

Hypermedia ja visualisointi

Antti Levomäki

Helsinki 29. lokakuuta 2004

Hypermediajärjestelmät-seminaari

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Sisältö

1. JOHDANTO.....	1
2. HYPERMEDIAN RAKENTEEN SELVITTÄMINEN	2
2.1 SOLMUJEN LUOKITTELU.....	2
3. VISUALISOINTI.....	4
3.1 VISUALISOINTIEN TYYPPEJÄ.....	4
3.2 OLEMASSAOLEVIA TOTEUTUKSIA	6
3.2.1 <i>Narcissus</i>	6
3.2.2 <i>Focus + Content</i>	7
3.2.3 <i>MAPA</i>	8
3.2.4 <i>Natto</i>	9
3.2.5 <i>HotSauce</i>	10
3.2.6 <i>Open Text Web Index</i>	10
4. YHTEENVETO	11
LÄHTEET.....	11

1. Johdanto

Mitä hypermedian visualisoinnilla tarkoitetaan? Hypermedia koostuu solmuista ja näiden välisistä linkeistä. Solmut saattavat sisältää tekstiä, kuvaa, ääntä – multimediaa. Ylivoimaisesti tunnetuin ja suurin hypermediapohjainen järjestelmä on tietenkin WWW. Perinteisesti esimerkiksi WWW-sivuja selataan selaimella, joka näyttää yhden solmun kerrallaan, sekä siitä lähtevät linkit.

Yhtenä ongelmana suurten kokonaisuuksien selaamisessa on sivustojen rakenteen hahmottaminen. Mihin tältä sivulta pääsee? Mitä tuon linkin takaa löytyy? Ongelma ratkaistaan kokeilemalla, mutta tämä on hankalaa ja aikaavievää. Erään ratkaisun tähän tuovat erilaiset hypermediaa visualisoivat sovellukset. Sivuston rakenne voidaan visualisoida esimerkiksi verkkokaaviona, jossa kaavion kaaret edustavat sivujen välisiä linkkejä. Tällaisesta visualisaatiosta voidaan suoraan nähdä minne mikäkin linkki vie, ja missä tällähetkellä ollaan.

Hypermedian visualisoinnin tavoitteena on siis hypermedian rakenteen näyttäminen. Täysin ongelmaton hyvä visualisaation luominen ei kuitenkaan ole. Koska hypermedian solmuilla ja linkeillä ei ole itsessään mitään muotoa, visualisaatioita muodostaessa niille täytyy etsiä jokin järkevä muoto. Hyvien esitystapojen löytäminen onkin visualisoinnin suurin ongelma, varsinkin koska tarkoituksena on auttaa käyttäjää, jolloin lopputuloksen tulisi olla hyvin selkeä ja johdonmukainen

Helppointa tietenkin olisi, jos sivuston suunnittelija valmiiksi rakentaisi selkeän visualisaation jota käyttäjä sitten voisi käyttää sellaisenaan. Tällaista tietoa ei kuitenkaan ole saatavilla, joten jokainen käyttäjä joutuu – ja saa – rakentaa itse oman visualisaationsa.

Teksti on jaettu siten, että toisessa luvussa käsitellään hypermedian rakenteen selvittämistä, ja kolmannessa sen visualisointia sekä olemassaolevia sovelluksia. Luku neljä sisältää yhteenvedon.

2. Hypermedian rakenteen selvittäminen

Ennenkuin hypermedian rakennetta voidaan visualisoida, se täytyy selvittää. WWW-ympäristössä sivuston rakenne voidaan selvittää tekemällä HTTP-kyselyjä, ja tutkimalla vastauksena saatua sivua. HTML-sivusta löytyviä linkkejä seuraamalla voidaan rekursiivisesti edetä muihin viitattuihin sivuihin. Tuloksena saadaan tietokanta sivujen välisistä linkkisuhteista. Käytännössä hakua joudutaan rajoittamaan johonkin järkevään kokonaisuuteen, esimerkiksi yksittäisen domainin alta löytyviin sivuihin ja niiden keskinäisiin linkkeihin.

Tällaisesta pohjatiedosta saadaan rakennetuksi verkkokaavio, josta näkyy sivuston linkkirakenne. Jos sivuja halutaan esimerkiksi lajitella jonkin ominaisuuden perusteella loogisiin kokonaisuuksiin, tarvitaan lisätyötä. Seuraavassa luvussa esitellään eräs menetelmä sivujen automaattiseen luokitteluun.

2.1 Solmujen luokittelu

Pirollin ja kumppaneiden artikkelissa [PIR96] esitetään menetelmä hypermedian solmujen luokitteluun. Tässä solmut jaetaan seuraavanlaisiin luokkiin:

- *pääsivut*, jonkin loogisen kokonaisuuden ensimmäiseksi tarkoitettu sivu.
 - o *organisaatioiden pääsivut* - laajan sivuston aloitussivu.
 - o *henkilökohtaiset pääsivu* - yksittäisten henkilöiden kotisivujen alku.
- *hakemistot*, navigaatio sivu josta lähtee linkkejä useille muille sivuille.

- *referenssi*, sivu jolla selitetään jokin asia, ja johon muut sivut viittaavat
 - o *kohdesivu*, sivu johon muut viittaavat, mutta joka ei viittaa muihin
- *sisältösivu*, sivu joka sisältää pääasiassa tietoa eikä linkkejä muualle.

Edelleen solmut jaetaan näihin luokkiin automaattisesti solmuista kerättyjen tietojen perusteella. Tietojen keräämiseen käytettiin sivustoa rekursiivisesti läpikäyvää agenttia, sekä http-palvelimen lokitiedoista kerättyä tietoa sivujen suosiosta. Seuraavat ominaisuudet kerättiin jokaisesta solmusta:

- *koko*, sivun koko tavuissa
- *saapuvat linkit*, solmuun tulevien linkkien lukumäärä
- *lähtevät linkit*, solmusta lähtevien linkkien lukumäärä
- *frekvenssi*, solmuun kohdistuvien hakujen lukumäärä tarkkailujakson aikana
- *lähtösolmu*,
- *samankaltaisuus*, solmun sisällön samankaltaisuus lapsi-solmujen kanssa
- *syvyys*, keskimääräinen solmun lasten syvyys hakemistorakenteessa

Näiden arvojen perusteella muodostettiin taulukko, johon määriteltiin millaisia ominaisuuksia kullakin edellämainitulla kategorialla pitäisi olla. Esimerkiksi sisältösolmujen arveltiin sisältävän vähemmän linkkejä sisään ja ulos, mutta olevan kooltaan suurempia. Näin määriteltiin kullekin ominaisuudelle painoarvoja, joiden mukaan solmut voitiin luokitella.

Lopputulokset tarkistettiin tutkijoiden toimesta käsin, jolloin automaattisen luokittelun tarkkuudeksi saatiin keskimäärin n. 50%. Heikoimmalla (30%) menestyksellä löydettiin organisaation pääsivut, parhaiten luokittelu onnistui sisältösivuissa (99%). Huomautuksena sivustojen lokitiedostoihin ei yleensä pääse käsiksi, jolloin edellämainittua frekvenssiä ei voida yleisessä tapauksessa laskea.

3. Visualisointi

Miten hypermediaa voidaan visualisoida? Kun verkon rakenteesta saadaan selville haluttu määrä asioita, voidaan siirtyä tämän datan visualisointiin. Visualisoinnin tarkoituksena on sivuston rakenteen selvittäminen, navigoinnin helpottaminen ja muuten käyttäjän auttaminen, joten lopputuloksen pitäisi olla mahdollisimman selkeä ollakseen käyttökelpoinen.

Selkeän visualisoinnin luomisessa on omat ongelmansa. Esimerkiksi topologiaa visualisoitaessa hypermedialla ei ole luontaista muotoa. Linkeillä kyllä on kaksi päättä, mutta itse solmut voidaan sijoittaa täysin mielivaltaisesti. Lisäksi koska tuloksen tulee olla käyttökelpoinen ja nimenomaan *helpottaa* navigointia, hyvän järjestelyn löytäminen olisi tärkeää. Laskennalliselta kannalta visualisointi on myös haastavaa, koska sen lisäksi että esitettävän tiedon määrä on valtava, se myös muuttuu jatkuvasti.

Helpointa visualisoinnin kannalta tietenkin olisi se, että sivuston tekijät lisääisivät sivustoihin jonkinlaista metadataa joka ohjaisi visualisoinnin muodostamista. Tällöin sivuston ylläpitäjä saisi huolehtia järkevän esityksen muodostamisesta. Tällaista tietoa ei kuitenkaan voida olettaa, joten visualisointi täytyy pyrkiä muodostamaan automaattisesti rakenteen perusteella.

3.1 Visualisointien tyyppejä

Durandin ja Kahnin artikkelissa [DUR98] erilaiset visualisaatiot on luokiteltu seuraavalla tavalla:

Verkkorakenteet, joissa rakenne esitetään solmujen ja niiden välisten linkkien verkkona. Rakenteensa puolesta hypermedia sopii hyvin esitettäväksi verkkona, mutta koska

verkolla ei ole luontaista muotoa, visualisatiossa solmut asetellaan mielivaltaisesti. Tällöin pelkästään solmuihin ja niiden välisiin linkkeihin perustuvan verkon esityksestä havaittavilla muodoilla ei juurikaan ole merkitystä. Lisäksi suurta tietomäärää esitellessä verkosta tulee helposti niin suuri ja monimutkainen, että sen hahmottamisesta ja käyttämisestä tulee mahdotonta.

Hierarkisissa rakenteissa puolestaan hypermedia järjestetään ja esitetään jonkinlaisen hierarkian mukaan. Solmuilla on selvä järjestys, jokaisella solmulla on isä- ja lapsisolmut. Hierarkinen rakenne on helppo käsittää, mutta itse hierarkian muodostaminen voi olla ongelmallista.

Asykliset rakenteet ovat hierarkioiden yleistys, jossa yksittäisellä solmulla voi olla useita isäsolmuja jonka alle se kuuluu.

Spatiaaliset rakenteet sijoittavat rakenteen avaruuteen projisoimalla hypermedian solmuja koordinaattiakseleille. Jokaiselle koordinaattiakselille valitaan jokin merkitys, jonka mukaan solmut sijoittuvat akselille. Muodostuva rakenne on käyttäjän kannalta helppo ymmärtää, ja tässä esitystavassa solmujen keskinäinen suhde on merkitsevä. Kolmen akselin visualisoiminen ei vielä tuota ongelmia, mutta korkeanpiulotteisten avaruuksien ymmärrettävällä tavalla esittäminen on hankalaa.

Naapurustorakenteet ovat spatiaalisten rakenteiden erikoistapaus, jossa koordinaattiakseleille ei anneta mitään erityistä merkitystä. Sensijaan solmut sijoitetaan siten, että jonkin ominaisuuden perusteella toisiinsa kuuluvat solmut päätyvät lähelle toisiaan. Itse solmujen sijainti avaruudessa on mielivaltainen, mutta niiden suhde toisiinsa ei ole.

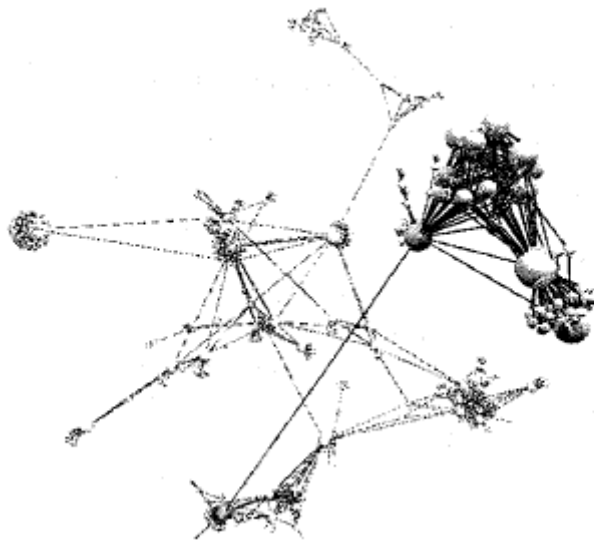
Seuraavassa luvussa esiteltävät olemassaolevat sovellukset näyttävät sopivan hyvin tämän luokittelun alle.

3.2 Olemassaolevia toteutuksia

Hypermedian visualisointiin on vuosien saatossa kehitetty erilaisia työkaluja, joita esitellään seuraavaksi.

3.2.1 Narcissus

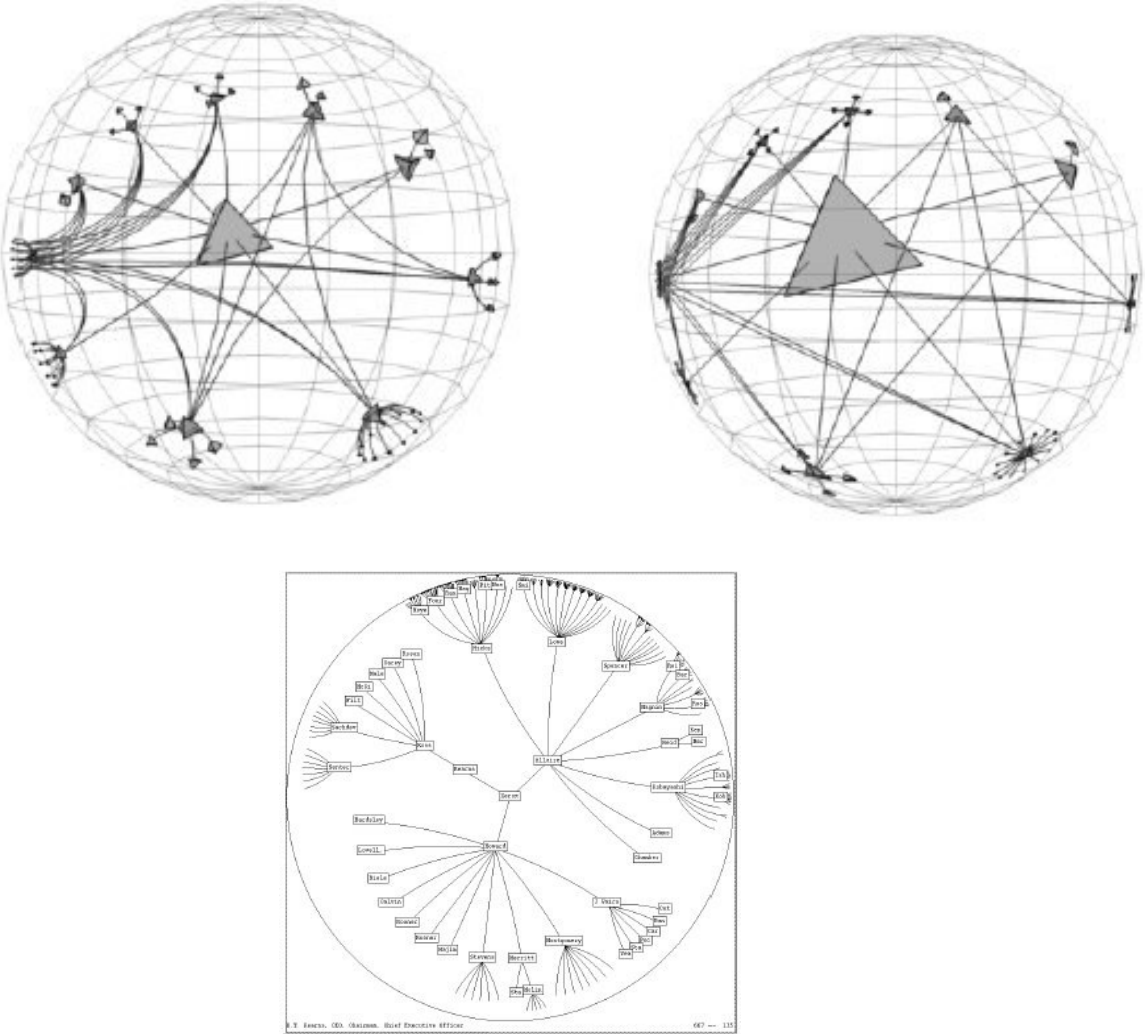
Narcissus [HEN95] on verkkokaavioita tuottava työkalu jota voidaan käyttää myös hypermedian visualisointiin. Kolmiulotteinen verkkokaavio tuotetaan asettamalla solmujen välille voima joka työntää niitä erilleen. Linkit puolestaan vetävät solmuja toisiaan kohti. Simuloimalla voimia kunnes solmut eivät enää liiku, saadaan verkkokaavio jossa toisiinsa linkatut solmut ovat lähellä toisiaan.



Kuva 1 Narcissuksen esitys laajasta sivustosta [HEN95]

3.2.2 Focus + Content

Suurten verkkokaavioiden esityksessä törmätään sellaiseen ongelmaan, että sekä yksityiskohtia että yleiskuvaa rakenteesta on vaikea näyttää yhtäaikaan. Jos esimerkiksi Narcissuksella katsotaan läheltä yhtä rykelmää, rykelmän suhde muihin solmuihin ei hahmotu. Tätä ongelmaa on yritetty ratkaista hyperbolista avaruutta hyväksikäyttämällä. Tarkasteltava verkko rakennetaan hyperboliseen avaruuteen pallon sisäpuolelle, ja pallon pinta määritetään olemaan äärettömän kaukana keskipisteestä. Nyt ulkoapäin katsottuna lähellä pallon keskustaa olevat kappaleet ovat suuria, mutta vääristyvät ja pienenevät nopeasti siirtyessään kauemmas keskipisteestä.

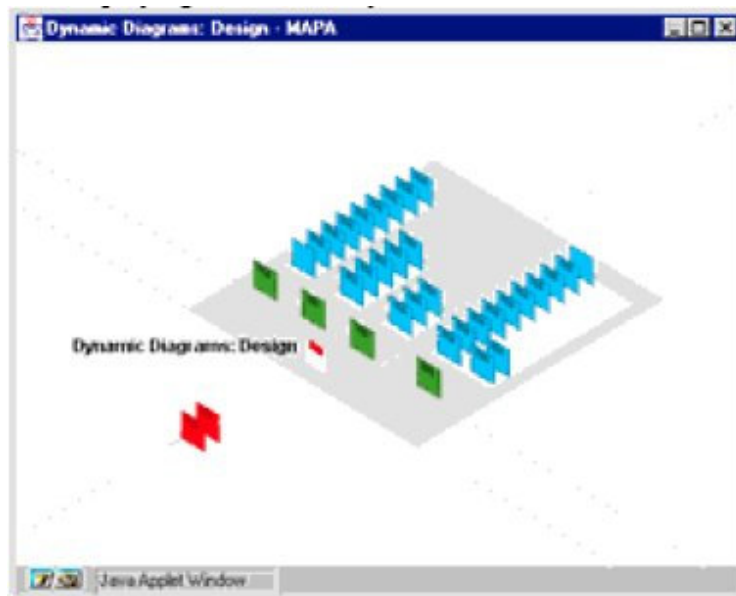


Kuva 2 Ylhäällä kolmiulotteinen, alhaalla kaksiulotteinen versio hyperboliseen avaruuteen asetellusta verkkokaaviosta [MUN95, LAM95]

Menetelmää ovat käyttäneet hypermedian visualisointiin sekä Munzer ja Burchard [MUN95] sekä Lampling ja kumppanit [LAM95], edelliset kolmiulotteisesti ja jälkimmäiset kaksiulotteisesti. Tarkoituksena on saavuttaa näkymä, jossa tarkastelun kohteena olevat solmut näkyvät selvästi, mutta myös niiden suhde muihin solmuihin näkyy samalla. Tämä saavutetaan asettamalla tarkasteltava solmu edellä kuvatun pallon keskusta, jolloin se ja sen lähistö näkyy selvästi. Mitä kauempana solmut ovat tarkastelupaikasta, sen lähempänä pallon pintaa ne ovat, ja sen pienempinä ne näkyvät reunoilla.

3.2.3 MAPA

Durandin ja Kahnin MAPA [DUR98] pyrkii helpottamaan suurten, 500-50.000 sivun sivustojen navigointia tiukan hierarkisella visualisoinnilla. Suunnittelutavoitteiksi on otettu yleisnäkömyksen tarjoaminen, sekä selailuhistorian ja etenemismahdollisuuksien näyttäminen.

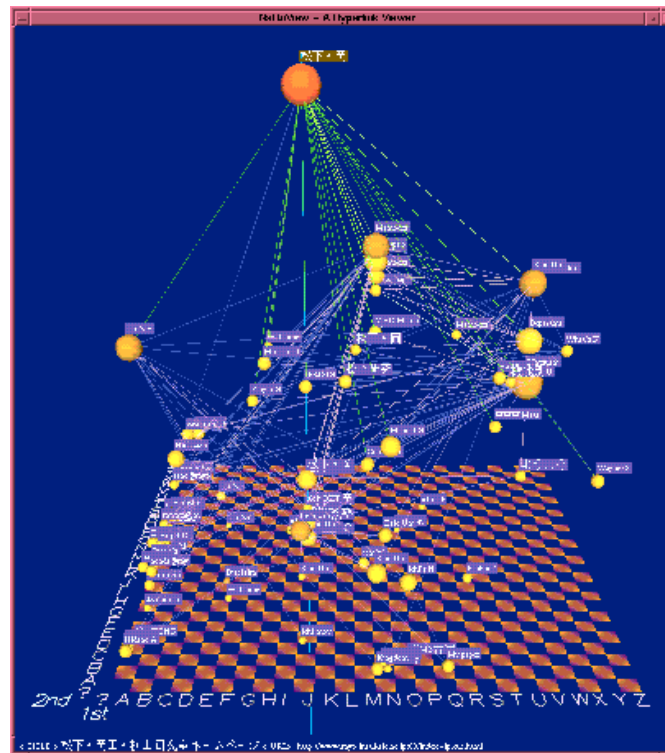


Kuva 3 MAPA toiminnassa [DUR98]

Tähän pyritään hierarkiaan perustuvalla, ortogonaalista projektiota käyttävällä näkymällä. Keskellä esitetään nykyinen sivusto. Tämän takaa, ala-vasemmalta, löytyy sivuketju joka johtaa takaisin pääsivulle. Edestä löytyvät nykyisen sivun lapset, eli sivut joihin näistä lähtevät linkit. Lasten taakse vuorostaan järjestetään riviin kaikki lasten lapset.

3.2.4 Natto

Eräs esimerkki luvussa 3.1 esittelystä spatiaalisesta rakenteesta on Natto [SHM97]. Tässä sivuston solmut asetetaan tasolle ominaisuuksiensa perusteelle, ja sivujen välille asetetaan linkit. Selvittääkseen rakennetta käyttäjä voi nostaa haluamiaan solmuja irti tasosta, jolloin myös solmuihin linkillä kiinnittyneet solmut nousevat tasosta. Näin käyttäjä voi itse muokata visualisointia ja yrittää selvittää sitä.



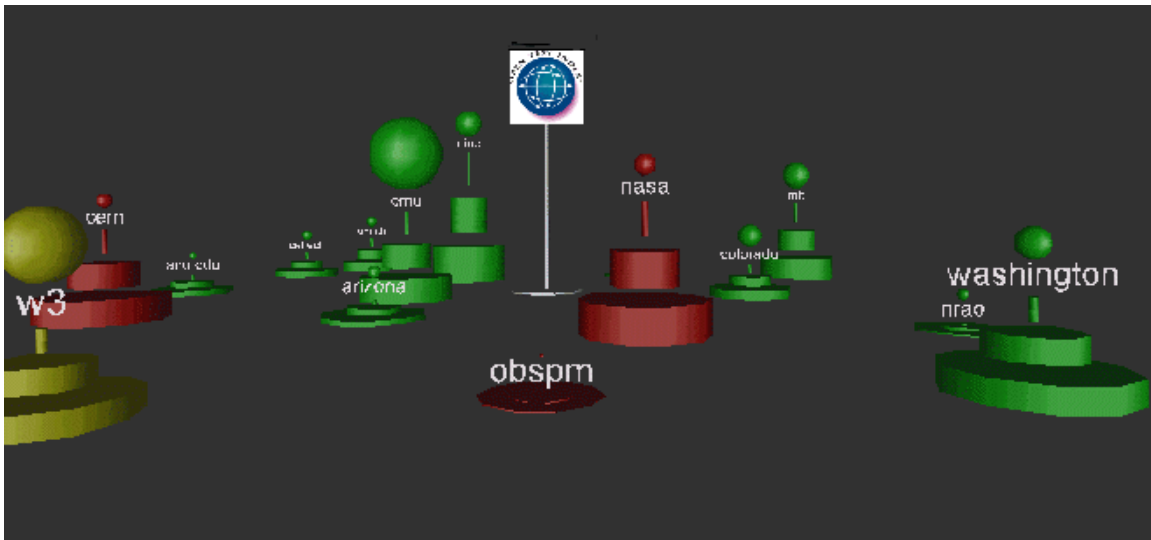
Kuva 4 Natto muutaman solmujen ylöspäin siirtämisen jälkeen [SHM97]

3.2.5 HotSauce

Applen Hotsauce selain puolestaan on esimerkki naapurustorakenteesta. Yksittäiset sivut esitetään tekstilätkinä, jotka ovat sitä kauempana mitä pidemmällä ne ovat hakemistorakenteessa. Linkit esitetään implisiittisesti, asettamalla sivut niiden isäsivun taakse. Käyttäjä voi liikkua avaruudessa tekstilätkien lomassa tutkimaan syvemmälle hierarkiassa jääneitä sivuja.

3.2.6 Open Text Web Index

Tim Brayn Open Text Web Indexin pohjalta [BRA96] tehty visualisaatio on siinä mielessä poikkeuksellinen, että se ei edes yritä näyttää yksittäisten sivustojen rakennetta. Sensijaan VRML-visualisaatiolla pyritään näyttämään kokonaisten domainien keskinäisiä suhteita. Visualisaatio toteutetaan asettamalla kappaleita tasolle kolmiulotteisessa avaruudessa. Kappaleen koko ja muoto määräytyy sivujen lukumäärän ja sisään sekä ulospäin menevien linkkien lukumäärän perusteella. Lisäksi kappaleet sijoitetaan tasolle siten, että paljon linkkejä toisiinsa sisältävät kappaleet ovat lähellä toisiaan.



Kuva 5 Domainien suhteita näyttävä visualisaatio Open Text Web Indexin pohjalta [BRA96]

4. Yhteenveto

Tässä on esitelty eräitä valmiita WWW-ympäristön visualisointiin kehitettyjä työkaluja, sekä eräs menetelmä sivujen automaattiseen luokitteluun. Hypermedian visualisointi on kiehtova aihe, johon liittyy useita ongelmia. Valtavan, jatkuvasti muuttuvan, tietomäärän esittäminen tavalla joka helpottaisi käyttäjän navigointia ei ole mitenkään yksinkertaista.

Luvussa 3 esitetyt visualisointisovellukset ovat kaikki kekseliäitä, ja esittävät informaatiota omalla tavallaan selkeästi ainakin tiettyihin rajoihin asti. Mutta miksi mikään visualisointisovellus ei ole yleistynyt käyttäjien keskuudessa? Ehkä hakukoneiden käyttö ja linkkien napsuttelu on edelleen helpompaa kuin vielä uuden työkalun käytön opettelu. Varsinkin kun työkalu saattaa olla hidas, monimutkainen ja piirtää käsittämättömiä pyöriä kaavioita. Visualisointisovelluksista voisi olla paljon hyötyä, mutta ainakin niiden käytettävyydessä on vielä paljon parantamisen varaa.

Lähteet

- [BEN99] Benford, Taylor, Brailsford, Koleva, Craven, Fraser, Reynard, Greenhalgh, Three dimensional visualization of the world wide web, ACM Computing Surveys 31, 4es(1999), 25.
- [BRA96] Tim Bray, "Measuring the web". In Proc. of Fifth International World Wide Web conference, 993-1005, 1996
- [DUR98] David Durand, Paul Kahn, MAPA: a system for inducing and visualizing hierarchy in websites, Proc. ACM Hypertext '98, 66-78, 1998.
- [HEN95] Robert Hendley, Nicholas Drew, Andrew Wood, Russel Beale, "Narcissus: visualizing information". In Proc. 1995 Information Visualization Symposium, 90-96, 1995.

- [LAM95] John Lamping, Ramona Rao, Peter Pirolli, "A focus+context technique based on hyperbolic geometry for visualizing large hierarchies". In Proc. ACM SIGCHI '95, 401-408, 1995.
- [MUK99] Sougata Mukherjea, Information visualization for hypermedia systems, ACM Computing Surveys 31, 4es(1999), 6.
- [MUN95] Tamara Munzner, Paul Burchard, "Visualizing the structure of the world wide web in 3d hyperbolic space". In Proc. VRML '95, 33-38, 1995.
- [PIR96] Peter Pirolli, James Pitkow and Ramona Rao, Silk from a sow's ear: extracting usable structures from the web. Proc. ACM SIGCHI '96, 118-125, 1996
- [SHM97] Hidekazu Shiozawa, Yutaka Matsushita, "WWW visualization giving meaning to interactive manipulations". In Advances in Human Factors/Ergonomics 21B (HCI International 97), 791-794, 1997