Adaptiivinen Hypermedia

Sami Nieminen

Helsinki 3.5.2002

Hypermediajärjestelmät-seminaari

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Adaptiivinen hypermedia

Sami Nieminen

Hypermediajärjestelmät-seminaari

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Helsingin yliopisto

3.4.2002, 11 sivua

Perinteisessä hypermediassa valtava tiedonmäärä ja saman sisällön tarjoaminen kaikille on muodostunut ongelmaksi. Käyttäjälle hyödyllinen tieto hukkuu helposti kaiken muun joukkoon. Tätä on pyritty ratkaisemaan muun muassa antamalla käyttäjälle mahdollisuus personoida palvelua mieluisekseen. Adaptiivisessa hypermediassa käyttäjän mieltymykset pyritään oppimaan automaattisesti. Tässä dokumentissa tarkastellaan adaptiivisen hypermedian periaatteita ja tutkimustyön nykytilaa sekä esitetään arvioita tulevaisuudesta. Adaptoitumista käsitellään automaattista personoitumista laajemmin, myös käyttäjään liittymättömiin tekijöihin mukautumisena.

Aiheluokat (Computing Classification System 1998): H.1.2, H.3.5, H.5.1, H.5.2, H.5.4, I.7.2

Avainsanat: hypermedia, hyperteksti, personointi, käyttäjämalli, adaptiivinen esitys, adaptiivinen navigoinnin tuki, adaptaatio

Sisällys

1 Johdanto 1

2 Adaptiivisen hypermedian sovellusalueet 1

3 Mihin mukaudutaan? 2

3.1 Käyttäjämalli 3
3.2 Käyttötilanne 4
3.3 Muu maailma 5
3.4 Mallin hyödyntäminen 5

4 Mitä voidaan mukauttaa? 5

4.1 Adaptiivinen esitys 6
4.2 Adaptiivinen navigoinnin tuki 7
4.3 Luokittelun merkitys 8

5 Adaptiivinen hypermedia käytännössä 8

5.1 Viitekehykset 8
5.2 Tulevaisuudennäkymät 9

6 Yhteenveto 10

Viitteet 11

1 Johdanto

Laajojen käyttäjämäärien palveleminen on hypermediassa ongelmallista. Jotta kaikkia käyttäjiä pystyttäisiin miellyttämään, sisällön pitää olla monipuolista. Käyttäjät eivät kuitenkaan ole kiinnostuneita kaikesta tarjolla olevasta sisällöstä. Valtava tiedon määrä johtaa käyttäjälle hyödyllisen materiaalin hukkumiseen muun materiaalin joukkoon. Adaptiivisessa hypermediassa käyttäjien yksilölliset tarpeet pyritään oppimaan, ja niihin mukaudutaan automaattisesti.

Alun perin adaptiivisen hypermedian tutkimuksessa keskityttiin nimenomaan dokumenttien muokkaamiseen käyttäjän ominaisuuksiin sopivaksi [Bru96, BBH99]. Nykyään adaptiivisen hypermedian tutkimus käsittää paljon laajemman alueen. Siihen voidaan lukea kaikki hypermedia, jossa jokin järjestelmän osa mukautetaan johonkin muuttuvaan tekijään [AlP01, Bru01, KKP01]. Oleellista on mukautumisen automaattisuus. Käyttäjän eksplisiittisen syötteen perusteella mukautuvat järjestelmät eivät ole adaptiivisia.

Tässä dokumentissa tarkastellaan adaptiivisen hypermedian periaatteita ja tutkimustyön nykytilaa sekä esitetään arvioita tulevaisuudesta: luvussa 2 esitellään lyhyesti adaptiivisen hypermedian sovellusalueita, luvuissa 3 ja 4 tarkastellaan adaptoitumisen lähtökohtia ja tekniikoita, luvussa 5 arvioidaan adaptiivisen hypermedian käytännön kysymyksiä ja kehitystä.

2 Adaptiivisen hypermedian sovellusalueet

Adaptiivisesta hypermediasta voidaan hyötyä monilla hypermedian sovellusalueilla. Tämä johtuu siitä, että niissä toistuvat samat perimmäiset ongelmat: käyttäjien erojen huomioon ottaminen ja hyperavaruuteen eksyminen. Tyypillisiksi adaptiivisen hypermedian sovellusalueiksi on tunnistettu seuraavat kuusi suuntaa [Bru96, Bru01]: oppimateriaaliksi tarkoitetut hypermediajärjestelmät, on-line tietojärjestelmät, on-line apu järjestelmät, tiedonhakujärjestelmät, institutionaaliset hypermediajärjestelmät, ja personoitavat tietopalvelut.

Oppimateriaaliksi tarkoitetut hypermediajärjestelmät on yksi laajimmin tutkittu adaptiivisen hypermedian sovellusalue. Se pitää sisällään kaikki opetuskäyttöön ja itsenäiseen opiskeluun tarkoitetut järjestelmät.

On-line tietojärjestelmät on toinen laajalti tutkituista adaptiivisen hypermedian sovellusalueista. Tähän ryhmään lukeutuvat on-line dokumentaatiot, sähköiset tietosanakirjat, info kioskit, virtuaalimuseot, kämmenmikro oppaat, sähköiset kauppapaikat, ja työskentelyä tukevat järjestelmät.

On-line apu järjestelmät tarjoavat apua perinteisten ohjelmistojen käyttöön. Ne ovat tässä mielessä lähellä on-line tietojärjestelmiä, mutta ovat riippuvaisia ohjelmasta, jota tukemaan ne on suunniteltu.

Tiedonhakujärjestelmät ovat yleistyneet WWW:n yleistymisen myötä. Niihin kuuluvat järjestelmät auttavat käyttäjää löytämään tietoa verkosta, esimerkiksi dokumenttien sisällöllisten samankaltaisuuksien perusteella.

Institutionaaliset hypermediajärjestelmät ovat oikeastaan on-line tietojärjestelmien erikoistapaus. Ne tarjoavat tietoa jonkin instituution, esimerkiksi sairaalan työn tukemiseksi.

Personoitavat tietopalvelut ovat institutionaalisten järjestelmien tavoin tarkoitettu käyttäjän tiedontarpeiden avuksi, esimerkiksi työssä. Tiedot haetaan järjestelmän oman tietokannan sijaan muualta verkosta. Käyttäjien on mahdollista määritellä omat personoidut näkymänsä kaikkeen palvelun kautta tavoitettavaan informaatioon.

3 Mihin mukaudutaan?

Adaptiivisen hypermedian tutkimuksen alkuvuosina adaptiivista hypermediaa käsiteltiin lähes yksinomaan käyttäjän yksilöllisiin tarpeisiin ja ominaisuuksiin perustuvana mukautumisena [Bru96, BBH99]. Tällainen automaattinen personointi [BDH00] voidaan nähdä hyvin johdonmukaisena lähtökohtana adaptiivisen hypermedian tutkimukselle, sillä kaiken mukautumisen päämääränä on lähes poikkeuksetta käyttäjän palvelemisen parantaminen. Tärkeydestään huolimatta käyttäjän ominaisuuksiin mukautuminen ei ole kuitenkaan ainoa mukautumisen muoto.

Nykyään adaptiivista hypermediaa tarkastellaan yhä laajemmassa merkityksessä. Internetin yleistyessä suuri osa tutkimustyöstä on tehty WWW-pohjaisilla järjestelmillä. Koska WWW:ssä käyttäjät voivat käyttää palvelua lähes mistä tahansa maailmassa, ja käyttö voi tapahtua hyvin eri tyyppisillä päätelaitteilla, parhaan mahdollisen palvelun tarjoamiseksi on otettava huomioon muutakin kuin käyttäjä henkilönä. Erityisesti langattomille päätelaitteille suunniteltujen hypermediapalveluiden näyttää olevan lähes välttämätöntä mukautua jollain tasolla päätelaitteen ominaisuuksiin, sillä jopa saman valmistajan eri laitemallit voivat ominaisuuksiltaan poiketa toisistaan huomattavasti.

Olipa hypermediajärjestelmän sovellusalue mikä tahansa, adaptoitumisen tavoitteena tulisi aina olla käyttäjän tehokkuuden parantaminen. Tämän tukemiseksi järjestelmän tulisi kerätä kaikkea tietoa, mitä käyttäjän tarpeiden ennustamiseen voidaan hyödyntää [BDH00]. Mukautumiseen hyödynnettävää tietoa on pyritty jaottelemaan monin eri tavoin. Seuraava jaottelu perustuu Kobsan, Konemannin, ja Pohlin esittämään malliin [KKP01]:

- Käyttäjämalli
  - Henkilötiedot
  - Tietämyksen taso
  - Kiinnostuksen kohteet ja mieltymykset
  - Käyttäjän tavoitteet ja suunnitelmat
  - Käyttäjän toiminta palvelussa ja palvelun ulkopuolella
- Käyttötilanne
  - Käyttäjän sijainti (paikka ja aika)
  - Käyttäjän ympäristön olosuhteet
  - Sosiaalinen tilanne
  - Päätelaite
  - Pääteohjelmisto
- Muu maailma

Aliluvuissa 3.1, 3.2, ja 3.3 tutkitaan tarkemmin näitä mukautumisperusteita. Aliluvussa 3.4 arvioidaan mallin hyödyllisyyttä.

3.1 Käyttäjämalli

Käyttäjämallin tiedot koskevat käyttäjää henkilönä. Niihin lukeutuvat tiedot ovat suoraan sidoksissa käyttäjään, ja ne ovat voimassa jokaisella käyttökerralla. Tämän piirteen vuoksi näitä tietoja säilytetään, päivitetään, ja tarkennetaan jatkuvasti. Kaikki personointi-tyyppinen mukautuminen perustuu käyttäjämalliin.

Käyttäjän henkilötiedot sisältävät muuttumatonta ja harvoin muuttuvaa tietoa. Näihin kuuluvat muun muassa nimi, ikä, sukupuoli, osoite, ja ammatti. Tällaisia tietoja on usein hyvin vaikea saada selville kysymättä käyttäjältä suoraan. Siksi moniin palveluihin pitää rekisteröityä.

Käyttäjän tietämyksen taso kuvaa käyttäjän tietoa tietyistä aihepiireistä. Nämä aihepiirit ovat niitä aihepiirejä, joista kyseinen järjestelmä tarjoaa tietoa. Käyttäjän tietämyksen tasoa näistä aihepiireistä on vaikea arvioida ennen hänen ryhtymistään järjestelmän käyttäjäksi, mutta sitä, mitä hän oppii järjestelmää käyttäessään, on jo varhaisessa vaiheessa kyetty arvioimaan menestyksekkäästi [Bru01]. Kun käyttäjä on ladannut järjestelmästä jonkin dokumentin, hänen voidaan olettaa oppineen sen sisältämän asian. Tieto käyttäjän tietämyksen tasosta opetettavassa aiheessa on tärkein ominaisuus opetuskäyttöön tarkoitetussa adaptiivisessa hypermediassa.

Käyttäjän kiinnostuksen kohteet ja mieltymykset käsittävät kaiken, mistä käyttäjä on kiinnostunut. Tämän tiedon perusteella käyttäjälle voidaan tarjoilla tai suositella sisältöä hänen sitä erikseen pyytämättä. Tietoa käyttäjän mieltymyksistä voidaan saada tietämyksen tason tavoin käyttäjän navigoinnista järjestelmässä. Siinä missä käyttäjän tietämyksen tason perusteella dokumentin sisältöä voidaan näyttää, tai jättää näyttämättä, kiinnostuksen kohteiden perusteella voidaan käyttäjälle tarjota uutta luettavaa. Kiinnostuksen kohteiden ymmärtäminen on oleellinen tieto suositteleville järjestelmille ja sähköisen kaupankäynnin sovelluksille. On myös oleellista huomata osan käyttäjän kiinnostuksen kohteista olevan vain hetkellisiä, ja toisten pitkäaikaisia.

Käyttäjän tavoitteet ja suunnitelmat vastaavat jossain määrin käyttäjän mieltymyksiä. Ne riippuvat myös hyvin paljon käyttötilanteesta [DiH02]. Esimerkiksi WWW:tä kotoa käsin työasemallaan selaavalla henkilöllä ei välttämättä ole varsinaisia tavoitteita , kun taas langattomilla päätelaitteilla yhteydessä olevat useimmiten pyrkivät suorittamaan jonkin tehtävän, tai selvittämään jonkin asian. Näissä tilanteissa käyttäjä tarvitsee hyvin eri tyyppistä navigoinnin tukea. Tämän takia käyttäjän tavoitteiden ymmärtäminen on adaptiivisessa hypermediassa hyvin tärkeää. Adaptiivisuudesta saatu hyöty voi jäädä hyvin vähäiseksi ilman sitä.

Käyttäjän toiminta palvelussa on varmasti helpoimmin kerättävä tieto. Käyttäjän tekemisiä palvelun ulkopuolella voi taas olla lähes mahdotonta seurata. Kummankin käyttäytymisen perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä käyttäjämallin rakentamiseksi. Esimerkiksi käyttäjän aiemmin palvelussa tekemät ostokset ovat selviä merkkejä käyttäjän kiinnostuksen kohteista ja mieltymyksistä. Käyttäjän aikaisemmasta toiminnasta oppiminen on sosiaalisessa maailmassa niin luonnollinen asia, että käyttäjät saattavat odottaa sitä myös hypermediajärjestelmältä. Jos käyttäjän toimintaa pystytään tarkkailemaan myös järjestelmän ulkopuolella, siitä voidaan oppia vielä enemmän. Esimerkiksi SUITOR [BCM00] pystyi tunnistamaan

suhteellisen hyvällä tarkkuudella käyttäjän kiinnostuksen kohteet kaikkien käyttäjän työasemallaan käsittelemien dokumenttien perusteella.

3.2 Käyttötilanne

Istunnon aikaisia olosuhteita koskevat tiedot ovat käyttötilannekohtaisia. Ne eivät välttämättä ole voimassa enää seuraavalla käyttökerralla. Vaikka tämänlaisilla tiedoilla voi olla vaikutuksensa myös käyttäjämalliin, tietoja itsessään ei säilytetä yhtä istuntoa pidempään. Tiedot kerätään uudelleen ainakin kerran jokaista istuntoa kohti.

Siinä missä käyttäjän sijainnilla voi olla jonkin verran merkitystä työasemakäyttöön tarkoitetuissa palveluissa, sen merkitys langattomilla laitteilla käytettäville palveluille on huomattava. Jos käyttäjä käyttää palvelua kiinteän yhteyden kautta, Hänen sijaintinsa voitaisiin huomioida tarjoamalla paikallisia uutisia juuri siltä alueelta, missä hän on. Langattomalla yhteydellä palvelua käyttävän sijainti paikka-aika-avaruudessa on vielä vahvempi vihje siitä, millaista palvelua hän tarvitsee. Esimerkiksi kello 12:00 kaupungin keskustassa liikkuva ihminen voi kaivata vinkkiä hyvästä lounaspaikasta. Jos hänen voidaan tunnistaa seisovan kadulla, jonkin ravintolan ulkopuolella, voidaan hänelle tarjota arviota kyseisen ravintolan palvelun ja ruuan tasosta. Mitä tarkemmin käyttäjän sijainti tiedetään, sitä vahvempia oletuksia siitä kyetään tekemään. Tulevaisuudessa paikannus tulee helpottumaan GPS:n ja muiden paikannustekniikoiden ansiosta.

Käyttäjän ympäristön olosuhteita, kuten valoisuus ja taustamelu, on asiakas-palvelin mallin hypermediajärjestelmissä yleensä mahdoton tunnistaa. Toisaalta niille ei tämän kaltaisissa ympäristöissä ole juuri mitään tehtävissäkään. Sen sijaan, jos adaptiivinen komponentti sijaitsee päätelaitteessa, näitä tekijöitä on kenties mahdollista tunnistaakin. Tällöin voitaisiin esimerkiksi suorassa auringonvalossa lisätä dokumentin kontrastia, tai meluisassa tilassa tarjota visuaalista informaatiota äänimuotoisen tiedon sijaan.

Sosiaalinen tilanne määrittelee käyttäjän muut tekemiset palvelun käyttöhetkellä. Se voi usein olla palvelun käytön kannalta merkitsevämpi kuin muut ympäristön olosuhteet. Esimerkiksi julkisella paikalla käyttäjä tuskin mielellään hoitaa pankkiasioitaan, ja yksinään palvelua käyttävä voisi kaivata välineitä kommunikointiin muiden kanssa tai jotain ajanvietettä. Sosiaalista tilannetta voidaan yrittää arvioida esimerkiksi käyttäjän sijainnin ja ympäristön olosuhteiden perusteella.

Päätelaitteen ominaisuuksiin lukeutuvat muiden muassa käytössä oleva tietoliikenneyhteys, laitteen näyttö ja muut tulostus menetelmät, syötemenetelmät, ja laitteen prosessointi nopeus. Dokumenttien sisältöä voidaan muokata näyttämään paremmalta käyttäjän päätelaitteen näytöllä esimerkiksi pienentämällä kuvat kerralla näyttöön mahtuviksi. Myös erilaiset syötemenetelmät vaativat erilaista tukea palvelun käyttöliittymältä, sillä esimerkiksi kynä- ja näppäimistösyötemenetelmät mahdollistavat hyvin erilaiset selaus- ja navigointikeinot.

Pääteohjelmisto käsittää ne ohjelmiston kerrokset, mitä päätelaitteen ja hypermediapalvelun käyttöliittymien välillä esiintyy. WWW:ssä tämä tyypillisesti tarkoittaa käyttöjärjestelmää ja selainta, sekä selaimeen mahdollisesti liittyviä plugineja. Koska eri selaimet esittävät dokumentteja eri tavoin, voi samankaltaiseen esitykseen pääseminen eri alustoilla käytännössä vaatia erilaisten dokumenttien tuottamista eri selaimille. WAP palveluille tämä on muodostunut lähes edellytykseksi, koska tuettavien laitteiden joukko on paljon kirjavampi kuin perinteisissä WWW-

pohjaisissa palveluissa. HTTP mahdollistaa selaimen helpon tunnistuksen. Selaimet lähettävät palvelimelle sivupyynnön yhteydessä tunnistemerkkijonon, jonka perusteella on selain ohjelman lisäksi usein mahdollista myös päätellä mikä päätelaite on kyseessä.

3.3 Muu maailma

Adaptiivisessa hypermediassa adaptoituminen voi perustua mihin tahansa palvelun sisäiseen tai ulkoiseen muuttujaan. Käyttäjämallin ja käyttötilanteen muuttujat ovat kaikki käyttäjämallin päivityksessä huomioitavia asioita. Mukautuminen voi myös olla luontevaa perustaa tekijöihin, joilla ei ole mitään merkitystä käyttäjämallille. Nämä tekijät ovat sellaisia, joista käyttäjä ei välttämättä ole tietoinen. Järjestelmä voisi esimerkiksi mukautua jonkin WWW palvelun sivujen sisällön tilaan, ja välittää käyttäjälle tärkeät artikkelit, kun sellaisia julkaistaan. Jos järjestelmä pystyy tunnistamaan käyttäjiensä sijainnin, se voisi myös ilmoittaa käyttäjälle muiden käyttäjien läheisyydestä. Yleisesti mukautuminen voi perustua mihin tahansa muutokseen, mikä on käyttäjän ja palvelun vuorovaikutuksen kannalta oleellinen.

3.4 Mallin hyödyntäminen

Esitetyn mallin tavoitteena on jakaa potentiaaliset adaptoitumisen lähtökohdat selvästi eroteltaviin pääryhmiin. Alemman tason jaottelu perustuu hyödylliseksi tunnistettuihin ja mahdollisesti jo hyödynnettyihin tiedonlähteisiin. Jaottelun avulla voidaan tunnistaa järjestelmälle merkitykselliset tekijät, ja arvioida miten niitä voitaisiin ottaa huomioon.

Eri tekijöihin adaptoitumista usein rajoittaa tiedon saatavuus hypermediajärjestelmässä. Tarjolla oleva tieto vaihtelee hyvin paljon sovellusalueiden ja kehitysympäristöjen välillä. Esimerkiksi WWW:ssä tarjolla on tyypillisesti vain sivupyyntöjen yhteydessä saadut tiedot. Pelkästään näistä voidaan jo oppia suhteellisen paljon. Sivupyyntöjen yhteydessä välitetystä metatiedosta voidaan saada selville millaisella päätelaite-ohjelmisto yhdistelmällä käyttäjä palvelua käyttää, minkä kielistä sisältöä hän mieluiten vastaanottaa, ja minkälaista sisältöä hän kykenee käsittelemään. Pyydettyjen dokumenttien perusteella taas voidaan päätellä mistä sisällöstä käyttäjä on kiinnostunut.

Yhä useammat hypermediajärjestelmät toimivat osana perinteisiä ohjelmistoja. Tällaisia ovat esimerkiksi paikallisten ohjelmistojen verkossa sijaitsevat dokumentaatiopalvelut. Koska tällaisia hypermediajärjestelmiä tyypillisesti kutsutaan ohjelmiston kautta, niille on mahdollista välittää ohjelmiston käyttöä koskevaa tietoa, ja ehkä myös ohjelmiston ulkopuolisen järjestelmän tietoja. Tämä lisää adaptaation mahdollisuuksia merkittävästi.

4 Mitä voidaan mukauttaa?

Adaptiivinen hypermedia tyypillisesti perustuu perinteisen hypermedian tavoin dokumentteihin. Adaptaatio voi tarkoittaa mitä tahansa muutosta, missä tahansa dokumentin osassa. Se voi myös tarkoittaa dokumentin jakamista pienempiin osiin käytön helpottamiseksi. Mukauttamistekniikoista on helposti tunnistettavissa kaksi pääsuuntaa: adaptiivinen esitys ja adaptiivinen navigoinnin tuki. Näistä ensimmäinen pyrkii vastaamaan käyttäjien ja käyttötilanteiden eroavaisuuksista aiheutuviin

ongelmiin, tarjoamalla aina parhaiten käyttäjää palvelevaa sisältöä [BKS96]. Jälkimmäinen taas on tarkoitettu ehkäisemään käyttäjien eksymistä hyperavaruuteen, ja helpottamaan hyödyllisen tiedon löytämistä.

Adaptiivinen esitys ja adaptiivinen navigoinnin tuki voidaan jakaa edelleen pienempiin aliluokkiin seuraavasti; jaottelu on Brusilovskyn [Bru96, Bru01] ehdottaman malliin pohjautuva yleistetty versio:

- Adaptiivinen esitys
  - Mukautettu sisällön järjestäminen
  - Mukautettu sisällön valinta
  - Sisällön ehdollinen näyttäminen ja piilottaminen
  - Mukautettu sisällön muotoilu
- Adaptiivinen navigoinnin tuki
  - Suora ohjaus
  - Linkkien järjestäminen
  - Linkin esitysasun muuttaminen
  - Linkin kommentointi
  - Linkin piilottaminen
  - Uusien linkkien lisääminen

Aliluvuissa 4.1 ja 4.2 kerrotaan tarkemmin näiden tekniikoiden toiminnasta. Aliluvussa 4.3 arvioidaan luokittelun tarkkuutta ja käytännön arvoa.

4.1 Adaptiivinen esitys

Adaptiivisen esityksen tekniikat pyrkivät muotoilemaan yksittäisen dokumentin sisältöä käyttötilanteeseen paremmin sopivaksi. Nämä tekniikat kohdistuvat siis nimenomaan dokumentin sisältöön. Tekniikat eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan niitä voidaan yhdistellä tarpeen mukaan.

Mukautetulla sisällön järjestämisellä tarkoitetaan kaikkea sivun osien uudelleen asettelua. Yksinkertaisimmillaan tämä voi olla luetteloiden järjestämistä eri perustein, tai kuvien siirtämistä paikasta toiseen. Monimutkaisempana esimerkkinä voidaan antaa täysin erilaisten dokumenttirakenteen käyttäminen eri tilanteissa. Vaihtoehtoisten sivuasettelujen tarjoaminen on usein edellytys tilanteissa, joissa hypermediapalvelua halutaan käyttää suurinäyttöisillä työasemilla ja pieninäyttöisillä kämmenmikroilla. Tällöin myös muiden adaptaatiotekniikkojen käyttö on tavallista.

Mukautettu sisällön valinta on tekniikka jossa yhdelle dokumentin osalle on olemassa vaihtoehtoisia esitysmuotoja, joista valitaan tilanteeseen parhaiten sopiva. Nämä vaihtoehdot voivat olla esimerkiksi tekstin eri kieliversioita. Ne voivat myös olla eri muotoisia esityksiä samasta asiasta, esimerkiksi kuva-, ääni-, video-, ja tekstimuotoiset esitykset. Sopiva vaihtoehto voidaan valita käyttäjän mieltymysten, tai käytössä olevan tiedonsiirtonopeuden mukaan. Tätä tekniikkaa voidaan hyödyntää esimerkiksi oppimateriaalina toimivissa hypermediajärjestelmissä, tiedonhakujärjestelmissä, ja langattomille päätelaitteille suunnatuissa sovelluksissa.

Sisällön ehdollinen näyttäminen on tekniikka, jonka avulla dokumentista voidaan suodattaa tarpeettomia osia pois. Tämä tekniikka on todettu hyödylliseksi

oppimateriaalina toimivissa hypermediajärjestelmissä [Bru96]: Jos käyttäjällä on aikaisempaa tuntemusta dokumentin aihepiiristä, lyhenteitä ja käsitteitä selittävät ylimääräiset kommentit voidaan jättää näyttämättä.

Mukautettuun sisällön muotoiluun kuuluvat tekniikat pyrkivät mukautetun sisällön valinnan tavoin tarjoamaan erilaisia versioita dokumentin osista eri tilanteissa. Ne eivät kuitenkaan valitse tätä versiota valmiista vaihtoehdoista, vaan tuottavat sen dynaamisesti. Tällaisien tekniikoiden joukkoon kuuluvat muiden muassa luonnollisen kielen tuottamistekniikat (Natural Language Generation), joilla vakiomuotoista tekstiä voidaan muuttaa käyttäjää puhuttelevammaksi. Mukautettu sisällön muotoilu ei silti rajoitu vain tekstin muokkaamiseen. Sisältö voi yhtä hyvin olla ääntä, kuvaa, tai videota.

4.2 Adaptiivinen navigoinnin tuki

Adaptiivinen navigoinnin tuki keskittyy sisällön sijaan navigointi linkkien mukauttamiseen. Niillä voidaan auttaa käyttäjää löytämään helpommin tiensä määränpäähän, tai suorittamaan tehtäviä tehokkaammin.

Suoraviivaisin tapa antaa käyttäjälle vihjeitä suunnan valitsemiseksi on suora ohjaus. Se tarkoittaa yhden linkin esille tuomista ensisijaisena seuraavana linkkinä. Tyypillisiä suoran ohjauksen linkkejä ovat ”seuraava sivu” ja ”jatka” -linkit.

Linkkien järjestämistä voidaan käyttää kussakin käyttötilanteessa oleellisimpien linkkien sijoittamiseen muita linkkejä keskeisemmälle paikalle. Kuten sisällön järjestäminen, myös linkkien järjestäminen voi tarkoittaa yksinkertaisen listarakenteen järjestämisen lisäksi myös linkkielementtien siirtämistä eri kohtaan dokumentissa.

Linkkien esitystavan mukauttaminen tarkoittaa linkin korostamista esimerkiksi linkitetyn tekstin lihavoinnilla, kursivoinnilla, värittämisellä, tai ikonin lisäämisellä. Nämä keinot ovat hyödyllisiä, kun yksi linkki pitää saada erottumaan muiden linkkien joukosta, mutta sitä ole asianmukaista siirtää. Esitystavan mukauttamisen päämäärä voi myös olla linkin esittäminen vähemmän tärkeänä. Tällöin se voidaan himmentää, pienentää, tai muuten kuvata merkityksettömämpänä. Esitystavan mukauttaminen voi kohdistua myös muun kaltaisiin linkitettyihin elementteihin kuin tekstiin.

Myös linkkien piilottamista voidaan käyttää turhien ja vähemmän tärkeiden linkkien korostamiseksi. Linkkien esitystavan mukauttamisesta poiketen, linkkien piilottamista käytettäessä linkki ei ole enää käyttäjän seurattavissa. Piilottaminen voi tarkoittaa joko linkin poistamista linkitetystä elementistä, tai koko elementin poistamista. Tätä menetelmää on myös hyödynnetty tuloksekkaasti opetusmateriaalina toimivissa hypermediapalveluissa [Bru96]. Sen avulla voidaan käyttäjää estää siirtymästä sivulle, jonka sisällön ymmärtämiseen hänen sen hetkinen aihepiirin tuntemus ei riitä.

Tilanteissa joissa linkkien piilottamista ja linkkien esitystavan mukauttamista käytetään voidaan myös käyttää linkkien kommentointia. Siinä esitysasun muuttamisen ja linkin piilottamisen sijaan linkkien yhteyteen lisätään linkkiä kuvaava teksti. Vaikka kommentit linkkien vieressä tyypillisesti vaativatkin enemmän lisätilaa kun linkkien korostus menetelmät, niillä on silti omat etunsa. Kommentit voivat tarjota täsmällisempää tietoa niihin liittyvän linkin oleellisuudesta ja linkin osoittamasta dokumentista. Lisäksi kommentteja on yleensä mahdollista käyttää vaikka päätelaitteen käyttöliittymä ei linkkien korostukseen pystyisikään.

Linkkien lisääminen on alunperin Baileyn ja kumpp.[BEH01] ehdottama lisäys Brusilovskyn malliin [Bru96]. Siinä dokumenttiin lisätään linkkejä, joita ei dokumentissa ole määritelty. Linkkien automaattinen generointi mahdollistaa linkkien lisäämisen dokumentista sellaisiin kohteisiin, joita ei vielä dokumentin tallennushetkellä ehkä ole vielä olemassa. Tämän tekniikan avulla voidaan teoriassa tarjota navigointiapua myös tilanteisiin, joita ei pystytä täysin ennalta arvaamaan. Baileyn artikkelissa käytetään esimerkkinä uusien linkkien tarjoamista käyttäjän seuraaman linkkipolun perusteella, eli linkitystä kontekstin mukaan. Kyseiselle dokumentille johtanutta linkkipolkua ja polun varrella sijainneiden dokumenttien sisältöä ei voida ennalta tietää. Se kuitenkin on hyvä peruste päätelmille käyttäjän tavoitteista.

4.3 Luokittelun merkitys

Esitetty luokittelu koskee ainoastaan adaptiivisia tekniikoita, jotka perustuvat hypermediadokumenttien muokkaamiseen. Se ei huomioi esimerkiksi sellaisia tekniikkoja, jotka tuottavat uuden dokumentin kerättyjen tietojen perusteella ilman valmista, mukautettavaa dokumenttia. Tällaisiin järjestelmiin lukeutuu muun muassa SUITOR [BCM00], vaikka sen suunnittelijat eivät sitä adaptiiviseksi hypermediaksi itse kutsukaan.

Luokittelun ei voida luottaa olevan täydellinen edes sen tarkastelemien hypermediajärjestelmätyyppien joukossa. Tulevaisuudessa saatetaan kehittää uudenlaisia tekniikoita, joita ei tällä hetkellä osata odottaa. Luokittelun ei ole tarkoituskaan olla lopullinen. Esitetty luokittelu antaa käsityksen siitä, mitä adaptiivisessa hypermediassa voidaan mukauttaa luvussa 3 esitettyihin tekijöihin.

5 Adaptiivinen hypermedia käytännössä

Adaptiivinen hypermedia tarjoaa selviä parannuksia perinteiseen staattiseen hypermediaan. Nämä parannukset eivät tule ilmaiseksi. Tavanomaisten hypermedian suunnittelutoimenpiteiden lisäksi pitää määritellä mihin tekijöihin järjestelmä mukautuu, ja miten mukautuminen tapahtuu. Myös järjestelmän pitää tehdä selvästi enemmän työtä kuin perinteisessä hypermediassa.

5.1 Viitekehykset

Adaptiivisten hypermediajärjestelmien on todettu tyypillisesti toimivan kolmivaiheisen prosessin mukaan [BBH99, KKP01]. Nämä vaiheet ovat:

1. Tiedon kerääminen: Järjestelmä kerää sovelluksen edellyttämässä laajuudessa tietoa käyttäjästä, käyttäjän ympäristöstä, ja muusta maailmasta (kuvattu luvussa 3). Järjestelmä analysoi kerätyn tiedon ja päivittää sen pohjalta tarvittaessa käyttäjämallia.
2. Sisällön valinta ja luokittelu: Järjestelmä valitsee kerättyjen tietojen ja voimassa olevan käyttäjämallin perusteella käyttäjälle näytettävän sisällön. Järjestelmän sisältö jaetaan ryhmiin ja linkitykset valmistellaan. Järjestelmä noutaa tarvittaessa materiaalia verkosta.
3. Dokumentin mukauttaminen: Järjestelmä mukauttaa käyttäjälle lähetettävän dokumentin sisällön ja linkityksen osalta (kuvattu luvussa 4).

Tämä prosessi on automaattinen, kun järjestelmän suunnittelutyö on ensin tehty.

Brusilovsky, De Bra, ja Houben ovat kukin kehittäneet viitekehyksen adaptiivisille hypermediajärjestelmille [BBH99]. Näissä viitekehyksissä kaikki sisältö mallinnetaan kolmen käsitteen avulla. Nämä käsitteet ovat aihepiiri, sivu, ja sisältöosa. Sivut koostuvat sisältöosista, ja kuuluvat johonkin aihepiiriin. Adaptiivinen esitys tapahtuu sisältöosien mukautetulla näyttämisellä, piilottamisella, ja lisäämisellä. Adaptiivinen navigaation tuki perustuu aihepiirien ja käyttäjämallin vertailuun.

Alatalo ja Peräaho ovat esittäneet adaptiivisille hypermediajärjestelmille mallinnus tavan, jota he kutsuvat rakenteelliseksi adaptaatioksi [AlP01]. Se sisältää myös kolme pääkäsitettä, mutta poikkeaa muilta osin edellisestä huomattavasti. Järjestelmä koostuu adaptoreista, heuristiikoista, ja transformanteista. Tämä jaottelu vastaa paremmin edellä esitettyä adaptaatio prosessia. Adaptorit ovat tekijöitä, joihin järjestelmässä mukaudutaan. Tansformantit ovat järjestelmän komponentteja, jotka mukautuvat adaptoreihin heuristiikkojen määrittelemällä tavalla. Alatalo ja Peräaho ovat määritelleet myös tämän mallin mukaisille järjestelmille iteratiivisen suunnitteluprosessin.

5.2 Tulevaisuudennäkymät

Tulevaisuuden ennustaminen adaptiivisten hypermedian kaltaisella nuorella ja kehittyvällä alueella on hankalaa. Seuraavat arviot adaptiivisen hypermedian kehityksestä tulevaisuudessa perustuvat Brusilovskyn esittämiin ennusteisiin [Bru01]. Näiden lisäksi tullaan todennäköisesti näkemään myös kehitystä, jota ei tällä hetkellä pystytä ennakoimaan.

Tutkimus adaptiivisen hypermedian soveltamisesta perinteisen hypermedian sovellusalueilla alkaa olla jo varsin hyvin tutkittu. Adaptiivisen hypermedian komponenttien integroimista erilaisiin ohjelmistoihin voidaan pitää mahdollisena suuntauksena. Tänä päivänä lähes kaikki modernit ohjelmistot sisältävät hypermedia komponentteja, jotka kärsivät samoista ongelmista kuin perinteinen hypermedia. Kaikki tällaiset ohjelmistoihin liitetyt hypermedia komponentit ovat potentiaalisia kohteita adaptiiviselle hypermedialle. Adaptiivisen hypermedian komponentit voivat ohjelmistoihin liitettyinä toimia tehokkaammin kuin itsenäiset adaptiiviset hypermediapalvelut, koska niiden on helppo kerätä tietoa käyttäjästä muun ohjelmiston kautta.

Langattomille päätelaitteille suunnatut palvelut ovat selvä kohde adaptiiviselle hypermedialle. Näiden palvelujen kohde päätelaitteiden käyttöliittymien kirjo on niin värikäs, että niissä on pakko käyttää jonkin laista mukautumista. Päätelaitteiden tarjoamien rajallisten vuorovaikutusmahdollisuuksien vuoksi myös muun adaptaation merkitys korostuu. Langattomat päätelaitteet tarjoavat myös enemmän huomioitavaa tietoa, minkä mukaan järjestelmä voi adaptoitua. Esimerkiksi paikkatieto ja henkilöllisyys on helposti ainakin operaattoreiden selvitettävissä. Tämä mahdollistaa huomattavasti kohdistetumman palvelun tarjoamisen.

Tämän hetkiset tiedonhakujärjestelmät perustuvat suljetun tiedostomuodon käsittelyyn. Tulevaisuudessa on odotettavissa tämän kaltaisten järjestelmien laajentavan tunnistamiskykyään avoimiin tiedostomuotoihin. Toisin sanoen, tiedonhakujärjestelmät tulevat ymmärtämään paremmin dokumentteja, jotka eivät seuraa järjestelmälle ennalta määriteltyä mallia.

Kaikki käyttäjää mallintavat adaptiiviset järjestelmät perustuvat jonkinlaiseen keinoälyyn. Keinoälytekniikkojen kehittyessä voidaan adaptiivisen hypermedian olettaa myös hyötyvän niistä. Pienistäkin tietomääristä voidaan uusien tekniikoiden avulla päätellä enemmän kuin ennen. Niillä voidaan myös päästä kehittyneempään luonnollisen kielen tuottamiseen.

Käytäntöjen ja tekniikoiden vakiintuessa adaptiivisessa hypermediassa voidaan odottaa myös syntyvät parempia työkaluja järjestelmien kehittämiseen. Usean järjestelmän kehittämiseen käytetyt viitekehykset kehittyvät lähes poikkeuksetta jonkinlaiseksi työkaluksi. Toisinaan ne jopa kehittyvät kokonaisiksi julkaisualustoiksi. Kun nämä kehitystyökalut jalostuvat pidemmälle, tullaan varmasti myös näkemään komponenttipohjaisia ratkaisuja. Ne osaltaan nopeuttavat kehitystä, koska suunnittelijoiden ei tarvitse rakentaa kokonaista alustaa itse, vaan he voivat keskittyä yksittäisten komponenttien kehittämiseen.

6 Yhteenveto

Adaptiivisen hypermedian tekniikoista voidaan hyötyä monilla perinteisen hypermedian sovellusalueilla. Opetuskäyttöön tarkoitetut hypermediajärjestelmät muodostavat edelleen suurimman sovellusalueen. Langattomille päätelaitteille suunnatuille palveluille adaptaatio on edellytys. Langattomassa ympäristössä tarjoutuu myös uusia perusteita adaptoitumiselle. Adaptiivinen hypermedia on myös synnyttänyt joukon uusia sovellusalueita.

WWW ympäristössä tietojen kerääminen on haaste. Tulevaisuudessa tekoälytekniikoiden avulla voidaan mahdollisesti tehdä enemmän päätelmiä vähäisestäkin tietomäärästä. Adaptiivista hypermediaa tulee esiintymään yhä enemmän ohjelmistojen komponentteina. Ohjelmiin liitettyinä adaptiiviset komponentit pystyvät tehokkaampaan tiedonkeruuseen.

Vaikka adaptiivinen hypermedia on tutkimusalana laajentunut huomattavasti, sen voidaan todeta perustuvan pääasiassa samoihin tekniikoihin kuin kahdeksan vuotta sitten. Adaptiivisten hypermediajärjestelmien kehitykselle on esitetty jo useita viitekehyksiä ja suunnittelumalleja. Mitä enemmän ne saavat kannatusta, sitä enemmän niille tullaan kehittämään kehitystyökaluja. Lähiaikoina voidaan odottaa myös ensimmäisten adaptiivisten julkaisualustojen ilmestyvän.

Viitteet

AlP01 Alatalo, T., Peräaho, J., A Modelling Method for Designing Adaptive Hypermedia. Twelft ACM conference on Hypertext and Hypermedia. 2001 [http://wwwis.win.tue.nl/ah2001/papers/alatalo-1.pdf, 28.4.2002]

BBH99 Brusilovsky, P., De Bra, P., Houben, G.-J., Adaptive Hypermedia: From Systems to Framework. ACM Computing Surveys. 31, 4 (1999)

BCM00 Barrett R., Campbell C.S., Maglio P.P., Selker T., SUITOR: an attentive information system. 2000 International Conference on Intelligent User Interfaces. ACM, New Orleans, USA, s.169-176

BDH00 Basu C., Davidson B.D., Hirsh H., Learning to Personalize. Communications of the ACM. 43, 8 (2000), s.102-106

BEH01 Bailey, C., El-Beltagy, S. R., Hall, W., Link Augmentation: A Context-Based Approach to Support Adaptive Hypermedia. Twelft ACM conference on Hypertext and Hypermedia. 2001 [http://wwwis.win.tue.nl/ah2001/papers/bailey.pdf, 26.4.2002]

BKS96 Brusilovsky, P., Kommers, P., Streitz, N., Adaptive Hypermedia: and Attempt to Analyze and Generalize. Multimedia, Hypermedia, and Virtual Reality. Lecture Notes in Computer Science. 1077, Springer-Verlag, 1996 Berlin, s.288-304

Bru01 Brusilovsky, P., Adaptive Hypermedia. User Modelling and User-Adapted Interaction. 11, (2001), s.87-110

Bru96 Brusilovsky, P., Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction. 6, 2-3 (1996), s.87-129

DiH02 Dijk, B. van, Herder, E., Personalized adaptation to device characteristics. 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web Based Systems. 2002 [http://wwwhome.cs.utwente.nl/~herder/informatica/aio/papers/personalized_adaptation_to_device.pdf, 27.4.2002]

KKP01 Kobsa, A., Koenemann, J., Pohl, W., Personalised hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships. The Knowledge Engineering Review, Cambridge University Press, United Kingdom. 16, 2 (2001), s.111-155