

Michał Strzelecki

Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (8)

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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Analiza tekstury obrazu

- Czym jest tekstura obrazu?
- Właściwości i przykłady tekstur
- Metody estymacji parametrów tekstur
 - statystyczne
 - strukturalne
 - w wykorzystaniem optymalizowanych filtrów
- Klasyfikacja tekstur
- Segmentacja obrazów zawierających tekstury



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (8)



Definicja tekstury



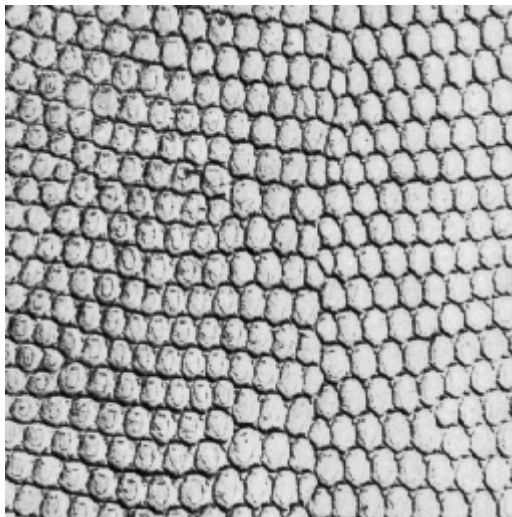
Tekstura – złożony wizualnie wzór, zawierający fragmenty o określonej jasności, kolorze, kształcie. Te fragmenty charakteryzują się również ziarnistością, gładkością, regularnością, kierunkowością itp. Tekstura jest jednorodna z punktu widzenia układu wzrokowego człowieka.
[Hajek et al. 2006]



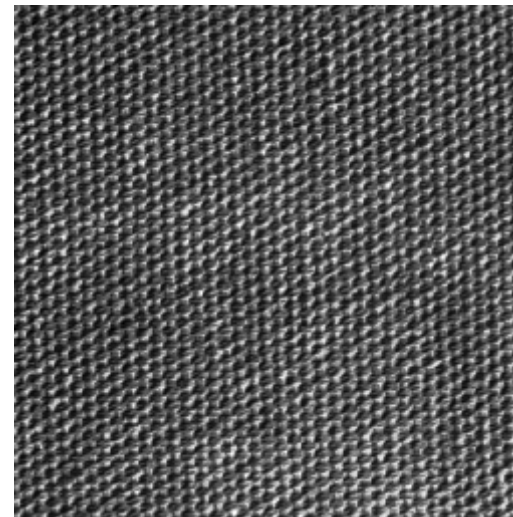
Właściwości tekstury

- Pierwsza ocena ilościowa oraz jakościowa: [Tamura et al. 1978]
- Definicja cech tekstury zgodnych z ludzką percepcją:

ziarnistość, kontrast, kierunkowość, liniowość, regularność, szorstkość



gruboziarnista



drobnoziarnista



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

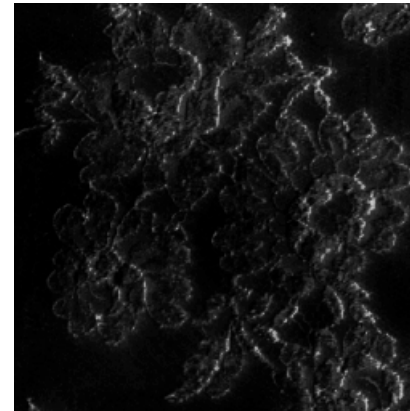


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

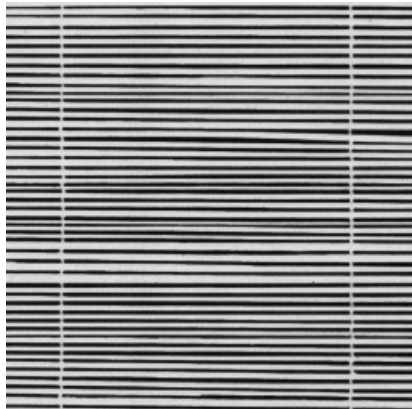
Właściwości tekstury



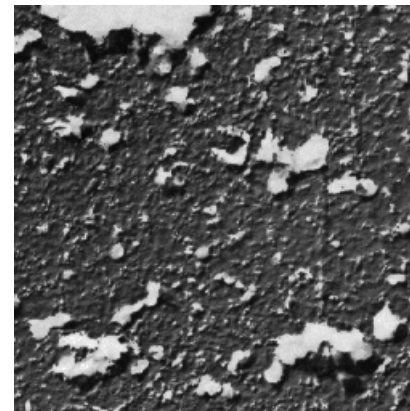
duży kontrast



mały kontrast



kierunkowa



brak kierunkowości



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (8)



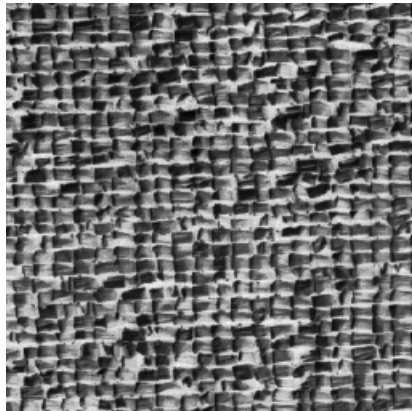
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

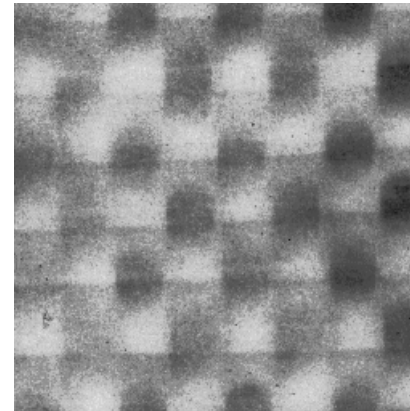


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

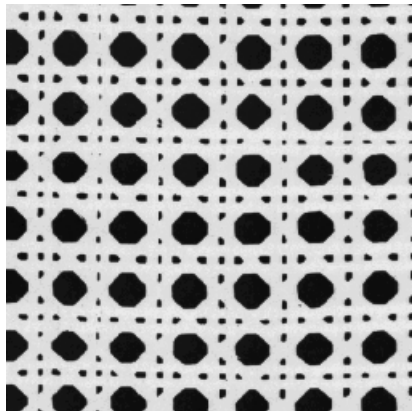
Właściwości tekstury



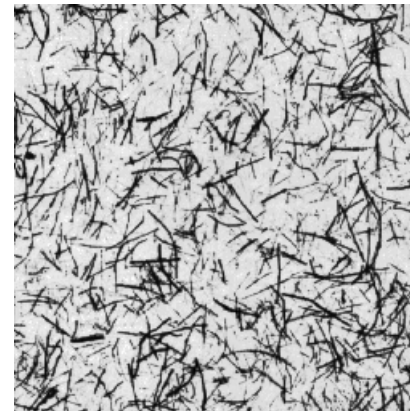
szorstka



gładka



regularna



losowa

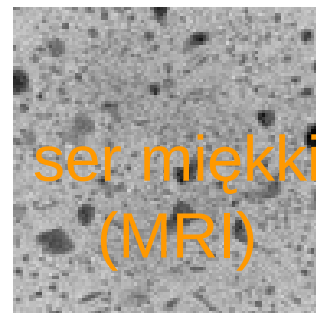
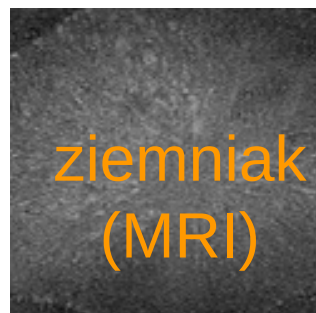
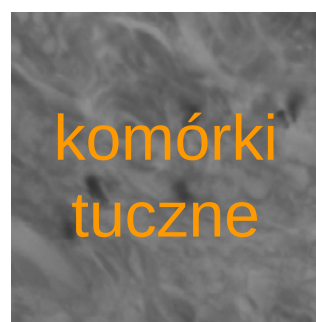
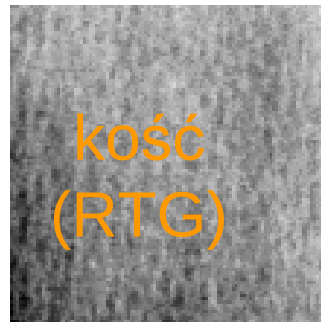


Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (8)



Właściwości tekstury

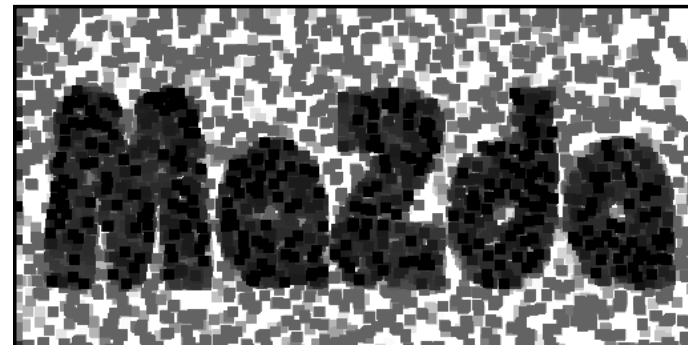
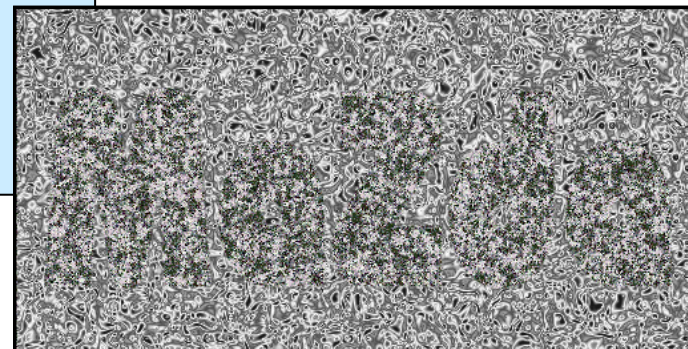




Analiza tekstur

Potrzeba rozwoju metod analizy tekstur:

- nowe informacje, niedostępne bezpośrednio dla ludzkiego wzroku
- automatyczne i półautomatyczne systemy wspomagania diagnostyki medycznej





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Analiza tekstur

Podstawowe rodzaje ilościowej analizy tekstur:

- **Estymacja cech tekstury**

(wyznaczanie wektora matematycznych deskryptorów opisujących właściwości tekstury)

- **Klasyfikacja tekstury**

(określanie klasy, do której należą analizowane tekstury)

- **Segmentacja tekstur**

(podział obrazu na rozłączne obszary zawierające jednorodne tekstury)

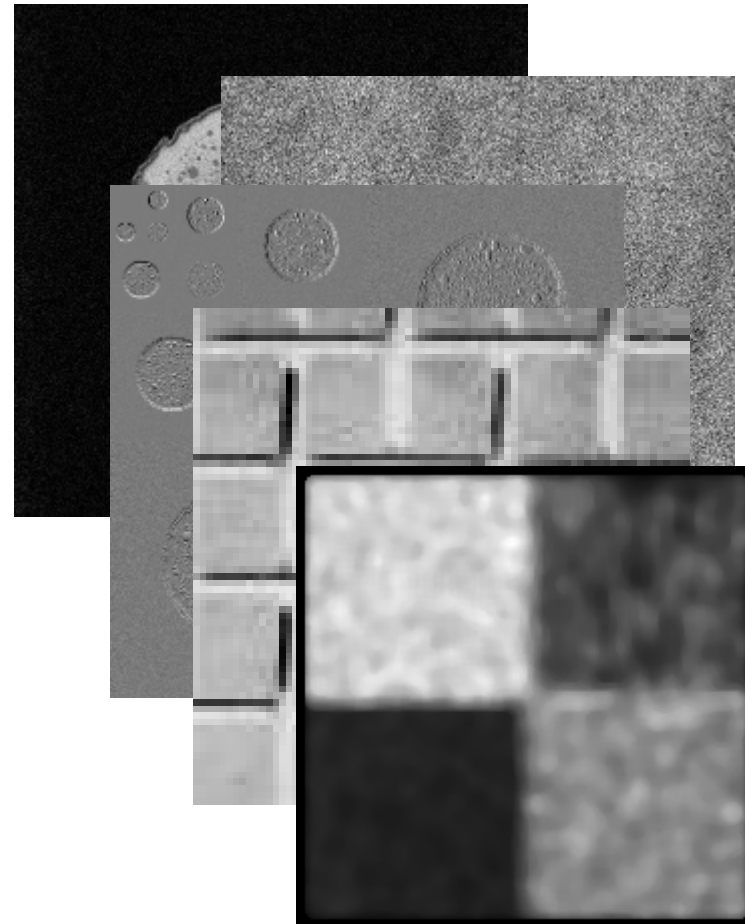




Estymacja cech tekstury

Metody

- statystyczne
 - w dziedzinie przestrzennej
 - modele matematyczne
 - w dziedzinie tranformat
- strukturalne
- wykorzystujące metody przetwarzania sygnałów

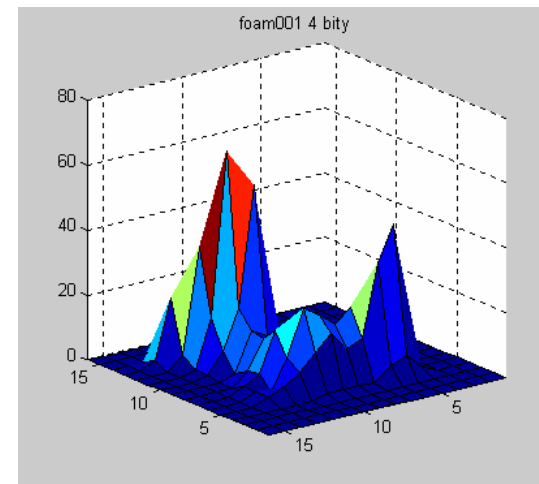
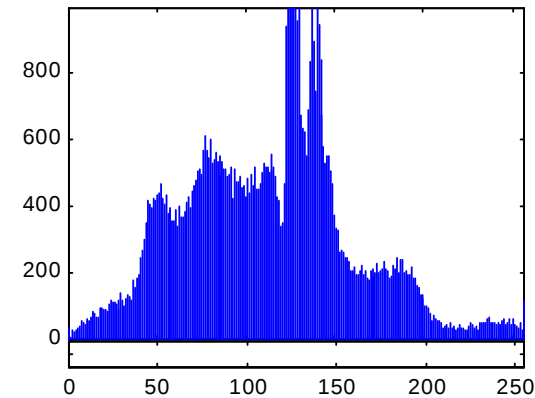




Metody statystyczne

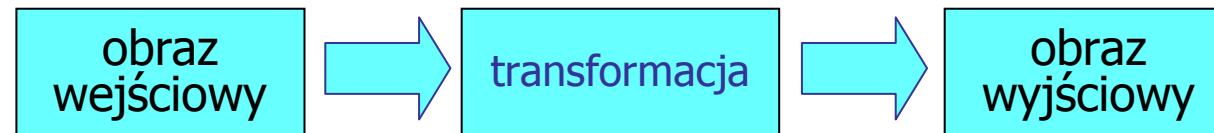
wyznaczanie cech tekstur

- histogram
- macierz zdarzeń (histogram 2go rzędu)
- statystyki wyższego rzędu
- macierz RL (run-length)
- macierz gradientu



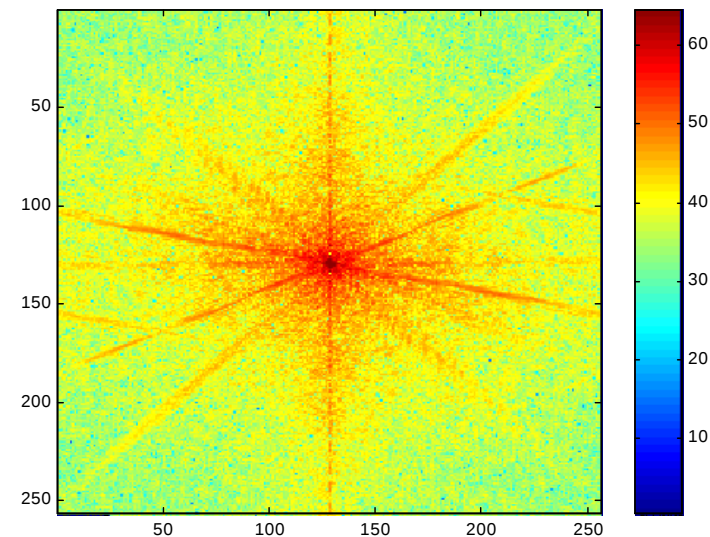
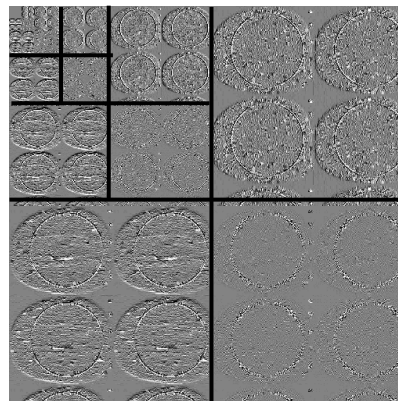


Metody statystyczne



- transformata Fouriera
- filtry Gabora
- transformata falkowa

w dziedzinie widma
wyznacza się
cechy statystyczne

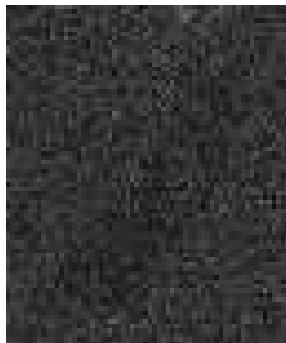




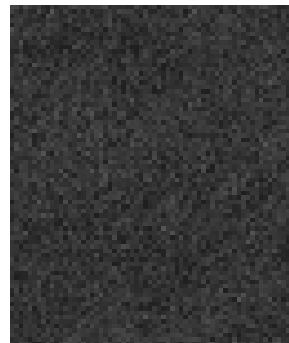
Metody statystyczne

estymacja parametrów modelu matematycznego tekstury

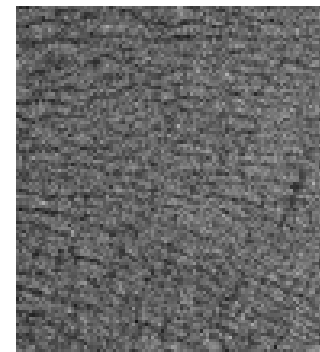
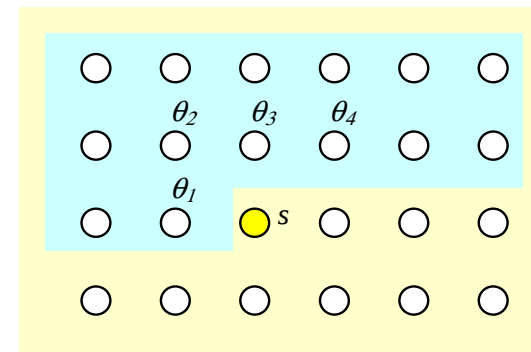
- losowe pola Markowa
- modele autoregresji
- fraktale



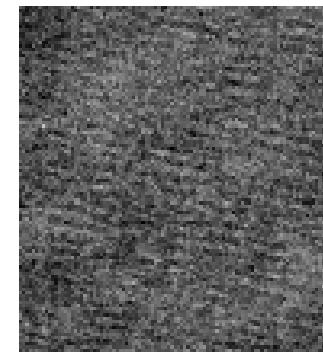
tkanka
śródstopia



model GMRF



kość

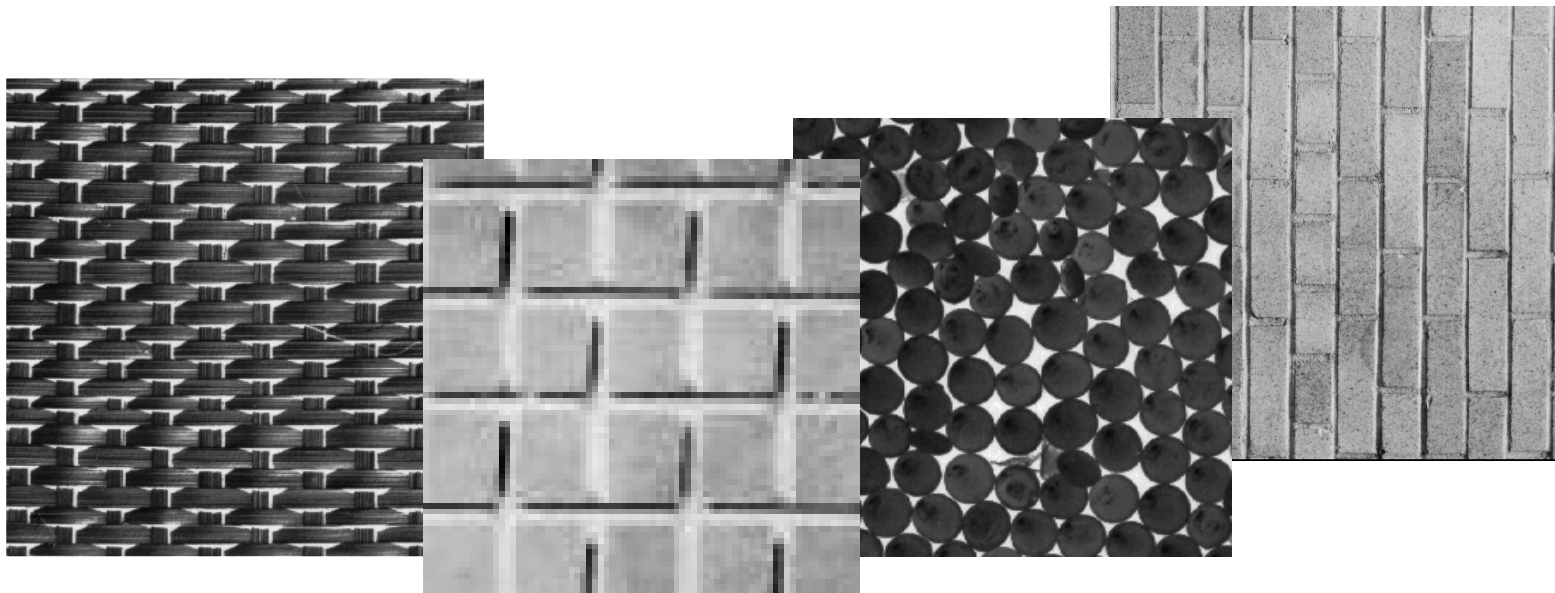


model GMRF



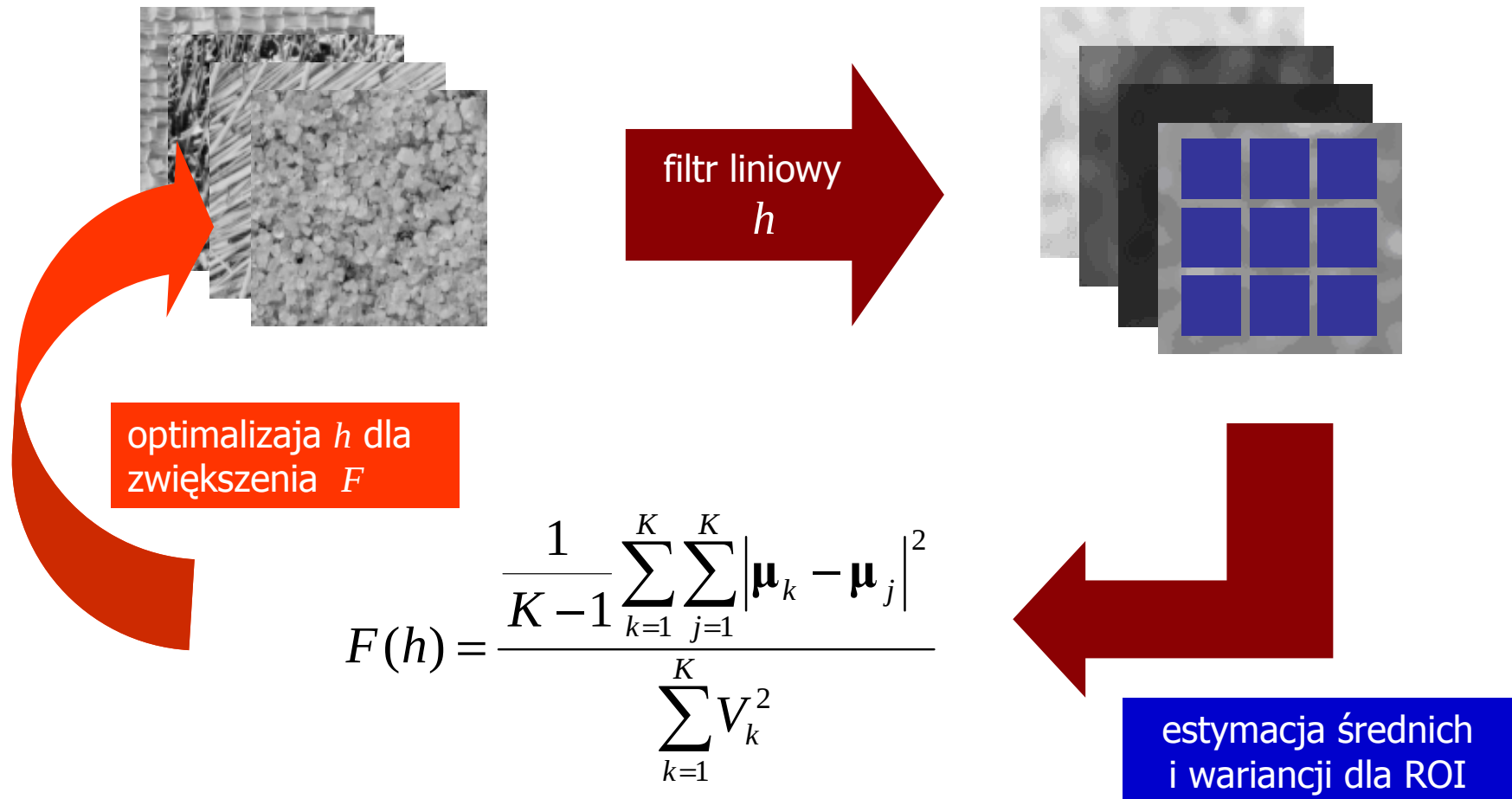
Metody strukturalne

- poszukuje się podstawowego, powtarzającego się elementu tekstury (teksela)
- określa się reguły rozmieszczenia tego elementu

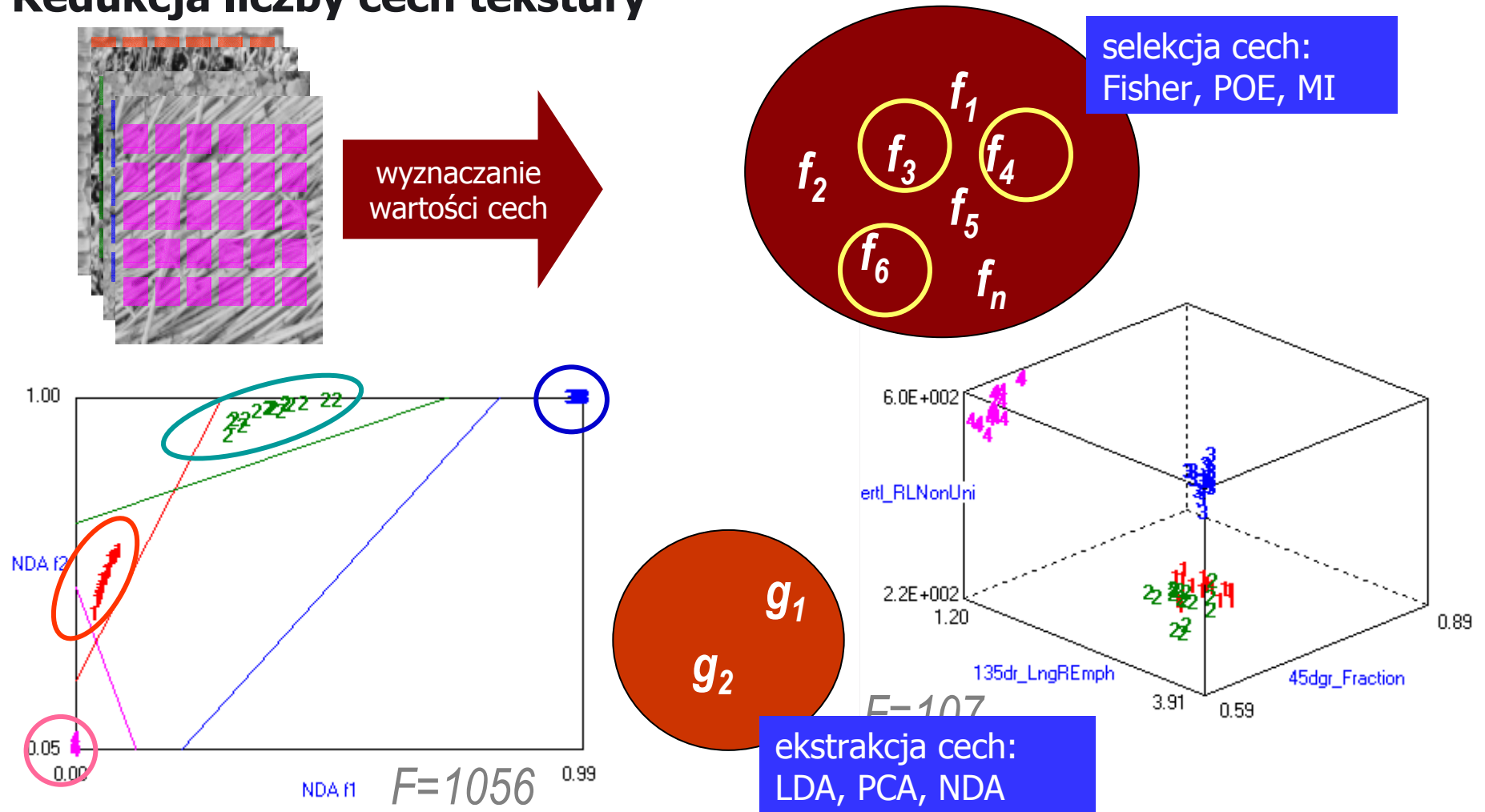




Przetwarzanie sygnałów



Redukcja liczby cech tekstury





Selekcja cech – współczynnik Fishera

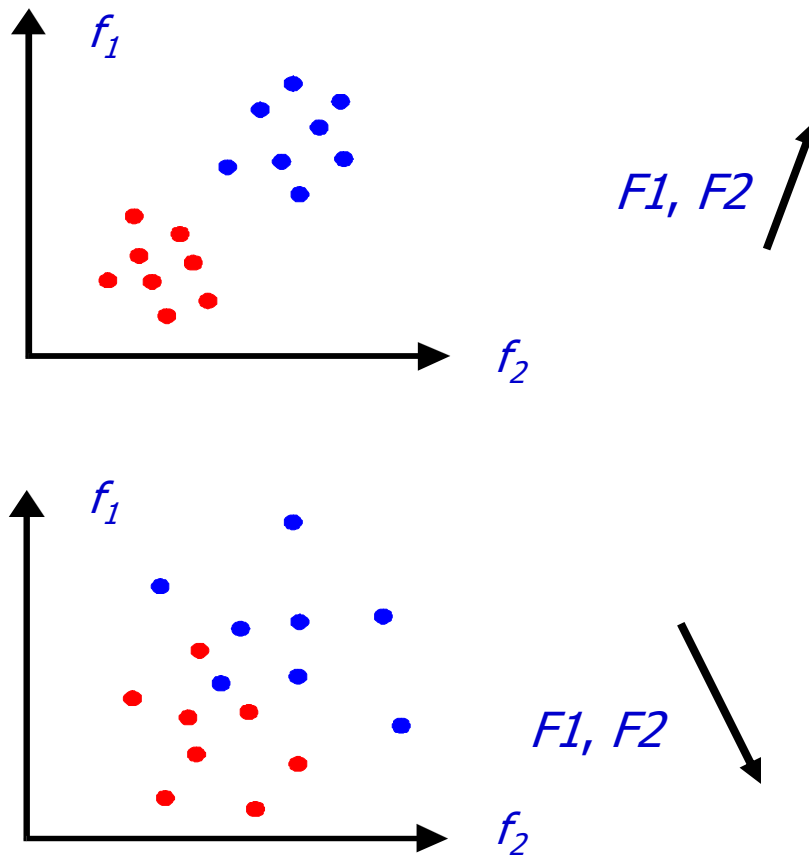
$$F = \frac{D^2}{V^2} = \frac{\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^K P_k P_j |\mu_k - \mu_j|^2}{1 - \sum_{k=1}^K P_k^2 \sum_{k=1}^K P_k V_k^2}$$

P_k - prawdopodobieństwo wystąpienia klasy k ,
 V_k, μ_k - wariancja i wartość średnia cechy dla klasy k ,
 K - liczba klas

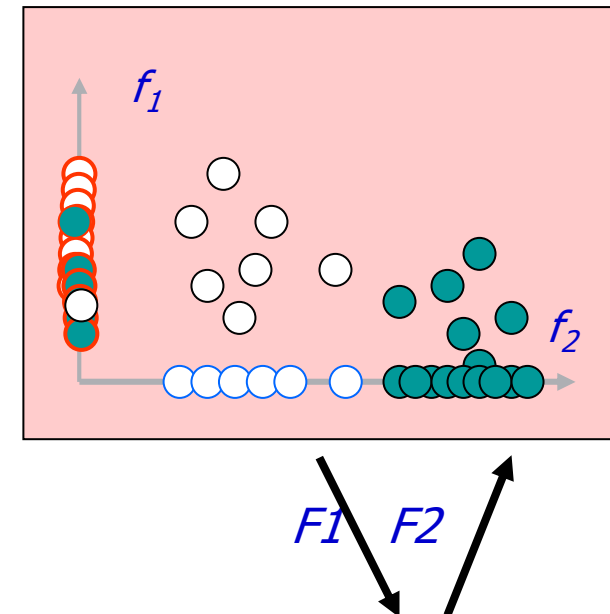




Interpretacja współczynnika Fishera



Wartość $F > 6$ gwarantuje poprawną klasyfikację*



Klasyfikacja tekstur

- 16 tekstur z albumu Brodatza,
- każdy obraz podzielono na 64 kwadraty (64x64)
- dla każdej tekstury otrzymano 1024 próbki





Klasyfikacja tekstur

Wyniki dla klasyfikatora 1-NN dla różnych metod selekcji cech

Podzbiór optymalny*	MI		Fisher		POE	
raw	raw	LDA	raw	LDA	raw	LDA
0	16	8	79	59	145	147

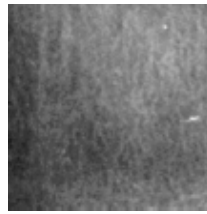
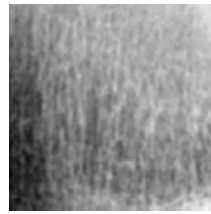
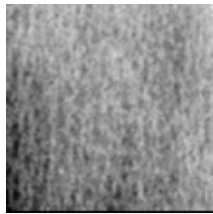
Liczba próbek błędnie sklasyfikowanych
(całkowita liczba próbek: 1024)

* Podzbiór optymalny zawiera cztery cechy:
Sigma, MinNorm, GrMean, S(0,2)Correlat





Klasyfikacja obrazów rentgenowskich nadgarstka

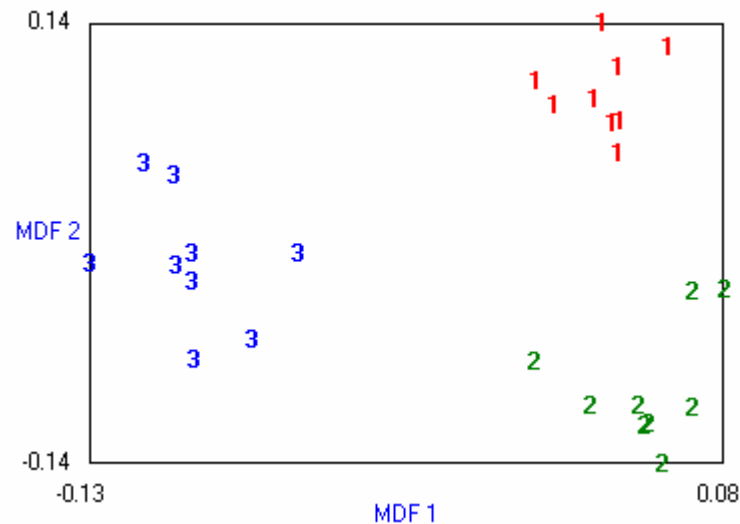


kość zdrowa(1)

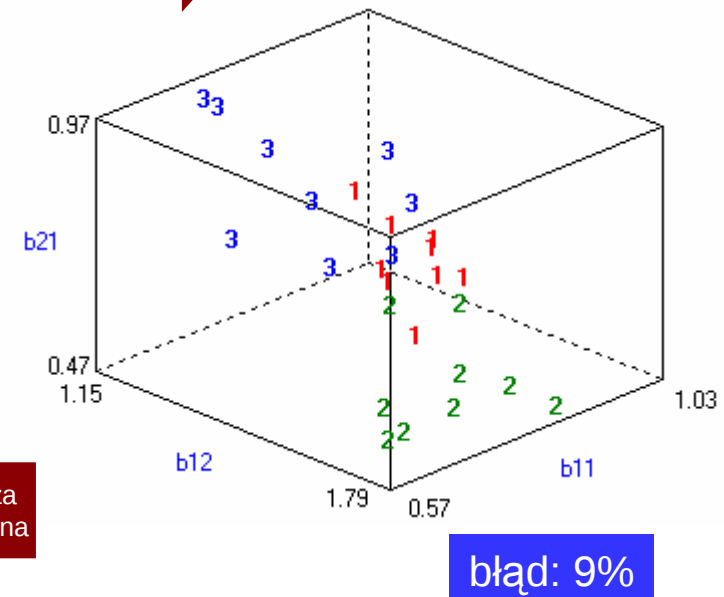
osteopenia (2)

osteoporoza (3)

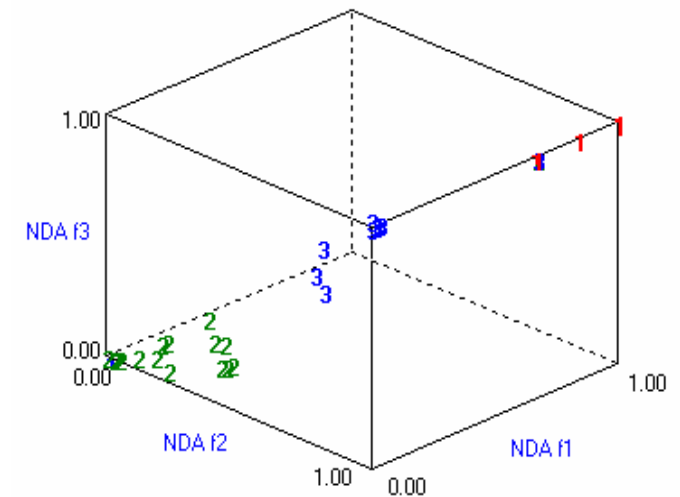
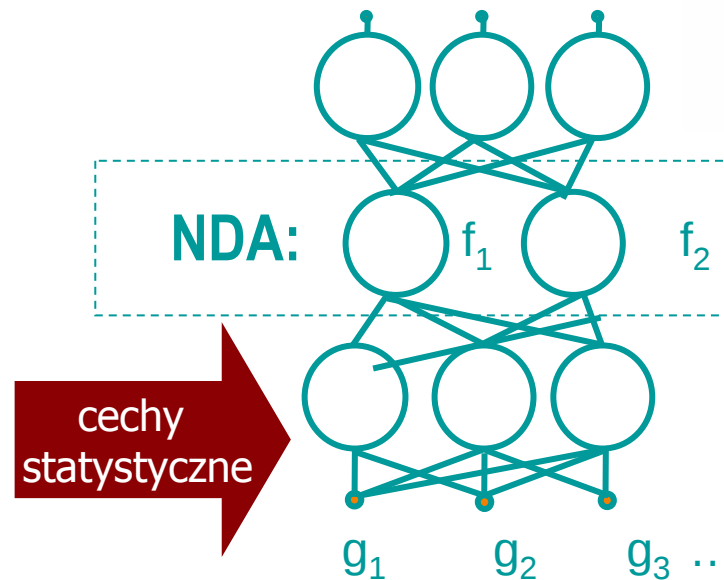
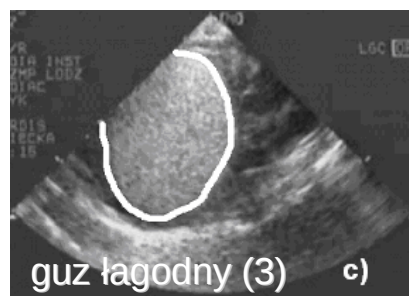
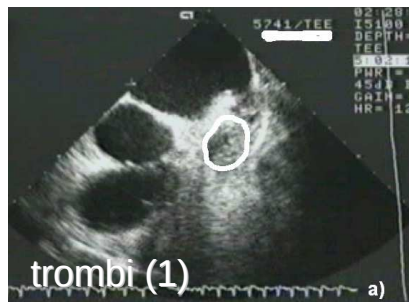
model losowego
pola Markowa



Liniowa Analiza
Dyskryminacyjna

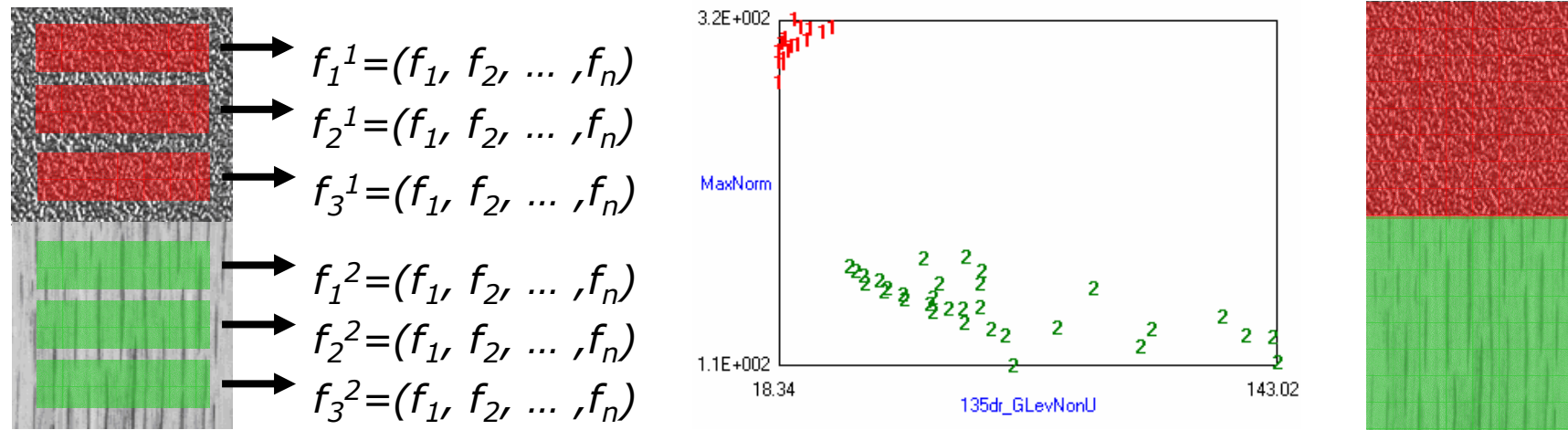
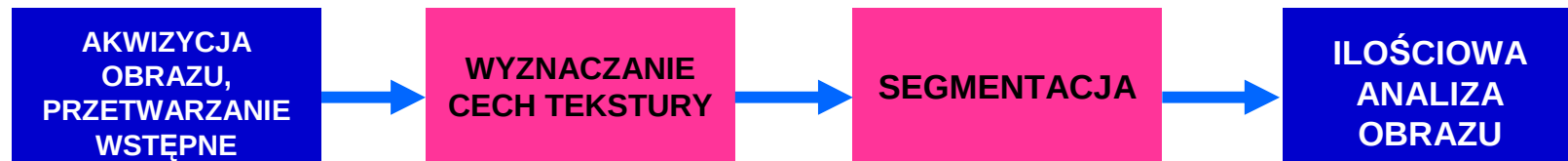


Klasyfikacja obrazów USG guzów serca



błąd klasyfikacji:
10% (55 obrazów)

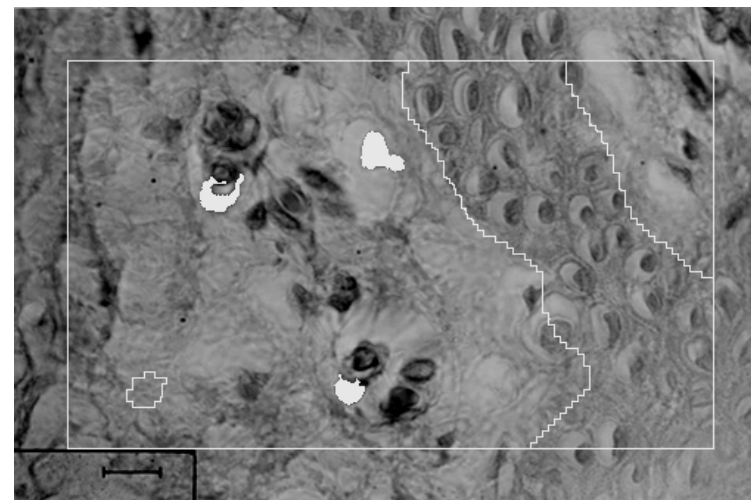
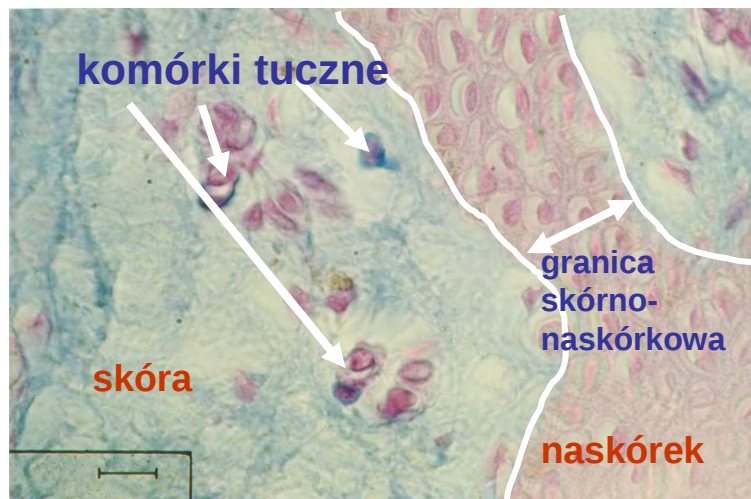
Segmentacja tekstur



Segmentacja tekstur

Przykład analizy obrazu komórek:

- znalezienie komórek tucznych
- wyznaczenie ich parametrów
(np. pole powierzchni, odległość od granicy skórno-naskórkowej)





Segmentacja tekstur

- metody „klasyczne” (rozrost obszaru, gradient)
- estymacja Bayesa (model MRF)
- metody wykorzystujące modele matematyczne (level set, aktywny kontur)
- sztuczne sieci neuronowe (Hopfielda, Kohonena, wielowarstwowe perceptrony)
- sieci sprzężonych oscylatorów
- metody hierarchiczne
- algorytmy klasteryzacji danych
- metody hybrydowe





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

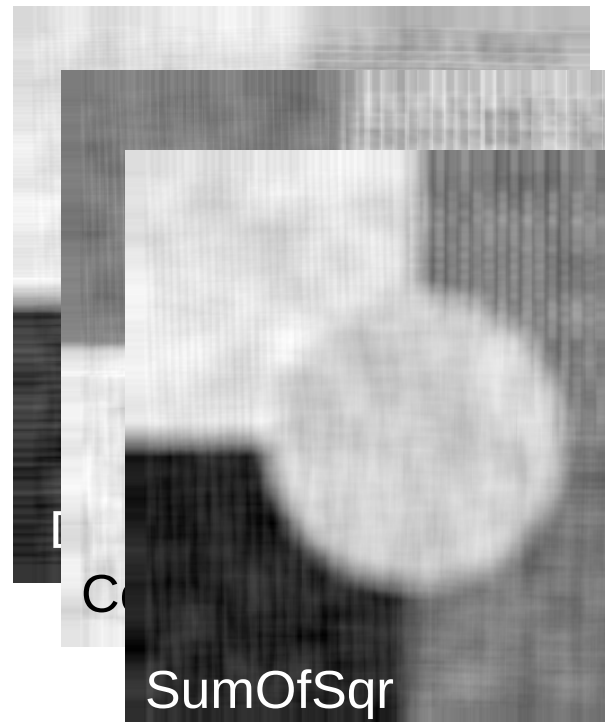
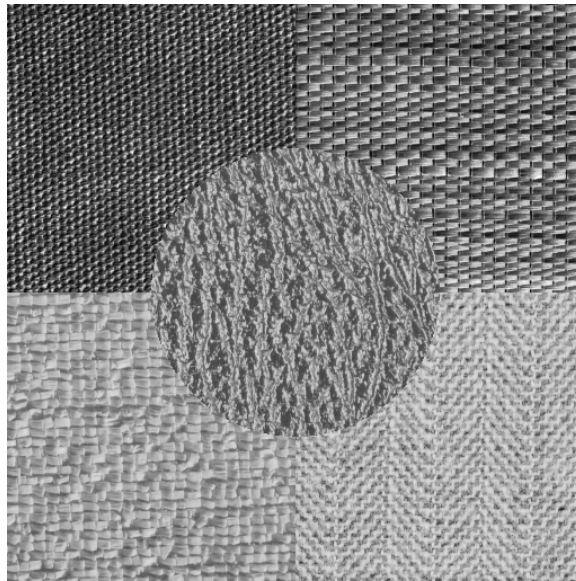
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



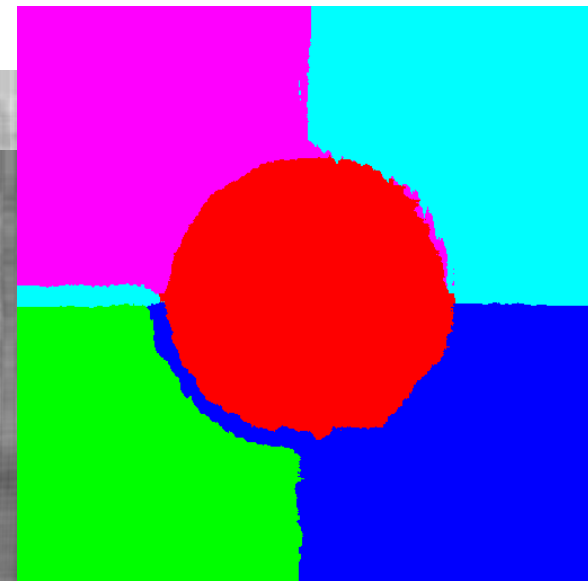
Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Segmentacja tekstur

Mozaika tekstur z albumu Brodatza



mapy cech



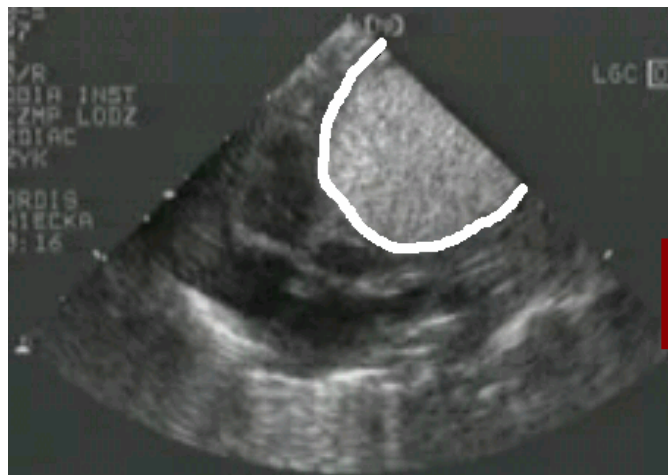
segmentacja metodą
k-średnich



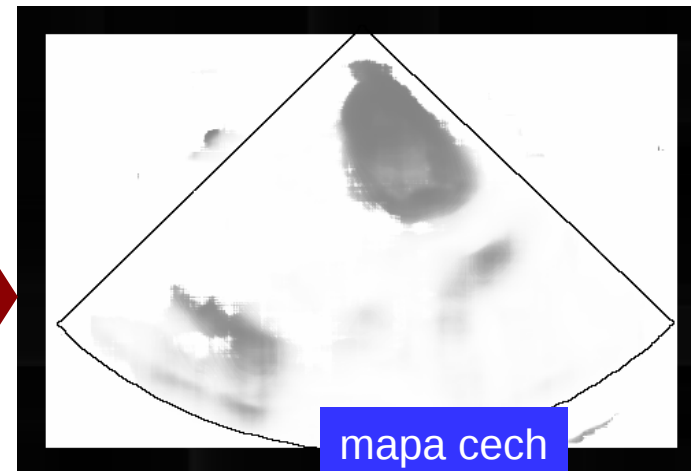
Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

M. Strzelecki, Metody przetwarzania i analizy obrazów biomedycznych (8)

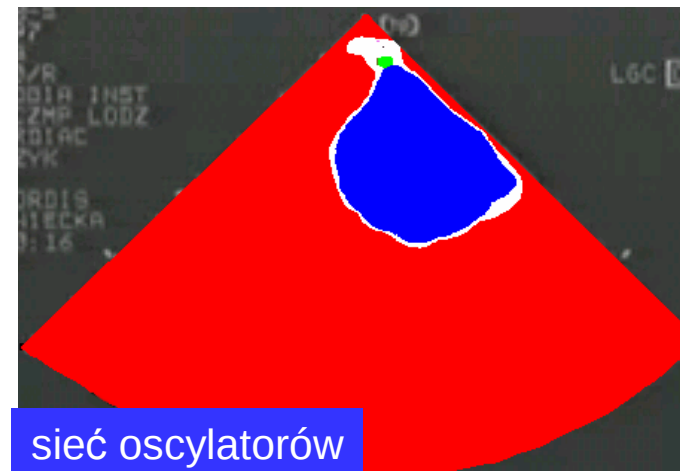
Segmentacja obrazów USG guzów serca



cechy
statystyczne



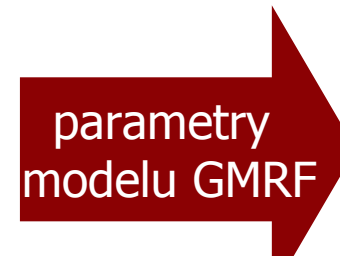
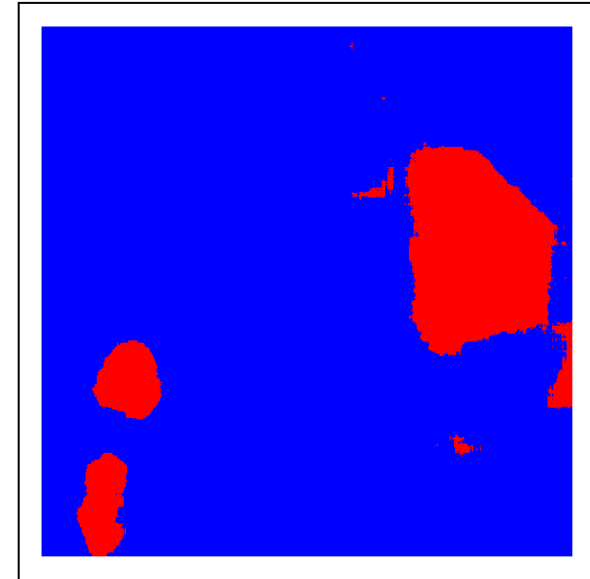
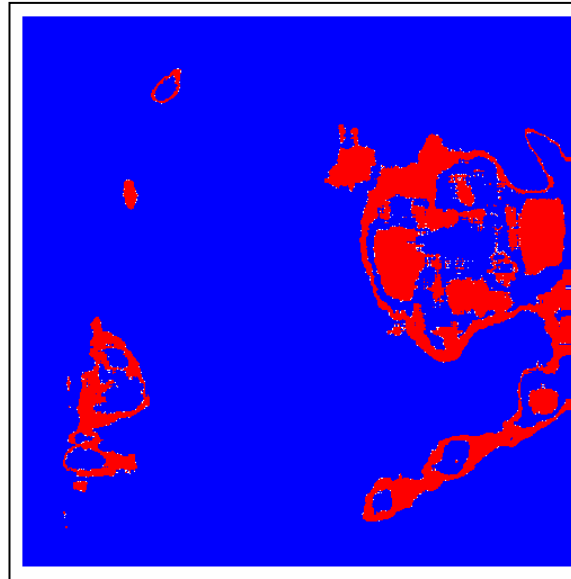
MLP



sieć oscylatorów



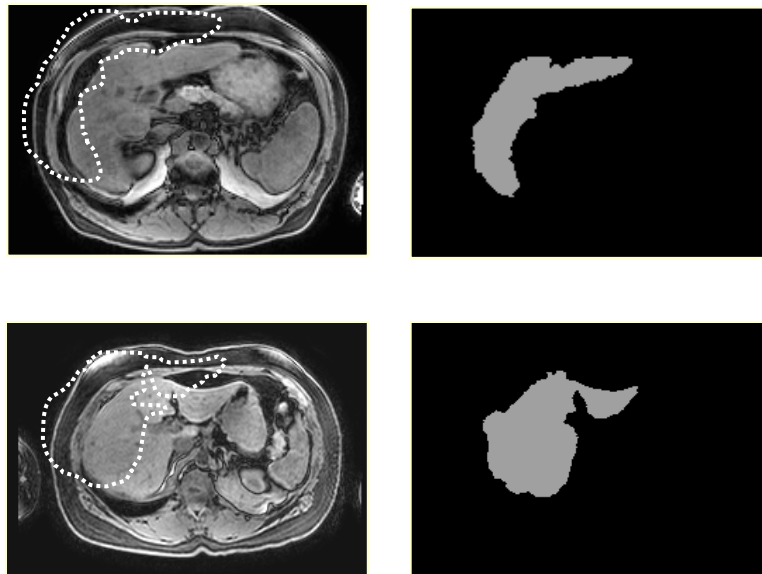
Segmentacja obrazów MR przekroju stopy



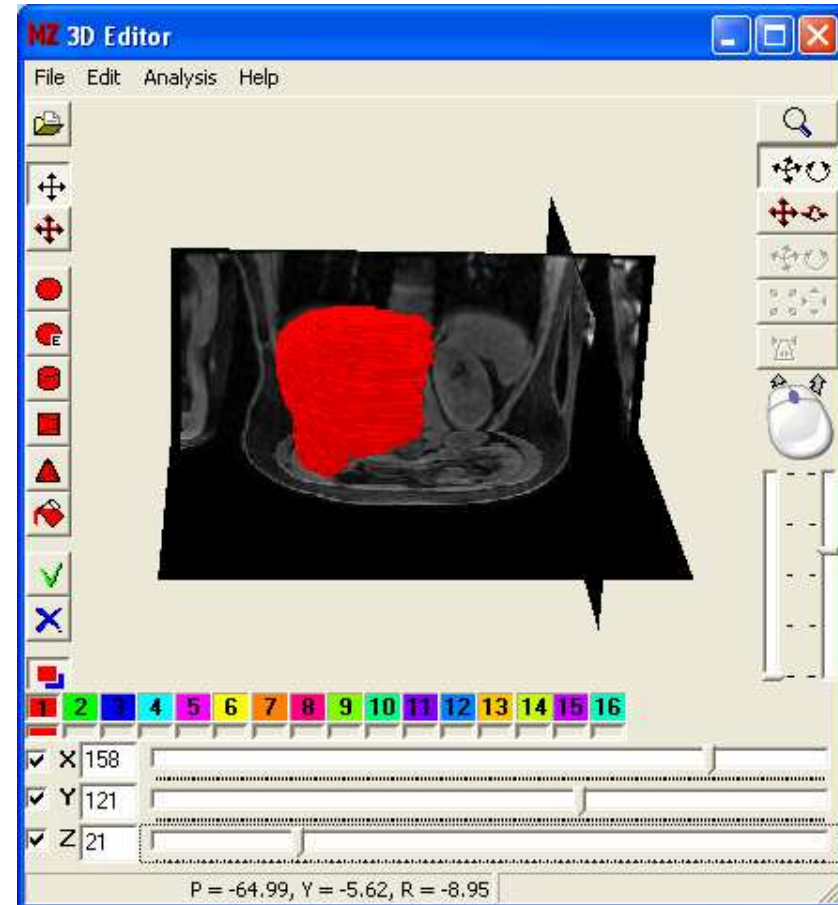
segmentacja z wykorzystaniem sieci neuronowej



Segmentacja obrazów MR 3D wątroby



segmentacja z wykorzystaniem
sieci oscylatorów 3D





Literatura

- Brodatz P., "Textures - A Photographic Album for Artists and Designers", Dover, 1966.
- Hajek M., Dezertova M., Materka A., Lerski R. (Ed.), "Texture analysis for Magnetic Resonance Imaging ", Med4 publishing, 2006
- Tamura H., Mori S., Yamawaki T., "Textural Features Corresponding to Visual Perception, IEEE Trans". on Systems, Man, and Cybernetics, **SMC-8**, pp. 460-473, 1978
- Haralick R., "Statistical and Structural Approaches to Texture", Proc. IEEE, **67**, 5, 1979, 786-804.
- Haralick R., Shanmugan K., Dinstein I. , "Textural Features for Image Classification", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, **3**, 6, 1973, 610-622.
- Kovalev V., Petrou M., "Multidimensional Co-Occurrence Matrices for Object Recognition and Matching", GMIP, **58**, 3, 1996, 187-197.
- Geman S., Geman D., "Stochastic Relaxation, Gibbs Distribution and the Bayesian Restoration of Images", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, **6**, 11, 1984, 721-741.
- Dunn D., Higgins W. E., Wakeley J., Texture Segmentation Using 2-D Gabor Elementary Functions, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, **16**, 1994, pp. 130-149.
- Chen C-C., Daponte J., Fox M., "Fractal Feature Analysis and Classification in Medical Imaging", IEEE Trans. Medical Imaging, **8**, 2, 1990, 133-142.
- Choi H., Baraniuk R., "Multiscale Image Segmentation Using Wavelet-Domain Hidden Markov Models", *IEEE Trans. on Image Processing*, **10**, 9, 2001, 1309-1321.
- Randen T., Husoy J., "Filtering for Texture Classification: A Comparative Study", IEEE on Pattern Analysis and Machine Intelligence, **21**, 4, 1999, 291-310.





Literatura

- Wang D., “Emergent Synchrony in Locally Coupled Neural Oscillators”, IEEE Trans. on Neural Networks, 6, 4, 1995, 941 – 948
- Hu Y., Hwang J. (Ed.) Handbook of Neural Network Signal Processing, , CRC Press, 2002.
- Reed T., Wechsler H., Werman M., “Texture Segmentation Using a Diffusion Region Growing Technique”, Pattern Recognition, **23**, 9, 1990, 953-990
- Raghu P., Yegnanarayana B., “Supervised Texture Classification Using a Probabilistic Neural Network and Constraint Satisfaction Model”, IEEE Trans. on Neural networks, **9** 3, 1998, 516-522.
- Yin H., Allinson H., “Unsupervised Segmentation of textured Images Using a Hierarchical Neural Structure”, Electronics Letters, **30**, 22, 1994, 1842-1843
- Strzelecki M. , Materka A., Drozd J., Krzeminska-Pakula M., Kasprzak J. D., Classification and segmentation of intracardiac masses in cardiac tumor echocardiograms, Computerized Medical Imaging and Graphics, **30**, 2, March 2006, pp. 95-107
- Klepaczek A., Application of clustering algorithms for feature selection for data classification tasks, Ph. D. Thesis, Technical University of Lodz, 2006 (in Polish)
- Yhann S., Young T., “Boundary Localisation in Texture Segmentation”, IEEE Trans. Image Processing, 4, 6, 1995, 849-856.
- Augusteijn M., “Texture Segmentation and Classification Using Neural Network Technology”, Applied Mathematics and Computer Science, 4, 1995, 353-37

