Ohjelmistoarkkitehtuurin suunnittelu

Luento 3

Oppimistavoitteet

- Arkkitehtuuritietämyksen lähteet
- Yleisiä suunnitteluperiaatteita
- Ositusstrategiat
- ”Kaunis” arkkitehtuuri

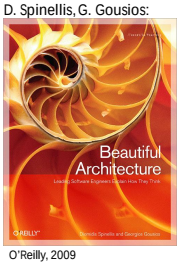
ARKKITEHTUURITIEDON LÄHTEET

Ohjelmistoarkkitehtuuritiedon lähteillä

- Yhdellä (yliopisto-) kurssilla ei kenestäkään kouluteta ohjelmistoarkkitehtia
- Ohjelmistoarkkitehdiksi *kasvetaan* kokemuksen ja haastavien tehtävien kautta
- Muitten kokemuksesta voi kuitenkin ottaa oppia ja kehittää tietojaan ja suunnittelutaitojaan
  - Arkkitehtuurityylit ja -patternit
  - Yleiset ohjelmistojen suunnitteluperiaatteet
  - Laatuominaisuuksien suunnittelutaktiikat
  - Kokemusraportit ja kuvaukset onnistuneista ja epäonnistuneista kehitysprojekteista (blogit, kirjat)

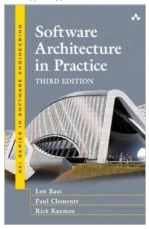
Referenssejä

D. Spinellis, G. Gousios:



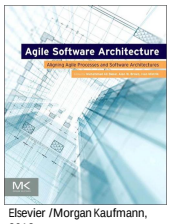
O'Reilly, 2009

L. Bass, P. Clements, R. Kazman:



Addison-Wesley Prof., 2012

I. Mistrik, A. W. Brown, M. Ali Babar



Elsevier /Morgan Kaufmann, 2013

Grady Booch: http://handbookofsoftwarearchitecture.com (?) (katso: *Books*)

ARKITEHTUURITYYLIT JA -PATTERNIT

Arkkitehtuurityyli

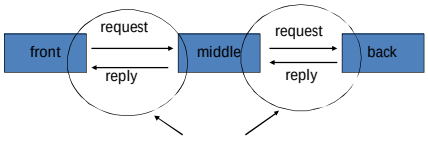
- *Architectural style*
  - Nimetty kokoelma tiettyyn käyttöyhteyteen soveltuvia yleisiä suunnitteluperiaatteita ja sääntöjä, jotka tuovat mukanaan hyödyllisiä ominaisuuksia rakennettavaan järjestelmään
- Esim. *asiakas – palvelin* tyyli (Client-Server):
  - Erottele palvelua pyytävä ja palvelun tarjoava ohjelmistokomponentti
  - Piilota palvelua pyytävien komponenttien identiteetti palvelun tarjoajalta ja mahdollista useiden pyytäjien mahdollisesti vaihtelevan joukon palveleminen
  - Eristä pyytäjät toisistaan
  - Mahdollista useita palvelun tarjoajia; ja mahdollista tarjoajien määrän dynaaminen (käytön aikainen) lisääminen asiakkaiden määrän vaihtelun mukaan

Arkkitehtuuripatterni (tai –malli)

- *Architectural pattern*
  - Nimetty kokoelma johonkin toistuvaan suunnitteluongelmaan soveltuvia suunnitteluratkaisuja, jotka on parametrisoitu ottamaan huomioon käyttöyhteys, jossa ongelma esiintyy
- Miten tyyli eroaa patternista?
  - Tyylin käyttötilanne on yleisempi, patternin spesifimpi
  - Tyylit ovat enemmän periaatesääntöjä ja patternit konkreettisia ratkaisuja
  - Patternit soveltavat tyyliä (tyylejä)
    - Patterniin voidaan yhdistää tyylejä. Tietty tyyliä noudattava ratkaisu voi sisältää useita patterneja.
  - Huom - Kaikki lähteet eivät erottele näitä käsitteitä!

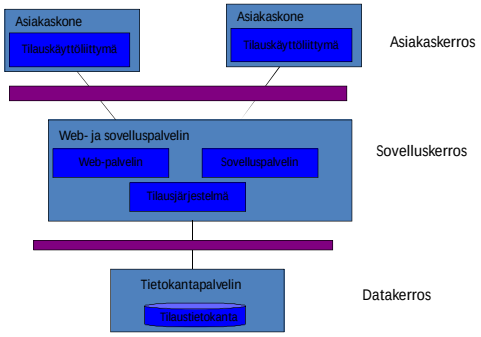
Tyyli ja patterni

- Esimerkki:
  - Kolmitasoarkkitehtuuri –patterni



Asiakas – palvelin tyyli

Kolmitasoarkkitehtuuri



Tyylien käytöstä

- Muitten jäljittely ja suunnittelun uudelleenkäyttö on hyvä oppimismenetelmä
- Kun käyttää tyylejä ja ratkaisumalleja, on kuitenkin syytä ymmärtää *miksi* ja *missä tilanteissa* ne toimivat ja verrata tätä omaan käsillä olevaan suunnitteluongelmaan
- Joukko tyylejä ja malleja käydään läpi seuraavilla luennoilla

YLEISET SUUNNITTELUPERIAATTEET

Yleiset suunnitteluperiaatteet

- *Abstraction, Encapsulation, Inofrmation Hiding, Modularization, Separation of Concerns, Coupling and Cohesion, Sufficiency-Completeness-Primitiveness, Separation of Policy and Implementation, Single Point of Reference, Divide-and-Conquer*
- Katso esimerkiksi
  - Luku 6.3 *Enabling techniques for software architecture* teoksessa Buschmann F. & al.: *Pattern-Oriented Software Architecture*, vol. 1. Wiley, 2001
  - Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_software_development_philosophies

Information Hiding

- Parnas, D.: *On the Criteria to Be Used in Decomposing Systems Into Modules*. Comm. ACM 15(12), 1972
  - Ohjelmisto jaetaan moduuleihin* siten, että kukin moduuli *kätkee* jonkin todennäköisesti *muuttuvan* teknisen tai sovellusalueen piirteen toteutuksen (= suunnittelupäätökset)
  - Moduuli tarjoaa palveluihinsa *vakaan abstraktin rajapinnan*, joka ei paljasta toteutuksen yksityiskohtia (~abstrakti tietotyyppi)

*)Moduuli (hist.) = ohjelman toteutuksen osa, joka sisältää yhteen kuuluvia elementtejä, esim. Java-pakkaus ja sen luokat. Staattinen rakenneosa (koodia, konf. tiedostoja tms.).

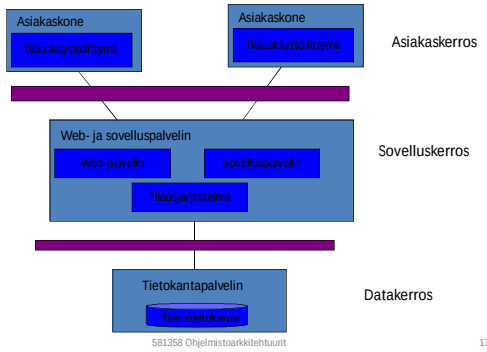
Information Hiding

- Kun moduulin kätkemät suunnittelupäätökset muuttuvat, moduulien käyttäjiä ei tarvitse muuttaa, koska ne riippuvat vain samana pysyvästä rajapinnasta
- Useimmat ohjelmistokehittäjät pitävät itsestäänselvyytenä, että rajapinta (esim. Java-olion) ei paljasta olion *toteutuksen* yksityiskohtia
  - Kentät merkitään yksityisiksi (private), mutta määritellään niille julkiset get() ja set() –metodit
- Harvempi kuitenkaan tulee ajatelleeksi *odotettavissa olevia muutoksia* ja muutosten heijastusvaikutusten *ennalta ehkäisemistä* ohjelmiston modularisoininnin avulla
  - Arkkitehdin työn kuvaan tällaisen ajatteleminen kuitenkin kuuluu
- Muutostarpeita voi tosin olla vaikea arvata etuketään
  - Tähän ongelmaan tepsii, paitsi oikein tehty olioperustainen suunnittelu, seuraavalla dialla esitelty periaate

Separation of Concerns

- Erilaiset tai yhteenkuulumattomat *vastuut* (responsibilities) on erotettava toisistaan ohjelmistossa
  - Jaettava eri komponenteille
  - Vastuu: jotakin mitä komponentti tekee tai tietää tai piilottaa muilta (toiminto, riippuvuus, data, ...)
- Tietyn tehtävän yhteistyössä suorittavat komponentit on pidettävä erillään komponenteista, jotka suorittavat muita tehtäviä
- Jos komponentilla on useita *rooleja* eri tilanteita ja käyttöyhteyksiä varten, roolit on pidettävä itsenäisinä ja erillään komponentin sisällä

Miten suunnitteluperiaatteet ilmenevät tässä arkkitehtuurissa?



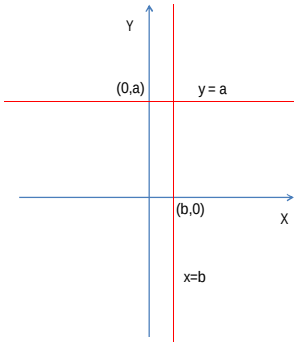
Coupling

- Kytkentä (coupling) on moduulien välisen assosiaation voimakkuuden mittari
  - Voimakas kytkentä tekee moduulit vaikeammin ymmärrettäväksi, muutettavaksi ja korjattaviksi toisistaan riippumatta
  - Esimerkiksi jos moduulin A luokka A.A pääsee suoraan käsiksi moduulin B luokan B.B toteutukseen (sen kenttiin), syntyy hyvin voimakas kytkentä, koska B.B:n toteutukseen tehtävä muutos todennäköisesti heijastuu välittömästi muutostarpeena A.A:n koodin, joka käsittelee suoraan B.B:n kenttiä
- Mittarille on tekninen määritelm(i)ä, mutta asian ydin on miettiä, millaisia *heijastusvaikutuksia* jonkin moduulin sisäisillä muutoksilla on muihin moduuleihin ja pyrkiä minimoimaan ne

https://en.wikipedia.org/wiki/Coupling_%28computer_programming%29

Ortogonaalisuus

- Suoralla *y = a* voi x:n valita vapaasti
  - *Jos x:n valinta ei vaikuta y:n arvoon ja päinvastoin, niin ominaisuudet (x ja y) ovat toisistaan riippumattomia*
- Suunnittelussa ja arkkitehtuurissa:
  - Moduulien / komponenttien välisen keskinäisen riippumattomuuden mitta



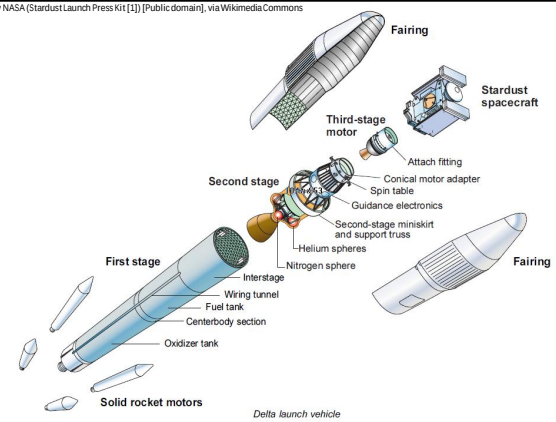
Cohesion

- Moduulin sisältämien elementtien yhteenkuuluvuuden (cohesion) mittari
- Yhteenkuuluvuuden eri asteita
  - *Toiminnallinen* (hyvä!): kaikki moduulin elementit toimivat yhdessä jonkin tietyn, rajallisen tehtävän toteuttamiseksi (well-bounded behavior)
  - *Sattumanvarainen* (huono!): moduuli on satunnainen kokoelma yhteenkuulumattomia abstraktioita ja toimintoja
- Asteita on muitakin, mutta oleellista on miettiä, (1) mikä on moduulin päätehtävä ja (2) miten sen elementit liittyvät tuon tehtävän suorittamiseen
  - Voiko jotkut elementit siirtää pois moduulista sen päätehtävän toteuttamisen kärsimättä?

https://en.wikipedia.org/wiki/Cohesion_%28computer_science%29

JÄRJESTELMÄN JAKAMINEN OSIIN

By NASA (Stardust Launch Press Kit [1]) [Public domain], via Wikimedia Commons



Delta launch vehicle

https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AStardust_-_launch_vehicle_assembly_diagram.png

"Legpuzzel" by Piero from nl. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Legpuzzel.JPG#/media/File:Legpuzzel.JPG

Kokonaisuus koostuu osista

- Oletusarkkitehtuuri (esim. ohjelmisto*kehys*, *framework*) antaa valmiin ”kaavan”, joka jakaa rakennettavan järjestelmän* loogisesti ja fyysisesti erillisiin, tietyn rajatun tehtävän tai tarkoituksen täyttäviin rakenneosiin (moduulit, komponentit jne.)
- Arkkitehtuurityylit ja –patternit tarjoavat suoraan lähtökohtia järjestelmän suunnittelulle ja ositukselle
- Yleiset suunnitteluperiaatteet antavat ohjenuoria ja mittareita, jotka auttavat osituksessa ja sen arvioinnissa
- Mitä muita tapoja on osittaa järjestelmä ja sen arkkitehtuuri?

(*) SUD = System Under Design

Ositusstrategiat

- *Divide & Conquer*: yhteinen piirre useimmille hyvin suunnitelluille järjestelmille on *hierarkisuus,* jossa ylempien tasojen tarkasteluissa alempien tasojen rakenneosia (elementtejä) voidaan käsitellä mustina laatikkoina (information hiding) välittämättä niiden sisäisestä rakenteesta
- Sama toistuu rekursiivisesti alemmilla tasoilla

Yleinen ositusstrategia

1. Muodosta abstraktioiden hierarkia, jossa ylempien tasojen elementit (komponentit, moduulit) koostuvat alempien tasojen elementeistä
2. Rajoita elementtien määrä kullakin tasolla korkeintaan muutamaan kymmeneen
3. Jokaisella elementillä on oltava selkeä ja hyvin perusteltu ”olemassaolon tarkoitus”
4. Noudata tiedon kätkemisen ja kapseloinnin periaatteita (information hiding, encapsulation) niin, että elementit eivät tarpeettomasti paljasta sisäistä toteutustaan

Erityisiä osituksia

- Yleinen strategia ei ota kantaa siihen, *miten* hierarkinen ositus oikein löydetään
- Jotta järjestelmän arkkitehtuuri pysyy ymmärrettävänä ja hallittavana, on yleensä syytä valita yksi *vallitseva ositusstrategia*, jota pyritään johdonmukaisesti noudattamaan
- Kurssikirjassa Fairbanks esittää seuraavat erityiset ositusstrategiat

Ositusstrategiat

- Jako toiminnallisuuden mukaan
  - Tarkastellaan, mitä kaikkea järjestelmän pitää tehdä (toiminnallisuus)
  - Yhteenkuuluva toiminnallisuus yhteen elementtiin tai samalla hierarkian tasolla läheisessä yhteistoiminnassa oleviin elementteihin
  - Toiminnallisuuksien jaottelu joko teknisen luonteen tai toiminnan tarkoituksen (sovellusalueen prosessien) perusteella

Ositusstrategiat

- Jako arkkityyppien mukaan
  - Arkkityyppi (archetype) tarkoittaa jotakin sovellusalueen keskeistä käsitettä, esimerkiksi tietomallissa esiintyvää pysyväisluontoista oliota
- Jako arkkitehtuurityylin mukaan
  - Tämä onkin jo tuttua huttua
- Jako tiettyjen laatuvaatimusten saavuttamiseen tähtäävien suunnittelutaktiikoiden perusteella
  - (Quality) Attribute Driven Design
  - Eri laatuattribuutteja varten on omat taktiikkansa

Ositusstrategiat

- Jako järjestelmän sisältämien rajapintojen ja palvelujen mukaan
  - Jokaista palvelua/rajapintaa kohden yksi sen implementoiva komponentti
  - Yksi komponentti per palvelu ei useinkaan riitä, mutta tällä pääsee liikkeelle
- Palapeli
  - Kokonaisuus sovitellaan jo olemassaolevista (toteutetuista) elementeistä erilaisilla sovittimilla ja ”liimakomponenteilla”
  - Käytännössä yleinen ratkaisu laajoissa yritysjärjestelmissä, jossa harvoin päästään puhtaalta pöydältä liikkeelle

Ositusstrategiat

- Ongelman uudelleenmuotoilu toisen sovellusalueen käsittein ja valmiin osituksen käyttö
  - Joskus voi olla mahdollista pukea suunnitteluongelma jonkin toisen sovellusalueen vaatimaan muotoon ja käyttää tälle alueelle suunniteltua ositusta
  - Esimerkiksi järjestelmän näkeminen sovellusalueen olioiden muodostaman suunnattuna verkkona ja yleisten verkkoalgoritmien käyttöä toimintojen toteutukseen

KAUNIS ARKKITEHTUURI

”Kaunis arkkitehtuuri”

- Stephen J. Mellor, teoksessa Beautiful Arhcitecture. D. Spinellis, G. Gousios (eds.). O'Reilly, 2009.
- *One fact in one place*
  - Pyritään lokalisoimaan useassa eri yhteydessä tarvittava data tai toiminnallisuus yhteen ainoaan paikkaan
- *Automatic propagation*
  - Lokalisoidun ”faktan” kopiointi suoritusaikana käyttökontekstiinsa on joskus tarpeen (saman komponentin instantiointi ja konfigurointi eri palveluissa)
  - Tämän pitäisi tapahtua automaattisesti ja työkalun tukemana (esim dependency injection)
- *Architecture includes construction*
  - Ohjelmiston koostaminen ja rakentaminen (build) pitää ottaa huomioon arkkitehtuurissa
  - Esimerkiksi reflektio on voimakas mekanismi, jota kannattaa hyödyntää paitsi suoritusaikana myös suoritettavaa ohjelmaa koostettaessa (esim. convention over configuration -periaate)
- *Minimize mechanisms*
  - Periaatteessa saman asian tekevien hieman erilaisten mekanismien määrä karsittava minimiin (-> 1 kpl)
  - Riittävän hyvä ratkaisu kertaalleen toteutettuna on parempi kuin kymmenen erillistä joka tilanteeseen ”parasta” ratkaisua (vrt. conceptual integrity)

”Kaunis arkkitehtuuri”

- Construct engines
  - Moottori on *virtuaalikone*, joka tarjoaa geneerisen rajapinnan palveluihinsa
  - Rajapinnan palvelut eivät suoraan vastaa sitä käyttävien komponenttien toteuttamia käyttötapauksia vaan ovat luonteeltaan niitä primitiivisempiä ja yleiskäyttöisempiä
  - Yleistä kerrosarkkitehtuureissa
- O(G), the order of growth
  - Ota huomioon järjestelmän todennäköinen kasvu
  - Se mikä toimii pienessä järjestelmässä, ei välttämättä toimi isommassa
- Resist entropy
  - Pyri pitämään arkkitehtuuri eheänä ja kirkkaana järjestelmän koko elinkaaren ajan (vältä ”rikottuja ikkunoita”)
  - Työkaluilla on tärkeä rooli

”Beautiful architectures do more with less”