

Michał Strzelecki

# Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (10)

---

Zadanie nr 13 – Studia podyplomowe  
„Przetwarzanie i analiza obrazów biomedycznych”



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna  
współfinansowana przez Unię Europejską  
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego  
w projekcie

*„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń  
– zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej –  
zarządzanie Uczelnią,  
nowoczesna oferta edukacyjna  
i wzmacniania zdolności do zatrudniania  
osób niepełnosprawnych”*



**Politechnika Łódzka**  
Instytut Elektroniki

90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116,  
tel. 042 631 28 83  
[www.kapitalludzki.p.lodz.pl](http://www.kapitalludzki.p.lodz.pl)



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

# Wybrane programy do analizy obrazów biomedycznych

- Klasyfikacja programów do analizy obrazów
- Przykładowe programy
  - MRlcro
  - MIPAV
  - MaZda
- Przykład analizy z wykorzystaniem pakietu MaZda

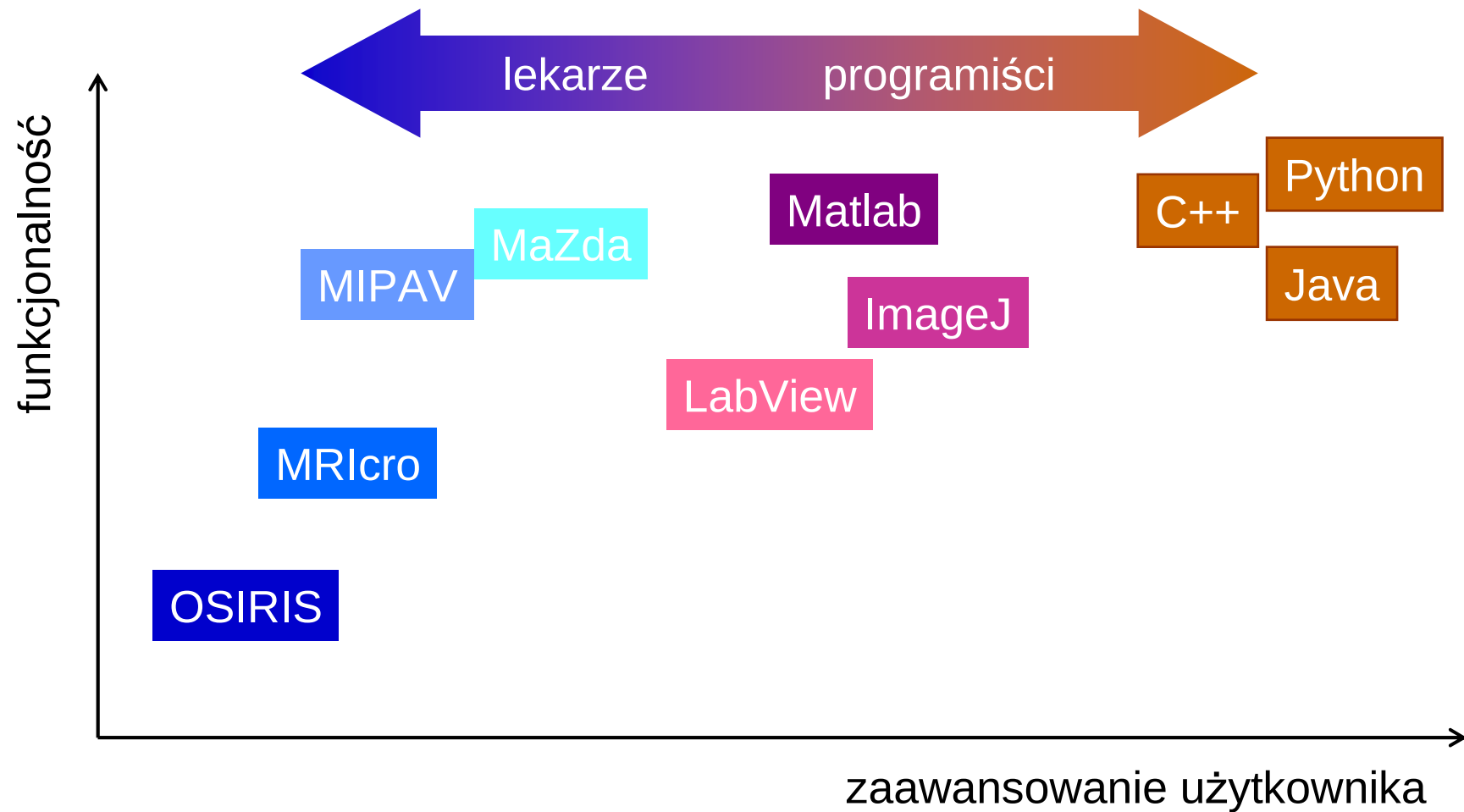


Politechnika Łódzka  
Instytut Elektroniki

*M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (10)*



# Klasyfikacja programów do analizy obrazów biomedycznych





KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY

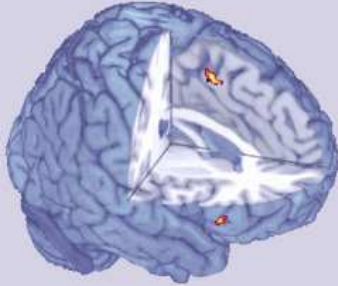


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

# MRicro



Chris Rorden



**Research:**

Links between motor control (e.g. [Eye movements](#)) and perception.  
Anatomical basis of attention (fMRI, PET, EEG, [neuropsychology](#)).

[Background CV/resumé](#): education, jobs and publications.

**Medical imaging:**

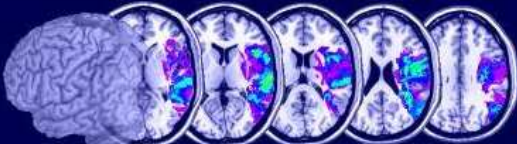
[MRICron NIFTI viewer](#) and [dcm2nii DICOM converter](#) (Linux, Windows, OSX).  
[MRicro Analyze viewer](#) (Linux, Windows, OSX).  
[MRicroGL](#) hardware-accelerated NIFTI viewer (Linux, Windows, OSX).  
Introduction to [DICOM medical image](#) format, and [ezDICOM software](#).  
My [data logger](#) records MRI trigger pulses.  
[Neuroanatomy](#) atlas.

**Teaching:**

fMRI: [Image to inference](#)

**Other:**

[Obsolete web pages](#): Old courses or projects that I no longer maintain.  
Windows tools for [GZ](#) compression, ['End of Line'](#) conversion and [extension renaming](#)  
[Statistics](#) and [ANOVA](#) freeware.



Professor, [Georgia Institute of Technology](#), Atlanta GA, USA  
Director, [GSU/GT Center for Advanced Brain Imaging](#), Atlanta GA, USA

<http://www.cabiatl.com/mricro/>



Politechnika Łódźka  
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (10)

# MRIcro

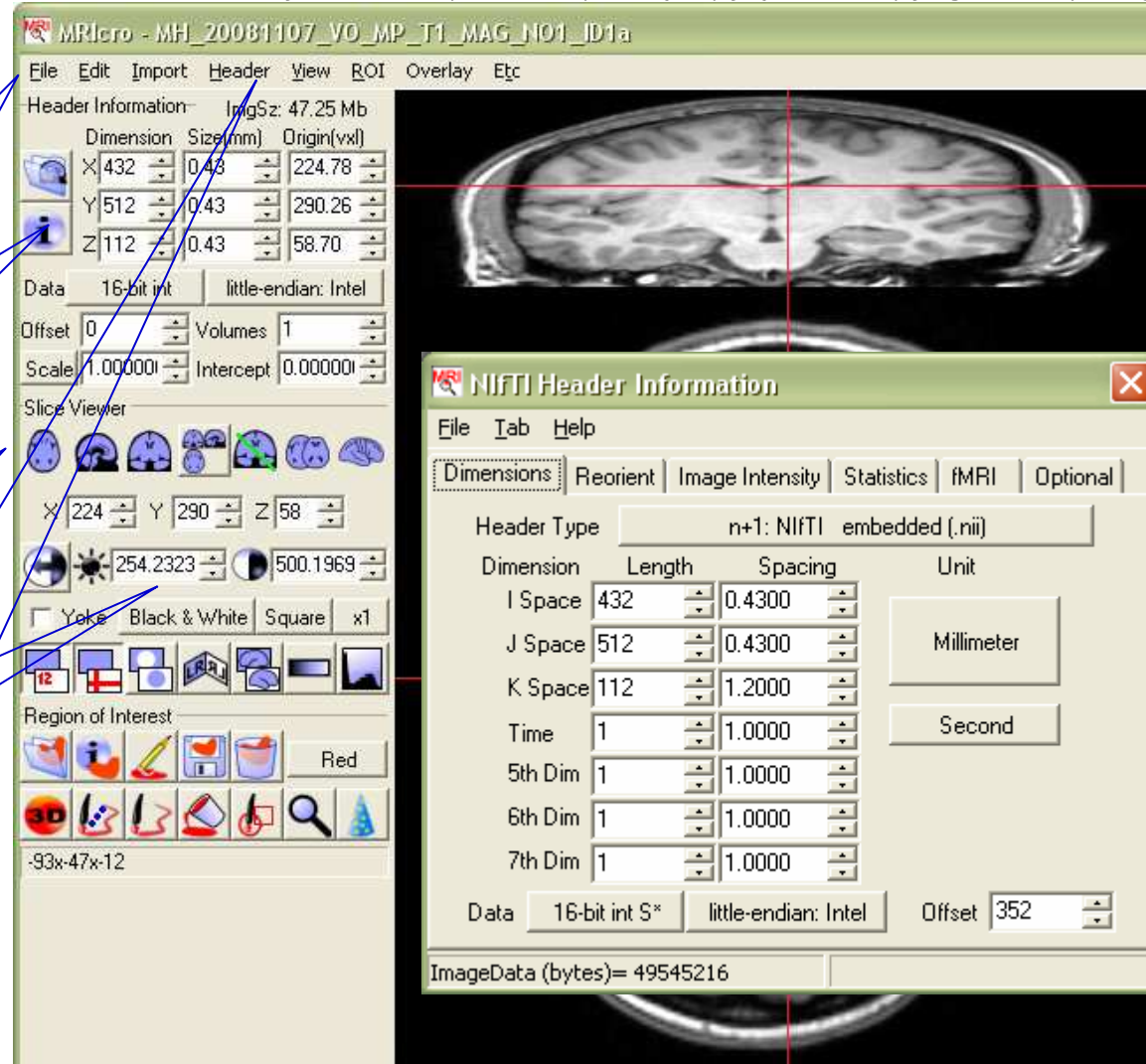
wczytywanie obrazów  
w formacie: Analyze,  
raw, Dicom, Fiesta, tiff,  
Philips,...

podstawowe  
informacje o  
wczytanym obrazie

wybór płaszczyzny  
obrazowania, przekroju

zmiana jasności,  
kontrastu

odczyt danych z  
nagłówka pliku

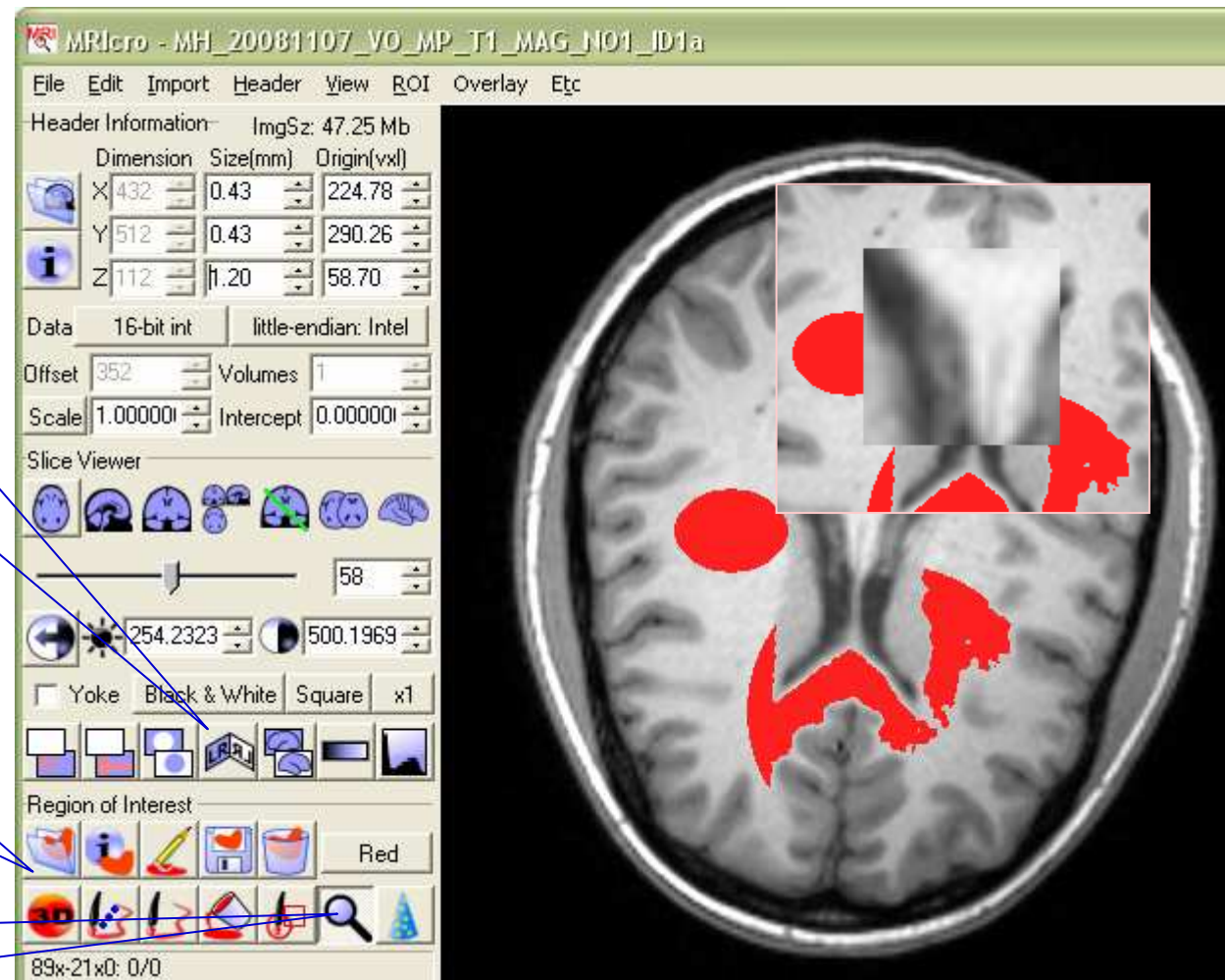


# MRICro

dodatkowe funkcje:  
negatyw, lustrzane  
odbicie, histogram, ...

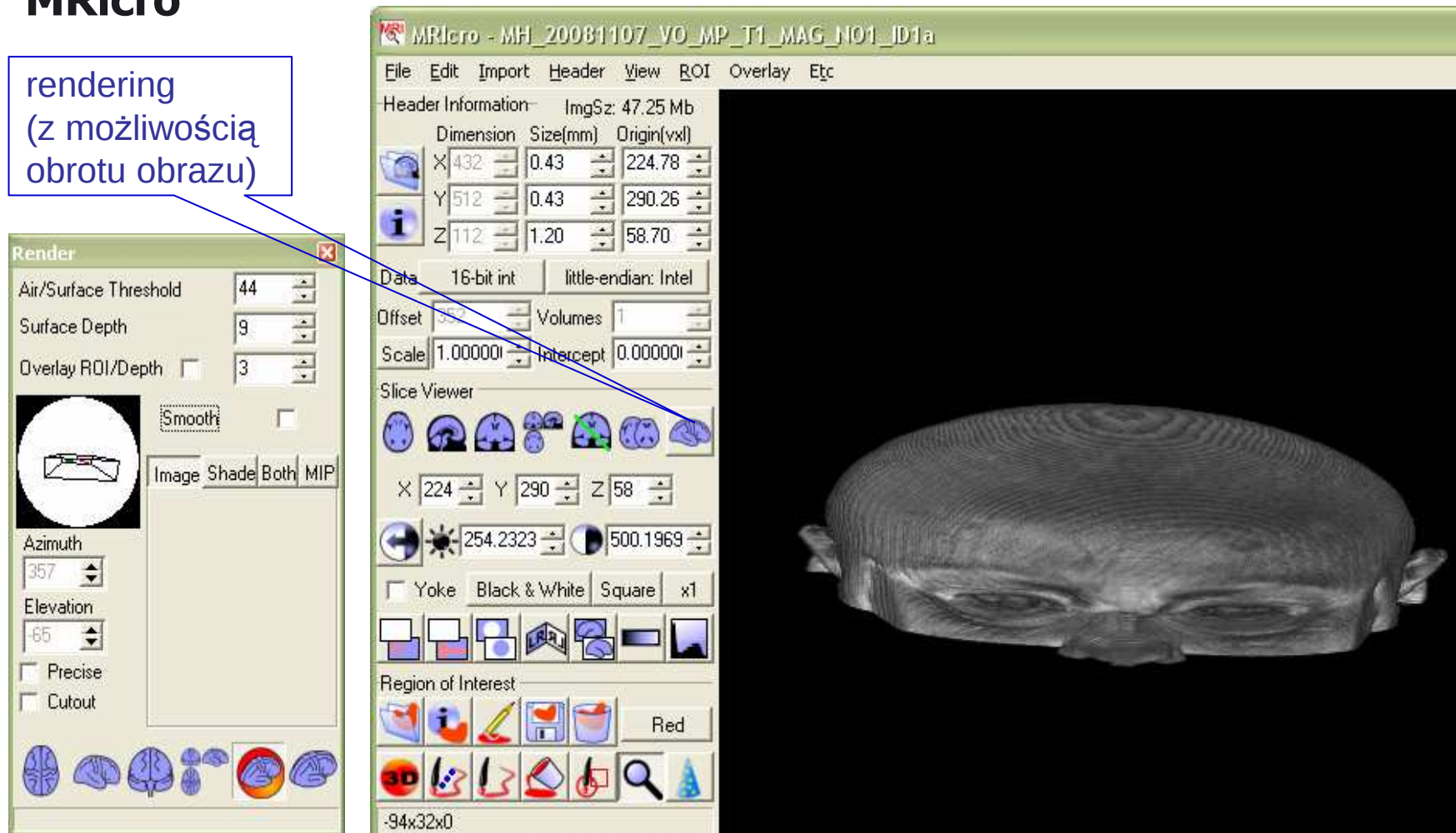
narzędzia graficzne do  
tworzenia i  
zapisywania w pliku  
obszarów  
zainteresowania

powiększanie  
fragmentów obrazu



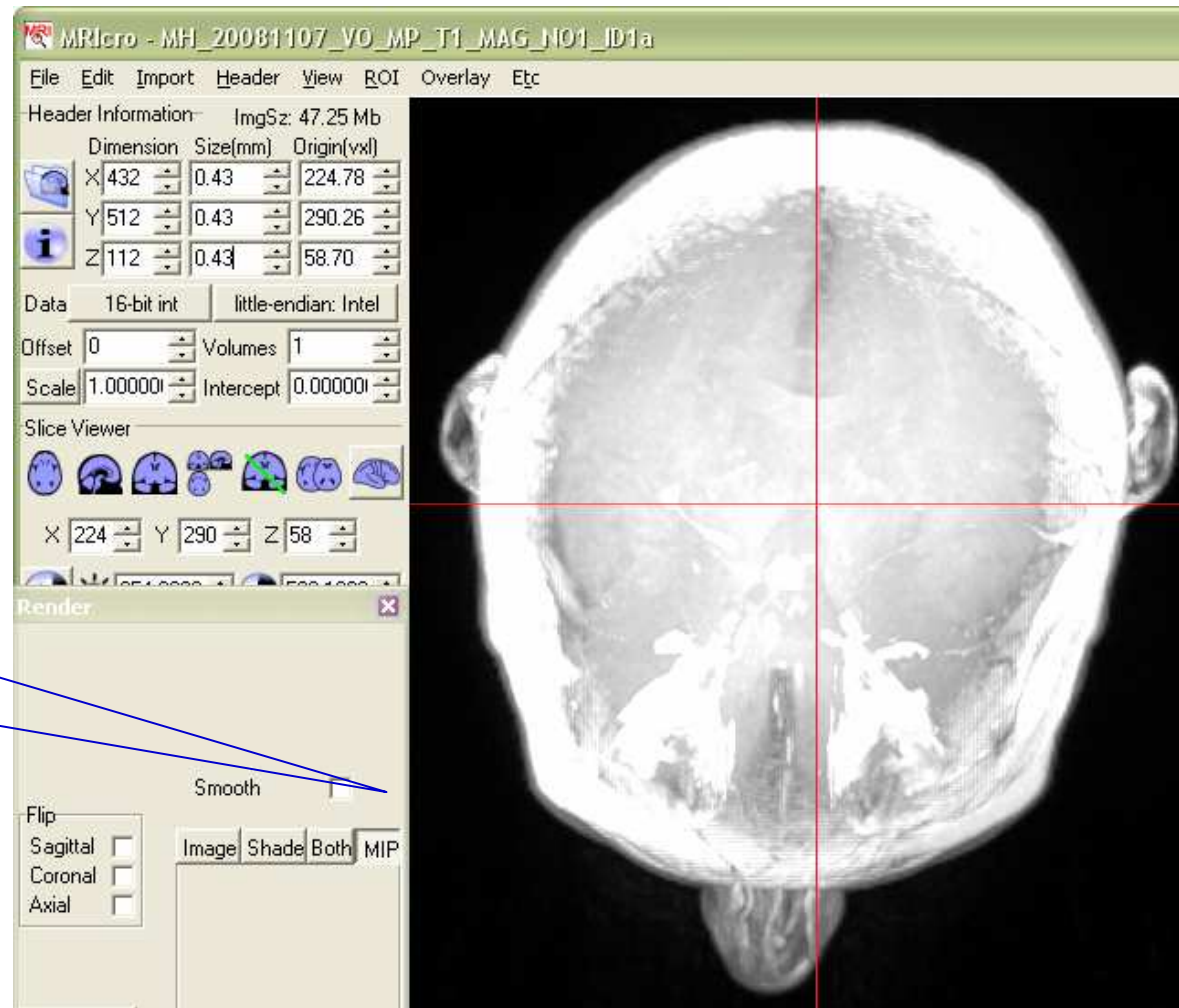
# MRicro

rendering  
(z możliwością  
obrotu obrazu)





# MRicro



obrazy MIP  
(maximum  
Intensity  
Projection)





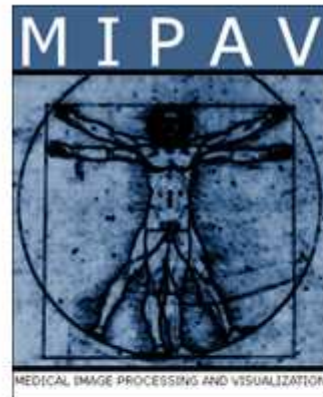
KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

# MIPAV



[Version 4.3.1 \(2009-09-04\)](#)  
is the current downloadable  
version. [What's New](#)

- [Home](#)
- [Download](#)
- [Documentation](#)
- [Development](#)
- [Contact Information](#)



## About MIPAV

- [MIPAV feature listing](#)

## What is MIPAV?

The MIPAV (Medical Image Processing, Analysis, and Visualization) application enables quantitative analysis and visualization of medical images of numerous modalities such as PET, MRI, CT, or microscopy. Using MIPAV's standard user-interface and analysis tools, researchers at remote sites (via the internet) can easily share research data and analyses, thereby enhancing their ability to research, diagnose, monitor, and treat medical disorders.

MIPAV is a [Java](#) application and can be run on any Java-enabled platform such as Windows, UNIX, or Macintosh OS X.

## Goals for MIPAV

MIPAV is to meet the following goals:

- To develop computational methods and algorithms to analyze and quantify biomedical data;
- To collaborate with NIH researchers and colleagues at other research centers in applying information analysis and visualization to biomedical research problems;
- To develop tools (in both hardware and software) to give our collaborators the ability to analyze biomedical data to support the discovery and advancement of biomedical knowledge.

<http://mipav.cit.nih.gov/>



Politechnika Łódźka  
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (10)

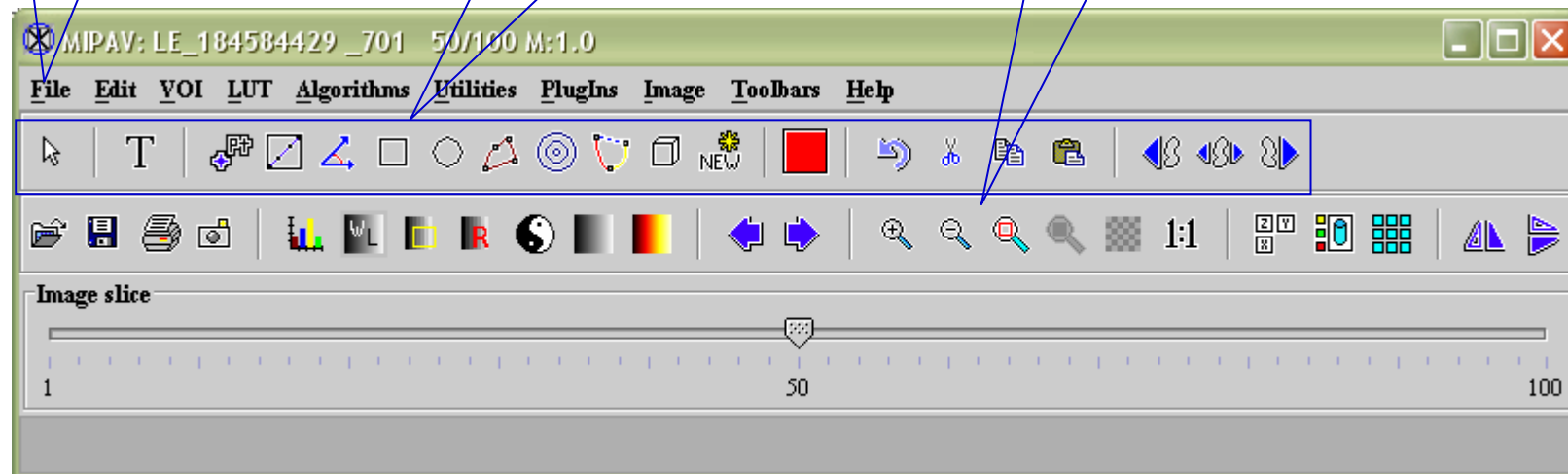


# MIPAV

wczytywanie obrazów  
w formacie: Siemens,  
Dicom, Fiesta, tiff,  
Leica,...

narzędzia graficzne do  
tworzenia i zapisywania  
w pliku obszarów  
zainteresowania (2D, 3D)

powiększanie/zmniejszanie  
obrazu, funkcja „lupy”

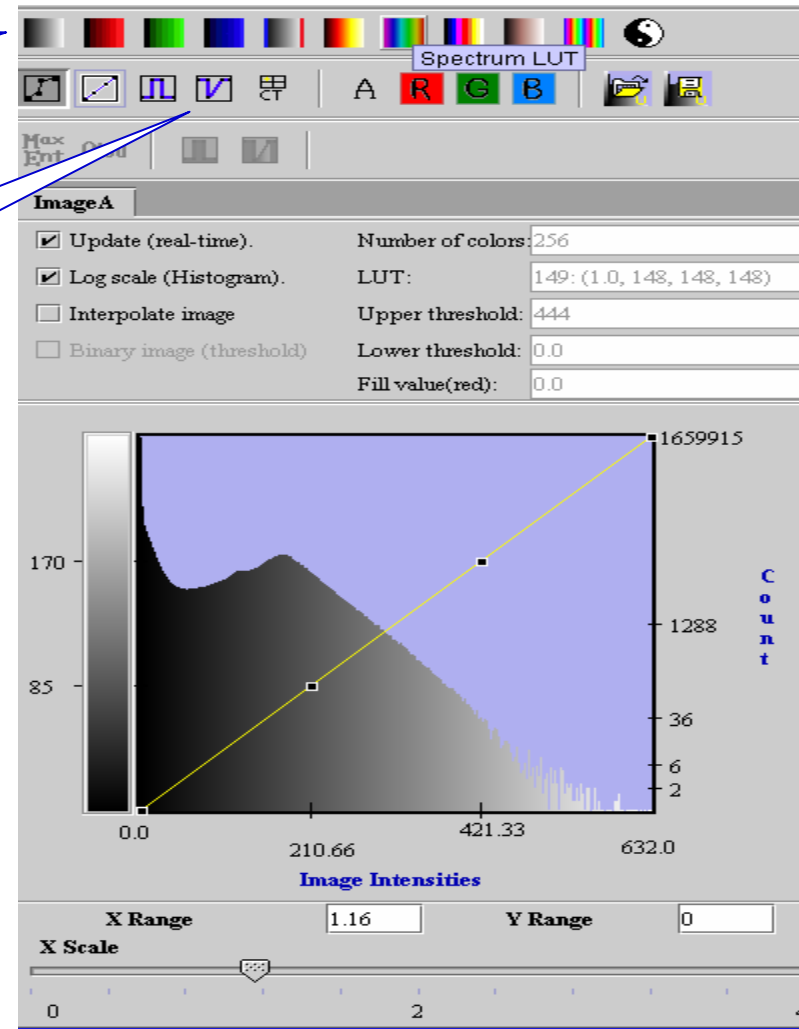
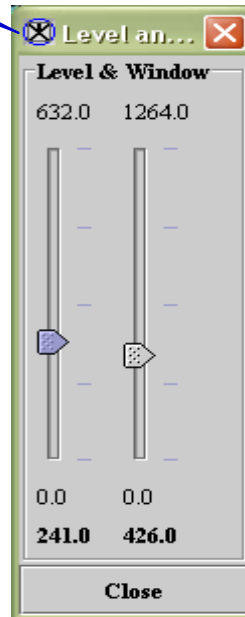
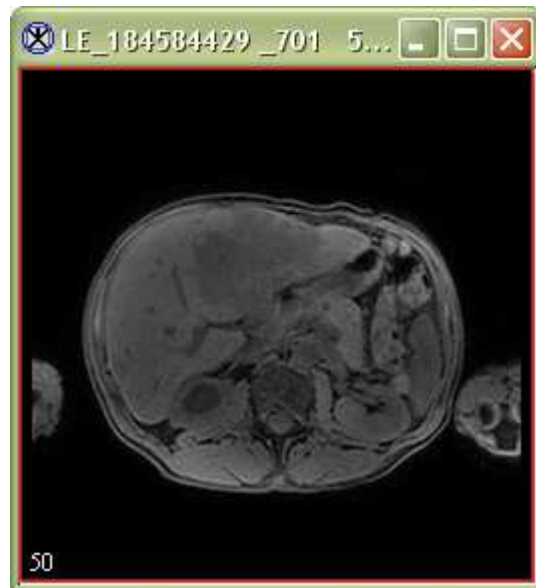


# MIPAV

wybór palety barw  
(look up table)

zmiana jasności,  
kontrastu (16b)

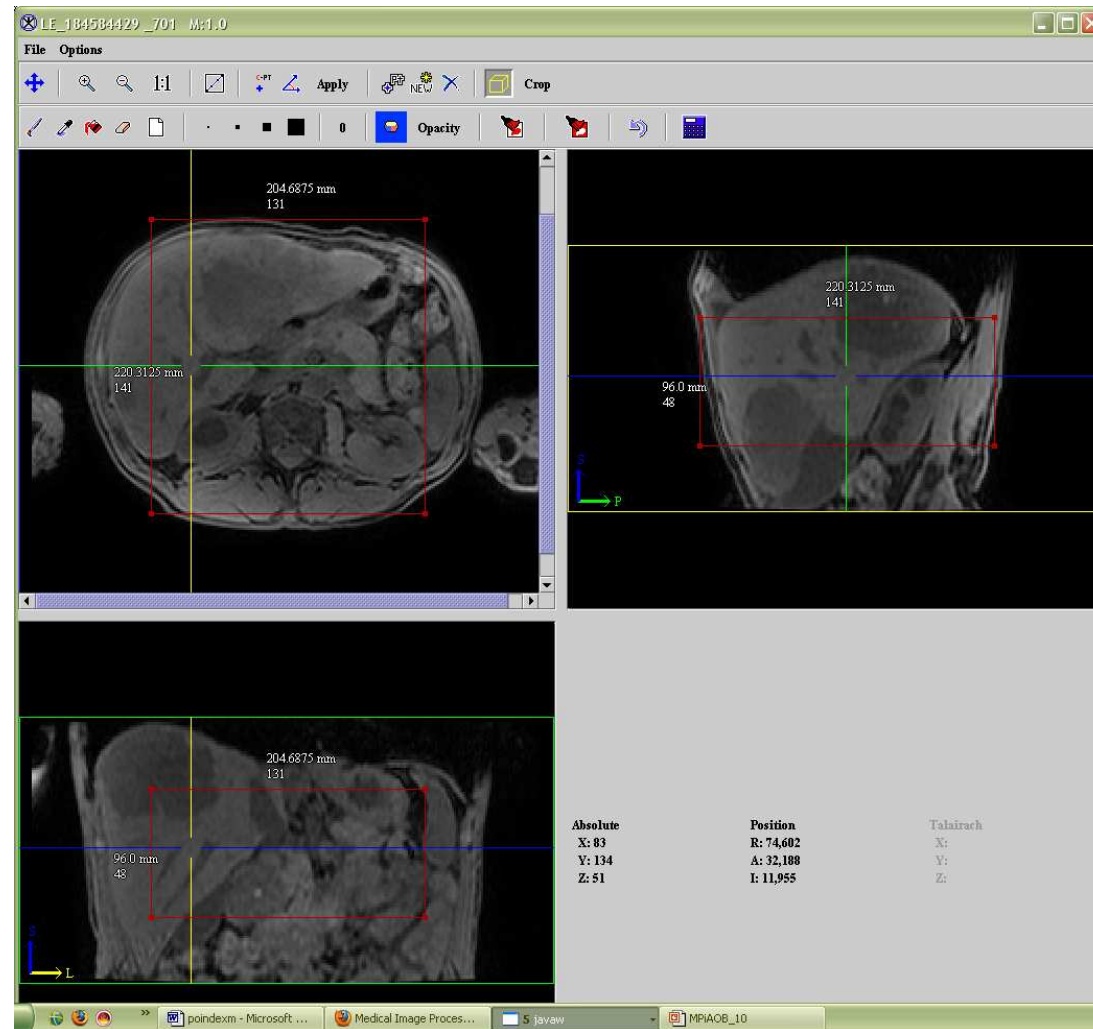
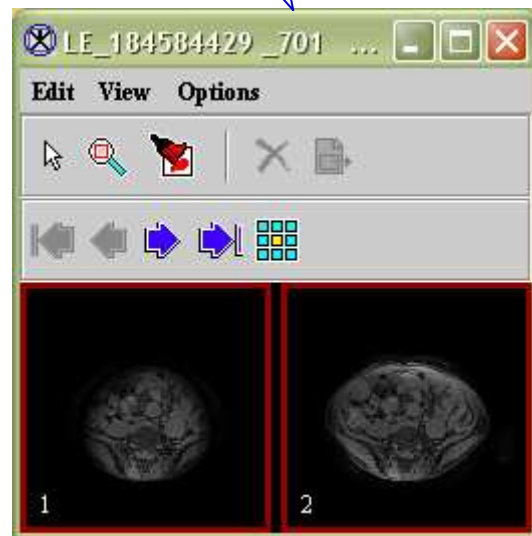
narzędzia do  
zaznaczania ROI  
przez progowanie





# MIPAV

podgląd dwóch  
sąsiednich  
slajdów





KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Centracja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

# MIPAV

możliwość tworzenia  
i dodawania własnych  
procedur w języku  
Java (plug ins)



Politechnika Łódzka  
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (10)



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

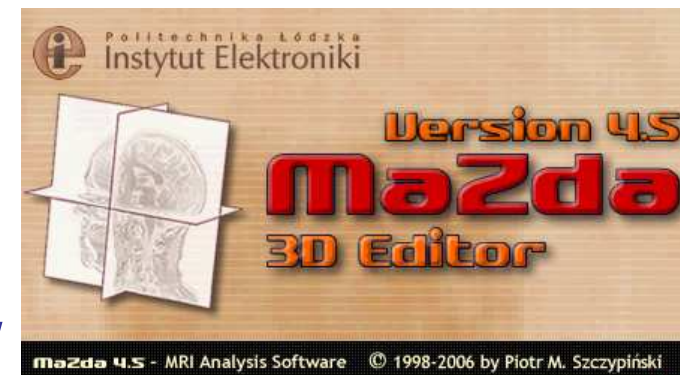
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

## MaZda

- pakiet programów MaZda i b11 do ilościowej analizy tekstury obrazu, obejmujący wyznaczanie wartości cech tekstur, ich redukcji, przetwarzania i klasyfikacji
- napisany w języku C++ oraz Delphi, przeznaczony do pracy w środowisku Windows 9x/NT/2k/XP;
- MaZda – skrót od Macierz Zdarzeń (jedna z metod wyznaczania cech tekstur);
- oprogramowanie rozwijane od 1996 w Instytucie Elektroniki PŁ w ramach programów COST B11 (Quantitation of Magnetic Resonance Image Texture) oraz COST B21 (Physiological Modelling of MR Image Formation).



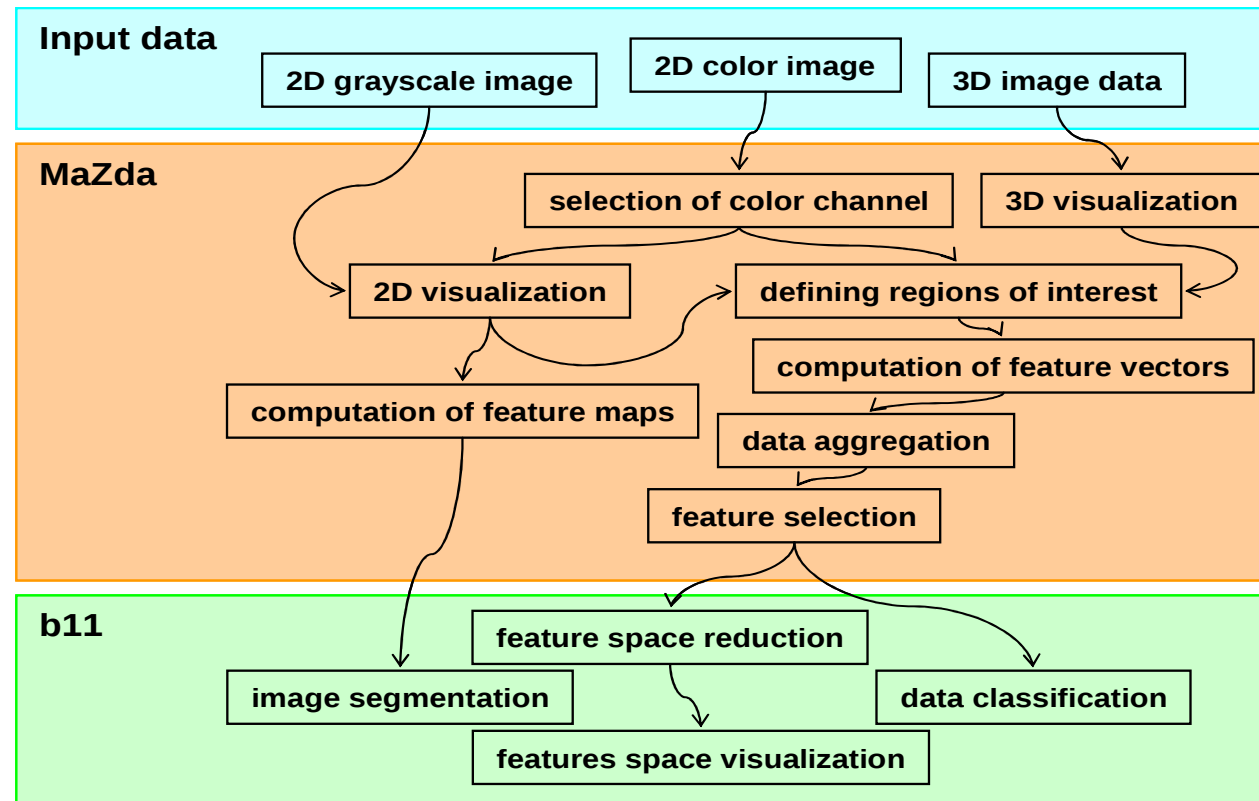
[eletel.p.lodz.pl/mazda/](http://eletel.p.lodz.pl/mazda/)



Politechnika Łódzka  
Instytut Elektroniki

*M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (10)*

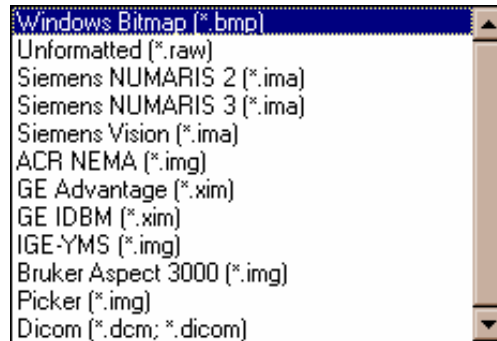
## MaZda – schemat analizy danych



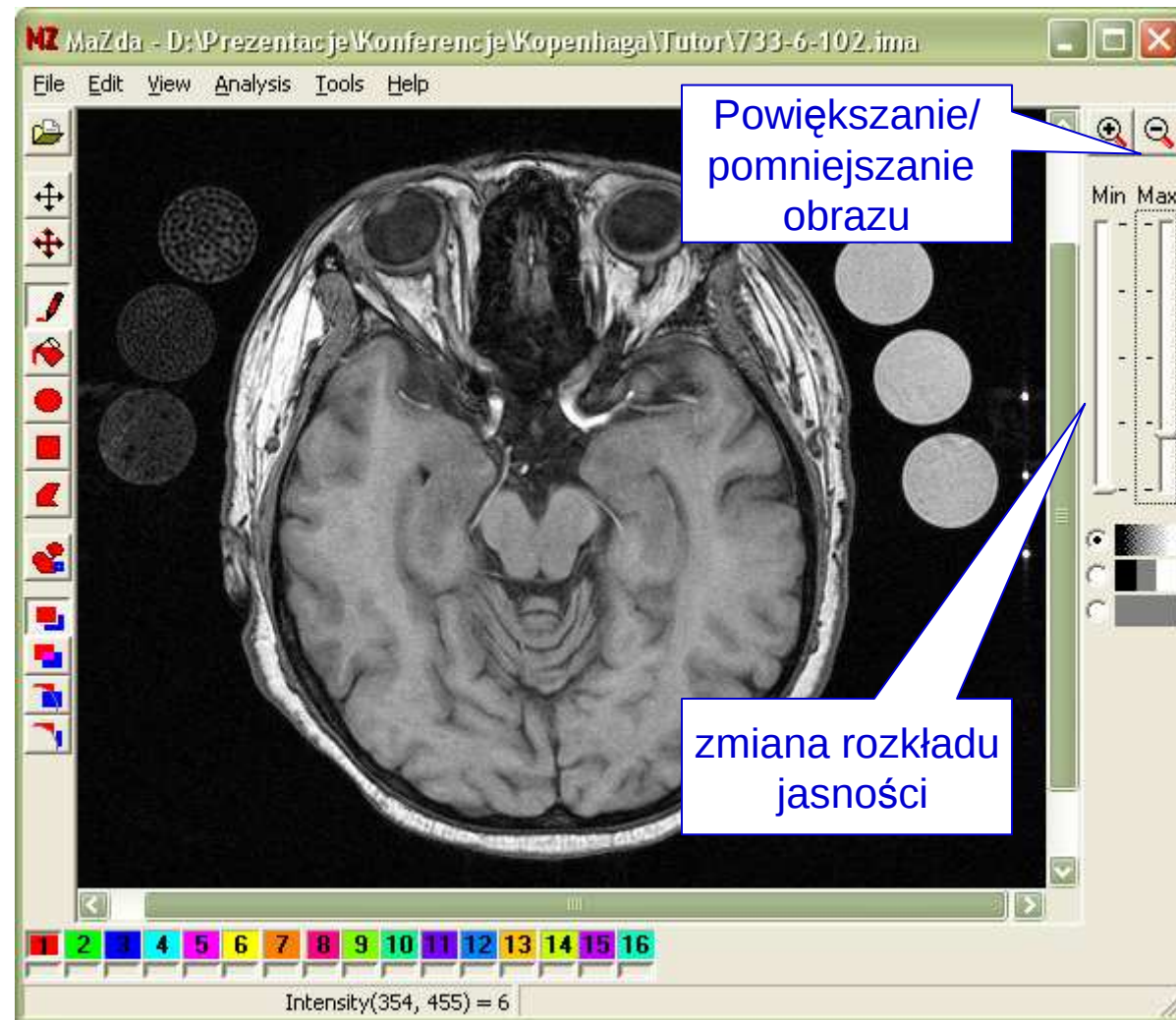
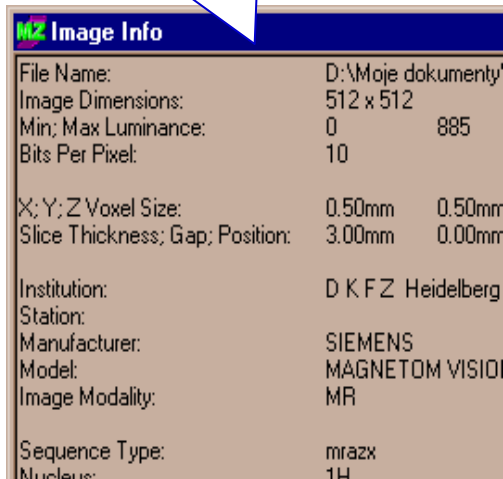
P. Szczypinski, M. Strzelecki, A. Materka, A. Klepaczko, *MaZda-A software package for image texture analysis*, Computer Methods and Programs in Biomedicine, **94**(1), 2009, pp 66-76



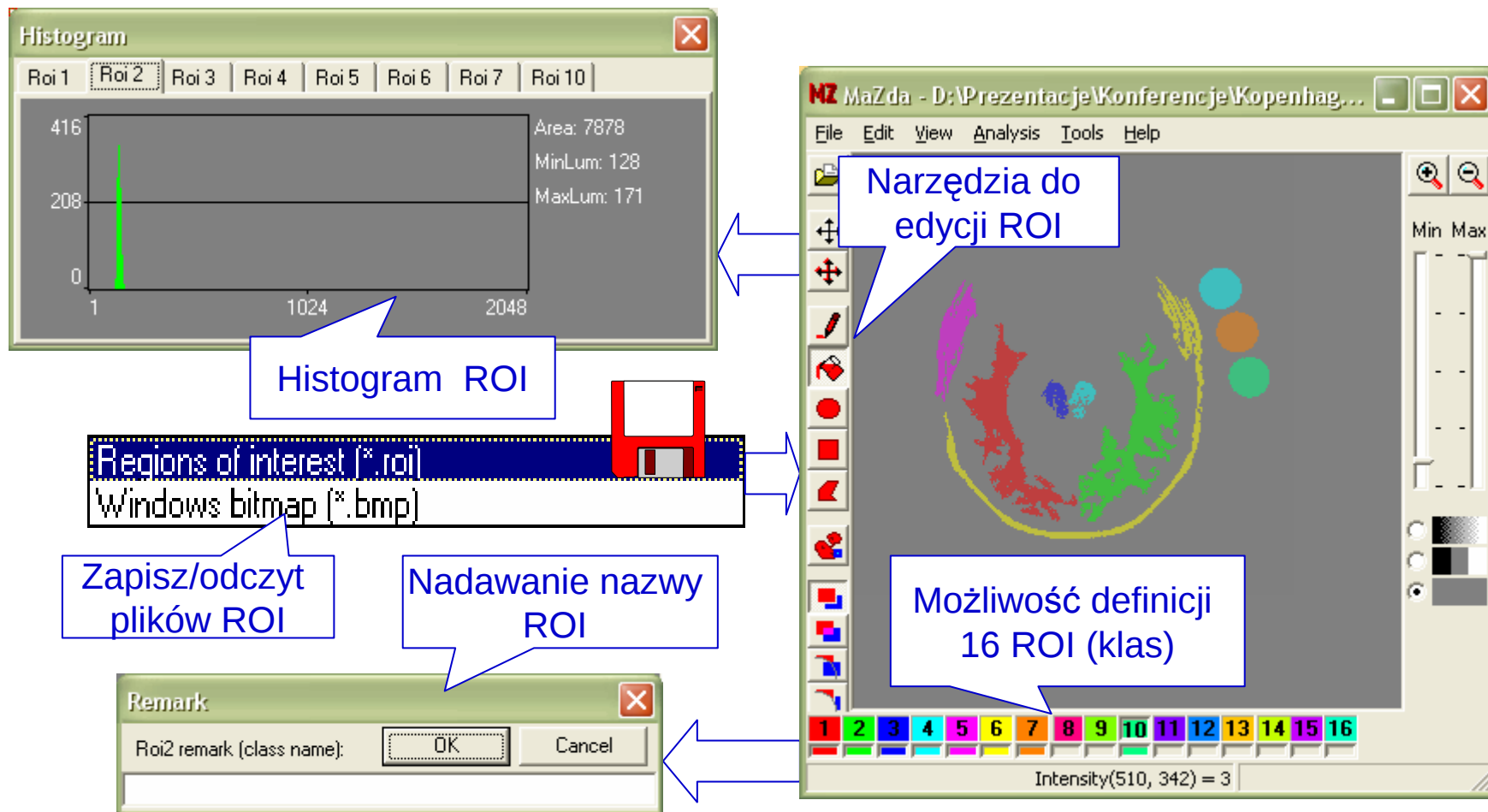
## MaZda



Odczytywanie nagłówka



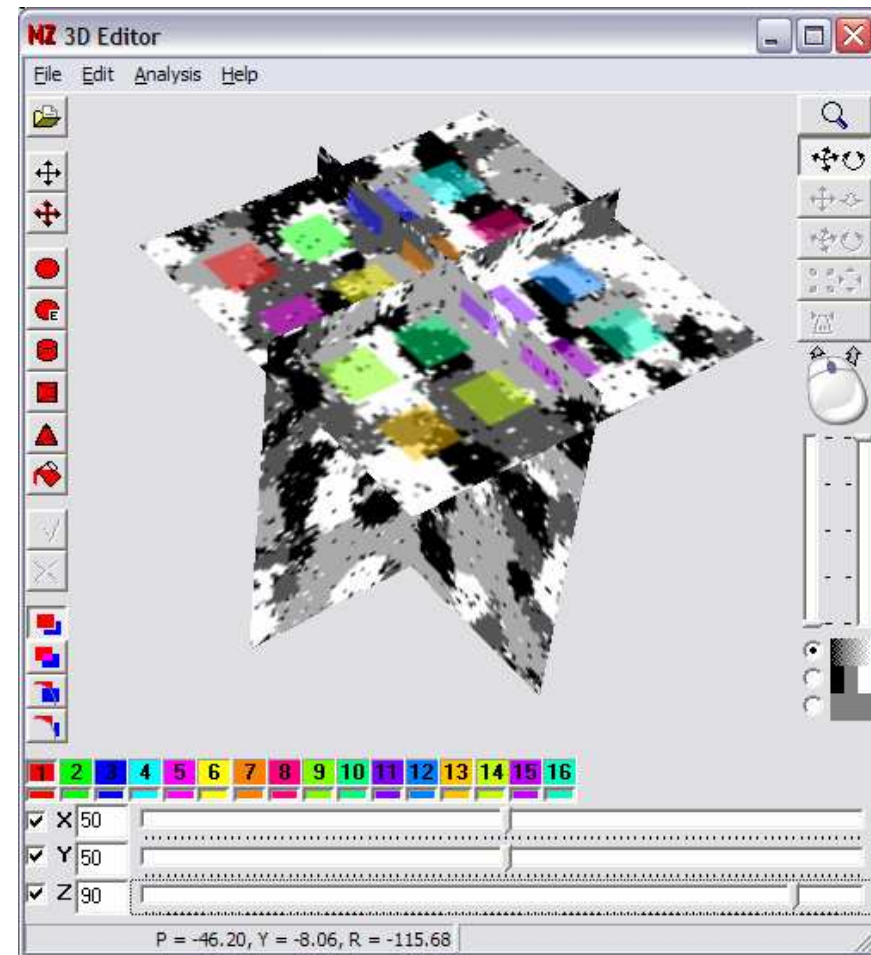
## Tworzenie obszarów zainteresowania (ROI)





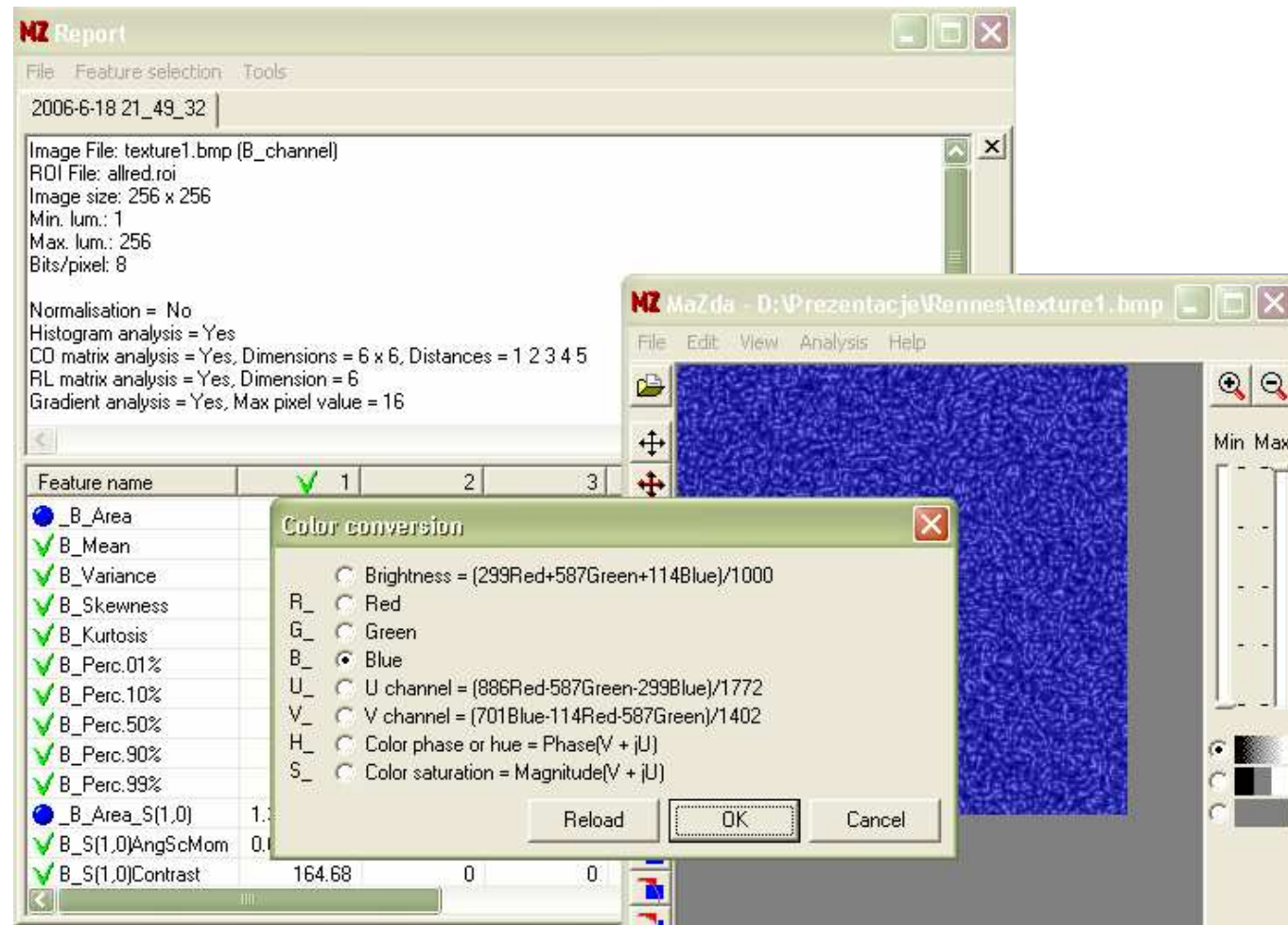
## Edytor obrazów 3D

- wczytywanie i wyświetlanie obrazów 3D (.bmf, .bmp, .dcm)
- tworzenie obszarów zainteresowania 3D (VOI)





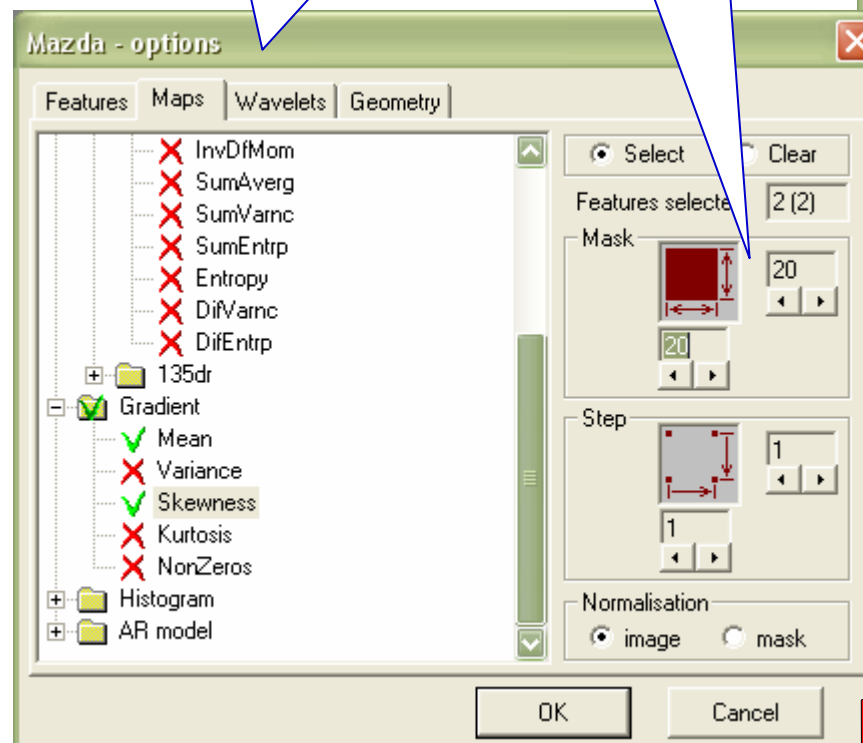
## Edytor obrazów kolorowych



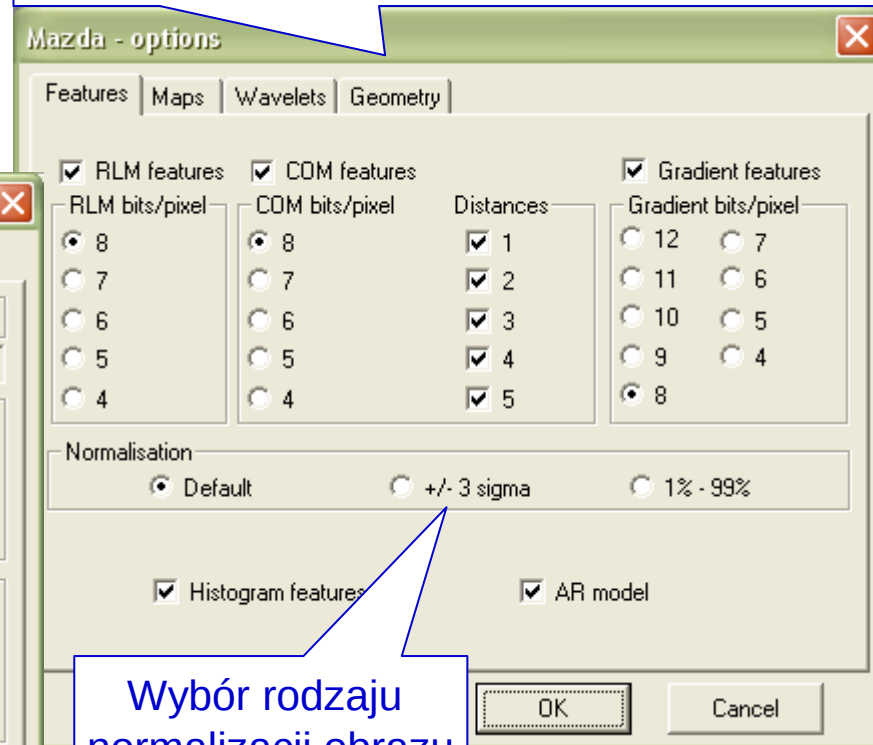
## Opcje analizy

Wybór map cech

Rozmiar maski



## Estymacja parametrów geometrycznych (ROI)



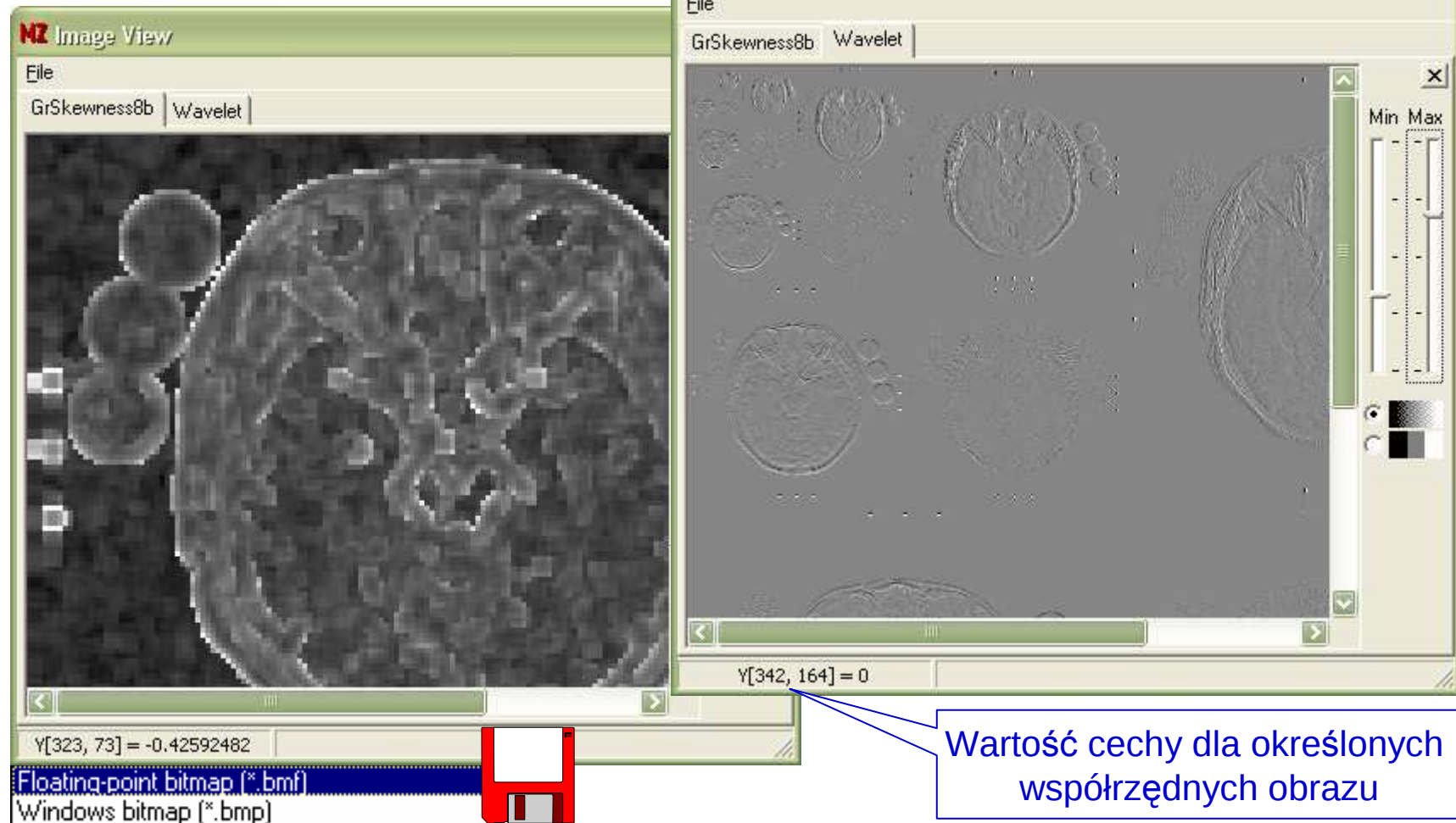
Wybór rodzaju normalizacji obrazu

Zapis/odczyt pliku opcji analizy

Options (\*.ini)



## Wyznaczanie map cech





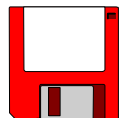
## Okno raportu

Zakładki raportów  
kolejnych analizy

Nagłówek

Obszary  
zainteresowania  
(klasy)

Wartości cech



Report text file (\*.par)

NZ Report

File

Feature selection

Tools

733-6-103.par | 733-6-101.par | 733-6-102.par

Image File: 733-6-102.ima

ROI File: r\_102.roi

Image size: 512 x 512

Min. lum.: 1

Max. lum.: 1125

Bits/pixel: 11

Normalisation = 3 sigma

Histogram analysis = No

CO matrix analysis = Yes, Dimensions = 6 x 6, Distances = 1 2 3 4 5

RL matrix analysis = Yes, Dimension = 6

Gradient analysis = Yes, Max pixel value = 64

AR model analysis = Yes

| Feature name     | ✓ | ps1      | ✓ | ps2       | ✓ | ps3       | ✓ | foam1     | ✓ | foam2     | ✓ | foam3    |
|------------------|---|----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|----------|
| ✓ Area           |   | 1584     |   | 1584      |   | 1586      |   | 1584      |   | 1584      |   | 1584     |
| ✓ MinNorm        |   | 6        |   | -3        |   | -18       |   | 145       |   | 147       |   | 136      |
| ✓ MaxNorm        |   | 78       |   | 71        |   | 98        |   | 189       |   | 196       |   | 188      |
| ✓ Area_S(1,0)    |   | 3078     |   | 3078      |   | 3078      |   | 3078      |   | 3078      |   | 3078     |
| ✗ S(1,0)AngScMom |   | 0.001491 |   | 0.0011851 |   | 0.0012442 |   | 0.0021482 |   | 0.0019122 |   | 0.001822 |
| ✓ S(1,0)Contrast |   | 100.41   |   | 175.93    |   | 92.293    |   | 129.49    |   | 97.643    |   | 106.51   |
| ✓ S(1,0)Correlat |   | 0.5294   |   | 0.22137   |   | 0.58471   |   | 0.38331   |   | 0.54444   |   | 0.47387  |
| ✓ S(1,0)SumOfSqs |   | 106.68   |   | 112.98    |   | 111.12    |   | 104.99    |   | 107.17    |   | 101.22   |
| ✓ S(1,0)InvDfMom |   | 0.11251  |   | 0.084911  |   | 0.1145    |   | 0.11861   |   | 0.12251   |   | 0.12326  |
| ✓ S(1,0)SumAverg |   | 63.583   |   | 63.051    |   | 64.224    |   | 63.428    |   | 64.37     |   | 64.992   |
| ✓ S(1,0)SumVarn  |   | 326.31   |   | 275.97    |   | 352.18    |   | 290.47    |   | 331.03    |   | 298.38   |
| ✓ S(1,0)SumEntp  |   | 1.8485   |   | 1.8167    |   | 1.8635    |   | 1.818     |   | 1.8574    |   | 1.8286   |
| ✓ S(1,0)Entropy  |   | 2.9522   |   | 3.0286    |   | 2.9842    |   | 2.7847    |   | 2.8273    |   | 2.8523   |

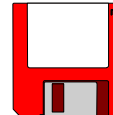




# Selekcja cech

## Metody selekcji cech (F, POE+ACC, MI,...)

Selection text file (\*.sel)



### Fisher coefficient

Feature name: F:

|                |          |
|----------------|----------|
| MaxNorm        | 677.3518 |
| MinNorm        | 505.3467 |
| WavEnLL_s-4    | 119.2617 |
| WavEnLH_s-3    | 56.6995  |
| S(0,2)Correlat | 49.6544  |
| Teta3          | 41.3715  |
| WavEnHL_s-3    | 40.8858  |
| WavEnLL_s-5    | 38.4702  |
| S(0,3)Correlat | 35.7528  |
| S(1,0)Correlat | 32.2214  |

OK Cancel

### Feature pairs

| Feature1 name: | Feature2 name: | k-NN: |
|----------------|----------------|-------|
| S(0,2)SumVarnc | MinNorm        | 0     |
| S(0,2)SumVarnc | MaxNorm        | 1     |
| WavEnLL_s-5    | MaxNorm        | 1     |
| S(0,3)SumVarnc | MinNorm        | 1     |
| WavEnHH_s-3    | MinNorm        | 1     |
| WavEnLL_s-5    | MinNorm        | 1     |
| WavEnHL_s-3    | Area           | 2     |
| MinNorm        | GrKurtosis     | 2     |
| MinNorm        | GrSkewness     | 2     |
| WavEnLL_s-5    | HorzL_RLNonUni | 2     |

OK Cancel

### MZ Report

File Feature selection Tools

733-6-103.par | 733-6-101.par | 733-6-102.par

Image File: 733-6-102.ima  
ROI File: r\_102.roi  
Image size: 512 x 512  
Min. lum.: 1  
Max. lum.: 1125  
Bits/pixel: 11  
Normalisation = 3 sigma  
Histogram analysis = No  
CO matrix analysis = Yes, Dimensions = 6 x 6, Distances = 1 2 3 4 5  
RL matrix analysis = Yes, Dimension = 6  
Gradient analysis = Yes, Max pixel value = 64  
AR model analysis = Yes

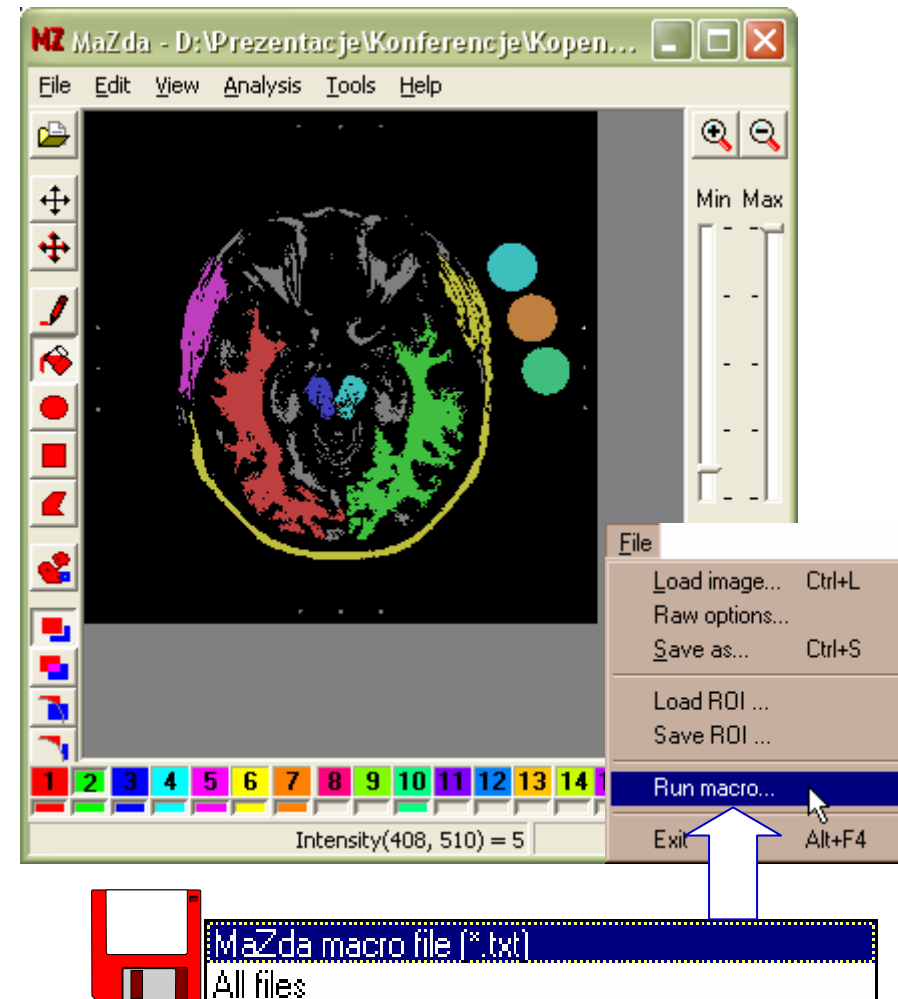
| Feature name     | ✓ ps1    | ✗ ps2     | ✓ ps3     | ✓ foam1   | ✓    |
|------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------|
| ✓ Area           | 1584     | 1584      | 1586      | 1584      |      |
| ✓ MinNorm        | 6        | -3        | -18       | 145       |      |
| ✓ MaxNorm        | 78       | 71        | 98        | 189       |      |
| ✓ Area_S(1,0)    | 3078     | 3078      | 3078      | 3078      |      |
| ✗ S(1,0)AngScMom | 0.001491 | 0.0011851 | 0.0012442 | 0.0021482 | 0.00 |
| ✓ S(1,0)Contrast | 100.41   | 175.93    | 92.293    | 129.49    | 9    |
| ✓ S(1,0)Correlat | 0.5294   | 0.22137   | 0.58471   | 0.38331   | 0.5  |
| ✗ S(1,0)SumOfSqs | 106.68   | 112.98    | 111.12    | 104.99    | 1    |
| ✗ S(1,0)InvDfMom | 0.11251  | 0.084911  | 0.1145    | 0.11861   | 0.1  |
| ✓ S(1,0)SumAverg | 63.583   | 63.051    | 64.224    | 63.428    |      |
| ✓ S(1,0)SumVarnc | 326.31   | 275.97    | 352.18    | 290.47    | 3    |
| ✓ S(1,0)SumEntrp | 1.8485   | 1.8167    | 1.8635    | 1.818     | 1    |



# Automatyzacja analizy

Język do tworzenia makr:

LoadImage **file\_path\_and\_name**  
LoadROI **file\_path\_and\_name**  
LoadOptions **file\_path\_and\_name**  
RunAnalysis  
SaveReport **file\_path\_and\_name**  
CloseReport  
SaveMap **file\_path\_and\_name**  
CloseMap  
/ **and ; for remarks**





## Dalsze przetwarzanie cech z wykorzystaniem modułu b11



Tools  
B11 analysis

b11 - 2001-10-25 12,08,45.sel

Files Options Analysis Classification About Exit Help

Input (data) Output (report)

```
*label
converted data: 2001-1
*features
1 Cecha12
2 Cecha123
*categories
1 1
2 2
3 3
*data
1 1 700 100
2 2 1800 110
3 3 0.4 120
4 1 800 100
5 2 1800 120
6 3 0.6 120
*end
```

PCA analysis

```
* b11 report file [PCA ana
* Data file name: "2001-10
* Selected features [2 out
Cecha12 [#1/#1]; p.mean= 8
Cecha123 [#2/#2]; p.mean=
Feature vector standardize
* Results [PCA analysis]
Eigenvalues of data covari
6.54662E+005
9.48237E+001
Projection matrix for MEF:
9.99999E-001 1.67796E
-1.67796E-003 9.99999E
Linear dimensionality: 1
> Fisher coefficient, F =
> Most expressive features
1 -1.50147E+002
2 9.49835E+002
```

MZ Report

File Feature selection Tools

733-6-103.par 733-6-101.par 733-6-102.par

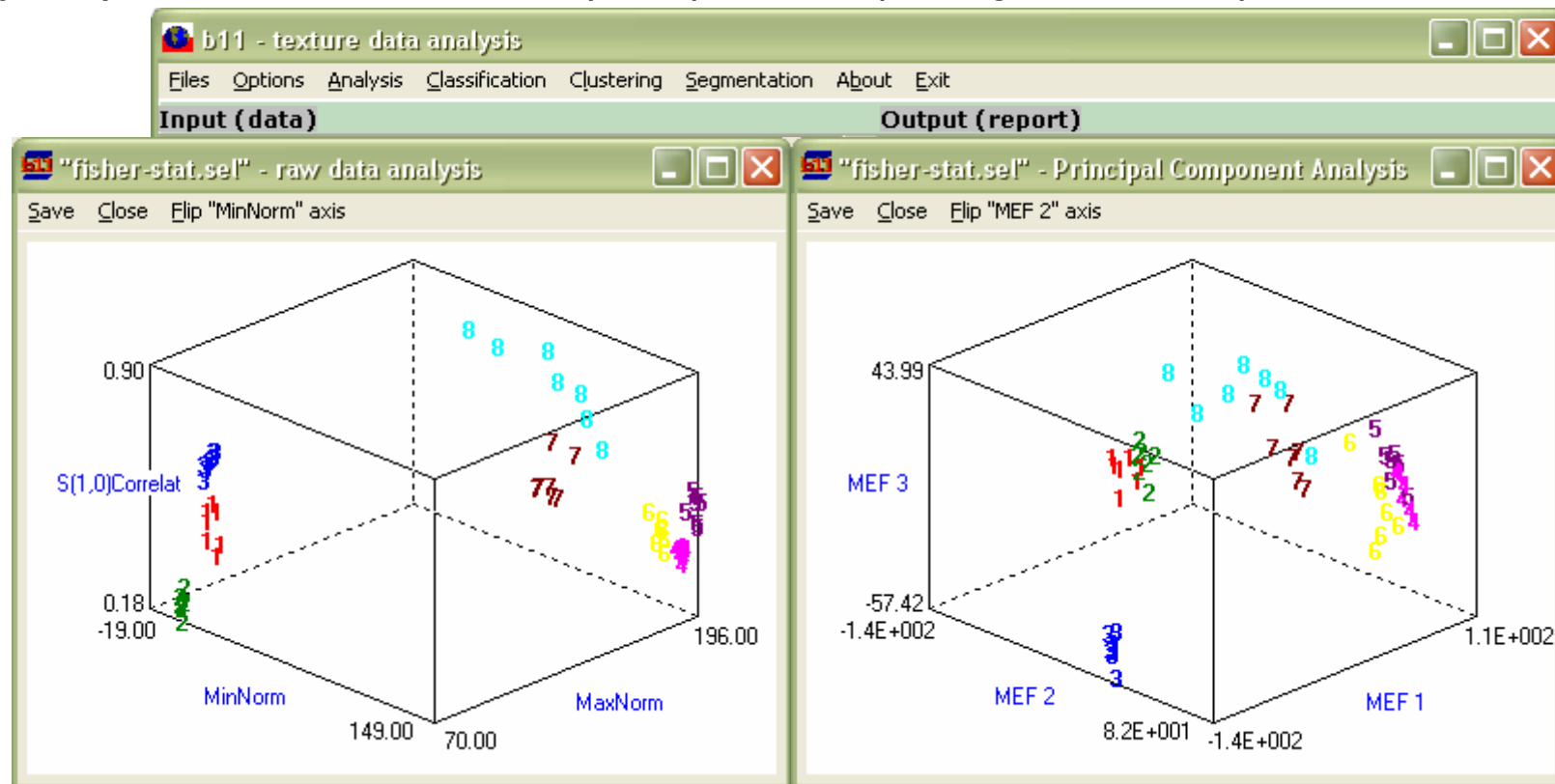
Image File: 733-6-102.ima  
ROI File: r\_102.roi  
Image size: 512 x 512  
Min. lum.: 1  
Max. lum.: 1125  
Bits/pixel: 11  
Normalisation = 3 sigma  
Histogram analysis = No  
CO matrix analysis = Yes, Dimensions = 6 x 6, Dis  
RL matrix analysis = Yes, Dimension = 6  
Gradient analysis = Yes, Max pixel value = 64  
AR model analysis = Yes

| Feature name     | ✓ | ps1      | ✗     |
|------------------|---|----------|-------|
| ✓ Area           |   | 1584     |       |
| ✓ MinNorm        |   | 6        |       |
| ✓ MaxNorm        |   | 78       |       |
| ✓ Area_S(1,0)    |   | 3078     |       |
| ✗ S(1,0)AngScMom |   | 0.001491 | 0.001 |
| ✓ S(1,0)Contrast |   | 100.41   | 17    |
| ✓ S(1,0)Correlat |   | 0.5294   | 0.2   |
| ✗ S(1,0)SumOfSqs |   | 106.68   | 11    |
| ✗ S(1,0)InvDfMom |   | 0.11251  | 0.08  |
| ✓ S(1,0)SumAverg |   | 63.583   | 63    |
| ✓ S(1,0)SumVarnc |   | 326.31   | 27    |
| ✓ S(1,0)SumEntrp |   | 1.8485   | 1.8   |



## Moduł b11

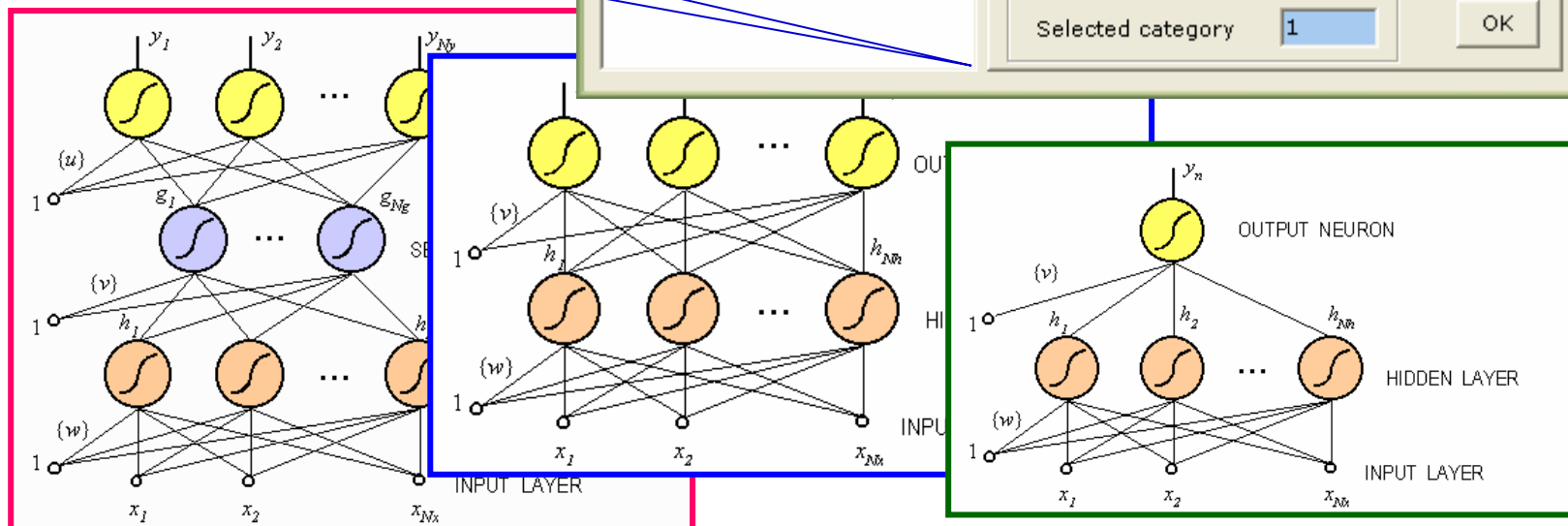
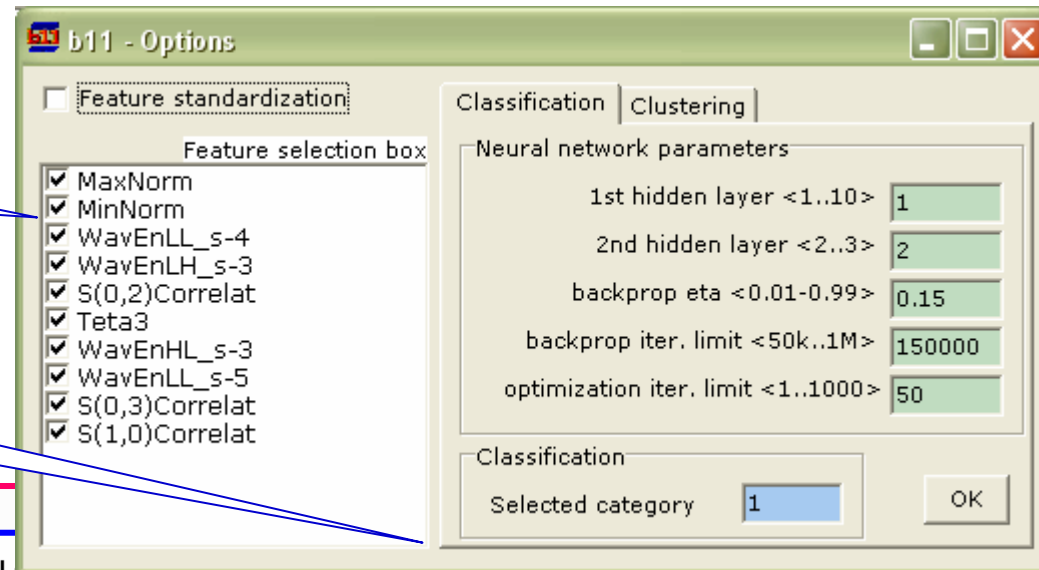
- wizualizacja
- analiza danych (PCA, LDA, NDA)
- klasyfikacja: 1-NN, sieci neuronowe perceptronowe (trening i testowanie)



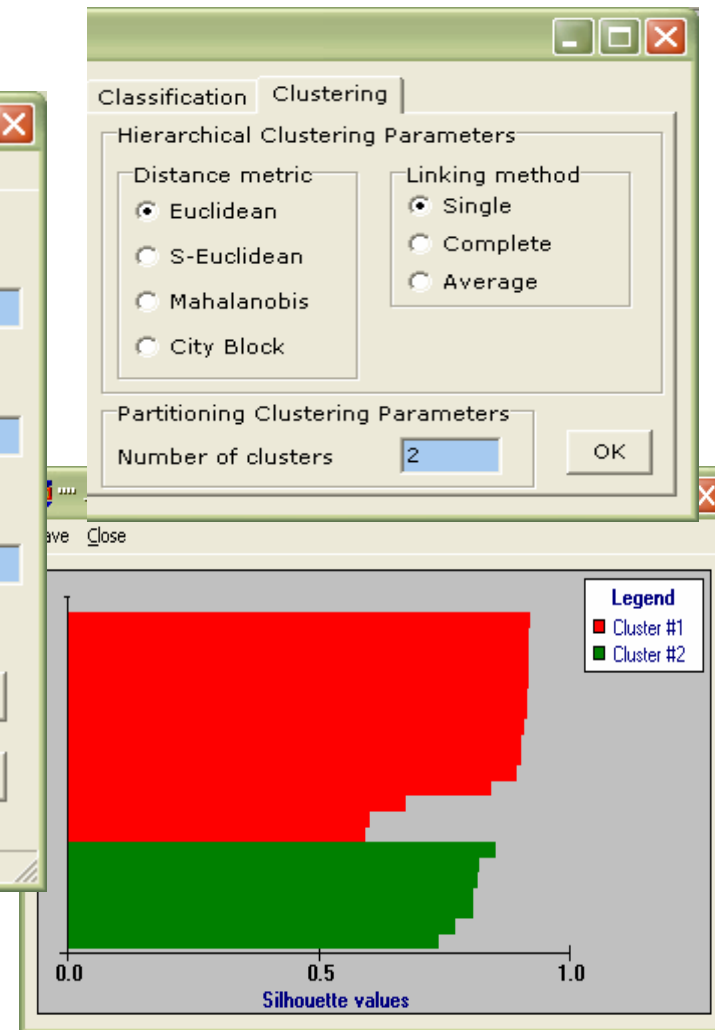
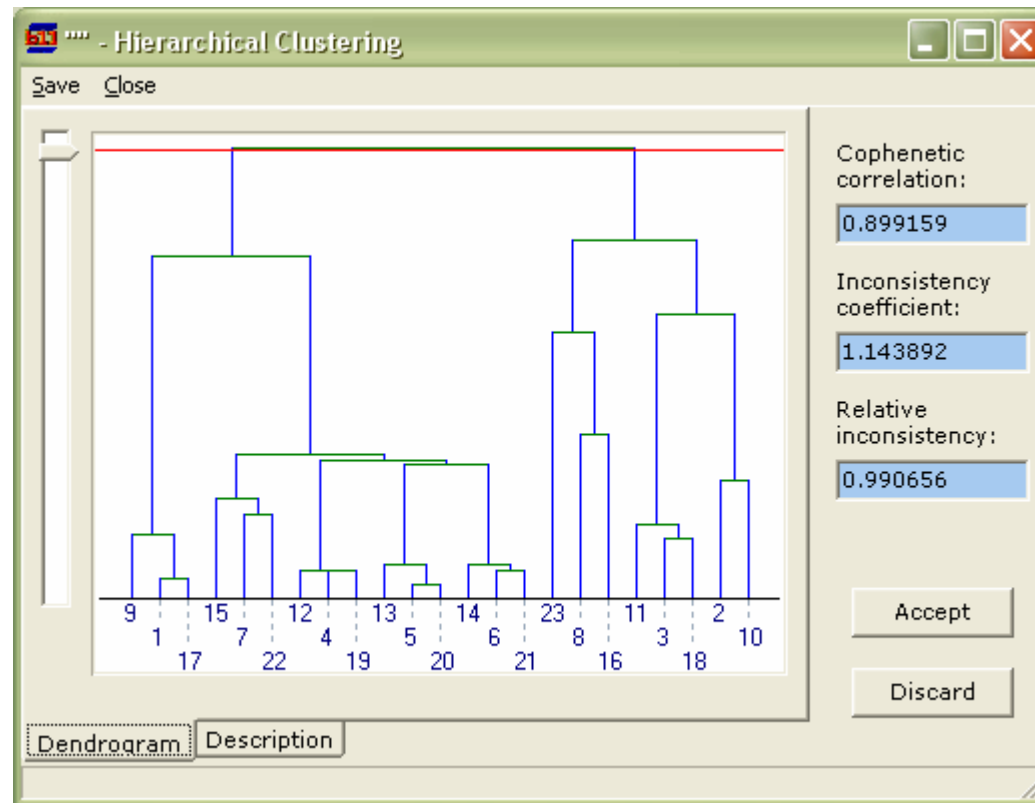
## Opcje b11

Wybór cech  
(manualny)

Opcje architektury i algorytmu  
uczenia sieci neuronowych



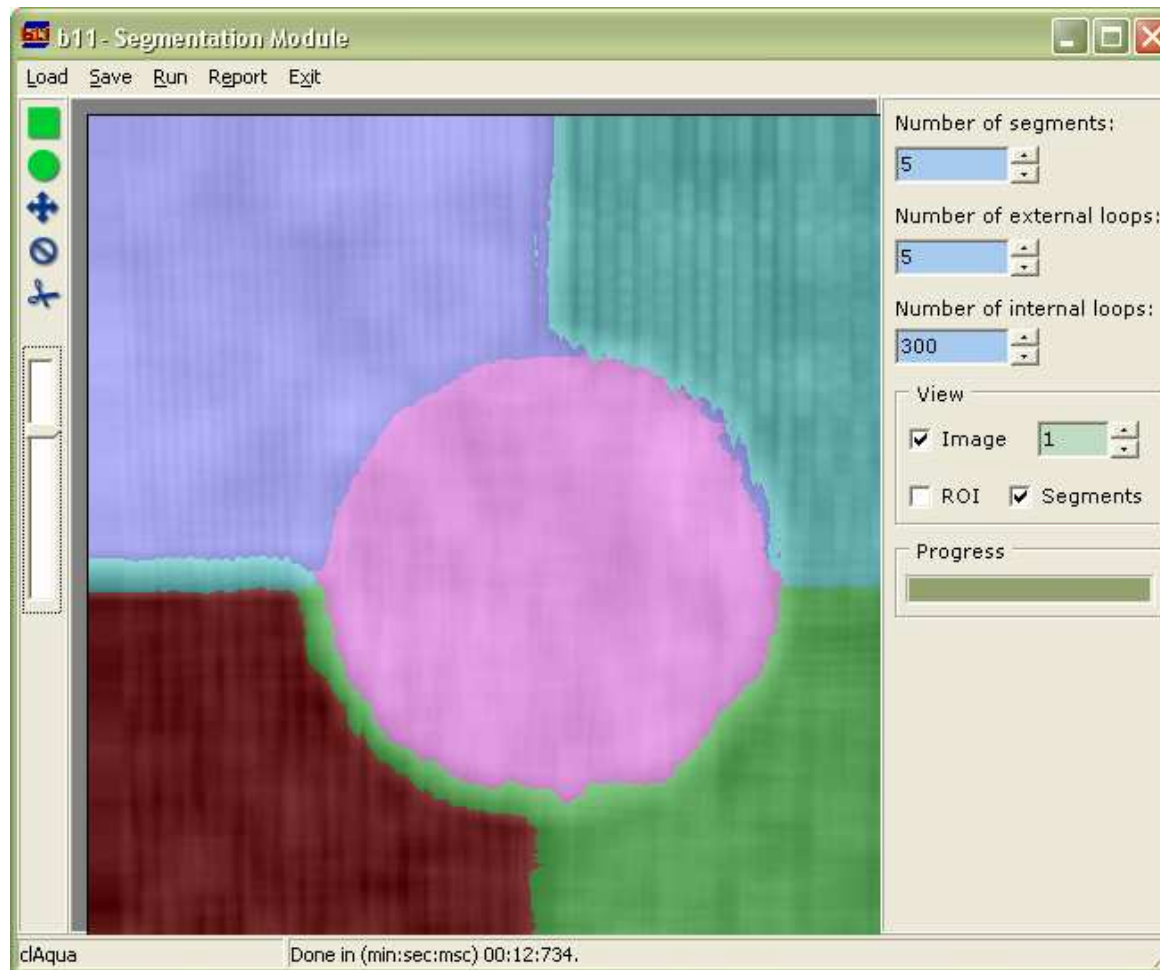
# Nienadzorowana klasyfikacja danych



analiza skupień:  
AHC, SCM, k-średnich



## Nienadzorowana segmentacja danych (k-średnich)





KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY

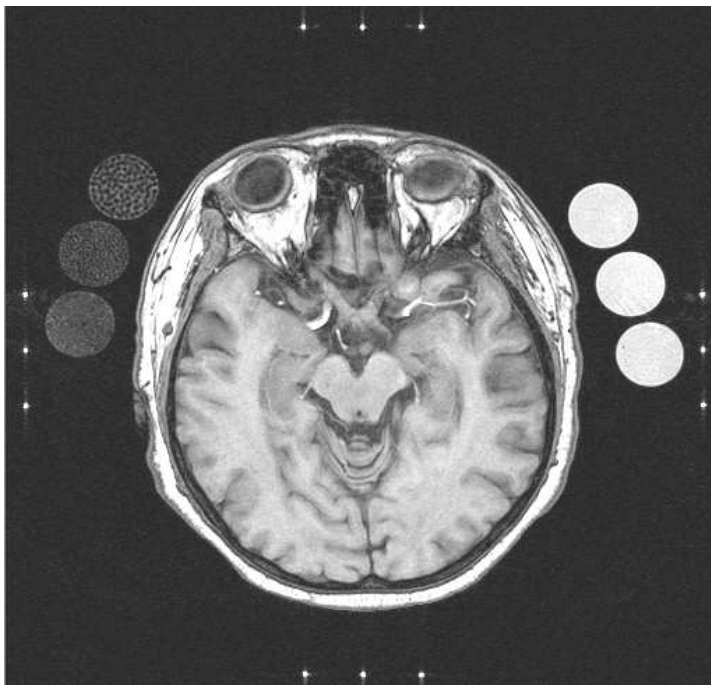


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

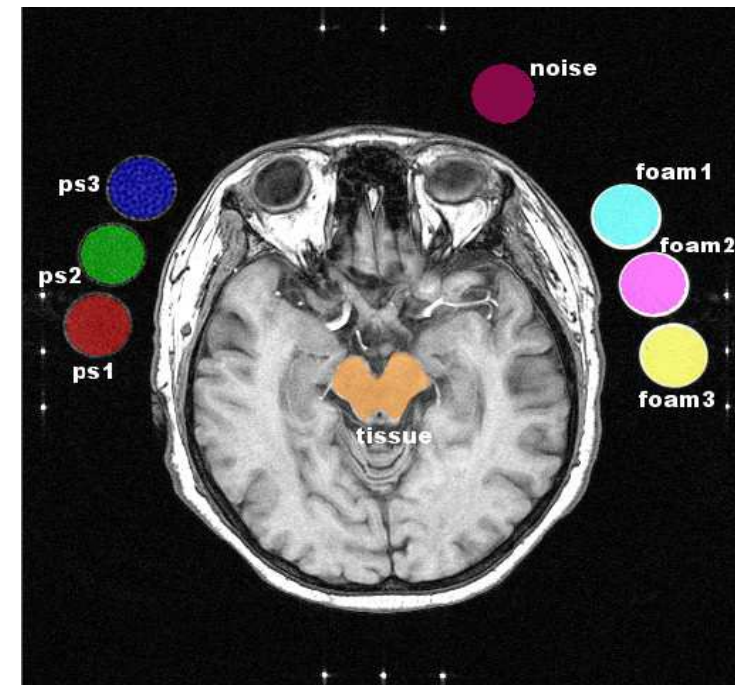
## Klasyfikacja obrazów fantomów

### SAMODZIELNE ZADANIE DO WYKONANIA PODCZAS LABORATORIUM

Obraz MR mózgu + fantomy



Obszary zainteresowania (ROI)



Politechnika Łódzka  
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (10)