
Musiikkia verkossa

Matti Ruippo 2.9.2003

Internet on tähän asti ollut hiljaisuuden staattinen maailma. Verkon siirtonopeuksien kasvaessa on äänen välittäminen tullut mahdolliseksi ja tulevaisuudessa ääni sekä myös liikkuva kuva ovat luonteva osa verkkoviestintää. Sähköinen sanomalehtemme herää henkiin.

Tämä opas esittelee äänen tallentamiseen sekä verkossa julkaisuun liittyviä seikkoja, joita on verkkosivuja luotaessa huomioitava. Ohjeet on toteutettavissa edullisilla laitteilla ja ohjelmilla, joten ne soveltuvat esimerkiksi arkiseen etäopetustyöhön.

Lyhyesti sanottuna musiikin lisääminen verkkosivuille sujuu kolmessa vaiheessa: (1) luodaan audiotiedosto, (2) siirretään se verkkopalvelimelle ja (3) luodaan tiedostoon linkki. Tämä opas keskittyy kuvamaan sitä, mitä eri vaihtoehtoja on valittavana, kun luodaan audiotiedostoja. Oppaassa on perustietoa myös itse pakkaamistekniikoista. Näiden tiedostojen siirtäminen ftp-ohjelmalla palvelimelle sivuutetaan kokonaan, sillä siihen löytyy runsaasti opastusta toisaalta. Musiikin sijoittaminen verkkosivulle on käsitelty viimeisenä.

Tiedostojen viidakko

Itse audiotiedoston tekemisessä riittää valintoja. Tiedostot voidaan jakaa kahteen ryhmään seuraavasti: audiotiedostot ja audion ohjaustiedostot. Edellinen pitää sisällään informaation itse audiosta, jälkimmäinen määrittelee sen, mitä säveliä on soitettava ja millaisella saundilla. Ohjaustiedostoista tunnetuin on tietenkin MIDI-tiedosto, siitä myöhemmin. Audiotiedostoja on taas kahdenlaisia: pakkaamattomia ja pakattuja, kummastakin on olemassa useita eri vaihtoehtoja. Lopulta pakattuja tiedostoja valmistettaessa on vielä pohdittava kahta vaihtoehtoa: ladataanko tiedosto tietokoneelle ennen kuin se soitetaan vai soitetaanko se streamaten (soitettavaa tietoa ladataan Internetistä sitä mukaa kun kappale etenee). Pakkaamattomat tiedostot käytännössä ladataan aina ennen soittamista.

Musiikkia verkossa

Ohjaustiedostot
- MIDI

Audiotiedostot

Pakkaamattomat

- WAV

-AIFF

Pakatut

- MP3

- RealAudio

- QuickTime

- Windows Media Audio
(WMA)

Rich Music Format (RMF)

Kuva 1. Tiedostojen ryhmittelyä

Pakkaamaton audiotiedosto

Tiedostorakenteeltaan yksinkertaisin on kompressoimaton WAV-tiedosto, se sisältää pitkän rivin numeroita, joilla kuvataan äänen aaltomuotoa. Muitakin vastaavia tiedostoja on, kuten AIFF (Audio Interchange File Format). Yhteistä niille on aaltomuodon kuvauksen lisäksi informaatio siitä, mikä on näytteenottotaajuus ja onko kyseessä mono- vai stereofoninen tiedosto. Lisäksi yhteistä on niiden suuri koko: kymmenen sekuntia stereoääntä 44.1 kHz näytteenottotaajuudella 16 bitin resoluutiolla (sama laatu, johon olemme tottuneet CD-levyissä) vie 1.68 Mb. Niinpä nämä tiedostot sopivat audiotuotantoon studiossa, mutta audion levitykseen Internetissä ne ovat liian kömpelöitä.

Audion pakkaus ja streamaus

Audiotiedostojen kokoa kevennetään pakkaamalla niitä pienempään tilaan. Pakkauksesta käytetään nimitystä datakompressio, jonka avulla tiedostokokoa pyritään pienentämään niin, että sen laatu kuitenkin säilyisi mahdollisimman hyvänä. Äänen (ja videon) datakompressiomenetelmät ovat kehittyneet huomasti viime vuosina, ja siitä ovat hyödynsääjina mediateollisuus ja kuluttaja. Musiikkia voidaan ladata ja streamata Internetistä, DVD-kotiteattereihin saadaan *surround*-äänentoisto, musiikkia voidaan kuunnella pienillä laitteilla kuten MiniDisc- ja mp3-soittimet, musiikkia voidaan tallentaa CD-rompulle huomattavasti aiempaa enemmän, jne. Nämä ovat esimerkkejä pakkauksen tuomista mahdollisuuksista. Asiaa voidaan ajatella myös toisin päin: annetulla kaistalla voidaan välittää huomattavasti aiempaa paremman laatuista ääntä.

Pakkaus eli kompressointi tehdään käyttämällä erilaisia algoritmeja, jotka vähentävät datan määrää. Esimerkiksi CD-levylle tallennetaan perinteisesti menetelmällä, joka pystyy toistamaan voimakkaita intensiteettejä kaikilla taajuuksilla, myös voimakkaita korkeita ääniä. Musiikissa suurin energia on kuitenkin matalilla taajuuksilla, joten musiikki-CD:lle

tallentuu myös paljon käyttämätöntä dataa. Algoritmien ansiosta tallennuksessa voidaan optimoida tarvittavan datan määrä. Toinen menetelmä on pureutua musiikin siihen informaatioon, joka peittyi voimakkaampien äänien alle. Näitä pakkausmetodeja on selvitetty artikkelin loppupuolella.

Datapakkaus voidaan tehdä häviöttömästi tai häviöllisesti. Häviötön pakkaustiedosto voidaan palauttaa alkuperäiseen muotoonsa, kun taas häviöllisissä menetelmissä musiikki-informaatio muuttuu enemmän tai vähemmän. Tilannetta voidaan verrata tavalliseen tiedostopakkaamisen WinZip- tai StuffIt-ohjelmilla. Zipattu tekstidokumentti palautuu alkuperäisekseen, se on siis häviötön. Ei voida ajatella tässä yhteydessä häviöllistä menetelmää, joka poistaisi tekstin sanoja sieltä täältä. Kuluttajille suunnatuissa musiikkialgoritmeissa suositaan kuitenkin häviöllisiä menetelmiä, sillä niillä saavutetaan suurimmat säästöt. Tunnetuin tällainen tiedostomuoto on MP3 (oikeammin MPEG 1, Layer III). Tavallisin kompressiosuhde tipauttaa tilantarpeen kymmenekseen, joten edellä mainittu kymmenen sekunnin pätkä vie tilaa 156 kb. Kuuntelun kannalta MP3 toimii kuten pakkaamattomat tiedostot, linkin kautta ladataan tiedosto tietokoneelle ja sen MP3-soitin toistaa musiikin. Yleensä tällainen MP3-soitin, kuten Winamp, on valmiiksi asetettu toistamaan selaimella löydettyjä tiedostoja. MP3 on verrattain vanha toteutus, ja vähitellen rinnalle on tullut muita menetelmiä. Yksi tällainen kehittyneempi sovellus on MPEG 4 AAC.

Audion pakkaus toki nopeuttaa lataamista, mutta silti aikaa saattaa kulua liiaksi. Ratkaisu tällaiseen on streamaus- eli mediavirtateknologia. Audio-ohjelma lataa (bufferoi) dataa Internetistä sitä mukaa kun se sitä soittaa, streamausta voi verrata radiolähetykseen. Yleisin tiedostomuoto on RealAudio, muita formaatteja ovat QuickTime ja Windows Media Audio (WMA). MP3 tai vaikkapa WAV voidaan myös streamata, mutta niiden laatu on alhaisilla siirtonopeuksilla keho. Streamaukseen aiottu tiedostot ovat yleensä vielä tiiviimpiä kuin MP3:t, äskeinen kymmensekuntinen saattaa olla vain 46 kt – neljäskymmenesosa alkuperäisestä.

Valmistelut kompressiota varten

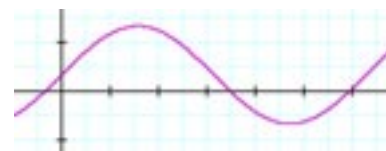
Jotta datakompressiossa päästäisiin mahdollisimman hyviin tuloksiin, on pakattavaa äänitiedostoa syytä ensiksi muokata. Tässä yhteydessä otetaan huomioon mm. tiedoston käyttötarkoitus. Onko tarkoitus kuunnella hyvillä laitteilla vai tietokoneen vaatimattomilla kaiuttimilla? Tavoitellaanko soinnin täyteläistä toistoa, onko musiikki etualalla? Onko ehkä kyseessä taustalla soiva musiikki, ja tuotoksen päähuomio onkin vaikkapa puheessa? Tiedoston optimointi on tehtävä ennen pakkausta.

Datakompressoinnissa käytetään hyväksi psykoakustista mallinnusta, jonka perusteella jäljitetään niitä osia materiaalista, jota ihmiskorva tai aivot eivät havaitse. Tällaisen aineksen kuvaukseen käytetään vain vähän tai ei lainkaan dataa. Kompression myötä – määrästä riippuen – kuulija voi havaita pakatussa tiedostossa metallisuutta ja tuhruisuutta. Myös selkeys ja tilan tuntu kärsivät. Parhaiten tapahtuvia muutoksia voi jäljittää kompressoimalla poikkeuksellisen paljon, jolloin laadun heikkeneminen tulee paremmin esiin.

Seuraavassa muutamia ohjeita, joiden avulla voidaan kompressioon valmistautua. Musiikki työstetään Internet-kuntoon kolmessa vaiheessa. Ensin tuotetaan (äänitetään) puhdas aihio, joka on kompressoimaton, 16-bittinen 44.1 kHz:n stereo-WAV tai -AIFF. Siis lähtökohdanta on mahdollisimman hyvälaatuinen äänitiedosto. Tästä aihioista on syytä tehdä varmuus-

kopio, jos jostain syystä haluaa aloittaa prosessin alusta. Toiseksi työestetään tiedostoa taajuuskorjaimella, muutetaan tarvittaessa stereofoninen ääni monoksi, tiputetaan näytteenottotaajuutta sekä säädellään dynamiikkaa, jne. Näin ennakoidaan enkoodauksen muutoksia, ts. järjestetään enkooderin tehtävä mahdollisimman helpoksi. Lopuksi suoritetaan varsinainen enkoodaus eli datakompressio.

Kalibrointi ja rajaus. Ennen muita toimenpiteitä on tarkistettava näytteen vaakapoikkeama (*DC offset*). Äänityksen maadoitusongelmat saattavat nimittäin siirtää tiedoston nolakohtaa x-akselin ylä- tai alapuolelle, mikä aiheuttaa seuraavissa vaiheissa säröytymistä. Poikkeama korjataan audioeditorilla.



Kuva 2. Ääniaallon siirtyminen x-akselin suhteen

Sitten aihio rajataan oikeaan mittansa ja siihen tehdään – mikäli kyseessä on näytteestä eikä kokonaisesta kappaleesta – alku- ja loppuhäilytykset. Mahdollinen alkuhäilytys kannattaa aloittaa vahvalta tahdinosalta, loppuhäilytys tehdään tahdin tai kahden aikana.

Ekvalisointi (EQ) eli taajuuskorjaus. Toimenpiteen yhteydessä leikataan tiedostosta yleensä pois matalimpia ja korkeimpia taajuuksia. Jos on todennäköistä, että tiedostoa kuunnellaan vaatimattomilla kaiuttimilla tietokoneen tuultimen katveessa, kannattaa helpottaa enkooderin taakkaa leikkaamalla ainakin alle 60 Hz:n ja yli 12 kHz: taajuuksia. Jos lähde on pelkkä puhetta, voidaan yläpäästä leikata jo 7 kHz:stä lähtien. Streamattavissa tiedostoissa voidaan leikkaus aloittaa jopa 6 kHz:n yläpuolelta. Ylempiä keskitaajuuksia (preesens-alue) voidaan kirkastaa pienellä korostuksella 2.5 kHz:n kohdalla ja bassoa voidaan tukevoittaa 200 Hz:n lisäyksellä. Kokeilemalla löytää lopulta parhaan tuloksen.

Stereokuva. Stereotiedoston muuttaminen monoksi saattaa olla eduksi. Kun tiedoston tilantarve puoliintuu voi enkoodauksessa käyttää paremman laatuista vaihtoehtoja. Jotkin enkoodaukset poistavat joka tapauksessa tietoa, joka on yhteistä oikealle ja vasemmalle kanavalle.

Puskurivyöhyke. Streamattavaan tiedostoon on hyvä laittaa sekunnin tai kahden tyhjä jakso ennen varsinaista aloitusta (*insert silence*). Tällainen jakso herättää soittimen hieman aiemmin ja toisto tulee häiriöttömämmäksi. Joillain palvelimilla on taipumusta myös tyypistää tiedostoa lopusta, joten pari hiljaista sekuntia sielläkin voi olla paikallaan.

Dynamiikan kompressointi. Pieni dynamiikan kompressointi saattaa parantaa tiedoston laatua. Kompressoinnilla voidaan korjata esimerkiksi ailahtelevan mikrofoni tekniikan tuomia voimakkuuseroja. Miedoin vaikuttava kompressointi tehdään seuraavasti: Valitse kompressiosuhteeksi (*ratio*) 2:1. Etsi editorin mittareiden avulla voimakkain signaali ja sen mukaan säädä kynnystasoksi (*threshold*) 6 dB alempi arvo. Siis jos mittarin mukaan voimakkain signaali oli vaikkapa -9 dB, aseta kynnystasoksi -15 dB. Kompressiosuhteen ollessa 2:1 suurin kompressio on näillä arvoilla -3 dB, mikä on tuskin havaittava muutos. Suurempia arvoja käytetään harkinnan mukaan.

Resoluutio ja taajuus. Tiedoston kokoa voidaan keventää muuttamalla näytteenottotaajuutta (*sample rate*) ja bittiresoluutiota (*bit depth*). Näytteenottotaajuuden pudottaminen heikentää ylimpien äänien toistoa, kun taas resoluution muutos vaikuttaa äänimateri-

aaliin koko taajuusalueella. Puhutun materiaalin kanssa nämä menetelmät voivat tulla kyseeseen, musiikin kanssa harvemmin

Normalisointi. Lopuksi tiedosto normalisoidaan. Tämä tarkoittaa sitä, että ohjelma hakee äänitiedoston voimakkaimman kohdan ja arvioi sen mukaan, kuinka paljon tiedoston yleistä äänen tasoa voidaan nostaa. Tästä on mm. se etu, että eri tiedostot toistuvat voimakkuudeltaan tasaisemmin. Myös enkoodaustulos todennäköisesti paranee. Normalisointi (*normalize*) kannattaa tehdä hieman alle sadan prosentin, jotta dynamiikkareserviä ei syöä ihan kokonaan.

Vuorossa on siis lopullinen pakkaus. Sitä ennen on syytä tehdä optimoidusta tiedostosta varmuuskopio siltä varalta, että kompressio onkin syytä tehdä jollain toisella algoritmilla.

Yleisimmät pakkausformaatit

Yleisimmät pakkausformaatit ovat siis MP3, RealAudio, WMA ja QuickTime. Muitakin on olemassa, mutta kannattanee käyttää jotakin näistä, sillä on todennäköistä, että vastaanottajan koneessa on valmiiksi soitin, joka tukee jotakin tai kaikkia näitä formaatteja. Jokainen näistä tiedostomuodoista tukee streamausta, yleisin on kuitenkin RealAudio. Ladattavien tiedostojen ykkönen on (edelleen) MP3.

MP3. Kaikkein yleisin pakkausmuoto on tällä hetkellä stereofoninen 128 kb:n MP3. Sitä tukevat käytännössä kaikki ohjelmat ja lisäksi on olemassa erillisiä, kannettavia MP3-soittimia, joilla voi ladata ja kuunnella tiedostoja ilman tietokonetta. Käytetyn teknologian omistaa saksalainen Fraunhofer HS [<http://www.fraunhofer.com>]. Tiedostojen käyttö on ilmaista, mutta jos musiikkia myydään, on syytä varautua maksuihin. Niistä tarkemmin osoitteessa [<http://www.mp3licencing.com>].

Todennäköisesti audioeditoriohjelma (kuten SoundForge) pystyy tallentamaan tiedostoja myös MP3-muotoon. Tallennus tapahtuu normaaliin tapaan, mutta tiedostomuodoksi valitaan MP3. Lisäksi täytyy valita käytetty taajuus (SoundForgessa Template). Vaihtoehtoina ovat esimerkiksi 96 kbps, joka on laihin suositeltava vaihtoehto, 128 kbps on käytetyin, 192 kbps on, Fraunhoferin mukaan, kuulijan kannalta jo identtinen alkuperäisen WAV-tiedoston kanssa.

RealAudio. RealNetworks on kehittänyt tuoteperheen multimedian streamaukseen, ja sen äänekäs osa on RealAudio. Datan kompressoinnissa käytetään Sonyn kehittämää ATRAC3-enkoodusta, jota myös hyödynnetään MiniDisc-soittimissa. Tiedoston lataaminen vaatii palvelimelta Helix Server -ohjelman, joka sallii maksutta 25 yhtäaikaista käyttäjää. Todennäköisesti esimerkiksi yliopisto omistaa jo valmiiksi Helix Serverin, joten tämän suhteen ei tulle ongelmia. Kappaletta voi toki myös streamata HTTP-palveluna (paljon huonompi vaihtoehto), jos Helix Serveriä ei ole käytössä.

Enkoodausta varten on saatavilla ilmainen Helix Producer Basic -ohjelma. Myös audioeditori osannee tallentaa RealAudio tiedostoja (tunniste on .rm). Myynnissä on myös perusversiota monipuolisempi Helix Producer Plus. Koska kyseessä on streamattava tiedosto, on tallennusvaiheessa huomioitava käytetty serveri, yhtäaikaisten kuuntelijoiden määrä sekä kuuntelija yhteysnopeus. Näistä valinnoista on tietoa osoitteessa [<http://www.realnetworks.com/devzone>].

Enkoodauksessa ei tarvitse valita vain yhtä kaistaleveyttä, vaan koodaus voidaan tehdä jopa kahdeksaan eri leveyteen. Näistä eri vaihtoehdoista palvelin sitten valitsee yhteydenottajalle sopivimman. Tässä kohdassa HTTP-palvelin on huono, sillä se ei osaa tiedustella Helix Serverin tavoin yhteydenottajan nopeutta. Tässä tilanteessa enkoodaajan on tehtävä sivulle useampia vaihtoehtoja itse.

Windows Media Audio. RealAudion WMA on RealAudion pääkilpailija. Sen pakkauslaatu päihittää MP3-tiedoston ja se tulee osaksi Windows XP -käyttöjärjestelmää. Enkoodaukseen kelpaa WMA Player 7.1 ja jälleen myös useimmat audioeditorit osaavat myös tämän tehtävän.

QuickTime. Apple kehitti multimediatuotantoon QuickTime-ohjelmiston, joka on saatavissa myös Windowsiin. Se on suunnattu videotuotantoa varten (tunniste on .mov), mutta myös pelkät audiotiedostot sinällään ovat hyviä vaihtoehtoja. QuickTime tukee useita tiedostoformaatteja, mm. streamattavaa MP3:a ja MPEG4 AAC:tä ja sen oma QDesign Music -koodekki tekee erittäin hyvää jälkeä.

Taulukko 1. Enkoodereiden ja formaattien vertailu:

	MP3	QuickTime	RealAudio	Windows Media Audio (WMA)
URL	www.mpeg.org	www.quicktime.com	www.realnetworks.com/devzone	www.windowsmedia.com
Hinta	ilmaisojelmia, audioeditorit tukevat yleensä tallennusta	QuickTime 6 Pro \$35, audioeditorit tukevat yleensä tallennusta, QuickTime Browser on ilmainen streamausohjelma.	Helix Producer Basic (ilmainen), Helix Producer Plus \$199, audioeditorit tukevat yleensä tallennusta	ilmainen, audioeditorit tukevat yleensä tallennusta
Hyvät ominaisuudet	tarjolla runsaasti ilmaisia työkaluja, sopii myös kannettaviin laitteisiin	lähdekoodi on tarjolla neljään eri ympäristöön, tukee MPEG4 AAC -formaattia	joustava, ilmaisia työkaluja arkikäyttöön, hyviä maksullisia työkaluja ammattikäyttöön	äänenlaatu hyvä myös tiivimmässä tiedostoissa, iso firma takana
Parantamisen varaa	lisenssimaksut myytävissä materiaalissa, huono äänenlaatu tiivistetyimmässä tiedostoissa	harvinaisin	jatkuvasti tyrkytetään maksullista ohjelmaa	monimutkainen enkooderi
Erityispiirteitä	tiedostotunnisteeseen eli tagiin voidaan upottaa myös kuvia	tukee luuppeja, useita raitoja, videota, erilaisia upotuksia...	asiakasohjelmat myös PlayStationille ja Nokian Media Stationille	tukee tiedostojen suojausta

MIDI ja muut

Kevein vaihtoehto musiikkitiedostoista on MIDI-tiedosto. Sen mukana ei välitetä audiosignaalia vaan tieto siitä, mitä säveliä soitetään ja millä saundilla. Keveyden kääntöpuolella on lopputulos, jota tekijä ei voi välttämättä ennakoida: vastaanottajan äänikortti ei ehkä tuekaan yleistä GM-standardia, joka määrittelee saundivaihdoksia, tai vaikka tukisikin, se voi olla laadultaan peräti kehu. Ei siis ole mitään tietoa siitä, minkälainen on vastaanottajan äänikortin käsitys esimerkiksi saksofonin saundista. Tiedostoon ei voi myöskään liittää mukaan puhetta tai mitään muutakaan, mikä on tallennettu mikrofoniin.

Tiedostojen pakkausmenetelmistä

Beatnik. Vaihtoehtoinen MIDI:n ja audion yhdistelmä on Beatnikin kehittämä Rich Music Format (RMF). Se tukee MIDI:n lisäksi audion kompressointia ja streamausta. Beatnik Player on itsessään myös syntetisoija, joten MIDI-tiedosto toistuu sellaisena, kuin se on Beatnik Editorilla tallennettu. (Myös QuickTime sisältää softasyntetisoijan, joten MIDI-toiston sointi voidaan ennalta varmistaa.)

Nuotinnos. Jos mikään näistä ratkaisuista ei ole tyydyttävä, voi musiikin myös tallentaa Internetiin nuottisivuina. Sibelius- ja Finale-nuotinkirjoitusohjelmat osaavat tallentaa tiedostonsa myös verkkosivuuksi. Vierailija voi soittaa kappaleen ja seurata sitä verkosta, kunhan selaimeen on asennettu tarvittava lisäohjelma, *plug-in*.

Äänitiedoston kompressointi ei käytä dataa siihen informaatioon, mikä ei ole kuulon kannalta olennaista. Tämä tapahtuu mallintamalla äänisignaalin datavirtaa. Kuulon hahmotuskykyä tutkimalla on voitu kehittää useita menetelmiä, joilla tiedostokokoa voidaan olennaisesti pienentää. Kaikki edellämainitut koodekit sekä esimerkiksi MiniDisc-järjestelmä (MD) perustuvat usean erilaisen koodausmenetelmän yhteiskäyttöön.

Jako kaistoihin. Äänitiedosto kannattaa jakaa useaan kaistaan kompressointia varten. Tämä tarkoittaa sitä, että taajuusaluetta käsitellään viipaleina, näin voidaan paremmin huomioida kaistojen erilaiset intensiteetit sekä käsitellä äänidataa skaalakertoimien avulla. Kustakin kaistasta enkooderi tekee ennusteen, johon sitten todellista tapahtumaa verrataan erotuslukuun. Näin saatu kuvaus on tiiviimpi kuin todellista tilannetta kuvaava tieto.

Katvealueet. Kaistoihin jakoa hyödynnetään myös siten, että voimakkaan taajuuden ympärillä olevat hiljaiset äänet voidaan poistaa. Tämä perustuu siihen, että kuulokynnys nousee voimakkaan taajuuden viereisillä taajuuksilla (vain piikkitaajuus kuullaan, muut alueet eivät erotu). Tätä voidaan verrata näköaistiin: kuvitellaan pimeällä vastaantulevaa autoa, jolla on kytkettyä sekä seisontavalot että ajovalot, silmä erottaa vain ajovalot.

Aikaan sidottu kuuloalue. Toinen bittivähennystapa käsittelee eri taajuuksia ajan suhteen. Hallitseva ääni jättää peittoonsa heikommat äänet, jotka esiintyvät muutama millisekunti ennen (!) ja kymmeniä millisekunteja voimakkaan äänen jälkeen. Siis jysäyksen jälkeen kestää hyvän aikaa, ennen kuin heikommat äänet taas erottuvat. (Jälleen kannattaa verrata näköaistiin: kestää kauan, ennen kuin silmä sopeutuu auringonvalosta hämärään huoneeseen.)

Stereokuvan muokkaus. Stereoäänien bittivähennystä voidaan käsitellä omilla koode-reillaan. Yhteisstereokoodaus säätää jatkuvasti kanavien välistä bittiosoitusta äänisignaalin mukaan siten, että hallitsevan kanavan koodaukseen osoitetaan enemmän bittejä. Toinen stereokoodausmenetelmä yhdistää alemmilla taajuuksilla datakuvausta aina silloin, kun molempien kanavien materiaali on samankaltaista. Ylimmät taajuudet kuvataan yleensä vain kerran. Äänisignaali on siis stereofonista matalilla ja keskitaajuuksilla, mutta monofonista korkealla alueella. Tutkimusten mukaan tämä ei kuitenkaan heikennä stereo-vaikutelmaa. Hyttysen ininää on vaikea paikallista, sillä korkean äänen olemattomat heijas-tumat eivät auta lähteen sijainnin suuntaamisessa.

Musiikki verkkosivun osana

Verkkosivuilla käytetty äänimateriaali voidaan jakaa neljään ryhmään: äänimaisema, efekti, puhe/selostus ja itse musiikki. Tilanteen mukaan voimme myös valita sen, miten sivulla vierailija voi kuunnella/kuulla äänitiedoston. Musiikki voi soida automaattisesti taustalla, se voidaan aloittaa erityisellä painikkeella tai sitten yksinkertaisesti tiedosto voidaan tallentaa ja soittaa linkkiä osoittamalla. Viimeksi mainittu linkitys on usein suosittelavin.

Linkki. Luotu äänitiedosto on tietenkin ensin siirrettävä verkkosivulle, yksittäinen tiedosto yleensä mieluiten samaan kansioon muiden tiedostojen kanssa. Sen jälkeen kirjoitetaan HTML-koodiin seuraava skripti:

```
<A HREF="saundi.aiff">Tässäpä ääninäyte...</A>
```

Itse sivulla sitten näkyy seuraavanlainen teksti:

[Tässäpä ääninäyte...](#)

Kun vierailija sitten klikkaa linkkiä, palvelin lähettää tiedoston (tässä tapauksessa *saundi.aiff*) Internetin ylitse vierailijan selaimelle. Mikäli tiedostoa tukeva apuohjelma tai *plug-in* on määriteltä, selain automaattisesti lataa ja soittaa tiedoston. Valitettavasti näin ei aina ole. Jos selaimessa ei ole määriteltä tulkkia kyseiselle tiedostotyyppille, saattaa ohjelma ehdottaa hakemaan sellaisen tai tallentamaan sen omalle kovalevylle. On ehkä syytä laittaa sivulle ohjeet, joiden avulla vältytään hämmennykseltä: Windows-käyttäjä voi osoittaa hiiren toisella näppäimellä – Mac-käyttäjä Ctrl-klikkaamalla –linkkiä ja avata valikon, jonka avulla voi tallentaa kyseisen tiedoston.

Upotus. Tiedoston upotus on tärkeätä silloin, kun halutaan näyttää sivustolla jokin multimediaesitys. Upotus (*embedding*) lataa sivun myötä myös äänitiedoston, jolloin se on heti käytössä, kun itse esitys käynnistetään. Lisäksi tekstin sekaan voi sijoittaa kuvien tapaan myös valitun soittimen säätimet. Seuraava skripti määrittelee sivulle liittyvän QuickTime-tiedoston, jonka säätimien pikselileveys on 120 ja -korkeus 16.

```
<EMBED SRC="biisi.mov"
AUTOPLAY="false"
WIDTH="120" HEIGHT "16">
```

Jos autoplay olisi määriteltä "true", tiedosto alkaisi soimaan heti latauduttuaan.

Tällaiselle äänimaisemalle voidaan antaa lisämääreitä:

```
<EMBED SRC="taustamatto.mov"
AUTOPLAY="true"
VOLUME="50"
WIDTH="120" HEIGHT "16"
LOOP="infinite"
PLUGINSOURCE="http://www.apple.com/quicktime/download/">
```

Tässä on lisäohjeet äänenvoimakkuudesta, soiton toistokerroista sekä siitä, mikä sivu aukeaa jos vierailijan selaimesta puuttuu vaadittu *plug-in*. Pelkästään sivuston taustamusikiksi ei

upotusta kannata, sillä se hidastaa sivun latautumista ja koetaan muutenkin helposti ärsyttävänä.

Streamaus. Jos ääni halutaan tuottaa streamattuna, on linkitys tehtävä hieman edellisestä poiketen. Itse linkki osoitetaan tekstiin l. metatiedostoon, joka sitten osoittaa äänitiedostoon. Tällainen metatiedosto sisältää vain URL:n. Esimerkiksi jos haluaa käyttää RealAudio-tiedostoa biisi.rm, se tallennetaan sivuston audiodatahakemistoon. Metatiedoston teksti on silloin seuraava

```
http://www.sivustoni.fi/audio/biisi.rm
```

Tallenna tekstitiedosto nimellä biisi.rm ja laita sivulle seuraava linkki:

```
<A HREF="biisi.rm">Osoita tästä ja biisi alkaa soimaan</A>
```

Kun vierailija osoittaa tekstiä, RealAudio-soitin avaa ja soittaa tiedoston biisi.rm. Tekstitydostolla voidaan viitata useaan kappaleeseen siten, että URL-osoitteet erotetaan toisistaan rivinvaihdolla. Näin menetellen kappaleet soitetaan peräkkäin. Jos halutaan ottaa käyttöön selaimen *plug-in*, vaihdetaan sekä metatiedoston että linkin ram-päätteen tilalle rpm. Metatiedostoa kutsutaan silloin skriptillä:

```
<EMBED SRC="http://www.sivustoni.fi/audio/biisi.rpm"
WIDTH= 375 HEIGHT=100 CONTROLS=all>
```

Lopuksi

Ääni on jäänyt etäopetuksessa taka-alalle. Osittain tämä johtuu tekniikan riittämättömyydestä. Silti, kun muistaa, kuinka paljon arkisesta kommunikaatiosta tapahtuu äänen kautta, on perusteltua lisätä ääni-informaatiota esimerkiksi etäopetuksen verkkosivuille. Opetuksen vastaanottaminen puheen ja muiden ääniviestien välityksellä on opiskelijalle hyvin luontevaa.

Lähteet:

- Backman, Leo. Bittivähennyskooderit digitaalisessa äänitekniikassa, osa 3. Riffi 1/2000, ss. 63-65.
Backman, Leo. Bittivähennyskooderit digitaalisessa äänitekniikassa, osa 4. Riffi 2/2000, ss. 58-61.
Bell, Eric & Karen. Special Delivery. Electronic Musician Sept. 2001. ss. 74-94.
Critchley, Spencer. Web Audio Action. Electronic Musician Sept. 2001. ss. 96-107.
Hall, Gary S. Cramped Quarters. The technology of audio-data compression. Electronic Musician April 2002. ss. 58-74.
Luukkonen, Jussi. Viestinnäntekijän multimediaopas. 1996. Helsinki. ss. 21-22.
URL:<http://sonify.org> Linkki tarkastettu 12.12.2001.