



Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB)

Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA)

ELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERON



# Automatic detection of meteors in the BRAMS data

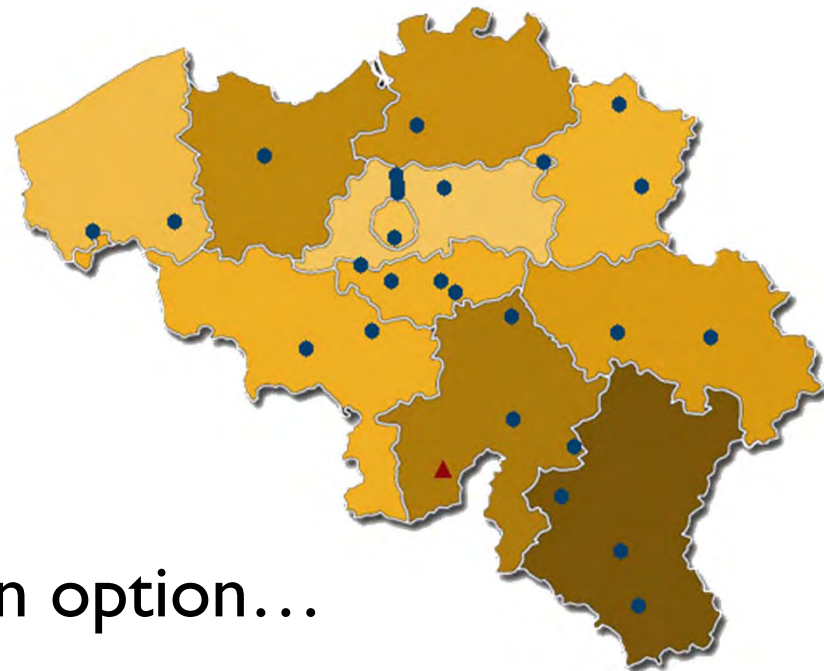
Stijn Calders

# Why?



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERON

- 26 stations
- 5 min. per spectrogram
- >7000 spectrograms/day



So manual counts are not an option...

# Overview



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY

- 4 different methods based on:
  - Image recognition on spectrograms (P. Ernotte)
  - Image recognition (E. Kraaikamp)
  - Neural networks (V. Roman)
  - Bursts of received energy (T. Roelandts)
- Conclusion



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AER

Pierre Ernotte

# IMAGE RECOGNITION ON SPECTROGRAMS

Stijn Calders – Automatic detection of meteors in the BRAMS data

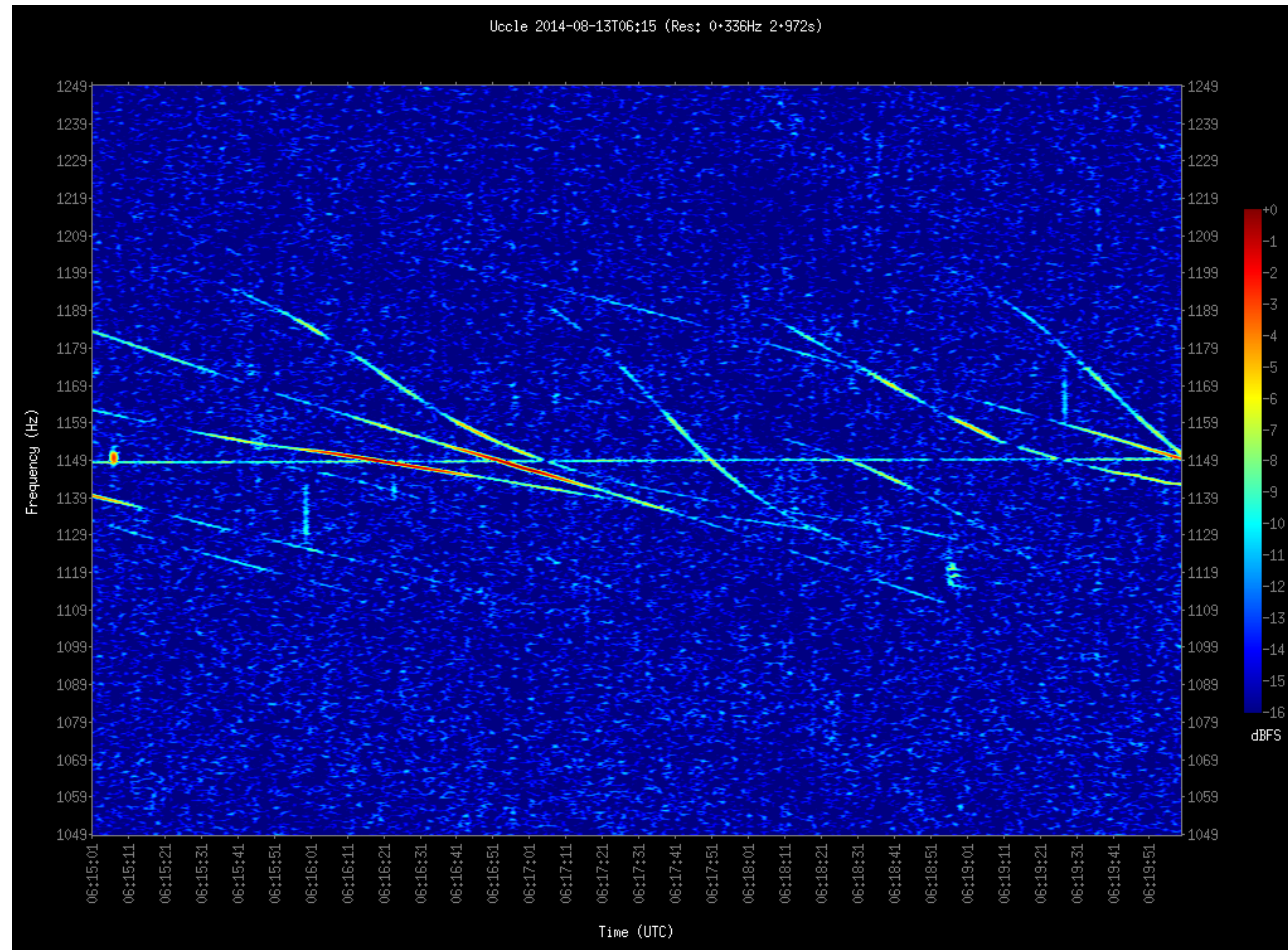
IMC 2014, 18-21 september, Giron



# What is a spectrogram?

BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AER

Vertical axis:  
frequency  
(BW=200 Hz)

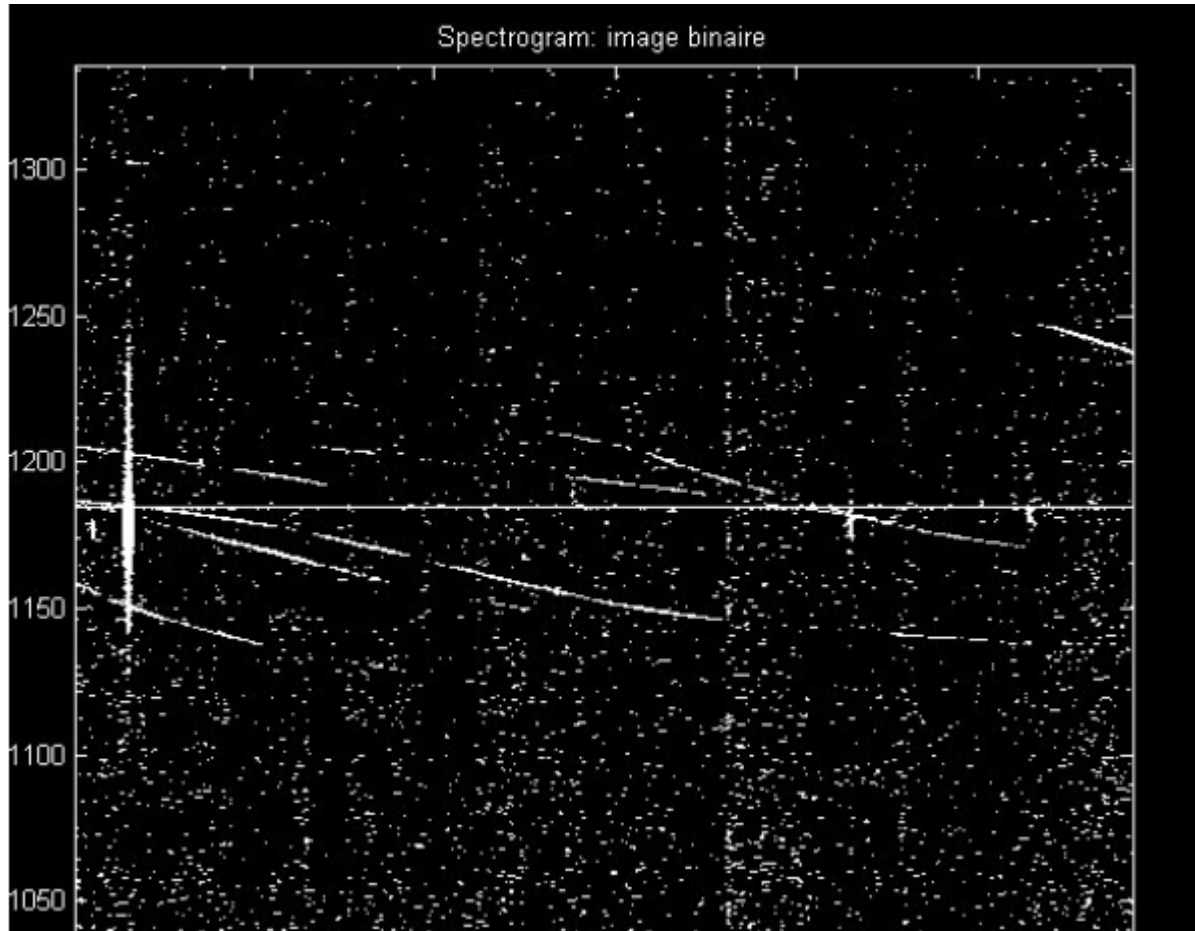


Horizontal axis: time (duration=5min.)

# Image recognition on spectrograms (Ernotte)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY

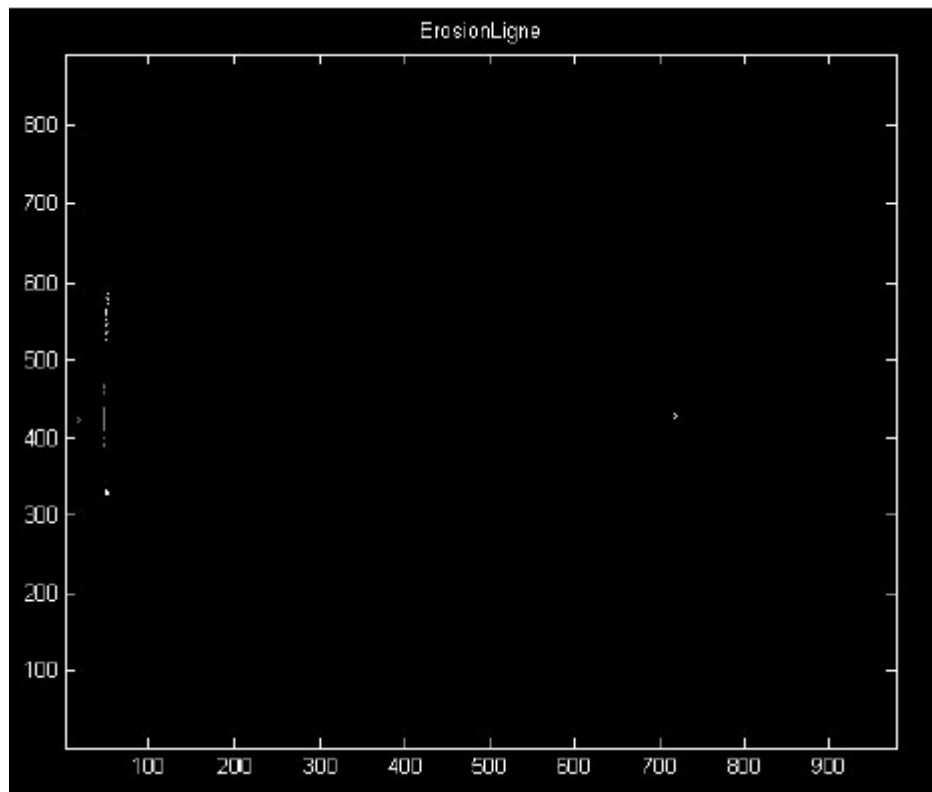


# Image recognition on spectrograms (Ernotte)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERON

- Pioneering method
- Remove all non-vertical structures

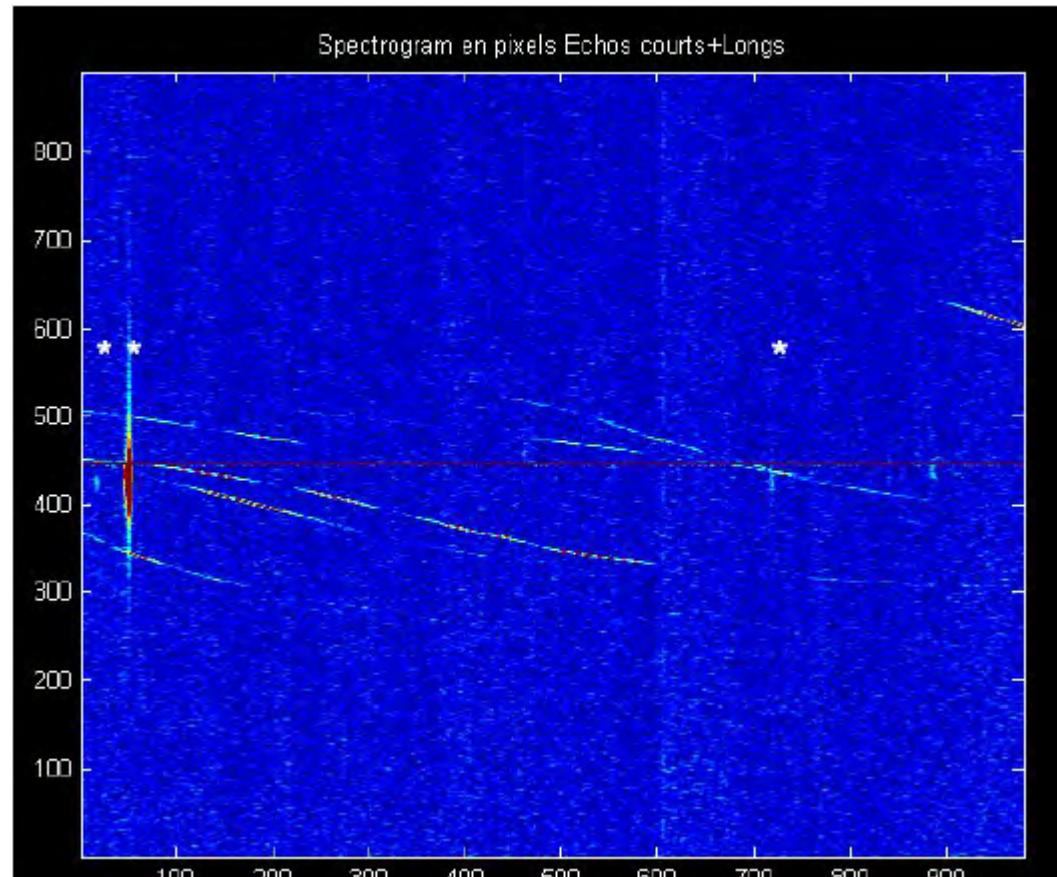




# Image recognition on spectrograms (Ernotte)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY





# Image recognition on spectrograms (Ernotte)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE

- Pioneering method
- Benefits:
  - Close to the manual count technique
  - Planes are removed
  - Works well for underdense meteors
- Drawbacks:
  - Time consuming
  - Many empirical parameters
  - Problems with overdense meteors



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AER

Emil Kraaikamp

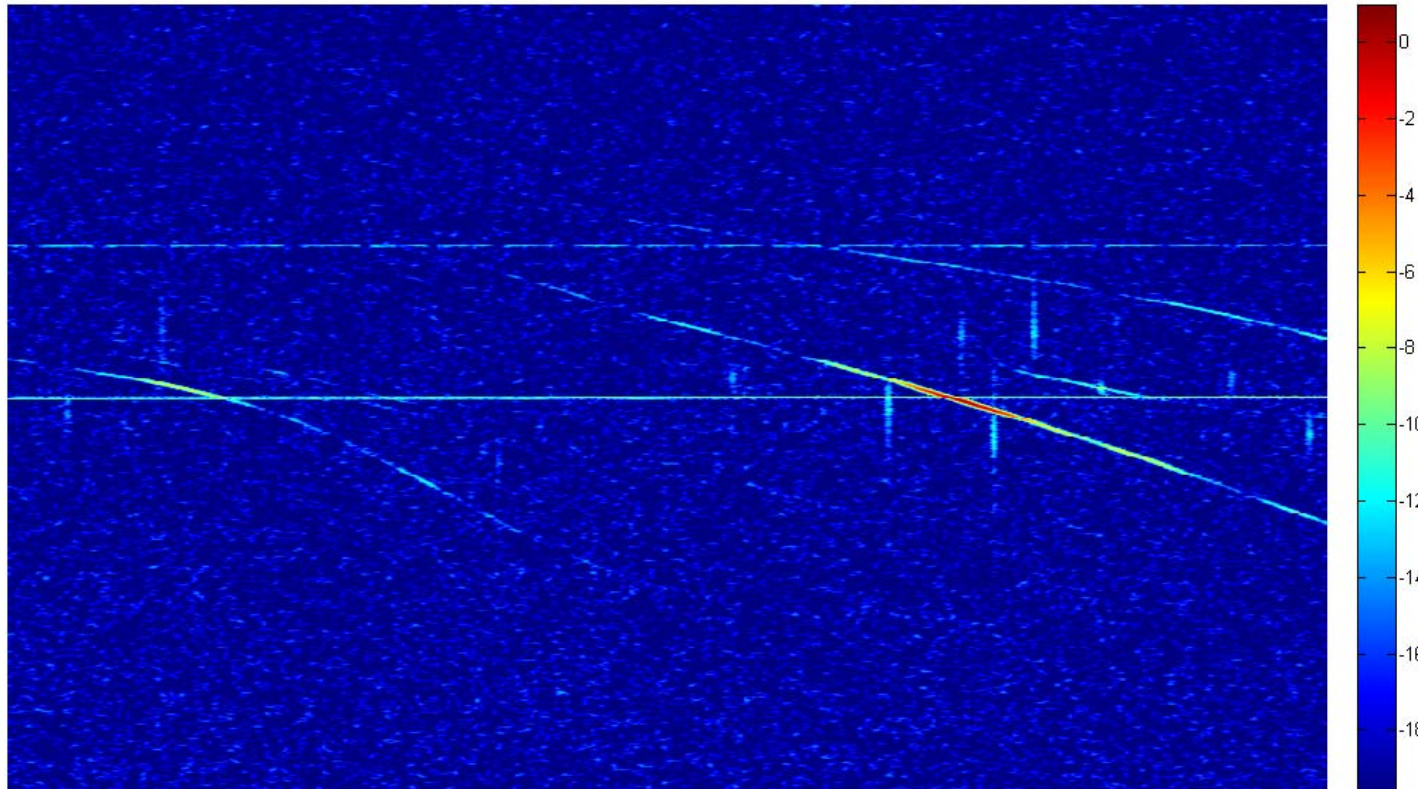
# IMAGE RECOGNITION ON SPECTROGRAMS II

# Image recognition II (Kraaikamp)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY

RAD\_BEDOUR\_20111007\_0500\_BEUCCL\_SYS001: 16384-14746

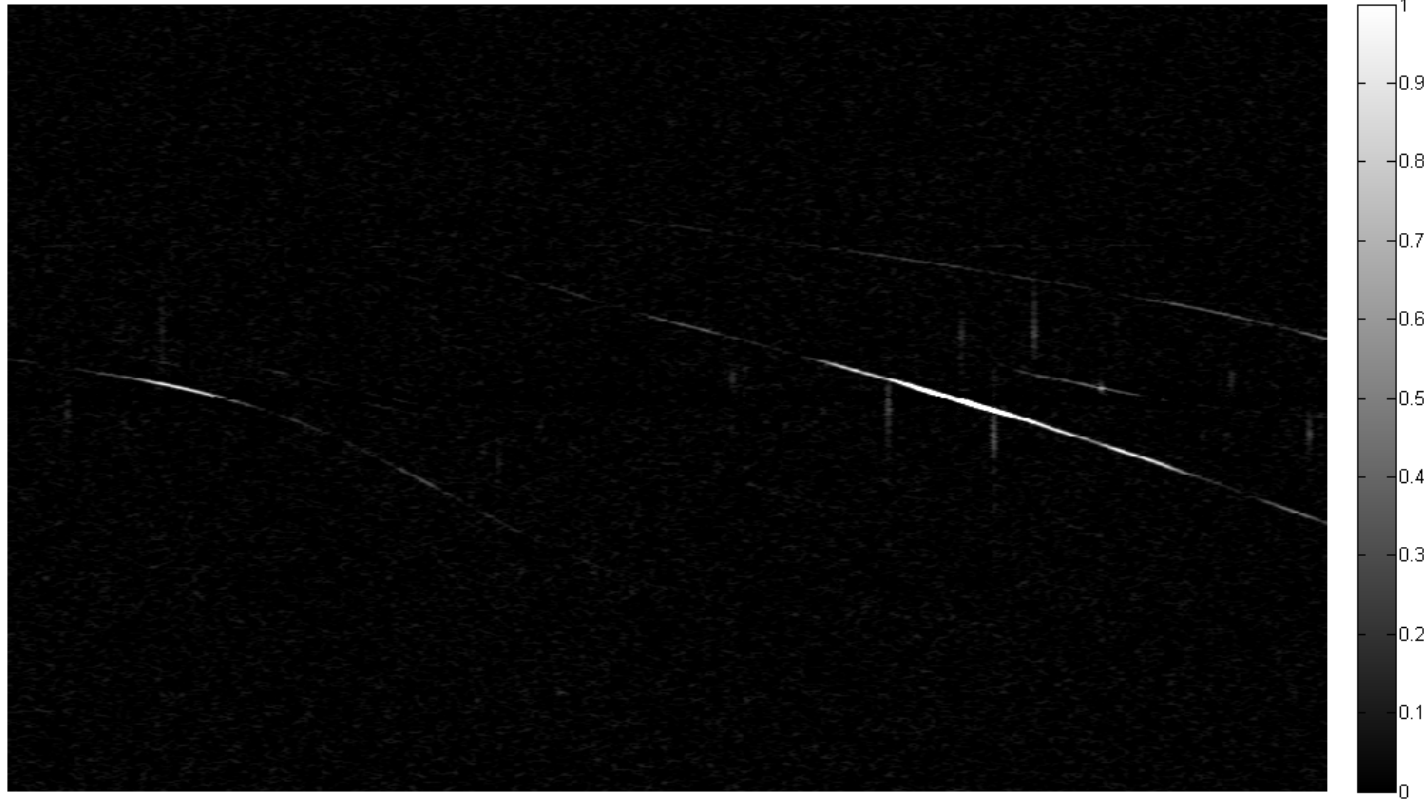


# Image recognition II (Kraaikamp)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERON

b/w version of spectrum with fixed rows



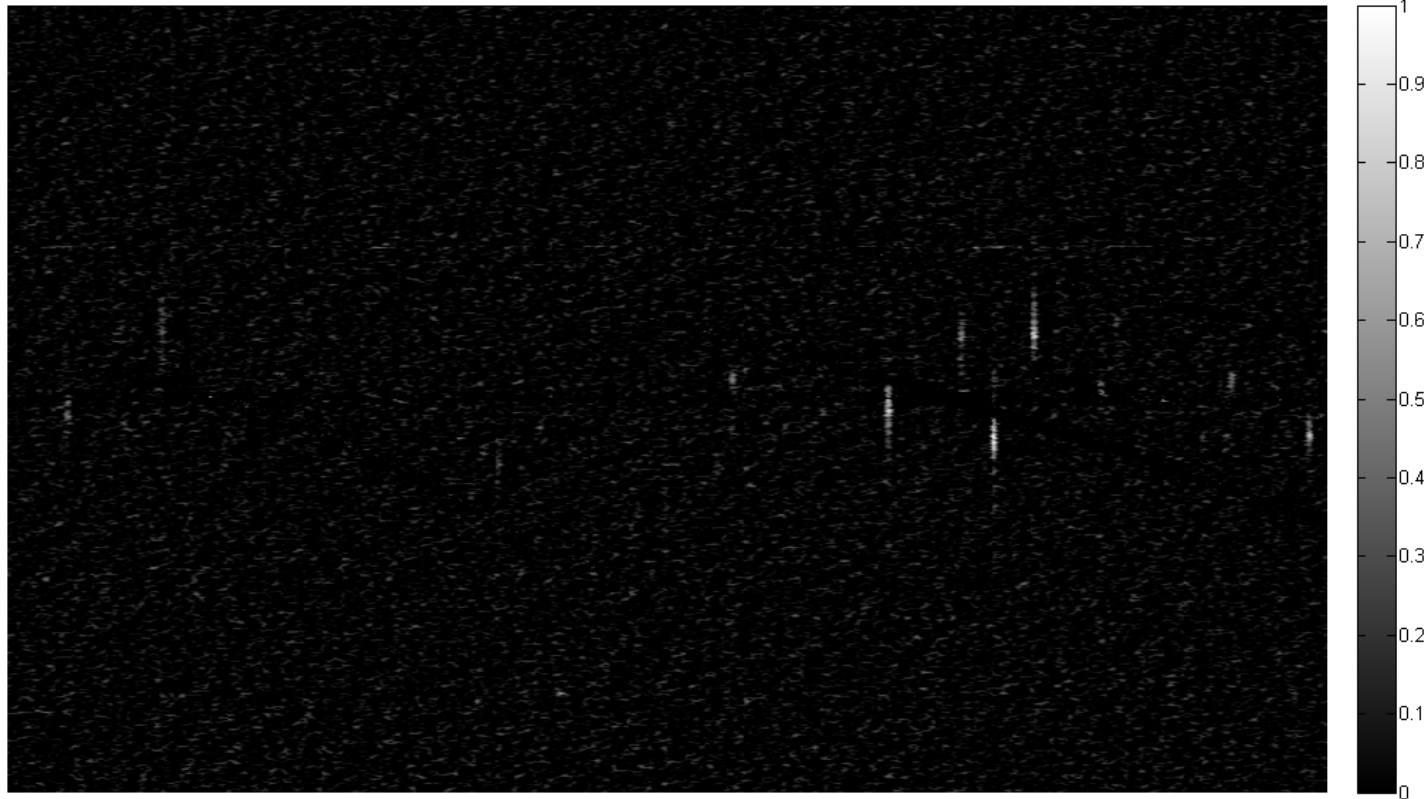
- No binarization
- Horizontal median filter

# Image recognition II (Kraaikamp)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERON

b/w version of spectrum with fixed rows and fixed airplanes 1



- Oblique median filter
- Detection threshold

# Image recognition II (Kraaikamp)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY

- **Benefits:**
  - Close to the manual count technique
  - No binarization
  - No assumption about noise power distribution
- **Drawbacks:**
  - Time consuming





BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AER

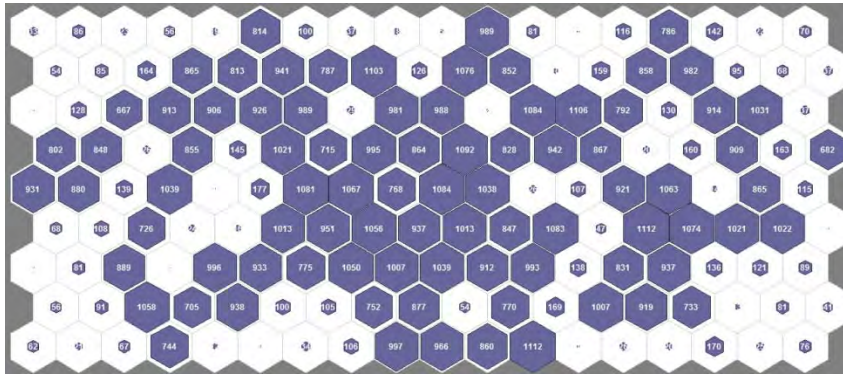
Victor Roman

# NEURAL NETWORKS

# Neural networks (Roman)

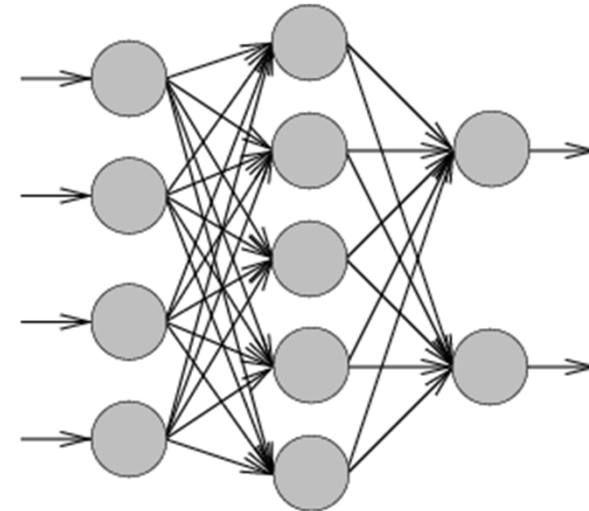
BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY

## Self-organizing map (SOM)



Unsupervised learning

## Multi-Layered Perceptron (MLP)



Supervised learning

More information on Roman's poster.



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AER

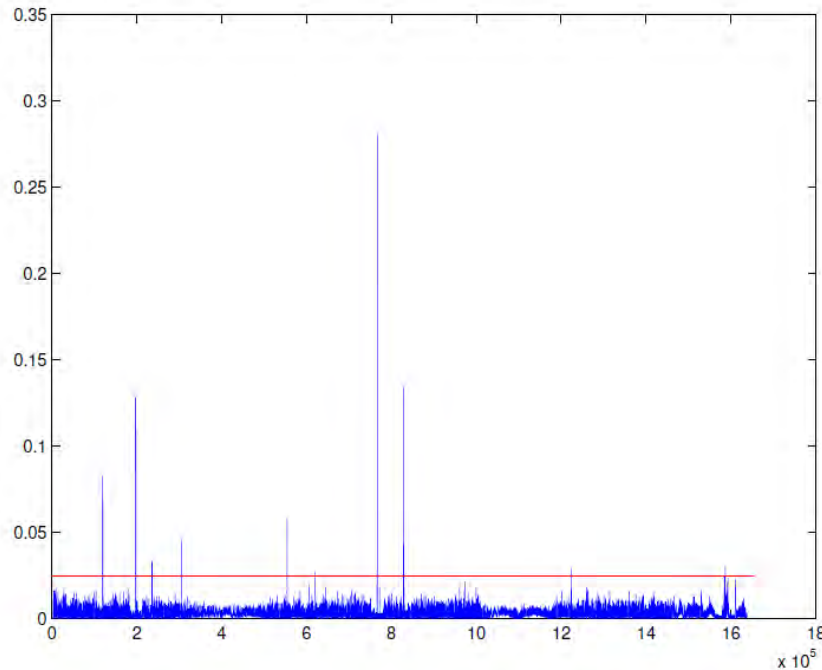
Tom Roelandts

# DETECTING BURSTS OF RECEIVED ENERGY

# Bursts of received energy (Roelandts)



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY



- Uses only the time signal
- Benefits:
  - Fast
  - Reliable durations

See next presentation!



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AER

# CONCLUSION

# Conclusion



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AER

- 4 different methods for automatic meteor detection
- Especially overdense meteors pose a real challenge
- You can help us:
  - Either test one of the methods
  - Or help us to discover new methods



BIRA • IASB 1964 • 2014



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY



# Thanks for your attention!

More information: [brams.aeronomie.be](http://brams.aeronomie.be) / [stijn.calders@aeronomie.be](mailto:stijn.calders@aeronomie.be)

# Erosion & Dilation



BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE BELGIAN INSTITUTE OF SPACE AERONOMY



Normal image



Erosion



Dilation