Arkkitehtuurin mallintaminen

Luento 7

Oppimistavoitteet

- Miksi ja milloin ohjelmistoarkkitehtuurista kannattaa laatia malleja?
- Ohjelmistoarkkitehtuurin mallin ohjeellinen rakenne

MIKSI MALLEJA?

Malleista ja niiden käytöstä

- [1]Malli =

  esine, kuva, kuvio, kaava tms., jonka mukaan tehdään jtak t. josta havainnoidaan jtak. [...]

  Erik.

  [...]

  - b. jtak kuviona, kaaviona tm. havainnollistava esitys. *Molekyylin kolmiulotteinen malli. Atomiytimen malli. Väestön kehitystä kuvaava matemaattinen malli.*

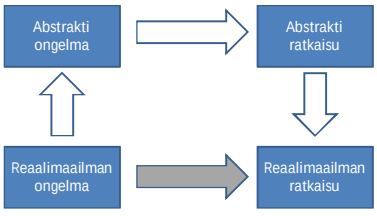
  [...]

[1]MOT Sanakirja

Malleista ja niiden käytöstä

- Yksinkertaiset ongelmat voidaan ratkaista suoraan (ratkaisu on ilmeinen)
- Monimutkaiset reaalimaailman ongelmat vaativat asian kuvaamista abstraktina mallina (joka pelkistää ongelman ytimen) ja sen ratkaisemista ensin mallissa, minkä jälkeen ratkaisu siirretään reaalimaailman implementaatioksi
  - Esimerkiksi matemaattisten mallien käyttö rakenteiden lujuuslaskennassa jne.
  - 3D-mallien käyttö rakennusten suunnittelun apuna !

Kommutatiivinen kaavio



Mallien käyttö

- Ongelman laajuus ja monimutkaisuus vaatii abstrahointia (eli yksityiskohtien karsimista)
  - On nähtävä metsä puilta
  - Yksittäistä luokkaa, moduulia tai suunnittelumallin ilmentymää laajempien kokonaisuuksien hahmottaminen ja niiden roolin ymmärtäminen
  - Suuren ohjelmiston koodin lukeminen rivi riviltä sen arkkitehtuurin ymmärtämiseksi on käytännössä mahdotonta

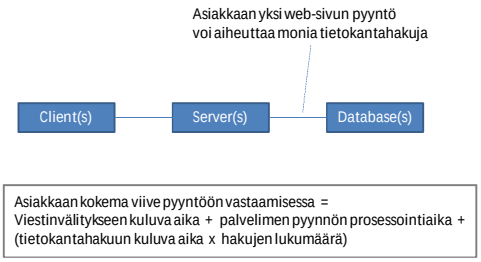
Mallien käyttö

- Abstraktiot *pelkistävät ongelmia* ja tarjoavat mahdollisuuden kehittää *työkaluja*
  - Oikein laadittu abstraktio vangitsee reaalimaailman ongelman *oleelliset piirteet*, jotka vaikuttavat hyväksyttävän ratkaisun muodostamiseen
    - 'Turhat' yksityiskohdat karsitaan pois
  - Abstraktiin malliin voidaan käyttää erityisiä työkaluja ongelmien ratkaisemiseksi
    - Esim moduulien/luokkien uudelleensijoittelu kirjastoihin/pakkauksiin haitallisiksi havaittujen riippuvuuksien karsimiseksi ja heijastusvaikutusten vähentämiseksi

Mallien käyttö

- Mallit helpottavat päätelmien tekemistä järjestelmän ominaisuuksista
  - Malli auttaa päättämään, mitkä yksityiskohdat ja suunnittelupäätökset ovat tärkeitä *laatuominaisuuksien* ja niiden toteutumisen arvioinnin kannalta
  - Malli voi olla luonnosmainen ja/tai pelkästään analysoijan mielessä

Web-palvelimen malliluonnos



Asiakkaan kokema viive pyyntöön vastaamisessa =
Viestinvälitykseen kuluva aika + palvelimen pyynnön prosessointiaika +
(tietokantahakuun kuluva aika x hakujen lukumäärä)

Web-palvelimen malliluonnos

- Kun edellisen mallin suoritusajoille annetaan arviot (esim. 10 + 10 + *n* x 25ms), niin mallin perusteella on helppo nähdä, että tietokantakyselyihin kuluva aika dominoi asiakkaan kokemaa viivettä
  - Normalisoitu, hierarkinen relaatiotietokanta vs. normalisoimaton "flat" –tietomalli
    - -> Tietokantahakujen määrässä voi olla *kertaluokan ero*
- Malli jättää monia yksityiskohtia huomiotta (cache:t, jonotus*), mutta tällaisenaankin se on hyödyllinen analyysin kannalta

*) samanaikaisten pyyntöjen aiheuttaman jonotuksen ja resurssikilpailun mallintaminen ei ole sekään erityisen vaikeaa oikeilla työkaluilla ja matem. mallinnusmenetelmillä

Mallien käyttö

- Mallit karsivat ongelman ratkaisussa käsiteltäviä yksityiskohtia
  - Malli valikoi ongelman ratkaisemisen kannalta oleelliset asiat ja jättää muut pois
  - Malli on aina jossain mielessä epätäydellinen, mutta reaalimaailman "täydellinen malli" olisi liian suuri ja hankala käsiteltäväksi ja käsitettäväksi
  - "Essentially, all models are wrong but some are *useful*."

Mallien käyttö

- Mallit tehostavat päätelmien ja arviointien tekemistä
  - Suunnittelija voi keskittyä vain pieneen joukkoon suunnittelupäätöksiä/yksityiskohtia kerrallaan (=työmuisti ja kognitio)
  - Käsitteellinen tai konkreettinen malli auttaa suhteuttamaan ratkaisun eri yksityiskohtia toisiinsa ja havaitsemaan ja analysoimaan niiden välisiä riippuvuuksia ja rajoitteita

Mallien käyttö

- *Kysy ensin* mitä haluat tietää ja laadi *malli vasta sitten*
  - Ei malleja mallinnuksen vuoksi
  - Samasta asiasta voidaan laatia erilaisia malleja eri käyttötarkoituksiin (suorituskyky, turvallisuus, riippuvuuksien hallinta jne.) !
- Arkkitehtuurityössä malleista on hyötyä ja ne ovat usein jopa välttämättömiä, mutta konkreettisia malleja pitäisi laativa vain *todelliseen tarpeeseen*, ei varmuuden vuoksi

OHJELMISTOARKKITEHTUURIN MALLIT JA NIIDEN RAKENNE

Ohjelmistoarkkitehtuurin mallintaminen

- Fairbanks esittää *kanonisen*[1] *rakenteen* ohjelmistoarkkitehtuurin malleille
  - Määrittelee minkälaisia asioita ohjelmistoarkkitehtuurin mallin pitäisi yleisesti ottaen kuvata
    - *metamalli* tai *mallinnusstandardi*
  - Kattaa koko arkkitehtuuriratkaisun aina sovellusalueen käsitteistä totetutuksen koodiin ja laitteistosijoitteluun asti

1) *Ohjeellinen, esikuvallinen* - MOT Kielitoimiston sanakirja

Ohjelmistoarkkitehtuurin mallintaminen

- Kanoninen rakenne antaa myös *käsitteellisen kehyksen* (conceptual model) ohjelmistoarkkitehtuurille
  - Kehys tukee OA:n suunnittelua ohjaamalla suunnittelutyötä tietynlaisten kysymysten ja rakenteiden pohtimiseen
  - Ohjaa jakamaan ohjelmistoa koskevien faktojen käsittelyn sopivalle abstraktiotasolle
- Ei ole kuitenkaan tarkoitus, että jokaisesta ohjelmistoprojektista laaditaan kanonisen rakenteen mukainen kattava kuvaus
  - Projektit valikoivat todellisen tarpeen mukaan, mitä osia arkkitehtuurista mallinnetaan kanonisen metamallin sääntöjä noudattaen

Ohjelmistoarkkitehtuurin mallintaminen

- Harhakäsityksiä
  - Jokaisen projektin pitää dokumentoida arkkitehtuurinsa: väärin. Arkkitehtuurimalleja ja dokumentteja kannattaa laatia vain kun ne auttavat pienentämään (projekti- ja tuote-) riskejä
  - Arkkitehtuurin dokumentaation pitää olla aina kattava: väärin. Mallinnuksen pitäisi kohdistua riskipitoisimpiin ratkaisun osa-alueisiin (laatuominaisuuksiin).
    - Laaja dokumentaatiokin saattaa joskus olla tarpeen, esimerkiksi erityisen kommunikointitarpeen tyydyttämiseksi !

Ohjelmistoarkkitehtuurin mallintaminen

– Suunnittelun pitäisi aina edellyttää koodausta: väärin. Projektin aikaisessa vaiheessa tehty ratkaisun osittainen toteutus ja prototypointi voivat auttaa tunnistamaan hankalimmat ongelmat.
  • Vrt. Walking Skeleton

Kanonisen rakenteen perusideat

- Arkkitehtuurin malli (jatkossa a-malli) jakautuu kolmeen osamalliin
  1. Sovellusaluemalli (domain model)
  2. Suunnittelumalli (design model)
  3. Koodimalli (code model)
- Sovellusaluemalli on abstraktein ja koodimalli konkreettisin (lähimpänä toteutusta)
  – *Vastaavuus-* ja *tarkennussuhteet* (designation and refinement) kytkevät osamallit toisiinsa

Kanoninen rakenteen perusideat

- Osamallit voivat periaatteessa olla hyvin laajoja, mutta *näkymillä* (view) voidaan suodattaa ja poimia esiin vain tietyn näkökulman kannalta mielenkiintoisia faktoja
  – Käytännössä a-mallin fyysinen ilmentymä (kaaviokokoelma, dokumentti) koostuu aina tietyin perustein valituista näkymistä
  – ”Täydellinen” malli voi olla olemassa vain suunnittelijoiden mielissä

Kanoninen rakenteen perusideat

- Malli jakaa erilaiset faktat toteutettavasta ohjelmistosta omiin osamalleihinsa
  – ”Laskutusjakso on 30 vuorokautta”
  – ”Ladatut fonttiresurssit pitää aina eksplisiittisesti vapauttaa”
  – ”Asiakkaan osoite on talletettu varchar(80) – tyyppiseen kenttään”
- Auttaa pitämään erityyppiset asiat erillään helpottaen niitten ymmärtämistä ja käsittelemistä

Sovellusaluemalli

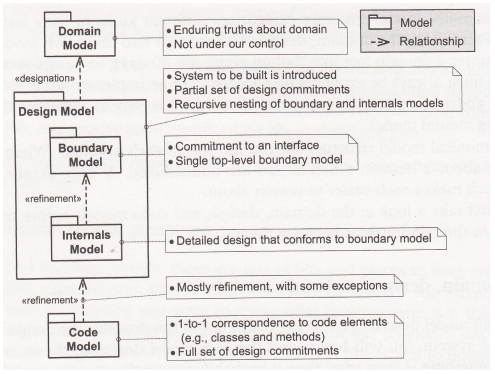
- Ilmaisee reaalimaailman eli ongelma-alueen tosiasioita, jotka ovat relevantteja toteutettavan ohjelmiston kannalta (~ käsitteet jotka esiintyvät toiminnallisissa vaatimuksissa)
  – Ilmiöt ja oliot
  – Niiden keskinäiset suhteet
  – Miten yllämainitut kehittyvät ja muuttuvat ajan kuluessa
- Näihin tosiasioihin on suhtauduttava *annettuina*; niitä ei voi muuttaa tai tulkita toisin (esim. viikossa on aina seitsemän päivää)

Suunnittelumalli

- Ohjelmistototeutuksen (SUD, System Under Design) *suunnittelu* taas on täysin ohjelmistoprojektin käsissä
- Suunnittelumalli on *osajoukko* kaikista ohjelmiston suunnittelupäätöksistä
  – Osa päätöksistä jää avoimiksi ja koodimallissa ratkaistaviksi
- Se koostuu rekursiivisesti sisäkkäisistä rajapinta- (boundary) ja sisärakennemalleista
  – Hierarkia, yksityiskohtaisuuden tasot !
  – Rajapintamalli kuvaa elementin julkisen rajapinnan muuhun ohjelmistoon
  – Sisärakennemalli kuvaa elementin yksityisen sisäisen suunnittelun

Koodimalli

- Koodimalli on toteutetun ohjelmiston lähdekoodi tai jokin muu *toteutuksen kanssa ekvivalentti* malli
  - Voidaan tuottaa käänteistekniikalla (reverse-engineering, code-to-UML)
  - Siinä missä suunnittelumalli jättää joitain suunnittelupäätöksiä avoimiksi, koodimalli on riittävän *täydellinen suoritettavaksi tietokoneessa*

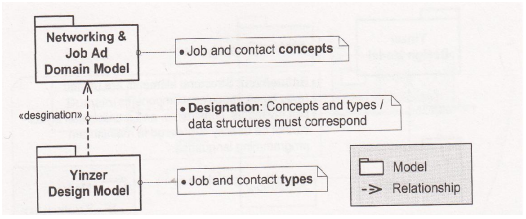


Fairbanks G.: Just Enough Software Architecture, pp. 116

Vastaavuussuhde

- Vastaavuussuhde linkittää kahden eri mallin samanlaiset oliot toisiinsa
- Sovellusaluemallin käsitteillä ja ilmiöillä on oltava vastinparinsa suunnittelumallissa
- Vastaavuussuhdetta ei välttämättä määritellä eksplisiittisesti (listaamalla vastaavuuksia, mapping), mutta se on voitava aina validoida
  - Vastaavuuden rikkoutuminen johtaa yleensä ohjelmistovikoihin, jotka näyttäytyvät vääränä käyttäytymisenä (hyväksyntä-) testauksessa
  - Vastaavuus ei välttämättä ole 100% oikein toimivassakaan ohjelmistossa, koska suunnittelussa voidaan tarkoituksella tehdä yksinkertaistuksia sovellusalueen tietotyyppeihin

Vastaavuussuhde



Fairbanks G.: Just Enough Software Architecture, pp. 117

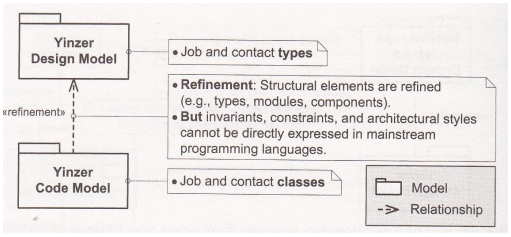
Tarkennussuhde

- Tarkennus kytkee toisiinsa saman olion vähän yksityiskohtia sisältävän (low-detail) mallin ja yksityiskohtaisen (high-detail) mallin
- Sitä käytetään kytkemään rajapintamalli sisärakennemalliin, joka siis kuvaa elementin julkisen rajapinnan toteutuksen (suunnittelun tasolla)
- Tarkennusta voidaan käyttää myös hierarkisesti jakamaan jokin kokonaisuus osiinsa

Tarkennussuhde

- Tarkennusta käytetään myös linkittämään suunnittelumalli koodimalliin
- Suunnittelumallin rakenteelliset elementit kuvautuvat yleensä suoraan koodimallin elementteihin
  - Moduuli suunnittelumallissa vastaa pakkausta koodissa
  - Komponentti suunnittelussa vastaa joukkoa luokkia (niiden ilmentymiä eli olioita) koodissa
- Mutta on kuitenkin joukko suunnittelumallin elementtejä, joilla ei ole suoraa vastinetta koodissa
  - Invariantit, rajoitteet, arkkitehtuurityylit ja ratkaisumallit
  - Koodissa voi pyrkiä noudattamaan niitä, mutta niitä ei voi suoraan ilmaista ohjelmointikielellä (kieli ei määrittele)

Tarkennussuhde



Fairbanks G.: Just Enough Software Architecture, pp. 118

Näkymät

- Sovellusalue-, suunnittelu- ja koodimallit ovat täynnä yksityiskohtia (ainakin käsitteellisessä mielessä), joita on hankalaa pitää mielessä yhtä aikaa saati dokumentoida eksplisiittisesti
- *Näkymä* eli *projektio* suodattaa mallista osajoukon yksityiskohtia jotakin tiettyä näkökulmaa (viewpoint) tai tarvetta varten

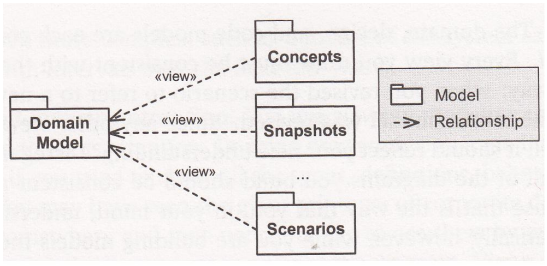
Näkymät

- Esimerkiksi kaupungin maa-alue ja sen rakennukset, tiet ym. muodostavat mallin
  - *Opaskartta* auttaa asukasta löytämään tietyn katu-osoitteen kaupungista
  - *Reittiopas* kertoo julkisten liikennevälineiden reitit kaupungissa
  - *Rakentajat* ja *kaavoittajat* tarvitsevat taas aivan erilaisia tietoja omiin karttoihinsa

Näkymät

- Eri näkymät samaan ”Master” -malliin eivät saisi olla keskenään ristiriitaisia
  - Jos jokin sovellusaluemallin toiminnallinen skenaario viittaa johonkin oliotyyppiin, tyypin pitäisi olla kuvattuna myös mallin tietomallissa
- ”Master” –mallia ei välttämättä koskaan täydellisenä dokumentoida, joten on tärkeää muuten huolehtia, että kaikilla projektiin osallistuvilla on sama ”master” –malli mielessään

”Master model”



Fairbanks G.: Just Enough Software Architecture, pp. 119

UML

- UML 2.0 –versioon on lisätty tukea arkkitehtuurien mallinnukselle
- Kieli on laaja ja sen semantiikka ei ole kovin hyvin määritelty, mutta sille on melko yleinen hyväksyntä ja hyvä, joskin kirjava, työkalutuki
- Kurssilla ja kurssikirjassa käytetään UML 2.0:aa mallien visualisointiin

UML -työkalut

- Täysveriset UML-työkalut ovat isoja ja raskaskäyttöisiä (ja usein myös kalliita) ohjelmistoja
  - Tukevat täydellisten mallien laatimista ja esim. automaattista koodin generointia
- Kevyempiä välineitä tämän kurssin tarpeisiin
  - Draw.io https://www.draw.io/ varsin monipuolinen ilmainen piirrrosväline, joka ei aivan täysin tue UML 2.0:n rakennekaavioiden (composite structure diagram) piirtämistä, mutta pienellä säätämisellä nekin onnistuvat
  - UMLet http://www.umlet.com/ - osin tekstipohjainen, osin graafinen, askeettinen mutta suhteellisen toimiva väline, jolla onnistuvat myös UML 2.0:n arkkitehtuuritason rakennekaaviot (composite structure diagram)
  - PlantUML http://plantuml.sourceforge.net/ - helppokäyttöinen tekstipohjainen UML-työkalu, ei tukea UML 2.0:n arkkitehtuuritason rakennekaavioille (composite structure diagram)
- Verkossa toimivia piirtovälineitä (ominaisuuksiltaan rajoittuneempia)
  - http://yuml.me/ (luokka- ja käyttötapauskaavioihin)
  - https://www.websequencediagrams.com/ (sekvenssikaavioihin)
- Laitoksen Linux-koneilta löytyy *Umbrello*, joka ei kuitenkaan tue UML 2.0:n rakennekaavioita (komponenttikaavioita voi piirtää)