

Praat-opas

Mietta Lennes

Versio 1.0 - 8. lokakuuta 2004

PDF-versio koko oppaasta:

[http:](http://www.helsinki.fi/puhetieteet/atk/praat/praat.pdf)

[//www.helsinki.fi/puhetieteet/atk/praat/praat.pdf](http://www.helsinki.fi/puhetieteet/atk/praat/praat.pdf)

Sisältö

1	Praat-ohjelman esittely	7
1.1	Mikä on Praat?	7
1.2	Mitä Praatilla voi tehdä?	7
1.3	Mitä Praatilla ei voi tehdä?	8
1.4	Minkälaista puheaineistoa voin käsitellä Praatilla?	8
2	Asentaminen	11
2.1	Praatin asentaminen Windows-koneeseen	11
2.2	Praatin asentaminen Unix- tai Linux-koneeseen	12
2.3	Laitteistovaatimukset	14
3	Oppaat ja käytön tuki	15
3.1	Praat-ohjelman virallinen kotisivu	15
3.2	Tämä opas	15
3.3	Praatin sisäänrakennettu manuaali (Help)	15
3.4	Keskusteluryhmä	16
3.5	Muuta apua puheen analyysiin	17
3.5.1	Akustiikkaa	17
4	Praatin käyttö	19
4.1	Praat-ohjelman käynnistäminen	19
4.1.1	Käynnistäminen Windows- ja Macintosh-koneissa	19
4.1.2	Käynnistäminen Unix- ja Linux-koneissa	19
4.2	Praat-ohjelman ulkoasu	20
4.2.1	Praat-ohjelman päivitykset	21
4.2.2	Objekttilista	21
4.2.2.1	Objektien valitseminen	21
4.2.2.2	Objektien hallintapainikkeet	21
4.2.2.3	Kiinteä valikko (fixed menu)	21
4.2.2.4	Dynaaminen valikko (dynamic menu)	23
4.2.3	Piirtoikkuna	23

4.3	Tiedostojen hallinta	23
4.3.1	Tiedostojen avaaminen Praatissa	23
4.3.1.1	Erittäin pitkät äänitiedostot (LongSound)	24
4.3.2	Tiedostojen tallentaminen Praatissa	24
4.3.2.1	Tiedostojen nimeämiskäytänteitä	24
5	Äänieditori (Sound editor)	27
5.1	Äänen kuuntelu	27
5.2	Äänieditorin käyttö	27
5.2.1	Äänen pätkien kuuntelu	28
5.3	Äänen muokkaaminen (leikkaa-liimaa-toiminnot)	29
5.4	Analyysikuvaajat äänieditorissa	29
5.4.1	Mittausten tekeminen äänieditorissa	29
5.4.1.1	Kestot	29
5.4.1.2	Spektrogrammi, perustaajuus, intensiteetti ja formantit	30
6	Nimikointi	31
6.1	Miksi puhetta nimikoidaan eli annotoidaan?	32
6.2	Praat-ohjelmalle tyypillisiä nimikointiominaisuuksia	33
6.3	Miten Praat-ohjelmalla nimikoidaan puhetta?	34
6.3.1	Nimikointiobjektin luominen Praatissa	34
6.3.2	Nimikointi	35
6.3.2.1	Vihjeitä	37
6.3.3	Nimikointikerroksien lisääminen ja poistaminen	38
6.3.4	IPA-merkit ja erikoismerkit	39
6.4	TextGridin eli nimikointiobjektin tallennus	40
6.4.1	Vaihtoehtoiset tiedostomuodot	40
6.4.2	Nimikoinnin siirtäminen toiseen ohjelmaan	41
6.5	Valmiin nimikoinnin hyödyntäminen	41
6.6	Toisella ohjelmalla tehdyn transkription tuonti	42
7	Akustinen analyysi	43
7.1	Spektrogrammi	43
7.1.1	Spektrogrammin tuottaminen	45
7.1.1.1	Editori-ikkunassa	45
7.1.1.2	Objekti-ikkunassa	45
7.2	Spektrit	45
7.3	F0- eli perustaajuusanalyysi	45
7.3.1	Puheen perustaajuus ja sävelkorkeushavainto	46
7.3.2	Perustaajuuskäyrän tuottaminen	46

7.3.2.1	Editori-ikkunassa	46
7.3.2.2	Objekti-ikkunassa	47
7.3.3	Miksi perustaaajuuskäyrässä on joissakin kohdissa aukkoja?	47
7.4	Intensiteetti (äänekkyyys)	48
7.4.1	Puheen intensiteetti ja voimakkuushavainto	48
7.4.2	Intensiteettikäyrän tuottaminen	48
7.4.2.1	Editori-ikkunassa	48
7.4.2.2	Objekti-ikkunassa	49
7.5	Formanttianalyysi	49
7.5.1	Mikä on formantti?	49
7.5.2	Formanttianalyysin laskentaperiaatteet	51
7.5.2.1	Formanttianalyysin toiminta	51
7.5.3	Burg-formanttianalyysin tekeminen	52
7.5.4	Tracking	54
7.5.5	Lisätietoa formanttianalyysistä	55
7.5.6	Formanttikuvien piirtäminen	55
7.5.7	F1/F2-formanttikartan piirtäminen	56
7.5.8	Formanttianalyysin virhelähteet	58
8	Kuvien luominen	61
8.1	Kuvan piirtäminen	61
8.2	Kuvien tallentaminen	62
8.3	Kuvatiedostojen avaaminen Praatin piirtoikkunaan	63
8.4	Kuvatiedostojen avaaminen muilla ohjelmilla	63
9	Skriptaus	65
9.1	Mikä on skripti?	65
9.2	Miksi skriptejä käytetään?	66
9.3	Praat-skriptin luominen ja muokkaus	66
9.4	Skriptauksen opettelu historiatoiminnon avulla	66
9.5	Skriptin suorittaminen (ajaminen)	67
9.6	Valikkokomentojen ja painikkeiden luominen skripteille	68
9.6.1	Valikkokomennon luonti skriptille (fixed menu)	68
9.6.2	Painikkeen luonti skriptille (dynamic menu)	68
9.6.3	Valikkokomennon tai painikkeen poistaminen	69
9.7	Mitä vaaroja skriptien käyttämisessä voi olla?	69
	Kirjallisuutta	77

Esipuhe

Praat-ohjelmalla (**author?**) [1] on Suomessa paljon sekä todellisia että potentiaalisia käyttäjiä, koska se on ilmainen ja erittäin monipuolinen puheentutkijan työkalu, ja koska se toimii useimmissa laitteistoissa ja käyttöjärjestelmissä. Praat sopii samoista syistä mainiosti myös fonetiikan ja eri kieliaineiden opetukseen.

Praat saattaa kuitenkin olla käyttöliittymältään aluksi hieman hankalasti hahmotettava, jos on tottunut johonkin muuhun puheanalyysiohjelmistoon tai ei ole aikaisemmin käyttänyt mitään analyysiohjelmaa. Käyttökyvnys voi tämän vuoksi olla korkea — varsinkin jos eri painikkeiden ja komentojen rämöpäinen kokeileminen ujostuttaa, eikä halua tai ehdi kahlata läpi englanninkielistä opastekstiä.

Tämän suomenkielisen oppaan tavoitteena on neuvoa vasta-alkajille Praatin peruskäyttöä sekä tarjota toimintaohjeet ja vähän taustatietoa muutaman tärkeimmän akustisen analyysin tekemiseen. Opasta voi käyttää opetuksen tukena tai itseopiskelussa. Toistaiseksi se on vielä kovin keskeneräinen, ja sitä tullaan muokkaamaan jatkuvasti vielä pitkään. Virheitäkin on varmasti paljon, joten luethan opasta pikkuisen läpi sormien. . .

Tarkoitus ei ole tietenkään korvata Praat-ohjelman omaa laajaa manuaalia 3.3, joka on aina parhaiten ajan tasalla, koska se muuttuu ja täydentyy eri ohjelmaversioiden mukana. Jollei tästä oppaasta ole sinulle apua, katso myös mitä muita tietolähteitä verkosta löytyy puheen analyysin avuksi.

Pääasiallisena lähteenä tämän suomenkielisen oppaan tekemisessä on käytetty Praat-ohjelman sisäänrakennettua englanninkielistä manuaalia 3.3, josta eri toimintojen kuvaukset on vapaasti käännetty ja muokattu. Kunnia Praat-ohjelmaan ja eri analyysialgoritmeihin liittyvästä asiatekstistä kuuluukin Paul Boersmalle ja David Weeninkille, joiden käsialaa koko Praat manuaaleineen on. Muut tässä oppaassa käytetyt lähteet mainitaan asianomaisissa kohdissa erikseen.

Olen itse lisännyt oppaan eri kohtiin jonkin verran taustatietoa puheen analyysista, jotta eri toimintojen tarkoitus selkeytyisi myös itseopiskelijalle. Otan vastuun kaikista virheistä.

Tätä opasta koskevat kommentit saa ja kannattaa lähettää suoraan allekirjoittaneelle:

Mietta Lennes
Puhetieteiden laitos
Helsingin yliopisto
mietta.lennes@helsinki.fi
<http://www.helsinki.fi/people/mietta.lennes/>

Luku 1

Praat-ohjelman esittely

1.1 Mikä on Praat?

Praat on ilmainen ja erittäin monipuolinen puheanalyysiohjelma, joka toimii useimmissa laitteistoissa ja käyttöjärjestelmissä.

1.2 Mitä Praatilla voi tehdä?

Praatilla voi

- kuunnella pitkiäkin äänitiedostoja ja niiden osia nopeasti
- tarkastella äänitiedoston aaltomuotoa ja sen erilaisia akustisia kuvauksia
- muokata äänitiedostoja
- nimikoida (annotoida) äänitiedostoja (ks. 6)
- tehdä puhenäytteistä kestomittauksia (kunhan mitattavat yksiköt on rajattu esim. nimikoimalla, ks. 6)
- tehdä puhenäytteistä akustisia analyysieja (esim. perustaaajuus 7.3, spektrianalyysit 7.2, formantit 7.5, jitter, shimmer jne.)
- analysoida erittäin laajoja puheaineistoja puoliautomaattisesti ja laajentaa Praatin käyttömahdollisuuksia helposti opittavan skriptauskielen avulla (9)
- piirtää korkealaatuista grafiikkaa (EPS) julkaisuja varten

- tehdä akustisten analyysien tuloksista erilaisia tilastoanalyysseja
- muokata puhenäytteen perustaajuutta ja kestoja uudelleensynteesimenetelmän avulla (ei toistaiseksi tässä oppaassa; ks. Praatin sisäinen manuaali 3.3)
- rakentaa yksinkertaisia kuuntelukokeita
- tehdä artikulaatiopuhesynteesiä tai puhesynteesiä perustaajuuden, formanttien ja intensiteetin perusteella (ei toistaiseksi tässä oppaassa; ks. Praatin sisäinen manuaali 3.3)
- käyttää keinotekoisia hermoverkkoja
- äänittää; tosin äänitystoiminto ei ole vielä kovin hienostunut, ja äänitys tai äänitteen digitointi kannattaakin toistaiseksi tehdä jollakin kaupallisella äänenkäsittelyohjelmalla (esim. *SoundForge*, *WaveLab*, *CoolEdit*, *SoundEdit* tms.)
- ja paljon muuta: Praatin ominaisuudet lisääntyvät lähes jatkuvasti.

1.3 Mitä Praatilla ei voi tehdä?

Praatilla ei voi

- nimikoida (annotoida) videotiedostoja
- saada akustisista analyyseista kiistattomia tuloksia ymmärtämättä analyyysien toimintaa
- tehdä automaattista segmentointia puhenäytteestä...
- tunnistaa puhetta...
- saada kaikkea heti harjoittelematta yhtään...

1.4 Minkälaista puheaineistoa voin käsitellä Praatilla?

Praatiin voi tällä hetkellä avata käsiteltäväksi äänitiedostoja, jotka ovat josakin seuraavista formaateista:

- AIFF

1.4. MINKÄLAISTA PUHEAINEISTOA VOIN KÄSITELLÄ PRAATILLA?9

- AIFC
- WAV
- NeXT /Sun (.au-päätteiset tiedostot)
- NIST

Jos voit valita äänitiedostojen formaatin, käytä AIFFia tai (tavallista, pakkaamaton) WAVia.

Esimerkiksi MP3-tiedostoja ei voi Praatilla käyttää, koska MP3 on tekijänoikeussuojattu äänitiedostomuoto — Praat on pyritty pitämään mahdollisimman ei-kaupallisena alusta loppuun.¹ Joskus kohdalle voi sattua myös tietynlaisia pakattuja WAV-tiedostoja, joita Praatilla ei pysty avaamaan. Tavalliset WAVit aukeavat ongelmitta.

Videotiedostoja Praatilla ei voi toistaiseksi käsitellä, joten alkuperäisestä videotiedostosta on erotettava ääniraita omaksi äänitiedostokseen.

Praat sinänsä ei aseta esivaatimuksia äänitteen laadulle. Mitä vaativampia akustisia analyyseja aiot ääniaineistostasi tehdä, sitä tarkempaa huomiota kannattaa kiinnittää äänityksen tekniseen laatuun. Vaikka lopulta tekisit aineistosta vain litteraation (ks. 6), työ on paljon helpompaa, jos äänite on hyvälaatuinen ja suhteellisen hälytön, eikä samassa äänisignaalin ole useiden puhujien päällekkäispuhuntaa. Mikäli tutkit äänteellisen tason ilmiöitä ja/tai aiot tehdä esimerkiksi formanttianalyyseja (ks. 7.5), laatuvaatimukset ovat vieläkin korkeammat. Katso lisää ohjeita äänityksen tekemiseen ja äänen digitointiin Helsingin yliopiston puhetieteiden laitoksen laiteohjeista, <http://www.helsinki.fi/puhetieteet/atk/>.

¹Sitäpaitsi MP3 on kompressoitu äänitiedostomuoto, joka on tarkoitettu lähinnä musiikin kuunteluun. Kompressio tarkoittaa, että alkuperäisestä pakkaamattomasta digitaalisesta äänisignaalista jätetään pois niin paljon informaatiota kuin kuulonvaraisen laadun kannalta on mahdollista, jotta äänitiedosto mahtuisi pienempään tilaan. MP3:n käyttöä ei siksi missään tapauksessa suositella akustisten analyyseiden tekemiseen.

Huomaa, että myös mm. MiniDisc-laite kompressoii ääntä, mikä rajoittaa MD:llä tehtyjen äänitteiden käyttöä akustisessa tutkimuksessa.

Luku 2

Asentaminen

Praatin pystyy yleensä helposti asentamaan miltei mille tahansa koneelle, sillä itse ohjelma sijaitsee vain yhdessä tiedostossa, jonka sijainnilla ei ole väliä. Praat ei siis ”sekaannu” koneen käyttöjärjestelmään millään tavalla. Praat tuottaa kullakin koneella vain pienen asetustiedoston, joka ei ole välttämätön ohjelman toiminnalle. Praatin asetukset pysyvät kuitenkin tietyllä koneella aina samanlaisina.

Praat-ohjelmatiedosto on myös pienikokoinen: jopa pakkaamaton ts. heti toimintavalmis Praatin Windows-versio mahtuu tavalliselle 1,44 M levykkeelle.

2.1 Praatin asentaminen Windows-koneeseen

1. Mene Praat-ohjelman kotisivulle <http://www.praat.org/>
2. Klikkaa vasemmasta ylänurkasta kohtaa ”Windows”, niin pääset lataussivulle josta saat Praatin uusimman Windows-version.
3. Klikkaa kerran sivun ensimmäistä linkkiä (esim. *praat4112_winsit.exe*). Koneen pitäisi nyt kysyä, haluatko ladata tiedoston koneellesi. Vastaa OK ja sijoita tiedosto johonkin helppoon paikkaan jonka muistat, esim. työpöydälle tms. Kun tiedosto on latautunut kokonaan, voit sulkea tai piilottaa www-selaimen.
4. Avaa sitten Windows Explorer (tiedostonhallinta) ja etsi lataamasi tiedosto (esim. *praat4112_winsit.exe*), tai etsi se suoraan työpöydältä jos latsit sen sinne. Kaksoisklikkaa tiedoston nimeä. Sen pitäisi automaattisesti alkaa purkaa itseään, ja hetken päästä samaan hakemistoon ilmestyy hassu vaaleanpunainen kuvake 'Praat'. Tämä uusi kuvake

on nyt toimiva Praat-ohjelma. Varmista, että ohjelma toimii: kaksoisnäpäytä kuvaketta ja Praatin pitäisi käynnistyä.

5. Voit poistaa alkuperäisen asennustiedoston (esim. *praat4112_winsit.exe*) — sitä ei enää tarvita.
6. Jos koneellasi oli vanhempi Praat-versio, se kannattaa yleensä poistaa sekaannusten välttämiseksi siinä tapauksessa, että olet koneen ainoa käyttäjä ja tiedät, ettet tarvitse vanhoja ohjelmaversioita. (Vanha versio voi olla tarpeen, jos käytät ahkerasti Praat-skriptejä (ks. 9), mutta silloinkin hyvin harvoissa tapauksissa.) Poista kuitenkin vanha Praat vasta, kun olet tarkistanut, että uusi Praat-versio varmasti toimii koneessasi.
Praat poistetaan siirtämällä vanhan Praatin kuvake roskakoriin, tai näpäyttämällä hiiren oikeaa painiketta vanhan Praat-tiedoston päällä ja valitsemalla **Delete**.
7. Nyt voit siirtää uuden Praat-kuvakkeen minne haluat, vaikka suoraan työpöydälle jos se on mielestäsi kätevin paikka. Hyvä valinta on myös esim. *C:\Program Files* -hakemisto.
8. Praat aukeaa (melkein täsmälleen samannäköisenä kuin Unixissa) kun kaksoisnäpäytät sen kuvaketta.
9. Voit koska tahansa hakea verkosta Praatin uusimman version ja vaihtaa vanhan siihen. Poista ensin vanha Praat-ohjelmätiedosto ja pura sitten uusi versio samaan paikkaan kuten edellä. Jos haluat säilyttää vanhemman Praat-version, muuta Praat-tiedoston nimeä.
10. Jos tarvitset Praatissa foneettisia merkkejä (IPA-aakkosia), kannattaa Windowsiin asentaa vielä ilmaiset **SIL IPA-kirjasimet**. Linkki ja asennusohjeet löytyvät Praatin Windows-version lataussivulta.

2.2 Praatin asentaminen Unix- tai Linux-koneeseen

1. Mene Praat-ohjelman kotisivulle <http://www.praat.org/>
2. Jos käytät Linuxia, klikkaa vasemmasta ylänurkasta kohtaa ”**Linux**”, niin pääset lataussivulle josta saat Praatin uusimman Linux-version. Jos taas tarvitset Praatin version Unixiin, selvitä mikä Unix-versio sinulla on käytössä ja klikkaa vastaavaa linkkiä. Praatista on **SGI**-versio (Silicon Graphics IRIX: Indigo, Indy, Onyx, O2 jne.), **SPARC Solaris**-versio, ja **HPUX**-versio (Hewlett Packard Unix).

3. Klikkaa kerran sivun alkupuolella olevaa linkkiä (esim. *praat4109_linux_dynamic.tar.gz*).¹ Koneen pitäisi nyt kysyä, haluatko ladata tiedoston koneellesi. Vastaa OK ja sijoita tiedosto johonkin helppoon paikkaan jonka muistat, esim. kotihakemistojuureen tms.
4. Siirry komentorivillä hakemistoon, johon latsit Praat-tiedoston (komento **cd** *hakemiston_nimi*). Tarkista komennolla **ls** että tiedosto on latautunut. Tiedoston päätte *.tar.gz* osoittaa, että tiedosto on pakattu. Pura paketti komendoilla
gunzip *praat4109_linux_dynamic.tar.gz*
tar -xvf *praat4109_linux_dynamic.tar*
 Muuta tiedoston nimeä sen mukaan, minkä Praat-tiedoston latsit. Paketin purkaminen saattaa kestää hetken.²
5. Kirjoita jälleen **ls**. Hakemistossa pitäisi nyt näkyä tiedosto **praat** — tämä on toimiva Praat-ohjelma. Kokeile, että se varmasti toimii kirjoittamalla
./praat
 Jos kaikki oli hyvin ja Praat käynnistyi, voit siirtää **praat**-tiedoston haluamaasi paikkaan. Usein käytetty hakemisto on esim. kotihakemiston alle tehty **bin**-hakemisto. Jollet näe bin-hakemistoa kirjoittamalla kotihakemistossasi **ls**, voit luoda sen kotihakemistossa ollessasi komennolla
mkdir bin
 Ja Praat-ohjelman saat siirrettyä bin-hakemistoon komentamalla kotihakemistossa
mv praat bin/
6. Praat-paketista jäljelle jääneen *.tar*-päätteisen tiedoston voit poistaa — sitä ei enää tarvita:
rm *praat4109_linux_dynamic.tar*
7. Voit koska tahansa hakea verkosta Praatin uusimman version ja vaihtaa vanhan siihen. Poista ensin vanha Praat-ohjelmatiedosto (komento **rm**, jos sinulla on tiedostoon kirjoitusoikeus ko. laitteistossa) ja pura sitten uusi versio samaan paikkaan kuten edellä. Jos haluat säilyttää myös vanhemman Praat-version, muuta Praat-tiedoston nimeä.

¹Linux-version kohdalla riippuu hieman käyttämästäsi Linux-jakelusta (distribuutiosta), pitääkö sinun ladata staattinen (*static*) vai dynaaminen (*dynamic*) Praat-versio. On järkevintä kokeilla molempia — ehkä vain toinen Praat-versio toimii laitteistossasi täydellisesti.

²Kunhan komennon suoritus on valmis, ilmestyy komentoriville tuttu kehote — odota rauhassa!

2.3 Laitteistovaatimukset

Voit käyttää Praatia melkein millä tietokoneella tahansa! Praat-ohjelmasta ylläpidetään versioita (uudempiin) Windows-käyttöjärjestelmiin, Macintoshiin (eri versiot MacOS X:lle ja vanhemmille Maceille), parille kaupalliselle Unixille sekä Linuxille.³

Jos sinulla on PC-kone, voit kuunnella Praatilla ääntä vain jos koneessasi on toimiva äänikortti.

Huom. Mikäli haluat käyttää Praatia äänittämiseen tai äänen digitointiin (siirtoon esim. tavalliselta kasetilta tietokoneeseen), kannattaa tietokoneen äänikortin ominaisuuksiin kiinnittää tarkempaa huomiota. Valmiiden tietokonepakettien mukana tulevat äänikortit eivät useinkaan ole korkeatasoisen puheäänityksen tekemiseen riittäviä. Kun puhe on kerran saatu tietokoneelle ja äänitiedostoiksi, äänikortilla yms. ääniominaisuuksilla ei enää ole suurta merkitystä.

³Myös Praatin lähdekoodi on avoin: voit halutessasi ladata sen verkosta ja kääntää siitä oman version. Praat on kirjoitettu C-kielellä, jonka osaajat voivat kirjoittaa Praatiin omia laajennuksia. Kannattaa tarjota aikaansaannoksiaan myös julkiseen Praat-versioon, jos on valmis antamaan ne ilmaiseksi vapaaseen jakeluun.

Luku 3

Oppaat ja käytön tuki

3.1 Praat-ohjelman virallinen kotisivu

Tarkista, että sinulla on Praat-ohjelman uusin versio koneessasi! Uusimman Praatin voit hakea osoitteesta

<http://www.praat.org/>

Katso Praatin asennusohjeet, 2.

3.2 Tämä opas

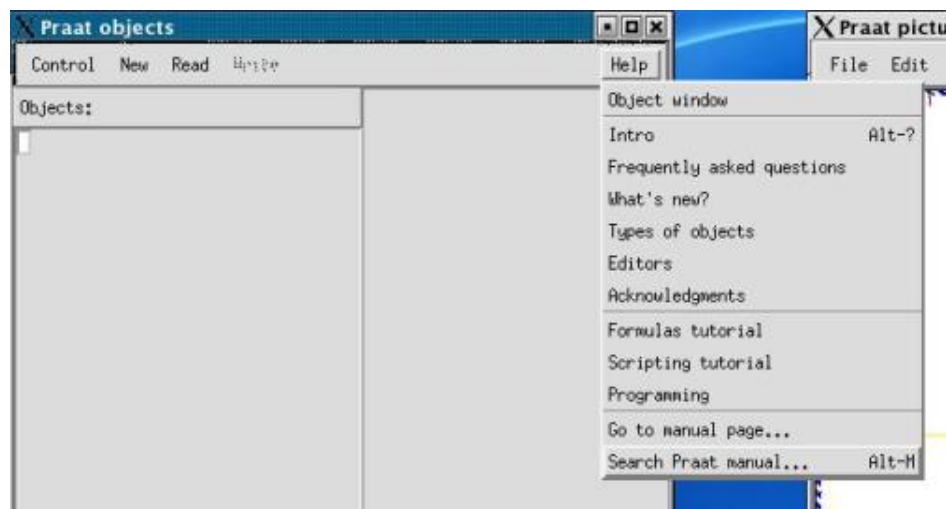
Tämän Praat-oppaan uusin versio löytyy osoitteesta

<http://www.helsinki.fi/puhetieteet/atk/praat/>

3.3 Praatin sisäänrakennettu manuaali (Help)

Praat-ohjelman mukana on (A4-sivuina laskettuna) miltei tuhatsivuinen manuaali, jossa on ohjeita eri aiheista ja kuvaukset eri laskenta-algoritmien toiminnasta. Manuaalia tuskin kannattaa tulostaa paperille, koska se on niin laaja ja koska se muuttuu uusien ohjelmaversioiden mukana. On järkevää opetella käyttämään manuaalia suoraan ohjelman sisältä, koska sieltä usein löytyy viimeistään pienen hakemisen jälkeen tarvittava tieto.

Jokaisen Praatissa aukeavan ikkunan jossakin kohdassa on valikko tai painike **Help**, jota käyttämällä pääset lukemaan manuaalia. Valikoissa on yleensä ensimmäisenä juuri kyseistä ikkunaa koskeva Help-sivu. Erityyppisille objekteille on myös objektilistassa oma Help-painike.



Kuva 3.1: Praatin sisäisestä manuaalista voi hakea tiettyjä kohtia hakusanalla esimerkiksi näin.

Objects-ikkunan **Help**-valikosta voit valita kohdan **Search manual...** Sen avulla voit etsiä manuaalisivuista tiettyä hakusanaa. Samaa hakutoimintoa voit käyttää minkä tahansa manuaalisivun yläreunasta, jossa on rivi hakusanelle ja painike **Search**, jolla haku aloitetaan. Jos ensi yrityksellä ei löydy mitään, keksi muita vastaavia hakusanoja (joskus sivuja ei ole indeksoitu kovin huolellisesti, joten esim. hakusana "LPC" toimii, mutta "lpc" ei.)

Jos haluaisit opetella kirjoittamaan itse Praat-skriptejä, joilla voit esim. analysoida laajoja aineistoja kerralla, valitse Objects-ikkunan **Help**-valikosta kohta **Scripting tutorial** (lue myös tästä oppaasta 9.)

3.4 Keskusteluryhmä

Praatin käyttäjien keskusteluryhmä verkossa:

<http://uk.groups.yahoo.com/group/praat-users/>

Pari ystävällismielistä ohjetta keskusteluryhmän käyttöön:

- Auta muita, niin hekin auttavat sinua.
- Pois turha ujous: ihmiset auttavat yleensä mielellään, ja vastaus saattaa internetin kautta tulla yllättävän nopeasti!

- Älä kuitenkaan lähetä kysymyksiä keskusteluryhmään, jollet ole ensin edes yrittänyt etsiä tarvitsemaasi tietoa Praatin sisäänrakennetusta manuaalista. Jotkut Praatin käyttäjät nimittäin tilaavat keskusteluryhmän viestit suoraan omaan sähköpostiinsa, ja on sen vuoksi epäkohteliasta vaivata kenties satoja ihmisiä kysymyksellä, johon saattaa jolla olemassa valmis ohje (eli jos kyseessä on FAQ eli Frequently Asked Question).
- Oma-aloitteisuus ja viitseliäisyys yleensä palkitaan - kysy neuvoa vasta kun tiedät joutuneesi umpikujaan. Älä siis lähetä keskusteluryhmään viestiä, jossa suoraan tai epäsuorasti toivot jonkun kirjoittavan sinulle valmiiksi skriptin, joka tekee niin-ja-niin-ja-niin. (Etsi mieluummin itse verkosta jonkun kirjoittama skripti, jota ehkä voisit yrittää muutella omiin tarkoituksiisi. Ensi hätään kannattaa lukaista vähän Praatin sisäisen manuaalin kohtaa **Scripting tutorial...**)
- Muistathan, että Praatia ylläpidetään vapaaehtoisvoimin.

3.5 Muuta apua puheen analyysiin

Praat-skriptejä löytyy osoitteesta

<http://www.helsinki.fi/~lennes/praat-scripts/>

3.5.1 Akustiikkaa

- TKK:n kurssi **Akustiikan perusteet I** (löytyy myös luentokalvot!): <http://www.acoustics.hut.fi/teaching/S-89.101/>
- Audiosignaalin käsittelyn englanti-suomi-sanasto (koonnut Vesa Välimäki): <http://www.acoustics.hut.fi/~vpv/ask-sanasto.htm>
- Fysiikkaan (ja akustiikkaan) liittyviä Java-appletteja (B.Surendranath Reddy): <http://surendranath.tripod.com/Applets.html> (ks. erityisesti kohdat Waves ja Oscillations)

Luku 4

Praatin käyttö

4.1 Praat-ohjelman käynnistäminen

4.1.1 Käynnistäminen Windows- ja Macintosh-koneissa

Etsi Praat-ohjelman kuvake ja kaksoisnäpäytä sitä. Jos et tiedä, onko koneessa Praat ja missä se on, käytä hakutoimintoa (**F**ind. . .), joka löytyy Windowsissa Program Menusta (vasemman alanurkan valikko) ja Maceissa työpöydällä (*Finder*¹) ollessasi **E**dit-valikosta.

Jos koneessasi ei ole Praatia, katso Praat-ohjelman asentaminen 2.

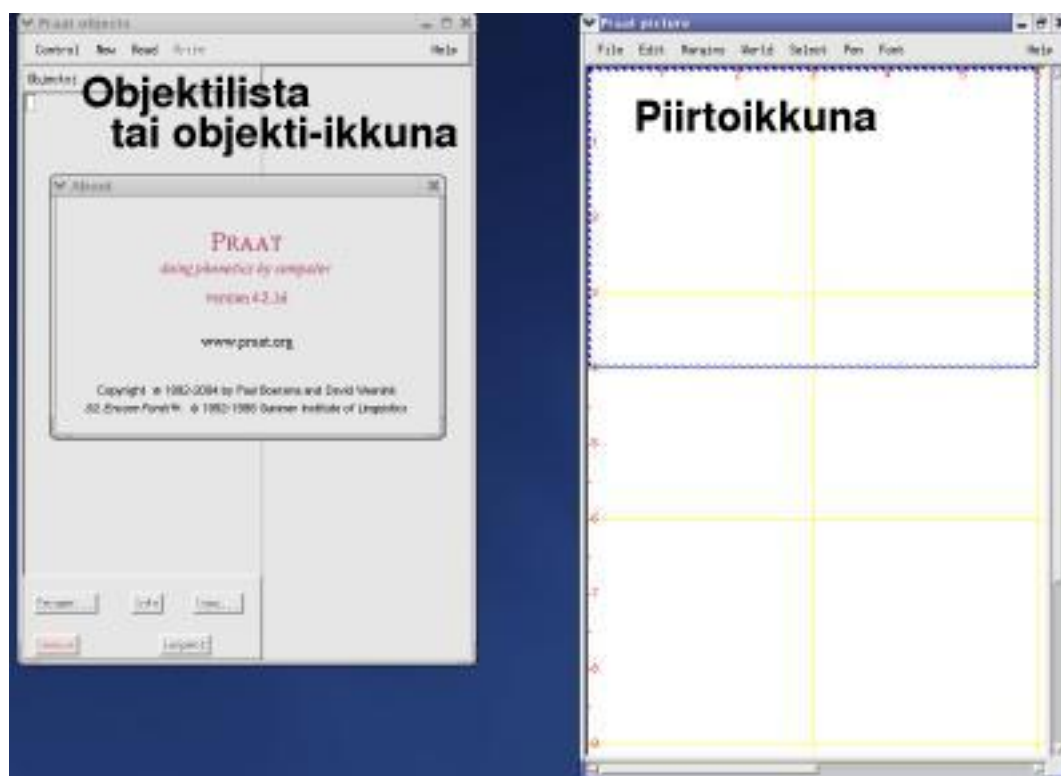
4.1.2 Käynnistäminen Unix- ja Linux-koneissa

Jos Praat-ohjelma on asennettu paikkaan, joka on määritelty ns. oletuspolullasi (PATH), voit käynnistää sen kirjoittamalla komentorivillä (konsoliikkunassa) yksinkertaisesti **praat**.

Jos yllä mainittu tapa ei toimi ja arvelet, että Praat on kuitenkin asennettu jonnekin päin laitteistoa, kirjoita joko **whereis praat** tai **locate praat**. Jompikumpi komennoista kertoo sinulle Praat-ohjelman tarkan polun tai polut ko. laitteistossa. Kirjoita tulokseksi saamasi hakemistopolku komentorivillä kokonaisuudessaan, niin Praat käynnistyy; esim. **/opt/bin/csl/praat**

Jos koneessasi ei näytä olevan Praatia lainkaan, katso Praat-ohjelman asentaminen 2.

¹Macintosh-tietokoneiden yleisiä käyttöohjeita löydät verkko-oppaasta (**author?**) [2].



Kuva 4.1: Praat-ohjelma käynnistyy.

4.2 Praat-ohjelman ulkoasu

Kun avaat Praatin, näkyviin tulee kaksi ikkunaa: vasemmalla puolella näyttöä on ns. **objektilista** l. **objekti-ikkuna** (*Object window*) ja oikealla **piirtoikkuna** (*Picture window*). Aina kun Praat-ohjelma on käynnissä, objektilistakin on auki². Piirtoikkunan voit sen sijaan halutessasi sulkeakin välillä — sitä tarvitset vain piirtäessäsi kuvia siirrettäväksi muihin ohjelmiin, jolloin piirtoikkuna tulee automaattisesti uudelleen esiin.

Praat näyttää suunnilleen samalta riippumatta siitä, missä laitteistossa sitä käytät. Poikkeuksena on, että Macintosheissa objektilistan yläreunassa oleva valikko näkyykin Macin valikkopalkissa aivan näytön yläreunassa eikä itse objekti-ikkunan ylälaidassa. Joitakin hyvin pieniä käyttöjärjestelmäkohtaisia eroja on myös valikkojen sisällössä.

²Praatia voi tosin käyttää myös kutsumalla Praat-skriptejä komentoriviltä tai toisen ohjelman koodista, jolloin Praat-ohjelman graafinen ympäristö ei tule lainkaan näkyviin. Praat-skripteistä kerrotaan lisää tämän oppaan loppupuolella (ks. luku 9).

4.2.1 Praat-ohjelman päivitykset

Praat-ohjelmaan tulee uusia päivityksiä jopa kerran tai kahdesti kuukaudessa. Yleensä päivityksen myötä saadaan käyttöön uusia toimintoja tai korjataan edellisten ohjelmaversioiden vikoja. Joskus harvoin valikkokomennot tai niiden sijainti voivat vähän muuttua ohjelmaversiosta toiseen. Kovin laajoja muutoksia Praatin käyttöön ei tehdä, ja pienempiäkin muutoksia toteutetaan yleensä vain useiden käyttäjien hyvin perustellusta toivomuksesta. Tavallisesti on hyvä päivittää oman koneensa ohjelmaversio säännöllisesti uudempaan (ks. asennusohjeet kohdasta 2).

4.2.2 Objektilista

Kaikki Praat-ohjelmassa käsiteltävä aineisto näkyy objekti-ikkunassa (ks. kuva 4.2).

4.2.2.1 Objektien valitseminen

Objekti valitaan (*select*) näpäyttämällä sitä kerran hiirellä, jolloin aktivoitu l. valittu objekti tummenee (ks. kuva 4.2).

Useampia, listalla peräkkäisiä objekteja voit valita näpäyttämällä ensin yhtä objektia hiirellä ja pitämällä sitten *vaihtonäppäimen* (*Shift*) pohjassa, kun näpäytät toista objektia.

Jos haluat valita useampia objekteja niin, että peräkkäisten objektien välille jää ei-aktiivisia objekteja, pidä *Control*-näppäin pohjassa ja napsauttele samalla yksittäisiä objekteja. Toistuva näpäyttely *Control*-näppäimen kanssa kytkee objektin vuorotellen aktiiviseksi ja ei-aktiiviseksi.

4.2.2.2 Objektien hallintapainikkeet

Objektilistan alareunassa on lisäksi muutama painike. **Copy...** -painikkeella voit tehdä kopion listalta valitusta objektista (komento kysyy nimen uudelle objektille). **Info**-painike näyttää joitakin tietoja aktiivisesta objektista.

Alimpana ja punaisella näkyy **Remove**-painike, joka *poistaa kaikki sillä hetkellä valittuna olevat objektit mitään kyselemättä*. Ole siis varovainen tämän painikkeen kanssa, sillä jos et ole tallentanut poistettavia objekteja, ne häviävät iäksi!

4.2.2.3 Kiinteä valikko (fixed menu)

Objektilistaan liittyvä kiinteä valikko näkyy objektilistan yläreunassa (tai Macissa näytön yläreunan valikkopalkissa, ks. Mac-ohjeita esim. **(author?)**)



Kuva 4.2: Objekttilistassa olevia objekteja voi valita eli aktivoida hiirellä. Objektin kohdalla lukee ensin objektin tyyppi (esim. Sound tai Pitch) ja sen jälkeen objektin nimi, jota käyttäjä voi muuttaa. Objekti-ikkunan oikeassa reunassa olevan dynaamisen valikon sisältö muuttuu sen mukaan, minkä tyyppinen objekti on valittuna.

[2]).

4.2.2.4 Dynaaminen valikko (dynamic menu)

Dynaamisen valikon sisältö muuttuu sen mukaan, minkä tyyppinen objekti on valittuna (aktiivisena, tummennettuna) objektilistassa. Jos listassa ei ole yhtään objektia tai mikään objekteista ei ole valittuna, dynaamisen valikon alue on kokonaan tyhjä.

4.2.3 Piirtoikkuna

Piirtoikkunaa tarvitaan silloin, kun halutaan piirtää Praatilla kuvia siirrettäväksi muihin ohjelmiin. Piirtoikkunaan tehty kuva voidaan tallentaa esimerkiksi korkealaatuisena EPS-grafiikkatiedostona tai se voidaan siirtää piirtoikkunasta leikepöydälle ja ”liimata” sellaisenaan vaikkapa tekstinkäsittelydokumenttiin. Praatilla voidaan piirtää kuvia erilaisista akustisista analyysistä tai numeerisesta datasta.

Kuvan piirtäminen tapahtuu periaatteessa aina jonkin objektilistaan (ks. 4.2.2) luodun objektin pohjalta: valitse objektilistasta objekti, josta kuva piirretään, ja valitse dynaamisesta valikosta (4.2.2.4) haluamasi Draw- tai Paint-komento. Valitusta objektista riippuen tarjolla voi olla useita erilaisia Draw-komentoja. Komennon tuottama kuva piirtyy ja skaalautuu piirtoikkunasta valittuna olevan piirtoalueen (*Viewport*) mukaisesti. Piirtoikkunan sisällä kuvan koostamista voidaan jatkaa lisäämällä esim. tekstiä piirtoalueen eri kohtiin. Lisää kuvin piirtämisestä kerrotaan luvussa 8.

4.3 Tiedostojen hallinta

4.3.1 Tiedostojen avaaminen Praatissa

Kaikki Praat-ohjelman tunnistamat tiedostomuodot avataan periaatteessa samalla tavalla: valitsemalla objekti-ikkunan **Read**-valikosta **Read from file...** Praatissa ei ole väliä sillä, mikä on avattavan tiedoston nimen päätte, sillä ohjelma tunnistaa automaattisesti objektin tyyppin tiedostoa lukiessaan. (Ks. kuitenkin tiedostojen nimeämiskäytänteitä kohdasta 4.3.2.1.)

Poikkeuksena normaalista tiedostojen avaamiskäytännöstä ovat hyvin pitkät äänitiedostot, jotka eivät ehkä mahdu tietokoneen muistiin kerralla:

4.3.1.1 Erittäin pitkät äänitiedostot (LongSound)

Erittäin pitkien äänitiedostojen avaamiseen on olemassa erikseen varakomento **Open long sound file...** Sitä käytettäessä äänitiedosto aukeaa objektilistataan **LongSound**-tyyppisenä. LongSound-objektina voidaan Praatissa käyttää jopa 3 GB:n kokoisia äänitiedostoja.

LongSound-objekteja voidaan selailla ja kuunnella LongSound-editorilla samaan tapaan kuin Sound-objektejakin (vrt. äänieditori, 5). LongSound-objektin sisältämää äänisignaalia ei kuitenkaan lueta tietokoneen käyttömuistiin kokonaisuudessaan, vaan muistissa pidetään ainoastaan editorin näytöllä oleva osa. Tämän vuoksi LongSound-objektia ei voida analysoida kokonaisuutena, eikä sille muutenkaan voida suorittaa aivan samoja toimenpiteitä kuin Sound-objektille. LongSound-objektista voidaan kuitenkin **Extract part...**-komennolla eristää pienempiä osia, joita voidaan käsitellä tavallisina Sound-objekteina.

4.3.2 Tiedostojen tallentaminen Praatissa

Mikä tahansa Praat-ohjelmassa käsiteltävänä oleva objekti voidaan tallentaa valitsemalla ensin kyseinen objekti objektilistalta ja valitsemalla sen jälkeen sopiva tallennusvaihtoehto objekti-ikkunan **Write**-valikosta.

Kaikki Praat-ohjelmassa käsitellyt objektityypit voidaan tallentaa Write-valikon kautta joko tekstitiedostoina (*text file*), lyhyinä tekstitiedostoina (*short text file*) tai binääritiedostoina (*binary file*). Monia analyysiobjekteja (esim. Pitch-objektit) voidaan tallentaa pelkästään näihin kolmeen tiedostomuotoon. Sen sijaan esimerkiksi ääniobjektit (Sound) voidaan lisäksi tallentaa useisiin äänitiedostoformaatteihin (AIFF, WAV jne., ks. 1.4) ja jotkut taulukon kaltaiset objektit (esim. TableOfReal) voidaan tallentaa raakatekstitiedostoon, jossa kunkin taulukon rivin sarakkeet on erotettu toisistaan sarkainmerkeillä. Viimeksimainittu muoto on kätevä, jos Praatilla käsiteltäviä taulukoita halutaan siirtää esimerkiksi Exceliin tai muihin taulukko- ja tilastolaskentaohjelmiin.

4.3.2.1 Tiedostojen nimeämiskäytänteitä

Vaikka Praat-ohjelmaa käyttäessä tiedostojen nimillä ei periaatteessa ole väliä, on hyvä noudattaa tiettyä käytäntöä, jotteivät erityyppiset tiedostot menisi sekaisin. Praatissahan voi luoda esimerkiksi ääniobjektista monta analyysiobjektia, jotka ovat oletusarvoisesti samannimisiä kuin ääniobjekti, josta ne tehtiin. Identtinen tiedostonimen alkuosa on hyödyllinen, jos pitää jälkepäin tunnistaa, mikä analyysitiedosto vastaa mitäkin äänitiedostoa.

Tätä voi hyödyntää etenkin skriptauksessa (9).

Tiedostonimille on tapana antaa pisteellä erotettu pääte tiedoston tyyppin mukaan. Esimerkiksi äänitiedostojen nimi päättyy .wav, .aif sen mukaan, missä ääniformaatissa ne tallennettiin. Äänitiedostosta *kukka.aif* tehty Pitch-objekti kannattaisi siis tallentaa nimellä *kukka.Pitch* ja formanttianalyysi nimellä *kukka.Formant*. Praat-skriptitiedostotkin ovat periaatteessa tavallisia tekstitiedostoja, mutta ne kannattaisi tallentaa vastaavilla tunnisteilla, esimerkiksi *omaSkripti.praat*, jolloin jo tiedoston nimestä näkee, ettei kyseessä ole mikä tahansa teksti.

Luku 5

Äänieditori (Sound editor)

Äänieditori on Praatin ikkuna, jossa voidaan selaila tiettyä ääniobjektia, kuunnella siitä eripituisia pätkiä ja katsella samalla äänen aaltomuotoa sekä äänestä laskettuja erilaisia akustisia analyyseja.

5.1 Äänen kuuntelu

Objekttilistalta valitun ääniobjektin voi kuunnella

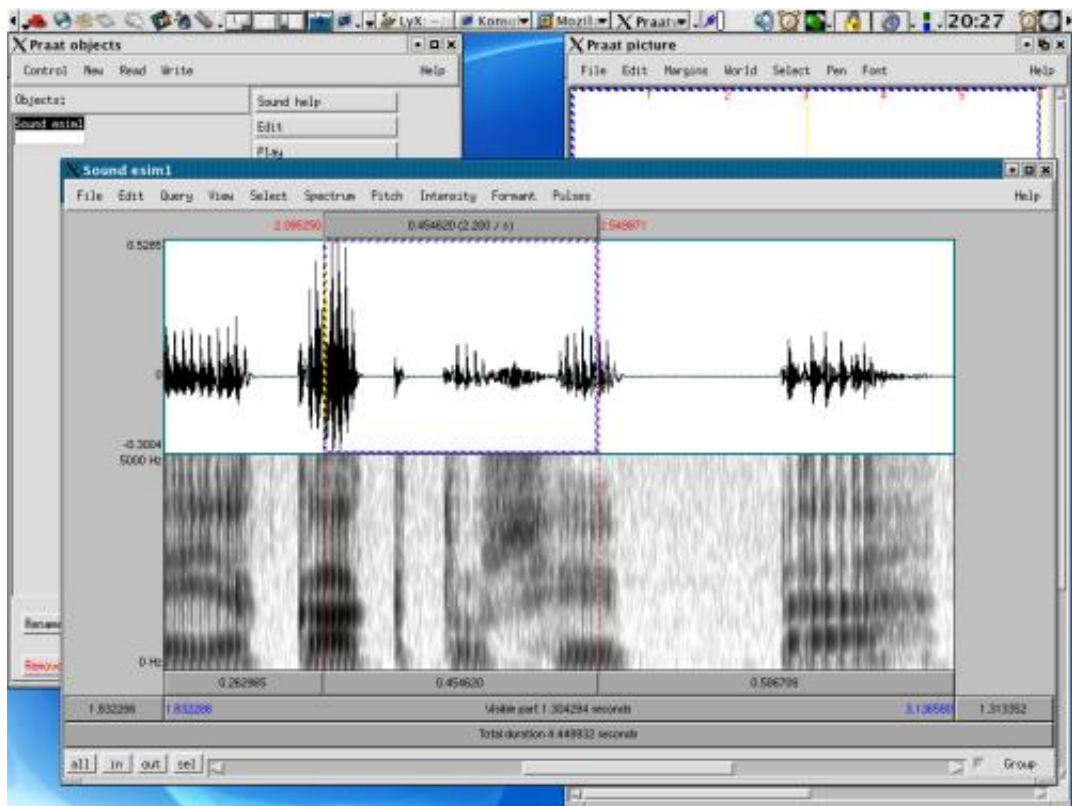
- kokonaisuudessaan painamalla sen viereisestä dynaamisesta valikosta painiketta **Play**. Jos ääniobjekti on huikean pitkä ja haluatkin keskeyttää kuuntelun, paina Esc-näppäintä.
- pienemmissä pätkissä avaamalla äänieditori-ikkunan:

5.2 Äänieditorin käyttö

Äänieditorin käyttämiseksi äänitiedosto on ensin avattava Praatin objektillistaan (**Read: Read from file...**). Kun haluttu ääniobjekti on objektillistalla aktiivisena, paina objektillistan oikeassa laidassa näkyvästä dynaamisesta valikosta painiketta **Edit**, jolloin äänieditori avautuu. Editori-ikkunoita voi olla samanaikaisesti avoinna useita myös samasta ääniobjektista.

Äänieditorin yläosassa näkyy äänen aaltomuoto mustana käyränä¹.

¹Aaltomuodon päällä voi myös näkyä sinisiä pystyviivoja (Pulses), jotka liittyvät perustaajuusanalyysiin. Pulssit voi kytkeä pois päältäkin, sillä yleensä niitä ei tarvita, ja ne vain sekoittavat aaltomuotokuvaajaa. Pulssien näkymistä voi vaihtaa valitsemalla äänieditori-ikkunan **Pulses**-valikosta **Show pulses**.



Kuva 5.1: Täältä näyttää Praat-ohjelman äänieditori-ikkuna (Sound Editor), jossa voi kuunnella äänen eri kohtia ja tehdä siitä pieniä mittauksiakin.

aaltomuoto (waveform) Äänen aaltomuodolla tarkoitetaan äänisignaalista piirrettyä kuvaa, jossa alkuperäisestä äänestä mikrofonilla mitatut ilmanpaineen vaihtelut näkyvät aaltomaisena käyränä. Koska mikrofoni on oikeastaan muuntanut ilmanpaineen sähköksi eli jännitemuutoksiksi ja tämä prosessi riippuu myös mikrofonin ominaisuuksista, alkuperäistä ilmanpainetta ei kuitenkaan voida kuvasta nähdä. Aaltomuotokuvassa aika etenee vasemmalta oikealle. Pystyakseli kuvaa tietyn väliajoin mikrofonin keräämästä sähköisestä signaalista rekisteröityjä arvoja.

5.2.1 Äänen pätkien kuuntelu

Äänieditorin alalaidassa näkyy 2–3 tummanharmaata **soittopalkkia**. Palkkien avulla voidaan kuunnella äänestä eri pätkiä. Kun napsautat hiirellä alinta palkkia, kuulet koko ääniobjektin yhtä soittoa. Toiseksi alimmaisesta palkista voit soittaa äänestä tällä hetkellä näkyvissä olevan alueen. Jos maalaat hi-

irellä lyhyemmän, laatikkomaisen alueen keskeltä aaltomuoto- tai analyysikuvia, voit käyttää kolmatta, ylimmäistä soittopalkkia, joka ”katkeaa” valitun alueen rajoilta. Näin voit soittaa kerralla haluamasi pätkän, tai pätkän sitä ennen, tai pätkän heti sen jälkeen.

Kunkin soittopalkin keskellä lukee kyseisen palkin kuvaaman ajanjakson kesto sekunteina: alimmassa palkissa koko ääniobjektin kesto (*Total duration*), keskimmaisessä palkissa näkyvissä olevan alueen kesto (*Visible part*), ja ylimmässä lyhyempien pätkien kestot hiirellä valitsemasi alueen mukaisesti.

5.3 Äänen muokkaaminen (leikkaa-liimaa-toiminnot)

Tätä osiota ei ole vielä kirjoitettu.

5.4 Analyysikuvaajat äänieditorissa

Jos äänestä on valittu näkyviin analyyseja, kuten spektrogrammi (Spectrogram; näkyy harmaasävyinä), F0-käyrä (Pitch; sinisellä), intensiteettikäyrä (Intensity; keltaisella) tai formanttianalyysi (Formant; punaiset pisteet), nämä näkyvät äänieditorin alaosassa päällekkäin. Analyysikuvaajat voidaan kytkeä päälle tai pois valitsemalla äänieditori-ikkunan valikoista **Spectrum: Show spectrogram**, **Pitch: Show pitch**, **Intensity: Show intensity** tai **Formant: Show formants**.

Esimerkiksi formanttianalyysin pitäminen näkyvissä hidastaa äänieditorin käyttöä, sillä aina ikkunan näkymän muuttuessa kone laskee analyysit uudelleen. Analyysit kannattaa siis kytkeä pois päältä kun niitä ei välttämättä tarvita.

5.4.1 Mittausten tekeminen äänieditorissa

Äänieditorissa näkyvistä analyysikuvista voi tehdä yksittäisiä numeerisia mittauksia hiiren avulla. Laajempi aineisto kannattaa ensin nimikoida (ks. 6), jotta mitattavat kohdat löytyvät helposti ja mittaukset ovat tarvittaessa toistettavissa. Nimikoidusta aineistosta on myös mahdollista tehdä mittauksia täysin automaattisesti skriptien (9) avulla.

5.4.1.1 Kestot

Voit tehdä äänieditorissa suurpiirteisiä kestomittauksia valitsemalla äänestä mitattavan pätkän, esimerkiksi tietyn äänteen tai sanan, ja katsomalla valitun alueen keston ylimmästä soittopalkista. Keston saa myös näkyviin valit-

semalla **Query:Get selection length**, jolloin tarkka arvo ilmestyy ns. Info-ikkunaan ja sen voi vaikkapa kopioida hiirellä toiseen ohjelmaan. Sama mittausmenetelmä toimii myös TextGrid-editorissa. Alueiden valinta yksi kerrallaan käsin on työläs tapa mitata kestoja, ja laajemman aineiston mittauksia varten aineisto kannattaakin nimikoida etukäteen (ks. 6) ja käyttää mahdollisesti skriptiä nimikoitujen pätkien kestromittauksiin.

5.4.1.2 Spektrogrammi, perustaaajuus, intensiteetti ja formantit

Kun valitset äänieditoriin näkyviin erilaisia analyysikuvia, voit tehdä niistä mittauksia hiiren avulla. Klikkaa haluamaasi kohtaan analyysikuvassa. Näkyviin tulee punainen ristikko eli kursori. Pystyviivan kohdalla oleva mittattava aikapiste näkyy pystyviivan yläpäässä.

Jos haluat tämän aikapisteen kohdalta tietoa spektrogrammista (7.1), näet editorin vasemmassa laidassa punaisen numeron, joka ilmoittaa spektrogrammissa näkyvän taajuuden kursorin *vaakaviivan* kohdalla. Spektrogrammin pystyakselihan vastaa taajuutta. Samassa kohtaa näkyy myös formanttitaajuus, jos kursorin ristikko on tarkalleen jonkin punaisen formanttipisteen päällä. Mikäli näkyvässä on sininen *Pitch*- eli perustaaajuuskäyrä, näkyy punaisen pystykursorin kohdalta mitattu perustaaajuus sinisellä oikeassa laidassa (huom. älä sekoita tätä spektrogrammimittaukseen, joka näkyy vasemmalla!). Intensiteetti näkyy myös oikeassa laidassa, mutta analyysikuvan sisäreunassa ja vihreillä numeroilla. Kaikki nämä lukuarvot saat tarvittaessa poimituksi tarkasti Info-ikkunaan valitsemalla ko. analyysin valikosta vastaavan **Get**-komennon. Esimerkiksi perustaaajuuskäyrän arvon saat **Pitch**-valikon komennolla **Get pitch**.

Lisää akustisista analyyseistä kerrotaan luvussa 7.

Luku 6

Nimikointi

Nimikoinnilla (engl. *labeling*) eli *annotoinnilla* (*annotation, to annotate*) tarkoitetaan sitä, että (digitaalisesti) tallennettuun puhenäytteeseen liitetään systemaattisesti *annotaatioita* (*annotation*) eli jonkinlaisia (symbolisia) kuvauksia näytteen sisällöstä. Nimikointi tehdään yleensä jollakin tähän tarkoitukseen kehitetyllä tietokoneohjelmalla, joista Praat on yksi vaihtoehto. Ääninäytteen on oltava digitaalisessa muodossa ts. äänitiedostona esim. tietokoneen kovalevyllä tai jonkintyyppisillä levykkeillä. Ääninäytettä kuunnellaan ja sitä piirrettyjä kuvia katsellaan analyysiohjelmalla. Kuuntelun ja katselun perusteella kirjoitetaan ääninäytteen ”pariksi” *nimikointitiedosto*, joka sisältää ääninäytteen kuvaukset. Nimikoinnin tarkoituksena on muodostaa ”maamerkkejä”, joiden perusteella alkuperäisestä puhesignaalista voidaan löytää halutut osat ja kohdistaa niihin vaikkapa akustisia analyyseja tai muita toimenpiteitä. Nimikointi on välttämätöntä, jos halutaan hallita ja hyödyntää suurta määrää puheaineistoa.

Nimikoinnissa annotaatiot on sidottava ääninäytteen aikaulottuvuuteen. Tätä varten ääninäyte yleensä *segmentoidaan*: siitä rajataan halutulla tarkkuudella *segmenttejä* (äänipätkiä, joilla on määrätty alku- ja loppupiste sekä ajallinen kesto; engl. *segment*). Segmenteille voidaan sitten antaa nimiä eli *nimikoida* ne. Myös ääninäytteen tietyille yksittäisille ajanhetkille (aikapisteille) voidaan antaa nimiä (näin syntyy ns. *ankkureita*, engl. *point*). Pelkkä ääninäytteen litterointi esimerkiksi tekstitiedostoon ei siis ole nimikoimista, koska siinä litteraation eri osia ei kytketä ääninäytteen vastaaviin ajallisiin kohtiin.¹

¹Kannattaa huomata, että litteraatio tai mikä tahansa muu transkriptio on aina *tulkinta* alkuperäisestä aineistosta. Siksi *pelkän* litteraation avulla ei pitäisi koskaan tutkia *puhetta* — vaarana on, että tulee pikemminkin tutkineeksi litteroijan näkemystä, joka on vieläpä kuvattu *kirjoitetulla* kielellä! Käyttämällä nimikointia aineiston kuvausmenetelmänä varmistetaan mahdollisimman suora yhteys alkuperäiseen puhetallenteeseen,

Annotaatiotyylejä on erilaisia ja tutkija voi kehittää oman annotaatiotavan sen mukaan, minkälaisista puheen ilmiöistä on kiinnostunut. Annotaatio voi olla esimerkiksi ortografinen ts. oikeinkirjoitusta noudattava litteraatio (engl. yl. *transliteration*, *transcript*), morfologisten yksiköiden kuvaus, prosodisten piirteiden kuvaus tai vaikkapa foneettinen *transkriptio* (engl. *transcription*) puheesta. Ensin mainitussa tapauksessa segmenttirajat voivat olla vaikkapa yksittäisten sanojen tai lauseiden välillä, kun taas foneettista tutkimusta varten rajataan usein yksittäisiä äännteitä.

Jos erilaisia puheen yksiköitä halutaan käyttää hyödyksi yhdessä, voidaan luoda useita annotaatio- tai nimikointikerroksia tai -tasoja: yhdelle merkitään äännteiden rajat, toiselle sanojen rajat, kolmannelle lauserajat jne.

Automaattisia segmentointi- ja nimikointimenetelmiä yritetään jatkuvasti kehittää eri puolilla maailmaa. Toistaiseksi tarkimman nimikoinnin saa kuitenkin aikaan ihminen, sillä puheen nimikointi vaatii monenlaisten kielellisten tulkintojen tekemistä. Samasta syystä voidaan valitettavasti todeta myös, että sekä puheen litterointi, transkriptio että nimikointi ovat aina jossakin määrin subjektiivisia tuotoksia: niiden tarkkuus ja johdonmukaisuus riippuvat nimikoijan intresseistä, tiedoista, taidoista ja teoreettisesta näkemyksestä.

6.1 Miksi puhetta nimikoidaan eli annotoidaan?

- Nimikointityökalua käyttämällä puhenäytteestä on helppo nopeasti ja tarkasti etsiä, rajata ja kuunnella eri pituisia osia. Tämä helpottaa, nopeuttaa ja tarkentaa merkittävästi litterointia ja transkriptiota. Esimerkiksi intonaatiotranskription tekeminen helpottuu, kun kuulohavaintoa voidaan heti verrata äänisignaalista laskettuun perustaaajuuskäyrään.
- Nimikoidusta äänitiedostosta voidaan mitata tarkasti puheen eri yksiköiden kestoja. Mittauksia voidaan suorittaa jopa täysin automaattisesti (edellyttäen että puhe on nimikoitu mittausten kannalta järkeviin yksiköihin). Akustiset analyysit voidaan kohdistaa vain tarvittaviin osiin näytettä.
- Nimikoinnin perusteella tehdyt mittaukset voidaan milloin tahansa toistaa täysin identtisinä. Tutkimustuloksiin on siten helppo myöhemmin palata.

jolloin tutkijalla ja tutkimuksen arvioijalla on mahdollisuus tarkistaa ja korjailia puheesta luotuja kuvauksia.

- Alkuperäistä digitoitua ääninäytettä (esim. keskusteluäänite) ei tarvitse välttämättä pilkkoa pienempiin osiin jokaista tutkimusta tai demoa varten, vaan se voidaan säilyttää kokonaisena esimerkiksi CD-ROMilla, eikä tällöin menetetä informaatiota esimerkiksi taukojen kestoista.
- Digitaalinen ääninäyte säilyy tarvittaessa täysin muuttumattomana pitkiäkin aikoja ja siitä voidaan tehdä identtisiä kopioita.
- Digitaalisia ääni- ja nimikointitiedostoja on helppo jakaa muidenkin tutkijoiden kanssa. Muut tutkijat voivat nopeasti tutustua nimikoituun puhenäytteeseen ja käyttää sitä. Nimikointiin voidaan tehdä muutoksia ja lisäyksiä oman tarpeen mukaan.
- Nimikoitu äänitiedosto voidaan lopulta liittää osaksi kaikkien tutkijoiden käyttämää puhetietokantaa, eikä tutkijoiden tarvitse aina itse kerätä ja nimikoida uusia aineistoja.

6.2 Praat-ohjelmalle tyypillisiä nimikointiominaisuuksia

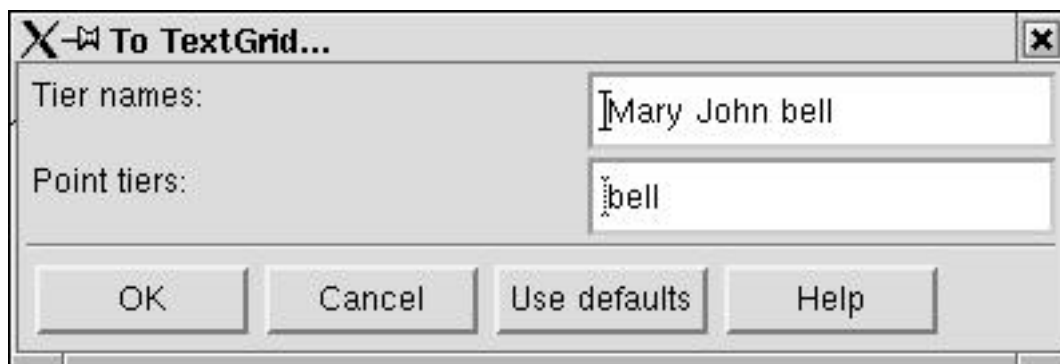
- mahdollisuus tehdä useita nimikointikerroksia (*tiers*), ts. voidaan kuvata samanaikaisia mutta eri tyyppisiä tapahtumia useilla eri tasoilla
- mahdollisuus lisätä segmenttien (*intervals*) lisäksi myös nimettyjä aikapisteitä (**PointTier**-tyyppisille riveille)
- nimikointitiedostojen (TextGrid) ja äänitiedostojen erillisuus, ts. äänitiedostoa ei nimikoitaessa muuteta - vain nimikointitiedosto muuttuu
- mahdollisuus nimikoida erittäin pitkiä äänitiedostoja yhtenäisinä (LongSound-objekteina voidaan avata jopa useiden tuntien kestoisia ääninäytteitä esim. CD-ROMilta)
- nimikointitiedostojen siirrettävyys laitteistosta ja ympäristöstä toiseen (TextGridit voidaan tallentaa tavallisina tekstitiedostoina)
- mahdollisuus skriptien avulla kohdistaa akustinen yms. analyysi haluttuihin kohtiin nimikoituja ääninäytteitä.

6.3 Miten Praat-ohjelmalla nimikoidaan puhetta?

Ennen kuin aloitat äänitiedoston nimikoinnin, varmista, että ääni on juuri sen mittainen ja editoitu sellaiseksi kuin haluat. Nimikointia varten luodaan nimittäin *TextGrid-objekti*, jonka on oltava **samankestoinen kuin sitä vastaava äänitiedosto**. Jos äänitiedoston kesto myöhemmin muuttuu (esim. päätät poistaa sen alusta ”turhaa tyhjää”) ja olet jo aloittanut nimikoinnin, joudut vaikeuksiin, koska TextGridiin merkitsemäsi segmenttirajat eivät enää vastaakaan alkuperäisiä aikapisteitä äänisignaalin. Onkin sitten hankalampi juttu siirtää segmenttirajat taas oikeisiin paikkoihin. . .

6.3.1 Nimikointiobjektin luominen Praatissa

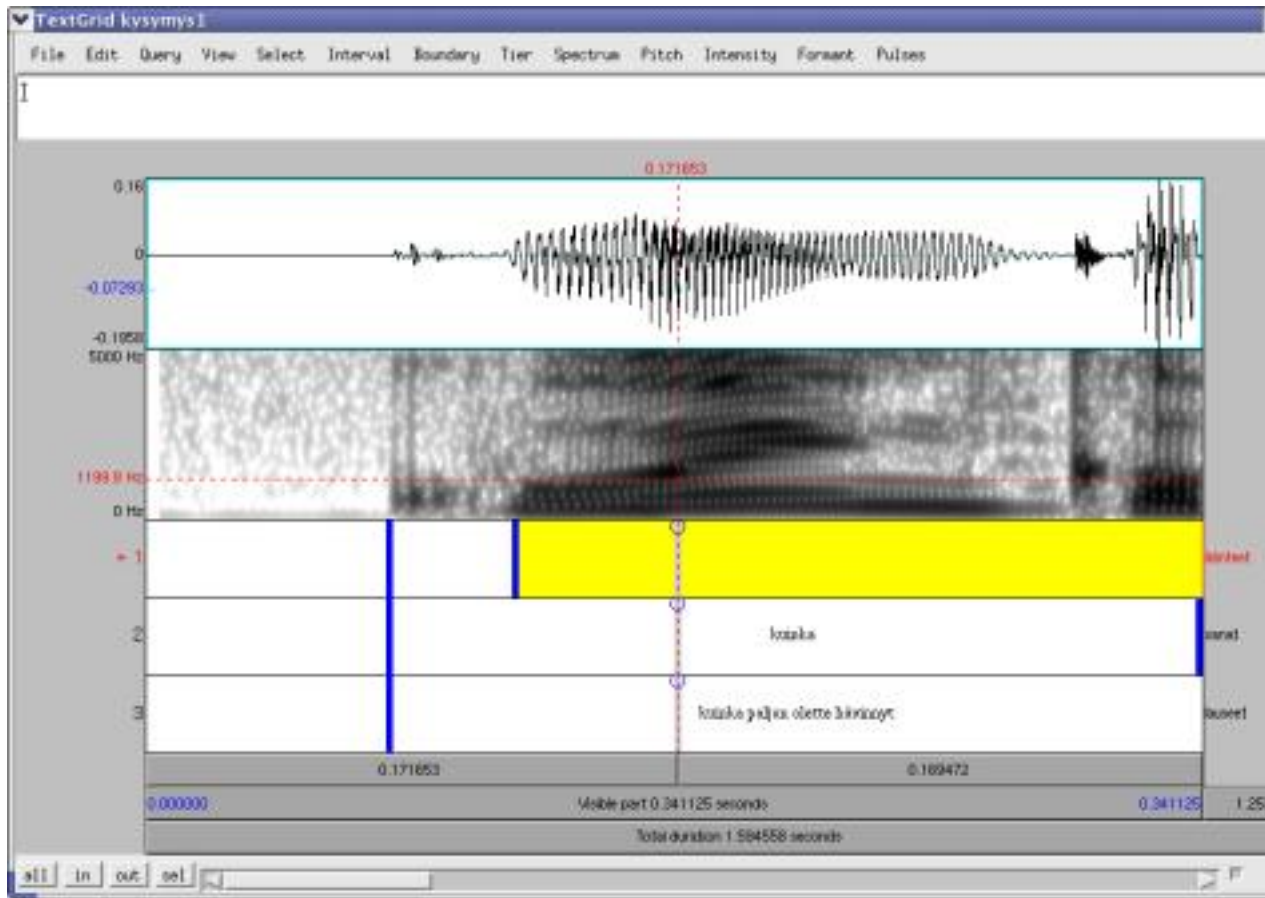
1. Avaa objektistaan haluamasi äänitiedosto joko Sound-objektina tai LongSound-objektina 4.3.1. Käytä LongSound-objektityyppiä (komento **Read: Open long sound file...**) siinä tapauksessa, että äänitiedosto on erityisen suuri, eikä mahdu kerralla tietokoneesi käyttömuistiin. Varmista, että ääniobjekti on valittuna.
2. Paina objektin oikeassa laidassa näkyvää painiketta **Annotate: To TextGrid. . .** Näkyviin tulee lomake (ks. kuva 6.1). Kirjoita ylempälle riville (*Tier names*) välilyönneillä erotettuna nimet niille nimikointikerroksille, joiden haluat olevan TextGrid-objektissa. Jos kirjoitat vaikkapa ”*äänteet sanat lauseet*”, saat kolme nimikointikerrosta. Voit muuttaa, lisätä ja poistaa nimiä, kerroksien määrää ja kerrostyyppijä myöhemmin (ks. 6.3.3).
3. Oletuksena kaikki ylärivillä mainitut nimikointikerrokset luodaan IntervalTier-tyyppisinä. IntervalTier-kerrokseen voi nimikoida vain segmenttejä, eli aikavälejä joilla on alku- ja loppuraja. Jos kuitenkin haluat, että jotkut nimikointikerroksista ovat tyyppiä PointTier, kirjoita näiden nimet myös alemmalle riville (Point tiers). PointTier-rivien nimien tulee siis esiintyä molemmissa kohdissa. PointTier-kerrokseen voi merkitä yksittäisiä aikapisteitä, joille voi antaa nimiä. Joskus tällaisistakin merkkipaaluista voi olla iloa.
4. Paina OK. Objektistaan ilmestyy uusi TextGrid-objekti, joka näkyy valittuna. Nyt voit aloittaa varsinaisen nimikoinnin.



Kuva 6.1: Tällä lomakkeella voidaan määrittää uuden TextGrid-objektin nimikointikerrosten nimet ja tyytit. Ylemmälle riville kirjoitetaan kaikkien kerrosten nimet. Jos haluat jonkin kerroksen olevan tyyppiä PointTier (eikä IntervalTier), mainitse kerroksen nimi myös lomakkeen alemmalla rivillä. Kerroksia ja niiden nimiä voi myös muokata jälkeinpäin.

6.3.2 Nimikointi

1. Valitse objektilistasta samanaikaisesti ääniobjekti (Sound tai Long-Sound) ja sitä vastaava TextGrid-objekti, jonka juuri loit. (Voit valita kaksi objektia yhtä aikaa pitämällä Shift- eli vaihtonäppäintä tai Control-näppäintä pohjassa, kun naksautat toista objektia.)
2. Paina oikealla näkyvää painiketta **Edit**. Uusi *TextGrid-editori*-ikkuna avautuu. Ikkunan yläosaa hallitsee äänisignaalin kuvaus: Ylimpänä näkyy äänen aaltomuoto eli oskillogrammi, ja sen alapuolella saattaa olla toinen ikkuna, jossa on äänestä laskettuja analyysikuvia (esim. spektrogrammi, ks. 7.1). Äänisignaalikuvien yläpuolella on kapea valkoinen osa, *kirjoitustila*. Ikkunan alareunassa näkyy valkoisia palkkeja: ne ovat nimikointirivejä eli *nimikointikerroksia (tier)*. Aktiivisena oleva nimikointirivi näkyy keltaisena.
3. TextGrid-editorissa voit kuunnella ääntä ja sen pätkiä samalla tavalla kuin Sound- ja LongSound-editoreissa (ks. luku 5). Editori-ikkunan alalaidassa (valkoisten nimikointikerrosten tai -rivien alla) näkyy kaksi tai kolme vaakasuoraa palkkia. Kun painat alinta palkkia, kuulet koko ääniobjektin sisällön yhtä soittoa. Toiseksi alin palkki soittaa koko tällä hetkellä näkyvässä olevan osan äänestä - voit käyttää tätä toimintoa, kun zoomaat äänikuvaa sisään- tai ulospäin tai vierittelet kuvaa oikealle tai vasemmalle. Kolmesta soittopalkista ylimmäinen tulee näkyviin, kun naksautat hiirellä johonkin kohtaan ääniaaltoa tai analyysikuvaa



Kuva 6.2: Kun haluat lisätä johonkin annotaatiokerrokseen uuden rajan, klikkaa ensin hiirellä oikeaa kohtaa aaltomuodosta tai analysikuvasta, ja klikkaa sitten pientä ympyrää haluamasi nimikointikerroksen yläreunassa.

tai kun valitset äänestä alueen vetämällä hiirellä sen yli. Ylimmällä soit-topalkilla voit kuunnella äänestä minkä tahansa lyhyenkin pätkän, kun muutat välillä kursorin paikkaa tai valitun alueen sijaintia. Kokeile!

4. Kun olet kuuntelemalla ja/tai katselemalla löytänyt kohdan (esim. lauseen alku), johon haluat tehdä segmenttirajan, napsauta ensin hiirellä kyseiseen kohtaan ääniaaltoa tai analysikuvaa ikkunan yläosassa. Alaosan valkoisiin nimikointikerroksiin (*tiers*) ilmestyy pystyviiva, jossa on pieni ympyrä jokaisen nimikointikerroksen yläreunassa. Napsauta hiirellä tarkasti ympyrään sen nimikointikerroksen kohdalle, johon haluat lisätä segmenttirajan. Uusi raja tulee näkyviin paksuna pystyviivana.

- Valittuna oleva segmenttiraja näkyy punaisena ja muut rajat sin-

isinä. Tietyn rajan voi valita naksauttamalla hiirellä sen päällä.

- Segmenttirajaa voi siirtää oikealle tai vasemmalle tarttumalla siihen hiirellä (mutta ei viereisten segmenttirajojen yli). Kahta tai useampaa eri nimikointikerroksissa mutta täsmälleen samassa aikapisteessä olevaa segmenttirajaa voit siirtää yhtä aikaa pitämällä Shift-eli vaihtonäppäintä pohjassa ja vetämällä yhtä rajoista.
 - Valitun (punaisen) segmenttirajan voi poistaa valitsemalla editoriikkunan **Point/Boundary**-valikosta **Remove**.
 - Jos haluat, että segmenttirajat ovat varmasti täsmälleen samassa aikapisteessä useammassa nimikointikerroksessa, tartu yhteen rajaan ja vedä se hiirellä toisessa kerroksessa olevan rajan päälle. Tällöin rajat menevät automaattisesti samaan aikapisteeseen. (Tätä mahdollisuutta kannattaa käyttää hyväksi, sillä silmämääräisesti rajoja on vaikea saada täsmälleen samaan kohtaan!)
 - Valittuna olevan nimikointikerroksen nimi näkyy punaisella tekstillä TextGrid-editorin oikeassa reunassa ja kerroksen numero myös punaisella vasemmassa reunassa.
5. Kun lause, äänne tms. yksikkö on rajattu ja haluat antaa segmentille nimen, naksauta hiirellä haluamallesi nimikointikerrokseen niiden rajojen väliin, johon haluat kirjoittaa. Kirjoita sitten segmentin nimi tavalliseen tapaan näppäimistöllä. Teksti tulee samanaikaisesti näkyviin nimikointikerrokseen segmentin kohdalle ja ikkunan yläreunassa olevaan valkeaan *kirjoitustilaan*. (Huom. Joissakin tapauksissa joudut ensin naksauttamaan ikkunan yläreunan kirjoitustilaa, ennen kuin pääset kirjoittamaan tekstiä segmenttiin.) Jo kirjoitettua tekstiä voit muokata normaalisti naksauttamalla ensin ko. segmenttiä nimikointikerroksessa ja sitten haluttua tekstikohtaa ikkunan yläosan kirjoitusrivillä.

6.3.2.1 Vihjeitä

- Huomaa, että puheessa sanojen ja äänneiden välissä ei normaalitapauksessa ole taukoja, joten seuraava äänne tai sana alkaa yleensä siitä mihin edellinen loppuu!
- On myös olemassa puheäänteitä, joiden keskellä on luonnostaan lyhyt täysin hiljainen vaihe (esimerkiksi soinnittomat klusiilit [kpt]). Tämä vaihe on osa äännettä (ja sanaa) eikä se ole siis varsinainen tauko. Jos soinniton klusiili on puhunnoksen alussa ja sitä edeltää tauko, et voi yleensä mitenkään päätellä, mistä kohtaa klusiilin sulkeumavaihe on

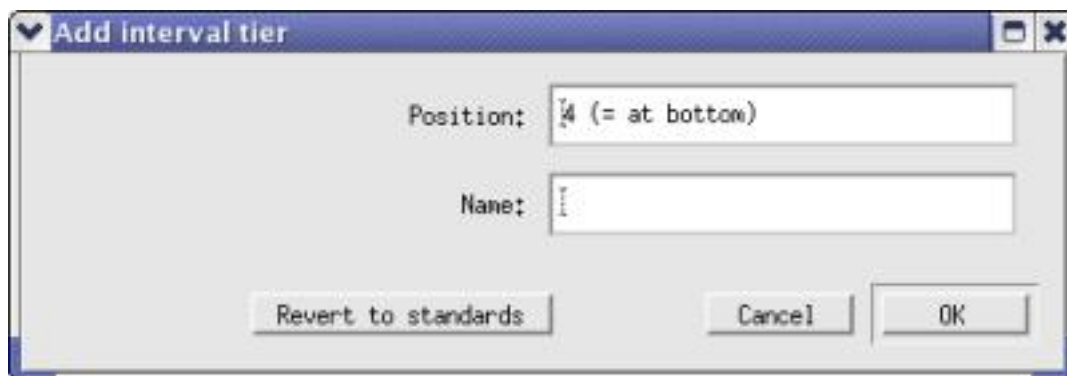
alkanut. Tässä tapauksessa kannattaa rajata ko. äänteeseen mukaan pelkkä laukeamavaihe, josta syntynyt pieni ”pyrskähtävä” ääni on monesti nähtävissä aaltomuodossa aivan puhunnoksen alussa.

- Puheen aikana ihmisen ääntöelimistö on lähes jatkuvassa liikkeessä. Ei siis ole mikään ihme, että äännerajojen löytäminen vaatii kärsivällisyyttä ja kompromisseja!
- Jos joudut nimikoimaan paljon, kannattaa jo ergonomisista syistä opetella muutama TextGrid-editorin valikkokomentoihin liittyvä näppäinoikotie, jolla voit säästää paljon hiiren liikkeitä ja naksauttelua. Näppäinoikotiet näkyvät Praatin valikoissa kyseisen komennon perässä. Esimerkiksi rivinvaihtonäppäintä painamalla voit lisätä segmenttirajan valittuun kerrokseen kursorin kohdalle (vrt. **Boundary**-valikon **Add on selected tier**), eikä tarvitse osua hiirellä pieneen rinkulaan. Sarkainnäppäimen (vastakkaiset nuolet näppäimistön vasemmassa yläreunassa) painallus soittaa valitun äänipätkän. Ctrl-näppäin ja nuoli oikealle aiheuttavat puolestaan siirtymisen seuraavaan segmenttiin valitussa nimikointikerroksessa (vrt. **View**-valikon komento **Select next interval**).
- Valitun annotaatiokerroksen nimikkeistä voi etsiä tekstiä **Edit**-valikon **Find...**-komennolla. Toiminnosta on hyötyä, kun annotoit pitkiä äänitiedostoja.

6.3.3 Nimikointikerroksien lisääminen ja poistaminen

TextGrid-editorin sisällä voit luoda lisää nimikointi- eli annotaatiokerroksia ja kopioida tai poistaa olemassaolevia.

- Jos haluat lisätä editoitavaan TextGridiin uuden IntervalTier-tyyppisen annotaatiokerroksen johon merkitään segmenttejä, valitse **Tier**-valikosta **Add interval tier...** Jos taas haluat luoda PointTier-tyyppisen kerroksen, johon merkitään yksittäisiä nimettyjä aikapisteitä, valitse **Add point tier...**
 - Näkyviin tulee lomake (ks. kuva 6.3): Merkitse *Position*-kohtaan, monesko ylhäältä laskettuna uuden kerroksen pitäisi annotaatiokerrosten ”pinossa” olla (oletuksena uusi kerros luodaan alimmaiseksi). Kirjoita luotavalle kerrokselle jokin kuvaava nimi kohtaan *Name*. Paina OK. Uusi kerros tulee heti näkyviin.



Kuva 6.3: Anna uudelle annotaatiokerrokselle paikka TextGridin kerrosten joukossa sekä jokin kuvaava nimi.

- Jos haluat poistaa TextGrid-objektista jonkin annotaatiokerroksen kaikkine merkintöineen, valitse ensin poistettava kerros klikkaamalla hiirellä johonkin ko. kerroksen kohtaan. Varmista vielä, että oikea kerros on valittuna ja sen numero ja nimi näkyvät punaisina TextGrid-editorin laidoissa. Valitse sitten **Tier**-valikosta **Remove entire tier**. Ole varovainen: tähän ei kysytä varmistusta, ennen kuin annotaatiokerros katoaa! **Edit**-valikon **Undo**-komento saattaa tosin pelastaa sinut vahingon sattuessa.
- Jos haluat poistaa TextGridin tietyltä annotaatiokerrokselta kaiken tekstin, toimi samoin kuin edellisessä kohdassa, mutta valitse komento **Remove all text from tier**. Tällöin segmenttien rajat tai ankkurit pysyvät paikoillaan, vain niiden nimikkeet hävitetään.
- Voit kopioida tietyn annotaatiokerroksen komennolla **Tier:Duplicate tier**. Tällöin sinulta kysytään samat tiedot kuin luodessasi kokonaan uutta kerrosta (ks. kuva 6.3).²

6.3.4 IPA-merkit ja erikoismerkit

Praatissa on oma tapa, jolla saa erikoismerkkejä näkyviin TextGridissä. Erikoismerkit tuotetaan näppäilemällä peräkkäin \-merkki ja jotain muita merkkejä. Näin muodostetut merkit näkyvät siis ainoastaan Praatin TextGrid-ikkunoissa ja piirtoikkunassa.³

²Duplicate-komennolla voit jakaa esimerkiksi saman yksikön kaksi piirrettä eri kerroksiin: annotoi ensin yksi piirrekerros, kopioi se, poista kopiosta kaikki teksti ja nimikoi toinen piirrekerros.

³Jos et saa foneettisia merkkejä näkymään, joudut luultavasti ensin asentamaan koneellesi erikseen ilmaisen *SIL Doulos IPA*-kirjasimen, jonka voit ladata verkosta. Link-

Kaikkien Praatissa näkyvien erikoismerkkien ja IPA-symbolien koodit näet Praatin sisäisestä manuaalista: Kun olet TextGrid-editori-ikkunassa, valitse sen oikeasta ylänurkasta **Help>About special symbols**. Sivun on hiukan suttuinen, mutta kaikkien merkkikoodien pitäisi löytyä. Voit myös yrittää käyttää manuaalin hakua (**Search manual**) ja antaa hakusanaksi ”symbols” tms. (ks. manuaalin käyttö, 3.3).

Esimerkiksi nuoli ylöspäin syntyy näppäilemällä peräkkäin `\^` (loppuun pitää näppäillä välilyönti, jotta `^`-merkin saa tuotettua). Nuoli alaspäin taas tulee näkyviin näppäilemällä peräkkäin merkit `_`

Alleviivauksien tuottaminen lienee Praatin sisällä mahdotonta. Korvikkeeksi voi keksiä jonkin oman merkintätavan siihen kohtaan, mistä alleviivaus alkaa, ja siihen, missä se päättyy. Esim.

näistä sanoista `_tämä_` on alleviivattu

mikä näkyy TextGridin intervallissa seuraavasti:

näistä sanoista `_tämä_` on alleviivattu

Huom. Pelkkä `_`-merkki Praatissa aiheuttaa seuraavan merkin näkymisen alaindeksinä, esim. `H_2O` tuottaa veden kemiallisen merkin H_2O . Jos haluaa sen sijaan tuottaa `_`-merkin, eteen on laitettava `_`-merkki (ks. sisäisen manuaalin sivu **Text styles**; 3.3).

6.4 TextGridin eli nimikointiobjektin tallennus

- Jos olet nimikointi-ikkunassa, voit tallentaa muokattavan TextGrid-objektin **File**-valikon komennolla **Write TextGrid to text file...**
- Jos olet objekti-ikkunassa, valitse ensin listasta tallennettava TextGrid-objekti ja sitten **Write**-valikosta **Write to text file...**

6.4.1 Vaihtoehtoiset tiedostomuodot

- **Write**-valikon komento **Write to short text file...** tekee nimikointitiedostosta kooltaan hieman pienemmän ja tiedostoa on helpompi editoida tarvittaessa vaikkapa tekstieditorilla, mutta tiedosto aukeaa silti Praatilla normaalisti TextGrid-objektina.

ki löytyy Praat-ohjelman kotisivulta samasta kohdasta, josta hait myös Praat-ohjelman Windows-version.

- Voit myös käyttää komentoa **Write to binary file...** Tällä komennolla tiedoston koko on huomattavasti pienempi, mutta et voi avata tiedostoa millään muulla ohjelmalla kuin Praatilla. Tiedostomuotoa kannattaa ehkä käyttää, jos nimikoit erittäin pitkiä äänitiedostoja ja teet niihin paljon nimikointikerroksia, jolloin tekstitiedoston koko saattaa nousta useampaan megatavuun.

6.4.2 Nimikoinnin siirtäminen toiseen ohjelmaan

Jos haluat siirtää esim. tekemäsi litteraation Praatin TextGridistä muualle, voit tallentaa TextGridistä pelkän tekstisisällön (ts. nimikkeet) tekstitiedostoon esim. skriptillä *save_interval_data_to_text_file.praat*. Kyseinen skripti tallentaa jokaisen intervallin sisältämän tekstin omalle rivilleen, ja rivin alkuun tulee ko. intervallin alun aikapiste sekunteina. Skriptin voit hakea omalle tietokoneellesi osoitteesta <http://www.helsinki.fi/~lennes/praat-scripts/>.

Skriptin tuottaman tekstitiedoston voit avata millä tahansa tekstieditorilla tai tekstinkäsittelyohjelmalla, esim. MS Wordillä. Jos haluat Wordissa nähdä myös käyttämäsi erikoismerkit, täytyy Etsi-Korvaa-toiminnolla korvata kaikki Praatin \-alkuiset erikoismerkkijonot vastaavilla erikoismerkeillä.

Jos tallennat TextGrid-tiedoston Praat-muodossa, tuloksena on myös tavallinen raakatekstitiedosto, mutta joukkoon tulee paljon Praatin käyttämiä kood-eja, joita voi olla hankala käsitellä. Siksi on suositeltavaa käyttää skriptiä tekstien eristämiseen. Jos ymmärrät hieman skriptien toimintaa, voit samalla skriptillä myös esimerkiksi automaattisesti mitata kunkin puhunnoksen keston tai jopa tehdä äänitiedoston vastaavista kohdista haluamasi akustiset analyysit (ks. 9).

6.5 Valmiin nimikoinnin hyödyntäminen

Praatissa voi esimerkiksi hakea TextGrid-objektista tiettyä merkkijonoa, mutta kovin hienostuneita hakutoimintoja Praat ei suoraan tarjoa. Nimikoinnin tehokas hyödyntäminen Praatilla vaatiikin jonkinasteista skriptaustaitoa tai valmiiden skriptien käyttöä (ks. 9). Praatilla huolellisesti tehty nimikointi sen sijaan mahdollistaa aineiston liittämisen puhetietokantaan, jossa nimikointia voidaan lopulta hyödyntää (ts. kohdistaa siihen hakuja) hyvinkin yksinkertaisen käyttöliittymän avulla.

Praatilla tehtyä nimikointia voi käyttää hyväksi myös muissa analyysiohjelmassa tai -ympäristöissä, mutta tämä edellyttää yleensä TextGrid-tiedoston konvertointia tarvittavaan muotoon.

6.6 Toisella ohjelmalla tehdyn transkription tuonti

Jos sinulla on äänitiedostosta tehty erillinen, tekstimuotoinen litteraatio ja haluaisit nyt yhdistää Praatilla tekstin äänitiedostoon, se onnistuu kohtuullisen helposti käyttämällä Praat-skriptiä. Edellytyksenä on, että sinulla on käytettävissä litteraatiota vastaava äänitiedosto. Tekstiedoston tulee olla raakatekstimuotoinen (raw text, plain text). Yhdessä tekstiedostossa saa myös olla vain yhden puhujan vuorosanoja kerrallaan — jos tiedostossasi esiintyy monta puhujaa, tee kullekin puhujalle yksi tiedosto, josta poistat muiden puhujien vuorot.

1. Avaa äänitiedosto Praatilla.
2. Luo äänitiedostolle TextGrid-objekti (ks. 6), johon määrität yhden intervallityyppisen nimikointirivin. Jos tiedostossa esiintyy useita puhujia, sinun pitää tehdä jokaiselle puhujalle oma nimikointirivi, jolloin voit helposti kuvata myös päällekkäispuhuntaa.
3. Merkitse sitten TextGridiin rajat kaikille sellaisille kohdille, jotka vastaavat rivinvaihtoja tekstiedostossa. Helpointa tämä on, jos tekstiedoston rivinvaihdot vastaavat suunnilleen puhujan pitämiä taukoja, jolloin sinun tarvitsee vain rajata äänitiedostosta hiljaiset taukopaikat. (Taukoja voi jopa yrittää etsiä automaattisesti *mark_pauses.praat*-nimisen skriptin avulla, joka löytyy ao. osoitteesta.)
4. Hae koneellesi tekstirivien tuontiskripti nimeltä *label_from_text_file.praat*. Skripti löytyy osoitteesta <http://www.helsinki.fi/~lennes/praat-scripts/>.
5. Valitse Praat-ohjelman objektistasta TextGrid-objekti, johon merkitset yksiköiden rajat ja johon haluat tuoda tekstiä. Avaa ja suorita skripti (ks. ohjeet 9.5).

Erikoismerkit eivät esim. Wordin tuottamasta raakatekstistä siirry oikein. Käytä tarvittaessa jo etukäteen etsi-korvaa-toimintoa ja muunna erikoismerkit Praatin vastaaviksi koodeiksi (ks. 6.3.4).

Luku 7

Akustinen analyysi

Puheääni voi syntyä vaihtelevasti eri kohdissa ääntöväylää. Soinnillisten ään-
teiden (esim. vokaalien) aikana suurin osa äänestä syntyy äänihuulten paukahdel-
lessa toisiaan vasten. Tästä syntyy suriseva ääni. Toisaalta esimerkiksi frikati-
ivikonsonanteissa muodostetaan johonkin kohtaan suuonteloa kielellä ja/tai
huulilla kapeikko, josta nipin napin kulkevaan ilmaan muodostuu pyörteitä
eli syntyy hälyä: erilaista sihinää tai kohinaa. Klusiileissa tämä häly esiintyy
pienen pieninä pyrskähdyksinä, kun puhuja sulkee ääntöväylänsä kokonaan
ja päästää sitten sulkeuman äkillisesti aukeamaan.

Eri tavoin muodostuneet lähdeäänit heijastelevat ääntöväylässä edestakaisin
ja samalla *suodattuvat*: jotkut äänen osataajuudet vahvistuvat ja toiset heikkenevät.
Suodattumiseen vaikuttaa se, minkä muotoinen puhujan ääntöväylä kul-
loinkin on, joten puhuja voi ”muovailla” lähdeääntä artikulaatioliikkeillä, es-
imerkiksi kielellään ja huulillaan. Osa suodatetusta äänienergiasta tulee ulos
puhujan suusta ja/tai nenästä muiden kuultaviin.

Puheen akustisen analyysin avulla voidaan pyrkiä esimerkiksi

- kuvaamaan tallennetun puhesignaalin akustisia ominaisuuksia ja päät-
telemään, miten puhuja on toiminut saadakseen puhesignaalin aikaan
(esim. puheen häiriöiden toteaminen tai puheteknologinen kehitystyö)
- saamaan objektiivista lisävahvistusta tietyille puheesta havaituille om-
inaisuuksille, joilla arvellaan olevan merkitystä tutkimustyön kannalta
(esim. puheen intonaation tutkimus).

7.1 Spektrogrammi

Puhe on aina kompleksista ääntä, josta ns. Fourier-analyysin avulla voidaan
löytää paljon eritaajuisia *komponentteja* l. *osataajuuksia*. Spektrogrammi on

Fourier-analyysiin perustuva äänen aika-taajuusesitys. Sen avulla voidaan havainnollistaa äänen spektrin (ts. taajuusrakenteen) muuttumista ajassa. Spektrogrammista saadaan nopeasti kokonaiskäsitys äänisignaalin osataajuuksien jakautumisesta ja voimakkuuksista.

Eri tarkoituksiin on perinteisesti laskettu kahdentyyppisiä spektrogrammeja, ns. *leveäkaistaisia* ja *kapeakaistaisia*. Näiden avulla on voitu mukavasti erottaa (mies)äänen tärkeimmät spektraaliset ominaisuudet.

Leveäkaistainen spektrogrammi (analyysi-ikkunan pituus n. 4.3 ms) näyttää tarkasti ajassa tapahtuvia muutoksia ja esimerkiksi glottisperiodit (äänihuulten ”paukaukset”) näkyvät selvästi pystyraitoina.

Leveäkaistainen spektrogrammi on kätevä esimerkiksi nimikoinnissa, kun määrittelet äänneiden rajoja. Spektrin ajalliset muutokset näkyvät tarkasti ja onnistut ehkä löytämään nopeammin spektraalisia ”käännekohtia”, jotka ovat usein hyviä ehdokkaita segmenttirajoiksi. (Rajakohta on tietenkin varmistettava kuuntelemalla.)

Kapeakaistaisessa spektrogrammissa (analyysi-ikkunan pituus n. 29 ms) sekä formantit (näkyvät tummina vaakakaistaleina etenkin soinnillisissa äänneissä), äänen osataajuudet (ns. harmoniset, harmonics) että näiden ajassa tapahtuvat muutokset erottuvat parhaiten.

Kapeakaistainen spektrogrammi voi olla hyödyllinen esimerkiksi kun haluat tarkistaa F0- eli perustaaajuusanalyysin oikeellisuuden. Tällöin editori-ikkunassa kannattaa määritellä näkyviin vain spektrogrammin alimmat taajuudet, niin että vain muutama alin osataajuus erottuu selvästi.

Huomaa, että spektrogrammi on ainoastaan tapa visualisoida äänen taajuusrakennetta ajan funktiona. *Spektrogrammi ei sinänsä ole varsinainen tulos tai tilastollista aineistoa; se on vain yleiskuva tietystä äänisignaalista.* Tilastolliseen tutkimukseen siis tarvitaan muita numeerisia mittauksia. Jos taas teet kvalitatiivista tutkimusta, spektrogrammi sinänsä ei riitä, vaan se vaatii perustellun tulkinnan. Oman kokemukseni mukaan spektrogrammi on paras väline tutkijalle itselleen - sen avulla voi kahlata aineistoa läpi ja etsiä varsinaisia mitattavia tutkimuskohteita. Yksittäisiä aineistosta poimittuja esimerkkejä voi toki tarvittaessa havainnollistaa spektrogrammeilla myös varsinaisissa julkaisuissa.

7.1.1 Spektrogrammin tuottaminen

7.1.1.1 Editori-ikkunassa

Spektrogrammi saadaan näkyviin äänieditorissa (5) tai TextGrid-editorissa (6.3.2) valitsemalla **Spectrum**-valikosta **Show spectrogram**. Tällöin spektrogrammin tärkeimpiä asetuksia voidaan tarvittaessa muuttaa **Spectrum**-valikon komennolla **Spectrogram settings...**

- Jos haluat laskea *leveäkaistaisen spektrogrammin* (oletus Praatissa), analyysi-ikkunan pituudeksi (*window length*) tulisi antaa noin 0.005 s eli 5 ms (tällöin ns. kaistanleveydeksi saadaan 260 Hz).
- Jos haluat laskea *kapeakaistaisen spektrogrammin*, analyysi-ikkunan pituudeksi tulisi antaa noin 0.03 s eli 30 ms (tällöin ns. kaistanleveydeksi saadaan 43 Hz).

7.1.1.2 Objekti-ikkunassa

Objekti-ikkunassa uusi spektrogrammiobjekti voidaan luoda valitsemalla ensin haluttu ääniobjekti ja painamalla dynaamisen valikon painiketta **Spectrum:To Spectrogram...** Kohtaan *Window length* merkitään analyysi-ikkunan pituus kuten äänieditorin kautta laskettaessa.

7.2 Spektrit

Tätä osiota ei ole vielä kirjoitettu.

spektri
Fourier-muunnos
lyhytaikaisspektri
jatkuva Fourier-muunnos

7.3 F0- eli perustaajuusanalyysi

Puheen laskennallinen perustaajuus on suhteessa puheen havaittuun sävelkorkeuteen, minkä vuoksi perustaajuusanalyysia hyödynnetään paljon esimerkiksi puheen intonaation tutkimuksessa.

Soinnillisten äänteiden aikana puhujan äänihuulet paukahtelevat nopeasti toisiaan vasten. Puhuja voi säädellä äänihuulten värähtelytapaa ja niiden paukahtelunopeutta muuttamalla äänihuulten pituutta ja jäykkyyttä, säätämällä niiden asentoa toisiinsa nähden ja muuttamalla keuhkoista ulos virtaavan

ilman painetta. Puheesta tehtävää *perustaaajuusanalyysia* käytetään, kun halutaan saada mahdollisimman tarkasti selville puhujan äänihuulten värähtelytaajuus soinnillisten äänteiden aikana. Perustaaajuutta mitataan hertseinä (Hz): yksi hertsi tarkoittaa yhtä värähdystä sekunnissa. Puheen tyypillinen perustaaajuus riippuu puhujan fyysisistä ominaisuuksista ja siinä on paljon yksilöllisiä eroja. Miespuhujien perustaaajuus liikkuu keskimäärin 100 Hz:n tietämällä, kun taas naispuhujien perustaaajuus voi olla keskimäärin 150-200 Hz.

7.3.1 Puheen perustaaajuus ja sävelkorkeushavainto

Puheen laskennallinen perustaaajuus on tiettyssä epäsuorassa suhteessa puheen havaittuun sävelkorkeuteen. Yleensä voidaan sanoa, että mitä korkeampi perustaaajuus, sitä korkeampana ääni havaitaan. Hertsiasteikko ei kuitenkaan kerro suoraan havaitusta sävelkorkeudesta, vaan tähän tarkoitukseen on kehitetty erilaisia havaintoa kuvaavia sävelkorkeusasteikoita, esim. mel- tai puolisävelasteikko. *Havaintoon perustuvat sävelkorkeusasteikot ovat aina suhteellisia eivätkä absoluuttisia*: ei voida esim. ilmoittaa että jokin havaittu sävelkorkeus oli 20 puolisävelaskelta, vaan on mainittava, mihin toiseen ääneen verrattuna havaittava sävelkorkeus on ilmoitettu, esim. 20 puolisävelaskelta 100 Hz:n yläpuolella.

7.3.2 Perustaaajuuskäyrän tuottaminen

7.3.2.1 Editori-ikkunassa

Äänieditorissa (ks. 5) tai nimikointi-ikkunassa (TextGrid-editori, ks. 6.3.2) voit kytkeä perustaaajuuskäyrän näkyviin tai piilottaa sen **Pitch**-valikon komenolla **Show pitch**. Perustaaajuuskäyrä näkyy editori-ikkunassa sinisenä. Perustaaajuusasteikko näkyy editorin *oikeassa laidassa sinisillä numeroilla*. Kun napsautat hiirellä johonkin kohtaan aaltomuoto- tai analyysikuvassa, näet cursorin kohdalla punaisen ristikon. Perustaaajuuskäyrän arvo hiirellä valitsemassasi ajankohdassa (punaisen pystyviivan kohdalta mitattuna) näkyy sinisenä lukuarvona vastaavalla kohdalla editori-ikkunan oikeassa laidassa. Mikäli haluat saada tarkan perustaaajuusarvon kopioidaksesi sen johonkin toiseen ohjelmaan, valitse editorin **Pitch**-valikosta komento **Get pitch**. Mittausarvo tulee näkyviin Info-ikkunaan, josta voit kopioida sen hiiren avulla muualle.

Perustaaajuusanalyysin asetukset Perustaaajuusanalyysi ei välttämättä tuota järkevää tulosta kaikille puhujille. Jos perustaaajuuskäyrä ei mielestäsi

näytä järkevältä tai odotuksiesi mukaiselta, voit tarvittaessa muuttaa analyysin asetuksia **Pitch**-valikon kohdasta **Pitch settings...** Erityisesti kannattaa tarkistaa kohta *Pitch range*, jossa analyysille asetetaan sellainen taajuuden ala- ja yläraja, joiden välillä kyseisen puhujan perustaaajuuden oletetaan pääasiassa liikkuvan. Miespuhujan alaraja voi olla matalaäänisellä miehellä jopa 50-60 Hz tai oletusarvoinen 75 Hz. Naispuhujan alarajaksi voi tarvittaessa määrittää hieman korkeamman lukeman, esim. 100 Hz. Jos puhuja on kimeä-ääninen lapsi, alarajaa kannattaa nostaa tarvittaessa reilustikin ja tarkistaa samalla, että myös yläraja on riittävän korkealla.

Mikäli haluat ainoastaan muuttaa näkyvissä olevan perustaaajuuskäyrän asteikkoa, valitse **Pitch**-valikosta kohta **Advanced pitch settings...** ja lisää kohtaan *View range* sopivat ala- ja ylärajat.

7.3.2.2 Objekti-ikkunassa

Objekti-ikkunassa uusi **Pitch**-objekti voidaan luoda valitsemalla ensin haluttu ääniobjekti ja painamalla dynaamisen valikon painiketta **Periodicity:To Pitch...** Kohtiin *Pitch floor* ja *Pitch ceiling* annetaan tarvittaessa puhujakohtaisesti perustaaajuusanalyysin odotettavissa olevat ala- ja ylärajat samoin kuin editorin kautta laskettaessa (ks. yllä). Näin syntyvästä uudesta **Pitch**-objektista voidaan tehdä mittauksia **Query**-painikkeella tai piirtää kuvia piirtoikkunaan **Draw**-komennoilla (ks. 8). Objektin sisältöä voidaan tarkastella *Pitch-editorissa* (valitse **Pitch**-objekti ja paina **Edit**). Valittuna oleva **Pitch**-objekti voidaan myös tallentaa **Write**-valikon komennoilla (ks. 4.3.2).

7.3.3 Miksi perustaaajuuskäyrässä on joissakin kohdissa aukkoja?

Soinnottomien äänteiden aikana äänihuulet eivät värähtele toisiaan vasten, joten tällaisten äänteiden kohdalla myöskään perustaaajuusanalyysi ei ”löydä” äänestä tarpeeksi periodisuutta. Esimerkiksi soinnittomat klusiilikonsonantit [k p t] sisältävät luonnostaan lähes täysin hiljaisen ns. sulkeumavaiheen, jonka aikana puhuja ei tuota äänihuulillaan sointia ja lisäksi katkaisee ilmavirran ulospääsyreitit sulkemalla nenäportin sekä tukkimalla jonkin kohdan suuontelostaan kielellään tai huulillaan. Perustaaajuuskäyrän katkoksen kohdalla voi luonnollisesti olla taukokin. Mikäli puhujan äänenlaatu muuttuu jossakin kohtaa siten, että äänihuuliperiodit ovat epäsäännöllisiä (esim. narinainen ääni), voi perustaaajuusanalyysi tuottaa outoja tuloksia tai käyrässä voi näkyä katkos. Tätä ongelmaa ei ehkä saa korjattua edes analyysiasetuksia muuttamalla.

7.4 Intensiteetti (äänekkyyys)

Äänen laskennallinen intensiteetti on tietyssä epäsuorassa suhteessa äänen havaittuun voimakkuuteen eli äänekkyyteen.

7.4.1 Puheen intensiteetti ja voimakkuushavainto

Yleensä voidaan sanoa, että mitä korkeampi intensiteetti, sitä äänekkäämpänä ääni havaitaan. Intensiteettikäyrästä saatava informaatio voidaan periaatteessa nähdä myös aaltomuotokäyrästä tutkimalla sen amplitudia eli pystyakselilla tapahtuvien heilahdusten laajuutta. Praatin *intensiteettikäyrässä näkyvä desibeliasteikko on suhteellinen*. Praatissa mitatut desibeliarvot eivät siis kerro esimerkiksi fysikaalista äänenpainetta alkuperäisessä puhetilanteessa, mikäli äänitettä ei ole jo äänitystilanteessa kalibroitu.¹ Siitä voidaan tutkia, onko esimerkiksi jokin tavu ollut ympäristöönsä nähden äänekkäämpi. Tämä edellyttää, että mikrofoni on pysynyt tutkittavalla ajanjaksolla puhujan nähden paikallaan.

7.4.2 Intensiteettikäyrän tuottaminen

7.4.2.1 Editori-ikkunassa

Äänieditorissa (ks. 5) tai nimikointi-ikkunassa (TextGrid-editori, ks. 6.3.2) voit kytkeä intensiteettikäyrän näkyviin tai piilottaa sen **Intensity**-valikon komennolla **Show intensity**. Intensiteettikäyrä näkyy editori-ikkunassa keltaisena. Intensiteettiasteikko näkyy editorin *oikeassa laidassa analyysi-ikkunan sisäpuolella vihreillä numeroilla*. Kun napsautat hiirellä johonkin kohtaan aaltomuoto- tai analyysikuvassa, näet cursorin kohdalla punaisen ristikon. Intensiteettikäyrän arvo hiirellä valitsemassasi ajankohdassa (punaisen pystyviivan kohdalta mitattuna) näkyy vihreänä lukuarvona vastaavalla kohdalla editori-ikkunan oikeassa laidassa. Mikäli haluat saada tarkan intensiteettiarvon kopioidaksesi sen johonkin toiseen ohjelmaan, valitse editorin **Intensity**-valikosta komento **Get intensity**. Mittausarvo tulee näkyviin Info-ikkunaan, josta voit kopioida sen hiiren avulla muualle.

¹Kalibrointi voidaan suorittaa esimerkiksi äänittämällä puheen yhteydessä tietty standardoitu ääni (jonka tuottama äänenpaine on tunnettu) tietyltä etäisyydeltä puhujan ja mikrofoniin nähden. Jälkeenpäin kalibrointiäänen ja varsinaisen puheen intensiteettiä vertaamalla saadaan selville myös puheen äänenpaine. Jotta kalibrointi on pätevä, mikrofonin on myös pysyttävä puhujan nähden täysin paikallaan koko äänityksen ajan. Kalibrointi ei myöskään onnistu suuntaavilla mikrofoneilla, joita puheäänityksessä usein käytetään. Mikäli kalibrointi on välttämätöntä, asiassa kannattaakin kysyä apua akustiikan ammattilaiselta.

7.4.2.2 Objekti-ikkunassa

Objekti-ikkunassa uusi **Intensity**-objekti voidaan luoda valitsemalla ensin haluttu ääniobjekti ja painamalla dynaamisen valikon painiketta **To Intensity...** Kohtaan *Minimum pitch* voidaan tarvittaessa merkitä puhujakohtaisesti odotettavissa oleva perustaaajuusanalyysin alaraja. Näin syntyvästä uudesta **Intensity**-objektista voidaan tehdä mittauksia **Query**-painikkeella tai piirtää kuvia piirtoikkunaan **Draw**-komennoilla (ks. 8). Valittuna oleva **Intensity**-objekti voidaan myös tallentaa **Write**-valikon komennoilla (ks. 4.3.2).

7.5 Formanttianalyysi

Puheen formanttianalyysillä on pitkät perinteet etenkin vokaalitutkimuksessa. Koska formantit liittyvät ääntöväylän muotoon puheentuoton aikana, voidaan niiden keskitaaajuuden muutosten ja keskinäisten suhteiden perusteella tietyin edellytyksin tehdä johtopäätöksiä puhesignaalin tuottamiseen käytetyistä artikulaatioliikkeistä. Varovaisuus tulosten tulkinnassa on kuitenkin tarpeen.

7.5.1 Mikä on formantti?

Puhe on aina kompleksista ääntä, josta ns. Fourier-analyysin avulla voidaan löytää paljon eritaajuisia komponentteja l. osataajuuksia. Puheääni voi saada alkunsa kurkunpäässä ja/tai muissa kohdissa ääntöväylää äänneestä riippuen. Tämän lähdeäänien osataajuudet vahvistuvat tai heikkenevät amplitudeiltaan sen mukaan, minkä muotoisessa ääntöväylässä ääni liikkuu ja heijastuu. Osa näistä ääntöväylässä suodattuneista ääniaalloista säteilee lopulta suun ja/tai nenän kautta ulkomaailmaan.

Ääntöväylää (kurkunpäästä huuliin asti) voidaan yksinkertaistaen verrata jonoon eripituisia ja -paksuisia putkia. Mikä tahansa putki taas vahvistaa kaikkia sellaisia ääniaaltoja, joiden aallonpituus (joka on kääntäen verrannollinen aallon taajuuteen) on sopivassa suhteessa putken pituuteen. Ihminen kykenee tietyissä rajoissa muuttelemaan ääntöväylänsä muotoa (esim. liikuttamalla kieltään, huuliaan jne.), jolloin ääntöväylän ”putkijonon” osien lukumäärä, pituudet (ja paksuudet) muuttuvat. Jokainen putkenpää (myös avonainen pää!) aiheuttaa äänien osittaisen heijastumisen putkessa takaisinpäin. Niinpä ääntöväylässä liikkuu jatkuvasti ääniaaltoja molempiin suuntiin, ja aallot tulevat toisiaan vastaan.

Kuvittele, että istut keinusssa ja kaverisi antaa sinulle vauh-

tia. Kun kaverisi seisoo edessäsi tai takanasi ja tyrkkää keinua joka kerran juuri oikeassa vaiheessa, saat parhaat ”vauhdit” eli keinusi heilahtelee vähitellen yhä korkeammalle. Olisikin turha antaa vauhtia silloin, kun keinu ei ole kohdalla! Ja jos kaverisi siirtyy keskelle keinun rataa seisomaan ja yrittää tyrkätä sinua takaisinpäin kun keinu heilahtaa kovaa vauhtia häntä kohti, hän tuskin onnistuu, vaan keinu todennäköisimmin pysähtyy (ja kaverisi ehkä kaatuu ja satuttaa itsensä). Ajoitus on siis tärkeä.

Jos kaksi ääniaaltoa tulee toisiaan vastaan ja kulkee toistensa läpi sellaisessa kohdassa, jossa molemmat sattuvat olemaan samassa vaiheessa (esim. molempien aaltojen ilmanpainehuiput osuvat toisiinsa samassa pisteessä), kyseisellä kohdalla syntyy hetkellisesti amplitudiltaan suurempi aalto. Toisiinsa törmäävät aallot siis summautuvat. Jos taas aallot ovat kohdatessaan päinvas-
taisessa vaiheessa toisiinsa nähden, on aaltojen yhteenlaskettu amplitudi kyseisellä kohdalla nolla, ts. ne kumoavat toisensa. Tietyissä olosuhteissa aallot saattavat putken sisällä jatkuvasti törmätä samanvaiheisinä samassa kohdassa, jolloin syntyy resonanssi. Resonanssiin osallistuvilla aalloilla on silloin joko sama taajuus (ja siten myös sama aallonpituus) eli aalto törmää sopivan pituisessa putkessa aina itsensä heijastumiin, tai sitten vähintään kahden eri osataajuuden aallonpituudet ovat tietyissä suhteissa toisiinsa ja putken pituuteen. (Kuvittele, että kaverisi tyrkkäisi keinulle vauhtia vain joka toisella tai kolmannella heilahduksella.) Putken pituus siis määrää, minkätaajuiset aallot putkessa voivat resonoida. (Ks. myös 3.5.1)

Formantti vastaa yhtä tai useampaa ääntöväylän resonanssia eli sellaista taajuutta, jonka mukaiset ääniaallot vahvistuvat jossakin ääntöväylän kohdassa. Formantit nähdään ”harjanteina” tai ”huippuina” puhesignaalin pätkästä lasketussa spektrissä. Formanttien sijainnin ja liikkeen on osoitettu vaikuttavan merkittäväällä tavalla myös puheäänneestä syntyvään havaintoon. Tämä on aivan luonnollista: ovathan formantit tietyssä monimutkaisessa suhteessa siihen, millä tavalla puhuja on liikuttellut ääntöväyläputkistonsa osia. Ääntöväylällä on periaatteessa aina monia (äärettömästi) resonansseja, mutta niistä vain muutama vaikuttaa selvästi esim. vokaalien laadun havaintoon. Yleensä puheäänneen spektristä ei edes yritetä tunnistaa enempää kuin korkeintaan viisi alinta formanttia, koska ihmiskorvakaan ei juuri erota formanttien muutoksia näitä korkeammilta taajuuksilta.

Tietyn puhesignaalin pätkän spektrin muotoa voidaan approksimoida LPC-menetelmällä ja arvioida siten esimerkiksi formanttien keskitäajuuksia (eli

mitä taajuuksia ääntöväylä on kulloinkin parhaiten vahvistanut). Ääntöväylän resonanssit vaikuttavat tietenkin mihin tahansa ääneen, joka ääntöväylän läpi kulkee, mutta formantteja mitataan useimmiten vokaaleista, koska näistä on olemassa paljon tutkimusta (ts. ”referenssiarvoja” joihin verrata) ja automaattiset formanttianalyysimenetelmätkin yleensä toimivat vokaaleilla parhaiten.

Puhe on kuitenkin käytännössä ääntöväylän jatkuvaa liikettä ja LPC nerokkuudessaankin vain matemaattinen malli, joten pelkällä formanttianalyysillä ei luultavasti saada koskaan täydellistä kuvaa siitä, minkä muotoinen ääntöväylä puhujalla on todellisuudessa ollut tietyllä ajanhetkellä. Millä tahansa ohjelmalla tehty automaattinen formanttianalyysi on pelkkä laskennallinen arvio spektrin hallitsevimmistä huipuista, ja formanttianalyysin virhelähteet onkin tunnettava tarkoin, ennen kuin formanttianalyysin tuloksia voi tulkita ja käyttää.

7.5.2 Formanttianalyysin laskentaperiaatteet

Praat-ohjelmalla tehdyn formanttianalyysin lopputuloksena syntyy Formant-objekti, joka edustaa ääniobjektin spektrirakennetta ajan funktiona. Se on siis jono tasaisin välimatkoin laskettuja näytteitä, joissa kussakin on taajuus- ja kaistanleveysinformaatio useasta formantista sekä informaatiota ikkunan maksimi-intensiteetistä. Formant-objekti on siis rakenteeltaan ikään kuin kaavamainen tai karkeistettu versio spektrogrammista. Praat-ohjelman oletusformanttianalyysi on Burgin algoritmi, jota käytetään komennolla **Sound: To Formant (burg)...** (ks. 7.5.3 alla).

7.5.2.1 Formanttianalyysin toiminta

Aluksi äänisignaali **näytteistetään uudelleen** näytetaajuuteen, joka on kaksi kertaa *Maximum formant*-kohdassa annettu formanttien ylärajataajuus. Sitten signaali **esivahvistetaan** (pre-emphasis), jotta myös ylemmillä taajuuksilla olevat, luonnostaan vaimeammat huiput saisivat saman painoarvon kuin alemmat formantit. Näin saadusta signaalista lasketaan tietyin välimatkoin **lyhytaikaisspektrejä** (spektrien välimatka ja spektri-ikkunan leveys määritellään kohdissa *Time step* ja *Window length*).

Sitten approksimoidaan kussakin analyysi-ikkunassa tai -kehyksessä (frame) saatua spektriä **lineaariprediktio-** eli LP- tai LPC-menetelmällä (Linear Predictive Coding, josta käytetään tässä Burgin algoritmia). Lineaariprediktiossa spektrin muotoa pyritään kuvaamaan pienellä määrällä huippuja, joille arvioidaan keskitaajuus ja kaistanleveys. Näiden huippujen voidaan katsoa edustavan ääntöväylän resonansseja l. formantteja. LPC:n tulos on itse asi-

assa joukko kertoimia, jotka eivät sinänsä ole ihmiselle lainkaan havainnollisia. Siksi formanttianalyyseissä vielä jatkojalostetaan kertoimien antamaa informaatiota formanttien taajuus- ja kaistanleveysarvoiksi.

Koska algoritmi löytää aluksi formantteja myös hyvin matalilta ja korkeilta taajuuksilta, **poistaa Burg-algoritmi lisäksi** formantit 50 Hz:n alapuolelta sekä formantit jotka ovat korkeammalla kuin Maximum formant - 50 Hz. Jos välttämättä haluat pitää nämäkin taajuuskaistat mukana (jolloin tuskin saat perinteisen näköisiä F1- ja F2-arvoja), kokeile komentoa **Sound: To Formant (keep all)**... Jos taas haluat välttämättä saada aina pyytämäsi tietyn määrän formantteja tasaisesti jakautuneina koko antamallasi taajuusalueelle, voit kokeilla muuten epäluotettavaa Split-Levinson-algoritmia komennolla **Sound: To Formant (sl)**...

Huom. Yllä kerrotulla tavalla tuotettu Formant-tyyppinen objekti sisältää vain ne formantit, joita signaalista on kussakin ikkunassa löytynyt, ja taajuusarvot saattavat heittelehtiä paljonkin peräkkäisten ikkunoiden välillä. Peräkkäisten formanttiarvojen ”jatkuvuutta” tämä perusanalyysi ei yritä etsiä. Jos haluat tutkia esim. vokaalisegmentin sisällä tapahtuvia formanttiliikkeitä, tee ensin tämä analyysi, mutta katso sitten kohta Tracking (7.5.4).

7.5.3 Burg-formanttianalyysin tekeminen

Tapa 1: Jos haluat vain katsella Praatin laskemia formanttiarvoja esimerkiksi yhdessä äänen aaltomuodon ja spektrogrammin kanssa, tee formanttianalyysi äänieditori-ikkunan sisällä.

1. Valitse objektilistasta ääniobjekti (tyyppiä **Sound**), jolle haluat suorittaa formanttianalyysin.
2. Paina hiirellä objektilistan oikeassa laidassa näkyvää painiketta Edit, jolloin saat näkyviin äänieditori-ikkunan.
3. Valitse äänieditori-ikkunan **View**-valikosta **Show formant** (ja muut analyysit, jotka haluat näkyviin samanaikaisesti). Formanttianalyysi tulee näkyviin ääniaallon alapuolelle punaisina pisteinä.
4. Tarkista analyysin asetukset **View**-valikon kohdasta **Formant analysis**... Äänieditorissa voi tehdä formanttianalyysin vain burg-algoritmeilla. Asetukset ovat muuten samat kuin analyysitavassa 2, mutta formanttien maksimimäärää ei tässä anneta, vaan sen sijaan kohta *Number of poles* viittaa lineaariprediktiossa käytettävien kertoimien määrään. Jos tämä arvo on 10, algoritmi etsii viittä formanttia.

5. Jos ikkunassa on kerrallaan näkyvissä pitkä pätkä äänisignaalia, formanttianalyysi ei ehkä näy koko ikkunan osalta. Jos haluat analyysin laskettavaksi pitemmältä aikaväliltä, muuta haluamasi sekuntimäärä **View**-valikon komennolla **Analysis resolution...**, kohtaan **Formant max. duration (s)**. Huomaa kuitenkin että formantit lasketaan uudelleen aina kun vierität tai zoomaat editori-ikkunaa, joten pitkä formanttianalyysi voi hidastaa työskentelyä. Formantit kannattaakin editorissa kytkeä pois päältä aina kun niitä ei tarvita.
6. Halutessasi voit tehdä äänieditorissa mittauksiakin seuraavasti:
 - summittaisia mittauksia klikkaamalla hiirellä jonkin punaisen formanttipisteen kohdalle (taajuus hiiren kohdalla näkyy ikkunan vasemmassa reunassa punaisella) tai
 - tarkempia mittauksia klikkaamalla hiirellä johonkin kohtaan äänisignaalia tai spektrogrammia ja valitsemalla sitten **Query** -valikosta esim. **Get first formant**, jolloin Info-ikkunassa näkyy ajallisesti lähin 1. formantille mitattu arvo kursorin kohdalta. (Nämä **Query**-valikon formanttikomennot toimivat vain jos formanttianalyysi on valittuna **View**-valikossa.)

Tapa 2 Kun haluat analysoida tarkemmin, tehdä tarkkoja mittauksia, piirtää kuvia, tai käyttää formanttianalyysejä skriptin sisällä, luo formanttiobjekti erikseen objektilistassa.

1. Valitse objektilistasta ääniobjekti (tyyppiä 'Sound'), jolle haluat suorittaa formanttianalyysin.
2. Paina hiirellä objektilistan oikeassa laidassa näkyvää painiketta **Formants & LPC** ja valitse sen alavetovalikosta **To Formant (burg)...**
3. Varmista, että formanttianalyysin asetukset ovat oikein:

Time step (sekuntia): Aika-askel; aika peräkkäisten analyysikehysten tai -ikkunoiden keskikohtien välillä. Jos analysoitava ääniobjekti on 2 sekunnin pituinen ja aika-askel on 0.01 sekuntia, analysoidaan yhteensä noin 200 kehystä. Todellinen lukumäärä on kuitenkin hieman pienempi, koska mittaaminen on hankalampaa ääninäytteen reunoilla.

Max. number of formants: Etsittävien formanttien maksimilukumäärä.

Ihmispuheen analyyseissa kannattaa yleensä käyttää arvoa 5. Jos *Maximum formant*-parametri on myös asetettu oikein, tämä on ainoa tapa jolla saat järkeviä tuloksia.

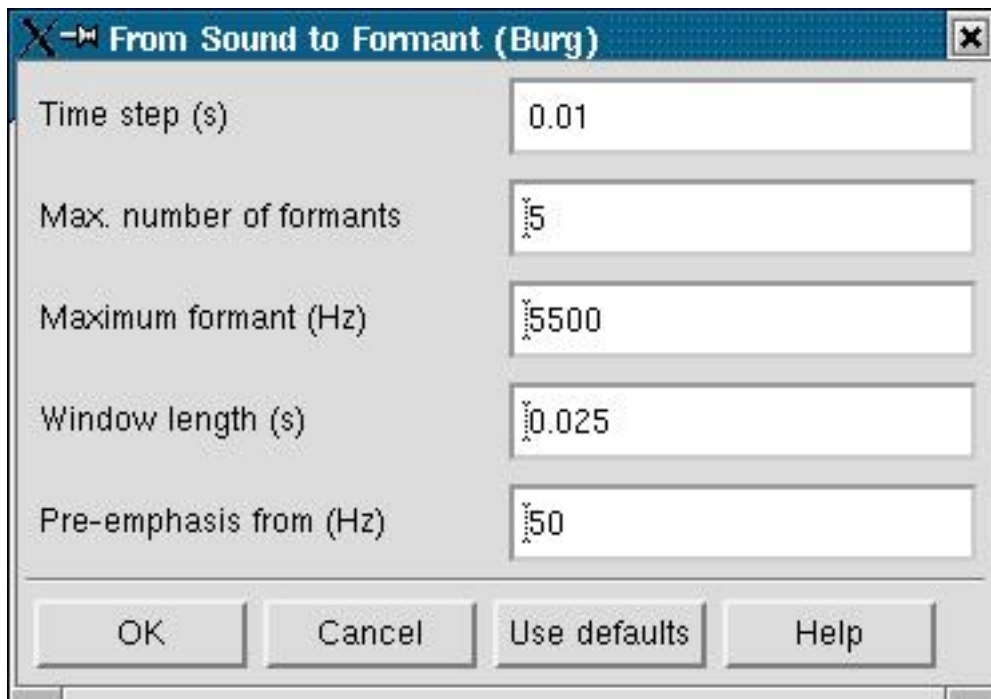
Maximum formant (Hz): Etsittävien formanttien taaajuuden yläraja. Tämä arvo on ehdottomasti asetettava analysoitavan puhujan mukaan. Oletusarvo 5500 Hz sopii aikuiselle naispuhujalle. Miespuhujalle kannattaa käyttää arvoa 5000 Hz. Liian korkea yläraja voi nimittäin tuottaa liian vähän formantteja alemmilla taajuuksilla, sillä algoritmi yrittää etsiä edellisessä kohdassa asetetut 5 formanttia niin että ne erottuvat mahdollisimman hyvin toisistaan. Esim. miehen ääntämälle [u]-vokaalille pitäisi periaatteessa löytyä kaksi lähekkäistä formanttia 1000 Hz:n alapuolelta, mutta liian korkea yläraja-asetus voi antaa F1:ksi näiden yhdistelmän ja sysätä loput formantit liian ylös. Pienten lasten puheelle taas pitää käyttää paljon korkeampia arvoja, esim. 8000 Hz. Optimaalinen ylärajataajuus löytyy kokeilemalla analyysia vaikkapa erikseen äännetyillä vokaaleilla.

Window length: Analyysi-ikkunan tai -kehyksen efektiivinen kesto. (Todellinen laskentaikkuna on kaksi kertaa näin pitkä, koska Praat käyttää Gauss-muotoista ikkunaa, jonka reunat ovat lähellä nolaa.) Pre-emphasis from (Hz): Spektrin esivahvistuksen alaraja (+3dB:n raja käänteiselle alipäästösuodattimelle, jonka kulma on +6dB/oktaavi). Tavallisesti vokaalin spektri vaimenee ylätaajuuksiin päin mentäessä noin 6 dB oktaavia kohti. Formanttianalyysilla halutaan kuitenkin löytää paikallisia huippuja myös ylätaajuuksilta, vaikka ne olisivat suhteessa heikompia kuin spektrin alaosan formantit. Tämän vuoksi spektri suodatetaan ennen formanttianalyysia siten, että ylätaajuudet voimistuvat ja spektrin kallistuskulma pienenee.

4. Paina lopuksi **OK**. Objektistaan ilmestyy uusi formanttiobjekti, joka näkyy valittuna.

7.5.4 Tracking

Jos kaipaat yhtenäisiä ja johdonmukaisen näköisiä formanttikäyriä, laske ensin edellämäin tavalla 2 Formant-objekti ja valitse se objektistasta. Paina sitten objektistan oikeassa reunassa näkyvää painiketta **Track...** Tämä komento pyrkii löytämään jokaisesta analyysi-ikkunasta (*frame*) saman



Kuva 7.1: Formanttianalyysin asetusten määrittäminen.

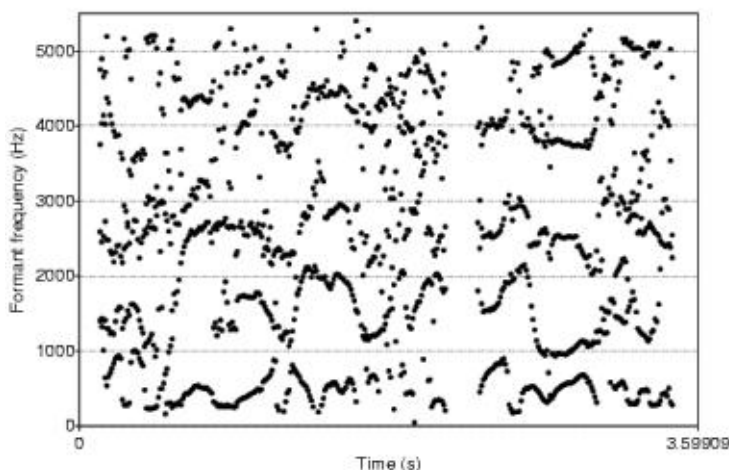
määrän formantteja ja esittämään jokaiselle formantille suurimman mahdollisen ”polun” peräkkäisten ikkunoiden välillä. Jotta saisit esille esim. 3 formanttipolkua, pitää Formant-objektin jokaisessa analyysi-ikkunassa olla ainakin kolme formanttiehdokasta (ts. kannattaa laskea alkuperäinen formanttiobjekti esim. 5 formantilla ja käyttää sitten **Track**-komentoa).

7.5.5 Lisätietoa formanttianalyysista

Kannattaa lukea Praatin sisäisestä manuaalista esim. tutoriaalisivu **Source-filter synthesis** (anna manuaalin hakusanaksi esim. ”source-filter”), jossa kuvataan melko helppotajuisesti puheen lähde-suodinteoria ja neuvotaan käytännössä, miten Praatilla voi kokeilla puheen lähdeäänien ja/tai ääntöväylän suodinfunktion laskemista puhenäytteestä. Sivua on hyödyllinen varsinkin jos olet kiinnostunut Praatin puhesynteesiominaisuuksista.

7.5.6 Formanttikuvien piirtäminen

Tässä muutamia esimerkkejä Praatilla piirretyistä kuvista.

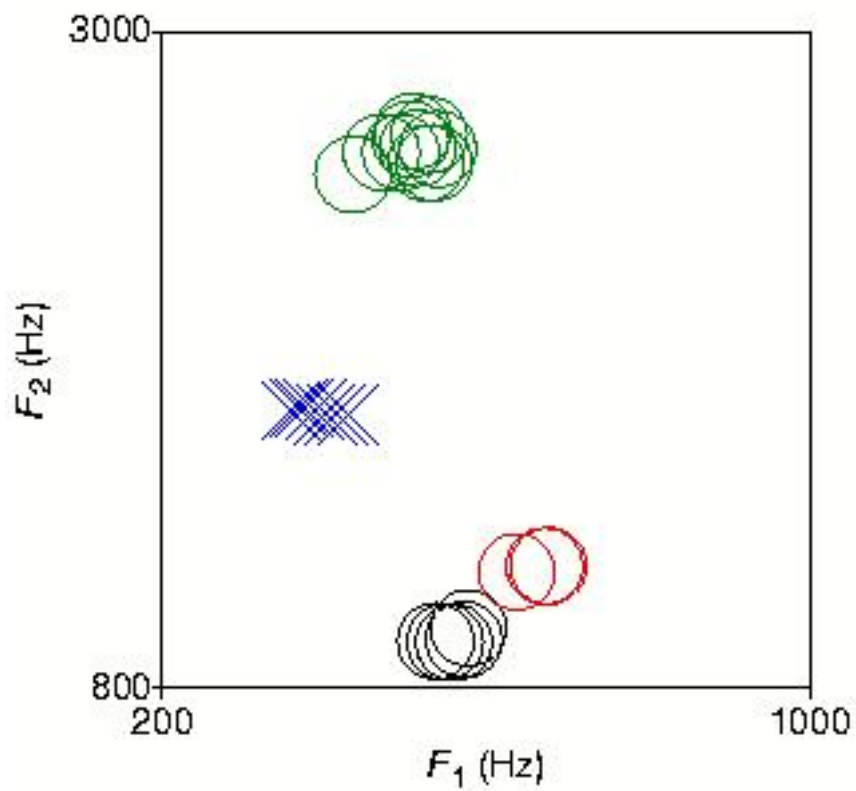


Kuva 7.2: Valitse Formant-objekti ja paina **Draw: Speckle...**

7.5.7 F1/F2-formanttikartan piirtäminen

Perinteisen, kirjallisuudessa usein esiintyvän F1/F2-vokaalikartan saa piirrettyä, kun ensin on laskenut tutkittavasta vokaalista tms. yhtenäisestä äänneestä Formant-objektin objektilistaan esim. Burg-analysilla (7.5.3).

1. Valitse Formant-objekti ja käytä komentoa **Draw — Scatter plot (reversed axes)...**
2. Määritä esiin tulevassa lomakkeessa F1:n arvot sijoitettavaksi pystyakselille (**Vertical formant number: 1**) sekä sopivat F1:n ala- ja ylärajat kohtaan *Vertical minimum* ja *Vertical maximum*. Määritä F2 vastaavasti vaaka-akselille kirjoittamalla numero 2 kohtaan *Horizontal formant number* sekä antamalla ylä- ja alarajat. F1:n ja F2:n rajat kannattaa valita niin, että ne juuri ja juuri kattavat kaikkien vokaalilaatujen alueen kyseisellä puhujalla, jolloin eri vokaalien pitäisi asettua erilleen ja helposti tulkittaviin kohtiin kartalla. Piirrettävän merkin muodon ja koon voi valita piirtolomakkeen alaosasta (*Mark size* ja *Mark string*). Piirtoväriä voit vaihtaa vielä ennen lomakkeen hyväksymistä piirtoikkunan **Pen**-valikosta. Muista myös valita piirtoikkunasta sopivan kokoinen ja muotoinen alue, johon formanttikartta skaalautuu haluamallasi tavalla (ks. 8).
3. Paina **OK**. Tuloksena pitäisi olla vokaalikartta, jossa kummankin formantin minimi on oikeassa ylänurkassa ts. kuvan pitäisi suunnilleen vastata kirjallisuudessa näkyviä karttoja. Jos Formant-objekti on laskettu



Kuva 7.3: Valitse Formant-objekti ja paina **Draw: Scatter plot...**
Esim. skriptaamalla voi myös lisätä kyseisen vokaalin nimen kunkin ympyrän sisälle.

niin pitkästä ääninäytteestä, että siihen on mahtunut useita laskentaikkunoita, jokaisesta näistä piirtyy kuvaan yksi formanttipiste tai -pallero. Tästä on iloa, jos piirret formanttikartan esim. diftongista, jolloin formanttien liike vokaalin aikana näkyy.

4. Voit piirtää samaan kuvaan päällekkäin muitakin Formant-objekteja. Koska eri puhujien ”vokaaliavaruudet” ovat hieman eri kokoisia jo fysiologisista eroista johtuen, on yleensä järkevää piirtää vain yhden puhujan formantteja samaan kuvaan.
5. Formanttikartan voi tallentaa kuvatiedostoon (8.2).

7.5.8 Formanttianalyysin virhelähteet

Formanttianalyysi perustuu teoreettiseen malliin, jonka mukaan akustinen puhesignaali muodostuu lähdeäänestä (esimerkiksi kurkunpään tuottama ”surina”) ja ääntöväylän suodinominaisuuksista (esimerkiksi formantit). Jos mitattavaan puheääneseen on päässyt vaikuttamaan jokin muu tekijä (esim. huonetta, muut puhujat tai jokin äänitystekninen häiriö), saatat saada vääristyneitä mittaustuloksia.

Formanttianalyysi vaatii aina jonkin verran tulkintaa: tutkija olettaa formanttien löytyvän ”sieltä mistä niiden pitäisi löytyä”. Tutkijoiden käyttämät referenssiarvot perustuvat lukuisiin tutkimuksiin, joissa yleensä selkeästi äännettyjen vokaalien formantteja on mitattu tietyillä parametreilla kontrolloidusta aineistoista, tai kaavamaiseen malliin ”keskimääräisen” ääntöväylän rakenteesta. Formanttilaskennan tuloksia ei saa pitää yksinomaan objektiivisina lukuina, vaan ne on suhteutettava kyseiseen puhujaan, äänneympäristöön, analyysiparametreihin ja äänitteen laatuun. Monet kontekstuaaliset tekijät saattavat muuttaa formanttien taajuuksia ja kaistanleveyksiä, ja jotkut puheen piirteet (esim. nasaalisuus) saattavat vaikeuttaa formanttien tulkintaa. Puhujat ovat myös aina yksilöitä, eikä formanttiarvojen pidäkään osua kaikilla samoille taajuuksille.

Formantteja kannattaa luonnollisesti mitata vain kohdista, joissa ei ole usean puhujan päällekkäispuhuntaa. Näin varmistat, ettei toisten puhujien ääni sekoita analyysia, sillä formanttianalyysi ei pysty erottamaan eri äänilähteitä toisistaan. Myös muu taustahäly tai äänitystilän voimakas jälkikaiku voivat periaatteessa aiheuttaa virheellisiä tuloksia.

Tavanomaiset formanttianalyysin asetukset sopivat parhaiten soinnillisin äänneisiin, etenkin vokaaleihin. Formantteja sinänsä on tietenkin kaikissa äänneissä, mutta automaattisen formanttianalyysin parametrien antaminen ja tulosten tulkinta on soinnittomilla äänneillä vaikeampaa, joskus järjetöntäkin. Ei myöskään kannata käyttää **Track...**-komentoa kohdissa, joissa

on esim. konsonantin ja vokaalin välinen siirtymä, koska niissä löydettyjen formanttien lukumäärä saattaa äkisti muuttua, jolloin järkevien ”formanttipolkujen” löytäminen on mahdotonta.

Kun formantit esiintyvät lähekkäin, kuten esim. F2 ja F3 [y]-vokaalissa tai F1 ja F2 [u]:ssa tai [o]:ssa, on vaarana, että formanttianalyysi tulkitsee vierekkäiset formantit samaksi yhtenäiseksi huipuksi. Näin käy usein, jos tavanomaista viittä formanttia etsitään liian suurelta taajuuskaistalta, esimerkiksi jos olet antanut matalaääniselle miespuhujalle liian suuren yläraja-arvon kohdassa *Maximum formant*.

Laskennallisesti tavallinen syy formanttien ”yhtymiselle” tai ”heittelehtimiselle” on, ettei LPC-analyysissä ole käytetty riittävää määrää spektrikertoimia (tämä lukuhan on suhteessa etsittävien formanttihuippujen määrään). Riittävä määrä on vähintään signaalin näytteenottotaajuus hertseinä jaettuna tuhannella (esim. 16 kHz signaalille 16). Praatin Burg-formanttianalyysi näytteistää signaalin automaattisesti ensin näytetaajuuteen, joka on kaksi kertaa *Maximum formant*, ja jos ($2 * \text{Max. number of formants}$) on tähän taajuuteen sopivassa suhteessa, kertoimia lasketaan automaattisesti riittävä määrä ja analyysin pitäisi onnistua kohtalaisesti. Sinun on kuitenkin otettava vielä tarkemmin huomioon oikea kerrointen määrä, mikäli et käytä Praatin formanttianalyysia suoraan vaan teet erikseen LPC-analyysin Sound-objektista. Silloin sinun on joko itse näytteistettävä signaali uudestaan sopivaan näytetaajuuteen ennen LPC-analyysia, tai annettava LPC:lle riittävä kertaluku (prediction order), esim. 16 kHz ääninäytteelle 16.

Luku 8

Kuvien luominen

Praat-ohjelmalla voi tarkastella ja tuottaa äänestä akustisia kuvauksia kahdella tavalla. Siinä vaiheessa, kun aineistoon tutustutaan tai sitä nimikoidaan (ks. 6), akustisia kuvantamismenetelmiä käytetään tavallisesti editori-ikkunoiden, esimerkiksi äänieditorin (5) tai nimikointi-ikkunan (TextGrid-editorin, 6.4) kautta. Editori-ikkunoissa voi tehdä myös alustavia mittauksia erilaisista analyysikuvista. Mikäli sen sijaan halutaan piirtää analyyseista laadukkaita kuvia, jotka voidaan siirtää esimerkiksi tekstinkäsittelydokumenttiin, on kyseinen analyysi ensin erikseen laskettava objektilistaan (ks. 7). Piirtäminen Praat-ohjelman piirtoikkunaan tapahtuu nimittäin aina jonkin objektilistassa olevan objektin pohjalta.

8.1 Kuvan piirtäminen

1. Valitse objekti-ikkunasta se objekti/objektit, josta haluat piirtää kuvan. Jos haluat piirtää analyysikuvan, jota vastaavaa objektia ei vielä listassa ole, valitse ensin ääniobjekti ja laske siitä haluamasi analyysiobjekti (ks. 7)
2. Valitse hiirellä *piirtoikkunasta* (*Picture*) haluamasi kokoinen ja muotoinen suorakaide (*Viewport*), johon kuva piirretään.
3. Muuta tarvittaessa piirrettävän kuvan piirtoväriä (piirtoikkunan valikosta **Pen**) ja/tai tekstin kirjasintyyppiä ja -kokoa (piirtoikkunan valikosta **Font**). Tämä valinta vaikuttaa vasta seuraavan kuvan ominaisuuksiin, ei piirtoikkunan aikaisempaan sisältöön.
4. Valitse objekti-ikkunasta se objekti, josta haluat piirtää kuvan. Valitse sitten dynaamisesta valikosta joko **Draw**- tai **Paint**-painikkeen alta sopiva piirtokomento (Paint-komento näkyy Draw-komennon sijaan

esimerkiksi spektrogrammiobjektin ollessa valittuna). Näkyviin tulee lomake, jossa kysytään joitakin piirrettävään kuvaan liittyviä tietoja.

- *Garnish*-kohdassa oleva rasti tarkoittaa, että kuvan ympärille piirretään automaattisesti laatikko ja merkitään vaaka- ja pystyakseleille oletusarvoiset nimet ja asteikot. Jos jostakin syystä haluat esimerkiksi piirtää päällekkäin kuvia eri objekteista tai haluat määrittellä akselien otsikot ja numerot itse, ota *Garnish*-ruksi pois.
5. Paina **OK**, jolloin kuva piirtyy piirtoikkunasta valitun alueen sisään. Kuva skaalautuu automaattisesti alueen muotoiseksi.

8.2 Kuvien tallentaminen

Ennen kuin tallennat tai siirrät kuvaa Praatin piirtoikkunasta, valitse varmuuden vuoksi se osa piirtoalueesta, jonka haluat tallentaa tai siirtää.

Praat-ohjelman piirtoikkunaan piirretyn kuvan voi joko

1. *kopioida leikepöydälle* komennolla **Copy to clipboard** (toimii Praatin Windows- ja Macintosh-versioissa) ja sen jälkeen liittää vaikkapa tekstinkäsittelydokumenttiin ko. ohjelman **Edit**-valikon **Paste**-komennolla. Huom. kuva ei tallennu minnekään ennen kuin tallennat toisessa ohjelmassa käsittelemäsi dokumentin!
2. *tallentaa* Praat-kuvana, jota ei voi avata millään muulla ohjelmalla, käyttämällä komentoa **File: Write to praat picture file...** Praat-kuvatiedostoja kannattaa käyttää, jos haluat jatkossa yhdistää tiettyyn kuvaan uusia kuvia tai jatkaa sen piirtämistä Praatilla. Praat-kuvatiedostojen oletusarvoinen tiedostopäätte on *.prapic*
3. *tallentaa* EPS-muotoisena kuvatiedostona komennolla **File: Write to EPS file...** EPS-kuvatiedostojen nimissä kannattaa käyttää tiedostopäätettä *.eps*

EPS eli *Encapsulated Postscript* on kuvaformaatti, jota kannattaa aina käyttää painatettavaksi tarkoitettussa materiaalissa. EPS on nimittäin skaalautuvaa vektorigrafikkaa toisin kuin esimerkiksi piirtoikkunasta copy-paste-menettelmällä siirretyt bittikarttakuvat, jotka ovat laadultaan heikompia ja muuttuvat jälkeensä venytettäessä rakeisiksi. PostScript on oikeastaan yleinen grafiikan ja tekstin kuvauskieli, jota suunnilleen kaikki nykyiset lasertulostimet käyttävät tulostettavan materiaalin käsittelyyn. EPS-grafiikka takaa siis myös, että aineisto tulostuu hyvälaatuisena.

8.3 Kuvatiedostojen avaaminen Praatin piirtoikkunaan

Praat-ohjelmalla tallennetuista tai muualle siirretyistä kuvista voidaan Praatilla avata ainoastaan *praat picture*-tiedostot. Valitse piirtoikkunassa komento **File: Read from praat picture file...**

8.4 Kuvatiedostojen avaaminen muilla ohjelmilla

Praat-ohjelmalla tallennettuihin EPS-kuvatiedostoihin ei valitettavasti erikseen tallennu ns. esikatselukuvaa. Tämä tarkoittaa, että kun liität Praatilla tekemäsi EPS-tiedoston esimerkiksi Word-dokumenttiin, kuvan kohdalla näkyy vain laatikko, jonka päällä on ruksi. Kun tulostat Word-dokumentin paperille, kuva kuitenkin näkyy vastaavassa kohdassa.

Erityisillä grafiikkaohjelmilla EPS-kuviinkin voi luoda esikatselukuvan, jos sellaista tarvitsee. Kaikki kuvankäsittelyohjelmat eivät välttämättä tue EPS-grafiikkaa, mutta sellaiset ammattikäyttöön tarkoitetut piirto-ohjelmat kuin Adobe Illustrator tai Macromedia Freehand kylläkin.

Varmin tapa saada EPS-kuvatiedosto auki on käyttää erityistä ohjelmaa, joka on tarkoitettu PostScript-dokumenttien käsittelyyn ja näyttämiseen. Tällainen ilmainen ohjelmistopaketti on *Ghostsript* ja sen pariin tarkoitettu PS-dokumenttien katseluohjelma nimeltä *Ghostview* (tai *GSview*), jotka voi ladata ilmaiseksi verkosta, <http://www.cs.wisc.edu/~ghost/>. Nämä ohjelmat kannattaa Windows-käyttäjän asentaa koneelleen, sillä niillä on Praatilla tehtyjen kuvien katselun ja muuntamisen lisäksi muutakin käyttöä. Unix- ja Linux-käyttäjien ei yleensä tarvitse olla huolissaan PostScript-dokumenttien avaamisesta, sillä unix-tyyppisissä käyttöjärjestelmissä on yleensä valmiina postscript-tuki.

Luku 9

Skriptaus

9.1 Mikä on skripti?

Skripti on eräänlainen tietokoneohjelma, jonka on tarkoitus olla helposti omaksuttavissa ja suhteellisen helppolukuinen.

Skriptikielen komennot on yleensä suunniteltu johonkin erityiseen tarkoitukseen ja toimivat vain tietyssä rajatussa ympäristössä. Esimerkiksi Praat-skriptillä ei tee mitään, jollei koneeseen ole asennettu Praat-ohjelmaa, jolla skriptin voisi suorittaa.

Itse **skripti on tavallinen tekstitiedosto**, jossa on yksi tai useampia rivejä. Kullakin rivillä on yksi komentolause.

Monet Praat-skriptien komennoista ovat aivan samannäköisiä kuin Praatissa näkyvät valikkokomennotkin (ks. 9.4).

Skriptin voit siis kirjoittaa ja avata uudelleen muokattavaksi millä tahansa tekstieditorilla

¹ (tai tekstinkäsittelyohjelmalla, jos tallennat työn tuloksen tavallisena tekstitiedostona). Praatissa ei ole merkitystä sillä, mikä on skriptitiedoston tiedostopääte.

Myös Praatissa on sisäänrakennettuna oma yksinkertainen tekstieditori, jolla voit luoda ja muokata skriptejä, mutta siinä ei ole juuri mitään kirjoitustyötä helpottavia hienouksia (edes rivinumerointia), mikä saattaa ärsyttää pitemmälle ehtinyttä skriptaaajaa.

¹Unix/Linux-koneissa vaihtoehtoja riittää: esim. *emacs* tai *pico*. Vanhemmissa Macintoshheissa hyvä valinta on esim. *BBEdit* (josta pitäisi löytyä ilmaisia versioita). Windows-koneissa voit käyttää esimerkiksi *WordPadia* tai jotakin ilmaista verkosta löytyvää tekstieditoria (itse kokeilin esim. *NoteTab Light* -nimistä ohjelmaa).

9.2 Miksi skriptejä käytetään?

Skripteillä voi selviytyä nopeammin, johdonmukaisemmin ja vähemmin virhein toistuvista tehtävistä, jotka ”käsin” tehtynä olisivat aikaavieviä, tylsiä ja virhealttiita. Yksinkertainenkin skripti saattaa helpottaa elämää huomattavasti. Lisäksi skripteillä voi usein korvata toimintoja, jotka Praatista (tois- taiseksi) sattuvat puuttumaan. Skriptien kirjoittamiseen kannattaa siis uhrata hieman aikaa - varsinkin jos tietää, että edessä on oikea ”liukuhihnaprojekti”!

9.3 Praat-skriptin luominen ja muokkaus

- Jos haluat luoda uuden skriptin Praatilla, valitse objektilistan **Control**-valikosta (tai jonkin editori-ikkunan **File**-valikosta) **New script**. Skriptieditori aukeaa. Kirjoita skriptirivit tavalliseen tapaan ja tallenna skripti **File**-valikosta komennolla **Save**.
- Kun haluat avata jo aikaisemmin tallennetun skriptin Praatissa, valitse
 - objektilistan **Control**-valikosta **Open script...**
 - tai jonkin editori-ikkunan **File**-valikosta **Open editor script...**

Tässä vaiheessa on huomioitava, kumpaa kautta skripti on tarkoitettu avattavaksi: editoriskriptit eivät välttämättä toimi, jos ne avataan objektilistan valikosta ja päinvastoin.

9.4 Skriptauksen opettelu historiatoiminnon avulla

Historiatoiminto on helpoin tapa aloittaa skriptaus Praatissa. Historiaominaisuus muistuttaa hieman esimerkiksi Microsoft Wordin makroja, joihin voi ensin tallettaa erilaisia toimenpidesarjoja ja toistaa niitä sitten yhä uudelleen.

- Avaa skripti tai luo uusi Praatin omaan tekstieditoriin (ks. edellinen kohta).
- Kokeile skripti-ikkunan **Edit**-valikon komentoa **Paste history**. Praat kirjoittaa skriptikielellä kaikki ne toiminnot, joita olet suorittanut siitä saakka kun Praatin avasit.

- **Edit**-valikon komento **Clear history** tyhjentää historian ja aloittaa sen keräämisen alusta, jolloin voit tallettaa skriptiin vain muutaman viimeisimmän komennon. Historian avulla on helppo ”luntata”, miten jokin asia Praatin skriptikielessä tehdään.

Huom. Kaikki Praatissa näkyvät valikkokomennot ja painikkeet ovat samalla skriptikielen komentoja! Voit siis myös ”luntata” komentoja katsomalla niiden tarkan sanamuodon suoraan valikoista. Jos esimerkiksi analyysin tekemiseen kysytään käyttäjältä tietoja: esim. Pitch-analyysissä *'time step'*, *'minimum pitch'* ja *'maximum pitch'*, nämä tiedot pitää skriptatessa antaa samassa järjestyksessä varsinaisen **To Pitch...**-komennon perään välilyönneillä erotettuna. Esimerkiksi komento

To Pitch... 0.01 75 400

laskee Pitch-objektin parametreilla 0.01 sekuntia, 75 Hz ja 400 Hz.

Historiatoiminto on kätevä, mutta se ei anna käyttöösi kaikkia skriptikielen ”ohjelmointitekniisiä” mahdollisuuksia. Et esimerkiksi voi tuottaa historiatoiminnolla muuttujia, käsitellä merkkijonoja tai tehdä silmukkaa l. toistaa samaa komentosarjaa vaihtelevilla parametreilla ilman, että tekisit kaiken ensin kohta kohdalta käsin. Historia auttaa siis alkuun ja antaa vinkkejä skriptin eri osia varten. Mitä monimutkaisempi toimintosarja, sitä enemmän joudut luultavasti itse miettimään.

Katso siis lisäohjeita Praatin sisäisestä manuaalista , kohdasta Scripting tutorial!

9.5 Skriptin suorittaminen (ajaminen)

Jos olet löytänyt skriptin verkosta, lataa se ensin omalle koneellesi ja tallenna sopivaan paikkaan.

1. Jotta voit suorittaa (ajaa) skriptin, sinun on avattava se Praatin omaan skriptieditoriin vähintään kerran.
 - Skripti avataan objektistasta käsin valitsemalla **Control**-valikosta **Open script...**
 - Erilaisista editori-ikkunoistakin voit skriptin avata. Tällöin **Open script...**-komento löytyy kyseisen editorin **File**-valikosta.
2. Kun skripti-ikkuna on näkyvässä, voit suorittaa skriptin valitsemalla **Run... -> Run.**

Huom. Jos luot usein käyttämällesi Praat-skriptille oman valikkokomennon tai painikkeen (ks. alla), sinun ei tarvitse myöhemmin enää avata skriptiä Praatissa kyseisellä koneella, kunhan säilytät skriptitiedoston samannimisenä samassa paikassa.

9.6 Valikkokomentojen ja painikkeiden luominen skripteille

9.6.1 Valikkokomennon luonti skriptille (fixed menu)

1. Avaa skripti sellaisen Praatin ikkunan sisältä, johon valikkokomennon tai painikkeen pitäisi liittyä.
 - Jos haluat, että komento tulee objektilistan tai piirtoikkunan johonkin valikkoon, valitse objektilistan **Control**-valikosta **Open script...** Valitse sitten **File**-valikosta **Add to fixed menu...**
 - Jos taas haluat komennon esim. TextGrid-editori-ikkunan valikkoon, avaa ensin TextGrid-editori mille tahansa TextGrid- ja ääniobjektille ja valitse editorin **File**-valikosta **Open script...** Valitse sitten **File**-valikosta **Add to menu...**
2. Kirjoita, mihin valikkoon (*Menu*) uuden komennon haluat ja mikä komennon teksti (*Command*) on. Jos avasit skriptin jostakin editorii-ikkunasta, komento tulee näkyviin valikkoon vasta, kun seuraavan kerran avaat uuden editorii-ikkunan.

9.6.2 Painikkeen luonti skriptille (dynamic menu)

Painikkeen voit luoda vain objektilistaan.

1. Valitse objektilistan **Control**-valikosta **Open script...** Valitse sitten skripti-ikkunan **File**-valikosta **Add to dynamic menu...**
2. Kirjoita kohtaan *Class 1* se objektityyppi (esim. Sound tai TextGrid), jonka on oltava objektilistassa valittuna, jotta painike olisi näkyvässä.
3. Kirjoita kohtaan *Number 1*, montako *Class 1*-tyyppistä objektia on vähintään oltava valittuna, jotta painike näkyisi. Jos lukumäärällä ei ole väliä, jätä tähän kohtaan 0.
4. Kirjoita kohtaan *Command* se teksti, jonka haluat näkyvän painikkeessa.

5. Tarkista, että kohdassa *Script file* on oikea tiedostopolku skriptiin.
6. Paina *OK*.

9.6.3 Valikkokomennon tai painikkeen poistaminen

1. Valikkokomennon tai painikkeen voit poistaa objektilistan **Control**-valikon komennolla **Preferences...: Buttons...**
2. Näkyviin tulee ikkuna, jossa on luettelot kaikista Praatin valikkokomendoista ja painikkeista. Ikkunan yläreunasta voit valita, näytetäänkö esim. objektilistan vai piirtoikkunan valikot vai esim. kaikki painikkeet A:sta M:ään.
3. Praatin sisäänrakennettujen komentojen kohdalla voit valita, onko komento näkyvissä (*shown*) vain käyttäjältä piilossa (*hidden*).
4. Itse lisäämiesi komentojen ja painikkeiden kohdalla lukee *ADDED*, ja kun klikkaat kyseistä kohtaa, teksti muuttuu muotoon *REMOVED* ja komento häviää Praatista. Skripti tietenkin pysyy tallella ja voit uudestaan käyttää sitä Praatissa milloin tahansa.

9.7 Mitä vaaroja skriptien käyttämisessä voi olla?

- Praat-skriptikin voi olla mahdollinen tietoturvariski. Käytä vain skriptejä, jotka saat luotettavasta lähteestä ja joiden toiminnan varmasti tunnet. Älä myöskään itse kirjoita skriptejä, jotka esim. poistavat tiedostoja käyttäjältä kysymättä.
- Esimerkiksi erilaisia akustisia analyyseja on hyvin helppo automatisoida skriptaamalla. Jollet kuitenkaan tunne analyysien käyttöaluetta ja analyysiparametrien toimintaa, saatat tietämättäsi tuottaa järjetöntä tuloksia. Praat ei tarkista, miten fiksuja tai luotettavia mittauksesi ovat, kunhan skriptin syntaksi on korrekti!
- Testaa aina skriptiäsi ensin pienellä aineistolla ja tutki käsin, ovatko skriptin tuottamat mittaustulokset oikeita. Kokeneellekin voi sattua pikku kirjoitusvirheitä. . .

Kuvat

3.1	Praatin sisäisestä manuaalista voi hakea tiettyjä kohtia hakusanalla esimerkiksi näin.	16
4.1	Praat-ohjelma käynnistyy.	20
4.2	Objekttilistassa olevia objekteja voi valita eli aktivoida hiirellä. Objektin kohdalla lukee ensin objektin tyyppi (esim. Sound tai Pitch) ja sen jälkeen objektin nimi, jota käyttäjä voi muuttaa. Objekti-ikkunan oikeassa reunassa olevan dynaamisen valikon sisältö muuttuu sen mukaan, minkä tyyppinen objekti on valittuna.	22
5.1	Tältä näyttää Praat-ohjelman äänieditori-ikkuna (Sound Editor), jossa voi kuunnella äänen eri kohtia ja tehdä siitä pieniä mittauksiakin.	28
6.1	Tällä lomakkeella voidaan määrittää uuden TextGrid-objektin nimikointikerrosten nimet ja tyypit. Ylemmälle riville kirjoitetaan kaikkien kerrosten nimet. Jos haluat jonkin kerroksen olevan tyyppiä PointTier (eikä IntervalTier), mainitse kerroksen nimi myös lomakkeen alemmalla rivillä. Kerroksia ja niiden nimiä voi myös muokata jälkeinpäin.	35
6.2	Kun haluat lisätä johonkin annotaatiokerrokseen uuden rajan, klikkaa ensin hiirellä oikeaa kohtaa aaltomuodosta tai analyysikuvasta, ja klikkaa sitten pientä ympyrää haluamasi nimikointikerroksen yläreunassa.	36
6.3	Anna uudelle annotaatiokerrokselle paikka TextGridin kerrosten joukossa sekä jokin kuvaava nimi.	39
7.1	Formanttianalyysin asetusten määrittäminen.	55
7.2	Valitse Formant-objekti ja paina Draw: Speckle...	56

- 7.3 Valitse Formant-objekti ja paina **Draw: Scatter plot...**
Esim. skriptaamalla voi myös lisätä kyseisen vokaalin nimen
kunkin ympyrän sisälle. 57

Hakemisto

- äänekkyyys, 48
- äänen voimakkuus, 48
- äänitiedostoformaattit, 8
- ääntöväylä, 49

- aallonpituus, 49
- aaltomuoto, 28, 35
- AIFC, 9
- AIFF, 8
- aktiivinen objekti, 23
- aktivointi, 21
- alaindeksi, 40
- alleviivaus Praatin TextGridissä, 40
- ankkuri, 31
- annotaatio, 31, 32
- annotaatioeditori, 35
- annotaatiokerroksen poistaminen, 39
- annotation, 31
- asentaminen Unixiin/Linuxiin, 12
- asentaminen Windowsiin, 11
- automaattinen segmentointi, 32

- Burg-formanttianalyysi, 51, 53

- dynaaminen valikko, 23

- Encapsulated Postscript, 62
- EPS, 62
- erikoismerkit, 40
- esivahvistaminen, 51
- etsiminen manuaalista, 16

- F1/F2-vokaalikartta, 56
- FAQ, 17
- foneettinen transkriptio, 32

- foneettiset merkit, 40
- Formant-objekti, 51
- formantti, 49
- formanttianalyysin tulkinta, 58
- formanttien yhteensulautuminen, 54, 59
- formanttikartta, 56
- Fourier-muunnos, 45
- Frequently Asked Question, 17

- haku manuaalista, 16
- Help, 15
- historiatoiminto, 66
- Horizontal formant number, 56

- intensiteetti, 48
- IntervalTier, 34
- intonaatiotranskriptio, 32
- IPA-symbolit, 40

- jatkuva Fourier-muunnos, 45

- käynnistäminen (Unix/Linux), 19
- käynnistäminen (Win/Mac), 19
- kapeakaistainen spektrogrammi, 44
- keskusteluryhmä, 16
- kestomittaukset, 29
- kiinteä valikko objektilistassa, 21
- kirjoitustila, 37
- kuvan siirto leikepöydälle, 62

- lähde-suodinteoria, 58
- lähdeääni, 49
- lähdekoodi, 14
- labeling, 31

- lapsen formanttianalyysin asetukset, 54
- leveäkaistainen spektrogrammi, 44
- lineaariprediktio, 51
- Linear Predictive Coding, 51
- litteraatio, 32
- litteraation siirto Praatiin, 42
- litteraation siirto toiseen ohjelmaan, 41
- LongSound, 24
- LPC-menetelmä, 50
- lyhytaikaisspektri, 45, 51
- manuaali, 15
- Mark size, 56
- Mark string, 56
- Max. number of formants, 54
- Maximum formant, 51, 54
- miespuhujan formanttianalyysin asetukset, 54
- MP3-tiedostot, 9
- naispuhujan formanttianalyysin asetukset, 54
- NeXT/Sun, 9
- nimikoinnin siirto toiseen ohjelmaan, 41
- nimikoinnin tallennus, 40
- nimikointi, 31
- nimikointi-ikkuna, 35
- nimikointikerros, 32, 35
- nimikointitiedosto, 31
- NIST, 9
- Number of poles, 52
- nuoli alaspäin, 40
- nuoli ylöspäin, 40
- objekti-ikkuna, 20
- objektalista, 20
- objektin aktivointi, 21
- objektin kopioiminen, 21
- objektin poistaminen objektilistasta, 21
- objektin tiedot, 21
- objektin valitseminen, 21
- päällekkäispuhunta, 42
- painikkeen luominen, 68
- Paste history, 66
- perustaaajuusanalyysi, 46
- Picture-ikkuna, 20, 23, 61
- piirtäminen, 61
- piirtoikkuna, 20, 23, 61
- Pitch-editori, 47
- pitkät äänitiedostot, 24
- point, 31
- PointTier, 34
- postituslista, 16
- Praat-kuvatiedosto, 62
- pre-emphasis, 51
- resonanssi, 50
- Scatter plot (reversed axes), 56
- Scripting tutorial, 16
- segment, 31
- segmentoida, 31
- segmentti, 31, 34
- select, 21
- skriptauksen huonot puolet, 69
- skriptausermanuaali, 16
- skripti, 65
- skriptieditori, 66, 67
- skriptin avaaminen, 66
- skriptin luominen, 66
- skriptin tallentaminen, 66
- skriptit, 17
- Source-filter synthesis, 55
- spektri, 45
- spektrogrammi, 43
- Split-Levinson-algoritmi, 52
- tekstieditori, 65

TextGrid-editori, 35
TextGrid-objekti, 34
TextGrid-objektin tallennus, 40
TextGrid-tiedostomuodot, 40
Time step (formanttianalyysi), 51,
53
transcript, 32
transkriptio, 32
transliteration, 32

uutisryhmä, 16

valikkokomennon luominen, 68
Valikkokomennon poistaminen tai
kätkeminen, 69
valitseminen, 21
Vertical formant number, 56
Vertical maximum, 56
Vertical minimum, 56
videotiedostot, 9
Viewport, 61
vokaalitutkimus, 49

WAV, 9
waveform, 28
Window length (formanttianalyysi),
51, 54

Kirjallisuutta

- [1] Paul Boersma and David Weenink. Praat: doing phonetics by computer, 1992–2004. available at: <http://www.praat.org/>.
- [2] Mietta Lennes. *Macintosh-tietokoneen käyttöohjeita*, 2003. URL: <http://www.helsinki.fi/puhetieteet/atk/mac/mac-opas.html>.