

# Semanttinen web: visio uudesta webistä

Airi Salminen

Jyväskylän yliopisto

<http://www.cs.jyu.fi/~airi/>

29.1.2003

Tietopalveluseuran seminaari

*Tiedonhaun uudet tuulet*

# Sisältö

1. Webin synty
2. Webin käyttö organisaatioissa
3. Webin ongelmia
4. Osaratkaisuja: XML ja RDF
5. Tavoitteita tulevaisuuden webille
6. Semanttinen web: mikä se on?
7. Webin tieto ja metatieto
8. Semanttisen webin tekniikoita
9. Mahdollisuuksia ja haasteita
10. Yhteenveto

# 1. Webin synty

1960-luku: Verkottumisen alku

1970-luku: Internetin synty

1980-luku: Internet käytäntöön

1990-luku: World Wide Web

2000-luku: Kohti semanttista webiä

# 1. Webin synty

- 1957 Neuvostoliitto laukaisee avaruuteen Sputnikin
- 1958 ARPA (myöhemmin DARPA = Defense Advanced Research Projects Agency) perustetaan

## 1960-luku: Verkottumisen alku

- 1962 Licklider (MIT) esittää vision globaalisti toisiinsa kytketyistä tietokoneista
- 1969 ARPANET-verkko saa alkunsa, 4 konetta vuoden lopussa verkossa; käyttö tiedostojen siirtoa ja ohjelmien etäkäyttöä; RFC-käytäntö (Request for Comments) Internetin spesifikaatioiden kehittämiseksi saa alkunsa.

# 1. Webin synty

## 1970-luku: Internetin synty

- 1970 ALOHAnet ja muitakin verkkoja alkaa kehittyä
- 1971 Uusi verkkosovellus: sähköposti
- 1972 "Internetworking architecture" -ajatus *verkkojen verkosta* esitetään DARPA:n piirissä
- 1973 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) -yhteyskäytäntö syntyy
- 1979 noin 200 tietokoneella oma IP-osoite

# 1. Webin synty

## 1980-luku: Internet käytäntöön

- 1983 ARPANET siirtyy TCP/IP-yhteyskäytäntöön
- 1984 Nykyinen nimeämiskäytäntö (esim. [www.cs.jyu.fi](http://www.cs.jyu.fi)) otetaan käyttöön
- 1985 Amerikkalainen yliopistojen tutkimusverkko NSFNET perustetaan
- 1989 NSFNET:ssä mukana AU, CA, DE, DK, FI, FR, IL, IS, IT, JP, MX, NL, NO, NZ, PR, SE, UK

# 1. Webin synty

## 1990-luku: World Wide Web

- 1991 World Wide Web (WWW) esitellään Cernissä;  
Internet Society perustetaan
- 1992 Internetiin kytkettyjen koneiden määrä > miljoona
- 1993 Media, yritykset ja julkishallinto alkavat herätä
- 1994 W3C (World Wide Web Consortium) perustetaan
- 1998 XML-spesifikaatio hyväksytään W3C:ssä,  
Dublin Core -metatietosuositus esitellään RFC:nä
- 1999 RDF-spesifikaatio hyväksytään W3C:ssä

# 1. Webin synty

## 2000-luku: Kohti semanttista webiä

2000 Internetiin kytkettyjen koneiden määrä ylittää sata miljoonaa

2001 Semantic Web Activity käynnistyy W3C:ssä

2006 Miljardi vuorovaikutteista laitetta kytkettynä Internetiin?



# 1. Webin synty

World Wide Web syntyi Cernin hajallaan toimivien tutkijoiden ja tutkimusprojektien yhteistyön ja tietämyksen hallinnan tukemiseen.

## WWW:n keskeiset tekniikat

- ▶ Resurssien osoittaminen: URI (Universal Resource identifier)
- ▶ Rakenteisten hypertekstidokumenttien esittäminen: HTML (Hypertext Markup Language)
- ▶ Hypertekstidokumenttien siirtäminen: HTTP (Hypertext Transfer Protocol)

# 1. Webin synty

## HTML

- ▶ Internetissä jaettavaksi tarkoitettujen dokumenttien esittämiseen standardoidussa muodossa
- ▶ kielessä mekanismi hypertekstilinkkien esittämiseen
- ▶ kieli on vapaasti kaikkien käytettävissä
- ▶ ymmärrettävissä sekä ihmisille että tietokoneelle
- ▶ HTML-selaajaohjelmat (web-selaajia, esim. Netscape, MS Internet Explorer, Opera) helposti saatavissa käyttöön; myös julkisohjelmia

# 1. Webin synty

## HTML-esimerkki

```
<html>  
<head>  
<title>Esimerkkisivu</title>  
</head>  
<body> Tämän minä haluan kertoa maailmalle.  
</body>  
</html>
```

# 1. Webin synty

## Hypertekstilinkki HTML-dokumentissa

```
<html>
<head>
<title>Esimerkkisivu</title>
</head>
<body> Tämän minä haluan kertoa maailmalle.
<a href="http://www.cs.jyu.fi/~airi/">
Lisätietoa minusta
</a>
</body>
</html>
```

## 2. Webin käyttö organisaatioissa

Web-teknologiaa on hyödynnetty organisaatioissa kolmella tasolla:

- ▶ Internet
- ▶ Extranet
- ▶ Intranet

## 2. Webin käyttö organisaatioissa

### Internet

- ▶ Hajautettu dokumenttivarasto (HTML-dokumentit, teksti, kuvat, musiikki, video)
- ▶ julkisohjelmavarasto (HTML-selaajat, ... )
- ▶ palvelukanava (uutispalvelut, kauppapaikat, ...)
- ▶ jakelukanava (tiedottamiseen, markkinointiin, palvelujen tarjoamiseen, myymiseen)
- ▶ kommunikointikanava (sähköposti, uutisryhmät)

## 2. Webin käyttö organisaatioissa

### Extranet

- ▶ organisaatioverkoston keskinäiseen tiedon, tietämyksen, dokumenttien, työprosessien hallintaan
- ▶ web-teknologia käytössä
- ▶ yhteys Internetiin
- ▶ käyttörajoitukset organisaatioverkoston sisällä

## 2. Webin käyttö organisaatioissa

### Intranet

- ▶ organisaation sisäiseen tiedon, tietämyksen, dokumenttien, työprosessien hallintaan
- ▶ web-teknologia käytössä
- ▶ yhteys Internetiin
- ▶ käyttörajoitukset organisaation resursseihin



### 3. Webin ongelmia

- ▶ WWW:n perusratkaisu oli niin onnistunut, että webin sisältöjen määrä kasvanut vaikeasti hallittavaksi.
- ▶ Sisältö mitä kirjavinta.
- ▶ Sisällön ja palvelujen luotettavuus epävarmaa.

### 3. Webin ongelmia

- ▶ HTML-kieli kertoo dokumenttirakenteista (otsikko, kappale, lista, taulukko, ... ) ja kirjasintyypeistä (kursivoitu, ...), ei dokumentin sisällön merkityksestä.
- ▶ WWW:n sisällöstä valtaosa on maailman eri kielillä kirjoitettua luonnollista kieltä; sisällön merkitys ei yleensä ohjelmistojen ymmärrettävissä.

### 3. Webin ongelmia

- ▶ Internetin käyttäjien ja tietovarastojen huima kasvu on aktivoinut myös mitä erilaisimpien agenttiohjelmien ja vertaispalvelujen (peer-to-peer) kehittämisen; niiden kontrolloiminen ja niihin liittyvän tietoturvan varmistaminen on ongelmallista.
- ▶ Kaikki ei ole sopivaa kaikille eikä kaikki ole tarpeen kaikille.

## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

### XML = Extensible Markup Language

T. Bray, J. Paoli, C. M. Sperberg-McQueen, and E. Maler (Eds.), Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition), W3C Recommendation 6 October 2000, <http://www.w3.org/TR/REC-xml>

### RDF = Resource Description Framework

O. Lassila, & R. R. Swick (Eds.), Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, W3C Recommendation, Feb. 1999. <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>

## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

### XML

- ▶ Säännöt sovellusaluekohtaisten dokumenttityyppien määrittelyyn ja esittämiseen.
- ▶ Voidaan määritellä dokumenttien merkkauksessa käytettävässä nimistö ja dokumenttirakenteet.
- ▶ Nimistöön voidaan sisällyttää semantiikkaa.
- ▶ Maailman kaikilla kielillä kirjoitetuille sisällöille.

## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

### XML

- ▶ XML hyväksyttiin W3C:n suositukseksi kuten HTML:kin.
- ▶ Vapaasti käytettävissä, sekä ohjelmistokehittäjien että sisällöntuottajien.
- ▶ Pohjautuu jo vuonna 1986 standardoituun SGML-merkkaukieleen.

## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

### Dokumenttityyppimäärittely (DTD) runoille.

```
<!DOCTYPE runo [  
<!ELEMENT runo (info_linkki? otsikko?, sae+)>  
<!ATTLIST runo  
    tekija CDATA #REQUIRED  
    tekija_syntynyt CDATA #IMPLIED>  
<!ELEMENT otsikko (#PCDATA) >  
<!ELEMENT info_linkki (#PCDATA) >  
<!ATTLIST info_linkki  
    xmlns:xlink CDATA #FIXED "http://www.w3.org/1999/xlink"  
    xlink:type CDATA #FIXED "simple"  
    xlink:href CDATA #REQUIRED >  
<!ELEMENT sae (rivi+) >  
<!ELEMENT rivi (#PCDATA) >]
```

## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

```
<?xml version = "1.0"?>
<runo tekija = "Murasaki Shikibu" tekija_syntynyt = "974">
<info_linkki xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xlink:type="simple"
  xlink:href=
  "http://digital.library.upenn.edu/women/omori/court/murasaki.html">
  Lis&auml;tietoa runoilijasta
</info_linkki>
<sae>
<rivi>This life of ours would not cause you sorrow</rivi>
<rivi>if you thought of it as like </rivi>
<rivi>the mountain cherry blossoms</rivi>
<rivi>which bloom and fade in a day. </rivi>
</sae>
</runo>
```

**Huom:** Elementtien rivi sisältö on otettu sivustosta <http://www.bopsecrets.org/rexroth/translations/japanese.htm>, missä on Kenneth Rexrothin japanilaisten runojen käännöksiä englanniksi.



## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

**This life of ours would not cause you sorrow  
if you thought of it as like  
the mountain cherry blossoms  
which bloom and fade in a day.**

[Lisätietoa  
runoilijasta](#)

## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

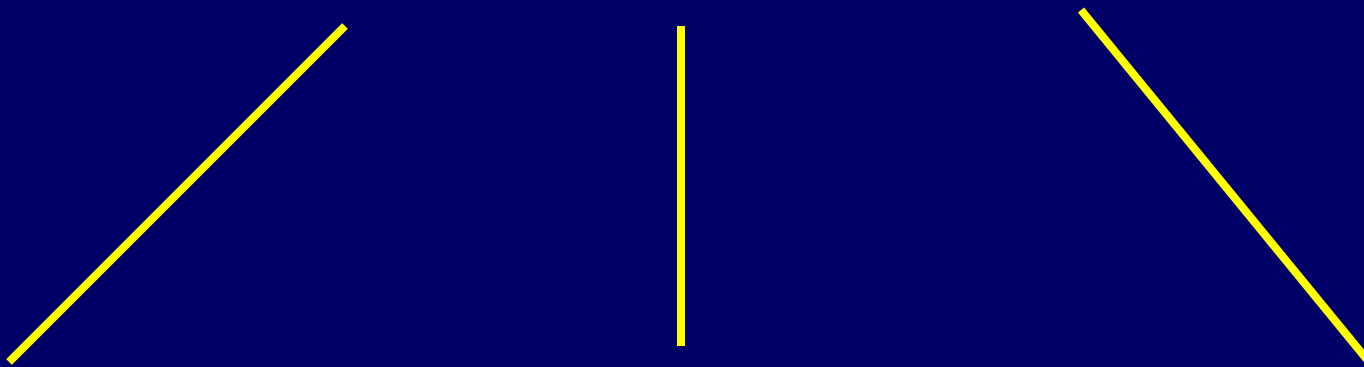
### RDF

- ▶ Malli metatietojen liittämiseksi Internetin resursseihin.
- ▶ *Resurssi* on mitä tahansa, mitä voidaan osoittaa internetissä; osoittaminen tapahtuu URI:llä
- ▶ Esimerkkejä resursseista: tiedosto, palvelu, sivusto, tiedoston osa, kirja, henkilö, yritys.

## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

RDF-kuvaus koostuu ominaisuuskuvauksista:

(ominaisuus, resurssi, ominaisuuden arvo)



(language, <http://www.cs.jyu.fi/~airi/opetus/SemantainenWeb.html>, "fi")

# 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

## RDF-kuvauksille on määritelty XML-syntaksi

### RDF-kuvaus kolmikkoina:

(Creator, <http://www.cs.jyu.fi/~airi/opetus/SemanttinenWeb.html>,  
"Airi Salminen")

(Language, <http://www.cs.jyu.fi/~airi/opetus/SemanttinenWeb.html>,  
"fi")

### XML-syntaksi:

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
  <rdf:Description about =
    "http://www.cs.jyu.fi/~airi/opetus/SemanttinenWeb.html">
    <Creator>Airi Salminen<Creator>
    <Language>fi</Language>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

## 4. Osaratkaisuja: XML ja RDF

- ▶ Eri yhteisöt määrittelevät toisistaan poikkeavia XML-kieliä samallekin sovellusalueelle.
- ▶ Eri yhteisöt määrittelevät toisistaan poikkeavia RDF-malleja samallekin sovellusalueelle.
- ▶ Luonnollista kieltä olevien sisältöjen merkityksen ymmärtäminen ohjelmien avulla ongelmallista.
- ▶ Resurssien yhdistäminen ongelmallista.

# 5. Tavoitteita tulevaisuuden webille

## Kontrolloimattoman kasvun mahdollisuus

- ▶ Webin kasvua ei edelleenkään haluta rajoittaa.
- ▶ Ei keskitettyä kontrollia.
- ▶ Epätäydellisyys hyväksytään.
- ▶ Ristiriitaisuudet mahdollisia.
- ▶ Kaikkiin kysymyksiin ei saada vastauksia.

# 5. Tavoitteita tulevaisuuden webille

## Monipuolista metatietoa

- ▶ Nykyistä huomattavasti enemmän webin tietovarantojen merkitykseen, käyttöön, käyttötapoihin ja luotettavuuteen liittyvää metatietoa.
- ▶ Metatietojen kieli homogeenisempaa ja kontrolloidumpaa kuin dokumenttisisältöjen.

# 5. Tavoitteita tulevaisuuden webille

## Metatiedot koneiden ymmärrettävään muotoon

- ▶ Metatiedot formaalissa standardoidussa muodossa niin, että sekä ihmiset että erilaiset ohjelmistot pystyvät niitä hyödyntämään.
- ▶ Automaattisia päättelysääntöjä.



# 5. Tavoitteita tulevaisuuden webille

## Entistä joustavampi laajennettavuus ja yhdisteltävyys

- ▶ Hajallaan olevien yhteisöjen täytyy voida työskennellä toisistaan riippumattomasti webin yhteisen tietämyksen lisäämiseksi ja jatkuvaksi kehittämiseksi.
- ▶ Uutta tietoa täytyy voida lisätä niin, ettei vanhaa tarvitse muuttaa.
- ▶ Erilaisia sanastoja ja erilaisia rakenteita täytyy voida yhdistellä.
- ▶ Paikallisen ja globaalin tiedon joustava yhdistäminen.

# 5. Tavoitteita tulevaisuuden webille

## Luottamuksen lisääminen

- ▶ Tietojen tuottajan voitava määritellä käyttöoikeudet erilaisille kuluttajille, niin ihmisille kuin myös ohjelmistoille.
- ▶ Tietojen kuluttajan voitava varmistaa tiedon alkuperä ja ja sisällön tai palvelun luotettavuus.
- ▶ Palvelun käyttäjän voitava varmistaa, mihin hänen tietojaan käytetään.
- ▶ Juridiset, kaupalliset ja yhteiskunnalliset näkökohdat voitava huomioida.
- ▶ Tekniikat hajautettuun luottamuksen hallintaan.

## 6. Semanttinen web: mikä se on?

The abstract representation of data on the World Wide Web, based on the RDF standards and other standards to be defined. It is being developed by the W3C, in collaboration with a large number of researchers and industrial partners.

W3C Semantic Web Activity, <http://www.w3.org/2001/sw/>

## 6. Semanttinen web: mikä se on?

An extension of the current web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation.

Tim Berners-Lee, James Hendler, Ora Lassila, The Semantic Web, Scientific American, May 2001.

<http://www.scientificamerican.com/2001/0501issue/0501berners-lee.html>

## 6. Semanttinen web: mikä se on?

### Keskeisiä ominaisuuksia:

- ▶ Lukuisien yhteisöjen web, merkitykset määritellään ihmisten yhteisöissä.
- ▶ Koostuu primääriresursseista ja metatietoresursseista.
- ▶ Erityisesti resurssien merkitykseen, käyttöön ja luotettavuuteen liittyviä metatietoja.
- ▶ Metatiedot standardoidussa muodossa, sekä ihmisten että ohjelmien luettavissa.

## 6. Semanttinen web: mikä se on?

### Keskeisiä ominaisuuksia:

- ▶ Kehitystä koordinoi W3C.
- ▶ XML sekä primääri- että metatietoresurssien esitysmuoto.
- ▶ RDF metatietojen esitysmuoto.
- ▶ Pääosa primääriresurssien sisällöstä on kirjoitettu luonnollisilla kielillä.
- ▶ Resurssien monipuolinen yhdistely mahdollista.

# 6. Semanttinen web: mikä se on?

## Keskeisiä ominaisuuksia:

- ▶ Automaattista päättelyä merkityksestä ja luotettavuudesta.
- ▶ Monipuolinen ohjelmistojen yhteistyö ja kommunikointi mahdollista.
- ▶ Mahdollistaa ihmisten monipuolisen yhteistyön yhteisöissä, missä on yhdenmukainen käsitys sisältöjen merkityksestä ja yhteiset arvot.

## 6. Semanttinen web: mikä se on?

### Keskeisiä ominaisuuksia:

- ▶ Vaatii ihmisten monipuolista yhteistyötä.
- ▶ Vaatii halua ja kykyä sopia yhteisön käsitteistöstä ja luotettavista web-toimintatavoista.
- ▶ Vaatii eri alueiden asiantuntijoiden (kohdealue, tietohallinto, tietopalvelut, tekniikka) halua ja kykyä yhteistyöhön.



# 7. Webin tieto ja metatieto

## metatieto

**tietoa joka auttaa käyttämään,  
ymmärtämään, prosessoimaan ja  
yhdistämään webin tietoresursseja**

# 7. Webin tieto ja metatieto

## Metatieto voi kuvata esimerkiksi dokumentista

- sisällön rakennetta
- sisällön merkitystä
- sisällön kieltä
- tuottamisympäristöä (tekijä, organisaatio, prosessi, ohjelma)
- versiota
- tallennusmuotoa
- tallennusmediaa
- säilytysaikaa
- käyttöoikeuksia

# 7. Webin tieto ja metatieto

## Vaihtoehtoja metatiedoille

<b>kuvaa webin resurssia</b>	<b>kuvaa webin ulkopuolista asiaa</b>
<b>upotettu</b>	<b>ulkoinen</b>
<b>keskitetty</b>	<b>hajautettu</b>
<b>ihmisen tuottama</b>	<b>automaattisesti tuotettu</b>

# 7. Webin tieto ja metatieto

## Esimerkki metatiedosta HTML-dokumentissa

```
<head>
  <title>Airi Salminen</title>
  <link rel="schema.DC" href="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <meta name="DC.Title" content="Airi Salminen">
  <meta name="DC.Creator" content="Airi Salminen">
  <meta name="DC.Description" content="Home page of Professor Airi
    Salminen, her representative publications, research interest, projects,
    courses, and contact information">
  <meta name="DC.Date.Updated" content="2002-12-10">
  <meta name="DC.Format" content="html">
  <meta name="DC.Identifier" content="http://www.cs.jyu.fi/~airi/index.html">
  <meta name="DC.Language" content="en">
</head>
```

# 7. Webin tieto ja metatieto

## XML-kieli metatiedon esittämisessä

- **Merkkaus (markup) sisältää metatietoa dokumentin rakenteesta ja elementtien merkityksestä.**
- **Dokumenttityypin määritys (DTD) sisältää tietoa dokumentin rakenteesta.**
- **XML-dokumentin sisältö voi koostua johonkin asiaan liittyvistä metatiedoista, esimerkiksi julkaisujen bibliografisista tiedoista.**

# 7. Webin tieto ja metatieto

## Ontologia

- ▶ Yhteisön tietovarantojen merkitykseen liittyvää metatietoa.
- ▶ Yhteisesti sovittu käsitteistö (käsitteet, niiden väliset suhteet).
- ▶ Tietokoneen tulkittavaksi tarkoitettu.
- ▶ Mahdollisesti päättelysääntöjä.

# 7. Webin tieto ja metatieto

## Esimerkkejä ontologioista:

- **YSA - Yleinen Suomalainen Asiasanasto**  
<http://vesa.lib.helsinki.fi/>
- **UNSPSC - Universal Standard Products and Services Classification**  
<http://eccma.org/unspsc/>
- **WordNet - Lexical database for the English language**  
<http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/>
- **SHOE-ontologioita**  
<http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/onts/index.html>

# 7. Webin tieto ja metatieto

## Ontologiakieliä:

- **määrittelykieli ontologioiden määrittelyyn**
- **annotointikieli tietyn ontologian käsitteistön liittämiseen esimerkiksi html-sivuun**
- **kyselykieli annotoitujen dokumenttien hakemiseen**



# 8. Semanttisen webin tekniikoita

## Semanttisen webin pelkistetty rakenne



# 8. Semanttisen webin tekniikoita

Tekniikoita sisältöjen identifioimiseen, esittämiseen ja määrittelyyn

- Merkkikoodit ja tietoresurssien osoittaminen: Unicode, URI
- Rakenteisten dokumenttien esittäminen: XML, XML Namespaces
- Rakenne- ja sisältörajoitteiden määrittelemineen: DTD, XML Schema

## 8. Semanttisen webin tekniikoita

### Tekniikoita metatiedon esittämiseen ja määrittelyyn

- metatiedon esittäminen: RDF
- metatietoesitystapojen määrittely: RDF Schema
- aihekartat: Topic Maps (XTM)
- ontologian määrittely: Web Ontology Language (OWL)

# 8. Semanttisen webin tekniikoita

## Tekniikoita luottamuksen hallintaan

- digitaalinen allekirjoitus: XML-Signature
- tietosuojamenettelytavat: P3P, APPEL
- salakirjoittaminen: XML Encryption
- annotointien jakaminen: Annotea

# 8. Semanttisen webin tekniikoita

<b>sovellusohjelmat</b>	
<b>primääritietovarannot</b>	<b>DTD:t, XML Schema - määrittelyt, RDF Schema -määrittelyt, RDF-määrittelyt, ontologiat, aihekartat, annotoinnit, ...</b>
<b>URI, Unicode, XML, XML Namespaces, XML Schema, RDF, RDF Schema, XTM, XML-Signature, OWL, Annotea, ...</b>	

# 9. Mahdollisuuksia ja haasteita

## Sovellusalueita:

- web-portaalit
- organisaation tai yhteisön tietämyksen hallinta
- elektroninen kaupankäynti
- agenttiohjelmat

# 9. Mahdollisuuksia ja haasteita

## Web-portaalit

- tehokkaan portaalin rakentamiseksi tarvitaan käsitteistön yhdenmukaistamista
- yhdenmukaistaminen voidaan tehdä palveluihin liitetyillä metatiedoilla

# 9. Mahdollisuuksia ja haasteita

## Tietämyksen hallinta

- Evidence-based Medical Information Service: lääketieteellistä tietoa saksankielisille lääkäreille  
<http://www.evimed.ch/>
- organisaatiomuisti ontologiakielellä
- julkishallinnon tietämyksen hallinta

e-GIF (electronic Government Interoperability Framework)

<http://www.govtalk.gov.uk/>

Suomalainen julkishallinnon metatietojen standardointi

[http://www.lib.helsinki.fi/dublin\\_core/metatyor.html](http://www.lib.helsinki.fi/dublin_core/metatyor.html)



# 9. Mahdollisuuksia ja haasteita

## Elektroninen kaupankäynti

- Palvelujen yhteensovittaminen, sisällönkuvailuun tarvitaan ontologioita
- UDDI - Universal Description, Discovery and Integration of Business for the Web  
<http://www.uddi.org/>
- RosettaNet: organisaatio, joka standardoi IT-alan kaupankäyntiprosesseja  
<http://www.rosettanet.org>

# 9. Mahdollisuuksia ja haasteita

## Agenttiohjelmat

- työn organisointia auttavat agentit
- ostoagentit
- tiedonetsijäagentit, esimerkiksi WebWatcher

# 9. Mahdollisuuksia ja haasteita

## Haasteita

- Metatiedon standardoiminen yhteisössä ongelmallista; vaatii paljon työtä.
- Luottamukseen ja tietoturvaan liittyvät ongelmat erittäin vaikeita.
- Yhteistyön käynnistäminen ja ylläpitäminen eri alueiden asiantuntijoiden kesken vaikeaa.

# 10. Yhteenveto

- Globaalissa tietoverkossa käytetään dokumenteissa mitä moninaisimpia kieliä, samallakin sovellusalueella.
- Kielien rikkautta dokumenttisisällöissä ei haluta rajoittaa.
- Tarvitaan metataso, jolla kieli on huomattavasti kontorolloidumpaa kuin dokumenttisisällöissä.

# 10. Yhteenveto

- Metatason määrittelyiden täytyy olla niin formaaleja, että ohjelmat pystyvät käyttämään määrittelyjä.
- Jotta sisältökielien rikkautta voitaisiin hyödyntää, metatasojakin täytyy määritellä eri kielille ja eri yhteisöille.
- Webin käytön tehostaminen edellyttää luottamuksen entistä parempaa hallintaa.

# 10. Yhteenveto

## Vaikutuksia organisaation tietopalveluun

- Automaatio lisääntyy (hakuagentit, kysymyksiin vastaavat järjestelmät, päättelyt).
- Luottamuksen hallinnan merkitys kasvaa.
- Työ suuntautuu entistä enemmän tiedon hakemisesta suunnitteluun ja yhteistyöhön eri alueiden asiantuntijoiden kesken.
- Tietopalvelujen asiantuntemus tärkeää semanttisen webin kehittämisessä.

# Lähteitä

- Berners-Lee, T., Cailliau, R., Luotonen, A., Nielsen, H.F., Secret, A., The World-Wide Web. *Communications of the ACM* 37, 8, August 1994, 76-82.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O., The Semantic Web. *Scientific American*, May 2001.  
<http://www.scientificamerican.com/2001/0501issue/0501berners-lee.html>
- *Communications of the ACM*, Vol. 45, No. 2, 2002, Special Section on the Ontologies.
- Hyvönen, E., Semantic Web - kohti uutta merkitysten Internetiä, esitelmä Semantic Web Kick-Off in Finland -tilaisuudessa 2.11.2001.  
<http://www.cs.helsinki.fi/u/eahyvone/stes/semanticweb/SemanticWebVisio.PDF>

# Lähteitä

- Kobayashi, M. & Takeda, K., Information retrieval on the Web. *ACM Computing Surveys* 32, 2 (June 2000), 144-173.
- Salminen, A., XML Family of Languages. Overview and Classification of W3C Specifications. <http://www.cs.jyu.fi/~airi/xmlfamily.html>.

## Lisää lähteitä:

Salminen, A., Kevään 2002 semanttinen web -kurssin kotisivu, Jyväskylän yliopisto.  
<http://www.cs.jyu.fi/~airi/opetus/SemanttinenWeb.html>