

# Bevegelseskontrollere og digitale musikk- instrumenter: Fra bevegelse til lyd

MUS2006 — Musikk og bevegelse

9 april 2015



# Musikkinstrument

- ▶ Hva er et musikkinstrument?
  - ▶ En tuba?
  - ▶ En platespiller?
  - ▶ 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=SSu1ycqZH-U>
  - ▶ Introduksjonen av remiksing, sampling og scratching på 80-tallet
- ▶ 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):

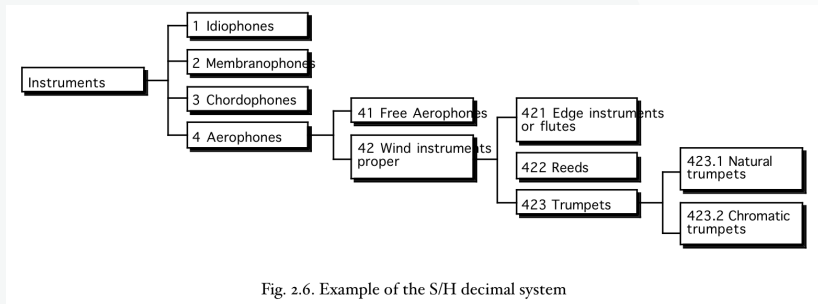
idiophones	Hoveddelen av instrumentet vibrerer (xylofon, cymbal)
membranophones	Lydkilden er et membran (trommer)
chordophones	Lydkilden er en streng (piano, harpe, banjo, cello)
aerophones	Lydkilden er vibrerende luft (fløyte, trombone)
electrophones	Lydkilden er elektrisk (lagt til i 1940)

- ▶ 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.

# Hornbostel / Sachs eksempel



# Kviftes 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 variabelen 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: Innøvd posisjoner for sliden til en trombone.
  - ▶ Diskret lydvariabel: Tonehøyde på et piano

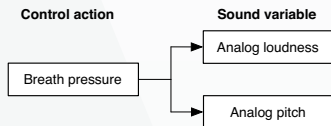
Kvifte brukte opprinnelig begrepet *digital* i stedet for *diskret*, men har senere endret dette siden digital lett kan forveksles med digital teknologi

## Kvifte eksempel: gitar

GUITAR	Pitch		Loudness		Colour	
	A	D	A	D	A	D
Choice of string		<input type="checkbox"/>				
Finger position l. h.		<input type="checkbox"/>				
Plucking force			<input type="checkbox"/>			
Plucking position			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plucking type					<input type="checkbox"/>	
Pulling string l.h.	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

# Handling-lyd kobling

- ▶ I akustiske musikkinstrumenter er det en naturlig kobling mellom lydproduserende handling og lyd
- ▶ Vi gjenkjenner egenskaper ved det lydproduserende objektet når vi hører en lyd (materiale, størrelse, form lydproduserende handling)



(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, hammondorgel)
- Elektrisk digital** Utøverens handling gjøres om til digitale signaler, for å prosesseres digitalt og så gjøres om til lyd. Utfordring: Hvordan koble bevegelsesdata til lydparametre?

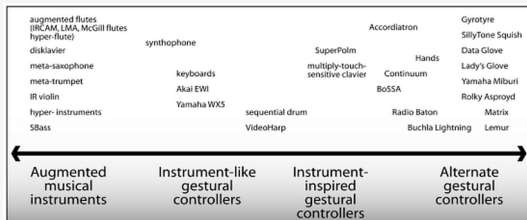
- ▶ Notto J.W. Thelle, *Making Sensors Make Sense: Challenges in the Development of Digital Musical Instruments*. Masteroppgave, IMV, UiO. 2010



# Ulike typer digitale musikkinstrumenter

Miranda/Wanderley deler inn i fire ulike måter å koble bevegelse til lyd:

- ▶ Akustiske instrumenter som er utvidet ved hjelp av ulike sensorer  
F.eks. Yamaha disklavierer
- ▶ 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  
F.eks. Bevegelsessensorer festet på en danser



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

# Komponenter i et digitalt musikkinstrument

- ▶ Kontrollenhet
- ▶ Lydenhet
- ▶ Mapping
- ▶ Feedback

# Kontrollenhet

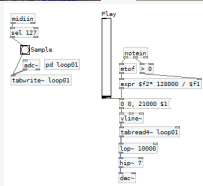
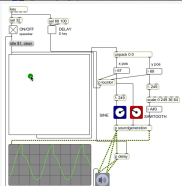
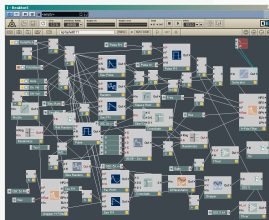


# Kontrollenhet

- ▶ Kan være en fysisk enhet eller et annet system som fanger opp bevegelse.
- ▶ Ulike begreper brukes om kontrollenheten:
  - ▶ Gestural controller
  - ▶ Gesture transducer
  - ▶ Input device
  - ▶ Interface
  - ▶ Grensesnitt
- ▶ Ulike typer sensorer kan brukes. F.eks.:
  - ▶ Keyboard
  - ▶ Skruknotter
  - ▶ Webkamera
  - ▶ Akselerometer
  - ▶ Optisk infrarød markørbasert motion capture
- ▶ Støy, presisjon, osv. er viktige kvalitetsmål på kontrollenheten. I tillegg kommer sanntidsegenskaper: Er det forsinkelse i systemet? Gjøres målingene med gjevne tidsintervall?

# Lydenhet

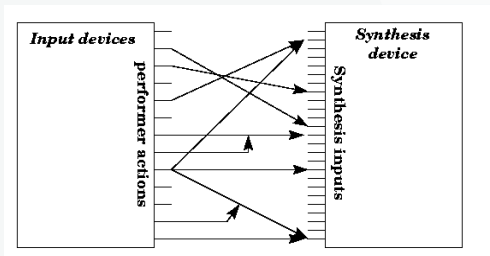
- ▶ Vi kan betrakte lydenheten som en egen del av instrumentet.
- ▶ Dagens synthesizerteknologi er svært avansert. Store muligheter.
- ▶ Lydenheten kalles også:
  - ▶ Synthesizer
  - ▶ Sound engine
  - ▶ Sound unit



# Mapping

- ▶ Kontrolleren gir oss en form for data: Posisjon, akselerasjon, trykk, rotasjon, noteverdi, ...
- ▶ Den som lager musikkinstrumentet må bestemme hvordan dataene fra kontrolleren skal *mappes* til parameterne på lydenheten.
- ▶ En mapping i et instrument kan være alt ifra veldig enkel til veldig komplisert
- ▶ Fire hovedkategorier av mapping fra kontrollvariabler til syntesevariabler

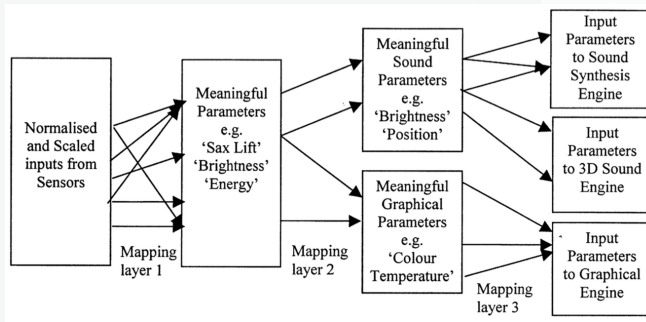
- ▶ én til én
- ▶ én til mange
- ▶ mange til én
- ▶ mange til mange



# Mapping

- ▶ Mapping påvirker spilleopplevelsen på et digitalt instrument i stor grad (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 antenne.
  - ▶ 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 foretrekker 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.

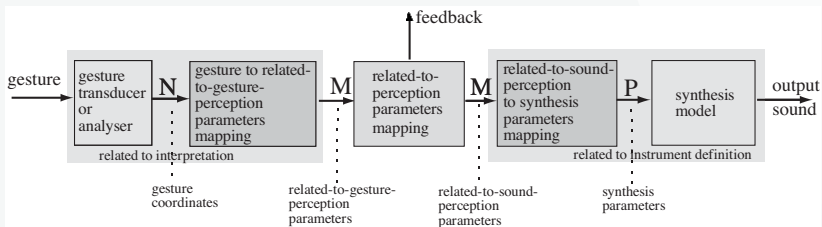
# Mapping: Hunt & Wanderley 2002



- ▶ A. Hunt and M. Wanderley. "Mapping performer parameters to synthesis engines." *Organised Sound*. 7(2):97–108, 2002.

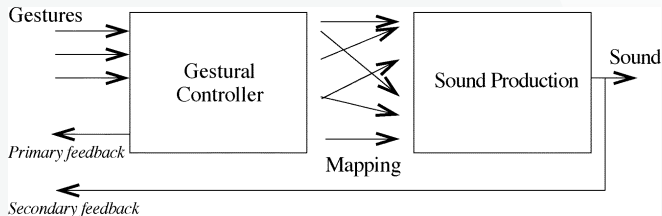


# Mapping: Arfib et al. 2002



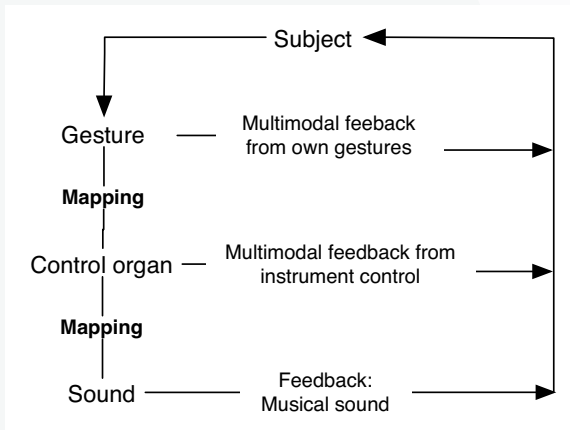
- ▶ D. Arfib, et al. "Strategies of mapping between gesture data and synthesis model parameters using perceptual spaces." *Organised Sound* 7(2): 127-144. 2002

# Mapping: Wanderley & Depalle 2004



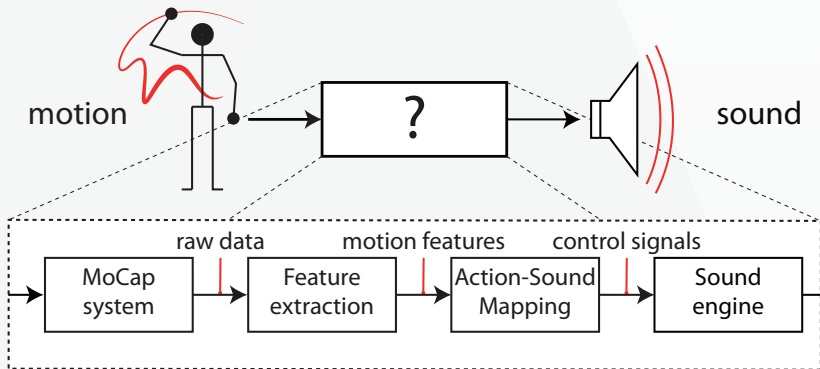
- ▶ M. Wanderley, P. Depalle. "Gestural control of sound synthesis." *Proceedings of the IEEE* 92(4):632-644. 2004.

# Mapping: Kvifte & Jensenius 2006



- ▶ 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.

# Mapping: Skogstad 2014



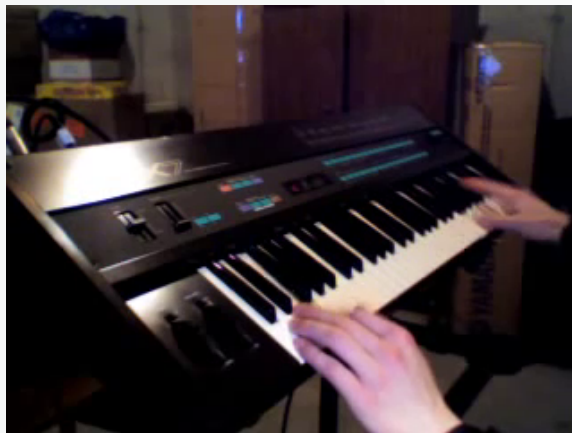
Illustrasjon fra S.A. Skogstad. *Methods and Technologies for Using Body Motion for Real-Time Musical Interaction*. Doktoravhandling. Universitetet i Oslo. 2014.

# 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 musikinstrumenter

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



# Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

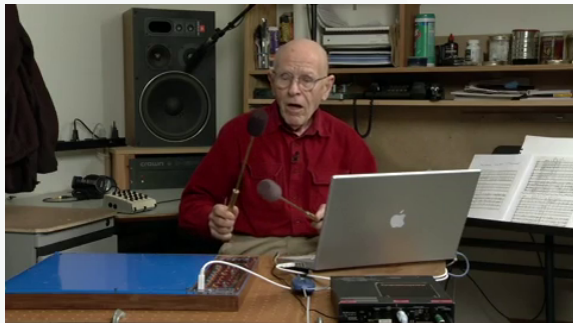
- ▶ Yamaha DX7
- ▶ Marimba Lumina
- ▶ Ocarina  
laget og fremført  
av Ge Wang





# Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

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





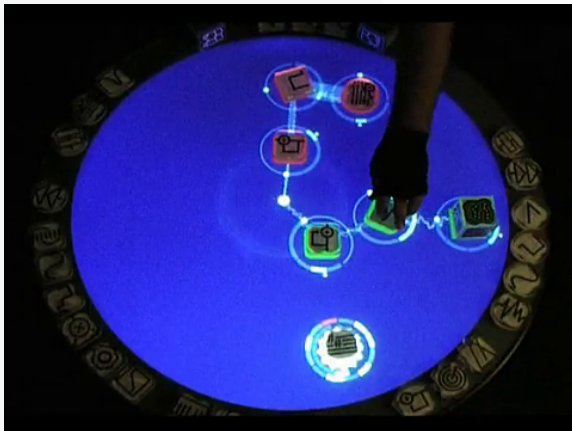
## Noen få utvalgte digitale musikkinstrumenter

- ▶ Yamaha DX7
- ▶ Marimba Lumina
- ▶ Ocarina
- ▶ Radio Baton
- ▶ Hands
- ▶ 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.

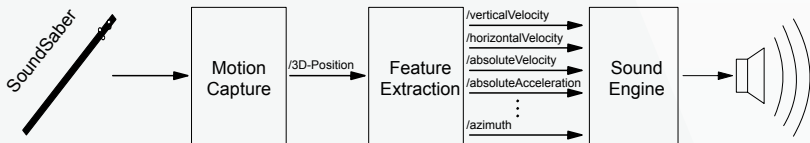


# The SoundSaber



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



- ▶ Vi skal se nærmere på
  - ▶ kontrollenhet
  - ▶ lydenhet
  - ▶ feature extraction
  - ▶ mapping

# 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)
- ▶ Kontrollenheten ble sammenliknet med to andre mindre kontrollere. Resultatet var en mindre intuitiv kobling til den ganske “massive” lyden fra instrumentet.

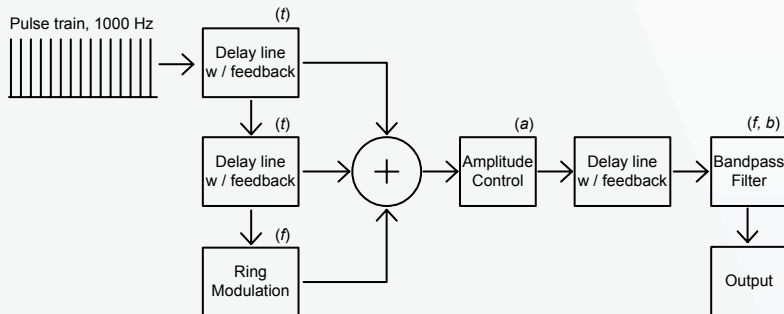


## Lydenhet / Synthesizer

- ▶ 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 innstillinger 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
  - ▶ Horisontal hastighet
- ▶ Etter å ha prosessert dataene er de ikke lenger rådata, men *kontrollvariabler*.

# The SoundSaber

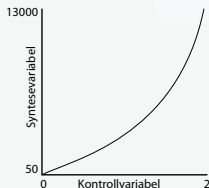


## Mapping

- ▶ Absolutt hastighet kontrollerer volum.
  - ▶ 0 hastighet  $\rightarrow$  0 volum
- ▶ Vertikal posisjon kontrollerer filterfrekvens
  - ▶ Lav verdi nede ved gulvet, høy verdi oppe 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.



# The SoundSaber



demo...