


Aivojen äänihavainto

- tarkka äänimuisti on erittäin lyhyt: 1–2 s
- on helppo kuulla sitä mitä haluaa
- on helppo olla kuulematta epätärkeitä pidettyjä ääniä
- Haasin ilmiö: useita yhtäläisiä äänilähteitä kuunnellessa lähin määrää havaitun äänensuunnan
- kriittiset taajuuskaistat: ei havaita yksittäisiä taajuuksia vaan taajuuskaistoja, joissa voimakas ääni voi peittää kaistan hiljaisemmat äänet

Sävelkorkeus (*musical pitch*)

- nuotin sävelkorkeus:
 - ◆ suhteessa taajuuteen
 - ◆ voimakkuus voi vaikuttaa madaltavasti
- standardi sävelkorkeus: 440 Hz = A
- oktaavi (*octave*) = taajuuden kaksinkertaistus
 - ◆ siis 220 Hz = A, 880 Hz = A jne.
- puolisävelaskeleen (*semitone*) taajuussuhde = $\sqrt[12]{2}:1 \approx 1,06:1$

Nuottien taajuudet



Nuotti	Taajuus (Hz)
A	440
G#	415
G	392
F#	370
F	349
D#	330
D	294
C#	277
C (keski-C)	262
b	247
a#	233
a	220

Äänilähteiden taajuusalueita


Äänilähde	Taajuusalue (Hz)
naislaulaja	250–1000
mieslaulaja	100–350
huilu	250–2500
fagotti	60–600
alttosaksofoni	125–650
trumpetti	200–1000
viulu	200–3500
sello	70–600
piano	30–4000
kirkkourut	15–8000
ksylofoni	700–4000

Sointiväri (*timbre*)

- erottaa äänilähteet toisistaan
- syyt:
 - ◆ yläsävelet (*harmonics*)
 - ◆ perustaajuuden harmonisia monikertoja
 - ◆ aluke (*starting transients*)
 - ◆ äänen alkaessa esiintyviä, ei-harmonisia taajuuksia
 - ◆ kestävät 0,01–0,2 s

1.3. Äänen syntetisointi

- olemassa olevien äänen jäljittely
- keinotekkoisten äänen luonti



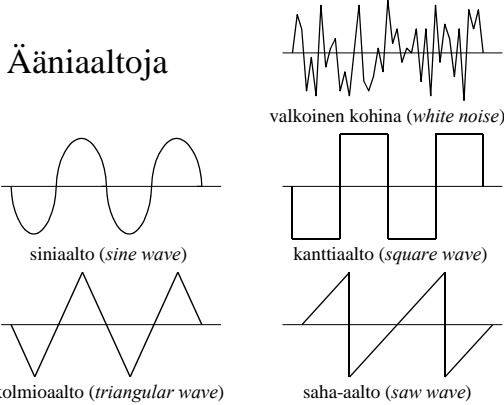
Menetelmiä 1(2)

- aaltomuototaulukkosynteesi (*wavetable*)
 - ◆ samplataan äänilähdettä eri taajuuksilla → aaltomuototaulukko
 - ◆ mikäli haluttua taajuutta ei löydy taulusta, interpoloidaan aaltomuoto
- vähentävä (*subtractive*) synteesi
 - ◆ lähtöaaltomuodossa paljon yläsäveliä
 - ◆ lopullinen sointiväri saadaan suodattamalla pois taajuuksia

Menetelmiä 2(2)

- lisäävä (*additive*) synteesi
 - ◆ summataan yhteen eritaajuisia, -amplitudisia ja -vaiheisia siniaaltoja
- FM-synteesi (*frequency modulation*)
 - ◆ moduloidaan kanta-aallon taajuutta toisella aallolla
 - ◆ muokataan lopullisen aaltomuodon amplitudia verhoikäyrällä
 - ◆ *Sound Forge*: Tools > Synthesis > FM

Ääniaaltoja



siniaalto (*sine wave*)

kolmioaalto (*triangular wave*)

valkoinen kohina (*white noise*)

kantiaalto (*square wave*)

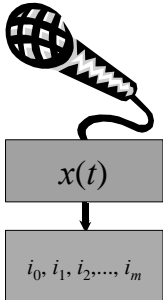
saha-aalto (*saw wave*)

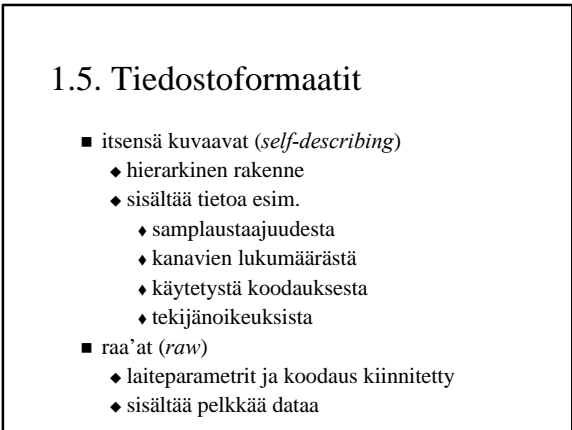
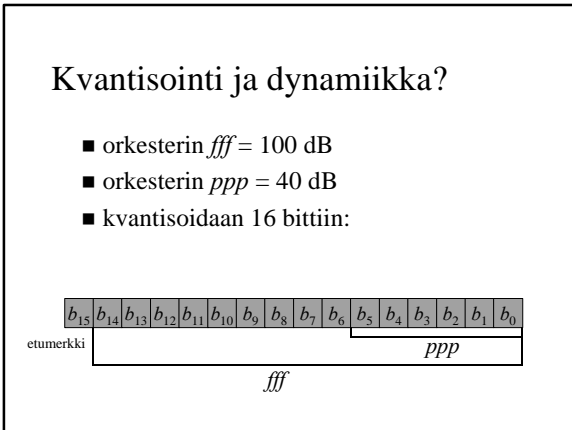
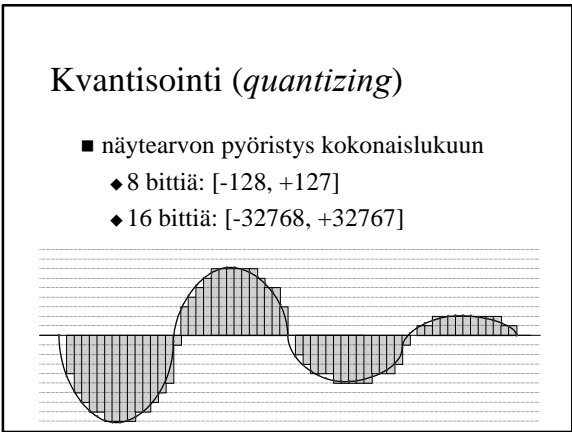
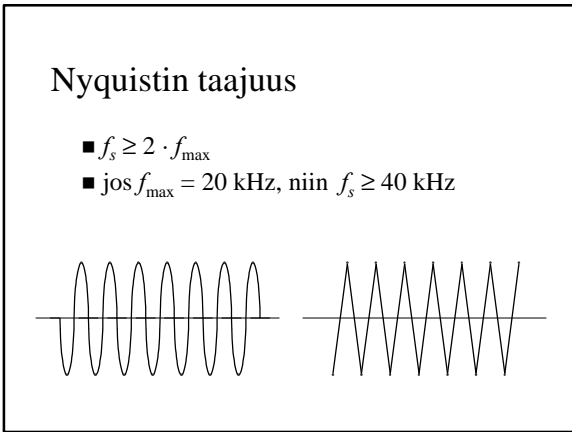
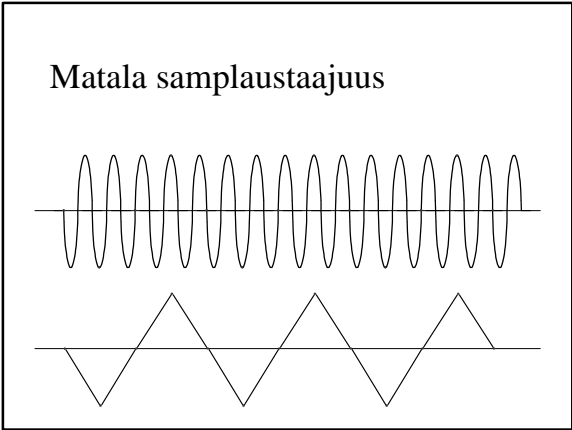
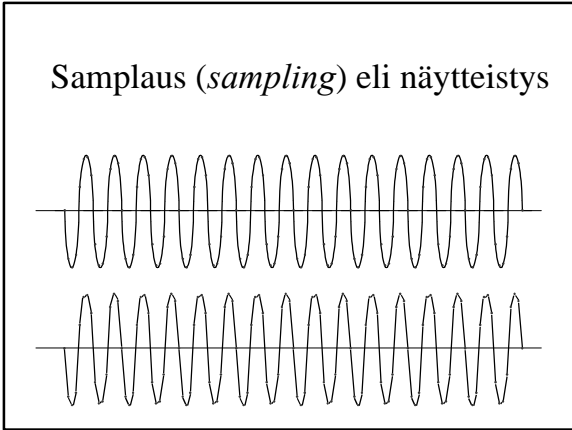
1.4. Samplaus ja kvantisointi

- AD-muunnos: analogisesta digitaaliseksi
- DA-muunnos: digitaalisesta analogiseksi
- digitaalisen esitysmuodon etuja:
 - ◆ kopioitavuus
 - ◆ kohinan vähyys
 - ◆ muokattavuus

AD-muunnos

- hetkellä t mikrofonin kalvon poikkeama on $x(t)$
- kaksi ongelmaa:
 - ◆ t :n diskretisointi: *samplaus*
 - ◆ $x(t)$:n diskretisointi: *kvantisointi*
- kaksi approksimaatiota!





Yleisiä tiedostoformaatteja

<i>Tiedostopäätte</i>	<i>Nimi</i>	<i>Kehittäjä(t)</i>
.aiff, .aif	Audio Interchange File Format	Apple, Electronic Arts
.au, .snd	Sun Audio	Sun, NeXT
.mp2, .mp3	MPEG Audio	Moving Picture Experts Group
.ra, .rm	Real Audio, Real Media	Real Networks
.wav	Windows WAVE, RIFF WAVE	Microsoft, IBM