

Bevegelseskontrollere og digitale musikk-instrumenter: Fra bevegelse til lyd

MUS2006 — Musikk og bevegelse

3 april 2014

Musikkinstrument

- ▶ Hva er et musikkinstrument?
 - ▶ Er en tuba et musikkinstrument?
 - ▶ Er en platespiller et musikkinstrument?
 - ▶ Et kjøleskap?
 - ▶ En vekkerklokke?
 - ▶ En mobiltelefon?
- ▶ Musikkinstrument som begrep har blitt utfordret gjentatte ganger i løpet av 1900-tallet.
 - ▶ En vinflaske, en mekanisk fisk, en båndopptaker og fem radioer blant musikkinstrumentene i John Cage's "Water Walk"
<http://www.youtube.com/watch?v=SSulycqZH-U>
 - ▶ 80-tallets introduksjon av remiksing, sampling og scratching
- ▶ Det er vanskelig å lage en samlende definisjon på hva et musikkinstrument er, men det synes å omhandle *bruken* av et objekt mer enn *objektet* i seg selv.

Tradisjonell klassifisering av musikkinstrumenter

- ▶ Erich von Hornbostel og Curt Sachs lagde i 1914 et omfattende system for klassifisering av musikkinstrumenter (med mange underkategorier i hver klasse):

idiophones	Hoveddelen av instrumentet vibrerer (xylofon, cymbal)
membranophones	Lydkilden er et membran (trommer)
chordophones	Lydkilden er en streng (piano, harpe, banjo, cello)
aerophones	Lydkilden er vibrerende luft (fløyte, trombone)
electrophones	Lydkilden er elektrisk (lagt til i 1940)

- ▶ Systemet har blitt stående og brukes fortsatt, men det har særlig blitt kritisert for den enkle klassifiseringen av elektriske musikkinstrumenter:
- ▶ Hvis vi ser på et utvalg av elektriske musikkinstrumenter finner vi enda større variasjon enn innen akustiske instrumenter.
- ▶ Kvifte (1989) foreslo en ny klassifisering av musikkinstrumenter basert på spilleteknikk.

Mer om instrumentklassifisering/organologi:

- ▶ Curt Sachs, *The History of Musical Instruments*. Dover Publications, 1940.
- ▶ Tellef Kvifte, *Instruments and the electronic age: toward a terminology for a unified description of playing technique*. Solum, 1989.

Kvifte's terminologi

- Control Organs** Enhetene på instrumentet som utøveren bruker til å kontrollere lyd.
F.eks. Ventiler og munnstykke på en trompet.
- Control Actions** Handlingene som en utøver utfører. Det Jensenius kaller *lydproduserende handling*.
- Sound Variables** Egenskaper ved lyden fra instrumentet.

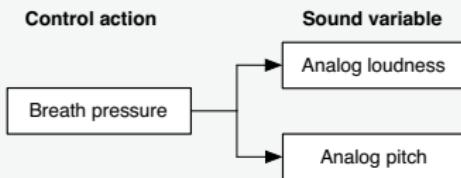
Hver av variablene ovenfor kan være *diskret* eller *analog*.

- Analog** Det er ingen begrensning i hvilke verdier variablen kan ha.
- ▶ Analog control organ: Fingerbrett på en cello (i motsetning til gitar)
 - ▶ Analog control action: Blåsestyrke på en trompet
 - ▶ Analog lydvariabel: Lydstyrke på et piano
- Diskret** Variablene er begrenset til et utvalg verdier
- ▶ Diskret control organ: Tangentene på et piano
 - ▶ Diskret control action: Innøvde posisjoner for滑en til en trombone.
 - ▶ Diskret lydvariabel: Tonehøyde på et piano

Kvifte brukte opprinnelig begrepet *digital* i stedet for *diskret*, men har senere endret dette siden digital lett kan foveksles med digital teknologi

Handling-lyd kobling

- I akustiske musikkinstrumenter er det en naturlig kobling mellom lydproduserende handling og lyd (figur fra Kvifte 1989)

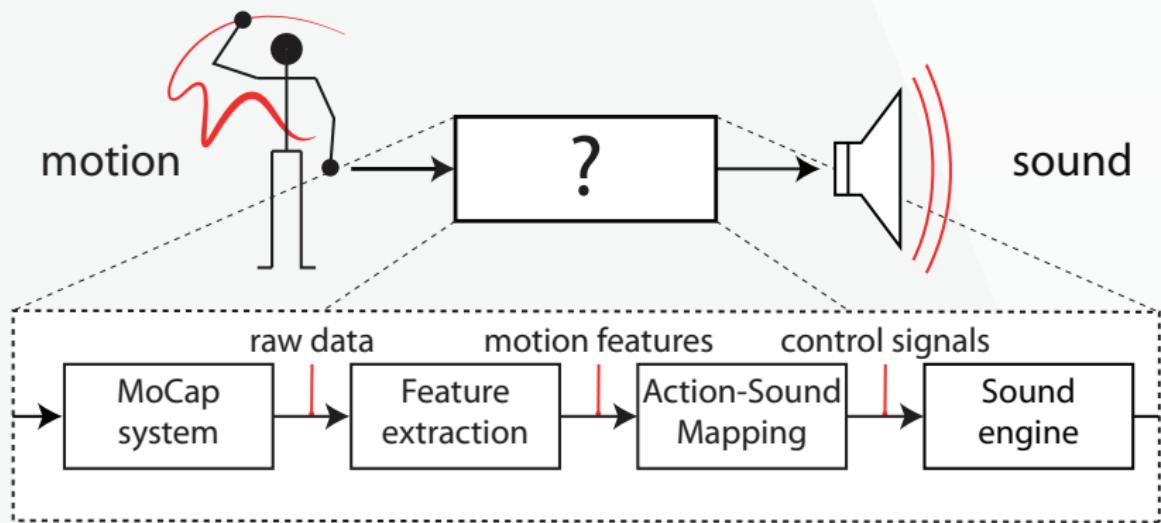


- Notto Thelle deler handling-lyd koblinger inn i fem ulike typer:

- Mekanisk inkorporert Handling og lydproduserende objekt er det samme (sang, klapping)
- Mekanisk direkte En lydproduserende handling gjøres direkte på det lydproduserende objekt (plukke gitarstreng med finger)
- Mekanisk indirekte Det er en mekanisk kobling mellom lydproduserende handling og lydproduserende objekt (trommestikke på tromme, tangent på piano)
- Elektrisk analog Utøveren trigger elektriske impulser som sendes til en lydgenerator (theremin, hammond orgel)
- Elektrisk digital Utøverens handling gjøres om til digitale signaler, for å prosesseres digitalt og så gjøres om til lyd.

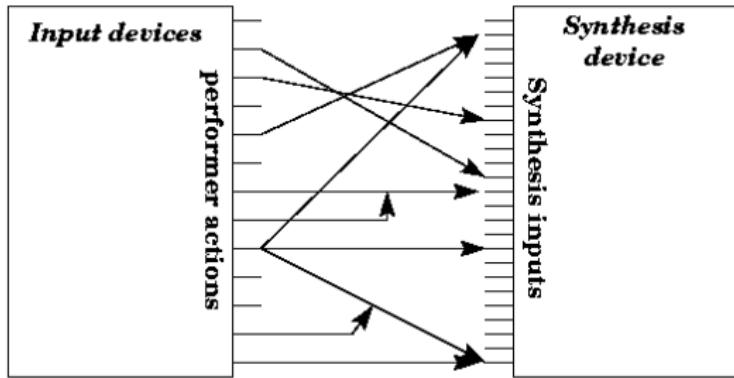
- Notto J.W. Thelle, *Making Sensors Make Sense: Challenges in the Development of Digital Musical Instruments*. Masteroppgave, IMV, UiO. 2010

Digitale Musikkinstrumenter



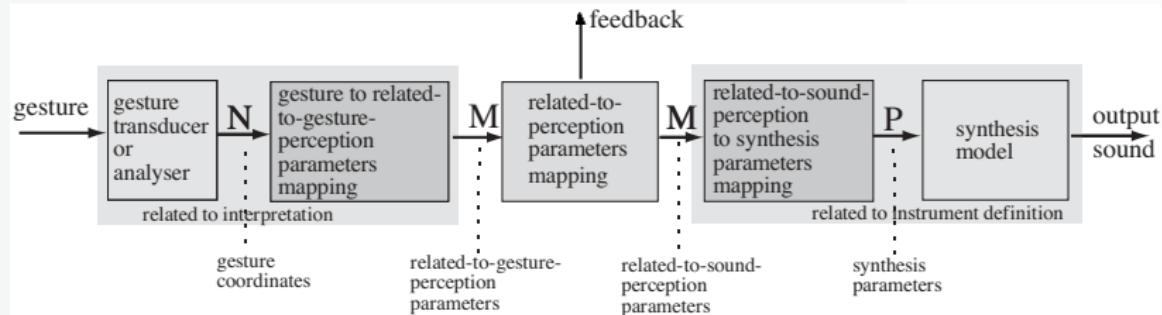
Illustrasjon fra S.A. Skogstad. *Methods and Technologies for Using Body Motion for Real-Time Musical Interaction*. Doktoravhandling. Universitetet i Oslo. 2014.

Andre modeller:



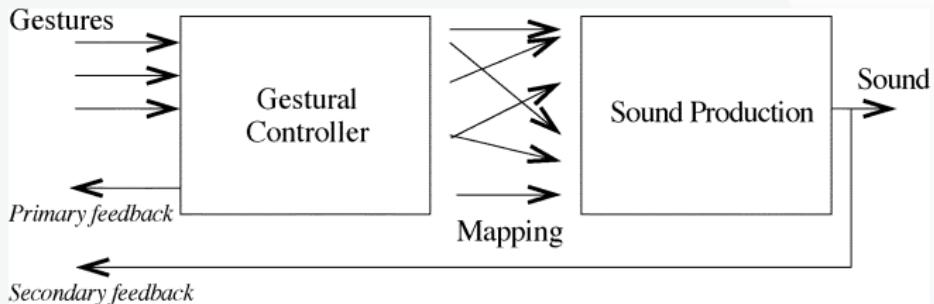
- A. Hunt, M. Wanderley, R. Kirk. "Towards a model for instrumental mapping in expert musical interaction." *Proceedings of the International Computer Music Conference*. 2000.

Andre modeller:



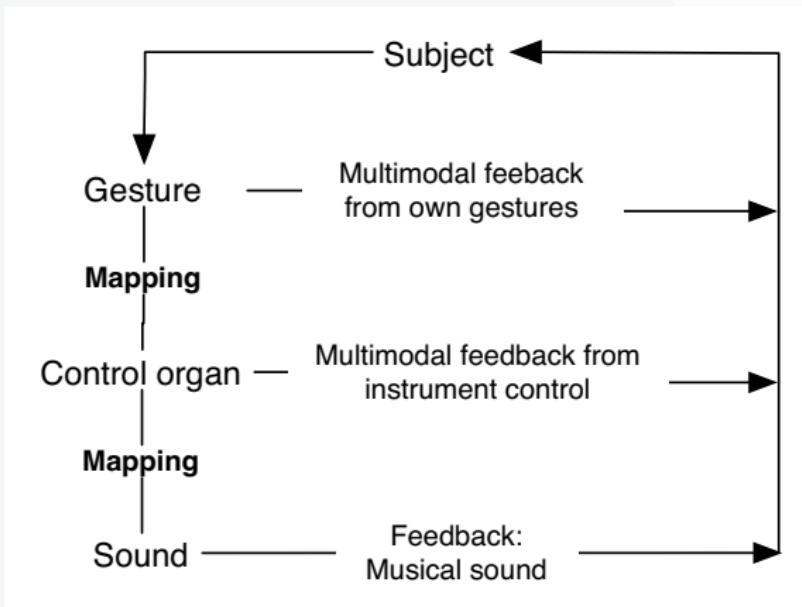
- ▶ D. Arfib, et al. "Strategies of mapping between gesture data and synthesis model parameters using perceptual spaces." *Organised Sound* 7(2): 127-144. 2002

Andre modeller:



- M. Wanderley, P. Depalle. "Gestural control of sound synthesis." *Proceedings of the IEEE* 92(4):632-644. 2004.

Andre modeller:



- ▶ T. Kvifte, and A.R. Jensenius. "Towards a coherent terminology and model of instrument description and design." Proceedings of the International Conference on New interfaces for musical expression. 2006.

En oppsummering av modellene: kontrollenhet

- ▶ En kontrollenhet er en del av et digital musikkinstrument.
- ▶ Dette kan være en fysisk enhet (et keyboard) eller et annet system som fanger opp bevegelse (f.eks. et webkamera).
- ▶ Ulike begreper brukes om kontrollenheten:
 - ▶ Gestural controller
 - ▶ Input device
 - ▶ Interface
 - ▶ Grensesnitt



En oppsummering av modellene: Lydenhet

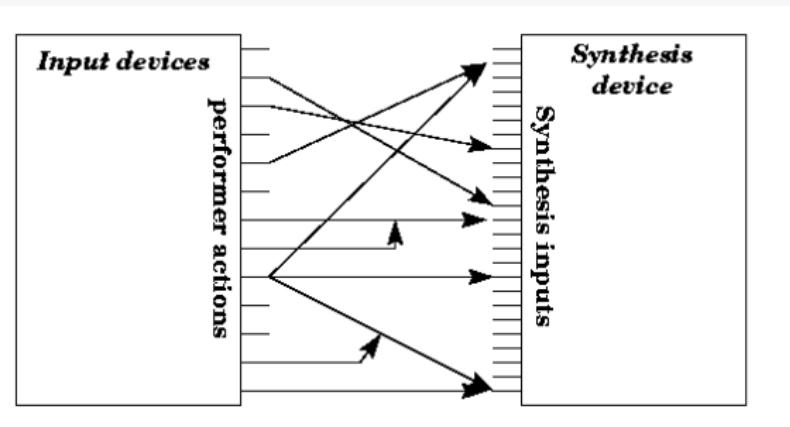
- ▶ Vi kan betrakte lydenheten som en egen del av instrumentet.
- ▶ Med dagens avanserte synthesizerteknologi er det egentlig bare fantasien som setter grenser for hva slags lyder man kan lage.
- ▶ Lydenheten kalles også:
 - ▶ Synthesizer
 - ▶ Sound engine
 - ▶ Sound unit

The figure consists of four separate windows or diagrams:

- Top Left:** A screenshot of a software interface titled "Karsyn: preset bank template_7_1_02". It shows a modular synthesizer with various knobs, sliders, and buttons. A hand is pointing at one of the modules. The interface includes tabs for "SYNTH", "ENVELOPE", "MODULATOR", and "DETAILED".
- Top Right:** A screenshot of Max/MSP/Jitter, a visual programming language for audio and video. It shows a complex network of objects (like "osc~", "env~", "dac~") connected by lines, forming a patch.
- Bottom Left:** A screenshot of a patcher application, likely Pd. It shows a graphical representation of signal flow with various objects and connections.
- Bottom Right:** A screenshot of a text-based patcher, likely SuperCollider. It displays musical code with various objects and their parameters, such as "notein", "stof", "expr", "line~", "tabreadf", and "dac~". The code is annotated with handwritten notes in red and green ink.

En oppsummering av modellene: Mapping

- ▶ Kontrolleren gir oss en form for data. Den som lager musikkinstrumentet må bestemme hvordan dataene fra kontrolleren skal kobles til parameterne på lydenheten.
 - ▶ Denne prosessen kan gjøres alt ifra veldig enkel (Trykk på en knapp→lyd) til veldig komplisert (avansert egenskapsuttrekking og maskinlæring)
 - ▶ Mapping
 - ▶ Feature extraction / egenskapsuttrekking

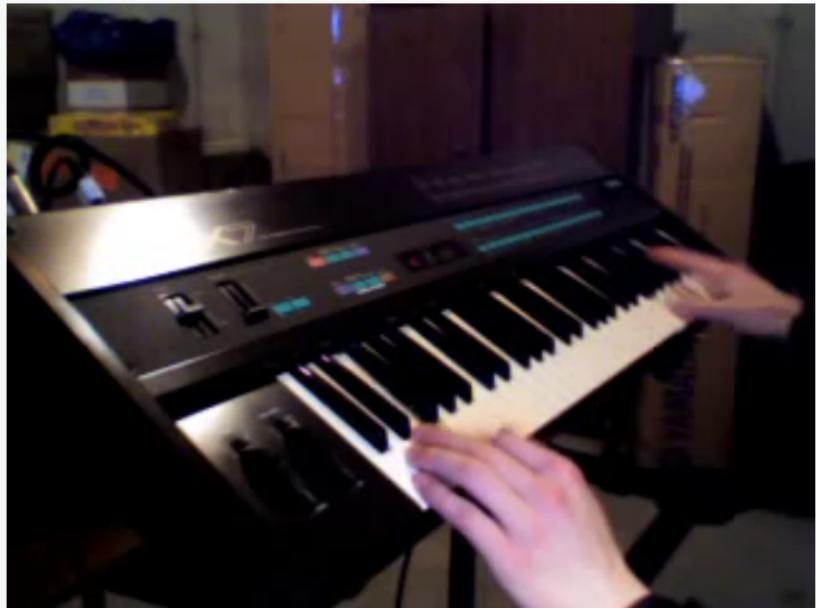


En oppsummering av modellene: Feedback

- ▶ Utøvere som spiller på musikkinstrumenter er avhengig av *feedback*.
Både ved å
 - ▶ lytte til hva de spiller
 - ▶ se hva de spiller
 - ▶ kjenne responsen (vibrasjoner etc.) fra instrumentet.
- ▶ Særlig den siste formen (haptisk feedback) er ofte oversett i digitale musikkinstrumenter, og kan gjøre disse vanskelig å spille med.

Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

- ▶ Yamaha DX7



Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

- ▶ Yamaha DX7
- ▶ Marimba Lumina
laget av Don Buchla



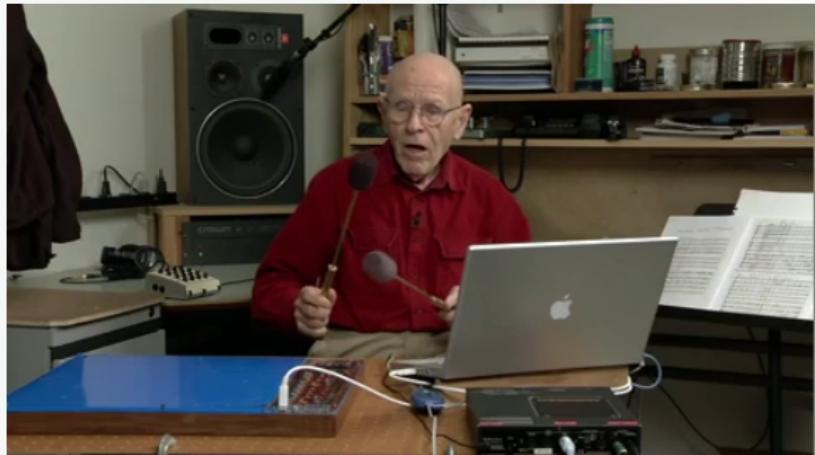
Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

- ▶ Yamaha DX7
- ▶ Marimba Lumina
- ▶ Ocarina
 - laget og fremført av Ge Wang



Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

- ▶ Yamaha DX7
- ▶ Marimba Lumina
- ▶ Ocarina
- ▶ Radio Baton
laget og fremført
av Max Mathews



Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

- ▶ Yamaha DX7
 - ▶ Marimba Lumina
 - ▶ Ocarina
 - ▶ Radio Baton
 - ▶ Hands
- laget og fremført av
Michel Waisvisz



Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

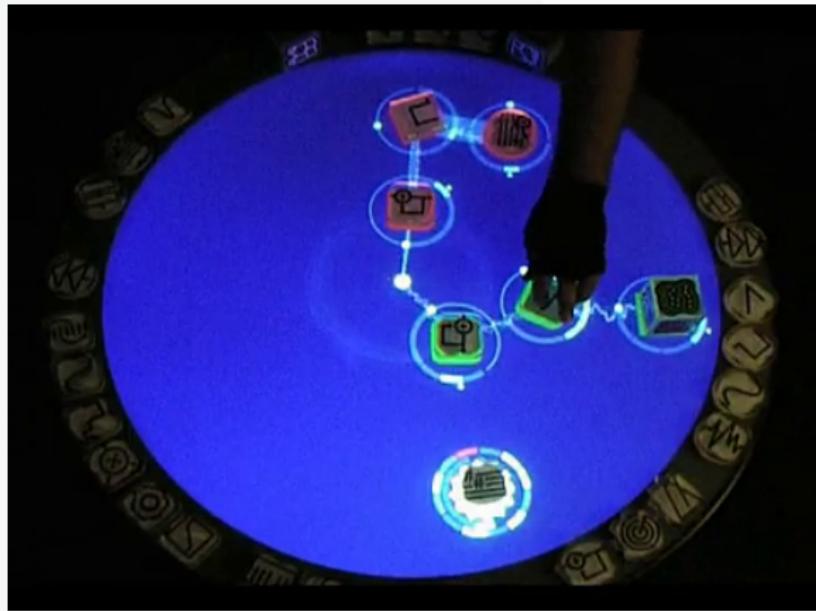
- ▶ Yamaha DX7
 - ▶ Marimba Lumina
 - ▶ Ocarina
 - ▶ Radio Baton
 - ▶ Hands
 - ▶ Lightning
- laget av Don Buchla



Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

- ▶ Yamaha DX7
- ▶ Marimba Lumina
- ▶ Ocarina
- ▶ Radio Baton
- ▶ Hands
- ▶ Lightning
- ▶ Reactable

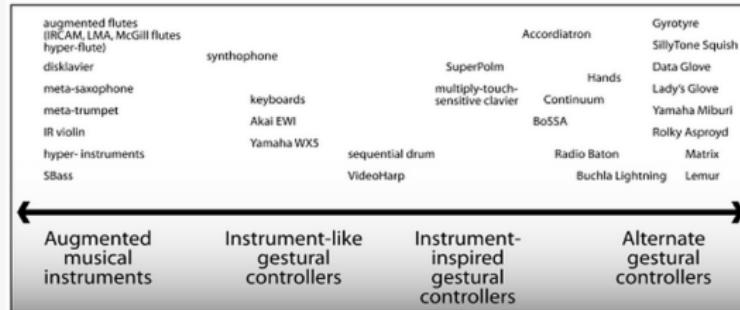
laget av Sergi Jordà
m.fl.



Ulike typer digitale musikkinstrumenter

Miranda/Wanderley skisserer opp noen ulike typer “gestural controllers”:

- ▶ Akustiske instrumenter som er utvidet ved hjelp av ulike sensorer f.eks. kan man ta opp lyden fra en fiolin og la utøverens bevegelser behandle denne.
- ▶ Bevegelseskontrollere som er laget for å gjengi et akustisk instrument i størst mulig grad
F.eks. et digitalt piano
- ▶ Bevegelseskontrollere som er inspirert av akustiske instrumenter, eller som prøver å overkomme en begrensning i det akustiske instrumentet.
F.eks. Marimba lumina
- ▶ Alternative kontrollere som ikke likner på tradisjonelle musikkinstrumenter



E.R. Miranda, M. Wanderley.
*New digital musical instruments:
control and interaction beyond
the keyboard.* AR Editions, Inc.,
2006.

The SoundSaber



- ▶ Intuitiv kobling mellom bevegelse og lyd
- ▶ Vi skal se nærmere på
 - ▶ kontrollenhet
 - ▶ lydenhet
 - ▶ feature extraction
 - ▶ mapping

K. Nymoen, S. Skogstad, and A.R. Jensenius.

"Soundsaber — a motion capture instrument" in Proceedings of the Int. Conference on New Interfaces for Musical Expression. 2011.



The SoundSaber



Kontrollenhet

- ▶ Hul stang av aluminium, ca 120 cm lang, 4 cm i diameter.
- ▶ Fire markører i et bestemt mønster gjør at kontrollenheten kan kjennes igjen av et motion capture system, selv om det er flere markører i området.
- ▶ Posisjonen til tuppen av stangen måles ved hjelp av optisk infrarød motion capture. (Tre dimensjoner, XYZ)
- ▶ Motion capture systemet gir oss også informasjon om rotasjon, men rotasjonsdata brukes ikke i dette instrumentet.
- ▶ Kontrollenheten er lett å holde med to hender, men tung nok til at store og relativt langsomme bevegelser passer godt.
(Vibrasjonsbevegelser er for eksempel vanskelig)
- ▶ Dataene/tallene vi får ut av kontrollenheten kalles *rådata*.

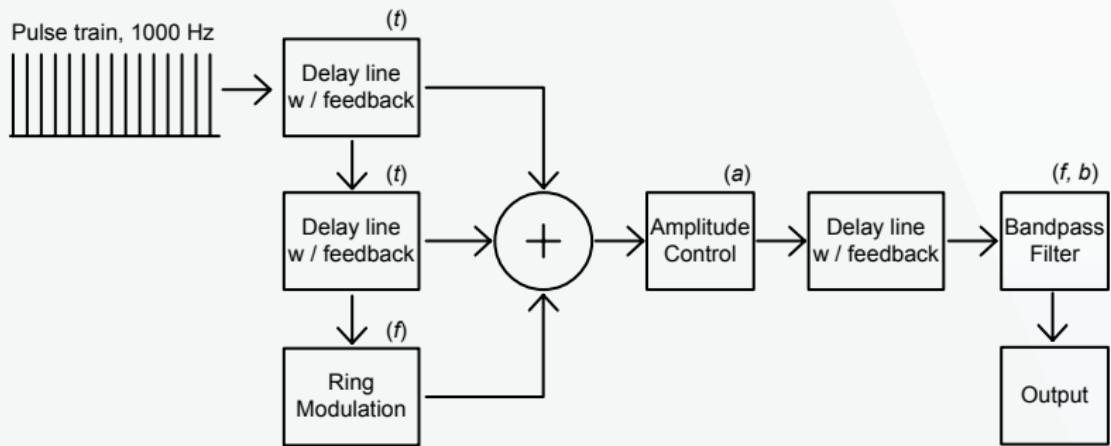
The SoundSaber



Lydenhet / Synthesizer

- ▶ Laget i Max (<http://cycling74.com>)
- ▶ Består i hovedsak av 5 komponenter:
 - ▶ Mange korte klikkelyder, spilt med så kort tid mellom hvert klikk at de danner noe vi hører som en tone
 - ▶ Volumkontroll
 - ▶ Tre delays/ekko med feedback
 - ▶ En dyp basstone
 - ▶ Et filter
- ▶ Noen innstillingar i lydenheten kan kontrolleres, disse kalles *lydsyntesevariabler*:
 - ▶ Volum
 - ▶ Delaytid på to av delayene
 - ▶ Frekvens på basstonen
 - ▶ Frekvens og bredde på filteret

The SoundSaber



The SoundSaber



Feature extraction / Egenskapsuttrekking

- ▶ Motion capture systemet gir oss XYZ posisjonsdata.
 - ▶ Vi bruker Z-verdien (vertikal posisjon) direkte.
- ▶ I tillegg beregnes et utvalg egenskaper / features i Max:
 - ▶ Absolutt hastighet
 - ▶ Vertikal hastighet
 - ▶ Horizontal hastighet
- ▶ Etter å ha prosessert dataene er de ikke lenger rådata, men *kontrollvariabler*.

The SoundSaber

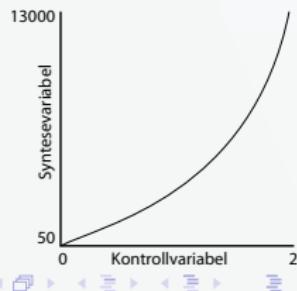


Mapping

- ▶ Absolutt hastighet kontrollerer volum.
 - ▶ 0 hastighet → 0 volum
- ▶ Vertikal posisjon kontrollerer filterfrekvens
 - ▶ Lav verdi nede ved gulvet, høy verdi opp mot taket
- ▶ Vertikal hastighet kontrollerer delaytid på delay 1
- ▶ Horisontal hastighet kontrollerer delaytid på delay 2

Skalering

- ▶ Hver av kontrollvariablene og syntesevariablene har et *omfang*.
- ▶ Som en del av mappingen må kontrollvariablene skaleres til omfanget av syntesevariablene.
- ▶ Eksempel fra SoundSaber:
 - ▶ Vertikal posisjon har et omfang på 0 til 2 meter.
 - ▶ Filterfrekvens har et omfang på 50 og 13000 Hz.



Mer om mapping

- ▶ Fire hovedkategorier av mapping fra kontrollvariabler til syntesevariabler
 - ▶ én til én
 - ▶ én til mange
 - ▶ mange til én
 - ▶ mange til mange
- ▶ Mapping er veldig viktig for spilleopplevelsen på et digitalt instrument (Hunt et al 2003)
 - ▶ The accidental theremin
 - ▶ En theremin har vanligvis to stk én til én mappinger. Volum og tonehøyde kontrolleres av avstand til hver sin antenn.
 - ▶ I en feilkoblet theremin oppdaget Hunt at det var mer spennende om volumet ble kontrollert av endring i avstand til antennen (altså hastighet)
 - ▶ Hunt et al gjorde forsøk på ulike mappinger og oppdaget at folk forerekker å ha litt mer kompliserte mappinger enn én til én.

Hunt, Andy, Marcelo M. Wanderley, and Matthew Paradis. "The importance of parameter mapping in electronic instrument design." *Journal of New Music Research* 32(4):429–440, 2003.