

Verkkopalveluiden koostamisen ontologia OWL-S

Emilia Hjelm

Helsinki 12.4.2013

Seminaariraportti

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä — Författare — Author Emilia Hjelm			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Verkkopalveluiden koostamisen ontologia OWL-S			
Oppiaine — Läroämne — Subject Tietojenkäsittelytiede			
Työn laji — Arbetets art — Level Seminaariraportti	Aika — Datum — Month and year 12.4.2013	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 15 sivua + 0 liitesivua	
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>Tällä hetkellä verkko mahdollistaa varsinaisen informaatiotulvan, mutta silti edelleen esimerkiksi hakuja tehdessä on luotettava avainsanoihin. Puhelinnumerot ja päivämäärät, kaimat, kumisaappaat ja kännykkävalmistajat menevät keskenään sekaisin, koska niitä kutsutaan samalla nimellä. Tulevaisuuden internetissä, eli semanttisessa webissä kantavana ajatuksena on, että sisällöt olisivat myös koneille ymmärrettävässä muodossa ja että resurssit voitaisiin yksilöidä.</p> <p>Tulevaisuuden internetin visioon kuuluu myös, että verkkopalveluita käyttääkseen ei ihmisten tarvitsisi niitä erikseen etsiä ja käsin näpytellä tietoja kentästä toiseen, vaan nämä tehtävät voitaisiin ulkoistaa ohjelmistoagenteille. Agentille voisi antaa tiedot siitä mitä tarvitsee ja millä reunaehdoilla, jolloin agentit voisivat hoitaa likaisen työn ja etsiä sopivia palveluita, järjestää ja arvioida niitä annettujen reunaehtoien avulla ja lopulta kertoa löydöksistään käyttäjälle. Kun käyttäjä valitsee palveluista itselleen sopivan, voisi agentti hoitaa käytännön järjestelyt aina kalenterivarauksesta kampaaja-ajan bukkaukseen ja sopivien bussireittien etsimiseen.</p> <p>Jotta agentit voisivat hoitaa asioita, täytyy verkkopalveluiden mahdollistaa automaattinen löytäminen ja käyttäminen. Tähän tarpeeseen on kehitetty OWL-S, joka on semanttisten verkkopalveluiden kuvailemiseen tarkoitettu ontologia ja W3C Consortiumin standardoima teknologia. Tässä seminaariraportissa sukellaan semanttisen webin, ontologioiden, OWL -ontologiakuvauskielen ja OWL-S:n maailmaan.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords OWL, OWL-S, Semanttinen web, ontologia, verkkopalvelu			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Ajatus tulevaisuudesta: semanttinen web	1
2.1	Ontologia	2
2.2	OWL-kieli	2
3	OWL-S	4
3.1	Profiili	4
3.2	Prosessi	6
3.3	Maadoitus	7
3.4	Esimerkkejä	8
4	Heikkouksia	11
5	Pohdintaa	12
	Lähteet	14

1 Johdanto

Verkkopalvelut ovat tulleet tärkeiksi useilla eri osa-alueilla aina tiedon jakamisesta liiketoimintaprosesseihin [4]. Erilaisia verkkopalveluita on paljon, mutta niiden käyttäminen tehokkaasti ja yhdistellen eri palveluiden tarjontaa vaatii edelleen ihmisälyä. Semanttisen Webin ideaali on, että verkossa oleva tieto olisi ihmisälyn lisäksi myös koneälyn ymmärrettävissä[BHL01].

OWL-S eli Web Ontology Language for Services on W3C Consortiumin standardoima tapa automatisoida verkkopalvelujen löytäminen ja käyttö. Toteutuksessa käytetään semanttisen webin teknologiaa.

Tässä seminaariraportissa kerrotaan OWL-S -ontologiasta sekä siihen kiinteästi liittyvistä käsitteistä kuten ontologia, semanttinen web ja OWL (Web Ontology Language) -kieli.

2 Ajatus tulevaisuudesta: semanttinen web

2000-luvun alussa alettiin unelmoida semanttisesta webistä. Internet oli -ja on pitkälti yhä- ihmisten luettavaksi tarkoitettujen dokumenttien verkko. Koneet ymmärtävät mikä on linkki ja mikä on otsikko ja miten ne tulisi ruudulle piirtää, mutta eivät ymmärrä mitä dokumenteissa sanotut asiat todella tarkoittavat tai mitkä ovat asioiden suhteet toisiinsa [BHL01].

Visio semanttisesta webistä käsittää mm. ajatuksen ohjelmistoagenteista, jotka ihmiskäyttäjien puolesta voivat juosta verkossa ajamassa ihmisten asioita. Agentit pystyvät siihen, koska internetissä tarjoiltava tieto on koottua ja järjestettyä. Koneet pystyvät ymmärtämään semanttista tietoa ja käsittelemään tätä tietoa automaattisesti [BHL01].

Esimerkiksi käyttäjä voisi kertoa ohjelmistoagentilleen haluavansa hammaslääkäriin seuraavan kuukauden sisällä. Agentti lähtisi retkelle internetiin, selvittäisi mitkä hammaslääkäriasemat ottavat potilaita vastaan käyttäjän asuinkaupungissa ja vertaisi hammaslääkärien vapaita aikoja käyttäjän kalenteriin. Agentti laskisi siirtymäajat julkisten liikennevälineiden aikatauluja ja kalenteritapahtumien paikkadataa apuna käyttäen. Löydettyään mahdollisia vaihtoehtoja agentti kertoisi löydöksistään käyttäjälle. Käyttäjä voisi valita tarjolla olevista vaihtoehtoista itselleen parhaan, jolloin agentti tekisi varauksen hammaslääkäriin ja lisäisi tiedot hammaslääkärireis-

susta käyttäjän kalenteriin. Kaikki tämä parilla näpäytyksellä.

2.1 Ontologia

Tietokoneen on vaikeaa tehdä tulkintoja maailmasta, koska koneilla ei ole samaa tietämystä kuin ihmisillä. Ontologialla tarkoitetaan tässä yhteydessä konetulkittavaa muodollista kuvausta käsitteistä ja niiden välisistä suhteista. Ontologiat ovat erittäin keskeinen elementti semanttiselle webille [Hyv05].

Ontologia muistuttaa asiasanastoa, mutta on koneille täsmällisempi. Kielen sanat ovat koneille vain joukko kirjaimia, joiden merkitys täsmennetään niiden välisten täsmällisten hierarkkisten suhteiden kautta. Semanttisen webin ontologia on siis sanasto, jonka avulla Internetin sisällöt (metatiedot) voidaan ilmaista koneymmärrettävällä tavalla [Hyv05].

Ontologioita kuvataan ontologiakielillä, esimerkiksi RDF tai OWL. Jokaisella käsitteellä on yksiselitteinen tunniste eli URI, joka on muodoltaan verkko-osoitteen kaltainen. Itse ontologia rakenteellisesti ilmaistaan luokkina, luokkien välisinä suhteina ja luokkien ilmentyminä olio-ohjelmoinnin tapaan. [Hyv05].

Ontologioiden tarjoamat luokkien väliset suhteet mahdollistavat koneellisen päättelyn semanttisesta tiedosta. Ontologiaa voidaan käyttää myös esimerkiksi jaetuna kielenä eri järjestelmien välillä, apuna aineistojen yhdistämisessä useammasta eri lähteestä ja edistämään tietosisältöjen löydettävyyttä [TVH12].

2.2 OWL-kieli

OWL eli Web Ontology Language on yksi kielistä, joilla kuvataan ontologioita. OWL -kielellä on mahdollista ilmaista enemmän tarkoitusta ja semantiikkaa kuin esimerkiksi XML tai RDF -kielellä, joita voidaan myös käyttää ontologioiden kuvailuun [MVH04]. OWL-S -ontologia, jota tämä seminaariraportti käsittelee, on myös kuvattu OWL-kielellä.

OWL sisältää kolme alikieltä, jotka on suunniteltu sopiviksi eri tarkoituksiin. Kevyin kielistä on nimeltään OWL Lite, jolla voidaan ilmaista yksinkertaisia luokitteluita. OWL DL -kieli tarjoaa suuremman ilmaisukyvyn, jonka ainoa rajoitus on lupaus siitä, että tällä kielellä tehdyt ontologiat ovat koneellisesti pääteltävissä eikä päätelyn aikavaativuus nouse kohtuuttomaksi. OWL Full -kieli tarjoaa täyden ilmaisuvoinman, ja sillä voidaan laajentaa aiemmin tehtyjä ontologioita. Tällä kielellä tehdyt

ontologiat eivät kuitenkaan todennäköisesti ole täysin pääteltävissä [MVH04].

Dokumentin alussa määritellään joukko käytettäviä nimiavaruuksia. Nimiavaruudet määrittelevät käsitteiden URI-tunnisteiden alkuosan. Dokumentin tarkka rakenne on kuvattu W3C:n suosituksessa [SWM04] ja tässä aihetta käsitellään vain pääpiirteittäin.

OWL DL ja OWL Full -kielten ilmaisuvoiman keskeinen ero on, että DL ei salli luokkien käyttämistä ilmentyminä kun taas Full sallii. Luokka on OWL:ssä nimi ja joukko sitä kuvailevia ominaisuuksia. Ilmentymät ovat luokkien jäseniä. Tärkeää on ontologiaa rakentaessaan kiinnittää huomiota siihen, että tekee perusteltuja valintoja päättäessään onko kuvailtava asia luokka vai sen ilmentymä [SWM04]. Esimerkiksi on huomattava semanttinen ero sillä, onko luokan "Maat" aliluokkaan "Pohjoismaat" kuuluva "Suomi" aliluokka vai ilmentymä. Oikea vastaus tietenkin on, että "Suomi" ei kuvaile "Pohjoismaiden" alijoukkoa vaan on tällaisen alijoukon ilmentymä.

Faktoja, jotka liittyvät kuvailtavaan asiaan voidaan OWL:ssä määritellä ominaisuuksilla (properties). Luokille ominaisuudet ovat yleisiä ja ilmentymille yksittäisiä. Ominaisuudet voidaan myös järjestää hierarkkisesti kuten luokat. Ominaisuuksia voidaan määritellä käyttäen suurinta osaa XML -kielen tietotyypeistä (esimerkiksi merkkijono). Ominaisuuksille voidaan myös määritellä piirteitä (characteristics), jotka ovat matemaattis-loogisia. Piirteet merkittävästi parantavat päättelyä. Piirteitä ovat :

Transitiivisuus -jos "sijainti" on transitiivinen ominaisuus ja Suomi sijaitsee Pohjoismaissa ja Pohjoismaat sijaitsee Euroopassa, sijaitsee myös Suomi Euroopassa.

Symmetrisyys -suhde on olemassa molempiin suuntiin ja se on sama, esim. Suomen suhde Eurooppaan ei ole symmetrinen, koska vaikka Suomi sijaitsee Euroopassa, niin Eurooppa ei sijaitse Suomessa.

Funktionaalisuus -suhde määrittelee, että kullakin ilmentymällä on vain yksi tällainen arvo, esimerkiksi Helsingillä on yksi perustamisvuosi, eli 1550. Funktionaalisuus voidaan myös määritellä käänteiseksi, esimerkiksi kuvaamaan tilannetta, jossa kahdella henkilöllä ei voi olla sama henkilötunnus.

Piirteitä voidaan myös rajoittaa relaatioilla **kaikki** (allValuesFrom) tai **jotkut** (someValuesFrom), esimerkiksi koskien kaikkia karamelleja: "kaikki valmistajat ovat tyyppiä karamellitehdas" tai "ainakin yksi valmistajista on tyyppiä karamellitehdas".

Kardinaalisuusmäärittely mahdollistaa vielä voimakkaampien määrärajoitusten tekemisen kuin funktionaalisuus, esimerkiksi voidaan määritellä että kamelilla on

täsmälleen kaksi kyttyrää, ei enempää tai vähempää.

Joukko-opin käsitteet yhdiste, leikkaus, ja komplementti ovat myös OWL:ssä käytössä ja niiden avulla voidaan määrittää luokkia. Esimerkiksi luokka tytöt voisi koostua sellaisista henkilöistä, jotka eivät ole poikia.

Ontologioita voidaan myös yhdistää keskenään.

3 OWL-S

OWL-S on semanttisia verkkopalveluita kuvaava ontologia. Sen avulla käyttäjät ja ohjelmistoagentit voivat automaattisesti löytää, herättää, koostaa ja monitoroida palveluita tarjoavia resursseja [MBM07]. OWL-S tarjoaa standardin sanaston, jota voidaan käyttää yhdessä OWL -kielen kanssa palveluiden kuvausten koostamiseen [MBH04].

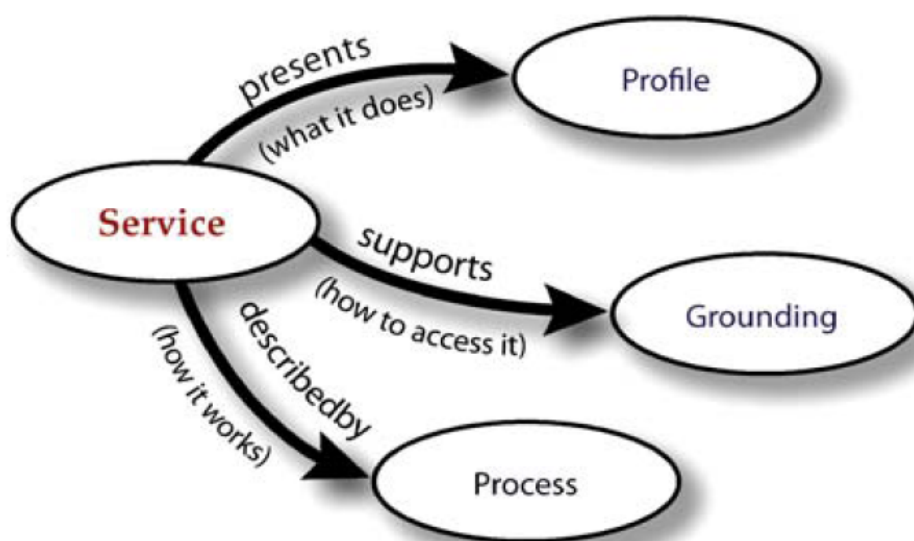
OWL-S perustuu ajatukseltaan siihen, että käyttäjän tarpeet ovat formaalisti määriteltäviä ja niitä voidaan verrata palveluiden formaalisti määriteltäviin kuvauksiin. Kun käyttäjä (tai käyttäjän agentti) tietää mitä haluaa, voidaan palvelua käyttää automaattisesti, sillä OWL-S sisältää myös käytännön ohjeet palvelun kanssa vuorovaikuttamiseen, eli käytännössä mitä tietoja palvelu tarvitsee ja minkälaisen viestin muodossa [MBM07].

Semantiikan käyttö palveluiden koostamisessa helpottaa myös palveluiden teknisen toteutuksen muutoksia, sillä asiakas selvittäisi palvelun kanssa asiainnin yksityiskohdat joka kerta palvelua käyttäessään ja näin mukautuisi automaattisesti myös muutoksiin toteutuksen yksityiskohdissa [SMP04].

OWL-S -ontologia rakentuu kolmesta osasta. Ensimmäinen on palvelun profiili (profile), jota käytetään palveluiden markkinointiin ja löytämiseen. Toinen on palvelun prosessimalli (process model), joka antaa yksityiskohtaisen kuvauksen palvelun toiminnasta. Kolmas on maadoitus (grounding), joka kertoo miten palvelun kanssa voidaan asioida. Profiili ja prosessi kuvailevat palvelua abstraktilla tasolla, kun taas maadoitus määrittelee konkreettisella tasolla palvelun käytön [MBH04].

3.1 Profiili

OWL-S profiili on luokka, joka kuvailee palvelun käyttäen kolmea informaatiotyyppiä: mikä organisaatio tarjoaa palvelun, mikä on tarjottava palvelu ja mitkä ovat



Kuva 1: OWL-S:n korkean tason rakenne [MBM07]

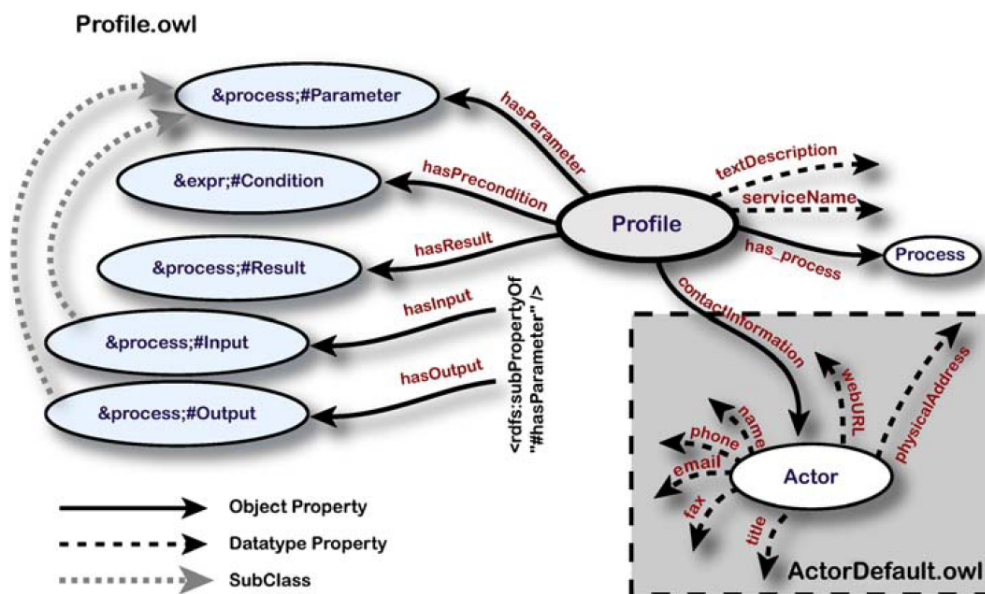
palvelun piirteet määrittelevät toiminnallisuudet [MBH04].

Palveluntarjoaja (provider) -tyyppi koostuu yhteystiedoista. Esimerkiksi tässä voidaan viitata tekniseen ylläpitäjään, joka vastaa palvelun toiminnasta tai asiakaspalveluun, joka voi antaa lisää tietoja palvelun käytöstä [MBH04].

Palvelun toiminnan kuvaus (functional description) -tyyppi määrittelee palvelun vaatimat syötteen ja palvelun antamat paluuviestit (output). Palvelu saattaa vaatia esiehtojen täyttymistä, joten profiili kuvailee nämä ehdot ja vaikutukset, jotka palvelun käyttämisellä on. Esimerkiksi kauppapalvelun käyttämisen esiehtona on toimiva luottokorttinumero ja palvelu ottaa syötteenä tämän luottokorttinumeron ja viimeisen voimassaolopäivän. Paluuviestinä palvelu antaa luodun kuitin ja palvelun käytön vaikutus on kortilta veloitus [MBH04].

Palvelun piirteet määrittelevät toiminnallisuudet -tyypissä määritellään palvelun kategoria, sen laatuluokitus ja lista parametreja, jotka voivat olla millaisia tahansa. Käytännössä siis kategoria voi määräytyä esimerkiksi jonkin tietyn luokituksen perusteella, laatuluokitus vaatii ulkoista arviointipalvelua ja parametrilistauksessa voisi olla esimerkiksi tietoa palvelun maantieteellisestä saatavuudesta tai

arvio suurimmasta mahdollisesta palvelun vasteajasta [MBH04].



Kuva 2: OWL-S:n profiilin rakenne [MBM07]

Profiili siis kokonaisuudessaan määrittelee palvelun käyttötarkoituksen, se mainostaa niitä palveluita, jotka palvelu haluaa tarjota [MBH04].

Palveluun voi liittyä useita eri profileita, joita voidaan käyttää apuna palvelun eri ominaisuuksien markkinoinnissa [MBM07].

3.2 Prosessi

Prosessi ei ole OWL-S:ssä suoritettava ohjelma, vaan ainoastaan määrittely siitä miten asiakas voi olla yhteydessä palveluun tai joukkoon toisiinsa liittyviä palveluita [MBH04].

Prosessi voi olla atominen, yhdistelty (composite) tai yksinkertainen [MBH04].

Atominen prosessi odottaa yhtä viestiä ja antaa yhden vastauksen. Atomisen prosessin voi herättää antamalla sille soveltuvan viestin. Atomisella prosessilla ei ole aliprosesseja ja ne suoriutuvat toimistaan kutsujan näkökulmasta yhdeltä istumalta. Jokaisella atomisella prosessilla on oltava maadoitus, joka antaa palvelun pyytäjälle mahdollisuuden koota viestejä prosessille sen syötteiden perusteella ja purkaa

vastauksia [MBH04].

Yhdistelty prosessi koostuu useammasta aliprosessista ja ylläpitää tilatietoa. Jokainen asiakkaan prosessille lähettämä viesti edistää sitä [MBH04].

Yksinkertainen prosessi ei ole herätettävissä eikä siihen liity maadoituksia. Yksinkertaiset prosessit muistuttavat atomisia prosesseja ja niitä käytetään abstraktioina [MBH04].

Prosessilla voi olla verkkopalvelussa kaksi tarkoitusta, se voi joko luoda ja palauttaa uutta informaatiota sille annettujen parametrien perusteella tai se voi aiheuttaa muutoksen maailmassa [MBH04].

Prosessin voi suorittaa kunnolla ainoastaan jos sen esiehdot pätevät. Prosessilla on myös aina jonkinlainen vaikutus. Esimerkiksi oston voi tehdä vain jos palvelu hyväksyy agentin lupauksen maksaa, vaikutus taas on tässä tapauksessa ostettavan tuotteen omistusoikeuden siirtyminen myyjältä ostajalle. Esiehdot ja vaikutukset esitetään loogisina lauseina [MBH04].

Prosessin osapuolia eli agentteja on kaksi tai useampi, yksi niistä on asiakas (TheClient). Prosessi on kuvailtu asiakkaan näkökulmasta. Toinen osapuoli on palvelin (TheServer). Jos muita agentteja on, ovat he osallistujia (hasParticipant) [MBH04].

Prosesseihin liittyvät kontrollirakenteet, joita OWL-S:ssä ovat Sequence, Split, Split+Join, Any-Order, Choice, If-Then-Else, Iterate, Repeat-While, Repeat-Until ja AsProcess [MBH04].

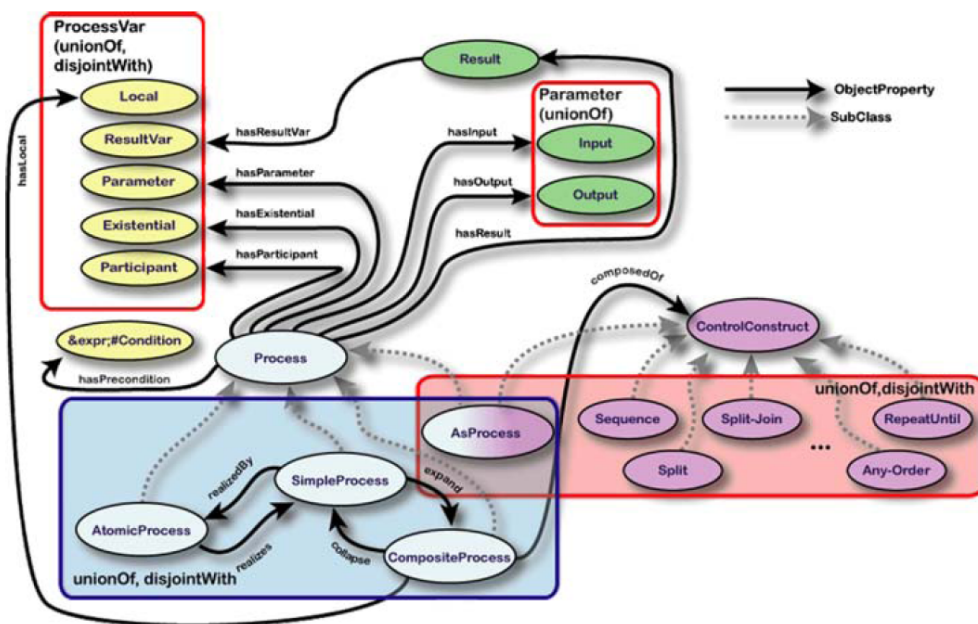
3.3 Maadoitus

Palvelun maadoitus määrittelee miten palveluun voidaan ottaa yhteys käytännössä. Näihin yhteydenoton yksityiskohtiin kuuluvat esimerkiksi protokollat ja viestin muotoilu. Maadoituksen voi ajatella toimivan siltana palvelun abstraktista kuvauksesta konkreettiseen toteutukseen [MBH04].

OWL-S maadoituksen keskeinen tehtävä on määritellä miten atomisen prosessin syötteet ja paluuarvot muotoillaan kuljetettaviksi viesteiksi [MBH04].

Toteuttavaa viestiprotokollaa ei ole kiinnitetty OWL-S ?standardissa, mutta suosituin valinta protokollaksi on ollut WSDL:n kuvailema SOAP [MBM07].

Palveluun voi liittyä useita vaihtoehtoisia maadoituksia, joita on mahdollista lisätä dynaamisesti [MBM07].



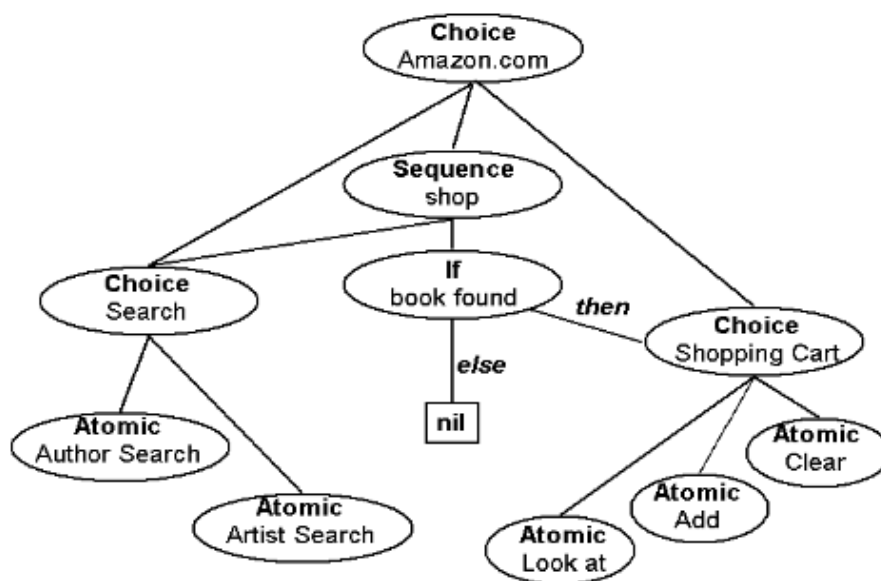
Kuva 3: OWL-S:n prosessimallin rakenne [MBM07]

3.4 Esimerkkejä

Amazon -verkkokaupan yksinkertaistettu OWL-S -prosessimalli on esitetty oheisessa kuvassa. Käyttäjän on mahdollista suorittaa kolmenlaisia tehtäviä. Ensimmäinen on **haku Amazonin tietokannasta**, käyttäen joko kirjoittajaan perustuvaa, artistiin perustuvaa tai muuta hakua. Toinen on **ostoskorin hallinta** joko lisäämällä sinne ostettavia tuotteita, katsomalla korin sisältöä tai tyhjentämällä kori kokonaan. Kolmas vaihtoehto on **suorittaa yhdistelty prosessi**, joka yhdistää edelliset kaksi atomista prosessia ensin tehden haun ja sitten lisäten haun löytämän tuotteen ostoskoriin [SMP04].

Amazonin prosessimalli havainnollistaa ajatuksellista eroa prosessin ja maadoituksen välillä. Prosessin voidaan ajatella kuvailevan olio-ohjelmoinnin paradigmaa mukaillen metodeita, jotka kaikki toteuttavat yhden vastuun sääntöä (eli metodilla on vain yksi tehtävä). Yhdistelty prosessi taas puolestaan käyttää näitä atomisia prosesseja luodakseen niistä tapahtumaketjun, samaan tapaan kuin metodi voisi olio-ohjelmoinnissa käyttää avukseen muita metodeja.

Maadoituksen rooli tulee myös Amazon-esimerkin kautta konkreettisesti ymmär-



Kuva 4: Kuvassa yksinkertaistettu versio Amazonin OWL-S -prosessimallista [SMP04]

rettävämmäksi. Amazonilla oli esimerkin teon aikaan WSDL-kuvaus palvelustaan, joten maadoitus tulkitsi semanttiset käsitteet, esimerkiksi kirjan kirjoittaneen henkilön ja muut hakua varten tarvittavat tiedot oikein muotoilluksi merkkijonoksi, joka voitiin lähettää Amazonin palvelulle haun tekemistä varten. Maadoitus myös tulkitsi Amazonin palvelun antaman vastauksen taas semanttisesti ymmärrettävään muotoon [SMP04].

Tarkastellaan vielä Amazonin palvelua OWL-kielisellä tasolla. Tässä käsitellään vain osa alkuperäisestä *AmazonBookPrice.owl*-tiedostosta, joka löytyy lähteestä [Mind].

```

<owl:Ontology>
  <owl:imports rdf:resource="&service;"/>
  <owl:imports rdf:resource="&profile;"/>
  <owl:imports rdf:resource="&process;"/>
  <owl:imports rdf:resource="&grounding;"/>
  <!-- use the cached version for bibtex ontology -->
  <owl:imports rdf:resource="http://www.mindswap.org/ontologies/bibtex.owl"/>
</owl:Ontology>

```

Tältä näyttää ontologian määrittely. Tuodaan dokumenttiin vaaditut OWL-S -resurssit palvelu, profiili ja maadoitus. Tässä esimerkkikoodissa esiintyvät tunnisteet, jotka alkavat risuaitamerkillä (#) ovat URI -tunnisteita. Dokumentin alussa määritellään nimiavaruudet, jotka tästä on jätetty selkeyden vuoksi ulos. Ajatuksena on, että nimiavaruuden perusteella risuaidan eteen lisätään verkko-osoite, esimerkiksi vaikka <http://cs.helsinki.fi/students> merkitsemään Tietojenkäsittelytieteen laitoksen opiskelijoita ja siihen perään lisättynä tunniste # käyttäjätunnus yksilöisi kyseisen käyttäjätunnuksen perusteella laitoksen opiskelijat.

```
<service:Service rdf:ID="AmazonPriceService">
  <service:presents rdf:resource="#AmazonPriceProfile"/>
  <service:describedBy rdf:resource="#AmazonPriceProcess"/>
  <service:supports rdf:resource="#AmazonPriceGrounding"/>
</service:Service>
<mind:BookInformationService rdf:ID="AmazonPriceProfile">
  <service:isPresentedBy rdf:resource="#AmazonPriceService"/>
  <profile:serviceName xml:lang="en">Amazon Book Price</profile:serviceName>
  <profile:hasInput rdf:resource="#BookInfo"/>
  <profile:hasOutput rdf:resource="#BookPrice"/>
</mind:BookInformationService>
```

Tässä määritellään kaksi palvelua, Amazonin hintapalvelu ja ulkoinen kirjatietopalvelu. Määrittelyyn kuuluvat aiemmin kuvassa numero 1 esitetyt liitokset palvelusta profiiliin (presents), palvelusta prosessiin (describedBy) ja palvelusta maadoitukseen (supports).

```
<process:AtomicProcess rdf:ID="AmazonPriceProcess">
  <service:describes rdf:resource="#AmazonPriceService"/>
  <process:hasInput rdf:resource="#BookInfo"/>
  <process:hasOutput rdf:resource="#BookPrice"/>
</process:AtomicProcess>
```

Määritellään tyypiltään atominen prosessi, jolla on uniikki tunniste ja syötteenään *kirjan tiedot* (BookInfo) -tyyppinen tieto, paluuarvona prosessi antaa *kirjan hinta* (BookPrice) -tyyppisen tiedon.

```

<process:Input rdf:ID="BookInfo">
  <rdfs:label>Book</rdfs:label>
  <process:parameterType rdf:datatype="&xsd:anyURI">&bibtex;Book
  </process:parameterType>
</process:Input>

```

Sekä syöte että paluuarvo määritellään vielä erikseen, yllä esimerkki syötteen määrittelystä.

```

<grounding:wSDLInput>
  <grounding:WSDLInputMessageMap>
    <grounding:owlsParameter rdf:resource="#BookInfo"/>
    <grounding:wSDLMessagePart
      rdf:datatype="&xsd:anyURI">&amazon;/Validate</grounding:wSDLMessagePart>
    <grounding:xsltTransformationString>
      <![CDATA[
        <xsl:stylesheet version="1.0"
          xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">

          <xsl:template match="/" />
        </xsl:stylesheet>
      ]]>
    </grounding:xsltTransformationString>
  </grounding:WSDLInputMessageMap>
</grounding:wSDLInput>

```

Tässä vielä ote maadoituksen määrittelystä, tässä tapauksessa käytetään WSDL-kieltä. Maadoitus siis muuntaa tarvittavat tiedot sellaisen viestin muotoon, jota palvelu teknisesti ymmärtää ja lähettää sitten viestin palvelulle sellaisella protokollalla, jota palvelu teknisesti ottaa vastaan.

Huomioitavaa on, että tämä Amazon-esimerkki on toteutettu OWL-S:n versiolla 1.1, joka on vanhempi kuin tässä seminaariraportissa muuten käsitelty OWL-S 1.2.

4 Heikkouksia

OWL-S:n prosessimallista puuttuu kokonaan poikkeusten hallinta [MBM07]. Käytännössä palveluiden toteuttajilla on haasteena itse päättää miten yllättäviin tilan-

teisiin varaudutaan.

Palvelun laadun ja turvallisuuden varmistusta ei käytännössä toteutettu suunnitteluvaiheessa [MBM07]. Kuitenkin jo pelkkä ajatus verkkopalveluiden automaattisesta löytämisestä ja käyttämisestä vaatii luottamushallintaa. Luottamus tai ainakin palvelun tason vertaisarviointi mainitaan jo alkuperäisessä visiossa semanttisesta webistä vuonna 2001 [BHL01], mutta käytännön toteutukset loistavat edelleen poisalollaan. Voidaan arvella, että ensimmäinen suuren luokan kaupallinen toimija, joka OWL-S:ää tai vastaavaa semanttista palveluiden löytämistä ja käyttämistä tarjoavaa sovellusta lähtee tuomaan suuren yleisön käyttöön, implementoinee samalla oman versionsa verkkopalveluiden maineenhallintajärjestelmästä.

Eri alojen ontologioiden kehitys vaikuttaa suoraan OWL-S:n käyttöönottoon, sillä OWL-S perustuu vahvasti ontologiselle käsitteiden määrittelylle [MBM07]. Koska ontologiat ovat semanttisen webin keskeisin rakennuspalikka [Hyv05], vauhdittaisi useampia aloja kattavien ontologioiden merkittävä lisääntyminen kansainvälisesti paitsi itse semanttisen webin, niin myös semanttisen webin palveluiden kehittymistä. OWL-S:n tapauksessa erityisesti kaivattaisiin lisää ontologioita, jotka kuvaisivat eri alojen palveluiden lisäksi myös palveluiden toimittamista, eli esimerkiksi kustannusmalleja, neuvotteluita, sopimuksia ja takuita [MBM07].

5 Pohdintaa

Semanttisen webin ideasta ollaan reilussa kymmenessä vuodessa päästy jo moninaisiin toteutuksiin. Silti ontologioiden ja niihin liittyvien palveluiden kehitys tuntuu olevan edelleen varsin akatemiavetoista. Google on ottanut useita askelia tehdäkseen haustaan semanttisen, samoin DBpedia ja linkitetty data kiinnostuksen aiheena tuntuvat kehittyneen merkittävästi viime vuosina.

Suomessakin isoksi keskustelunaiheeksi on noussut muutaman viime vuoden aikana avoin data ja sen hyötykäyttö. Julkinen keskustelu on saanut useita tahoja avaamaan tietojaan ohjelmistokehittäjille, jotka voisivat tietoa useista eri lähteistä yhdistelemällä saada aikaan ihmisten arkea ja maailmankuvaa hyödyttäviä palveluita. Samaan aikaan yleistyneet älypuhelimet tarjoavat mahdollisuuksia tuomalla sovellukset ihmisten taskuun ja osaksi heidän arkeaan. Esimerkiksi julkisen liikenteen reittioppaan käyttöä helpottavat yksittäisten sovelluskehittäjien tarjoamat sovellukset, joissa voi tarkastella omaa bussimatkaansa sinisen liikkuvan pallon kuvastaessa itseäsi kartalla tai seurata eri liikennevälineiden paikkatietojen perusteella niiden

matkaa pysäkiltä toiselle. Silti samaan aikaan matkakortilleen ei voi ladata Helsingissä lisää kautta verkon kautta, vaan käyttäjän on löydettävä avoin kioskki tai yksi harvoista latausautomaateista. Se rikkoo maailmankuvaa: elämmekö sittenkään tietotekniikan edelläkävijöiden maassa?

Jos pelkästään Suomessa ja sen pääkaupungissa kokemus palveluiden saatavuudesta verkon kautta on dualistinen, kansainvälisesti tilanne on varmasti vieläkin kahtiajakautuneempi. On valtava haaste saada muutettua palveluntarjoajien ajatusmaailmaa kohti semanttista rikkautta. Varsinkin tällaisessa murrosvaiheessa, jossa sekä ajatuksia että toteutusehdotuksia on esitetty, tutkittu ja toteutettu, mutta niitä ei ole laajasti omaksuttu ainakaan kaupalliseen käyttöön on varmasti vaikeaa perustella yrityksille miksi juuri heidän tulisi kiinnittää huomiota semanttisten palveluiden tarjoamiseen kun kauppa käy ilman. Ehkä esimerkiksi Suomen kulttuurialan onnistuneet semanttiset projektit kuten KirjaSampo ja MuseoSuomi näyttävät esimerkkiä mahdollisuuksista?

Mitä OWL-S:ään tulee, on tutkimusrintamalla ollut sen suhteen varsin hiljaista viime vuosina. Siitä tuskin siis saadaan seuraavaa semanttisen webin menestysteknologiaa, mutta kaikki työ mitä sen eteen on tehty visioineen, tutkimuksineen, määrittelyineen, ja esimerkkisovelluksineen on ollut arvokasta tulevaisuuden palveluiden semanttisten ominaisuuksien kehittämiseksi. Ehkä vakuutuksen ja pankkipalvelut voisi kilpailuttaa agentin avustuksella jo viiden vuoden kuluessa?

Lähteet

- BHL01 Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. et al., The semantic web. *Scientific American*, 284,5(2001), sivut 28–37.
- 4 Balzer, S., Liebig, T. ja Wagner, M., Pitfalls of owl-s: a practical semantic web use case. *Proceedings of the 2nd international conference on Service oriented computing*. ACM, 2004, sivut 289–298.
- Hyv05 Hyvönen, E., Miksi asiasanastot eivät riitä vaan tarvitaan ontologioita?, Oct 2005.
- Mind Information, M. M. ja Project, N. D. L. S. W. A., Owl-s example: Amazon bookfinder, 2004. <http://www.mindswap.org/2004/owl-s/1.1/BookFinder.owl>. [12.4.2013]
- MBH04 Martin, D., Burstein, M., Hobbs, J., Lassila, O., McDermott, D., McIlraith, S., Narayanan, S., Paolucci, M., Parsia, B., Payne, T. et al., OWL-S: Semantic markup for web services. *W3C member submission*, 22, sivut 2007–04.
- MBM07 Martin, D. L., Burstein, M. H., McDermott, D. V., McIlraith, S. A., Paolucci, M., Sycara, K. P., McGuinness, D. L., Sirin, E. ja Srinivasan, N., Bringing semantics to web services with OWL-S. *World Wide Web*, 2007, sivut 243–277.
- MVH04 McGuinness, D. ja Van Harmelen, F., Web ontology language overview. W3c recommendation, W3C, <http://www.w3.org/TR/owl-features/>, 2004.
- SMP04 Solanki, M., Martin, D., Paolucci, M., McIlraith, S., Burstein, M., McDermott, D., McGuinness, D., Parsia, B., Payne, T., Sabou, M., Solanki, M., Srinivasan, N. ja Sycara, K., Bringing semantics to web services: The owl-s approach. July 2004.
- SWM04 Smith, M., Welty, C. ja McGuinness, D., Owl web ontology language guide. W3c recommendation, W3C, <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>, 2004.

- TVH12 Tuominen, J., Viljanen, K. ja Hyvönen, E., Ontologiapalvelut semanttisessa webissä (ontology services on the semantic web). *Tietojenkäsittelytiede*, 1, sivut 17–36.