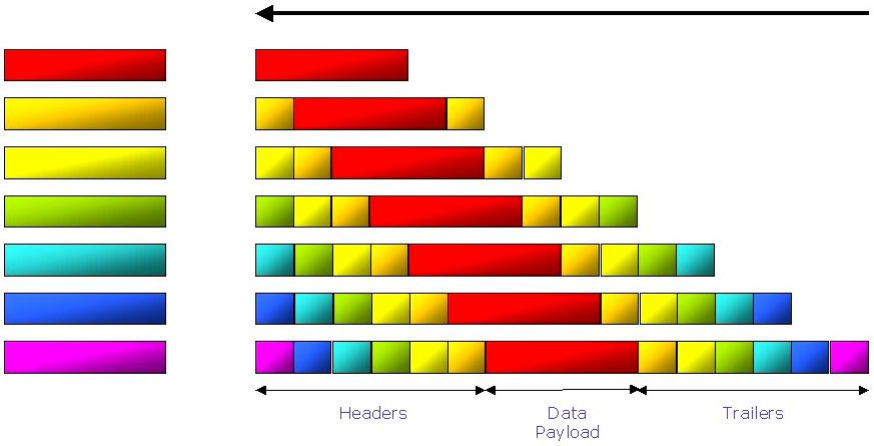


# Kerrosarkkitehtuurit - OSI

Kokonaiskuva



# Kerrosarkkitehtuurit - OSI




Jokainen kerros lisää oman palansa viestiin sen kulkiessa kerrosten läpi



# Kerrosarkkitehtuurit – muita esimerkkejä

- Virtuaalikoneella rajapinta tai kieli (esim. Java bytecode), jonka avulla konetta käytetään
  - kätkee toteutuksen, mahdollistaa useita alustoja
- Sovellusrajapinnat palveluihin (API, application programming interface)
  - Esimerkiksi käyttöjärjestelmillä, luokkakirjastoilla → kätkee yksityiskohdat, parantaa siirrettävyyttä
- Asiakas-palvelin arkkitehtuuri
  - 2-tasoinen kerrosarkkitehtuuri
  - etäproseduurikutsut kommunikoinnissa

# Kerrosarkkitehtuurit

- Etuja:
  - Kerrosarkkitehtuuri on yleinen malli, jota voidaan soveltaa lähes kaikissa järjestelmissä pienessä tai isossa mittakaavassa
  - Jakaa järjestelmän korkealla tasolla osiin, joiden muodostamana kokonaisuutena järjestelmä on helppo ymmärtää
  - Intuitiivinen, helposti ymmärrettävä → voidaan käyttää kommunikointiin hyvin erilaisten sidosryhmien välillä
  - Ohjaa ohjelmiston riippuvuuksien minimointiin → muutosten paikallisuus → helppo ylläpidettävyys, muutettavuus, vaihdettavuus, *standardoitavuus*
  - Kerrosarkkitehtuuri tukee ohjelmiston uudelleenkäyttöä
    - Kukin kerros toteuttaa tietyn abstraktion → pohja työn jakamiselle → tasokohtaista erikoistumista



# Kerrosarkkitehtuurit

- Ongelmia:
  - Tehokkuushäviö
    - Palvelukutsu ei välity suoraan palvelun toteuttavalle kerrokselle, vaan kulkee välissä olevien kerrosten kautta
    - Palvelukutsun parametrit mahdollisesti muutetaan joka kerroksen välillä uuteen esitysmuotoon
  - Toteutustaakka: periaatteessa jokainen palvelu on toteutettava joka tasolla (vaikkakin osa toteutuksesta delegoidaan alemmalle kerrokselle)
  - Oikean (toimivan) tasojaon keksiminen on hankalaa
    - Mihin kerrokseen tietty palvelu pitäisi liittää?

# Kerrosarkkitehtuurit

- Ongelmia:
  - *Poikkeusten käsittely*
  - Kutsu ylemmältä kerrokselta →
    - poikkeus kerrosrakenteen pohjalla →
    - palataan kutsupinossa taaksepäin kunnes löytyy käsittelijä poikkeukselle →
    - poikkeuksen käsittely ylemmällä tasolla kuin missä poikkeus tapahtui →
    - käsittelijä ei välttämättä pysty korjaamaan tilannetta
  - Ääritapaus: poikkeus palaa käyttäjälle saakka antaen mystisen virheilmoituksen
  - Miksei sitten poikkeuksia käsitellä aina siellä missä ne syntyvät?