

hyväksymispäivä arvosana

arvostelija

## **Palveluiden haku palveluorientoituneessa tietojenkäsittelyssä**

Toni Könnilä

Helsinki 17.12.2015

HELSINGIN YLIOPISTO  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä — Författare — Author			
Toni Könnilä			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Palveluiden haku palveluorientoituneessa tietojenkäsittelyssä			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Tietojenkäsittelytiede			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
	17.12.2015	16 sivua + 1 liitesivua	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Service-oriented computing (SOC) on ajatusmalli, jossa yhden monoliittisen ohjelman sijaan painotetaan keskenään kommunikoiviin palveluihin. SOC nojaakin hyvin vahvasti SOA-arkkitehtuurimalliin, joka ajaa tätä samaa ideaa. SOA ei kuitenkaan tarjoa itsessään vastauksia siihen miten turvallisuus, palveluiden koordinointi ja ohjelman keskinäinen arkkitehtuuri on rakennettu. Tässä aineessa keskitytään palveluorientoituneen arkkitehtuuriin kuuluvaan palvelun hakuun (<i>service discovery</i>).</p> <p>ACM Computing Classification System (CCS):  A.1 [Introductory and Survey],  I.7.m [Document and text processing]</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
ulkoasu, tiivistelmä, lähdeluettelo			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2 Palveluorientoitunut arkkitehtuuri</b>	<b>2</b>
<b>3 Palveluiden haku</b>	<b>3</b>
3.1 Yleisesti . . . . .	3
3.2 WSDL . . . . .	5
3.3 UDDI . . . . .	7
3.4 Palveluiden haun haasteet . . . . .	8
3.5 Semanttinen palveluiden haku . . . . .	13
<b>4 Yhteenveto</b>	<b>14</b>
<b>Lähteet</b>	<b>14</b>

## Liitteet

### 1 Yleiset WSDL-määrittelypuutteet

# 1 Johdanto

SOC on ajatusmalli, joka painottaa eri palveluiden käyttöä palvelun koostamiseksi. Yleensä lopputuloksena on siis palvelu, jonka ideana on kommunikoida muiden palveluiden kanssa, jotka ovat itsessään alustariippumattomia ja väljästi yhteydessä toisiinsa (*loosely coupled*). Business-taustaisena ideana SOA:issa (*Service-oriented architectures*) on tuottaa hyvin keskenään toimivia, mahdollisimman atomisia palveluita, jotka ovat uudelleenkäytettäviä, helposti korvattavissa ja ylläpidettävissä tuottaen nopeasti kustannustehokkaita hajautettuja palveluja lyhyellä kehitysjulkaisuikkunalla (*time-to-market*).

Yksittäisen palvelun tehtävä voi olla yksittäinen pyyntö, tai monimutkaisempi businessprosessi, ja tällaisten palveluiden tarjoajat (olipa ne sitten organisaatioita tai yksityishenkilöitä) mahdollistavat ohjelmallisen pääsyn palveluihinsa ja dataansa internetin yli käyttäen standardoituja välitystapoja, käyttäen yleensä XML-perustaisia tai REST-mallin mukaisia HTTP-protokollaan perustuvia rajapintoja käyttäen. Näiden palveluiden tarjoajien (*service providers*) vastuulla on antaa palvelukuvaus ja ylläpitää palvelua, ja antaa palveluun liittyvää teknistä sekä muuta tukea. Palvelua kutsuvat tahot voivat olla muita ohjelmia, tai yksittäisiä tahoja, esimerkiksi kotipalvelin joka pyytää resurssia REST-rajapinnan toteuttavalta palvelulta internetin yli. Tästä seuraa, että näillä näillä palveluilla on tiettyjä vaatimuksia ja edellytyksiä.

- *Teknologiariippumattomuus*: Palvelun ei kuulu olla liian teknologiariippuvainen, vaan sitä pitää pystyä kutsumaan alalla vallitsevilla työkaluilla ja alan standardien mukaisesti.
- *heikko linkittyneisyys (loosely coupled)*: palvelun tulee olla irti mahdollisesta kontekstista, ja toimia itsenäisesti (ainakin ulospäin) ilman tietoa muista palveluista tai komponenteista.
- *Palvelun haettavuus (service discovery) ja tuki sijaintiläpinäkyvyydelle (location transparency)*: Palveluiden määrittymiset ja varsinaiset sijaintitiedot tulee olla tallennettuna johonkin - esimerkiksi UDDI repositorioon, ja asiakkaila/tahoilla pitää olla pääsy palveluun tietämättä missä se varsinaisesti sijaitsee.

Tässä aineessa keskitytään palveluiden hakuun, haettavuuteen ja siihen miten se voidaan toteuttaa palveluorientoituneessa arkkitehtuurimallissa.

## 2 Palveluorientoitunut arkkitehtuuri

Perinteisesti SOC palvelumalli johon nojataan, on ollut SOA. SOA pyrkii käyttämään erillisiä palveluja koostaakseen monimutkaisiakin ohjelmistoja. Näiden erillisten palvelujen on tarkoitus olla uudelleenkäytettäviä ja joustavia, ja siten nopeuttaa sekä halventaa ohjelmistokehitystä.

Erillinen yksittäinen palvelu eroaa ajatusmaailmaltaan monoliittisen arkkitehtuuri-puolen mallista tietyissä osa-alueissa. Se on itsenäinen, väljästi linkitetty, uudelleenkäytettävä, itsensä kuvaava ja helposti siirrettävä toiselle alustalle. Monoliittisessa arkkitehtuurissa palvelut on yleensä tiukasti sidottu sovittuihin teknologioihin, ja edelleen sidottuina käytettävän teknologian vaatimuksiin ja rajoitteisiin. Ohjelmat ovat tiiviisti linkattuina muihin kirjastoihin, ja yksittäisten luokkien ja palveluiden korvaaminen päättyy lopulta useiden moduulien muokkaamiseen tätä uutta korvaa-moduulia tukevaksi.

Myös business-mielessä monoliittinen arkkitehtuuri kasvaa usein turhauttavaksi: yhä kasvavan ohjelman monimutkaisuus ja sisäinen linkittyneisyys muodostuu hidasteeksi uusille projektiin liittyville työntekijöille ja vaatii enemmän ja enemmän aikaa ohjelman kokonaisuuden ymmärtämiseksi. Ohjelman luokkien ja palveluiden linkittyneisyys muodostaa myös kokonaisuuden, jota on vaikeampi muokata, jolloin uudelta työntekijältä saattaa jäädä kooditasolla huomiotta tehdä muutokset kaikkiin paikkoihin joihin muutokseen liittyvä moduuli on kytköksissä. Tämä ongelma on usein itseään ruokkiva, ja ongelmat kasaantuvat entisestään, jos koodin laadusta ei pidetä tasaisesti huolta. Tätä palveluorientoituneisuus sen sijaan yrittää helpottaa rajamalla palvelut selkeiksi itsenäisiksi kokonaisuuksiksi.

Monoliittisessa arkkitehtuurissa koko ohjelma voidaan nähdä isona siilona, kun taas SOA on yksinkertaisimmillaan infrastruktuuri, joka tukee erillisten palveluiden kommunikointia keskenään standardien protokollien avulla. Myös näiden palveluiden tulee olla löydettävissä alalla vallitsevien standardirajapintojen avulla. Kun nämä osat toimivat, ohjelmat pääsevät tarvittaessa helposti käsiksi näihin palveluihin ilman tarvetta monimutkaisille räätälöidyille kommunikointiprotokollille.

SOA on looginen tapa suunnitella ohjelmistoja joko yksittäisten käyttäjien tarpeeseen, tai rajapinnaksi muille ohjelmistoille. Perinteinen SOA erittelee (kts. Kuva 1) osapuolet palvelun jakajaan, palvelua kutsuvaan osapuoleen (asiakas) sekä palvelurekisteriin jonka avulla pyydetty palvelu löydetään.

**Palveluntarjoajan** vastuulla on antaa palvelukuvaus ja ylläpitää palvelua, ja antaa

palveluun liittyvää teknistä sekä muuta tukea. Palveluntarjoajan vastuulla on myös pitää huoli, että palvelu on löydettävissä palvelurekisterin avulla.

**Palvelua kutsuvat tahot** voivat olla muita ohjelmia, tai yksittäisiä tahoja, esimerkiksi kotipalvelin joka pyytää resurssia REST-rajapinnan toteuttavalta palvelulta internetin yli.

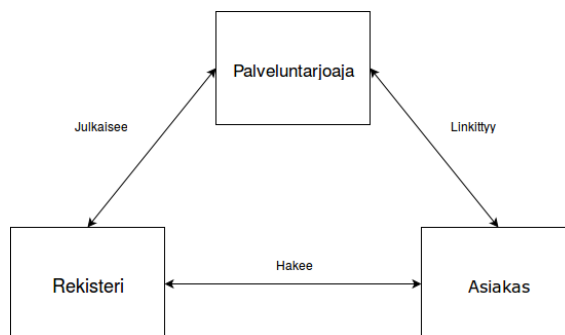
SOA:lle tyypillisessä skenaariossa palveluntarjoaja rakentaa toteutuksen palvelusta ja antaa sille palvelukuvauksen. Tämän jälkeen julkaisee sen palveluhakutaholle tai rekisterille, jota kautta palvelu on löydettävissä. Palvelua hakeva osapuoli pääsee käsiksi palveluun tällaisen tahon/rekisterin kautta (kuten esimerkiksi UDDI) ja linkittyy palvelukuvauksen avulla palveluntarjoajaan, jonka jälkeen kutsuva osapuoli pääsee kutsumaan palvelutoteutusta.

Palveluorientoituneet arkkitehtuurit toteuttavat SOC:in ideaa, mutteivät ota kantaa esimerkiksi turvallisuuteen, transaktioiden hallintaan tai koordinaatioon[Pap03].

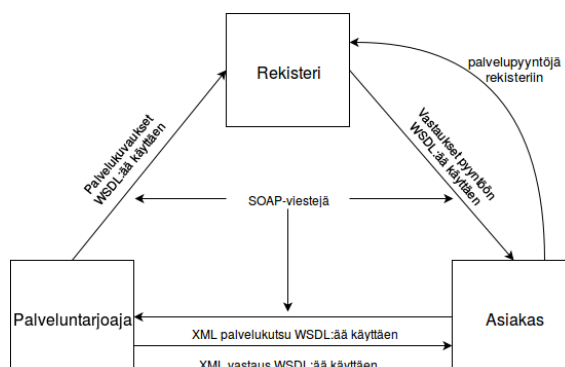
## 3 Palveluiden haku

### 3.1 Yleisesti

Palveluntarjoajilla on hallussaan toteutus palvelusta, jota he ylläpitävät ja he myös määrittävät palvelukuvauksen tarjoamalleen palvelulle. Palvelukuvausten tarkoituksena on ilmoittaa palvelun tarkoituksesta, käyttäytymisestä, laadusta ja sen tulee muodostaa alusta löydettävyydelle, linkittymiselle ja palvelukompositiolle. Palvelut voivat tarvittaessa olla yhteydessä toisiinsa monimutkaisemmissa prosesseissa, kuten vaikkapa luottokortin tarkistuksessa tai tuotteen tilauksessa. Koska nämä palvelut ovat luonteeltaan alustariippumattomia, luo se puitteet kompositiopalveluiden tuottamiselle liittämällä yhteen toiminnaltaan yksinkertaisia tai monimutkaisempia palveluita.



Kuva 1: Perinteinen SOA



Kuva 2: SOAP viestintä

Web service -malli koostuu kolmesta komponentista: asiakkaasta, palveluntarjoajasta sekä rekisteristä. Palveluiden haun kannalta nämä kaikki ovat oleellisia. Ilman rekisteriä kutsujaa ja tarjoajaa ei voida linkittää, koska yleensä asiakas ei tiedä missä palvelu sijaitsee. Palveluntarjoaja julkaisee palvelun rekisterissä luomalla WSDL (Web Service Description Language) määrittelyn, joka on XML-pohjainen rajapintakuvaus[Cha14], joka kertoo kutsuvalle taholle miten pyydettyä palvelua voidaan kutsua, millaisia parametreja se odottaa, missä muodossa vastaus tulee ja millaisissa tietorakenteissa vastauksen sisältö on[W3C07b]. Perinteisesti nämä tahot ovat keskustelleet keskenään SOAP:n avulla. SOAP on protokolla, joka alkujaan oli akronyymi sanoista Simple Object Access Protocol. Myöhemmissä versioissa päätettiin ettei SOAP ole akronyymi ollenkaan.

SOAP luotiin toimimaan HTTP-protokollan yli, koska sitä tuetaan kaikissa internet selaimissa ja tarjoaa muodon, jolla XML viestit kääritään[W3C07a]. Näin kaikki palvelut, jotka tukevat SOAP:ia voivat keskustella keskenään, eikä ole väliä miten palvelut ovat teknisesti toteutettu. Rekisterissä on siis WSDL-kuvaus palvelusta. Web service -mallissa asiakastaho tekee pyynnön rekisteriin, jonka jälkeen rekisteri vastaa kutsujalle lähettämällä palan WSDL-määrittelystä. Tämän jälkeen, mikäli

palautettiin oikeanlaista tietoa, asiakkaalla on kaikki tarpeellinen tieto linkittyäkseen palveluun. Saamansa WSDL:n avulla asiakas tekee pyynnön palveluntarjoajalle, joka antaa edelleen WSDL-määrittelyssä muodossa vastauksen asiakkaalle. Kaikki nämä pyynnot palveluntarjoajan, rekisterin ja asiakkaan välillä ovat perinteisessä mallissa SOAP-muotoisia. Havainnollistus kuvassa 2.

Tällainen malli on hyvin perinteinen, oleellisina osina ovat WSDL, rekisterit ja SOAP viestit. On kehitetty myös muita tapoja keskustella palvelun ja asiakkaan välillä. Nykyään yhä useammat web-palvelut toteutetaan REST-tyyppisesti. Ongelmaksi palvelun haun kannalta muodostuu se, ettei REST:ä ole standardoitu, eikä siis ole olemassa standardoitua tapaa miten palveluiden haku REST-tyyppisille rajapinnoilla toteutetaan. Normaalisti REST-tyyppisen palvelun haku perustuu sen URI:n. Esimerkiksi osoitteessa <http://yhtio.com/api/kayttajat/> voisi listata kyseisen palvelun käyttäjät. On täysin palveluntarjoajan vastuulla, että asiakkaat löytävät kyseiset resurssit. Hyvässä tapauksessa resurssien metadatasta löytyy tietoa siitä mitä voidaan tehdä seuraavaksi tai mitä muita resursseja voidaan hakea. REST ei siis varsinaisesti ota kantaa miten palvelun haku on toteutettu.

Erinäisiä lähestymistapoja yhdistää REST:iä traditionaaliseen malliin kuitenkin löytyy. Eräs ohjelmointi- ja palvelunkoostamistapa, jossa kaikki yksittäiset palvelut ovat täysin hajautettuja ja jotka keskustelevat keskenään RESTmäisesti, ilman keskinäisiä palvelumäärittelyksiä ja sopimuksia, on mikropalveluarkkitehtuuri. Mikropalveluarkkitehtuuri on nimitys, jonka puolestapuhuja esimerkiksi Martin Fowler on. Käytännössä mikropalvelut ovat SOA arkkitehtuurin mukaisia, mutta eräät kokivat SOA:n terminä liian laveaksi ja monimerkitykselliseksi. Mikropalveluihin ei oletuksena kuulu rekisteriä, joten nämä tarvitsevat oman tapansa linkittää palvelun kutsuja sekä palvelun tarjoaja. Tällaisia ratkaisuja voivat olla vaikkapa selaimen tai palvelinpuolen palveluiden haku. Joka tapauksessa nämäkin ratkaisut päätyvät usein rekisterin käyttöön[Net12]. Ratkaisut loppuviimein ovat hyvin samanlaisia, erona on ettei REST-palvelunhakua ole standardoitu vielä samalla tavalla kuin Web Service maailmassa.

## 3.2 WSDL

WSDL on kieli jonka avulla kehittäjät kuvaavat kaksi tärkeintä osaa palvelusta: palvelun toiminnallisuuden ja miten sitä kutsutaan, eli miten siihen pääsee käsiksi.



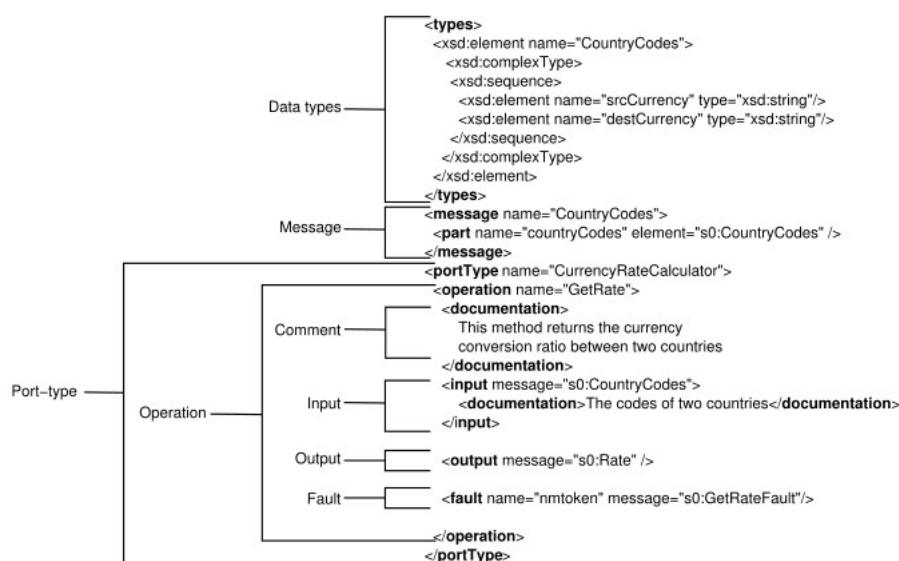
WSDL 1.1 määrittelyn <sup>1</sup> mukaan toiminnallinen kuvaus paljastaa palvelurajapinnan, joka tarjotaan palvelun kutsujalle. Myöhempi osa määrittää teknologiaan liittyvät osa-alueet, kuten viestintäprotokollan sekä verkko-osoitteen. Palvelua hakevat osapuolet tarvitsevat toiminnallisen määrittelyn löytääkseen kolmannen osapuolen palvelun joka sopii käyttäjän tarpeisiin ja käyttäjä hyödyntää teknologiallista määrittelyä viestiäkseen palvelun kanssa.

WSDL dokumentti määrittelee palvelun toiminnallisuuden joukkona porttityyppejä (*port-types*), jotka asettava eri operaatiot joiden kutsuminen perustuu viestien vaihtoon. Viestit tässä yhteydessä tarkoittavat operaatioiden syöttö- ja ulostuloparametreja niitä sen enempää erottelematta. WSDL myös tarjoaa palvelun tarjoajalle mahdollisuuden määritellä virheviestejä (*faults*), joita palautetaan palvelun kutsujalle. WSDL elementtien, kuten porttityyppien, virheviestimääritelmien ja operaatioiden pitää olla yksikäsitteisesti nimetty. Vapaaehtoista on, lisätäänkö elementeille dokumentaatiota kommentteina. Dokumentaation lisääminen WSDL-dokumenttiin on kuitenkin suositeltua. Viestit muodostuvat osista, jotka kuljettavat tietoa palvelun tarjoajan ja palvelujen käyttäjien välillä sekä toisin päin. Tyypillisesti jokainen viesti on hierarkkiselta sisällöltään määriteltyjen datatyyppien mukainen. Nämä datatypit on määritelty erikseen skeemassa. XSD-kieli (*XML Schema Definition*) on kehitetty kuvaamaan viestin osien hierarkiaa. XSD tarjoaa konstruktorit määrittämään yksinkertaiset tyypit (*simple types*) esimerkiksi integer, string ja totuusarvo. XSD tarjoaa myös työkalut rajoitusten määrittämiseen, kapseloimiseen sekä lisäosa mekanismien kehittämiseen monimutkaisempia elementtejä varten. Kuvassa 1 on esitelty tarvittava XML-muotoinen esitys monimutkaisen tyypin (*complex type*) - tässä "CountryCodes"-toteutukseen.

Useimmat rekisterit ovat luonteeltaan syntaktisia, joten on onnistuneen palvelun haun kannalta oleellista, että WSDL-dokumentin elementit on nimetty ja kommentoitu kuvaavasti. Syntaktiset rekisterit esikäsittelevät WSDL-dokumentit tyypillisesti siten, että rekisterit keräävät joukon termejä. Termit valitaan porttityyppi-elementtien, sisä- ja ulostuloviestien sekä operaatioiden nimistä ja kommentteista. Kun termit on kerätty dokumentista, syntaktiset rekisterit erottelevat nimiyhdistelmät: "CountryCodes" erotetaan ja jää "Country" ja "Codes". Edelleen poistetaan ei-relevantit termit kuten "the", "for" ja vastaavat. Mahdollisesti poistetaan myös ylimääräiset päätteet jotta saadaan termin juuri. Tätä on kutsuttu juuristamiseksi (*stemming*)[CZC08]. Vastaavasti pyynnöt esikäsitellään edellämainitulla tavalla,

---

<sup>1</sup>WSDL 1.1 [www.w3.org/TR/wsdl](http://www.w3.org/TR/wsdl)



Kuva 3: Esimerkki palvelumäärittäyksestä WSDL:a käyttäen

jonka jälkeen termejä vertaillaan tarjolla olevien palvelujen termejä vastaan. Jos julkaisija ei osaa määritellä WSDL-dokumenttiaan käyttäen järkeviä paradigmoja, kuten selkeitä nimeämiskäytäntöjä, on vertailu tarjolla oleviin palveluihin hyvin vaikea tehtävä.

### 3.3 UDDI

Perinteisen Web Service mallin palvelut nojaavat yleensä erilaisiin rekistereihin. OASIS kehitti UDDI:n vuonna 2000 siltä ideapohjalta, että palvelua käyttävät tahot linkitettäisiin palvelun tarjoajiin julkisen tai yksityisen rekisterin avulla. Tällaisessa visiossa kuka tahansa esimerkiksi luottokorttitunnistusta tarvitseva asiakas teki pyynnön palvelurekisteriä vastaan ja valitsisi oikean SOAP:ia tukevan palvelun. Tällaisessa maailmassa julkisesti ylläpidettävä UDDI-rekisteri olisi kriittisen tärkeä kaikille. UDDI ei kuitenkaan päätynyt niin yleiseen käyttöön kuin sen julkaisivat olisivat toivoneet ja sen kehittäminen loppui vuonna 2007[OAS07]. Se on kuitenkin edelleen osa Web Services Interoperability standardia ja tärkeä osa perinteistä Web Service palvelunhakumallia.

UDDI-rekisteri koostuu kolmesta osasta:

- *Valkoiset sivut* sisältävät tietoa palveluntarjoajasta. Tähän sisältyy esimerkiksi

julkaisijan/yrityksen nimi ja kuvaus, mahdollisesti monella kielellä, ja palvelu voi olla löydettävissä pelkästään tämän tiedon avulla. Valkoiset sivut saattavat sisältää myös palveluntarjoajan yhteystiedot kuten puhelinnumero ja osoite.

- *Keltaiset sivut* luokittelevat palvelut standardoitujen taksonomioiden mukaan.<sup>2</sup> Yhteen valkoiseen sivuun voi liittyä useampi keltainen sivu, eli kuvaukset useammalle palvelulle.
- *Vihreät sivut* sisältävät teknistä tietoa miten palveluun pääsee käsiksi. Sisältävät siis palvelun osoitteen, parametrin ja viitteet vaadittuihin rajapintoihin tai protokollin joilla palvelu toimii.

### 3.4 Palveluiden haun haasteet

Web service -palveluhaun suurimpia ongelmia on, että se on kuin etsisi neulaa heinäsuovasta[GPST04], varsinkin kun palveluiden määrä kasvaa. Oikean palvelun löytäminen käyttäjän antamien hakuehtojen mukaan on vieläkin perustavanlaatuisen tutkimusongelma SOC-maailmassa[LLL<sup>+</sup>09].

Useat tekijät haastavat palvelun haun ongelmaa entisestään:

- Julkisten web palveluiden määrä kasvaa tasaisesti koko ajan, samalla kun pilvi- ja SaaS-palvelut ovat kasvattaneet suosiotaan.
- Avainsana-perustainen palvelun haku on ongelmallinen kahdessakin mielessä. Palveluntarjoajat julkaisevat usein puutteellisia palvelukuvauksia jotka eivät sovellu avainsana-hakuun. Lisäksi nykypäivän monimutkaiset liiketoimintatarpeet ylipäättään vaikeuttavat asiakkaan hakusanavalintaa.
- Haku on syntaksiperustainen, joka johtaa semanttisuuden puutteeseen palvelun haussa.
- palvelun tarjoajan välinpitämättömyys ohjelman toiminnan kannalta vähemmän oleellisiin asioihin, kuten palvelun laatuun ja hintaan.

Perinteisen mallin syntaktisuuteen perustuva palvelun haku aiheuttaa helposti ongelmia. Palvelua määritellessään julkaisijat sortuvat helposti XSD sekä WSDL-pohjaisiin

---

<sup>2</sup>Standardoituja taksonomioita ovat esimerkiksi SIC (Standard Industrial Classification) ja NAICS (North American Industry Classification System)

Problem	Solution
<pre> &lt;definitions targetNamespace="http://www.translateService.com"&gt;    &lt;message name="translateRequest"&gt;     &lt;part name="text" type="string"/&gt;   &lt;/message&gt;    &lt;message name="translateResponse"&gt;     &lt;part name="translatedText" type="string"/&gt;   &lt;/message&gt;    &lt;portType name="LanguageTranslator"&gt;     &lt;operation name="translateFromEnglishToGerman"&gt;       &lt;input message="tns:translateRequest" name="text"/&gt;       &lt;output message="tns:translateResponse" name="translatedText"/&gt;     &lt;/operation&gt;   &lt;/portType&gt;  &lt;/definitions&gt; </pre>	<pre> &lt;definitions targetNamespace="http://www.translateService.com"&gt;    &lt;documentation&gt;The translator will not produce a perfect translation.   In most cases it should adequately convey the general   sense of the original; however, it is not a substitute   for a competent human translator.   &lt;/documentation&gt;    &lt;message name="translateRequest"&gt;     &lt;documentation&gt;Text in English&lt;/documentation&gt;     &lt;part name="text" type="string"/&gt;   &lt;/message&gt;    &lt;message name="translateResponse"&gt;     &lt;documentation&gt;Text in German&lt;/documentation&gt;     &lt;part name="translatedText" type="string"/&gt;   &lt;/message&gt;    &lt;portType name="LanguageTranslator"&gt;     &lt;operation name="translateFromEnglishToGerman"&gt;       &lt;documentation&gt;Translate a text from english to german&lt;/documentation&gt;       &lt;input message="tns:translateRequest" name="text"/&gt;       &lt;output message="tns:translateResponse" name="translatedText"/&gt;     &lt;/operation&gt;   &lt;/portType&gt;  &lt;/definitions&gt; </pre>

Kuva 4: Puuttuvat tai virheelliset kommentit -puute ja esitetty korjaus, otettu lähteestä [RCZC10]

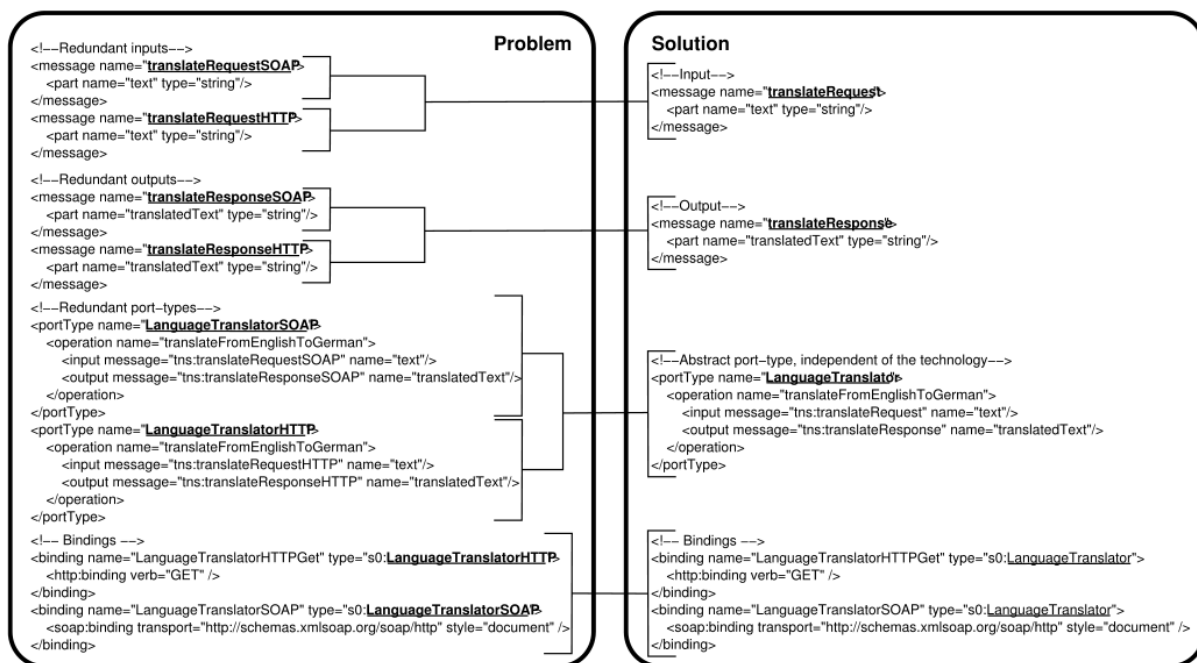
puutteisiin määrittelyssä, jotka heikentävät palvelun haun tehokkuutta. Lähteessä [RCZC10] mainitaan kahdeksan puutteellista määrittelytyyliä ja ratkaisuja niihin:

**Puuttuvat tai virheelliset kommentit:** Puute esiintyy dokumentaatiossa. Ongelma esiintyy silloin, kun WSDL-dokumentti ei sisällä kommentteja, tai ne ovat muodoltaan tai esitykseltään huonoja. Kommenttien tulisi olla itsensäselittäviä ja sijaita oikeassa kohtaa WSDL-dokumenttia. Kuvassa 4 on esitelty puute dokumentoinnissa ja sen vieressä ehdotettu korjaus. Kun tarvittava dokumentaatio on lisätty dokumenttiin, sen lisäksi että dokumentti on ilmaisultaan järkevämpi, kasvaa sen löytövoima samalla, sillä korjaus lisää dokumentista eroteltavien termien määrää. Esimerkiksi nyt saadaan juuret "translat", "term", "english" ja "german", joita syntaktiset rekisterit käyttävät.

**Ylimääräiset port-type määrytykset:** Yleinen huono tapa on toistaa port-type määrytyksiä. Turha port-type määrytys on sellainen, joka sisältää saman joukon operaatioita kuin jokin toinen saman palvelun port-type määrytys. Yleensä lähtökohtana kehittäjällä tämän tyyppisessä toteutuksessa on määritellä eri port-tyypet operaatioille jotka tarjoavat toimintaansa eri protokollan yli, esimerkiksi HTTP ja SOAP. Tämä ei ole kuitenkaan tarpeellista, sillä operaatiot voidaan abstrahoida, niinkuin on tehty kuvassa 5. Toisaalta, useammat (turhat) port-type määrytykset voivat nostaa palvelua suotuisammaksi rekisterin valitessa asiakkaan kyselyn perusteella termejä. Jos termi sattuu osumaan palvelusta esikäsiteltyyn termiin, saa se korkeamman arvosanan. Jos sama termi esiintyy useampaan kertaan esimerkiksi port-type määrytyksen toiston takia, saa se edelleen korkeamman arvosanan. Tällainen tilanne voidaan nähdä samanlaisena kuin Google pommi[Wik07].

**Monitulkintaiset XML-elementtien nimet:** Ilmenee kun monitulkintaisia tai kryptisiä nimiä esiintyy porttityyppi, operaatio tai viestielementeissä. WSDL-elementin tulee ilmentää hyvin tehtäväänsä, sillä nimi on uniikin tunnisteiden lisäksi myös kuvaus-elementti, koska syntaktiset rekisterit esikäsittävät myös nimielementit. Kuvaavat nimet eivät siis sisällä argumentteja kuten "arg0" tai "foo". Lisäksi syntaktiset rekisterit luottavat usein suosittuihin nimentäkonventioihin pilkkoessaan pitkiä nimiä[DHM<sup>+</sup>04]. Esimerkiksi nimi "*xmlelementinnimi*" tulee kirjoittaa muodossa "*xmlElementinNimi*". Nämä ovat myös helpommin luettavissa. Myös nimen pituus kannattaa ottaa huomioon. Nimen ei kannata olla liian lyhyt, eikä liian pitkä. Suosituspituus olisi kolmen ja viidentoista merkin välillä[KNB06].

**Pienen koheesion omaavat operaatiot samassa port-tyypessä:** Yleinen huonoa paradigmaa noudattava määrittelyvirhe on asettaa pienen koheesion omaavia operaatioita samaan porttimäärittelyyn. Koheesiolla tarkoitetaan tässä sitä, kuinka voimakkaasti operaatio on liitoksissa muihin saman porttityypin alla sijaitseviin operaatioihin. WSDL-dokumentit, joiden porttimäärittelyt noudattavat korkeaa koheesiota ilmaisevat termeillään lähinnä kyseessä olevan palvelun domainiin liittyviä toimintoja. Kun rekisteriin tehdään syntaktinen kysely, on näillä korkean koheesion omaavilla palveluilla suurempi todennäköisyys tulla löydettyksi. Jos palvelu omaa matalaa koheesiota, on tarpeen eritellä palvelun toiminnan kannalta vähemmän oleelliset operaatiot omiin porttityyppeihinsä, tai kokonaan erillisiksi web palveluiksi koheesion nostamiseksi.



Kuva 5: Ylimääräiset port-type määrittelyt -puute ja esitetty korjaus, otettu lähteestä [RCZC10]

**Suljettu datamalli:** Dataa esittävien suljettujen mallien määrittely erikseen jokaisessa palvelun kuvauksessa, jotka tarvitsevat niitä, on myös huonoa suunnittelutyyliä. Suljettu datamalli on datamalli joka sijaitsee WSDL-dokumentissa ja sitä voidaan käyttää vain operaatioissa, jotka on kuvattu kyseisessä WSDL-dokumentissa. Tuotu datamalli taas on malli, joka on eristyksissä palvelukuvauksesta omassa XSD-dokumentissa. WSDL-dokumentista voidaan viitata tähän XSD-dokumenttiin tarvittaessa. Näin tehtynä tulee palvelumäärittelystäkin helpommin ylläpidettävä, koska elementtien uudelleenkäytettävyys paranee ja toiston määrä pienenee.

**Ylimääräiset datamallit:** Saman datatyypin määrittely useaan kertaan on myös yleinen huonoa suunnittelutyyliä sisältävä tapa. Ylimääräisiä datamalleja esiintyy, jos WSDL dokumentissa vähintään kaksi datatyypinmäärittelyä ovat samaan käyttötarkoitukseen luotuja. Syntaktiselle rekisterille tarpeettomat datamallit voivat aiheuttaa samanlaisia vaikutuksia kuin tarpeettomat porttityypit. Samoin kuin ylimääräiset porttityypinmäärittelyt, tämä suunnitteluvirhe aiheuttaa tarpeettoman suuria ja vaikeaselkoisia WSDL-dokumentteja asiakkaan, eli palvelua kutsuvan osapuolen, kannalta. Ylimääräiset datamallit -suunnitteluvirhe muodostuu usein vaadittujen datatyypin huonosta esitysmuodosta. Tämän korjaamiseksi on suotavaa korvata turhat ja ylimääräiset datatyypit yksittäiselle datatyypillä ja tehdä korjauk-

set niihin osiin jotka kutsuivat näitä datatyyppejä osoittamaan uuteen datatyyppiin. Korjatun version ei tulisi sisältää ylimääräistä XSD-koodia, jolloin palvelun kuvaus on ytimekkäämpi ja helpommin ymmärrettävissä myös kolmannen osapuolen palvelunhauille. Huomioitavaa on myös, että korjattu datamalli kannattaa määritellä omassa XSD-dokumentissaan, jotta vältettäisiin sortumista aiemmin mainittuun suljettuun datamallityyliin.

### **Turhan laaja tyyppikonteksti datatyyppille:**

### **Piilevät virheviestit standardiviesteissä:**

Koostettu kuva edellisistä tämän tutkielman liitteenä.

Tarve paranneltuihin palvelumäärittelyksiin on huomattu muualla tiedeyhteisössäkin[KTSW08].

Todella paljon tutkimusta on tehty SOC:in palvelun haun ongelmien vastaamiseksi.

Ne voidaan jakaa neljään eri luokkaan[AN10].

1. **Semanttiset tavat:** Semanttisen palveluhaun mallissa kyse on yksinkertaisuudessaan palvelujen vertailusta. Semanttiset lähestymistavat pyrkivätkin lisäämään vertailun tehoa, yleensä rikastuttamalla palvelukuvauksia jollakin ontologialla, esimerkiksi OWL-S. Ontologialla rikastetut kuvaukset tuovat lisää ilmaisuja ja parantavat vertailua käyttäjän tarpeen ja tarjolla olevien palvelujen välillä.
2. **Informaation haku tavat:** Nämä lähestymistavat tutkivat semanttista suhdetta palvelua kutsuvan osapuolen pyyntöjen välillä sekä palvelun tarjoajan määrittämien termien välillä[MCZ07].
3. **Data mining tavat:** Nämä lähestymistavat esittävät palvelun haun ongelman nk. Constraint Satisfaction -ongelmana[Tsa14] (*CSP*). Tehty pyyntö verrataan joukkoon saatavilla olevia palveluita ja reitinhakualgoritmeilla sekä klusterointimetodeilla pyritään ratkaisemaan CSP. Palveluiden suhdetta palveluiden välillä käytetään siis parantamaan käyttäjälle tarjottujen palveluiden tarkkuutta.
4. **Linkittämiseen liittyvät tavat:** Linkittämiseen liittyville lähestymistavoille tyypillistä on, että niissä pyritään yhdistämään asiakkaan tarpeet tyydyttävä palvelu yhdeksi kokonaisuudeksi useista eri palveluista[RS05].

Haasteeksi perinteisessä WSDL:n, rekisteriin ja SOAP:aan keskittyvässä mallissa on tullut semanttisuuden puute[MBM<sup>+</sup>07], sillä WSDL kertoo kyllä miten palvelua

käytetään, mutta ei tarjoa ratkaisuja siihen mitä tapahtuu kun palvelua käytetään. Palvelua käyttävä ihminen lukee sen luonnollisella kielellä palvelukuvauksesta. Jos halutaan automatisoituja palveluja, jotka osaavat luotettavasti ratkaista ongelmia, tarvitaan tapa jättää ihminen välistä. Tarvitaan siis jokin ratkaisu tuottamaan semanttisia palvelukuvauksia. Palveluiden haku on luonteeltaan semanttista, mutta perinteinen UDDI, SOAP, WSDL perustuvan mallin rajoitteena on kertoa mitä kaikkea palvelu pystyy tekemään. Malli on luonteeltaan syntaksipohjainen, joka ei pysty itsessään ilmaisemaan koko kontekstia, jossa palvelut toimivat ja mitä ne pystyvät tekemään.

UDDI:n avulla kyselyt palauttavat usein väärä palveluita [BCP05], varsinkin kun palveluiden määrä rekisterissä kasvaa.

Erilaisia lähestymistapoja asian korjaamiseksi on esitetty. Esittelyt löytyvät kohdasta "Semanttinen palveluiden haku".

### 3.5 Semanttinen palveluiden haku

Palveluiden haku myös semanttisen webin saralla on perustavanlaatuinen tutkimusongelma. Semanttiset palvelut ovat visio arkkitehtuurista, jossa käyttäjällä on mahdollisuus automaattisesti yhdistää tarvittavia palveluita toteuttaakseen jokin tietty tehtävä tai tehtäväkokonaisuus. Olkoon käyttäjä "Simo". Simo haluaa löytää halvan lennon määränpäähänsä josta haluaa jatkaa hotellille joka tyydyttää Simon tarpeet hinnaltaan ja sijainniltaan. Semanttisten webpalveluiden visiona on yhdellä pyynnöllä yhdistellä palveluita, jotka antavat Simolle vastauksen haluttuun ongelmaan. Simo voisi hyvinkin olla myös muu e-Business palvelu, joka yhdistelee palveluita saadakseen ratkaisuja ongelmiinsa.

WSDL, SOAP ja UDDI -standardit kärsivät semanttisen esityksen puutteesta, joten toive alan standardeilla koostettujen palveluiden automaattisesta integroimisesta jää täyttymättä. Jotta palveluista saataisiin kehitettyä semanttisia, on haasteita joihin täytyy löytää ratkaisuja. Ensinnäkin kun palveluiden määrä lisääntyy merkittävästi, ja oikeiden palveluiden löytäminen on tärkeää, palvelunhaun tehokkuus ja tarkkuus tulee olla merkittävästi parempi kuin nyt. Toisekseen, kun palvelu saadaan tehokkaasti löydettyä, pitäisi pystyä automaattisesti linkittämään se kyseistä palvelua kutsuvaan palveluun. Molemmat näistä haasteista ovat riippuvaisia palveluntarjoajan kyvystä kuvata tarjoamansa palveluiden toiminnot sekä palveluita kutsuvien osapuolten kyvystä määritellä yksikäsitteisesti ja koneluettavasti tarpeensa



palvelulta.

Eräs tapa lähestyä näitä haasteita, eli perinteisen mallin semanttisuuden lisäämistä on lisätä laajennus UDDI rekisteriin[AGDR03].

## 4 Yhteenveto

### Lähteet

- AGDR03 Akkiraju, R., Goodwin, R., Doshi, P. ja Roeder, S., A method for semantically enhancing the service discovery capabilities of uddi. *IWeb*, 2003, sivut 87–92.
- AN10 AbuJarour, M. ja Naumann, F., Dynamic tags for dynamic data web services. *Proceedings of the 5th International Workshop on Enhanced Web Service Technologies*, WEWST '10, New York, NY, USA, 2010, ACM, sivut 3–9, URL <http://doi.acm.org/10.1145/1883133.1883135>.
- BCP05 Brogi, A., Corfini, S. ja Popescu, R., Composition-oriented service discovery. *Software Composition*. Springer, 2005, sivut 15–30.
- Cha14 Chaturvedi, A., Subset wsdl to access subset service for analysis. *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2014 IEEE 6th International Conference on*, Dec 2014, sivut 688–691.
- CZC08 Crasso, M., Zunino, A. ja Campo, M., Easy web service discovery: A query-by-example approach. *Science of Computer Programming*, 71,2(2008), sivut 144 – 164. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167642308000282>.
- DHM<sup>+</sup>04 Dong, X., Halevy, A., Madhavan, J., Nemes, E. ja Zhang, J., Similarity search for web services. *Proceedings of the Thirtieth international conference on Very large data bases-Volume 30*. VLDB Endowment, 2004, sivut 372–383.
- GPST04 Garofalakis, J., Panagis, Y., Sakkopoulos, E. ja Tsakalidis, A., Web service discovery mechanisms: Looking for a needle in a haystack. *International Workshop on Web Engineering*, osa 38, 2004.

- KNB06 Kahan, D., Nowlan, M. ja Blake, M., Taming web services in the wild. *Web Services, 2006. ICWS '06. International Conference on*, Sept 2006, sivut 957–958.
- KTSW08 Kuropka, D., Tröger, P., Staab, S. ja Weske, M., *Semantic service provisioning*. Springer Science & Business Media, 2008.
- LLL<sup>+</sup>09 Li, Q., Liu, A., Liu, H., Lin, B., Huang, L. ja Gu, N., Web services provision: Solutions, challenges and opportunities. *Proceedings of the 3rd International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*. ACM, 2009, sivut 80–87.
- MBM<sup>+</sup>07 Martin, D., Burstein, M., McDermott, D., McIlraith, S., Paolucci, M., Sycara, K., McGuinness, D., Sirin, E. ja Srinivasan, N., Bringing semantics to web services with owl-s. *World Wide Web*, 10,3(2007), sivut 243–277. URL <http://dx.doi.org/10.1007/s11280-007-0033-x>.
- MCZ07 Ma, J., Cao, J. ja Zhang, Y., A probabilistic semantic approach for discovering web services. *Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web*. ACM, 2007, sivut 1221–1222.
- Net12 Netflix, Netflix and EUREKA service discovery, <http://techblog.netflix.com/2012/09/eureka.html>, 2012. [Online].
- OAS07 OASIS, Closure of OASIS UDDI Specification, <https://lists.oasis-open.org/archives/uddi-spec/200807/msg00000.html>, 2007. [Online].
- Pap03 Papazoglou, M., Service-oriented computing: concepts, characteristics and directions. *Web Information Systems Engineering, 2003. WISE 2003. Proceedings of the Fourth International Conference on*, Dec 2003, sivut 3–12.
- RCZC10 Rodriguez, J. M., Crasso, M., Zunino, A. ja Campo, M., Improving web service descriptions for effective service discovery. *Science of Computer Programming*, 75,11(2010), sivut 1001 – 1021. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167642310000134>. Special Section on the Programming Languages Track at the 23rd {ACM} Symposium on Applied Computing ACM {SAC} 08.

- RS05 Rao, J. ja Su, X., A survey of automated web service composition methods. Teoksessa *Semantic Web Services and Web Process Composition*, Springer, 2005, sivut 43–54.
- Tsa14 Tsang, E., *Foundations of Constraint Satisfaction: The Classic Text*. BoD–Books on Demand, 2014.
- W3C07a W3C, SOAP Version 1.2, <http://www.w3.org/TR/soap12/>, 2007. [Online].
- W3C07b W3C, Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0, <http://www.w3.org/TR/wsd120-primer/>, 2007. [Online].
- Wik07 Wikipedia, Google Pommi, <https://fi.wikipedia.org/wiki/Google-pommi>, 2007. [Online].

# Liite 1. Yleiset WSDL-määrittelypuutteet

Yleisimmät WSDL-määrittelypuutteet. Otettu lähteestä [RCZC10].

Anti-pattern	Concern	Problem	Manifest	Suggested solution
Inappropriate or lacking comments	Documentation	Occurs when: (1) a WSDL document has no comments, or (2) comments are inappropriate and not explanatory.	(1) Evident, or (2) Not immediately apparent	Create explanatory comments and place them in the correct part of the WSDL document.
Ambiguous names [9]	Documentation	Occurs when ambiguous or meaningless names are used for denoting the main elements of a WSDL document.	Not immediately apparent	Replace ambiguous or meaningless names with representatives names.
Redundant port-types	Design	Occurs when different port-types offer the same set of operations.	Evident	Summarize redundant port-types into a new port-type.
Low cohesive operations in the same port-type	Design	Occurs when port-types have weak semantic cohesion.	Not immediately apparent	Divide non-cohesive operations into different port-types.
Enclosed data model	Representation	Occurs when the data-type definitions used for exchanging information are placed in WSDL documents rather than in separate XSD ones.	Evident	Move data-type definitions from WSDL documents to XSD files.
Redundant data models	Representation	Occurs when many data-types for representing the same objects of the problem domain co-exist in a WSDL document.	Evident	Summarize redundant data-types into a new data-type.
Whatever types [23]	Representation	Occurs when a special data-type is used for representing any object of the problem domain.	Evident	Replace Whatever types with data-types that properly represent the required objects.
Undercover fault information within standard messages [24]	Design	Occurs when output messages are used to notify service errors.	Present in service implementation	Use fault messages for conveying error information.