Semanttinen Web

Sisältötuotannon ja palveluiden tulevaisuus Internetissä

Prof. Eero Hyvönen
Helsingin yliopisto ja Tietotekniikan tutkimuslaitos HIIT
Semantic Computing Research Group
http://cs.helsinki.fi/group/seco/

Sisältö

- WWW tänään
  - Palvelut ja tiedonhaku: ongelmia
  - Tiedon esitys: merkkauskielet
  - Toiminnan esitys: ohjelmointi
- Tulevaisuuden WWW
  - Semantic Web -visio
  - Tasot ja standardit
  - Sovellusalueita
  - Miksi aihepiiri on tärkeä?

WWW tänään

WWW:n perusta

- URI osoitteet: resurssit
  - Sivustot, dokumentit, kuvat jne.
- HTML-kieli
  - WWW-sivujen julkaiseminen
  - Hyperlinkit
- HTTP ym. protokollat
  - Hyperteksti
  - Sähköposti
  - Keskusteluryhmät

WWW tänään: palvelut ja tiedonhaku

- Toiminnalliset palvelut
  - Pankit, kaupat, virastot jne.
- Tiedonhaun palvelut
  - Hakukoneet (Google, AltaVista jne.)
  - Portaalit, hakemistot
    - Yahoo! jne.
    - Kallis ja hankala ylläpito
  - Arkistot, museot, kirjastot jne.
  - Tietokannat eri sovelluksissa

Toiminnalliset palvelut: ongelmia

- Yhteisten sanastojen ja standardien puute
  - Tiedot: esim. eri yritysten tuotekatalogit
  - Prosessit: esim. ostoprosessin kuvaaminen
- Järjestelmien monimutkaisuus ja kalleus
  - Esim. EDIFACT
- Toimintojen/palveluiden monimutkaisuus
  - Esim. liikematkan osapalveluiden yhdistäminen

Tiedonhaku: ongelmia

- Laadun mittaaminen
  - Recall: Kuinka monta % relevanteista löytyy
  - Precision: Kuinka monta % löytyneistä relevantteja
  - Relevance: Vastaako tulos haluttua
- Suomessa sanamuodot ja johdokset ongelmana

- Hakusana voi esiintyä epärelevantissa dokumentissa
  - "This page is *not* about *politics*"
- Synonyymien tunnistaminen
  - Venus =/= Aamutähti =/= Iltatähti
  - => low recall
- Homonyymien tunnistaminen
  - Nokia -> firman ja kaupungin nimi
  - => low precision

- Yleistermien käyttö vaikeaa
  - Esim: Pohjoismaat -> Suomi, Ruotsi, ...
  - Käyttäjän tunnettava eritystermit
- Fraasien käyttö
  - Esimerkiksi “Helsingin yliopisto”
- Relevanssi
  - Haun tuloksena yleensä paljon osumia
  - Dokumenttien järjestys "hyvyyden" mukaan
    - vrt. Googlen innovaatio

- Implisiittinen tieto
  - Joulu-sanalla ei välttämättä löydy pukki-sivua
- Hajautunut tieto
  - Esim. hae tutkimusryhmään kuuluvien julkaisut

Tiedon esitys: merkkauskielet (markup languages)

Merkkauskielten idea

- Ympäristöriippumattomia standardeja dokumenttien
  - luomiseen
  - hallitsemiseen
  - siirtämiseen
- Dokumentit tekstitiedostoja
  - Avoin yksinkertainen formaatti
  - Käytössä kaikilla HW/SW-alustoilla
  - Helppo muokata, tallentaa, lukea, siirtää
  - Käytettävissä tulevaisuudessakin

- Ideana erottaa *rakenne*, *sisältö* ja *ulkoasu*
  - Kuvataan rakenne yleisesti merkkauksilla (ohjelmoija)
    - Esim. HTML: <H1>Otsikko </H1>
  - Kuvataan sisältö (ohjelmoija)
    - Esim. XML: <OSOITE> Tietotie 3 </OSOITE>
  - Ulkoasusta päättää lukija (selain)
    - Esim. PC, kännykkä tms.

- Käytännössä työnjako menee helposti sekaisin
  - Esim. tekstin korostus tai koko on selaimen asia:
    - <EM> Korostettu teksti </EM>
      - *Loogisesti oikein; ei oteta kantaa siihen miten korostus tehdään*
    - <I> Korostettu teksti (kursiivi) </I>
      - *Loogisesti väärin, jos ajatuksena on vain korostaa tekstiä*

HTML

- **H**yper **T**ext **M**arkup **L**anguage
- WWW-sivujen kirjoittamiskieli
- Kaikkien selaimien tukema
  - Tuettu versio kuitenkin vaihtelee!
    - Esim. HTML:n uudet ominaisuudet, Java-tuki jne.
  - Selaimet voivat näyttää sivuja hieman eri lailla
    - Esim. puutteellisten kuvausten oletusarvoiset täydentämiset, fonttivalikoimat jne.
  - Sivut on siksi aina hyvä testata eri selaimilla!

SGML

- Standard Generalized Markup Language
- Metakieli, jonka avulla voidaan määritellä merkkauskieliä
  - Data Type Definition (DTD) -määrittelyt
  - Monimutkainen
- ISO standardi 1986
- Esimerkiksi HTML on yksi SGML:n määrittely

XML

- **E**xtensible **M**arkup **L**anguage
- SGML:n yksinkertaisempi osajoukko (20%)
  - XML korvannut käytännössä SGML:n
- Voidaan määritellä sovelluskohtaisia markup-kieliä
  - <HENKILO>
    <NIMI> Onni Opiskelija </NIMI>
    <PUHELIN> 123456 </PUHELIN>
    </HENKILO>

- Uuden kielen syntaksin määrittely
  - DTD-kuvaus: oma määrittelykieli
  - XML Schema: määrittely XML-perustaisesti
- Ulkoasu: eXtensible Style Language (XSL)
  - XSLT: muunokset, esim. HTML-sivuksi
  - XSL-FO: oma layout-kieli

XML-esimerkki (DTD)

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE CONTACTS
 [ <!ELEMENT CONTACTS  (CONTACT+)>
   <!ELEMENT CONTACT   (NAME, PHONE+, ADDRESS, IMG?)>
   <!ELEMENT NAME      (#PCDATA)>
   <!ELEMENT PHONE     (#PCDATA)>
   <!ATTLIST PHONE     type (home | work |gsm ) "work">
   <!ELEMENT ADDRESS   (#PCDATA)>
   <!ELEMENT IMG       EMPTY>
   <!ATTLIST IMG       src CDATA #REQUIRED>
   <!ENTITY Uni        "University of Helsinki"> ]>
<CONTACTS>
<CONTACT>
<NAME>Mika Klemettinen</NAME>
<PHONE type="work">191 44159</PHONE>
<PHONE type="gsm ">050-54 78 595</PHONE>
<ADDRESS>& Uni;</ADDRESS>
<IMG src="mika.jpg"/>
</CONTACT>
</CONTACTS>
```


Miksi XML?

- Samalle sisällölle eri ulkoasuja
  - Eri laitteet (PC, kännykkä, …)
  - Eri sovellukset (WWW-sivu, painettu kirja …)
- Sisällön/rakenteen hyödyntäminen
  - Esim. parempi osumatarkkuus hakukoneissa
- Laadun kontrollointi
  - Syntaksin tarkistus mahdollista

- XML on Webin perusta jatkossa
  - Tietojen koodaus *avoimessa* muodossa
    - Runsaasti standardeja eri aloille
  - *Avoimet* rajapinnat Java ym. kieliin
    - Ohjelmallinen sivujen käsittely

Merkkauskielten merkitys

- Muodostavat WWW:n perustan
  - Helppokäyttöisiä näyttäviä sivuja käyttäjille
  - Helppoja tehdä toteuttajan näkökulmista
  - Avoimet yhteiset standardit
- Valmistajariippumattomuus
- Stabiilisuus tiedostoformaattien muutoksia vastaan
  - Sivut ovat yksinkertaisia tekstitiedostoja
- Sovellusaluekohtaiset standardikielet

Standardointi

- WWW-kehityksen yleiskoordinointi
  - WWW Consortium (www.w3.org)
    - Valmistajien, operaattoreinen jne. yhteistyöelin
    - Laatii WWW-suosituksia
- Sovellusaluekohtaiset organisaatiot
    - ISO: Eri alat paitsi sähkö/elektroniikka
    - IEC, CEN, UN/CEFACT, OASIS, …
    - Loputtomasti työryhmiä eri aloilla

Toiminnan esitys: ohjelmointi

Ohjelmointi

- WWW-selaimen sovellusohjelmointi
  - Hajautettu toiminnallisuus
- WWW-palvelimen sovellusohjelmointi
  - Keskitetty toiminnallisuus

WWW-selaimen sovellusohjelmointi

- Java-appletit (asiakaspää)
  - Java-ohjelma siirtyy palvelimelta selaimeen
  - Ohjelma ajetaan asiakaskoneessa
- Dynamic HTML (asiakaspää)
  - ECMAScript (JavaScript, J Script)
    - HTML-koodin sekaan ajettavia ohjelmia (script)
  - Cascading Style Sheets (CSS)
    - Yleisiä tyylimäärittelyjä HTML- kielen elementeille
  - Domain Object Model (DOM)
    - Sivun oliomalli skriptejä varten

WWW-palvelimen sovellusohjelmointi

- Server Side Includes (SSI)
  - HTML-koodilla korvattavia koodeja HTML-sivulla
    - Esim. päiväys tai muu dokumentin osa
    - Palvelin hoitaa korvaamisen ennen sivun lähettämistä

- Server Pages -systeemit (ASP, JSP)
  - HTML-sivulla myös Javaa tms. ohjelmointikieltä
  - Koodit ajetaan ja korvataan HTML-tuloksella
  - Palvelimella ohjelma luo HTML-sivut
    - Esim. tietojen haku tietokannasta
  - Tulos lähetetään selaimelle
- TAG Libraries
  - Koodit korvataan omilla merkkauksilla

- CGI-skriptit ja servletit
  - Palvelimen ohjelma
  - Saa tiedot selaimelta esim. lomakkeella
    - PUT ja GET metodit
  - Palauttaa selaimelle HTML-tuloksen

Semantic Web & Web Services:

Visio

Mitä hyötyä on Webistä?

- Keskeistä WWW:n tarjoamat palvelut
  - Viestintä (email, puhe, kuva, video,…)
  - Tiedonhaku (hakukoneet, portaalit,...)
  - Toimenpiteiden suorittaminen
    - Sähköinen liiketoiminta
    - Sähköinen asiointi
    - Ym.

Kehityksen este Webissä?

- WWW-palvelu ≈ kone auttaa ihmistä
  - Edellyttää sisältöjen koneellista "ymmärtämistä"
- WWW:n sisällöt ovat ihmislukijaa varten
  - HTML, PDF, JPEG, …
- Kone ei ymmärrä WWW:n sisältöjä
  - Hakukoneet, ostoagentit, verkkomönkijät jne.
  - Periaatteessa kaikki WWW-sovellukset
- => Perustavaa laatua oleva ristiriita

Miten Webistä tulee älykkäämpi?

- 1. Älykkäämmät sovellukset
  - Sisältö pysyy samana
  - Koneesta tehdään ihmismäisempi
- 2. Älykkäämmin esitetty sisältö
  - Sisältö helpommin ymmärrettäväksi
  - Kone pysyy tyhmempänä
- Käytännössä molempia tapoja tarvitaan
  - Yhä älykkäämmät järjestelmät käsittelevät yhä älykkäämmin esitettyjä tietoja

Ratkaisumalli 1: Älykkäämmät sovellukset

- Kielen automaattisen tulkinnan vaikeus
  - Dokumenttien vapaamuotoisuus
  - Sisällön semantiikka
- Ei-tekstuaaliset sisällöt
  - Kuva, ääni, musiikki, video, ohjelmisto,…
  - Miten tulkita algoritmisesti?
- Tulkintaan ei riitä itse dokumentti
  - Tarvitaan konteksti, common sense
  - Tekoälyn perusvaikeuksia, ihmiselle helppoa!
- *Suuria tieteellisteknisiä haasteita*

Ratkaisumalli 2: Älykkäämmin esitetty sisältö

- Semantic Webin lähtökohta
  - Talletetaan tieto niin, että tyhmempikin sen ymmärtää!
  - Ihminen tulee konetta vastaan
  - Kone voi auttaa ihmistä itsensä auttamisessa
- Kiihkeä kehitystyö käynnistynyt
  - W3C:n Semantic Web Activity 2001
  - W3C:n Web Services Activity 2002

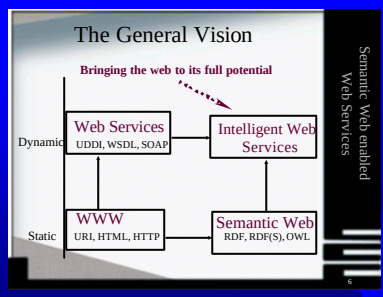
Webin sukupolvia

- 1G WWW:
  - WWW-sivut ihmisen tulkittavaksi
  - HTML-kieli
- 2G WWW:
  - Rakenteet ihmisen/koneen tulkittavaksi
  - XML-kieli
- 3G WWW: Semantic Web
  - Merkitykset ihmisen/koneen käytettäväksi
  - RDF(S)-kieli
- => Uusi perusta älykkäille WWW-palveluille
  - Kansainvälinen yhteistyö (W3C, ISO, FIPA, ym.…)

WWW:n kaksi kehitysakselia

- 1. *Sisällön* rikastuminen (semantiikka)
  - Semanttinen Web
- 2. *Dynaamisuuden* lisääntyminen
  - Toiminnallisuuden lisääntyminen
    - Agent technologies, web services, grid computing
    - Kohti *aktiivisten* palveluiden verkkoa
  - Adaptiivisuuden lisääntyminen
    - Verkon rakenne ja yhteydet muuttuvat lennossa
    - Mobile systems, ambient computing

Älykkäät verkkopalvelut

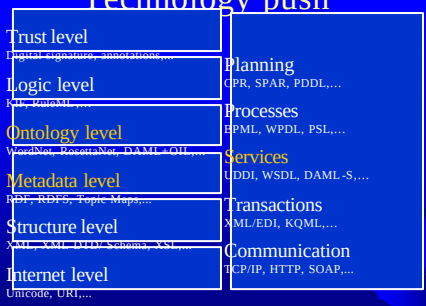


(Dieter Fensel, 2002)

Semantic Web & Web Services:

Teknologioita

Semantic Web: Technology push



Laajennettu Tim Berners-Leen (W3C) ”teknologiakakku”

Metadata level

Miksi XML ei ole "semanttinen"?

– <OSOITE>
  <NIMI>Onni Ohjelmoija</NIMI>
  <PUHELIN> 123 456 </PUHELIN>
 </OSOITE>

– <OSOITE>
  <NIMI>Onni Ohjelmoija</NIMI>
  <PUHELIN> 123 456 </PUHELIN>
 </OSOITE>

- Semantiikka on vain nahkakansissa, ei peltikuoressa

Semanttiset metakuvaukset

- Idea: rakenteelle on annettava merkitys (semantiikka) toisella tasolla
  - WWW-resurssien metakuvaukset
  - Käsitteiden loogiset kuvaukset
- Tärkeimmät Semantic Web -standardit
  - W3C: RDF(S)
  - ISO: Topic Map, XTM

RDF(S)

- RDF Resource Description Framework (1999)
  - Yleinen verkkoresurssien kuvaamiskieli
  - Relaatiotietomalli, *ei* syntaksi kuten XML
- RDF Schema (2000)
  - RDF- terminologian määrittely
  - Olioajattelu WWW-kuvauksiin
    - Käsitehierarkiat, periytyminen (Class/subClass/type)

Ontology level

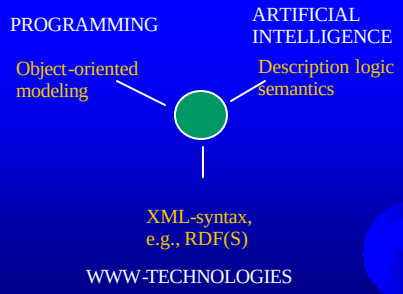
Ontologian käsite

- "Ontologia on formaali, eksplisiittinen määrittely yhteisestä käsitteistöstä" (Gruber, 1993)
  - Formaali: jämpti
  - Eksplisiittinen: konekin ymmärtää
  - Yhteinen: kommunikaatio mahdollista
- Kuvaa sovellusmaailmassa olevat käsitteet /oliot
- Ensimmäinen edellytys sille, että ihmiset ja koneet voivat ymmärtää toisiaan

Ontologiat käytännössä

- Yleisiä hierarkkisia sanastoja
  - Esim. YSA, WordNet
- Yleisiä maailmanmalleja
  - Esim. CYC
- Spesifejä ammattitermistöjä
  - Esim. RosettaNet Dictionaries
- Luokittelujärjestelmiä
  - Esim. tuotteet/palvelut UN/SPSC
  - Esim. kirjastojen UDK
- Loogisia terminologisia malleja
  - Olioperustaisissa ohjelmistoissa

WHAT IS NEW?



Semantic Web & Web Services:

sovelluksia, tutkimusta

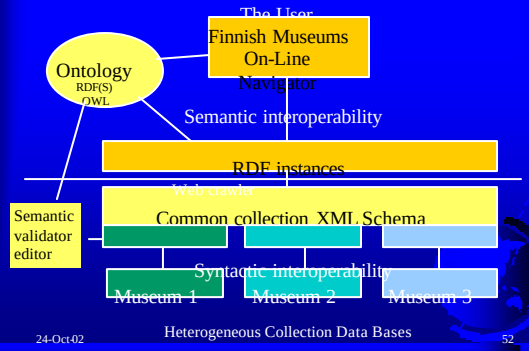
Sovellusalueita

- Interoperability
- Informaation haku (information retrieval)
- Tietämyksen hallinta (knowledge management)
- Sähköinen liiketoiminta, Web Services
- Profilointi ja kustomointi

Interoperability

- XML-perustaiset lukemattomat ”standardit” kommunikointikieliksi (syntaksi)
- Tiedot semanttisesti yhteismitallisiksi metakuvausten + ontologioiden avulla
- Järjestelmien yhteiskäyttö: web services
  - Avoimet WWW standardit
    - SOAP, WSDL, UDDI, WSMF, DAML-S, …
  - Legacy- ym. järjestelmien yhdistäminen web service -teknologioilla

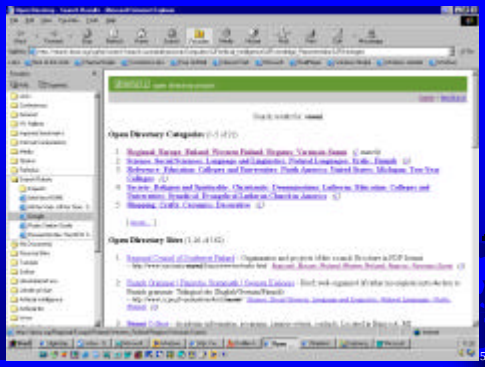
FINNISH MUSEUMS ON-LINE: INTEROPERABILITY



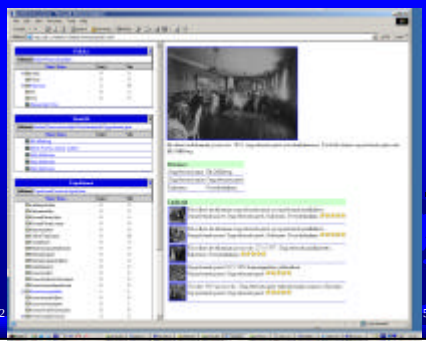
Informaation (täsmä)haku

- Seuraavan polven hakurobotit
  - Metatietojen hyödyntäminen
- Älykkäät hakemistot
- Matchmaker-sovellukset
- Semanttiset portaalit

Open Directory Project: Koko WWW RDF(S) ontologiana!



Helsingin yliopisto: semanttinen kuvatietokanta



Tietämyksen hallinta (knowledge management)

- Ongelmia
  - Dokumenttien monimuotoisuus
  - Maapalloistuminen -> sisältöjen hajautus
  - Tietämyskannan komplisoituminen
- SemWeb-tekniikat antavat uusia työkaluja
  - Liima heterogeenisten hajautettujen dokumenttien hallintaan
- Adoben XMP
  - Kaikki WWW-julkaisut tukevat RDF-metadataa

Quid-tietosanakirja

Sähköinen kaupankäynti: Web Services

- Miten tarjoan oman tuotteen/palvelun kansainvälisille markkinoille?
  - Visio: globaalit rekisterit ja sanastot käytettävissä (UDDI-rekisterit, RosettaNet,...)
- Miten hoidan transaktiot ja prosessit kumppaneiden kanssa?
  - Esim. tarjouspyyntöön vastaaminen
  - EDI-XML, SOAP, WSDL
- Toimintakehykset: ebXML, …
- Nokia: “40% alihankinnoista RosettaNetiin v. 2002”

- Semantic Webin mahdollisuuksia
  - Sisältöjen rikastaminen
  - Eri standardien yhdistäminen
    - Esim. toimialaportaalit
  - Liiketoimintaprosessien automatisointi
    - Semanttset kuvaukset

Case: älykkäät Keltaiset sivut

- Ontologiat haun perustana
- Toisiaan tukevien palveluiden suositus

Adaptiivisuus: profilointi ja kustomointi

- Ihmiset ja palvelut (P3P)
  - Omat preferenssit, tietosuoja,...
- Laitteet (CC/PP, FIPA Device Ontology)
  - Esim. MV-kännykälle ei värikuvia
- Dokumentit (transcoding)
  - Sisältöjen kustomointi eri laitteille ja tarpeisiin

Semantic Web & Web Services

- Juna lähti jo
  - XML-standardointihankkeet, 90-luvun loppu
  - W3C Semantic Web Activity , 2001/kevät
  - EU:n OntoWeb 2001/kesä
  - "Semantic Web Kick-Off in Finland", 2001/syksy
  - W3C Web Services Activity, 2002/kevät
  - "Towards the Semantic Web and Web Services", 2002/syksy
- Tärkeä ala jatkossa monessa mielessä
  - Teollinen intressi
  - Tekninen mahdollisuus
  - Tieteellinen haaste
  - Kansallinen intressi

Lisätietoja

- W3C:n Semantic Web/Web Services Activity
  - www.w3.org
- Tutkimusmaailman portaali
  - www.semanticweb.org
- EU:n yhteistyöverkosto
  - www.ontoweb.org
- Semantic Web in Finland
  - www.cs.helsinki.fi/u/eahyvone/stes/semanticweb
  - SW Kick-Off in Finland -proceedings available (300 pp)
- Syksyn päätapahtuma Suomessa 20-21.10.
  - "Towards the Semantic Web and Web Services"
  - http://www. xml-finland.org/events/xml2002/