

Andrzej Materka

Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)

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

Uśrednianie obrazów

Założenia

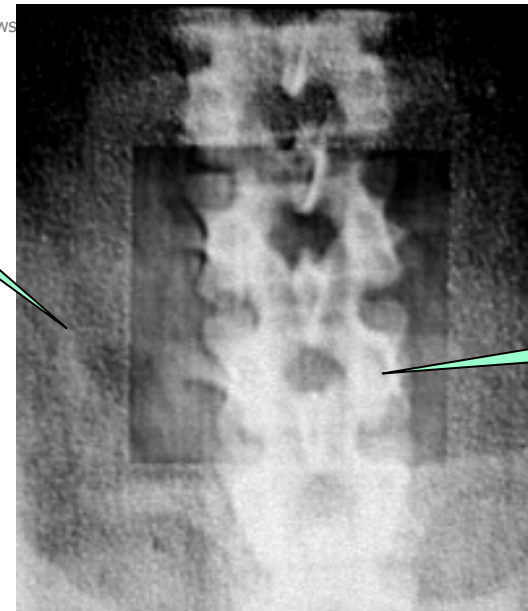
$$x[i,j] = x^*[i,j] + v[i,j]$$

„prawdziwa”
intensywność

zakłócenie

- zakłócenia mają zerową wartość średnią
- próbki zakłóceń są statystycznie niezależne i mają ten sam rozkład gęstości prawdopodobieństwa
- zobrazowany przedmiot nie zmienia swego położenia

$x_k[...]$



$y[...]$

$$y[i, j] = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_k[i, j]$$

K – liczba uśrednionych obrazów

Wartość średnia: $\mu = x^*[i,j]$

Wariancja: σ^2 / K

Segmentacja obrazu

Obraz: $F = f_c(x, y), x = 0, 1, \dots, N_x - 1, y = 0, 1, \dots, N_y - 1$
 $f_c(x, y) \in Q = \{0, 1, \dots, G - 1\},$

Segmentacja:

Podział F na zbiór spójnych obszarów $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$

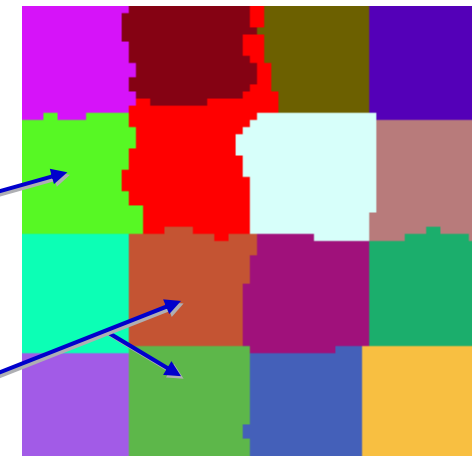
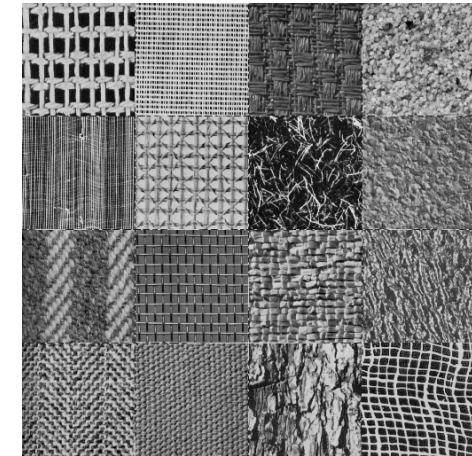
$$\bigcup_{i=1}^n S_i = F, \quad S_i \cap S_j = \emptyset, \quad i \neq j$$

Kryterium: $H(.)$

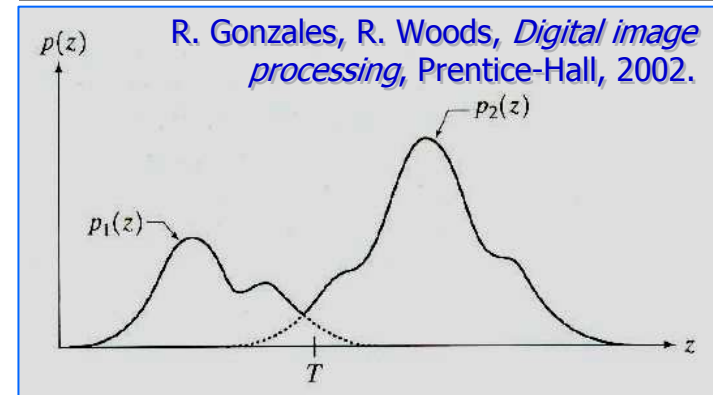
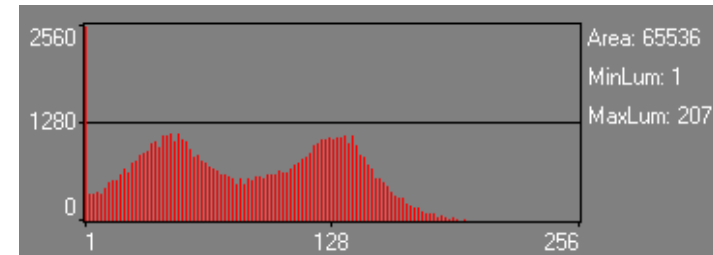
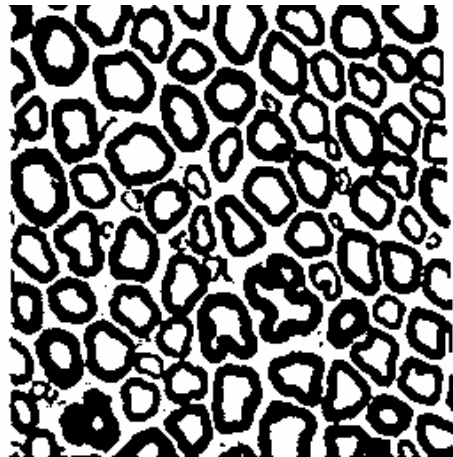
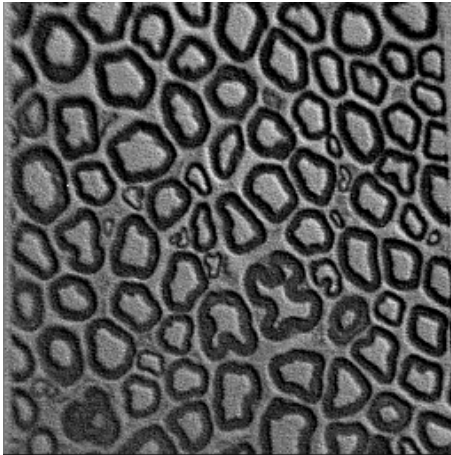
$$H(S_i) = 1, i = 1, 2, \dots, n$$

$$H(S_i \cup S_j) = 0, i \neq j, S_i \text{ oraz } S_j \text{ sąsiadują ze sobą,}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n$$



Segmentacja obrazu z wykorzystaniem histogramu



- Jeśli histogramy tła i obiektów „zachodzą na siebie”, segmentacja nie jest bezbłędna.
- Błąd zależy od wartości progu jasności obrazu.



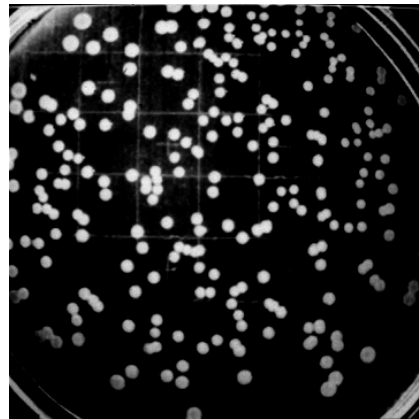
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

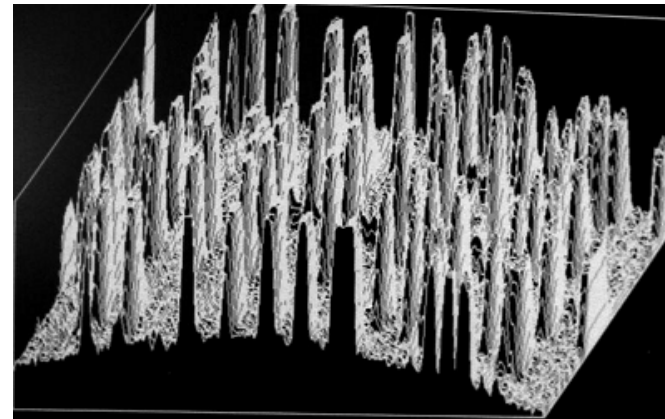


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

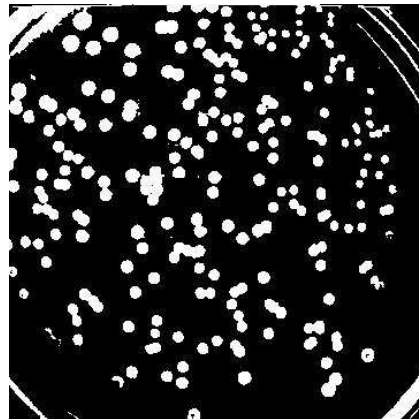
Progowanie: nierównomierne oświetlenie



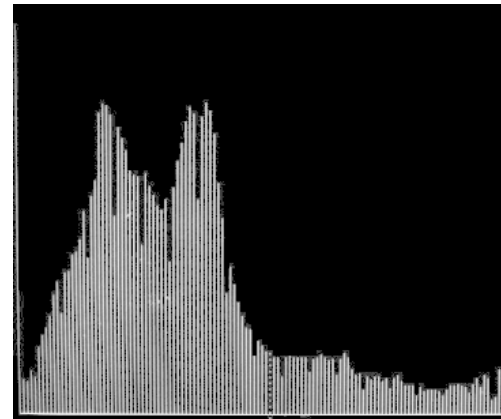
Obraz



Rzut aksonometryczny



Obraz binarny



Histogram





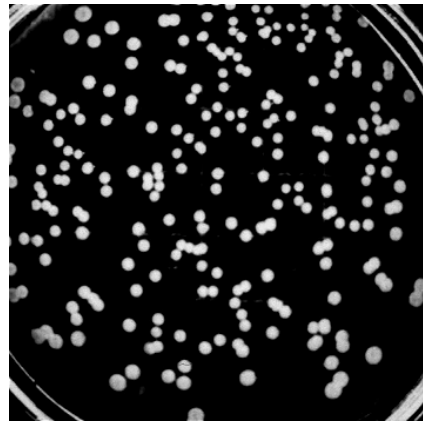
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

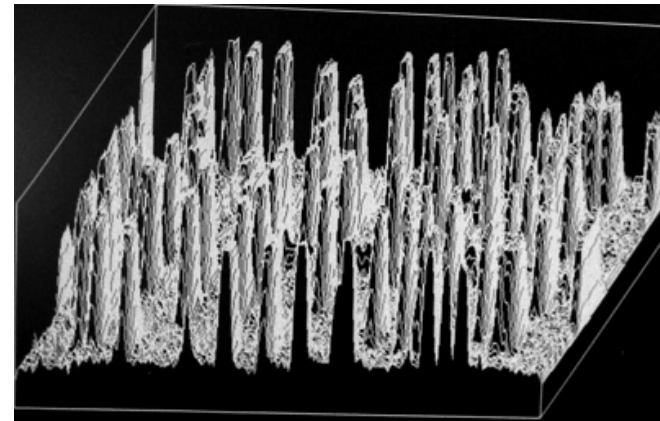


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

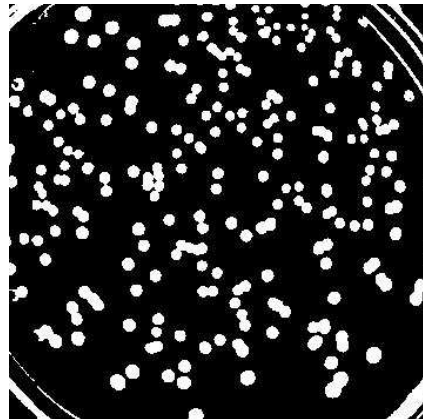
Progowanie: wyrównane oświetlenie



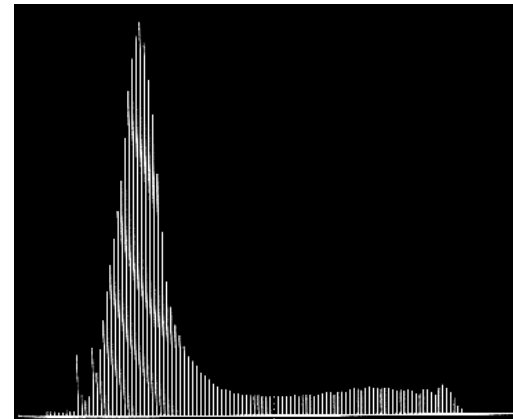
Obraz



Rzut aksonometryczny



Obraz binarny



Histogram

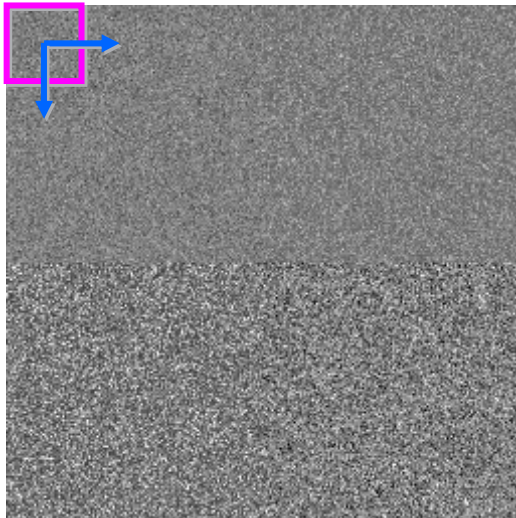


Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

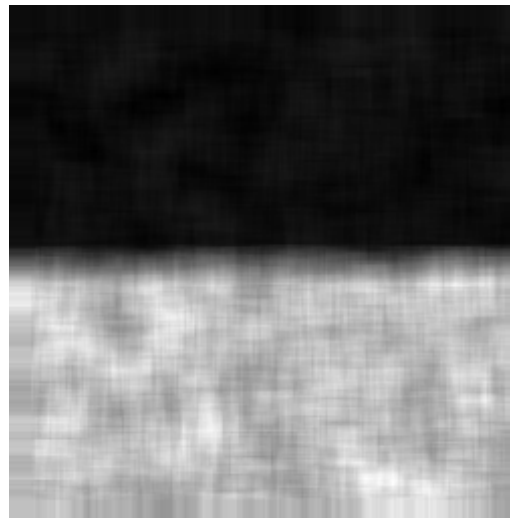
A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)



Segmentacja obrazów

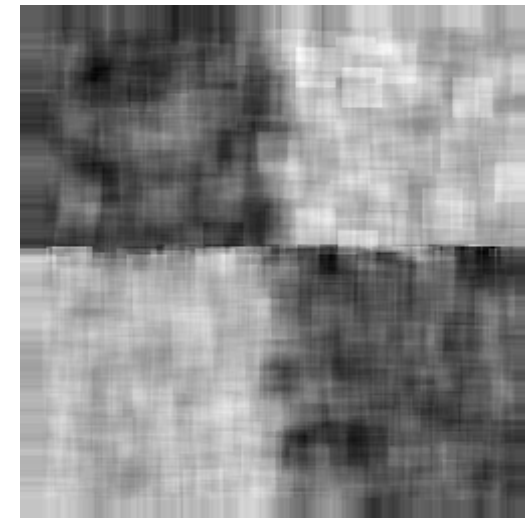


Obraz



Mapa wariancji

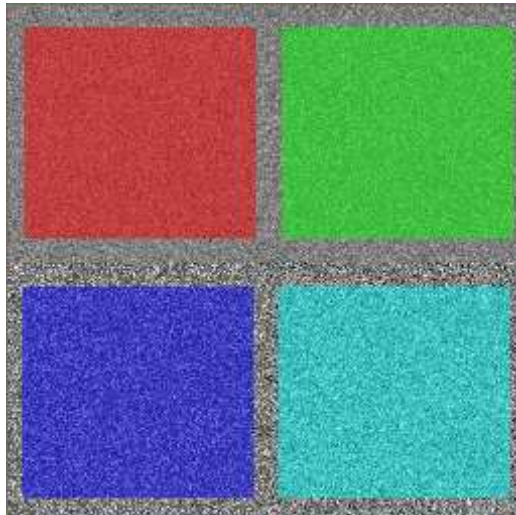
$$\sigma^2 = V[\mathbf{x}] = E[(\mathbf{x} - \mu)^2]$$



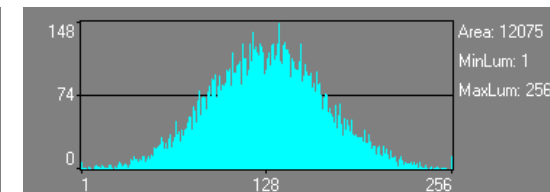
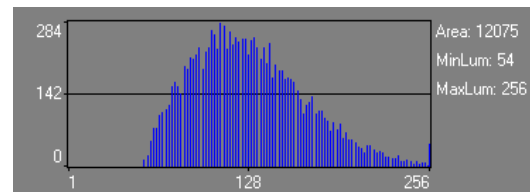
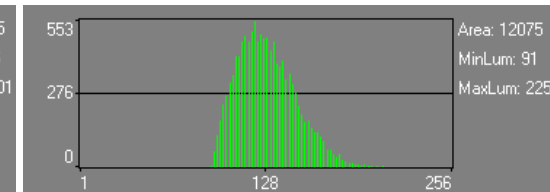
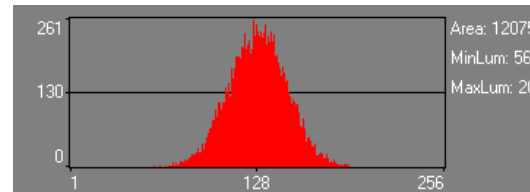
Mapa skośności

$$Sk = \frac{E[(\mathbf{x} - \mu)^3]}{\sigma^3}$$

Segmentacja obrazów



Obraz

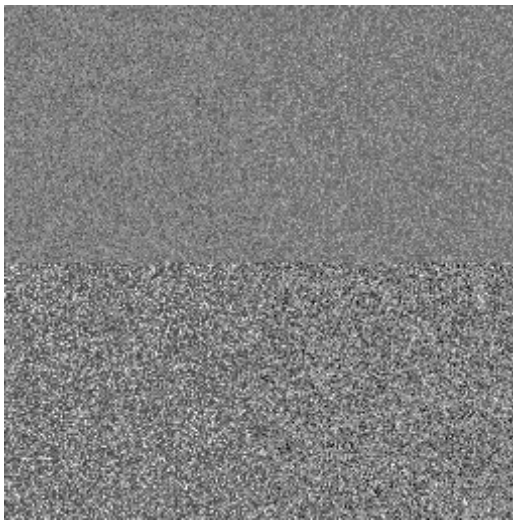


Histogramy w obszarach obrazu

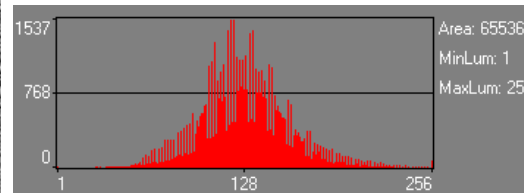
	<i>Czerwony</i>	<i>Zielony</i>	<i>Niebieski</i>	<i>Turkusowy</i>
<i>Średnia</i>	128.8	129.1	128.9	128.7
<i>Wariancja</i>	395.8	400.6	1606.9	1596.8
<i>Skośność</i>	-0.03	0.60	0.58	0.02



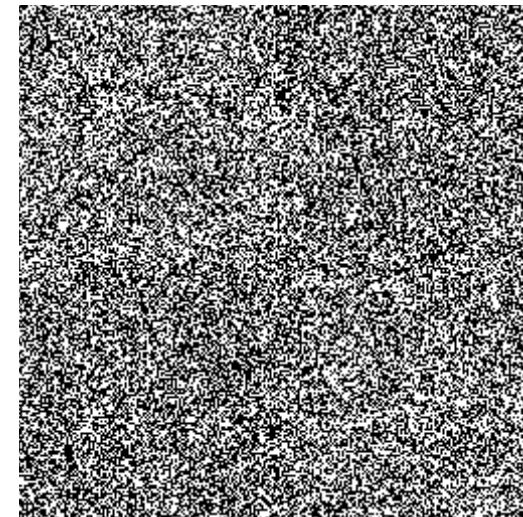
Segmentacja obrazów: progowanie jasności



Obraz



Histogram

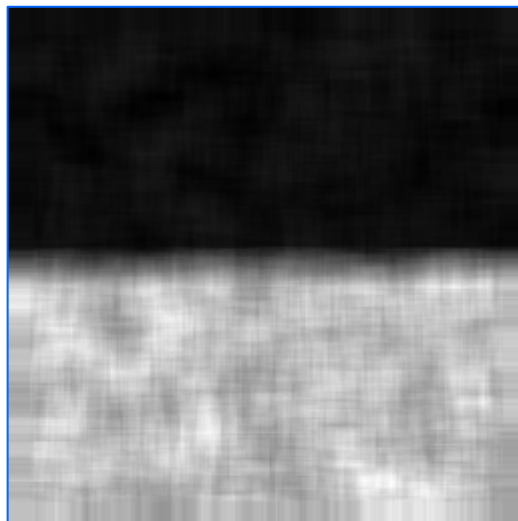


Obraz binarny (T=128)

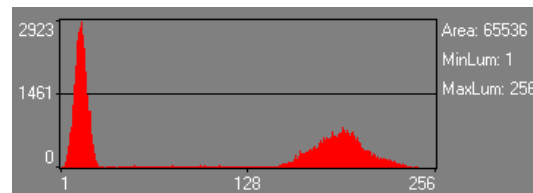
Histogram jednomodalny → progowanie jasności
nie prowadzi do segmentacji obrazu.



Segmentacja obrazów : progowanie mapy wariancji



Mapa wariancji



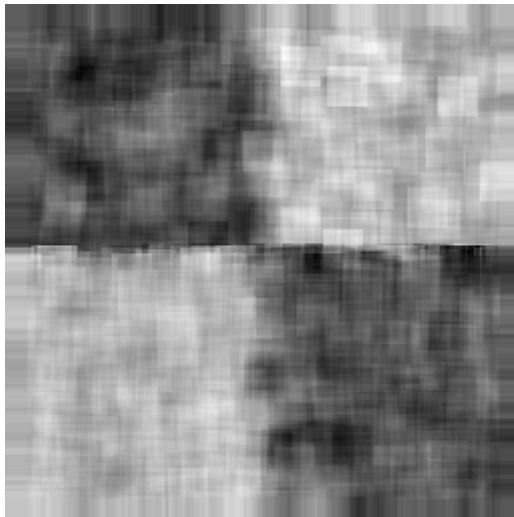
Histogram



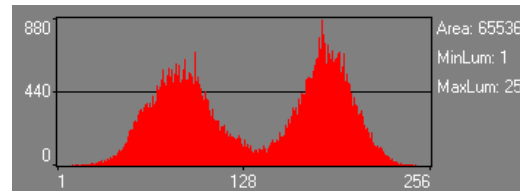
Obraz binarny (T=102)

Rozdzielenie obszarów o różnej wariancji.

Segmentacja obrazów : progowanie mapy skośności



Mapa skośności



Histogram



Obraz binarny (T=135)

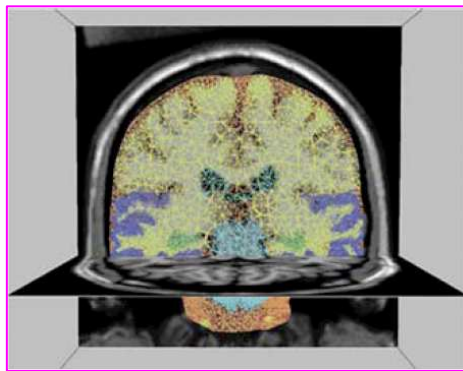
- Rozrzut skośności większy od rozrzutu wariancji (histogramy „zachodzą na siebie”).
- Kompromis między rozmiarem okna (liczebnością próbek) a dokładnością odwzorowania granic między obszarami.



Walidacja metod analizy obrazów

Przypomnienie: statystyczny aspekt analizy obrazów → niepewność, błędy

- Zmienność biologiczna
(tkanki, organy, pacjenci, choroby, norma, patologia)
- Technika akwizycji obrazu
(zdolność rozdzielcza, dyskretyzacja, projekcja obiektu, kwantowanie intensywności, zniekształcenia geometryczne, ruch pacjenta w trakcie pomiaru, zakłócenia szumowe)
- Metody przetwarzania obrazu
(parametry filtru przetwarzania wstępnego, próg binaryzacji, stopień kompresji obrazu)



IEEE Transactions on Medical Imaging: Special Issue on Validation in Medical Imaging, November 2006.



Walidacja metod analizy obrazów

Słownik wyrazów obcych, PWN: Walidacja (testu) – nadawanie testowi cechy trafności i sprawdzenie jej.

Oxford American Dictionaries: To validate – (1) check or prove the validity or accuracy of something, (2) demonstrate or support the truth value of something, (3) make or declare legally valid.

Nigdy nie mamy pełnego zaufania do wyników analizy obrazów.
Każda metoda musi przejść **walidację**.

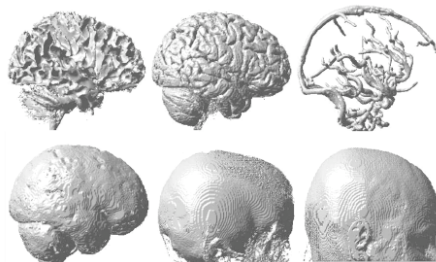


Fig. 2. Right 3-D views of WM (top left), GM (top middle), vessels (top right), CSF (bottom left), skull (bottom middle), and muscles/skin (bottom right) classes from a single subject.

IEEE Transactions on Medical Imaging: Special Issue on Validation in Medical Imaging, November 2006.





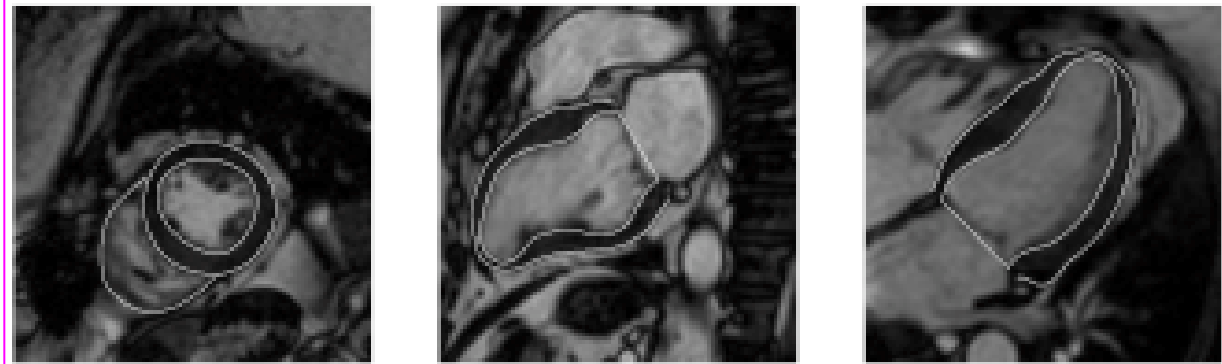
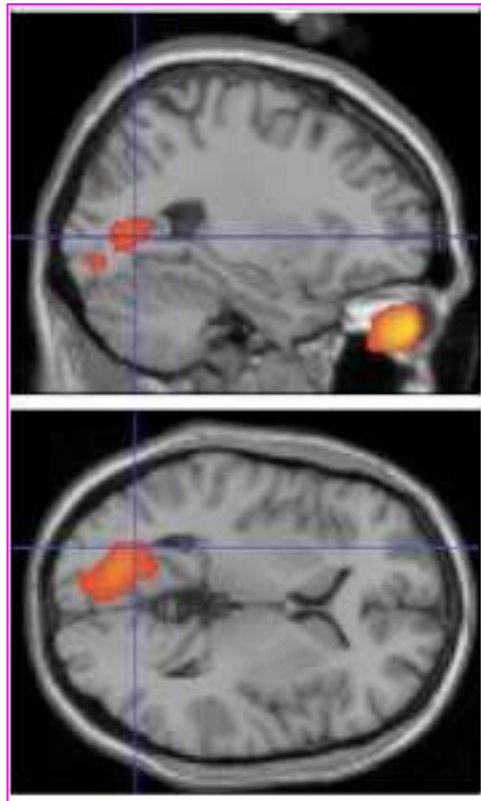
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Walidacja metod analizy obrazów: *cele*



- zrozumienie istoty metody,
- ocena zachowania metody w praktyce, jej jakości i ograniczeń,
- porównanie z innymi metodami,
- ocena przydatności klinicznej,
- ocena znaczenia społecznego i ekonomicznego

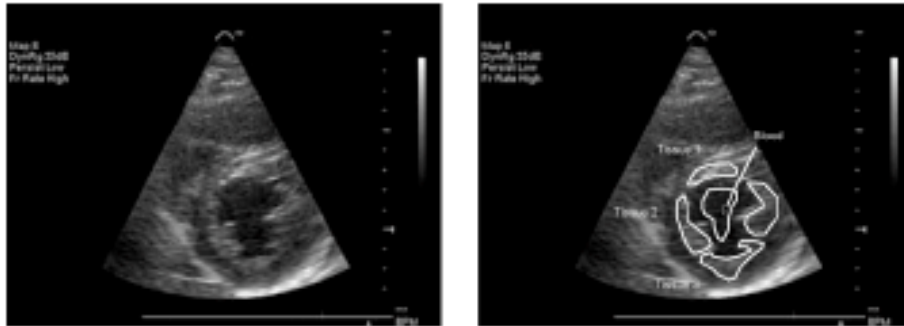
IEEE Transactions on Medical Imaging: Special Issue on Validation in Medical Imaging, November 2006.



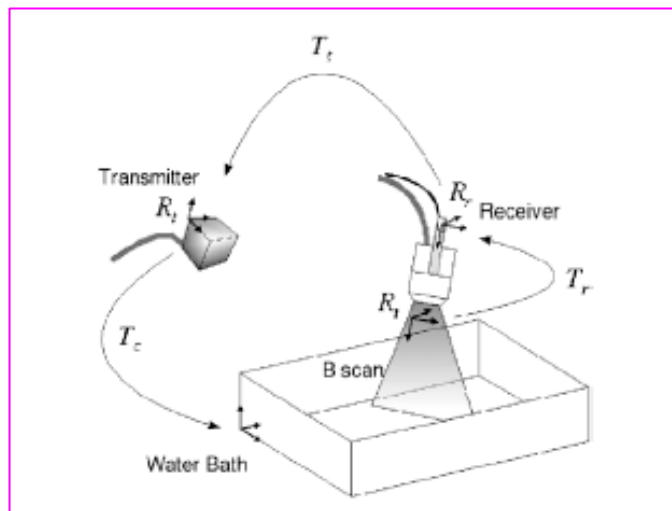
Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)

Walidacja metod analizy obrazów: *narzędzia, dane*



- kryteria matematyczne i statystyczne,
- obiekty testowe (fantomy fizyczne, symulowane),
- standardy,
- bazy danych,
- programy komputerowe,
- ustalenia międzynarodowe,
- opinie ekspertów.



IEEE Transactions on Medical Imaging: Special Issue on Validation in Medical Imaging, November 2006.



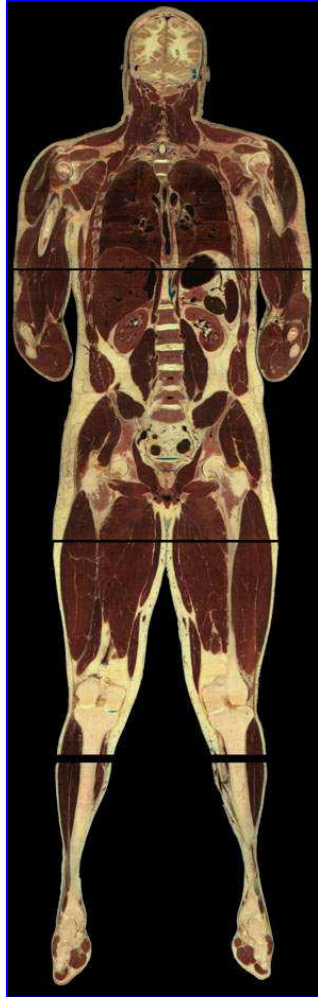
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



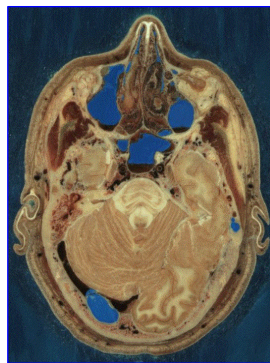
Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Walidacja metod analizy obrazów: *The Visible Human Project*

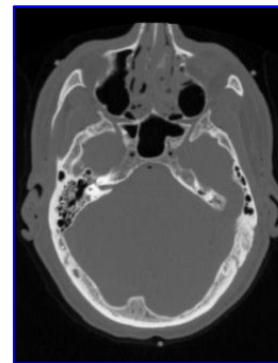


The National Library of Medicine's Visible Human Project (TM)

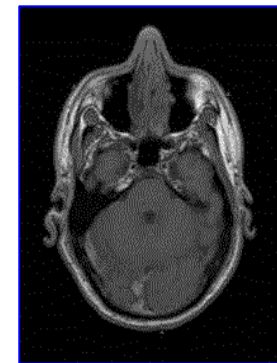
Human-Computer Interaction Lab
Univ. of Maryland at College Park



Przekrój



CT



MRI



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

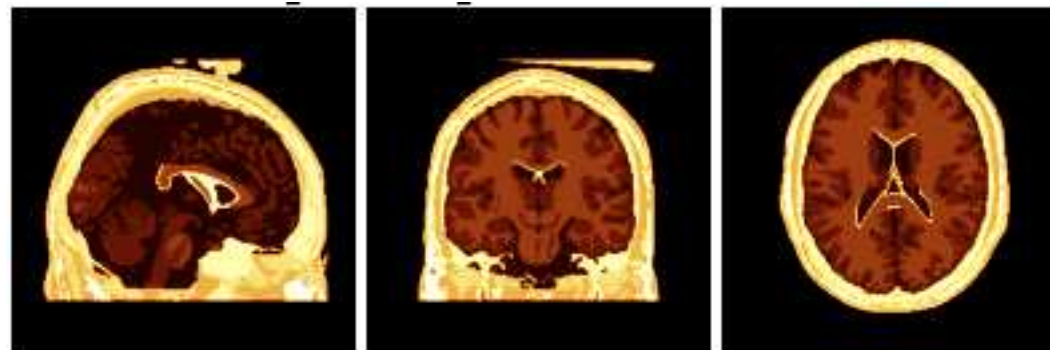
Walidacja metod analizy obrazów: BrainWeb



<http://www.bic.mni.mcgill.ca/brainweb/>

Anatomiczny model „normalnego mózgu”

- Zbiór obrazów 3W: „rozmyta” przynależność (ang. *fuzzy membership function*) woksela do tkanek (istota biała i szara, płyn mózgowo-rdzeniowy, tłuszcz, ...).
- Woksele izotropowe (1 mm), rozmiary xyz: 181x217x181.



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

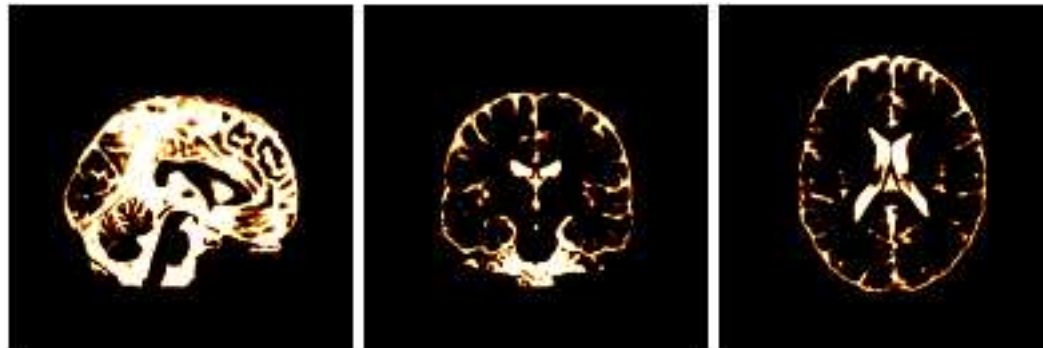


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

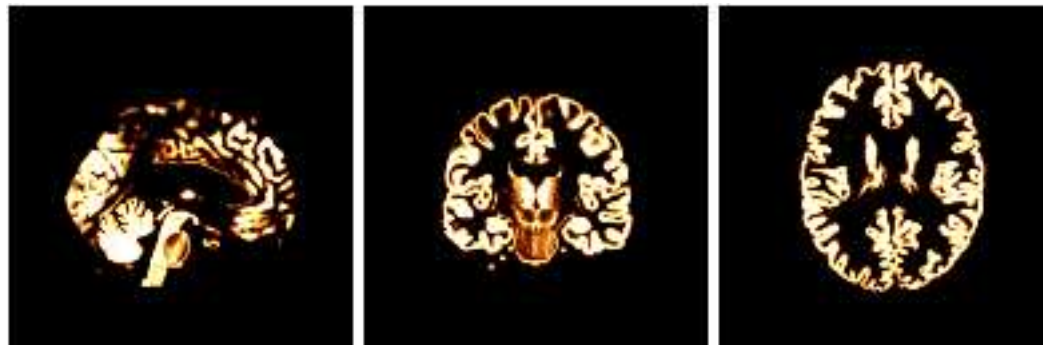
Walidacja metod analizy obrazów: BrainWeb

<http://www.bic.mni.mcgill.ca/brainweb/>

Płyn mózgowo-rdzeniowy



Istota szara



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

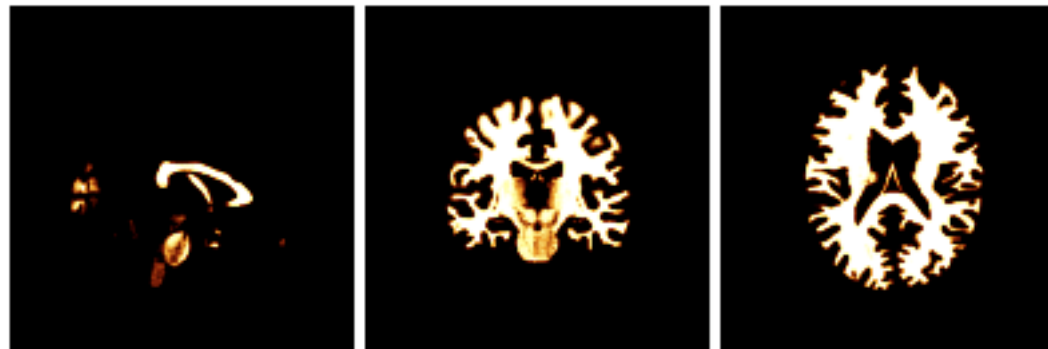


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Walidacja metod analizy obrazów: BrainWeb

<http://www.bic.mni.mcgill.ca/brainweb/>

Istota biała



Tłuszcz



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

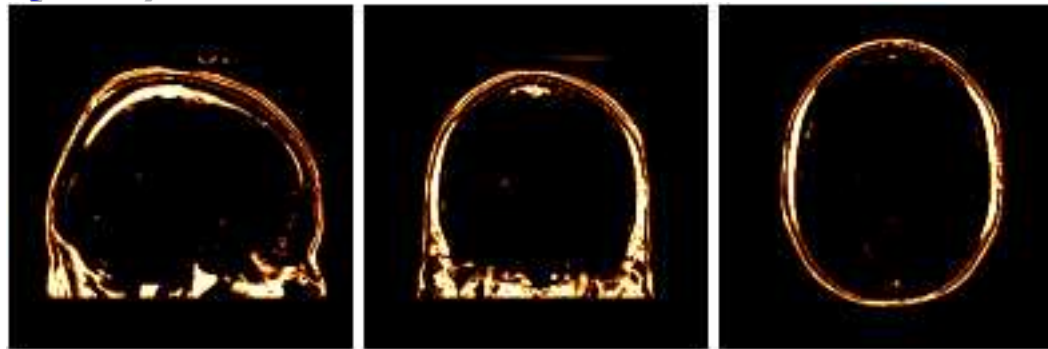


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Walidacja metod analizy obrazów: BrainWeb

<http://www.bic.mni.mcgill.ca/brainweb/>

Mięśnie/skóra



Czaszka



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

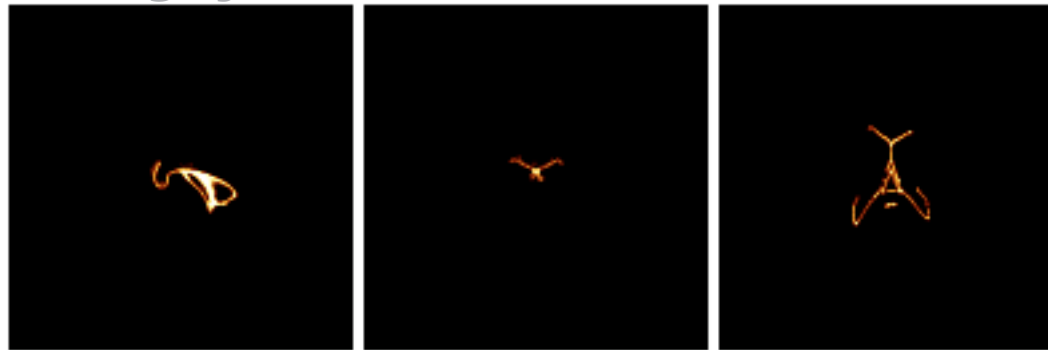


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Walidacja metod analizy obrazów: BrainWeb

<http://www.bic.mni.mcgill.ca/brainweb/>

Tkanka glejowa



Tkanka łączna



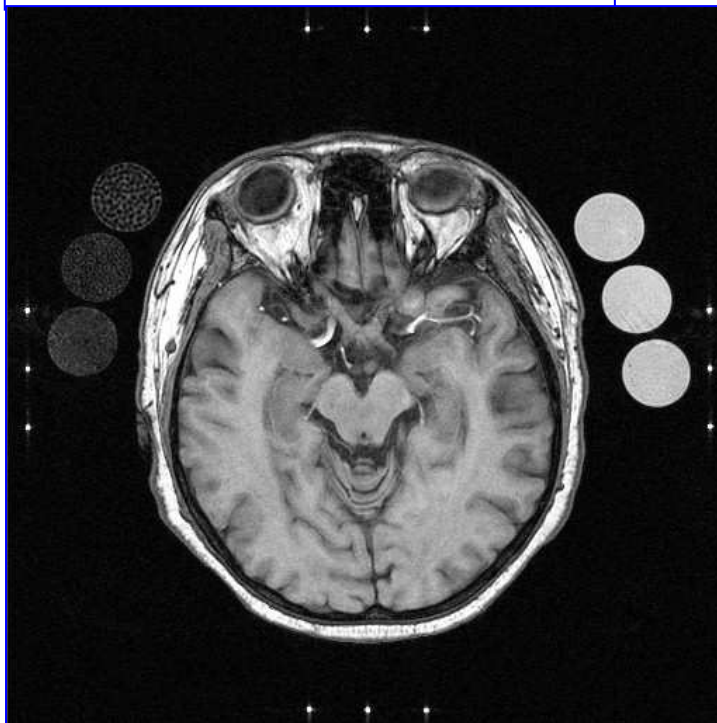
Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)

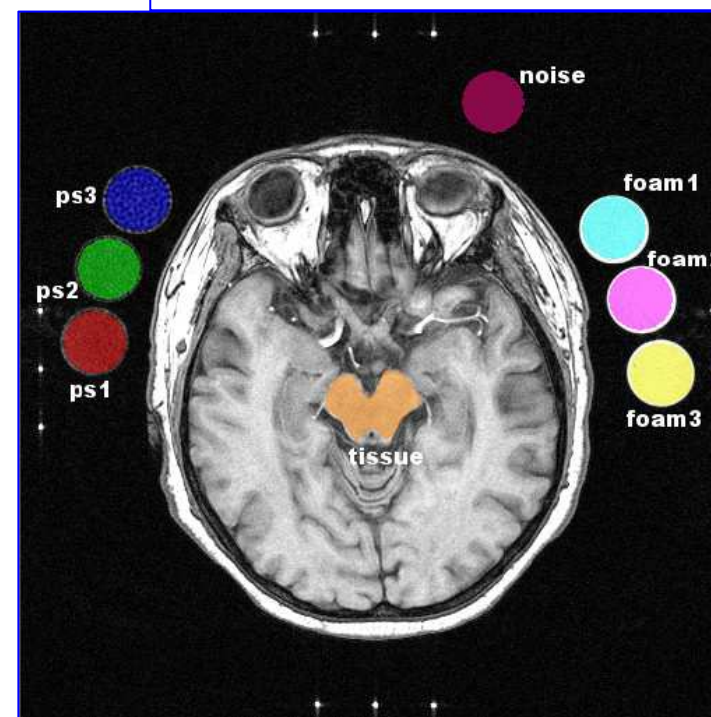


Walidacja metod analizy obrazów: *Fantomy PSAG (tekstura)*

Czaszka + obiekty testowe



Obszary zainteresowania





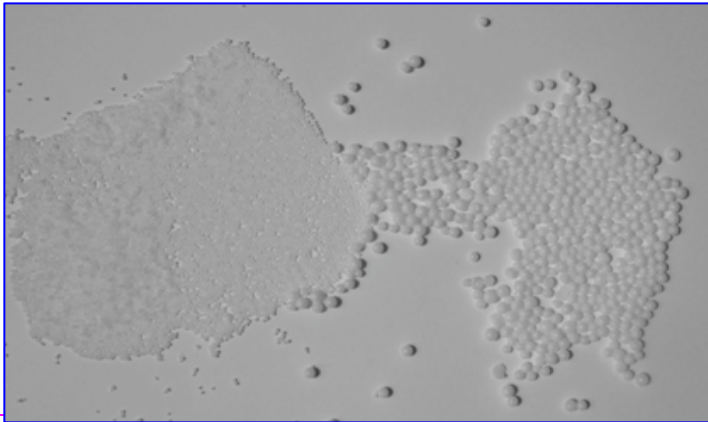
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

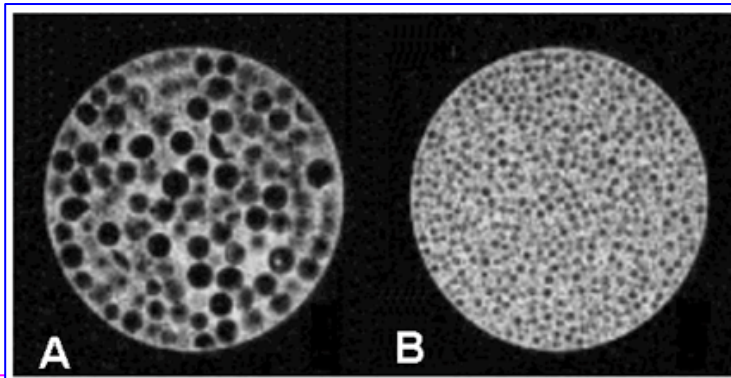


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

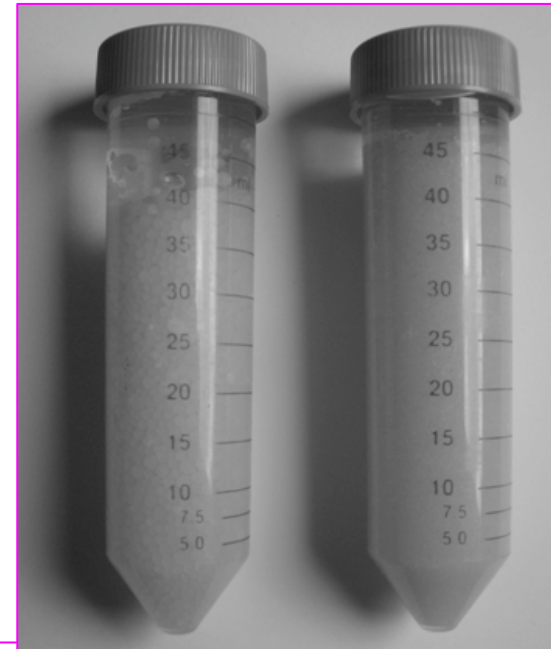
Walidacja metod analizy obrazów: *Fantomy PSAG (tekstura)*



Kulki polistyrenowe o różnej średnicy



Przekroje MRI obiektów testowych
(2-3,2 mm, 0,8-1,3 mm)



Kulki w roztworze agarowym
(obiekty testowe)

D. Jirak, M. Dezortova, M. Hajek, Praha

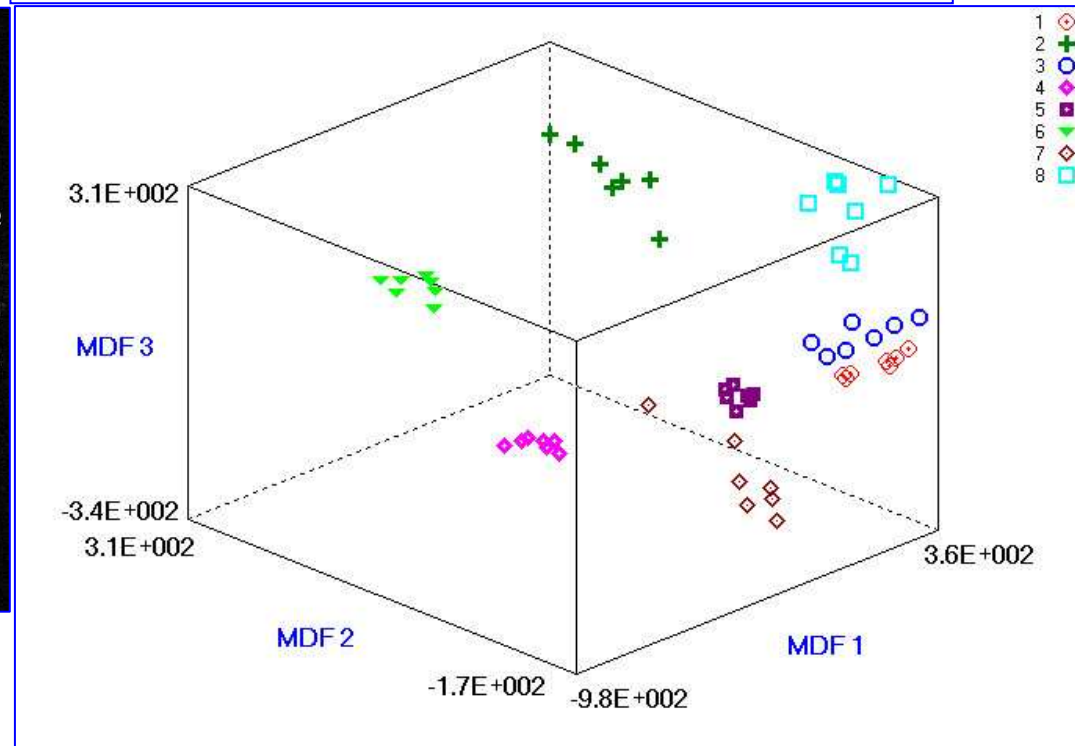
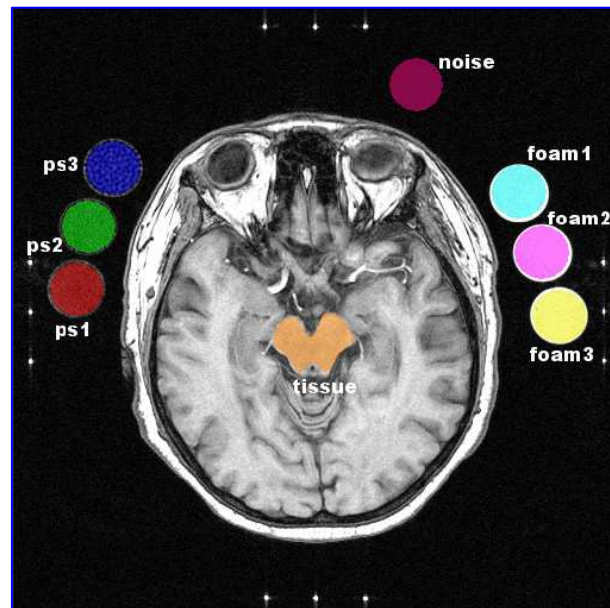
A. Materka, Wstęp do komputerowej analizy obrazów (5)



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

Walidacja metod analizy obrazów: *Fantomy PSAG (tekstura)*

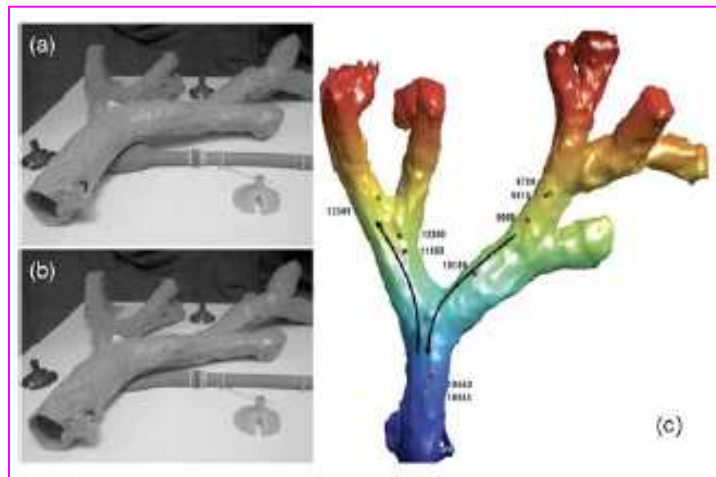
Skupienia klas w przestrzeni cech tekstury





Walidacja metod analizy obrazów: *podsumowanie*

- zagadnienie bardzo ważne i mało rozwinięte,
- potrzebne są powszechnie dostępne bazy danych,
- artefakty i zmienność anatomiczna są istotnym wyzwaniem,
- nie istnieją ogólne metody walidacji,
- procedury walidacji powinny być obiektywne – niezależne od ocen ekspertów.



IEEE Transactions on Medical Imaging: Special Issue on Validation in Medical Imaging, November 2006.