

Kvantitativ Analyse

MUS2006 - Musikk og bevegelse

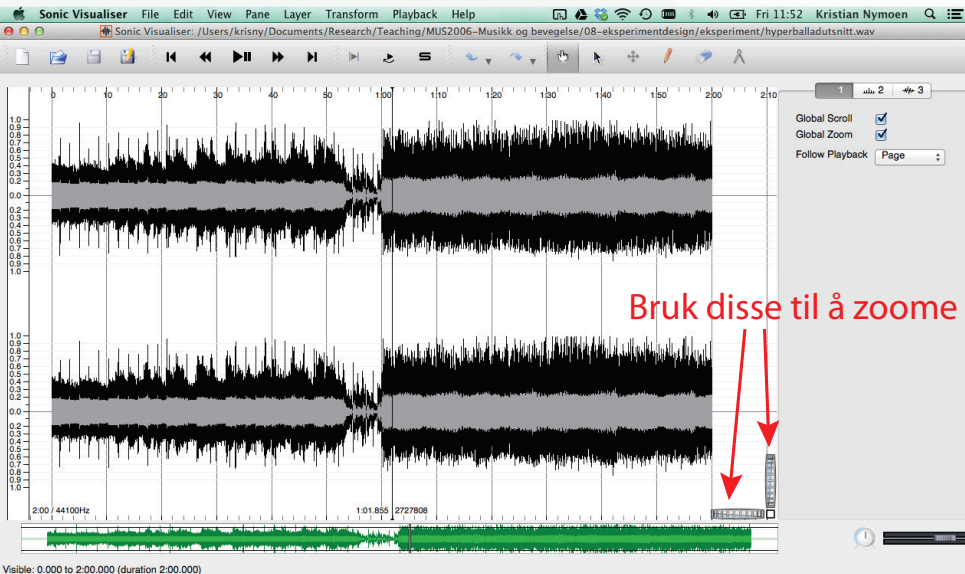
27 mars 2014

Enkel lydanalyse: Spektrogram

- ▶ Et spektrogram av en lydfil viser hvordan frekvensinnholdet i lyden utvikler seg over tid.
- ▶ Når man lager et spektrogram vil det kunne gi oss god oppløsning i tid eller frekvens, men ikke begge deler samtidig.
- ▶ Det krever litt trening å bli god på å lage spektrogrammer som illustrerer det man vil vise, men heldigvis finnes det noen programmer som gjør jobben nokså enkel:
 - ▶ Sonic Visualiser: <http://www.sonicvisualiser.org>
 - ▶ Praat <http://praat.org>

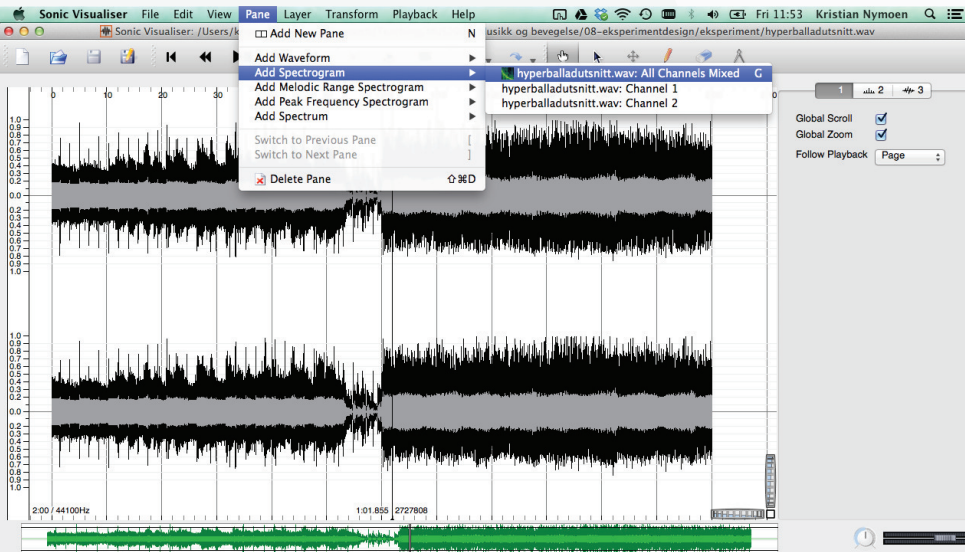
Enkel lydanalyse: Spektrogram i Sonic Visualiser

Last inn en lydfil ved å klikke *File* → *Open*



Enkel lydanalyse: Spektrogram i Sonic Visualiser

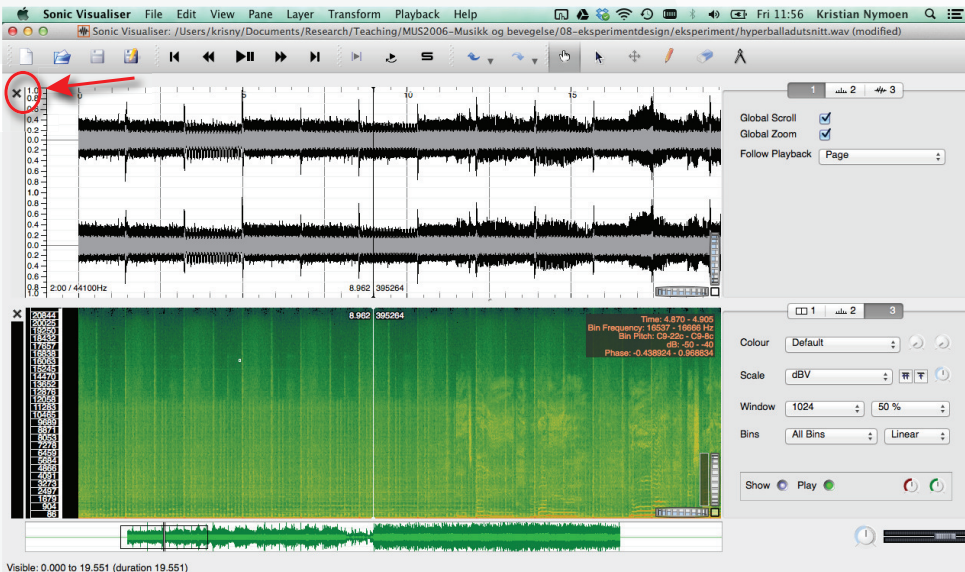
Legg til et spektrogram ved å klikke *Pane* → *Add Spectrogram*



Add a new pane showing a spectrogram

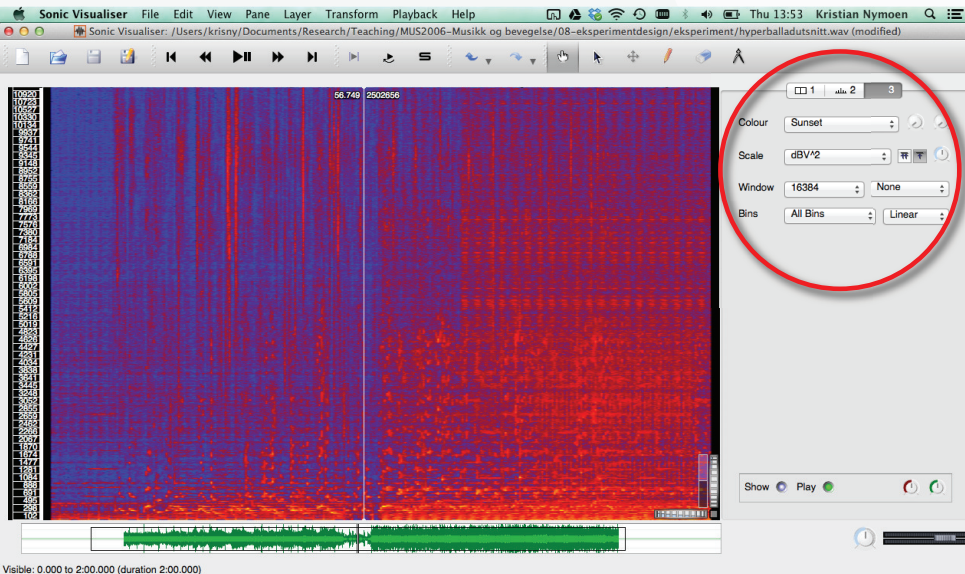
Enkel lydanalyse: Spektrogram i Sonic Visualiser

Du kan fjerne waveformen ved å klikke på X øverst til venstre



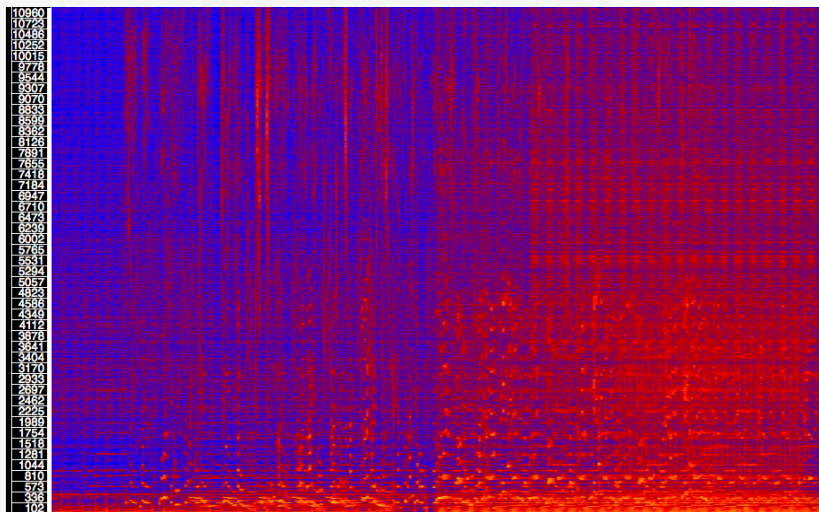
Enkel lydanalyse: Spektrogram i Sonic Visualiser

Prøv deg frem med innstillingene på høyre side



Enkel lydanalyse: Spektrogram i Sonic Visualiser

Spektrogrammet kan eksporteres som en png fil



MIR Toolbox — mer avansert lydanalyse

Lese inn en fil i variabelen minlyd :	minlyd = miraudio('minlydfil.wav')
Spill av filen:	mirplay(minlyd)
Spektrum (for hele filen)	mirspectrum(minlyd)
Spektrum i desibel	mirspectrum(minlyd,'dB')
Spektrogram	mirspectrum(minlyd,'frame')
Spektrogram i desibel	mirspectrum(minlyd,'frame','db')
Beregn energien for hele lydfilen:	d = mirrms(minlyd) Her legges svaret i variabelen "d"
Beregn energien over tid:	mirrms(minlyd, 'frame')
Konverter mirdata til vanlig matlab variabel:	data = mirgetdata(d);

- For å lære mer om MIR toolbox: MUS4831 — Lydanalyse

En liten eksemplanalyse av lydfilen vår

Vi leser inn filen i variabelen bjork ved å skrive:

`bjork = miraudio('hyperballadutsnitt.wav');`

The image shows the MATLAB R2013a interface. The Command Window displays the command `>> bjork = miraudio('hyperballadutsnitt.wav');` and the output, which consists of 11 chunks of progress messages and a final elapsed time of 4.430943 seconds. A red arrow points from the text "Vi leser inn lydfilen i variabelen bjork" to the variable `bjork` in the Command Window. The Workspace window shows the variable `bjork` with a value of `<1x1 miraudio>`. The Command History window shows the command `bjork = miraudio('hyperballadutsnitt.wav');` as the last executed command. The Current Folder window shows the file `hyperballadutsnitt.wav` selected.

Vi leser inn lydfilen i variabelen bjork

```
>> bjork = miraudio('hyperballadutsnitt.wav');

Chunk 1/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 2/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 3/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 4/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 5/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 6/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 7/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 8/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 9/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 10/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Chunk 11/11...
Computing miraudio related to hyperballadutsnitt.wav...
Computing mirsum related to hyperballadutsnitt.wav...
Elapsed time is 4.430943 seconds.

fe>> |
```

Name	Value
bjork	<1x1 miraudio>

```
Command History

xlim([70 90])
ylim([0 1500])
'4'
'4' + 4
4 + 4
clc
sd = [3 4 5]
a = miraudio('hyperballadutsnitt...
mirspectrum(a,'frame','db')
mirspectrum(a,'db')
clear
clc
bjork = miraudio('hyperballadutsn...
```

hyperballadutsnitt.wav (Waveform audio)

Dimensions 999 x 684

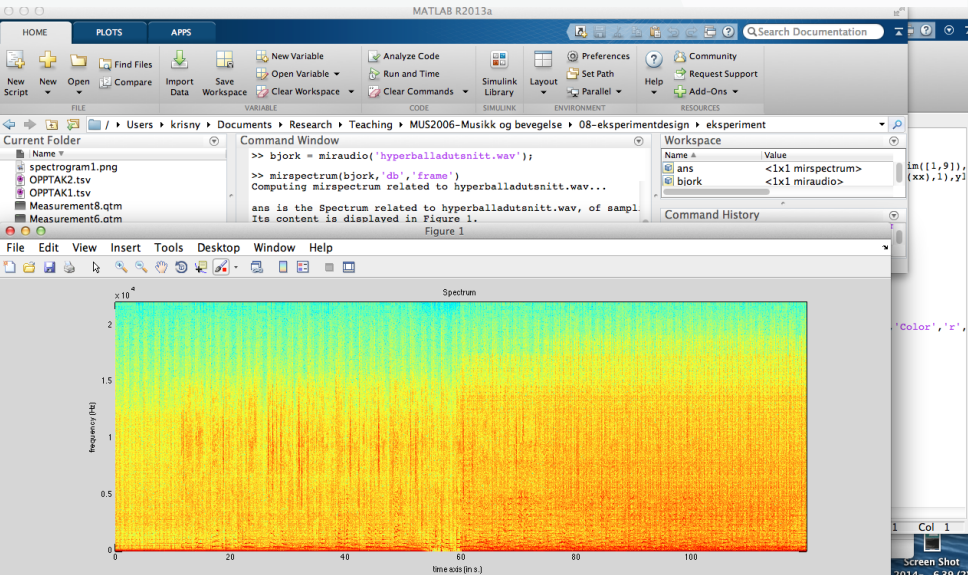
Web Data

1 of 10 selected, 19,78 GB available

En liten eksemplanalyse av lydfilen vår

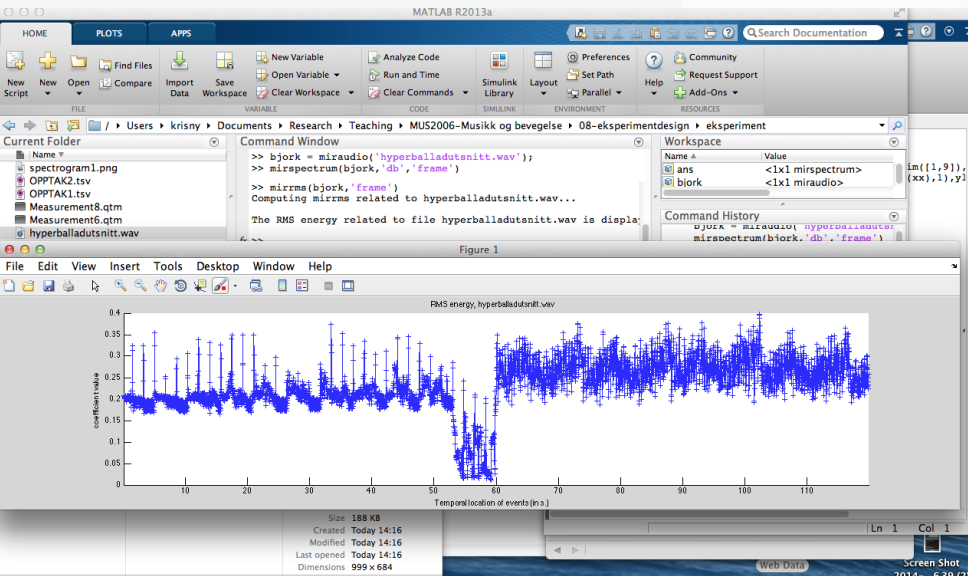
Vi kan lage et spektrogram med funksjonen `mirspectrum`:

`mirspectrum(bjork,'db','frame')`



En liten eksemplanalyse av lydfilen vår

Vi kan analysere energien i lydfilen med funksjonen `mirrms`:
`mirrms(bjork,'frame')`



En liten eksemplanalyse av lydfilen vår

Hvis vi vil se på energien i lengre segmenter om gangen kan vi skrive:

mirrms(mirframe(bjork,5))

-ser på energien per 5 sek utsnitt

MATLAB R2013a

HOME PLOTS APPS

Find Files Import Data Save Workspace New Variable Open Variable Clear Workspace Analyze Code Run and Time Clear Commands Simulink Library Layout Preferences Set Path Help Community Request Support Add-Ons

File Edit View Insert Tools Desktop Window Help

Current Folder: Users > krisny > Documents > Research > Teaching > MUS2006-Musikk og bevegelse > 08-eksperimentdesign > eksperiment

Command Window

```
>> bjork = miraudio('hyperballadutsnitt.wav');  
>> miraspectrum(bjork, 'db', 'frame')  
>> mirrms(bjork, 'frame')  
>> mirrms(mirframe(bjork,5))  
Computing mirrms related to hyperballadutsnitt.wav...
```

Workspace

Name	Value
ans	<1x1 mirspectrum>
bjork	<1x1 miraudio>

Command History

```
mirrms(mirframe(bjork,5))
```

Figure 1

RMS energy, hyperballadutsnitt.wav

coefficient value

Temporal location of events (s.)

Size 188 KB
Created Today 14:16
Modified Today 14:16
Last opened Today 14:16
Dimensions 999 x 684

Ln 1 Col 1

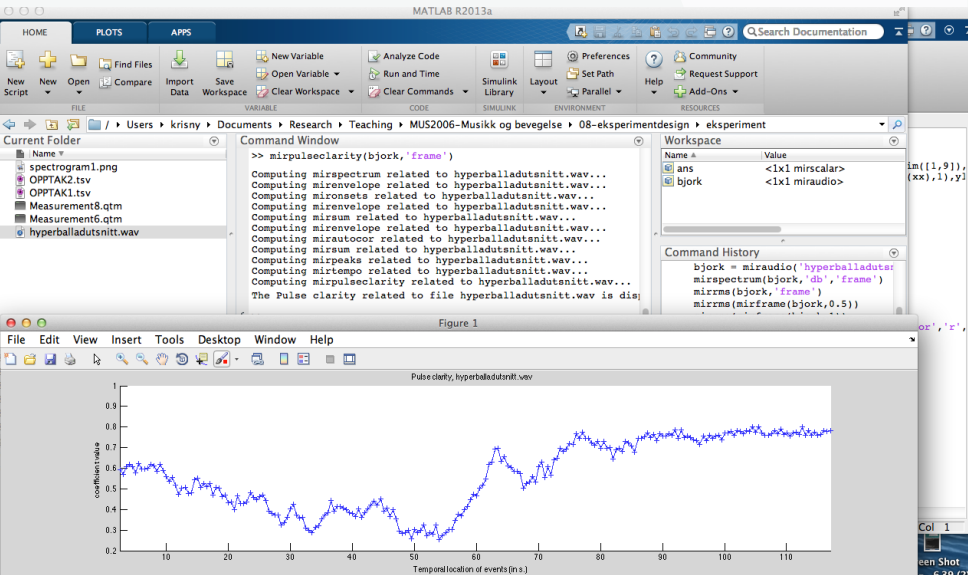
Web Data

1 of 10 selected, 19,78 GB available

Screen Shot 2014-...6.39 (2)

En liten eksemplanalyse av lydfilen vår

Funksjonen `mirpulseclarity` gir oss et mål på hvor tydelig rytmen er:
`mirpulseclarity(bjork,'frame')`



Lydanalyse

I dette kurset er ikke lydanalyse i fokus, men mange av metodene for kvantitativ lydanalyse likner på metodene for kvantitativ bevegelsesanalyse

En annen tilnærming til lydanalysen er å bruke enkle beskrivelser. F.eks. kan en rask beskrivelse av Bjørk-utsnittet se slik ut:

Tid	Beskrivelse
0:00	Rolig, enkle rytmiske elementer.
0:11	Vokal kommer inn
0:53	Bass slutter. Enda roligere
1:00	Dynamikk opp, bass tilbake, basstromme “four to the floor”
1:14	Hihat kommer inn på offbeat
1:28	Skarptomme på 2 og 4
1:42	Vokaltema: “safe again”
1:57	Skarptomme forsvinner

Tidspunktene kan senere brukes som referansepunkter når vi analyserer bevegelsesdataene.

Kvantitativ bevegelsesanalyse

Noen nyttige lenker

- ▶ fourMs wiki: Kvantitativ videoanalyse:
http://fourms.wiki.ifl.uio.no/Quantitative_video_analysis
- ▶ fourMs wiki: Eksportere mocap data fra Qualisys:
<http://fourms.wiki.ifl.uio.no/Qualisys>
- ▶ fourms wiki: Grunnleggende matlab: <http://fourms.wiki.ifl.uio.no/Matlab>
- ▶ Last ned og installere matlab:
<http://www.uio.no/tjenester/it/maskin/programvare/p-base/matlab.html>
- ▶ Mocap toolbox:
<https://www.jyu.fi/hum/laitokset/musiikki/en/research/coe/materials/mocaptoolbox>
- ▶ MIR toolbox:
<https://www.jyu.fi/hum/laitokset/musiikki/en/research/coe/materials/mirtoolbox>

Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi leser inn en tsv-fil i variabelen **a** ved å skrive:

```
a = mcread('OPPTAK1.tsv');
```

The image shows the MATLAB R2013a interface. The Command Window displays the command `a = mcread('OPPTAK1.tsv');` and its output, which is a struct with the following fields:

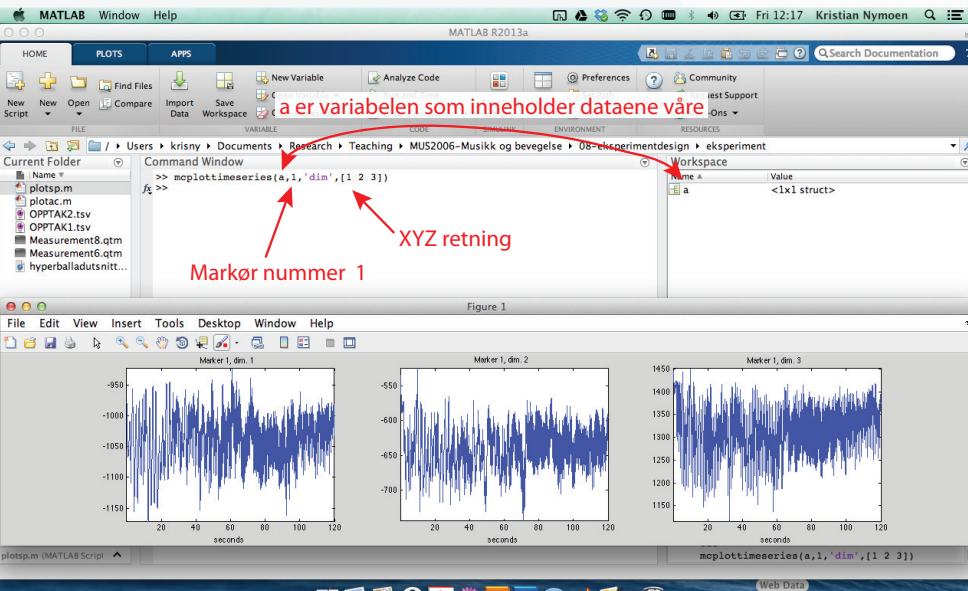
```
type: 'MoCap data'  
filename: 'OPPTAK1.tsv'  
nFrames: 12000  
nCameras: 9  
nMarkers: 4  
freq: 100  
nAnalog: 0  
anaFreq: 0  
timederOrder: 0  
markerName: {4x1 cell}  
data: [12000x12 double]  
analogdata: []  
other: [1x1 struct]
```

The Workspace window shows the variable `a` as a `<1x1 struct>`. The Command History window shows the command `a = mcread('OPPTAK1.tsv');`.

Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi kan lage en graf som viser XYZposisjon til markør A ved å skrive:

mcplotttimeseries(a, 1, 'dim', [1 2 3])



Hvordan jobbe med opptaket vårt

Ved å bruke derivasjon regner vi ut hastighet fra posisjon

a1 = mctimeder(a)

The image shows the MATLAB R2013a interface. The top menu bar includes MATLAB, Window, and Help. The toolbar contains icons for Home, Plots, and Apps. The Command Window displays the following code:

```
>> a1 = mctimeder(a)

a1 =

    type: 'MoCap data'
  filename: 'OPPTAK1.tsv'
    nFrames: 12000
    nCameras: 9
    nMarkers: 4
      freq: 100
    nAnalog: 0
    anaFreq: 0
  timederOrder: 1
  markerName: {4x1 cell}
      data: [12000x12 double]
  analogdata: []
      other: [1x1 struct]
```

The Workspace window shows the following variables:

Name	Value
a	<1x1 struct>
a1	<1x1 struct>

The Command History window shows the following commands:

```
clc
a = mcsmoother(a);
mcplottimeseries(a,1,'dim',[1 2 3])
a = moread('OPPTAK1.tsv')
clc
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])
clc
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])
xlim([61 63])
a = mcsmoother(a);
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])
xlim([61 63])
clc
a1 = mctimeder(a)
```

Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi tar et lite sideblikk på derivasjon

MATLAB Window Help

MATLAB R2013a

HOME PLOTS APPS

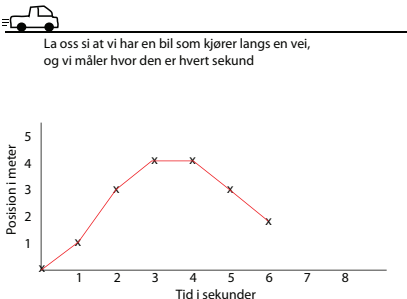
Search Documentation

Users > krisny > Documents > Research > Teaching > MUS2006-Musikk og bevegelse > 08-eksperimentdesign > eksperiment

Command Window

```
>> a1 = mctimer(a)
```

La oss si at vi har en bil som kjører langs en vei, og vi måler hvor den er hvert sekund



Tid i sekunder	Position i meter
0	0
1	1
2	3
3	4
4	4
5	3
6	2

Workspace

Name	Value
a	<1x1 struct>
a1	<1x1 struct>

Command History

```
clc  
a = mcsmooth(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[1 2 3])  
a = mcread('OPPTAK1.tsv')  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
a = mcsmooth(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
clc  
a1 = mctimer(a)
```


Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi tar et lite sideblikk på derivasjon

MATLAB R2013a

HOME PLOTS APPS

File Edit View Window Help

Search Documentation

Users > krisny > Documents > Research > Teaching > MUS2006-Musikk og bevegelse > 08-eksperimentdesign > eksperiment

Current Folder

- plots.m
- plotac.m
- OPPTAK2.tsv
- OPPTAK1.tsv
- Measurement8.qtm
- Measurement6.qtm
- hyperballadutsnitt...

Command Window

```
>> a1 = mctimeder(a)
```

Workspace

Name	Value
a	<1x1 struct>
a1	<1x1 struct>

Command History

```
clc  
a = mcsmooth(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[1 2 3])  
a = mcread('OPPTAK1.tsv')  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
a = mcsmooth(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
clc  
a1 = mctimeder(a)
```

La oss si at vi har en bil som kjører langs en vei, og vi måler hvor den er hvert sekund

Fra 0 - 1 sekunder beveger bilen seg 1 m i løpet av 1 s

Hastighet 1 m/s

Tid i sekunder	Position i meter
0	0
1	1
2	3
3	4
4	4
5	3
6	2

Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi tar et lite sideblikk på derivasjon

MATLAB Window Help

MATLAB R2013a

HOME PLOTS APPS

Search Documentation

Users > krisny > Documents > Research > Teaching > MUS2006-Musikk og bevegelse > 08-eksperimentdesign > eksperiment

Current Folder

- plots.m
- plotac.m
- OPPTAK2.tsv
- OPPTAK1.tsv
- Measurement8.qtm
- Measurement6.qtm
- hyperballadutsnitt...

Command Window

```
>> a1 = mctimeder(a)
```

Workspace

Name	Value
a	<1x1 struct>
a1	<1x1 struct>

Command History

```
clc  
a = mcsmoothen(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[1 2 3])  
a = mcread('OPPTAK1.tsv')  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
a = mcsmoothen(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
clc  
a1 = mctimeder(a)
```

La oss si at vi har en bil som kjører langs en vei, og vi måler hvor den er hvert sekund

Fra 1 - 2 sekunder beveger bilen seg 2 m i løpet av 1 s

Hastighet 2 m/s

Tid i sekunder	Position i meter
0	0
1	1
2	3
3	4
4	4
5	3
6	2

Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi tar et lite sideblikk på derivasjon

MATLAB R2013a

HOME PLOTS APPS

File Edit View Windows Help

Search Documentation

Users > krisny > Documents > Research > Teaching > MUS2006-Musikk og bevegelse > 08-eksperimentdesign > eksperiment

Command Window

```
>> a1 = mctimer(a)
```

Workspace

Name	Value
a	<1x1 struct>
a1	<1x1 struct>

Command History

```
clc  
a = mcsmoother(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[1 2 3])  
a = mcread('OPPTAK1.tsv')  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
a = mcsmoother(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
clc  
a1 = mctimer(a)
```

Current Folder

- plotsp.m
- plotac.m
- OPPTAK2.tsv
- OPPTAK1.tsv
- Measurement8.qtm
- Measurement6.qtm
- hyperballadutsnitt...

plotsp.m (MATLAB Script)

La oss si at vi har en bil som kjører langs en vei, og vi måler hvor den er hvert sekund

Fra 3 - 4 sekunder beveger bilen seg 0 m i løpet av 1 s

Hastighet 0 m/s

Tid i sekunder	Position i meter
0	0
1	1
2	3
3	4
4	4
5	3
6	2

Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi tar et lite sideblikk på derivasjon

MATLAB R2013a

HOME PLOTS APPS

FILE VARIABLE CODE SIMULINK ENVIRONMENT RESOURCES

Users > krisny > Documents > Research > Teaching > MUS2006-Musikk og bevegelse > 08-eksperimentdesign > eksperiment

Command Window

```
>> a1 = mctimer(a)
```

Workspace

Name	Value
a	<1x1 struct>
a1	<1x1 struct>

Command History

```
clc  
a = mcsmoother(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[1 2 3])  
a = mcread('OPPTAK1.tsv')  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
a = mcsmoother(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
clc  
a1 = mctimer(a)
```

La oss si at vi har en bil som kjører langs en vei, og vi måler hvor den er hvert sekund

Fra 4 - 5 sekunder beveger bilen seg 1 m tilbake i løpet av 1 s Hastighet -1 m/s

Tid i sekunder	Position i meter
0	0
1	1
2	3
3	4
4	4
5	3
6	2

Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi tar et lite sideblikk på derivasjon

MATLAB R2013a

HOME PLOTS APPS

File Edit View Windows Help

Search Documentation

Current Folder

- plots.m
- plotac.m
- OPPTAK2.tsv
- OPPTAK1.tsv
- Measurement8.qtm
- Measurement6.qtm
- hyperballadutsnitt...

Command Window

```
>> a1 = mctimeder(a)
```

La oss si at vi har en bil som kjører langs en vei, og vi måler hvor den er hvert sekund

Vi kan lage en hastighetsgraf

Position i meter

Tid i sekunder

Hastighet i meter per sekund

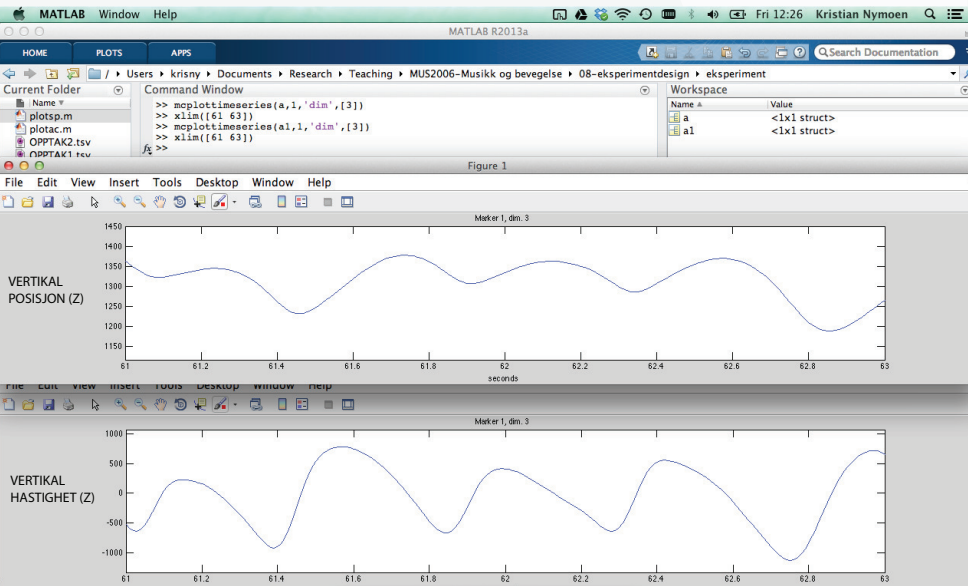
Tid i sekunder

Command History

```
clc  
a = mcsmoother(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[1 2 3])  
a = mcread('OPPTAK1.tsv')  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
clc  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
a = mcsmoother(a);  
mcplottimeseries(a,1,'dim',[3])  
xlim([61 63])  
clc  
a1 = mctimeder(a)
```

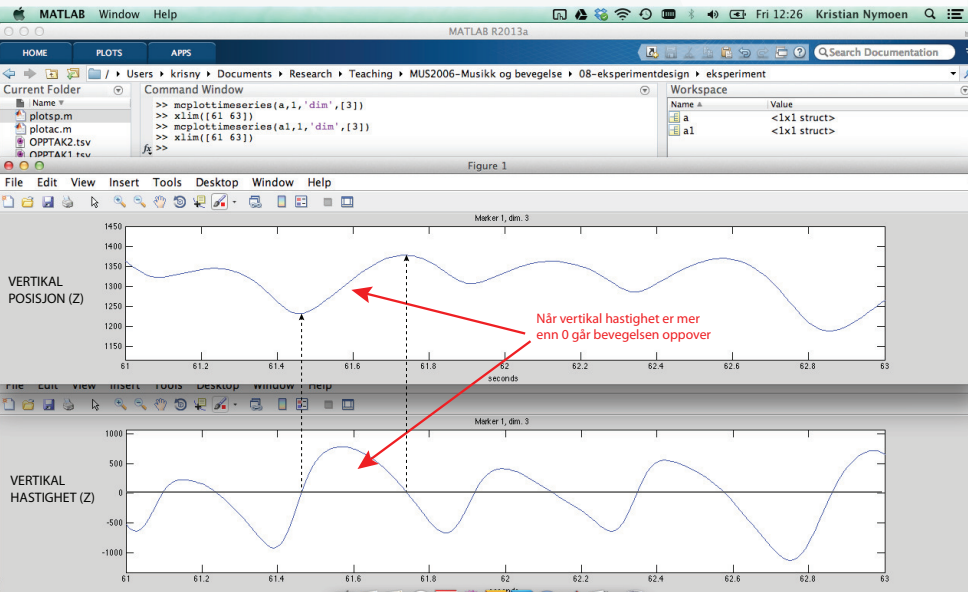
Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi plotter vertikal posisjon og vertikal hastighet til markør nummer 1 og zoomer inn på et kort utsnitt: 61–63 sekunder



Hvordan jobbe med opptaket vårt

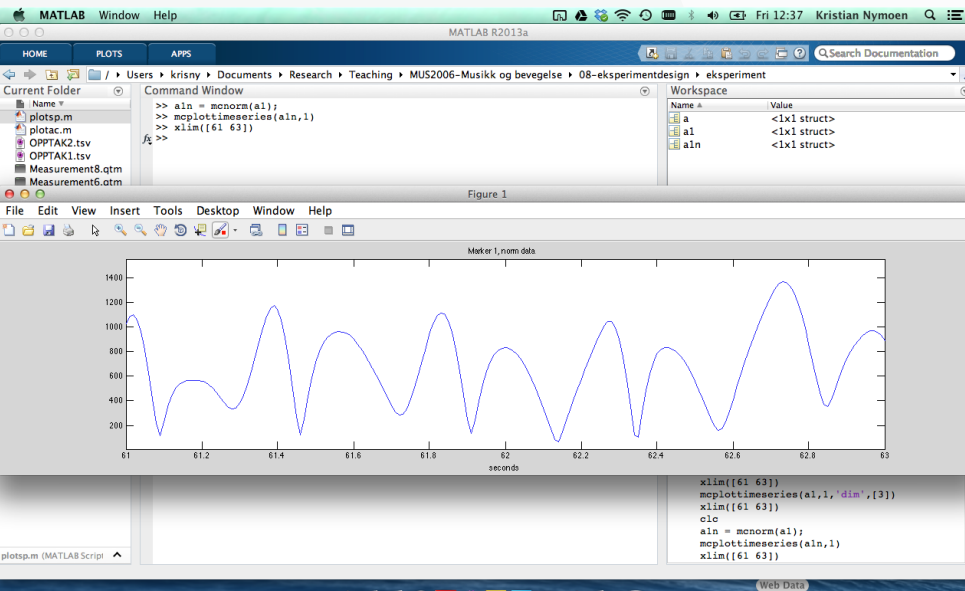
Vi plotter vertikal posisjon og vertikal hastighet til markør nummer 1
og zoomer inn på et kort utsnitt: 61–63 sekunder



Hvordan jobbe med opptaket vårt

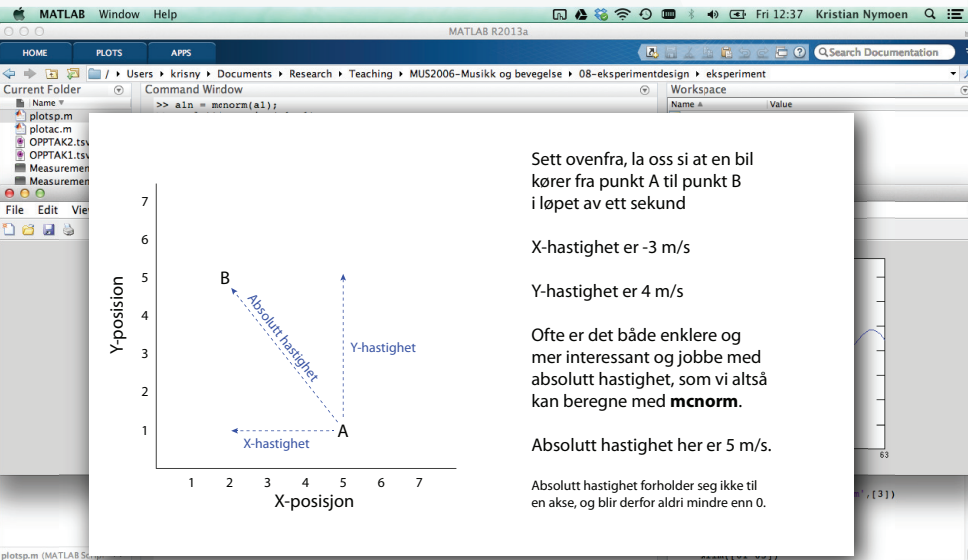
Vi beregner absolutt hastighet (hastighet uten retningsinformasjon) ved:

`a1n = mcnorm(a1)`



Hvordan jobbe med opptaket vårt

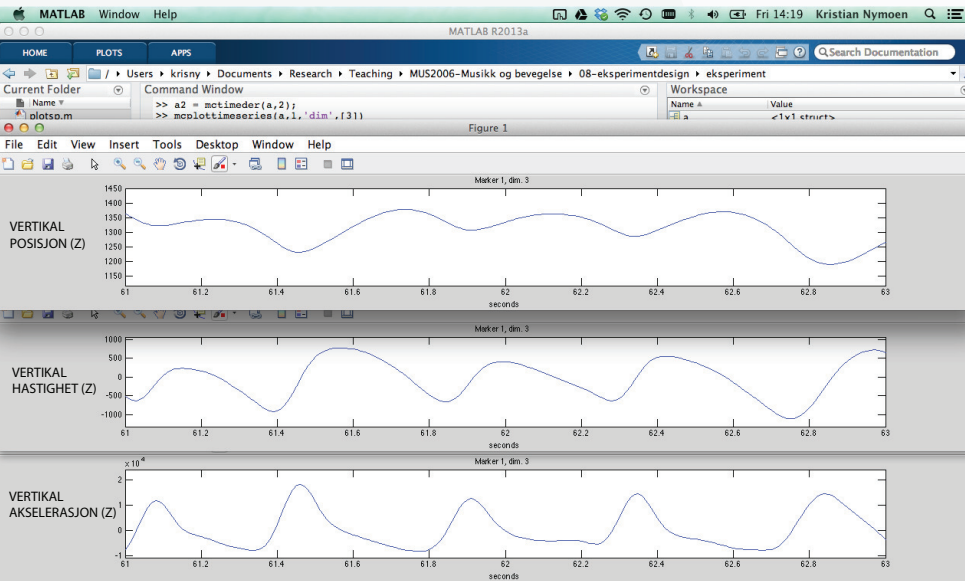
Et lite sideblikk på absolutt hastighet. Liknende begreper dere kan komme over er: *vektornorm* og *magnitude*



Hvordan jobbe med opptaket vårt

Vi kan også bruke derivasjon til å regne ut akselerasjon

```
a2 = mctimeder(a,2)
```



Bevegelsesanalyse i Mocap Toolbox

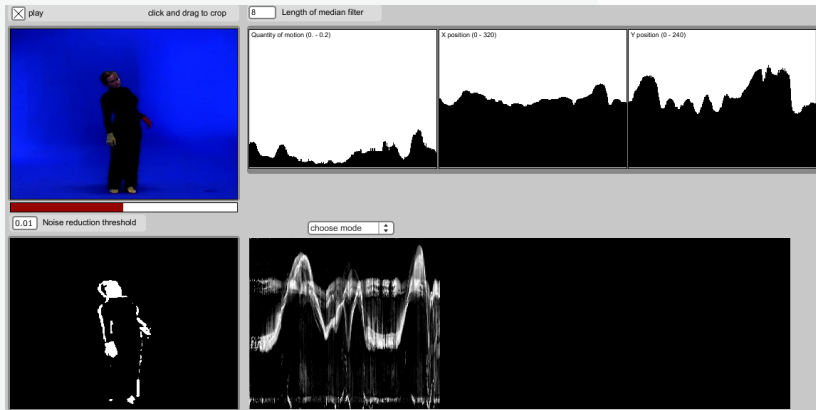
Referanseliste.

Lese inn en tsv-fil i variabelen a	a = mcread('OPPTAK1.tsv')
Lage en graf over XYZ-bevegelsen til markør 1	mcplottimeseries(a,1,'dim',[1 2 3])
Beregne hastighet (første derivert)	a1 = mctimeder(a) a1 inneholder nå XYZ-hastighet
Norm. Fra 3-dimensjonell data til 1-dimensjonell	a1n = mcnorm(a1) a1n inneholder nå <i>absolutt hastighet</i>
Beregne akselerasjon (andre derivert)	a2 = mctimeder(a,2) a2 inneholder nå XYZ-akselerasjon
Akselerasjon norm. / Absolutt akselerasjon	a2n = mcnorm(a2)
Lage en graf over absolutt akselerasjon for markør 2	mcplottimeseries(a2n,2)
Glatte ut / fjerne støy	aGlatt = mcsmoothen(a)
Plotte data i aGlatt med markørnavn	mcplottimeseries(aGlatt,[1:4],'names',1)

Bevegelsesmengde / Quantity of Motion (QoM)

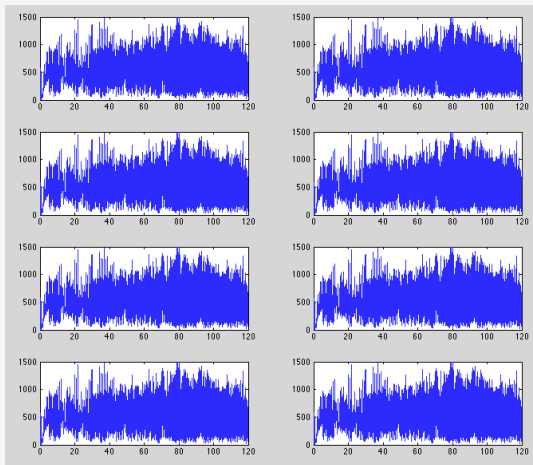
- ▶ Bevegelsesmengde er et mål på den totale bevegelsen i det vi analyserer.
- ▶ Det finnes ingen standard måte å beregne bevegelsesmengde på, men hastighet og akselerasjon er vanlige utgangspunkt.
- ▶ For et fullkroppsoptak, kan vi for eksempel se på summen av absolutt hastighet for alle markørene.

Bevegelsesmengde / Quantity of Motion (QoM)



- ▶ I programmet VideoAnalysis angis bevegelsesmengden som antall hvite piksler delt på totalt antall piksler.
- ▶ Vi kan justere medianfilteret for å gjevne ut dataene.

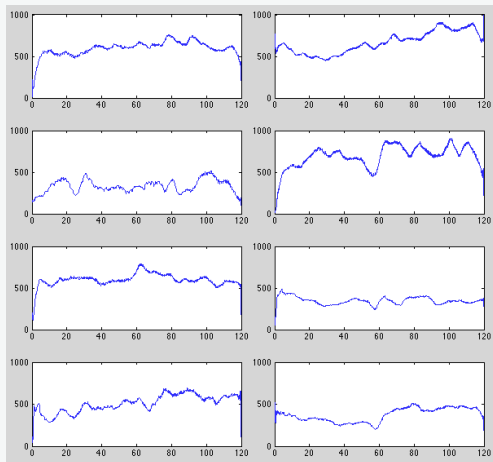
Bevegelsesmengde / Quantity of Motion (QoM)



I opptakene vi gjorde i forrige uke har vi bare én markør per person.

Vi *kan* si at absolutt hastighet til markøren representerer bevegelsesmengden til personen, men siden bevegelsene her er korte og rytmiske kan det være mer interessant å se på større linjer.

Bevegelsesmengde / Quantity of Motion (QoM)



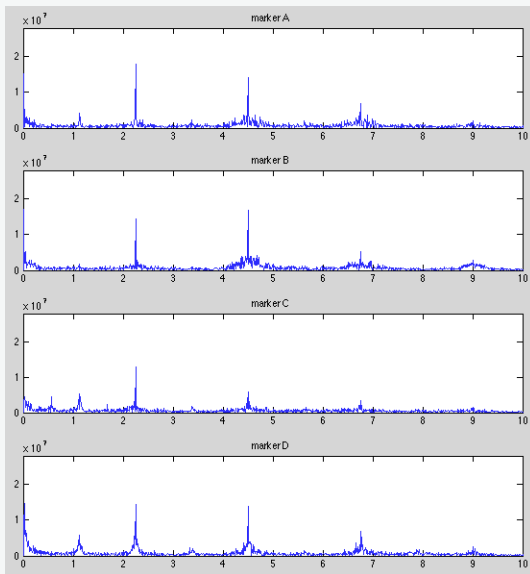
I denne figuren har absolutt hastighet blitt filtrert med et “løpende gjennomsnitt” (running mean).

Hvert punkt representerer ikke bare hastigheten i øyeblikket, men gjennomsnittshastigheten for et utsnitt på 5 sekunder. Dvs. gjennomsnittet av 500 frames, siden vi har et opptak med 100 frames i sekundet.

Neste hjemmeoppgave: Bevegelsesmengde

- ▶ Dere skal lage plots av bevegelsesmengden for de åtte markørene
- ▶ “Fasiten” på plottene dere skal lage stod på forrige side.
 - ▶ Titt gjerne på disse for å se om plottene dere lager stemmer.
 - ▶ Det kan hende at det er **litt** forskjell, uten at det nødvendigvis er noe feil i innleveringen deres.
- ▶ Deretter skal dere sammenlikne plottene med hverandre og med musikken.

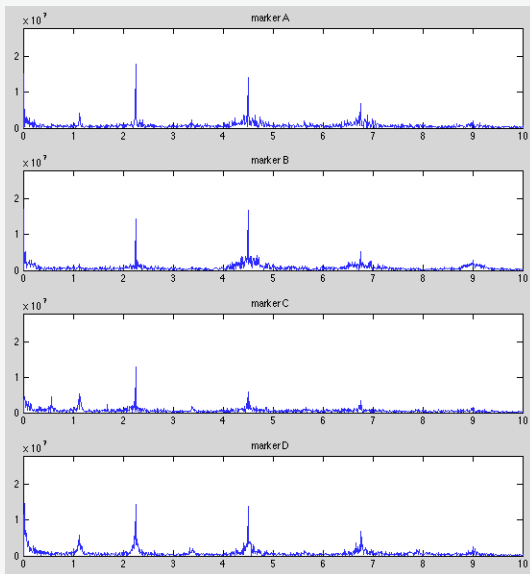
Bevegelsesanalyse — Spektrum



Et **spektrum** av et signal viser periodisteter i signalet.

På samme måte som et lydspektrum kan vise at vi har en tone på 440 Hz, kan et bevegelsesspektrum vise at noe repeteres, f.eks. på 2 Hz (altså 2 ganger i sekundet)

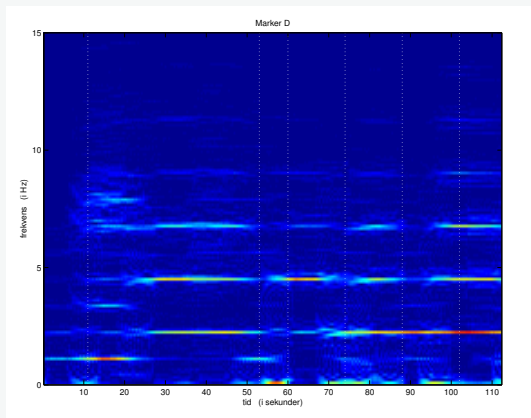
Bevegelsesanalyse — Spektrum



Figuren viser spektrumet til absolutt akselerasjon for 4 av våre opptak. Det er klare peaks på ca 2.2 Hz og 4.5 Hz, som tilsvarer åttendelsnoter og fjerdedelsnoter i musikkseksempelet.

Spektrumet er laget basert på hele opptaket (120 sekunder)

Bevegelsesanalyse — Spektrogram



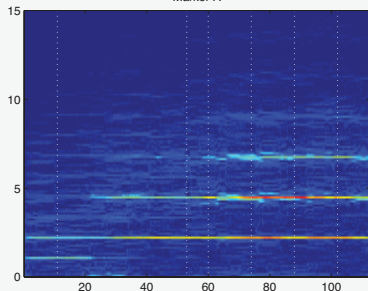
Vi kan også dele opp signalet vårt i kortere segmenter, og finne spektrumet i hvert segment.

Det er dette som gjøres i et **spektrogram**. Her for absolutt akselerasjon for markør D.

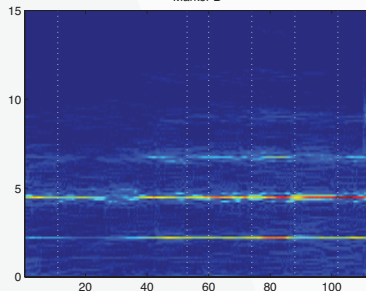
Vi ser peaks på ca 2.2 Hz og 4.5 Hz slik vi så i spektrumet på forrige side.

Bevegelsesanalyse — Spektrogram av absolutt akselerasjon

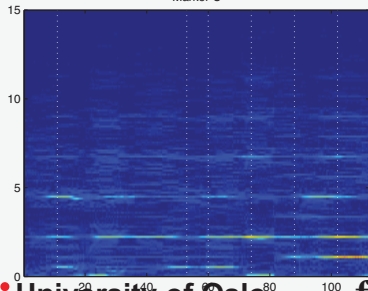
Marker A



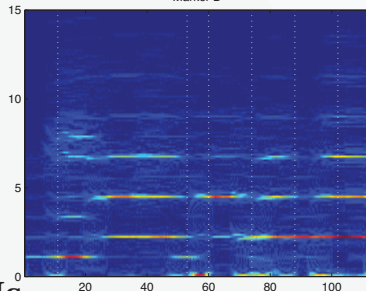
Marker B



Marker C

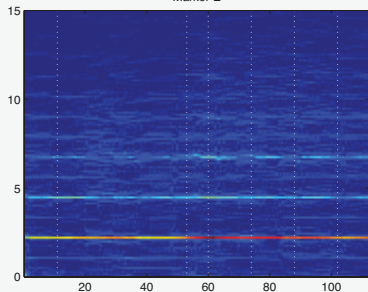


Marker D

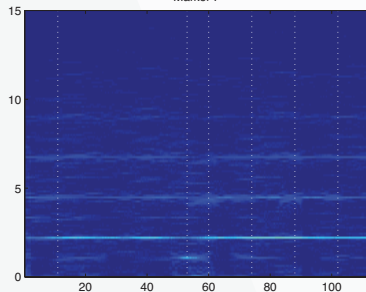


Bevegelsesanalyse — Spektrogram av absolutt akselerasjon

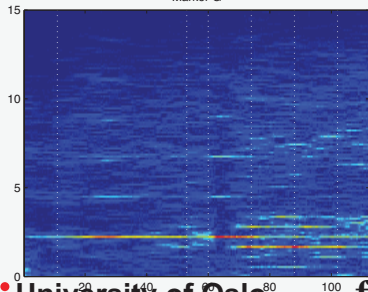
Marker E



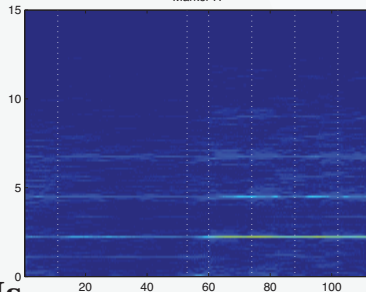
Marker F



Marker G

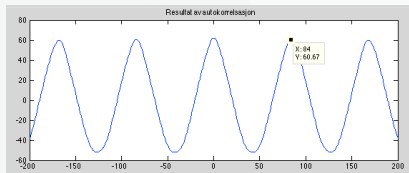
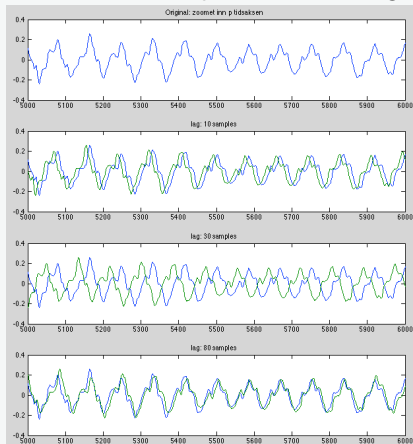


Marker H

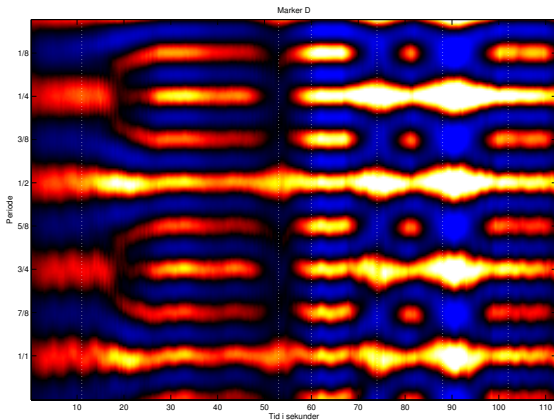


Bevegelsesanalyse — Autokorrelasjon

Ved å sammenlikne et signal med en tidsforskjøvet versjon av seg selv kan vi finne ut periodisiteter i signalet.



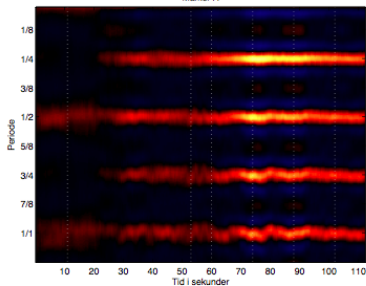
Bevegelsesanalyse — Autokorrelasjon



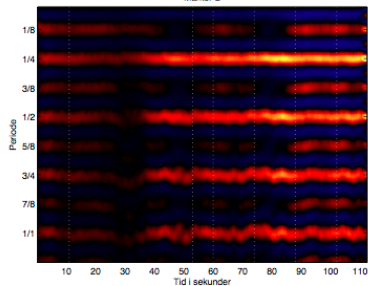
Autokorrelasjonskoeffisienten sier hvor mye et signal likner på en tidsforskjøvet versjon av seg selv. Dette er en annen teknikk for å analysere periodisitet i signalet. Her for absolutt hastighet til markør D. Signalet har blitt delt opp i segmenter à 8 sekunder.

Bevegelsesanalyse — Autokorrelasjon av abs. akselerasjon

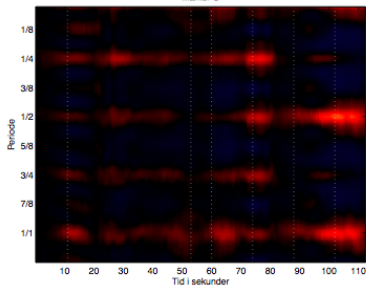
Marker A



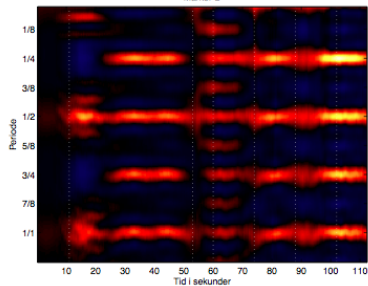
Marker B



Marker C

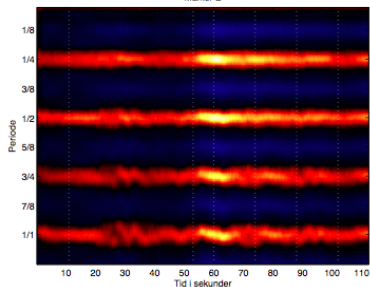


Marker D

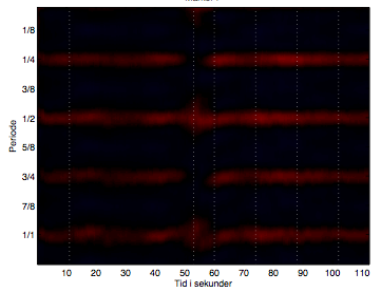


Bevegelsesanalyse — Autokorrelasjon av abs. akselerasjon

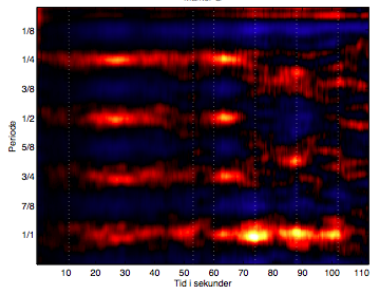
Marker E



Marker F



Marker G



Marker H

