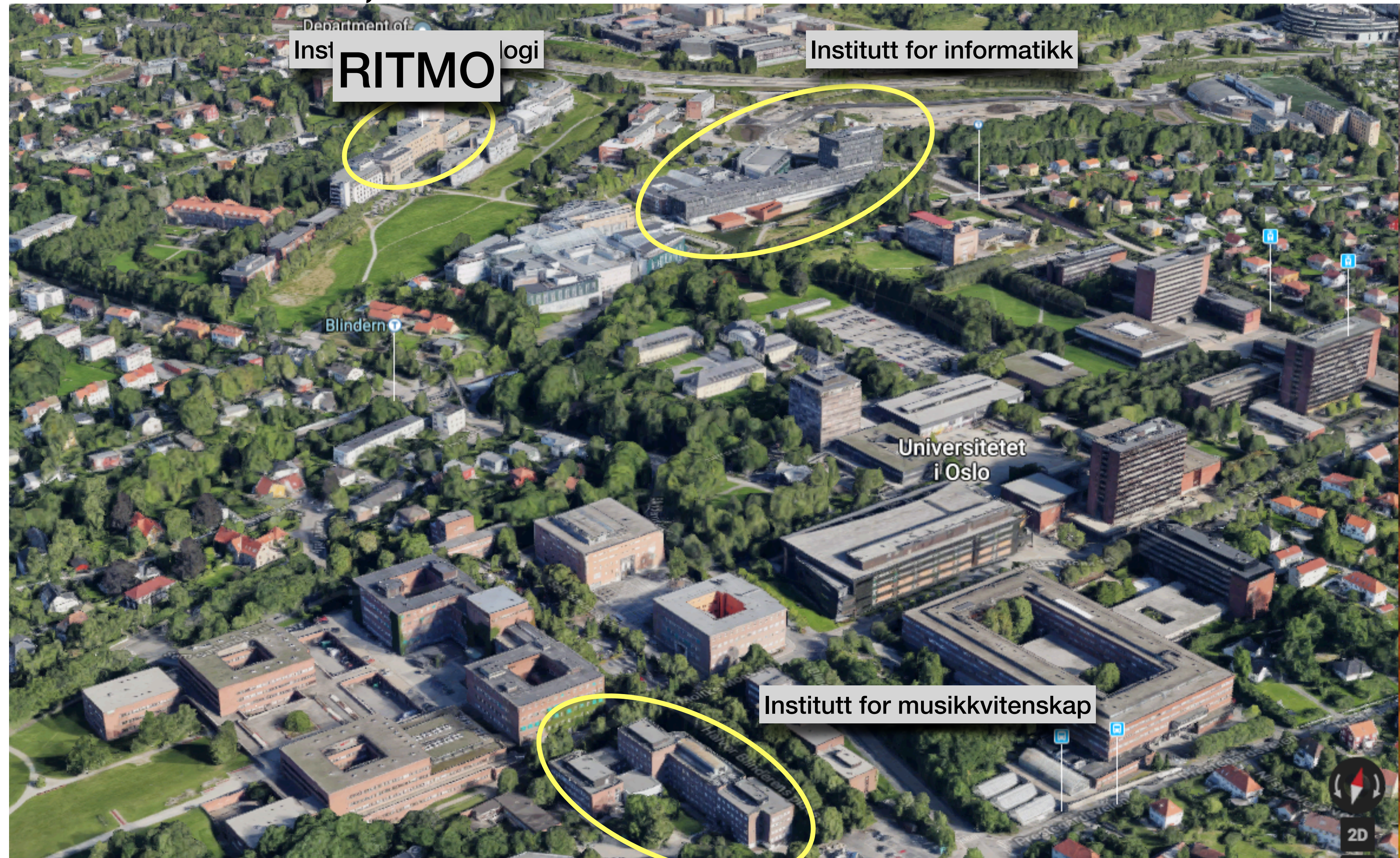


# SoundTracer

Et innblikk i innholdsbasert arkivsøk  
Kristian Nymo, Universitet i Oslo



# Universitetet i Oslo, Blindern



UiO • **RITMO Centre for Interdisciplinary Studies in Rhythm, Time and Motion**  
University of Oslo

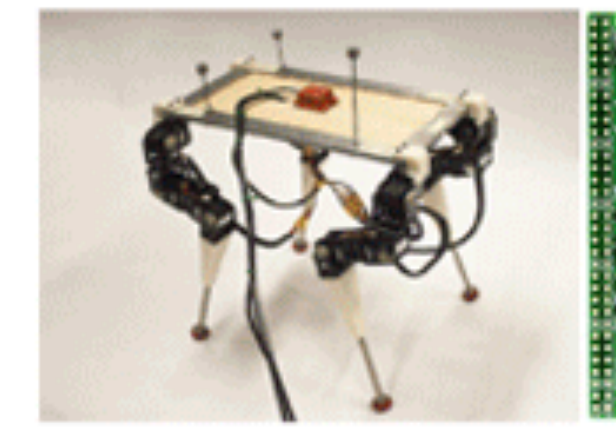
# RITMO



Institutt for psykologi



Institutt for musikkvitenskap



Institutt for informatikk

- RITMO Senter for tverrfaglig forskning på rytme, tid og bevegelse skal avdekke de grunnleggende kognitive mekanismene som ligger til grunn for menneskers rytme og tidsopplevelse.
- Finansiert av Norges Forskningsråd under programmet for sentre for fremragende forskning.
- 13 faste vitenskapelig ansatte
- 23 Stipendiater og postdoktorer
- 10 nylig annonserte PhD/Postdoktorstillinger:  
<https://www.hf.uio.no/ritmo/english/about/vacancies/>
- 4 ansatte i administrasjon / teknisk support



# Oversikt

- Innholdsbasert søk / “Music Information Retrieval”
- Eksempel 1: Harmonianalyse
- Eksempel 2: Intonasjon
- Eksempel 3: SoundTracer – Søk i lydarkiv ved hjelp av bevegelse



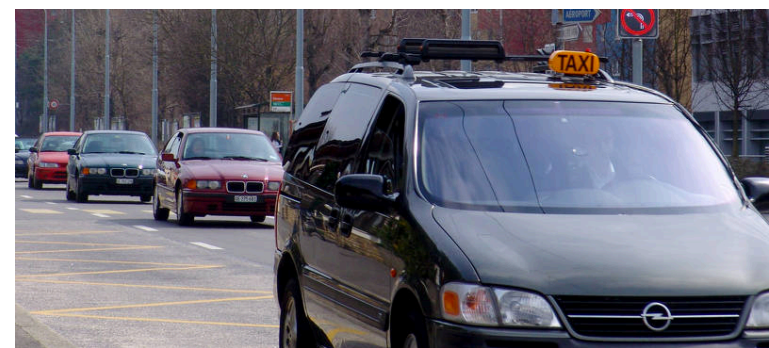
# Informasjon om et dokument i et lydarkiv

- Metadata:
  - Når ble opptaket gjort? Hvor? Av hvem?
  - Filtype, samplingsfrekvens, bitoppløsning, ...
- Tagger:
  - Artist, sangtittel, album, plateselskap, ...
  - Sjanger, tempo, toneart, ...
- Brukerdata (lyttinger, spillelister, søk, ...)
- Dokumentet i seg selv (lydfil, note, tekst, ...)



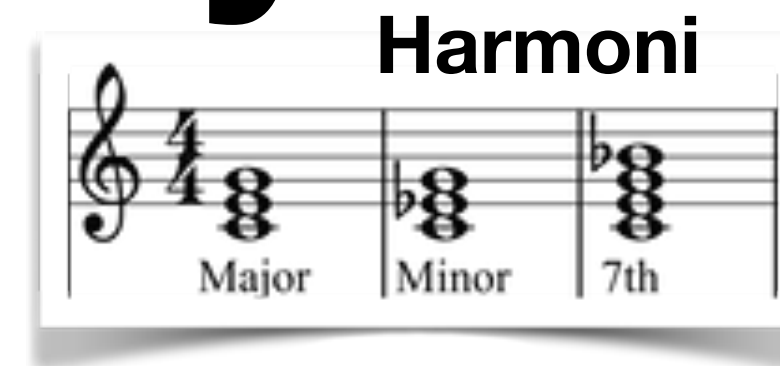
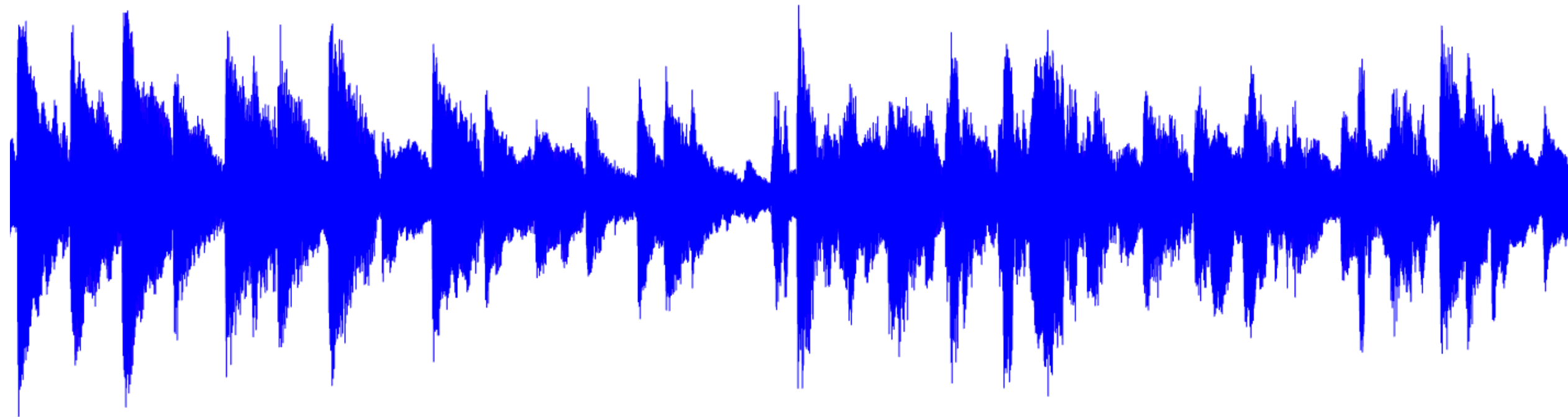
# Mye informasjon i et lydsignal

## Lydkilde



Type  
Sted

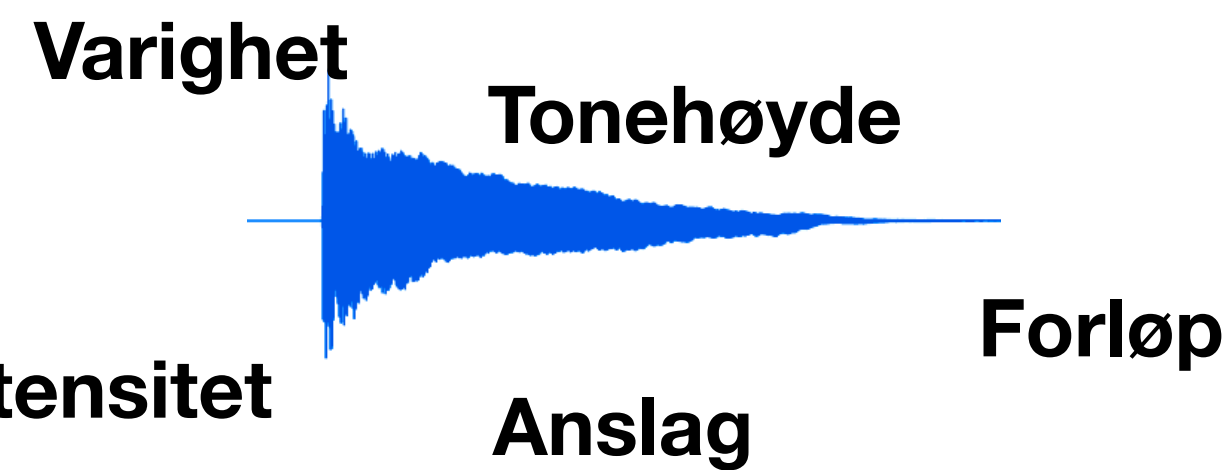
Bevegelse



Gruppering i tid  
og frekvens



## Enkle toner

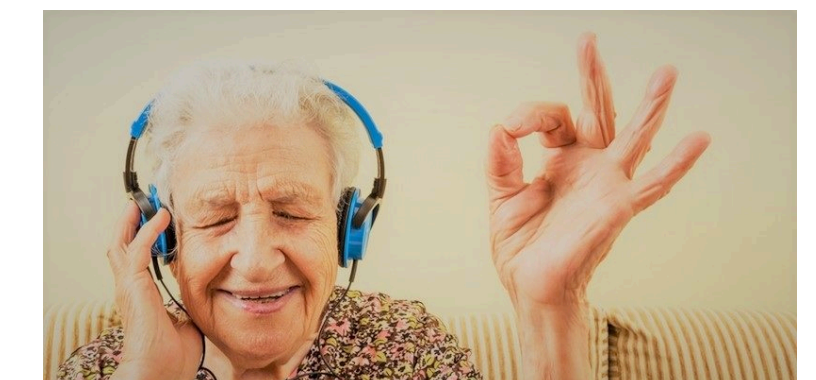


## Affordances

Bevegelse

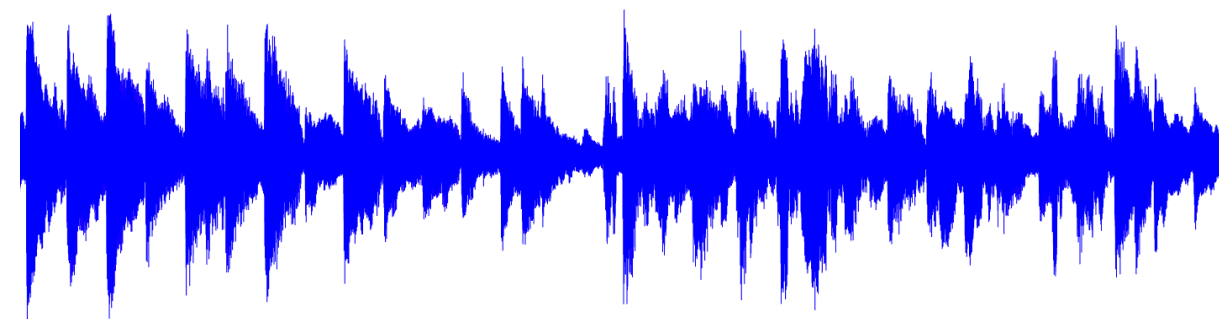


Følelser





[http://pngimg.com/download/11760,](http://pngimg.com/download/11760)  
Creative Commons 4.0 BY-NC



001011101011000

Feature  
extraction?



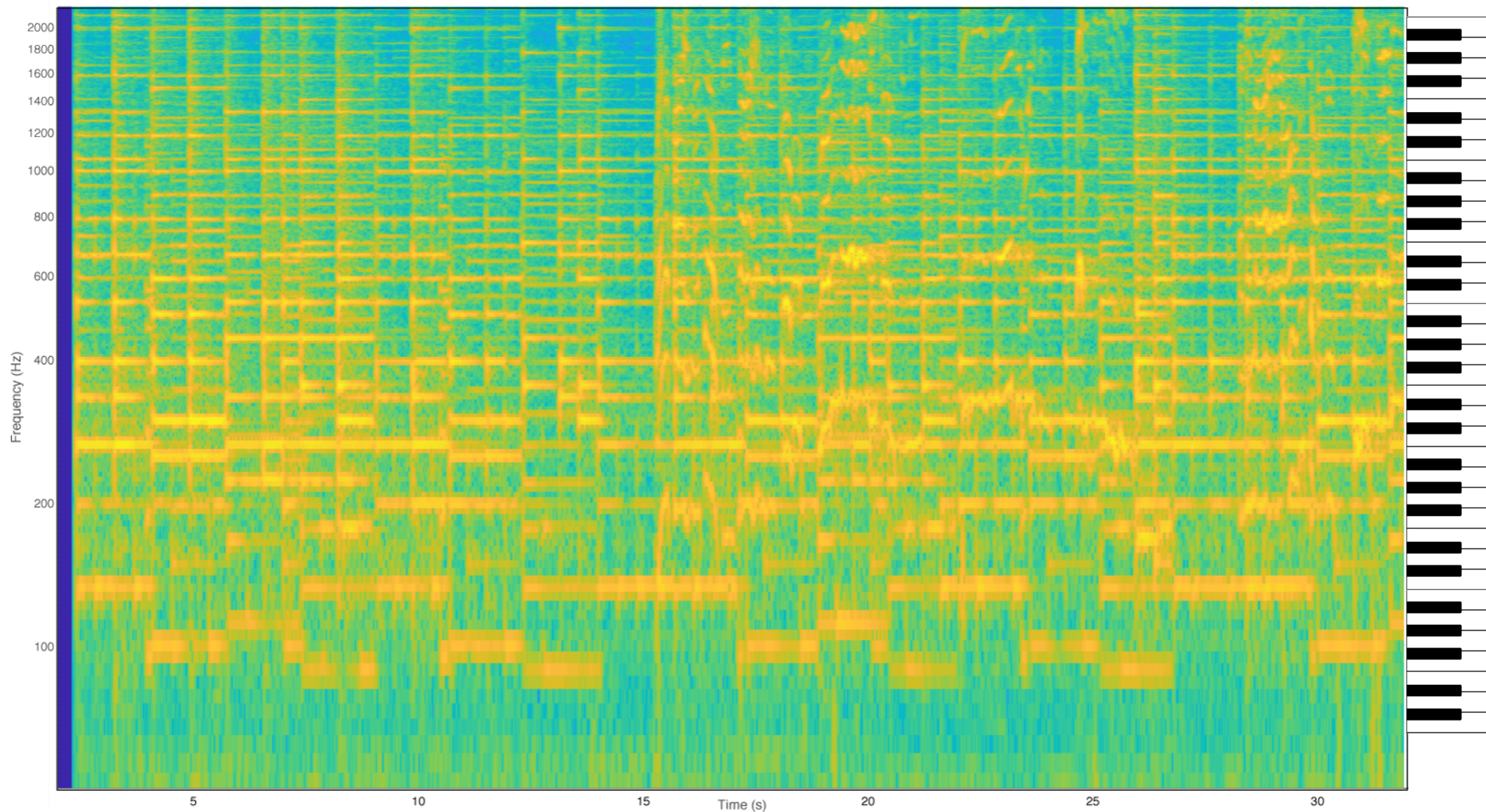
[https://en.wikipedia.org/wiki/Miles\\_Davis,](https://en.wikipedia.org/wiki/Miles_Davis)  
CC BY-SA 4.0

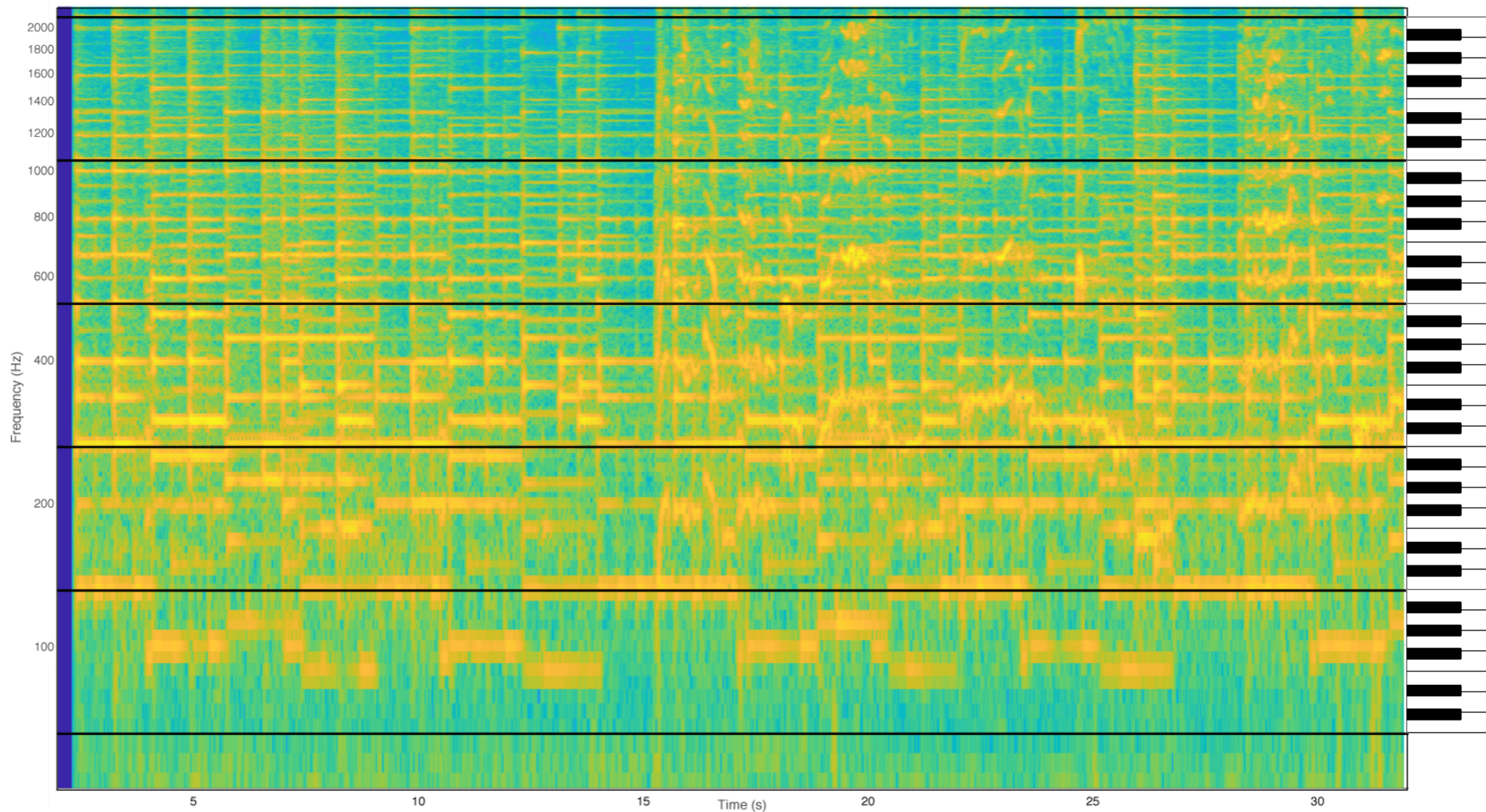


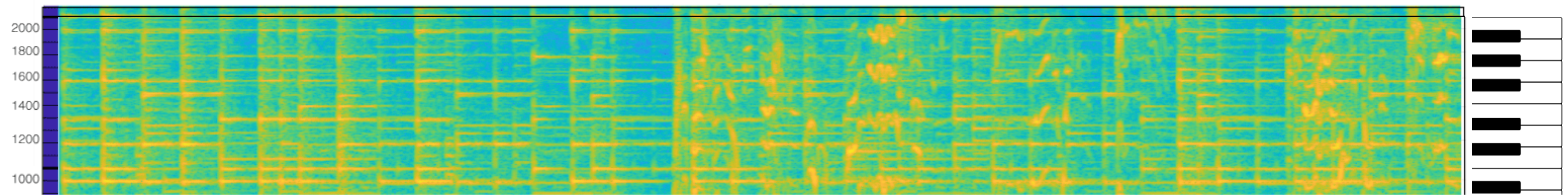
# Eksempel: Automatisert harmonianalyse



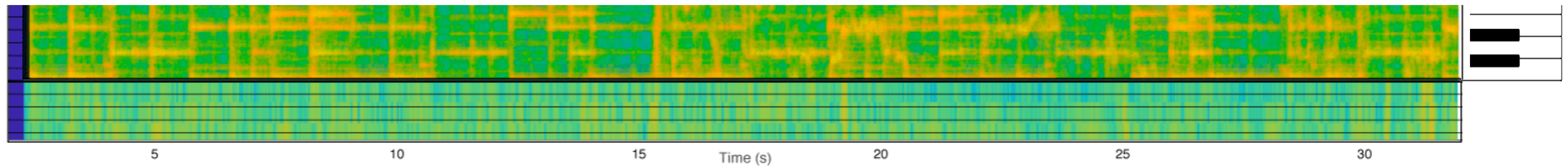
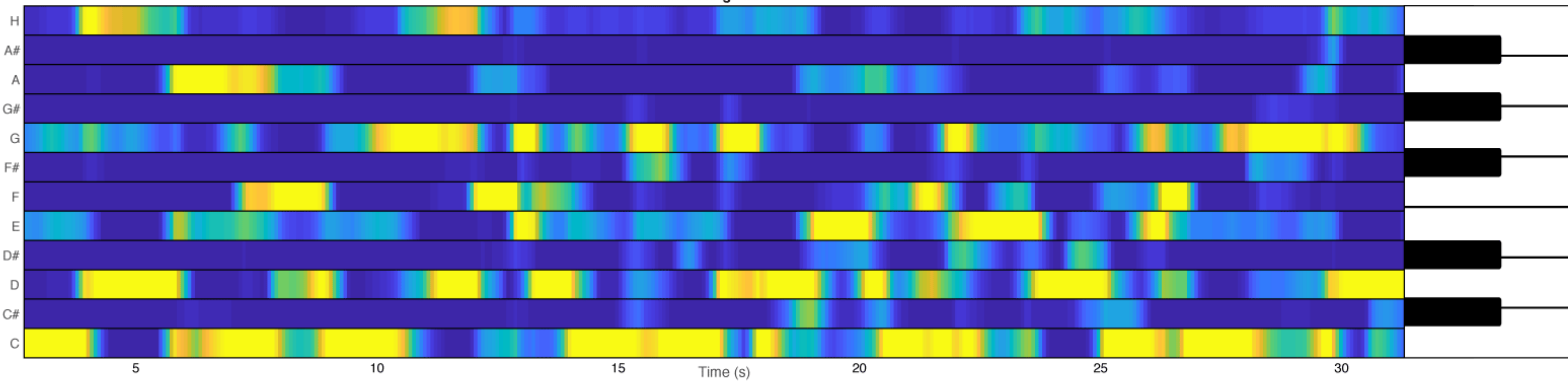


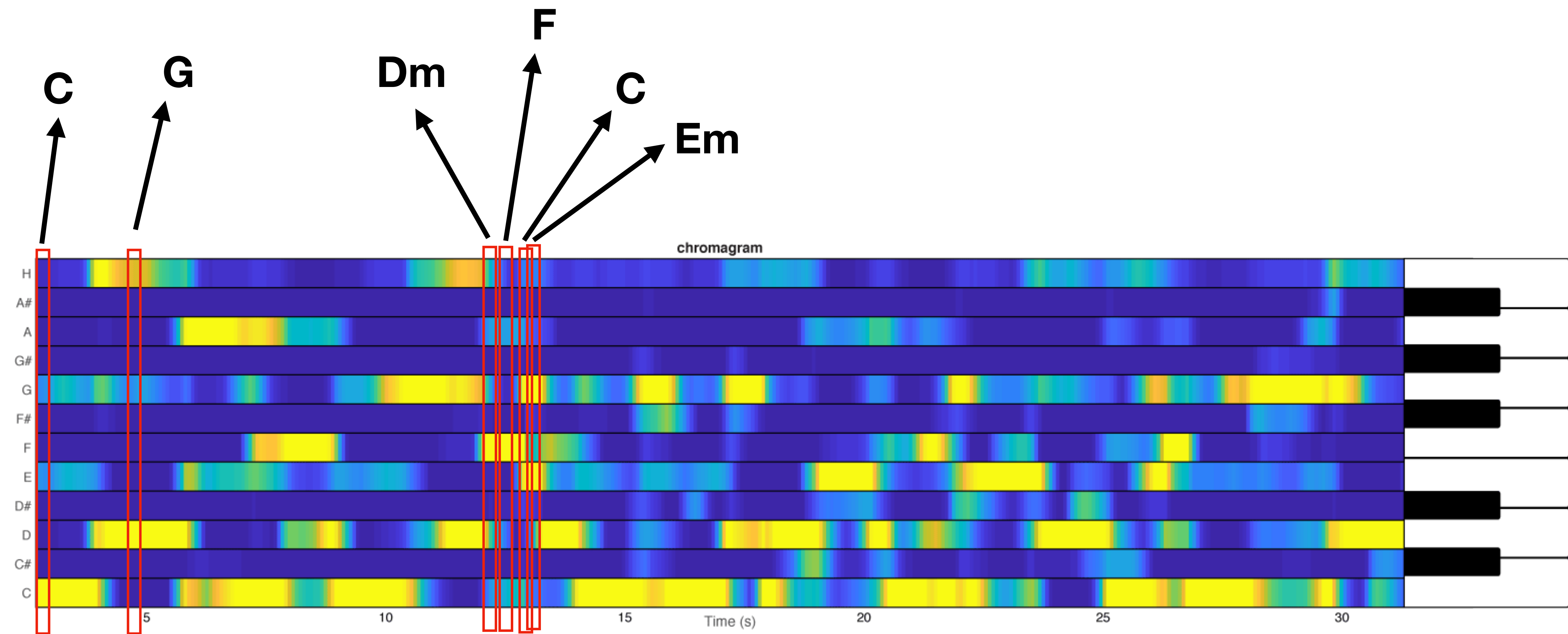


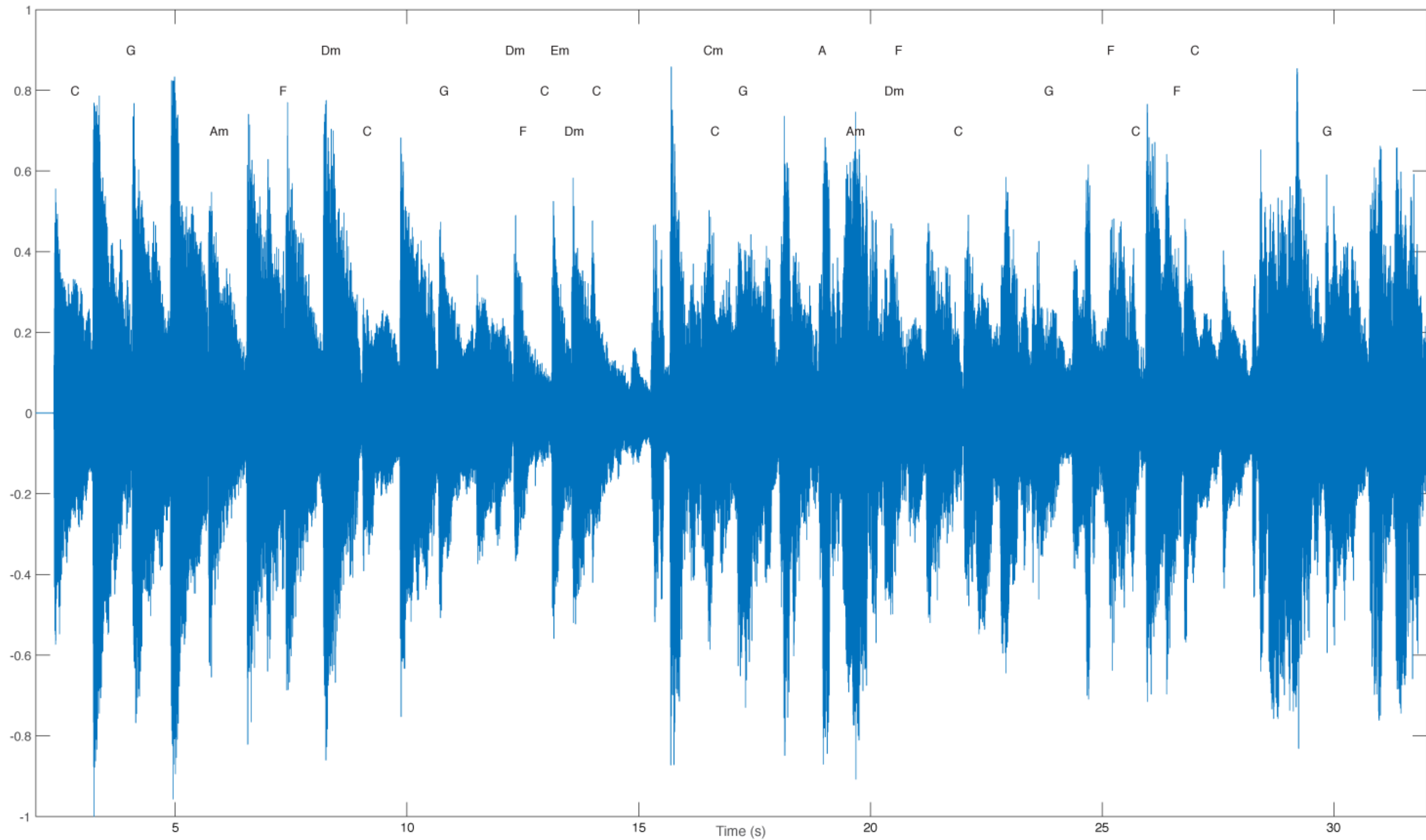


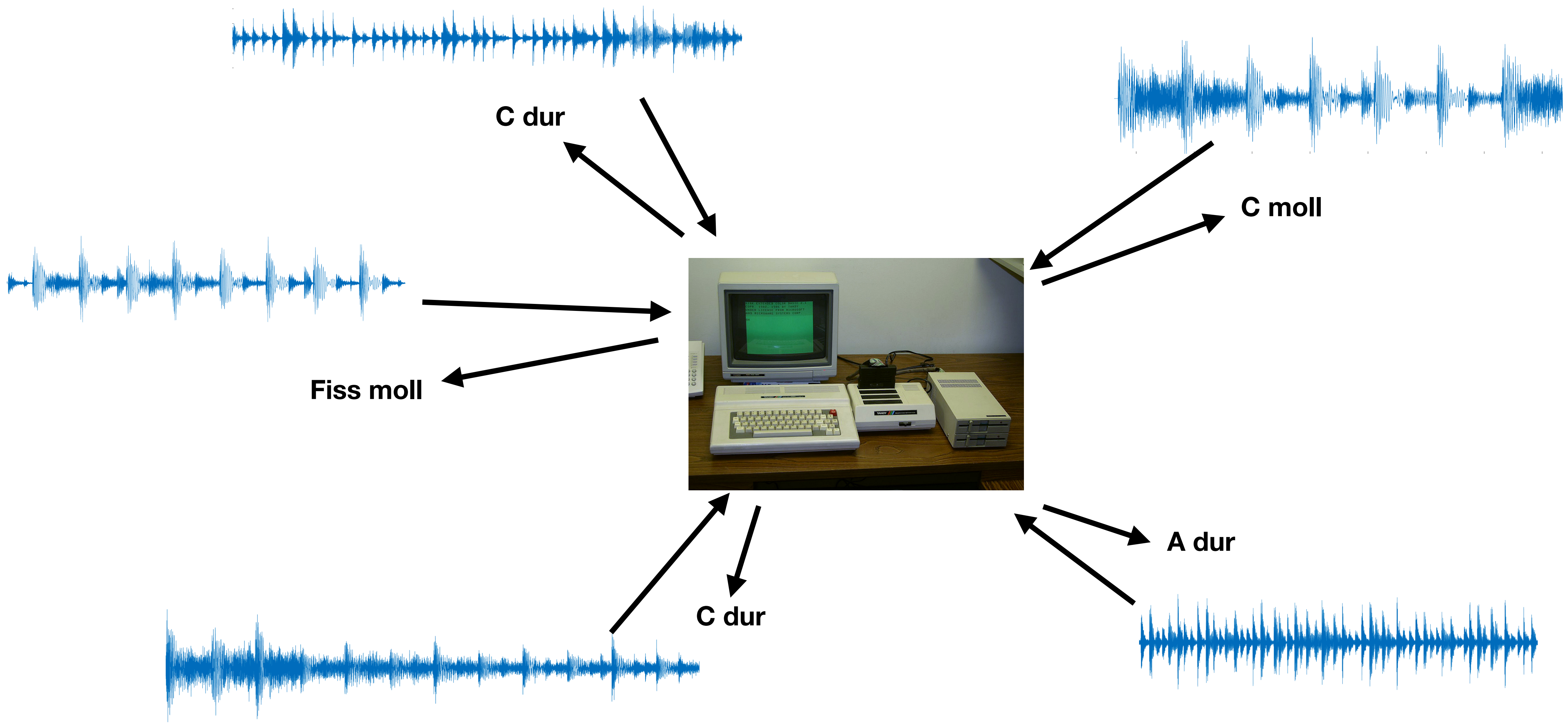


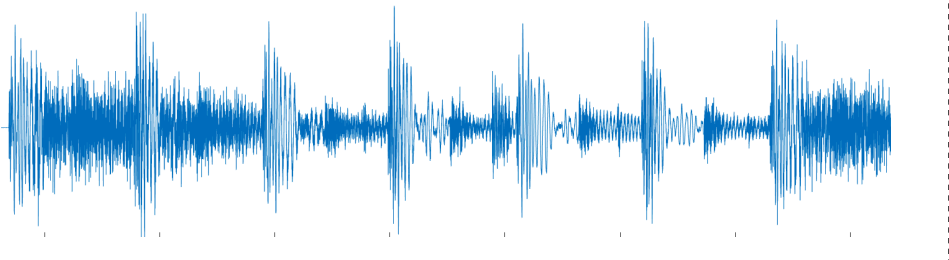
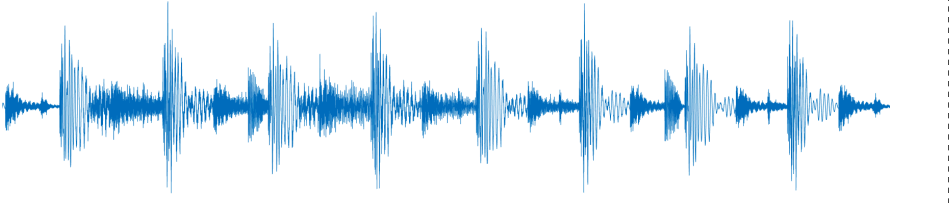
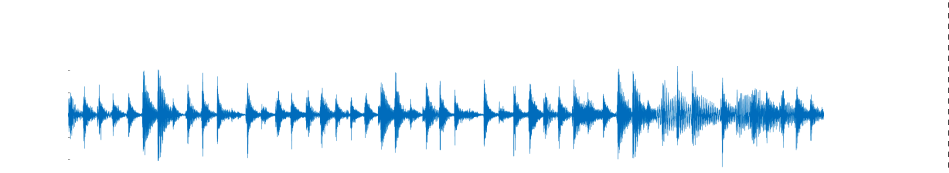
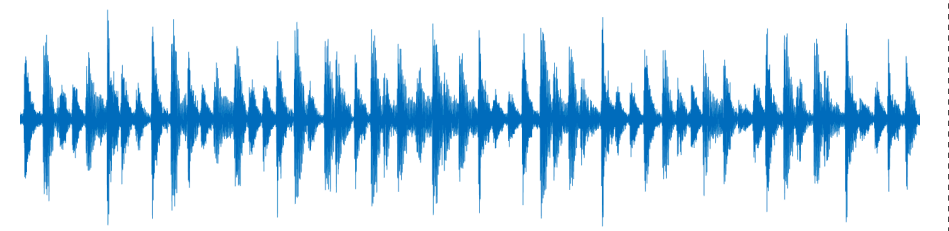
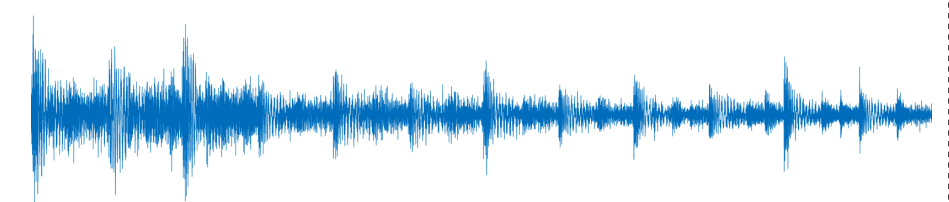
chromagram










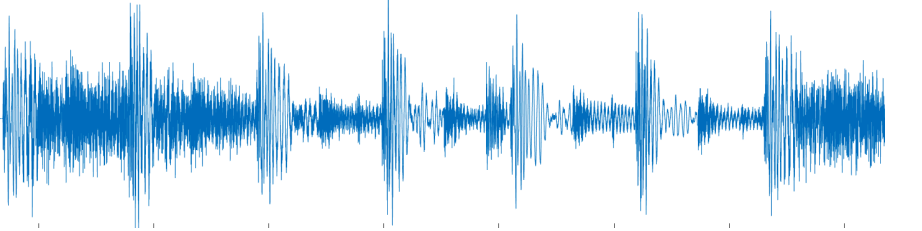
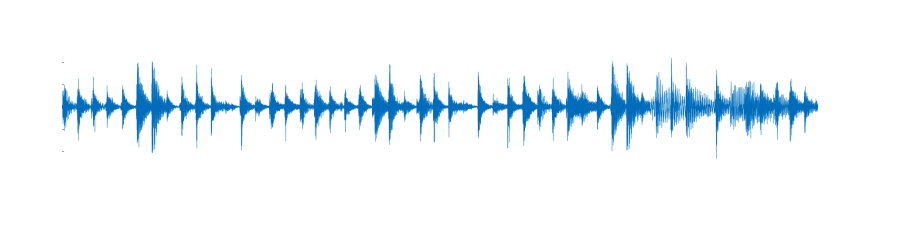
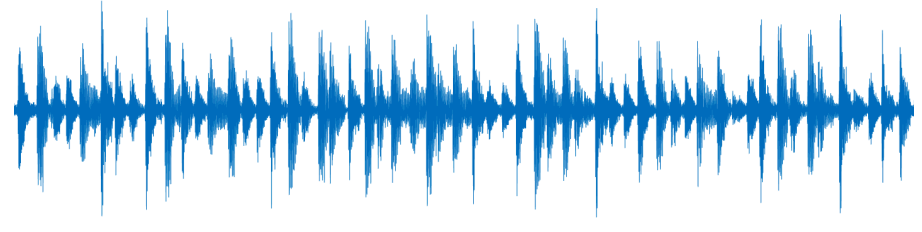
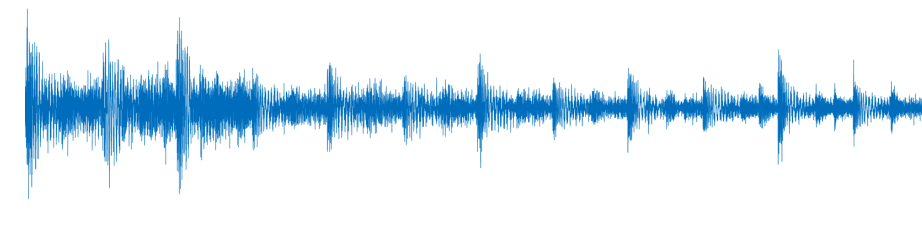
<b>Dokument</b>	...	...	...			...	...	...
	...	...	...			...	...	...
	...	...	...			...	...	...
	...	...	...			...	...	...
	...	...	...			...	...	...
	...	...	...			...	...	...



Dokument	...	...	...	Toneart		...	...	...
	...	...	...	C moll		...	...	...
	...	...	...			...	...	...
	...	...	...	C dur		...	...	...
	...	...	...	Ciss moll		...	...	...
	...	...	...			...	...	...





Dokument	...	...	...	Toneart		...	...	...
	...	...	...	C moll	C moll	...	...	...
	...	...	...		Fiss moll	...	...	...
	...	...	...	C dur	C dur	...	...	...
	...	...	...	Ciss moll	A dur	...	...	...
	...	...	...		C dur	...	...	...

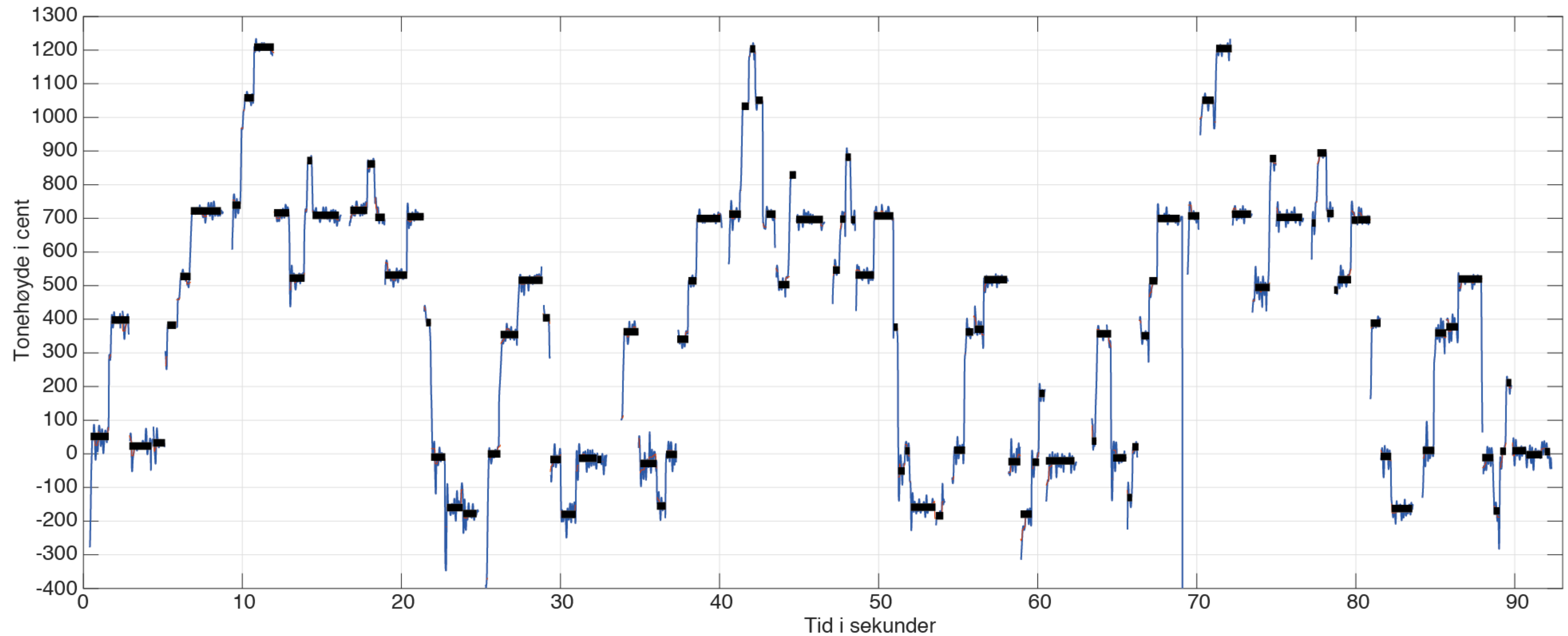


# Eksempel 2: Intonasjon

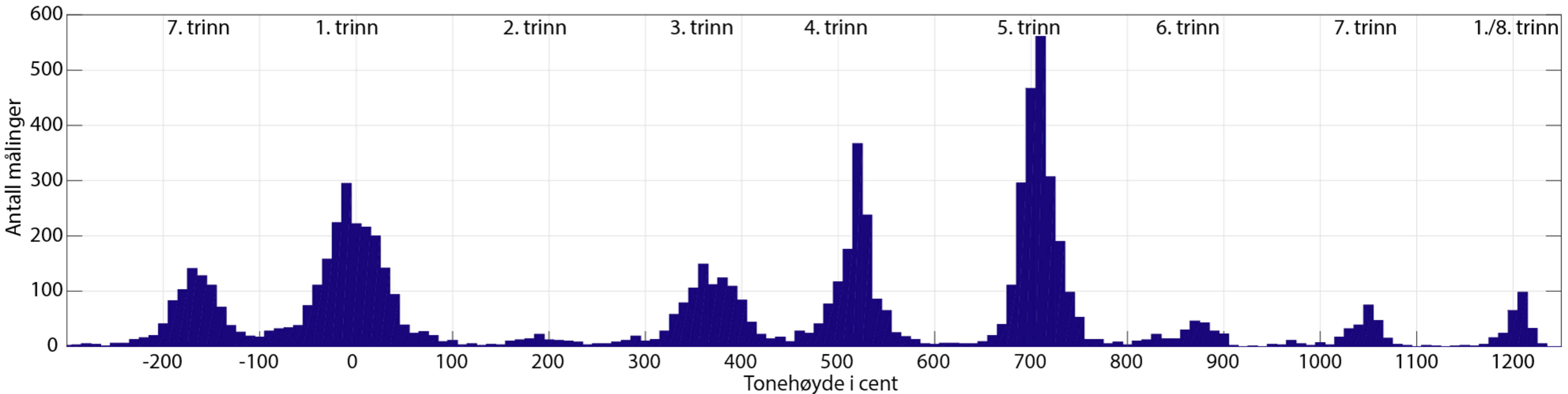
- “Der æ so vent å vestoheio”
- Gammelstev, fremført av Gro Heddi Brokke
- Opptak fra 1951. Utgitt av NRK/Grappa 1995
- Artikkel av Watne/Nymoene, godkjent for publisering i *Musikk og Tradisjon*
- Mål:
  - Undersøke intonasjonen i dette stevet
  - Trekke linjer frem mot automatisert tonehøydeanalyse som hjelpemiddel i intonasjonsforskning

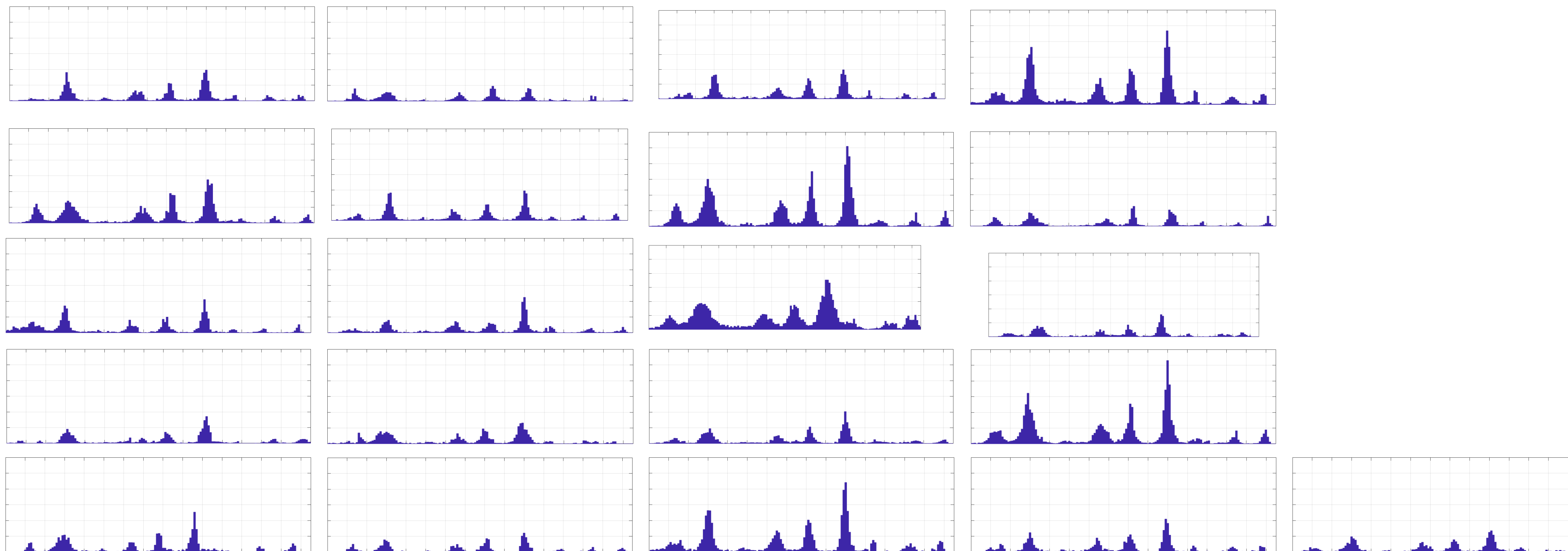


# Intonasjon i “Dær e so vent å vestoheio”



# Fordeling av målte tonehøyder





*Takk til Setesdalsarkivet og Nasjonalbiblioteket for  
tilgang til lydmateriale og bakgrunnsinformasjon  
om utøveren*

# Eksempel 3: SoundTracer

- Samarbeidsprosjekt mellom Universitetet i Oslo og Nasjonalbiblioteket
- Utforske bevegelsesbasert søk i musikkdatabaser

‘Query by example’



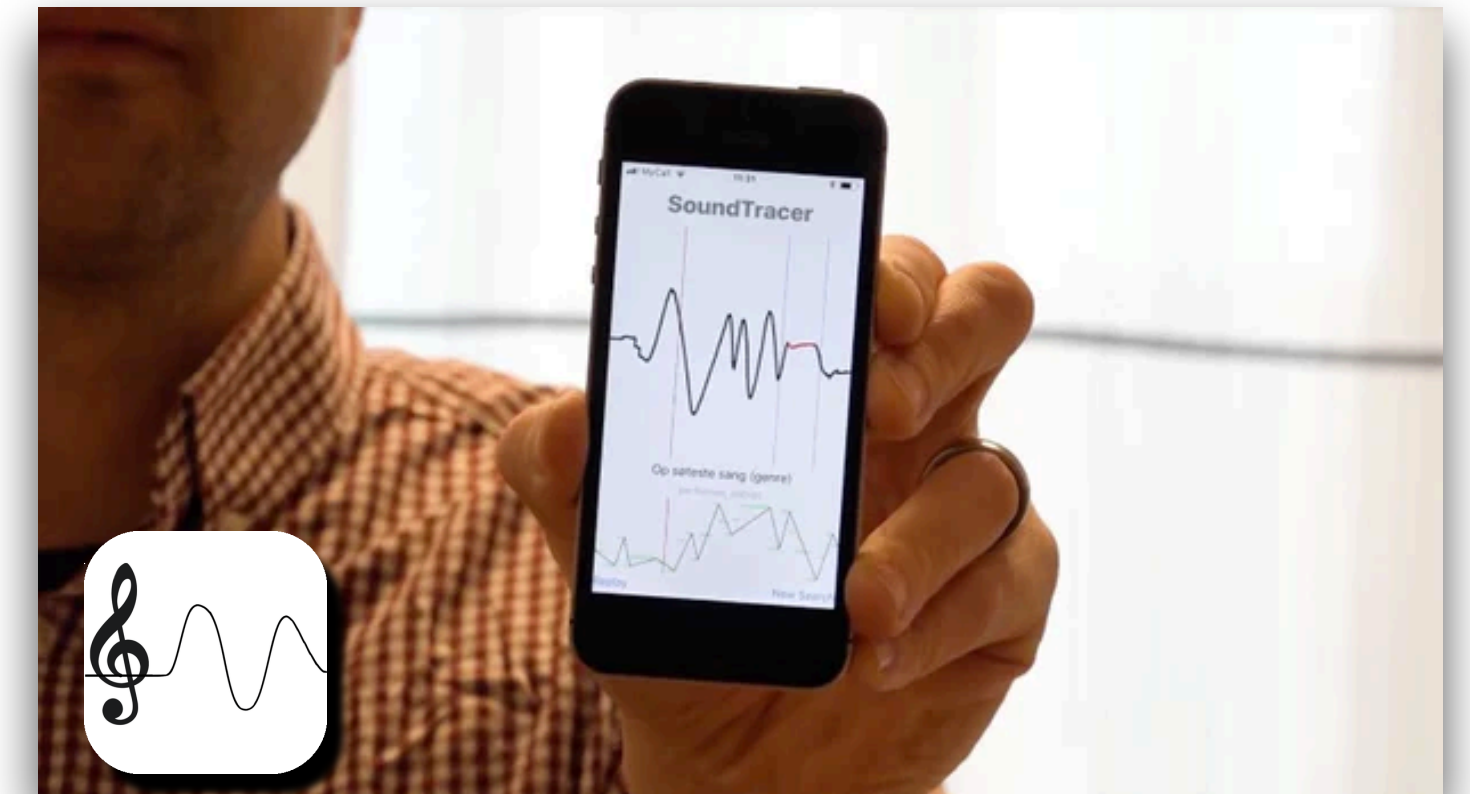
‘Query by humming’



‘Query by tapping’



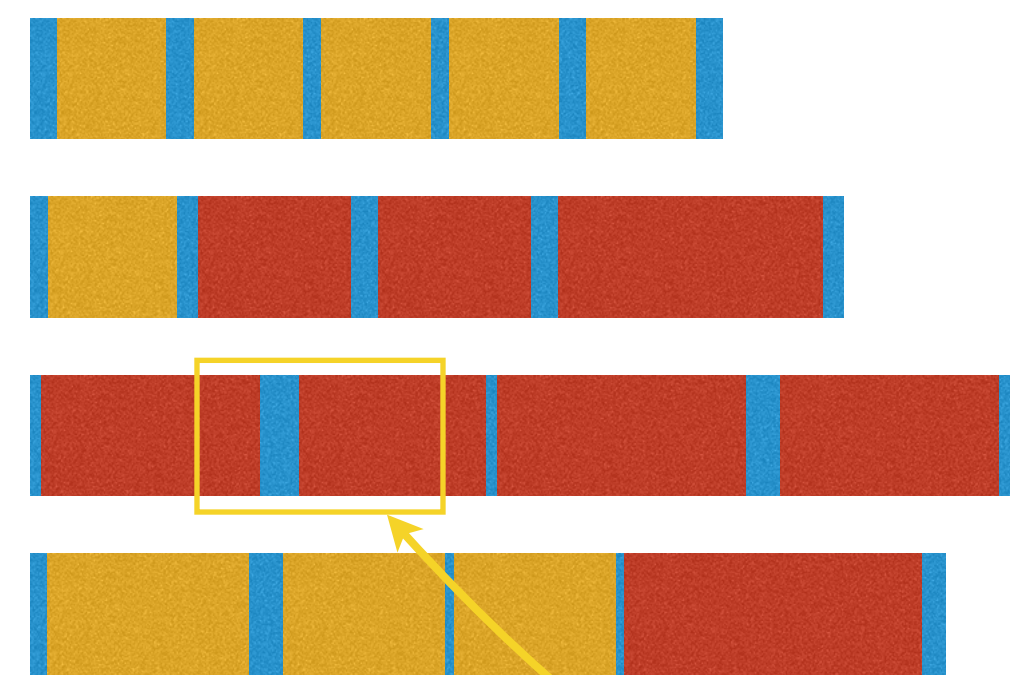
SoundTracer:  
'Query by gesture'



# NBs folkemusikksamling

343 opptak (1 til 2 timer hver)

Flere sanger i hvert opptak



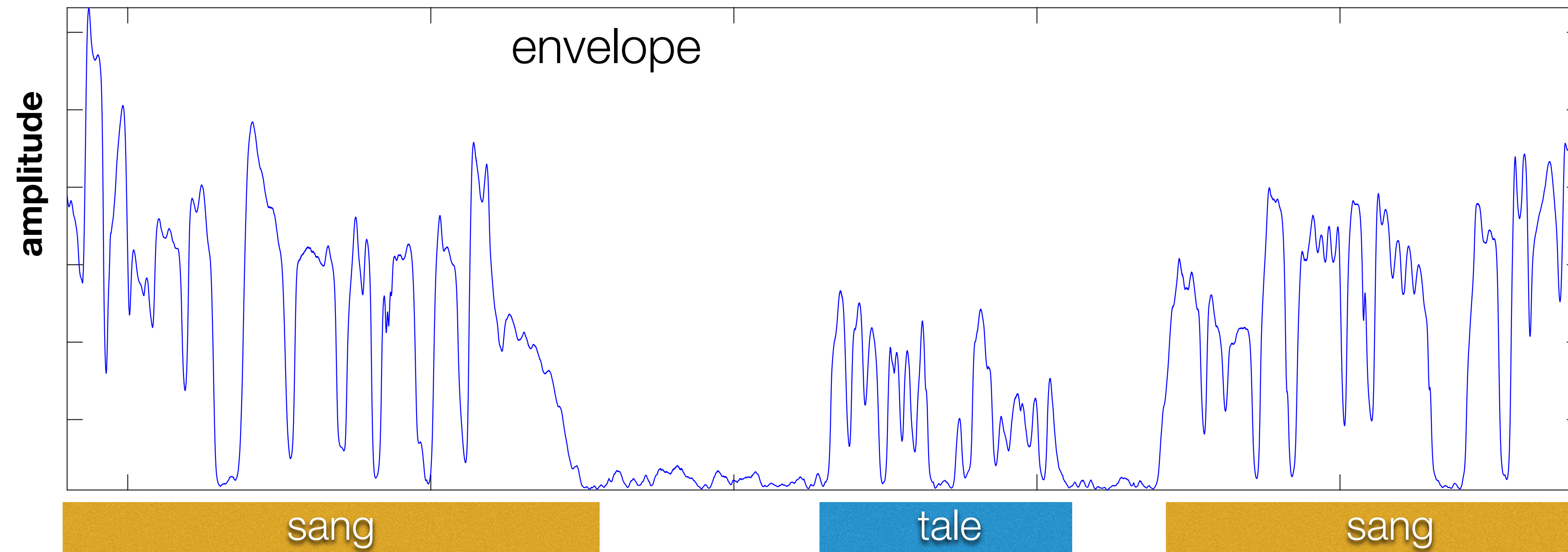
■ tale  
■ sang  
■ fele  
osv.

**Metadata:** for hver sang:

- ✦ tittel, sjanger, region
- ✦ instrument, utøver, dato
- ✦ omtrentlig posisjon i lydfil
- ✦ osv.



# Automatisk segmentering





# Musikk ↔ Bevegelse

Hvilke aspekt ved lyden og bevegelsen skal man bruke som grunnlag for sammenlikningen?

## Musikk

Tonehøyde

Dynamikk

Anslag

Puls, metrisk struktur

Melodisk struktur

Semantikk, affekt

## Bevegelse

Retning

Rytmikk

Bevegelsestyper  
(sirkel, firkant, ...)

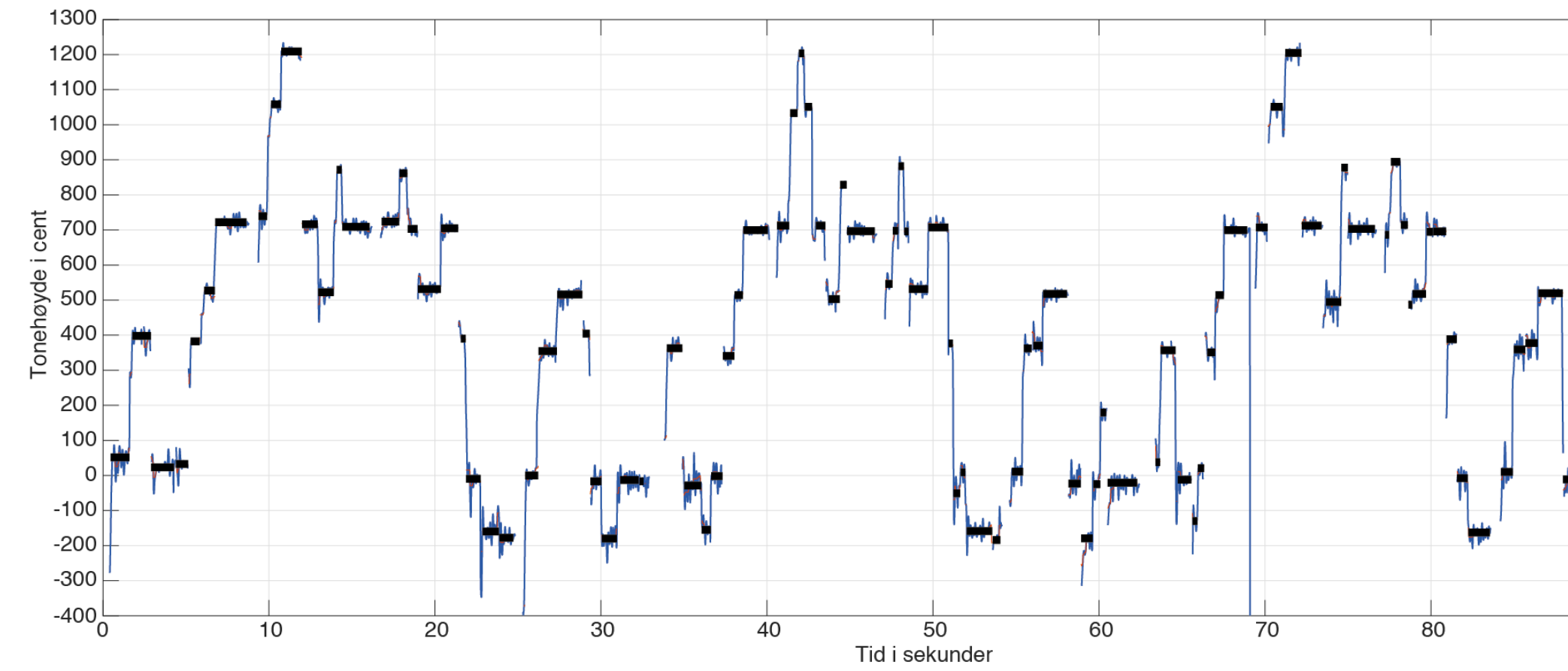
Energi

Affekt



# Tonehøyde

- Monofone opptak, samme metode som for forrige eksempel med Gro Heddi Brokke
- Polyfone opptak (flere samtidige tonehøyder)
  - Veldig komplekst problem
  - De beste teknikkene i dag: ca 70% nøyaktighet for relativt enkelt lydmateriale



(ikke enkelt lydmateriale)

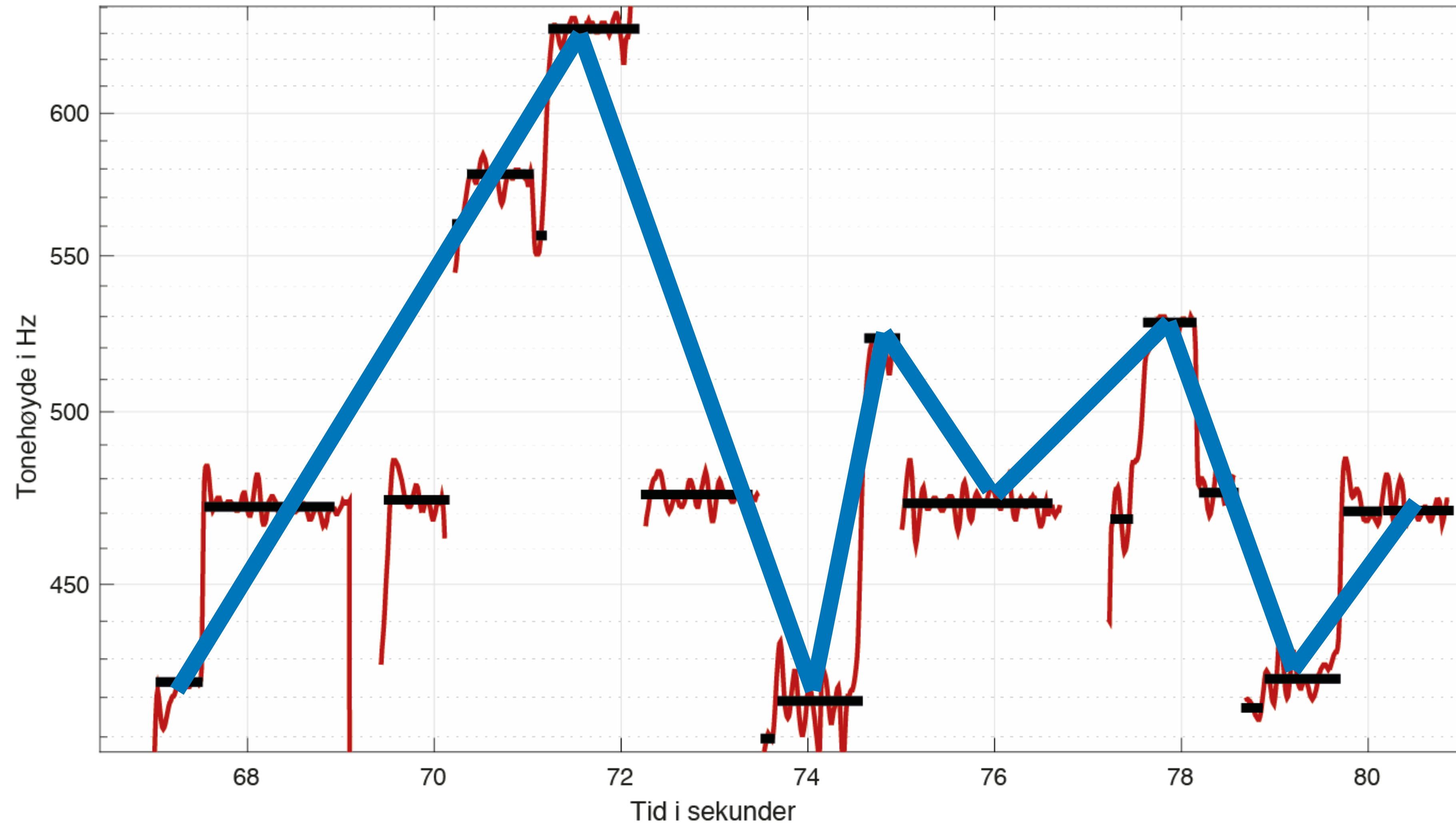


# Vertikal bevegelse

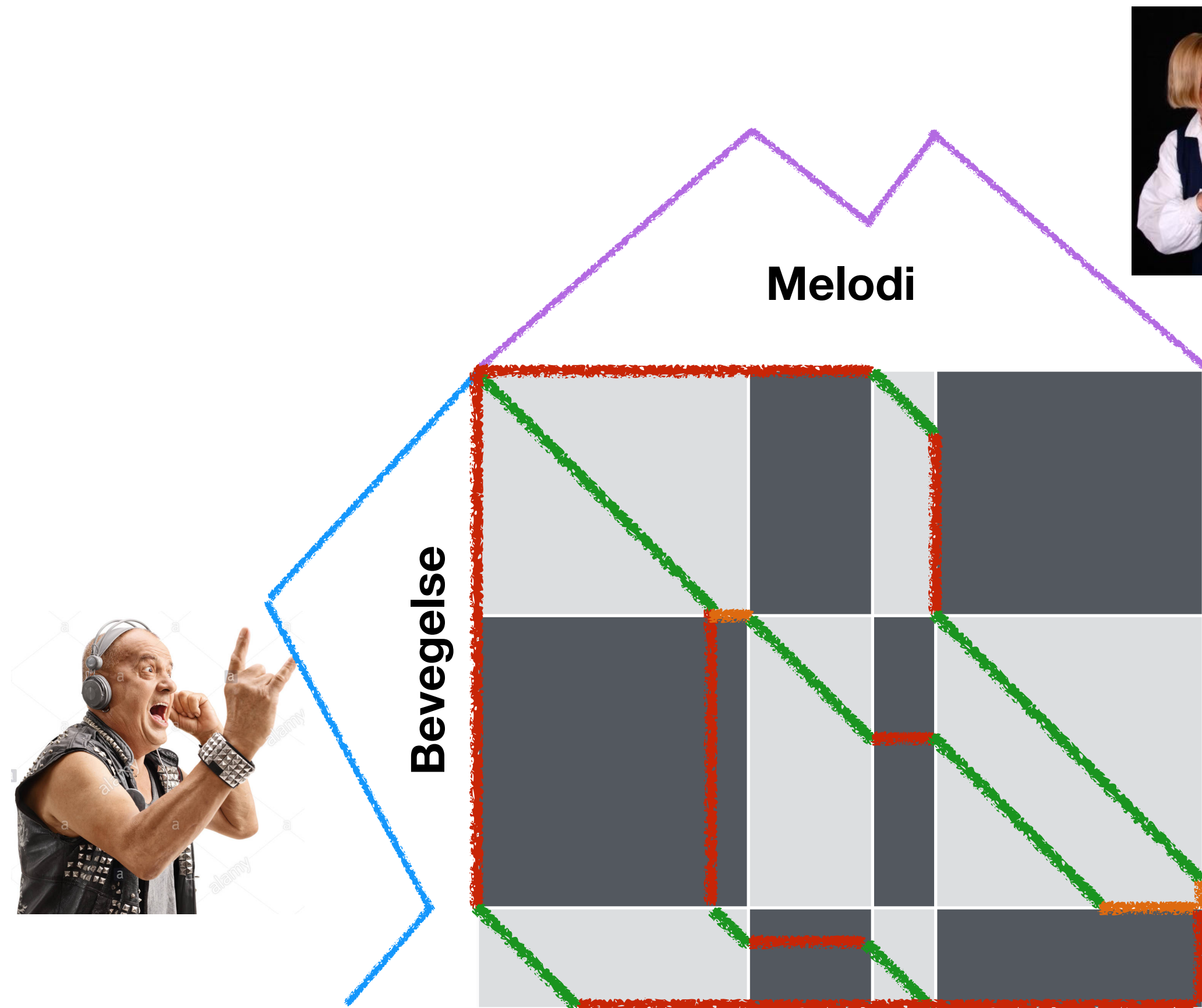
- Apples AR kit gir ganske god informasjon om bevegelsen til brukeren
- Likevel: vanskelig å være presis (i både tid og posisjon)
- Konklusjon: Bedre å se på overordnede trekk enn å se på presis tonehøyde og bevegelse



# Overordnet kontur



# Sammenlikning: Dynamic Time Warping



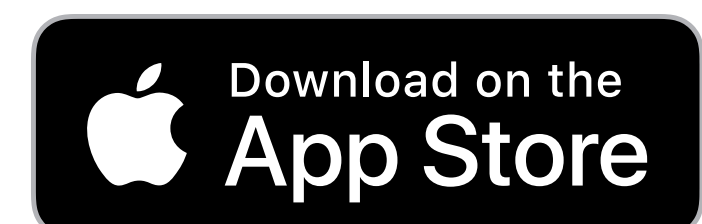
- For hver enkelt melodi:
  - Gi poengsum for alle mulige baner
  - Grønne linjer minus røde linjer
- Velg den beste banen for hver melodi
- Velg den melodien som får den høyeste poengsummen



# SoundTracer



- for iPhone SE, 6S, eller nyere
- iPad Pro og iPad (5th generation)
- For tiden (versjon 0.3) en katalog på 50 folkemelodier



# Mer materiale:

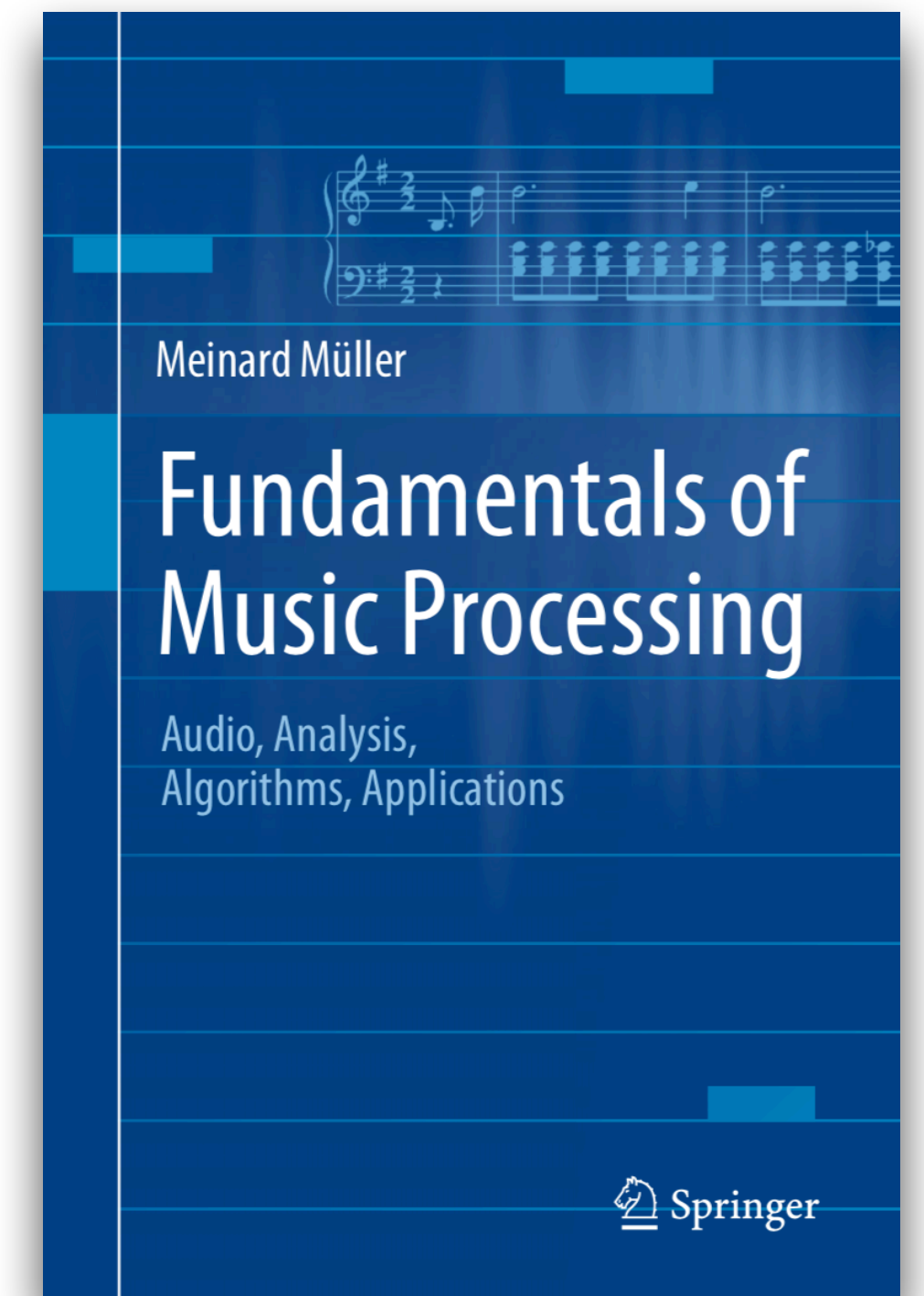
- **MIR communities:**

- The International Society of Music Information Retrieval:  
[www.ismir.net](http://www.ismir.net)
- Sound and Music Computing Network:  
<http://www.smcnetwork.org>
- Nordic Sound and Music Computing Network:  
<https://nordicsmc.create.aau.dk>
- SoundTracer prosjektside @ UiO:  
<https://www.hf.uio.no/ritmo/english/projects/all/soundtracer/>

- **Gratis programvare**

- Sonic Visualiser ([www.sonicvisualiser.org](http://www.sonicvisualiser.org))
- [essentia.upf.edu](http://essentia.upf.edu) (C++/Python)
- <https://github.com/olivierlar/miningsuite/wiki> (Matlab)
- <https://www.jyu.fi/hytk/fi/laitokset/mutku/en/research/materials/mirtoolbox> (Matlab)

## Book:

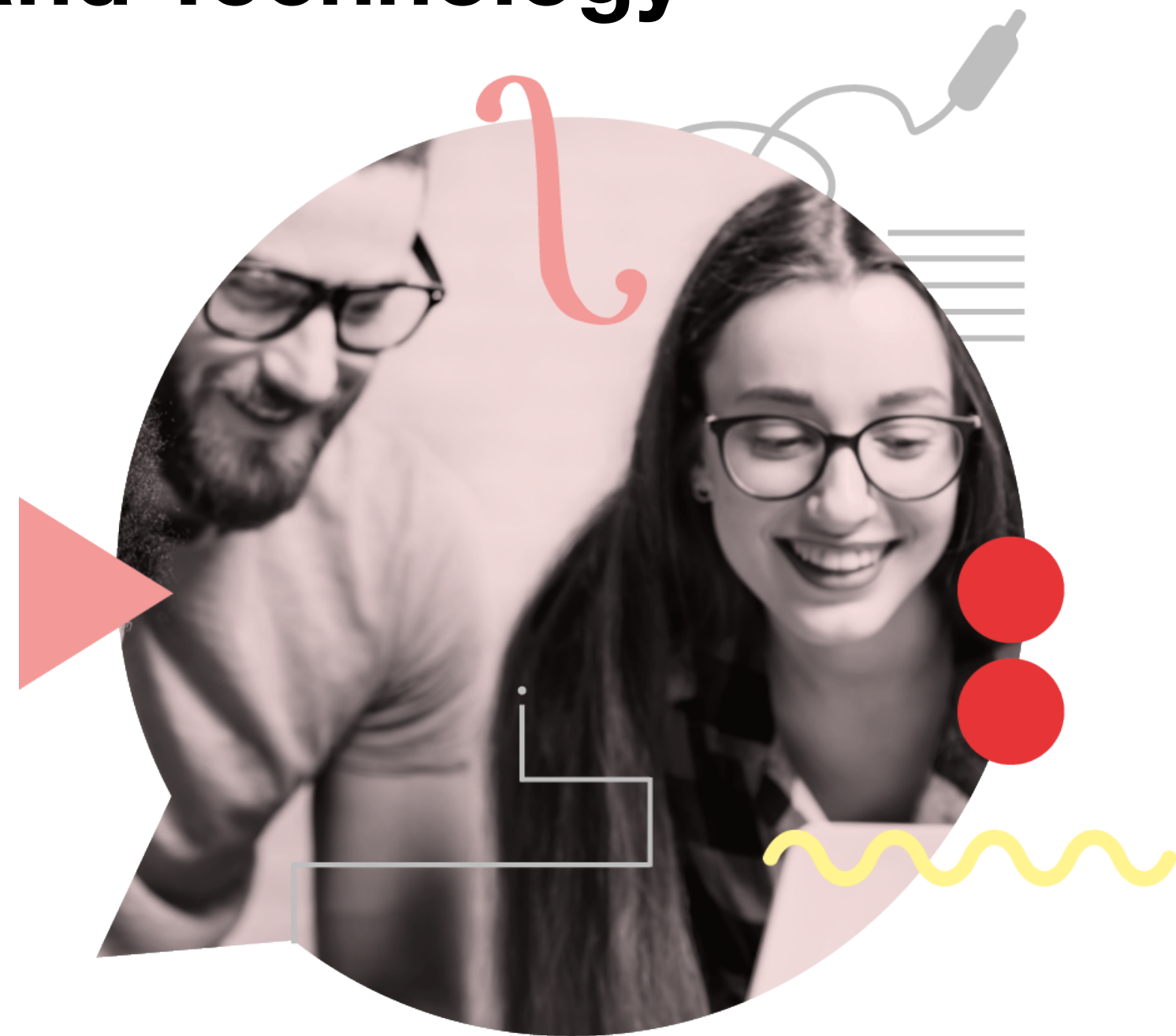


<https://www.audiolabs-erlangen.de/fau/professor/mueller/bookFMP>



# Videreutdanning:

**Music, Communication  
and Technology**



**RITMO**



**Delt masterprogram UiO / NTNU**

[www.uio.no/mct-master](http://www.uio.no/mct-master)

**10 utlyste PhD / Postdoc-stillinger**

[www.hf.uio.no/ritmo/english/about/vacancies/](http://www.hf.uio.no/ritmo/english/about/vacancies/)



UiO • **RITMO Centre for Interdisciplinary Studies in Rhythm, Time and Motion**  
University of Oslo