

ANALIZA DANYCH OBRAZOWYCH

Materiały pomocnicze

przygotowane przez A.Przelaskowskiego

Tematyka

- Wprowadzenie - analiza danych obrazowych
 - Treściowa
 - Jakościowa
 - Dane obrazowe – podstawowe informacje
 - specyfika
 - metody analizy, rozumienia, interpretacji
 - percepcja treści
 - Obrazy medyczne – treść
 - przykłady treści diagnostycznej
 - ontologia ‘wiedzy’ obrazowej
 - rozumienie
 - Obrazy medyczne – jakość
 - Miary obliczeniowe
 - Miary subiektywne
 - Miary detekcji (ROC)
-

OBRAZY – PODSTAWOWE INFORMACJE

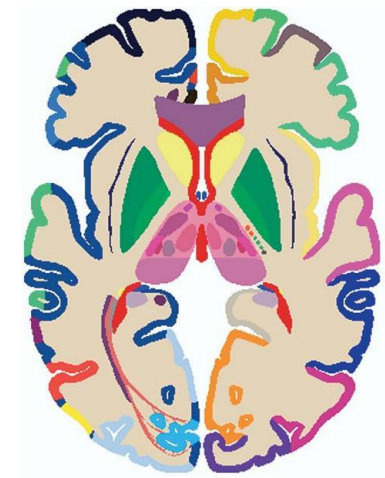
OBRAZ

Obraz to kompozycja:

- tła
- konturów
- tekstur

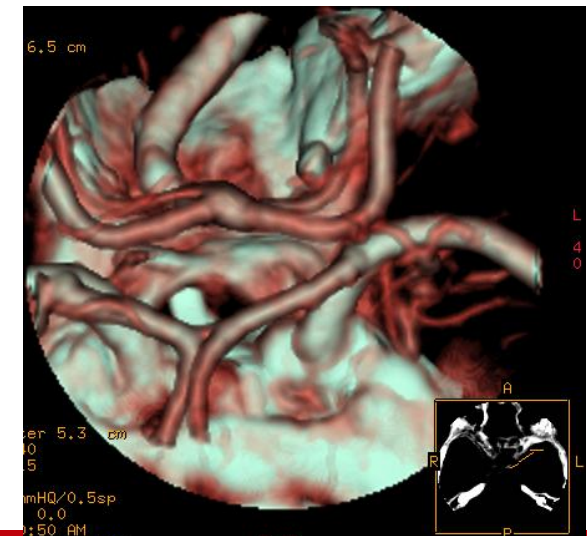
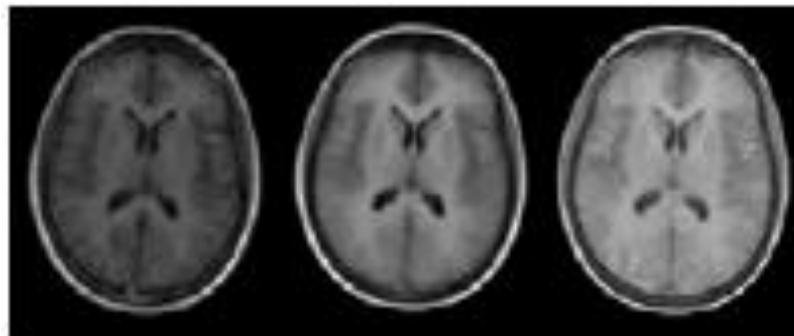
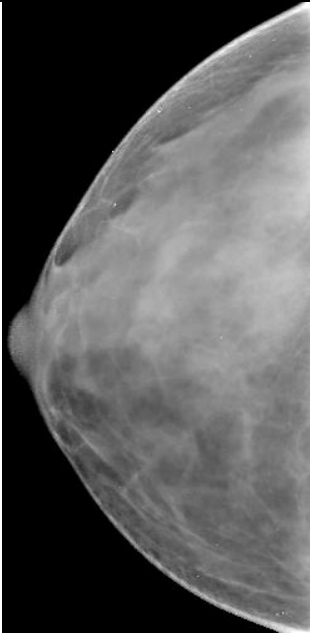
ale też określona

- semantyka, treść, informacja



Dwuwymiarowa struktura: macierz (matryca) $M \times N$ o k -komponentach, określonej dynamice wartości oraz rozdzielczości (przestrzennej dokładności) prezentowanej informacji przestrzennej; wartości pikseli $f \in \mathbf{R}^{M \times N \times k}$

Informacja ukryta w teksturach, hierarchii krawędzi



Operacje na obrazie

- akwizycja

źródło $\Rightarrow$ obraz

- przetwarzanie obrazu (wstępne, poprawa jakości)

obraz $\Rightarrow$ obraz

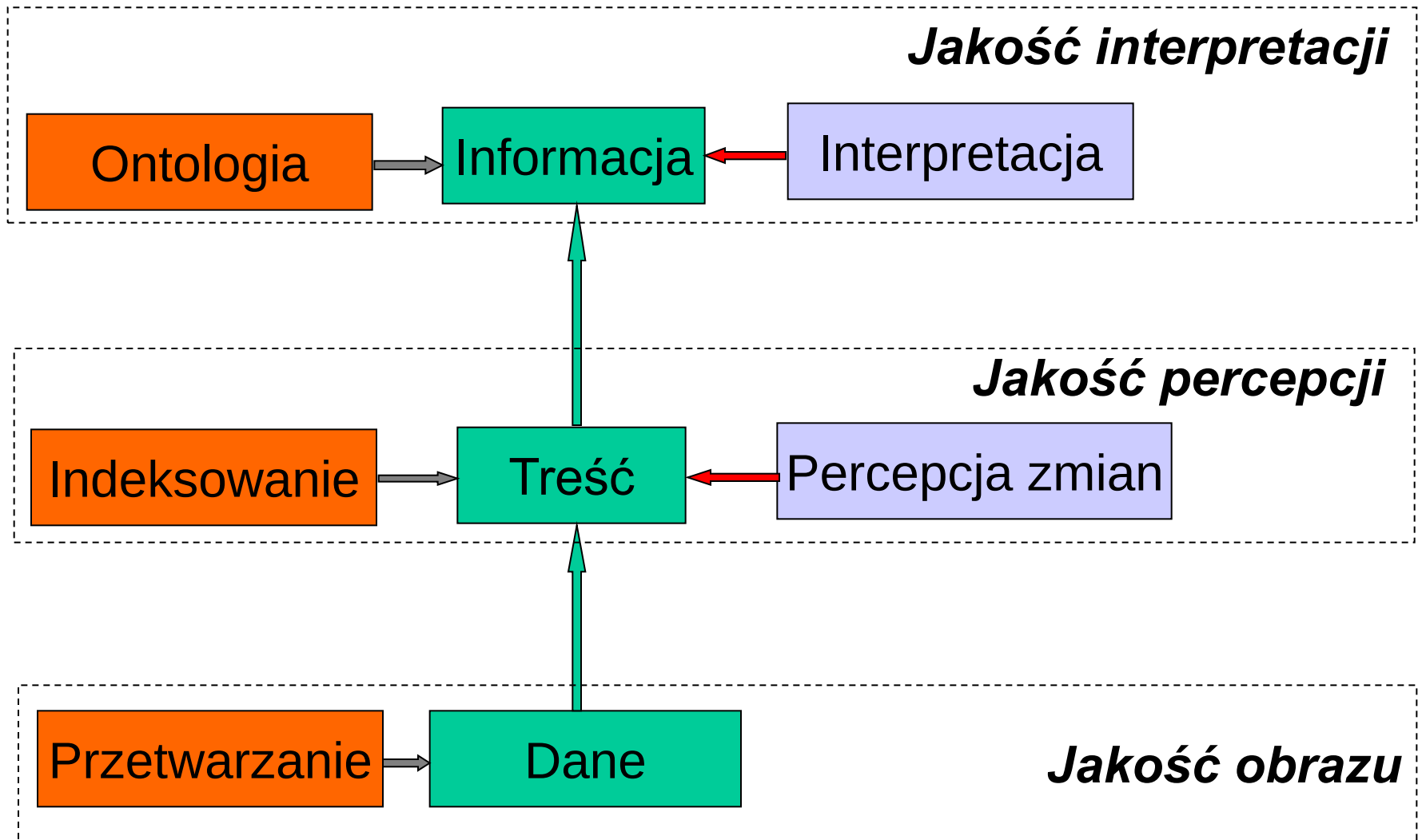
- analiza (segmentacja, ekstrakcja cech, klasyfikacja, rozpoznanie)

obraz $\Rightarrow$ miary, opis numeryczny

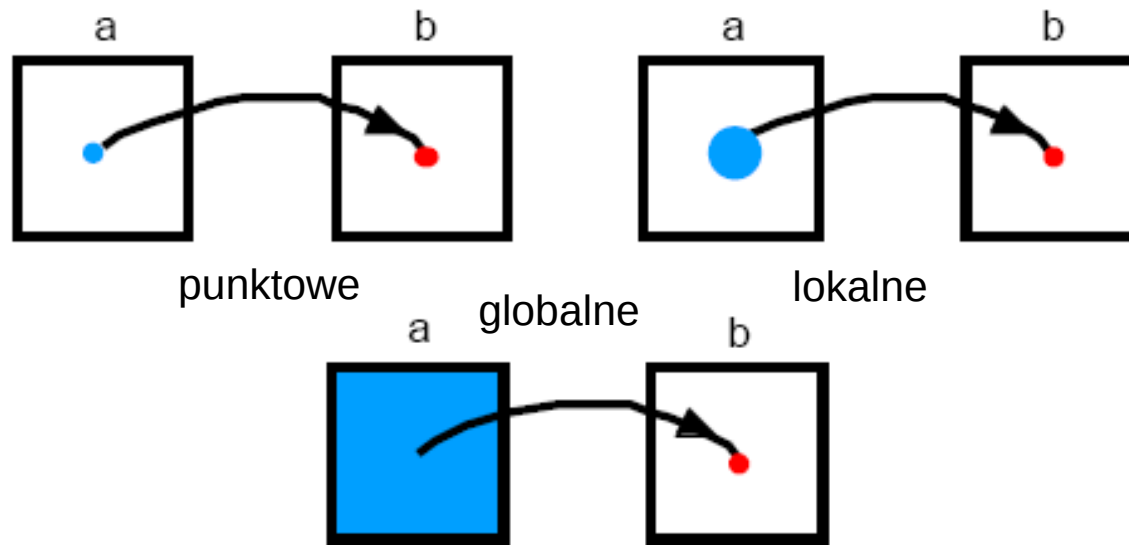
- interpretacja (rozumienie)

obraz $\Rightarrow$ opis wyższego poziomu

Odkrywanie treści, metody i ocena jakości



Miary, operacje na obrazie



Filtracje

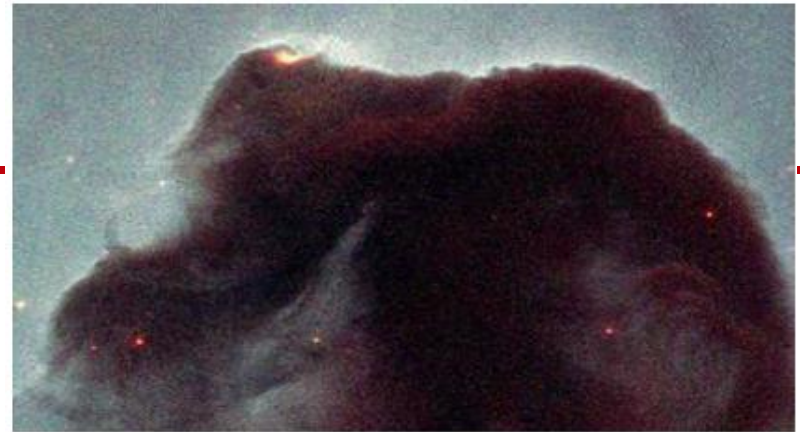
- Mediana w obrębie kontekstu (wartość środkowa)

$$x = x_{\text{median}}, \text{ gdy } F(x) = 1/2$$

- Modalne (wartość najczęstsza)

$$f(x_{\text{mod}}) = \max_{x \in \Omega} \{f(x)\}$$

- Max i Min



Wygładzanie, odszumianie

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

odszumianie

$$y(n,m) = \sum_{i=-r}^r \sum_{j=-r}^r h(i,j) \cdot x(n-i, m-j)$$

splot

f. medianowy



$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

f. uśredniający



Wykrywanie i wyostrzanie krawędzi

► Operatory standardowe

$$\Delta f_x = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \Delta f_y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

► Operatory Robertsza

$$\Delta f_x = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \Delta f_y = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

► Operatory Prewitta

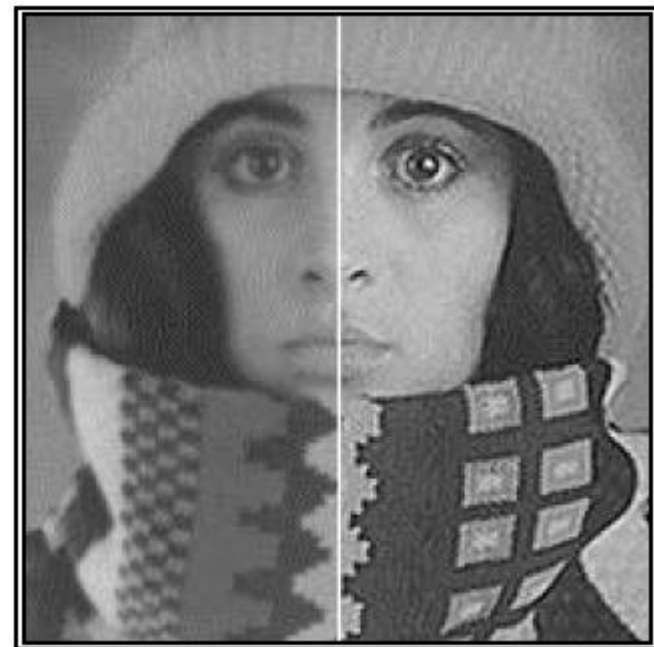
$$\Delta f_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \Delta f_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

► Operatory Sobela

$$\Delta f_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \Delta f_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

f. wyostrzający

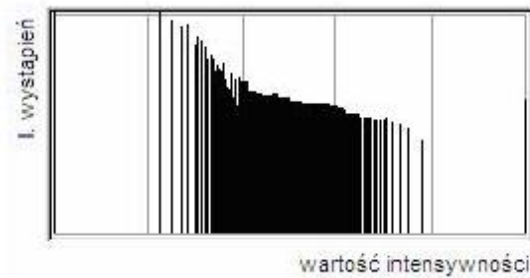
$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



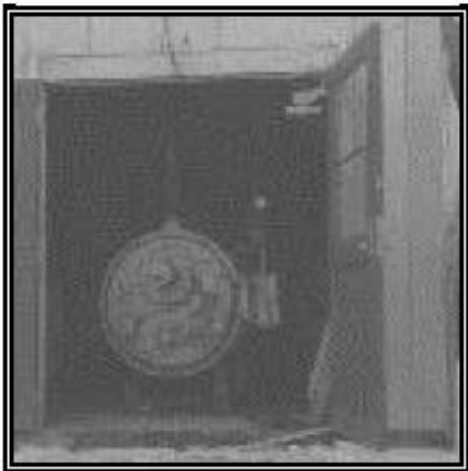
Korekcja histogramu



- Rozciąganie
- Wyrównywanie



Korekcja histogramu –cd.



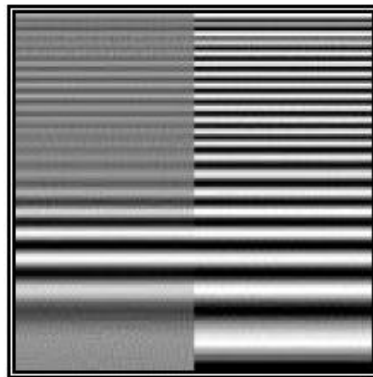
oryginał



rozciąganie histogramu



wyrównanie histogramu



↑ before after ↑



↑ before after ↑

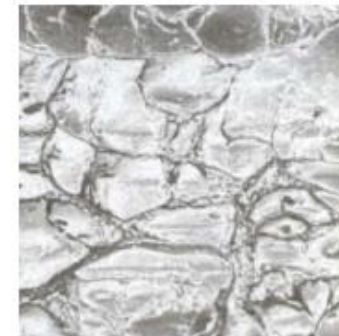
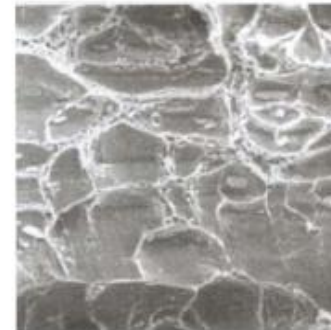
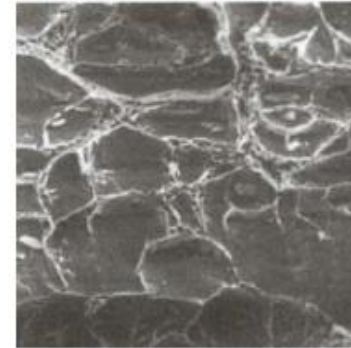
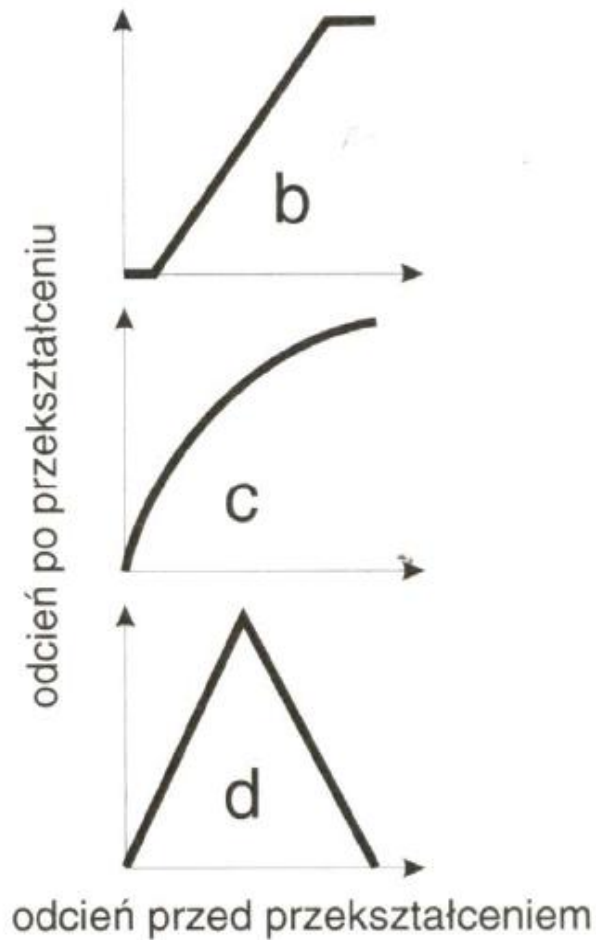


↑ before after ↑

lokalne rozciąganie histogramu

Obróbka obrazów

LUT



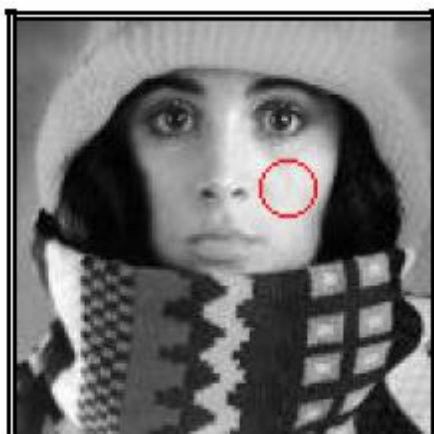
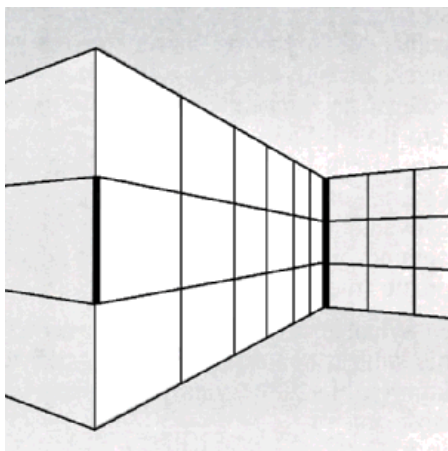
solaryzacja

Wizualizacja



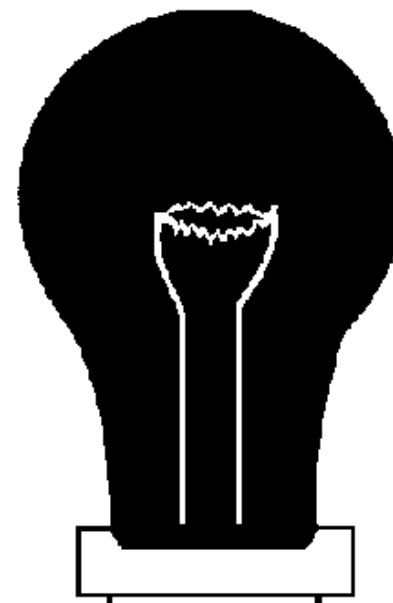
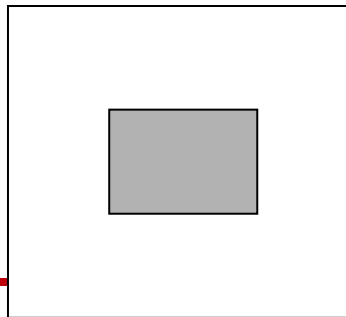
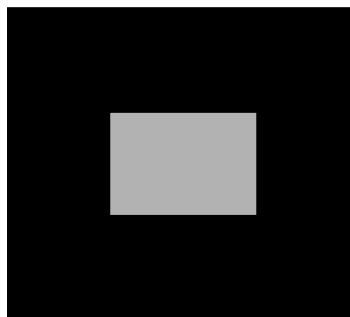
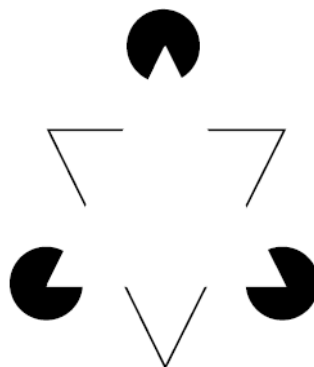
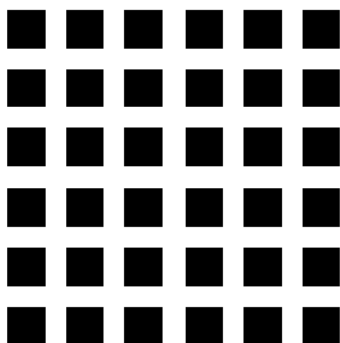
skala liniowa	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
skala logarytmiczna	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

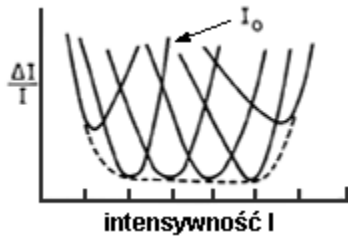
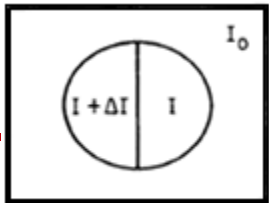
HVS, jakość, wiarygodność



<i>Statistic</i>	<i>Image</i>	<i>ROI</i>
Average	137.7	219.3
Standard Deviation	49.5	4.0
Minimum	56	202
Median	141	220
Maximum	241	226
Mode	62	220
SNR (db)	NA	33.3

iluzje





Czułość kontrastu

0%

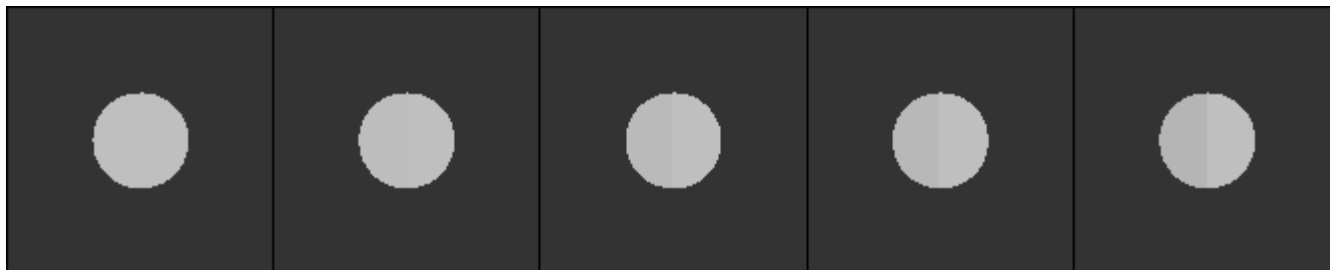
1%

2%

3%

4%

tło różne



*tło jak lewa
połówka*



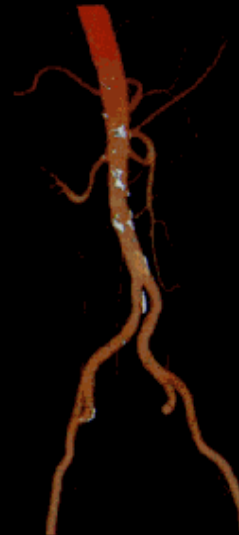
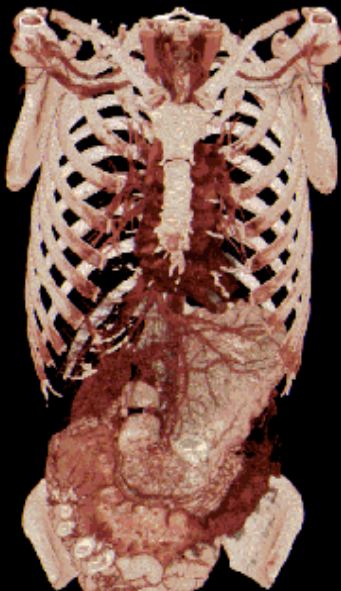
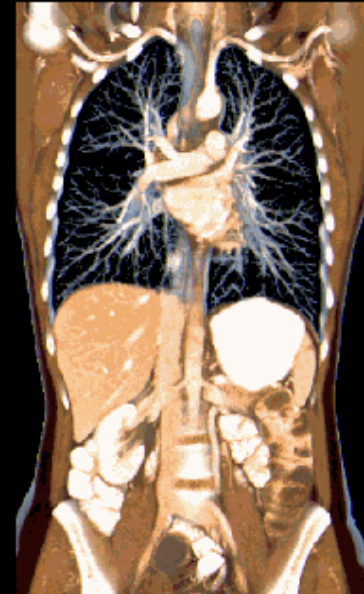
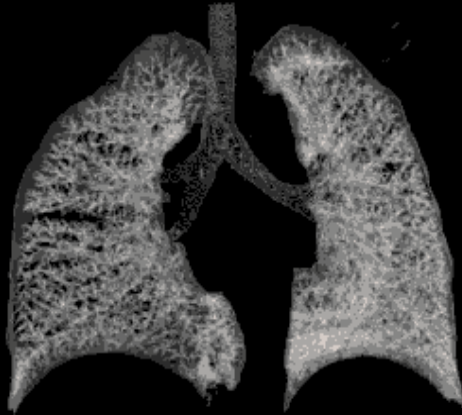
JND 4% (góra) i 2% (dół)



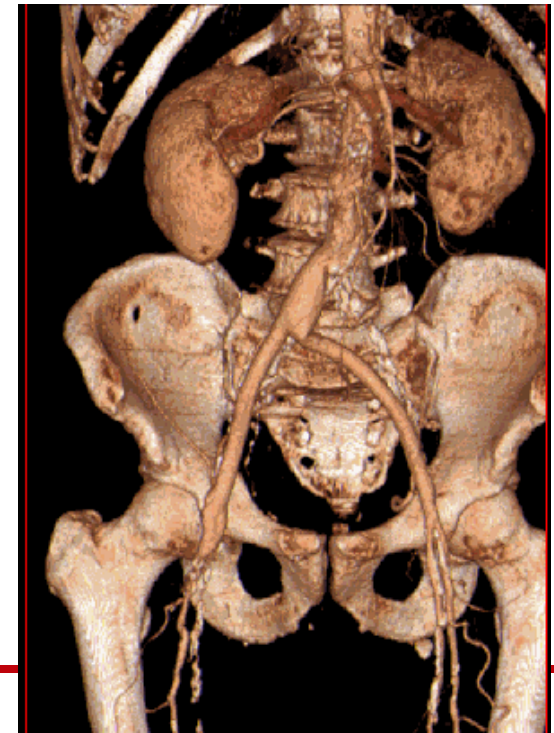
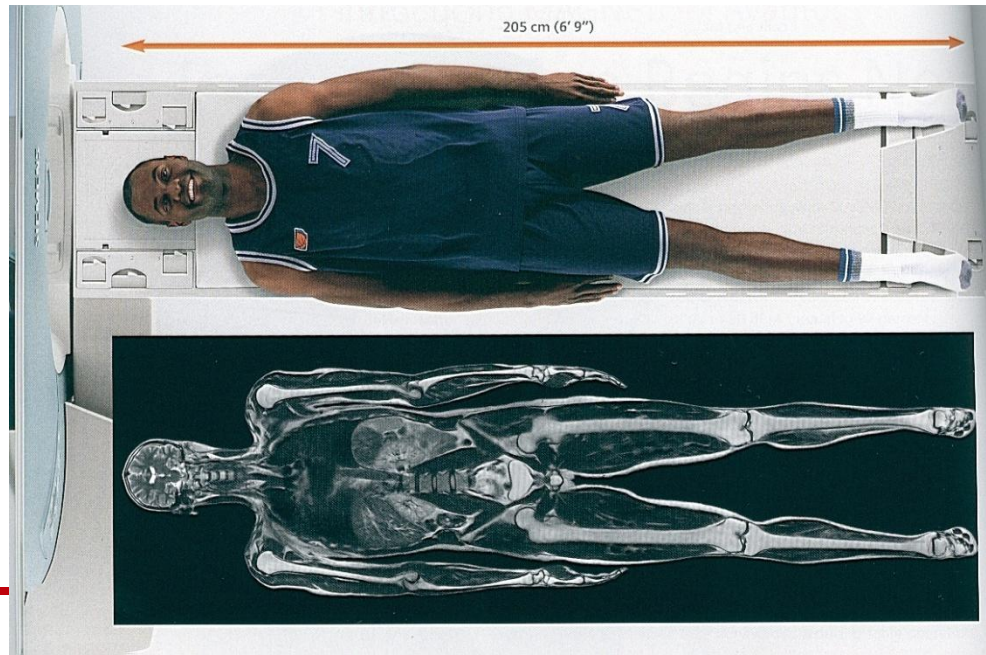
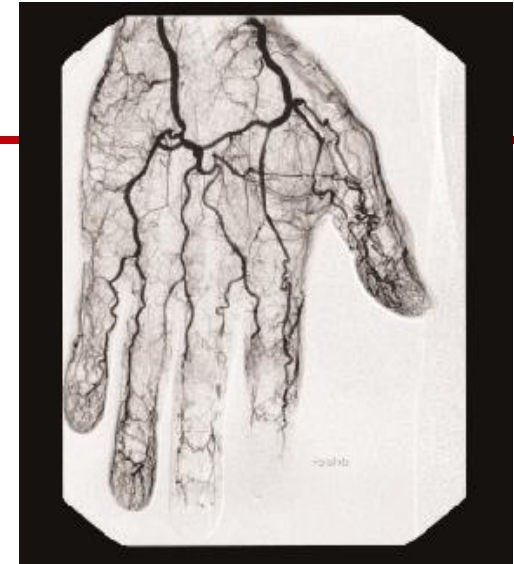
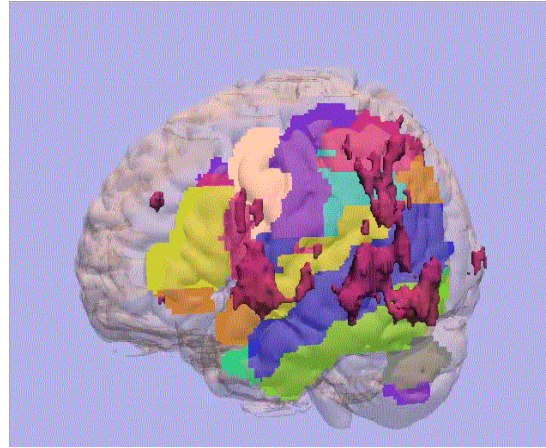
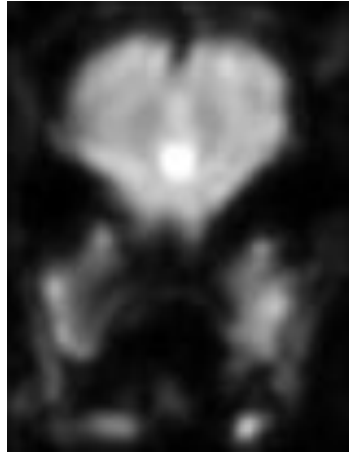
*lewa część jednolitego paska
jaśniejsza od drugiej*

OBRAZY MEDYCZNE - CHARAKTERYSTYKA

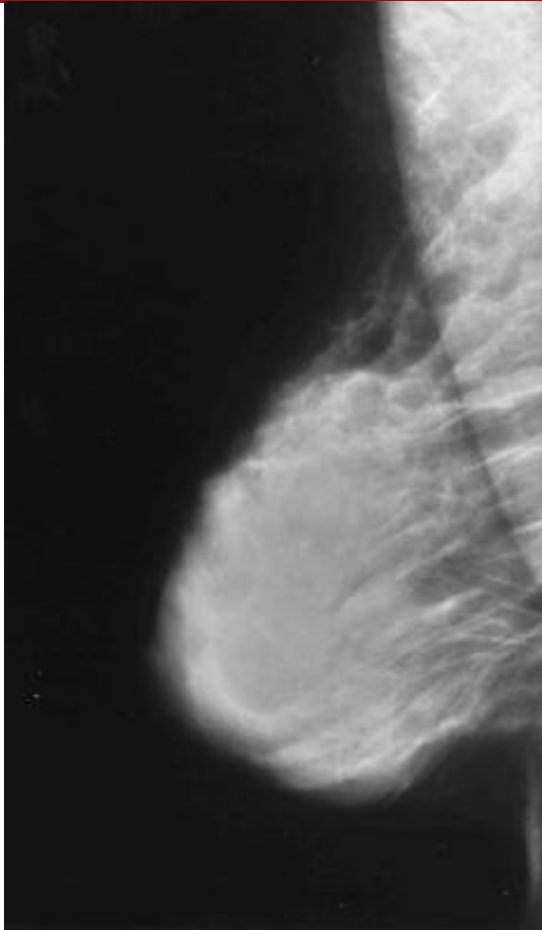
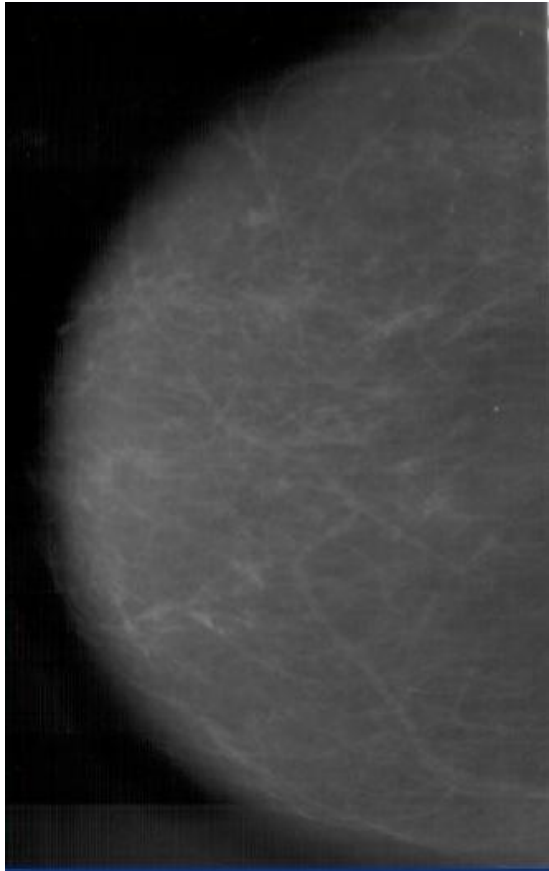
Zachwycający potencjał metod obrazowych



Zaskakujące szczegóły morfologii i funkcji



Mała efektywność (duża zawodność) diagnozy



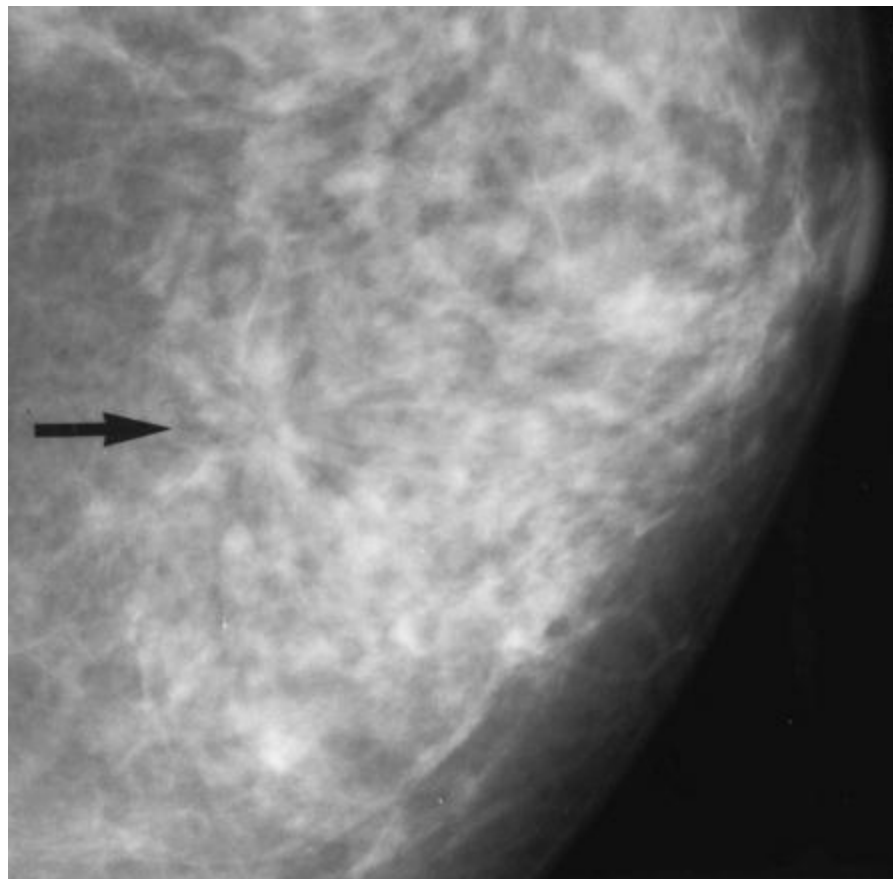
*duże zróżnicowanie właściwości
obrazowanej informacji*

- Poziom przekłamań w diagnozie
 - ~30-40% decyzji FP
 - ~10-30% decyzji FN

➤ **znaczna zmienność interpretacji
mammogramów**

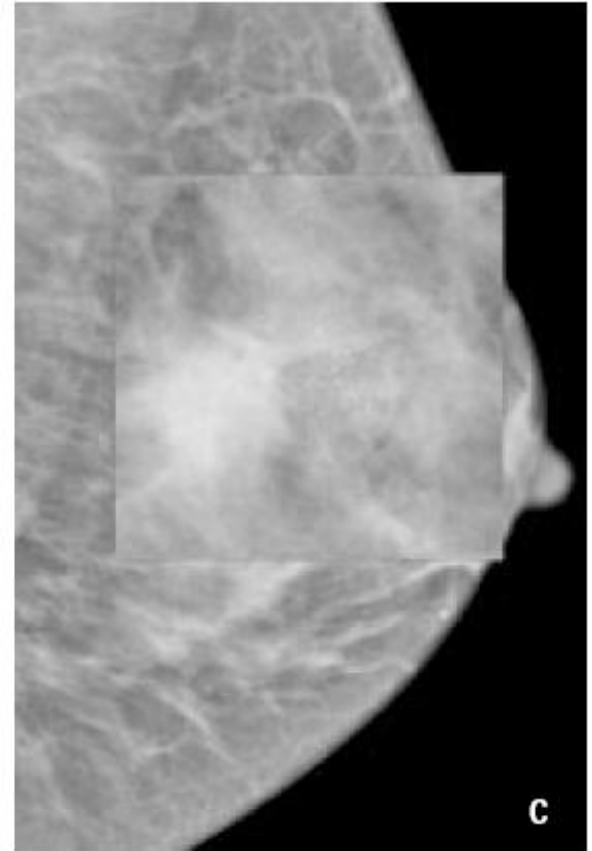
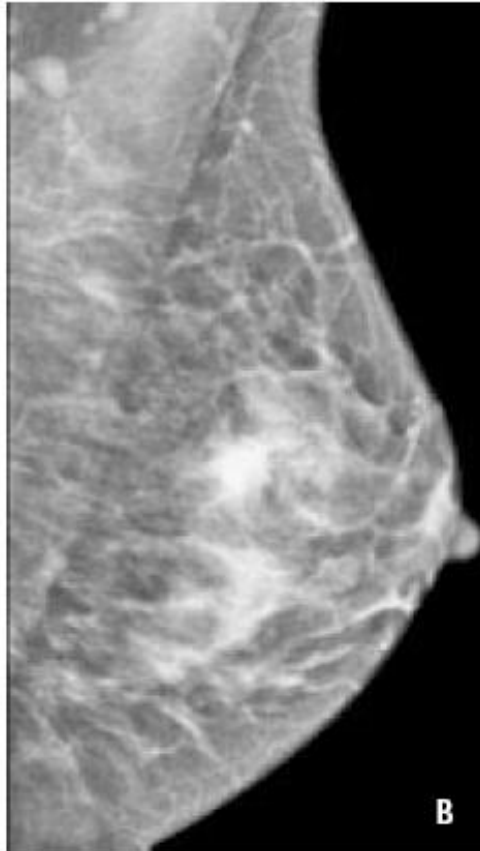
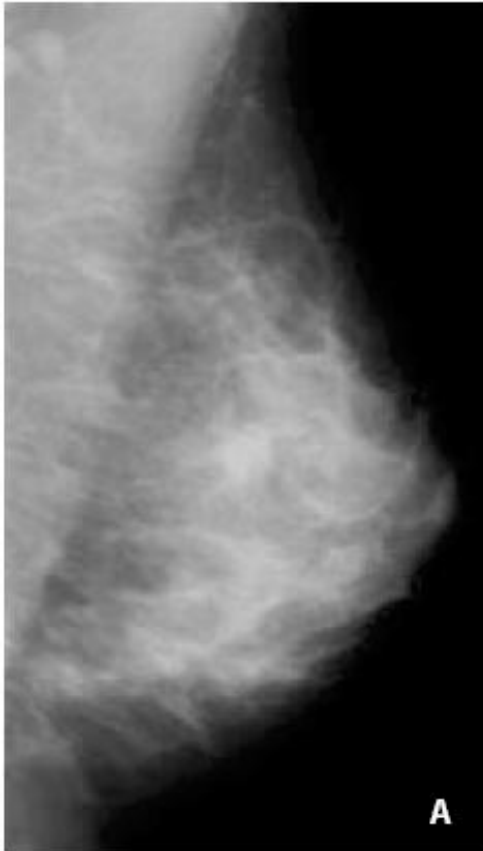
*[Bean et al, 1996], [Kerlikowske et al,
1998], [Berg et al, 2000]*

Inne przypadki (złośliwe zaburzenia architektury)



spikule bez guzka

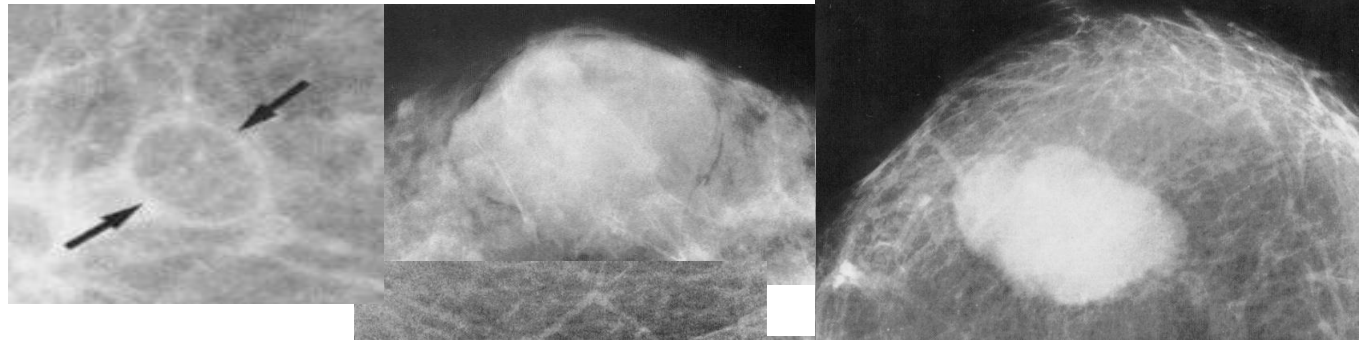
Poprawa jakości



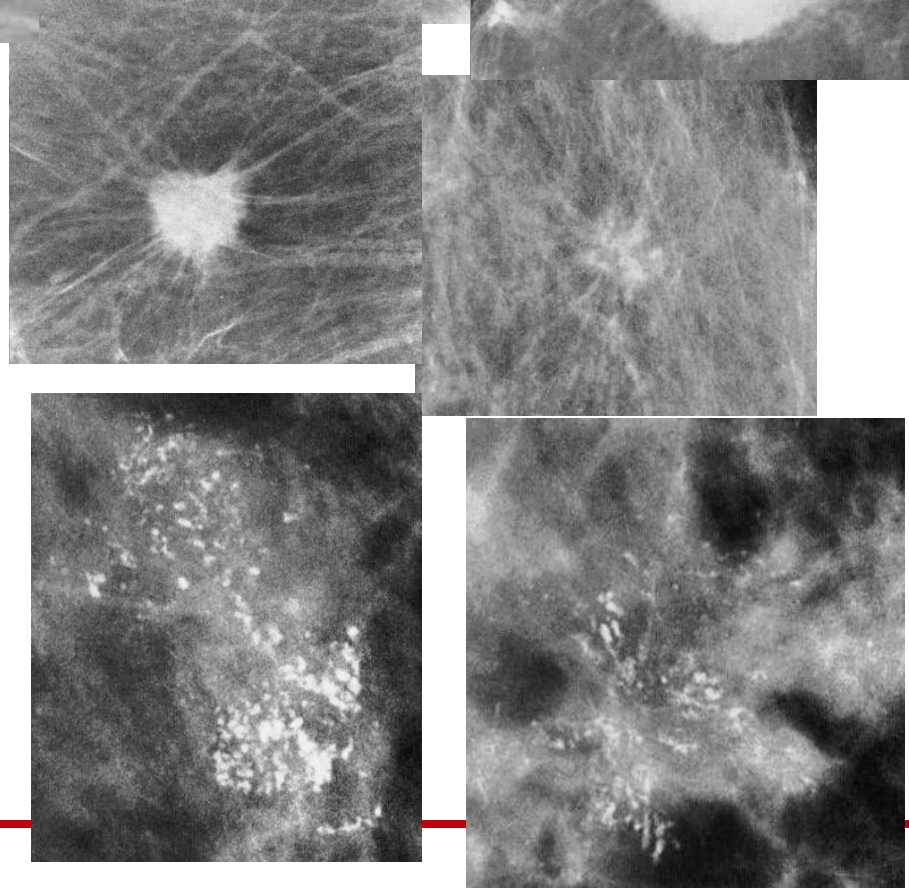
Radiologic Clinics of North
America 40:467-482, 2002

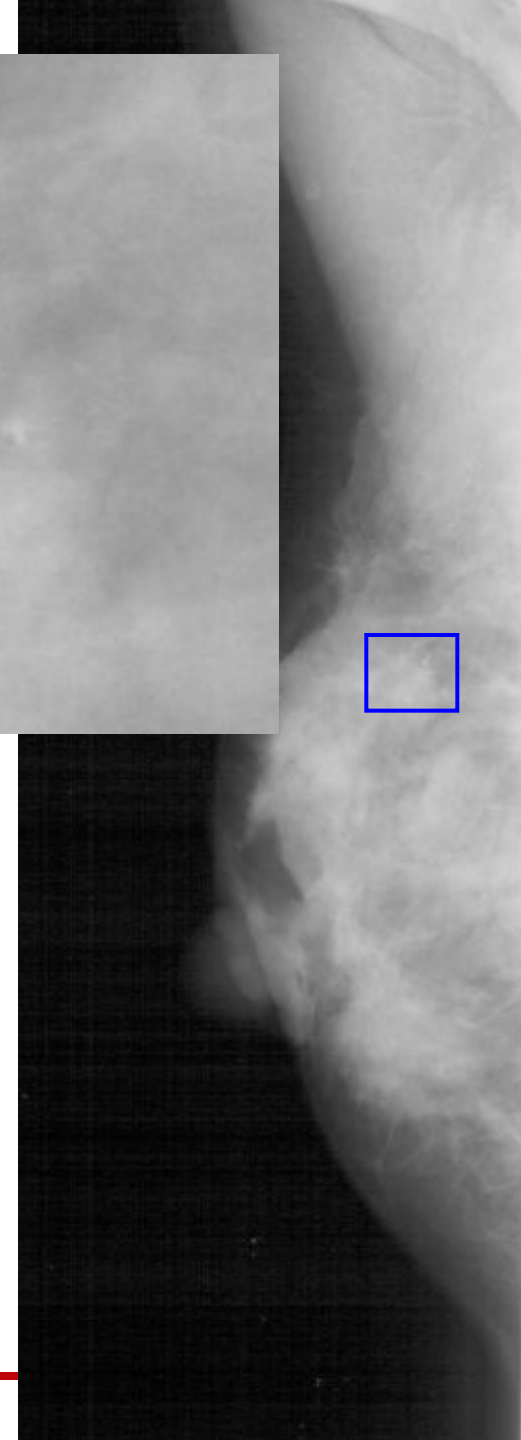
Badania przesiewowe

- Guzy

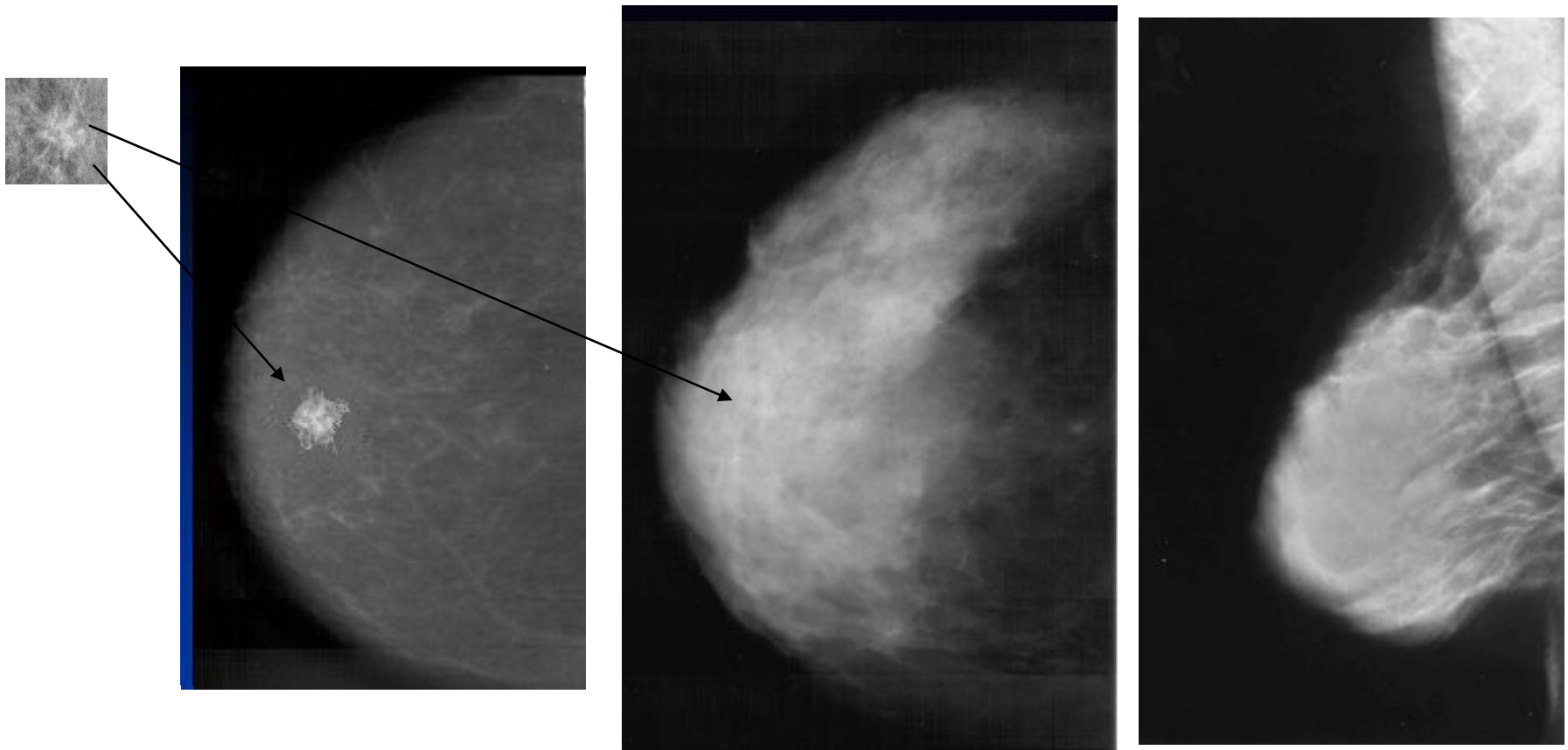


- Mikrozwapnienia





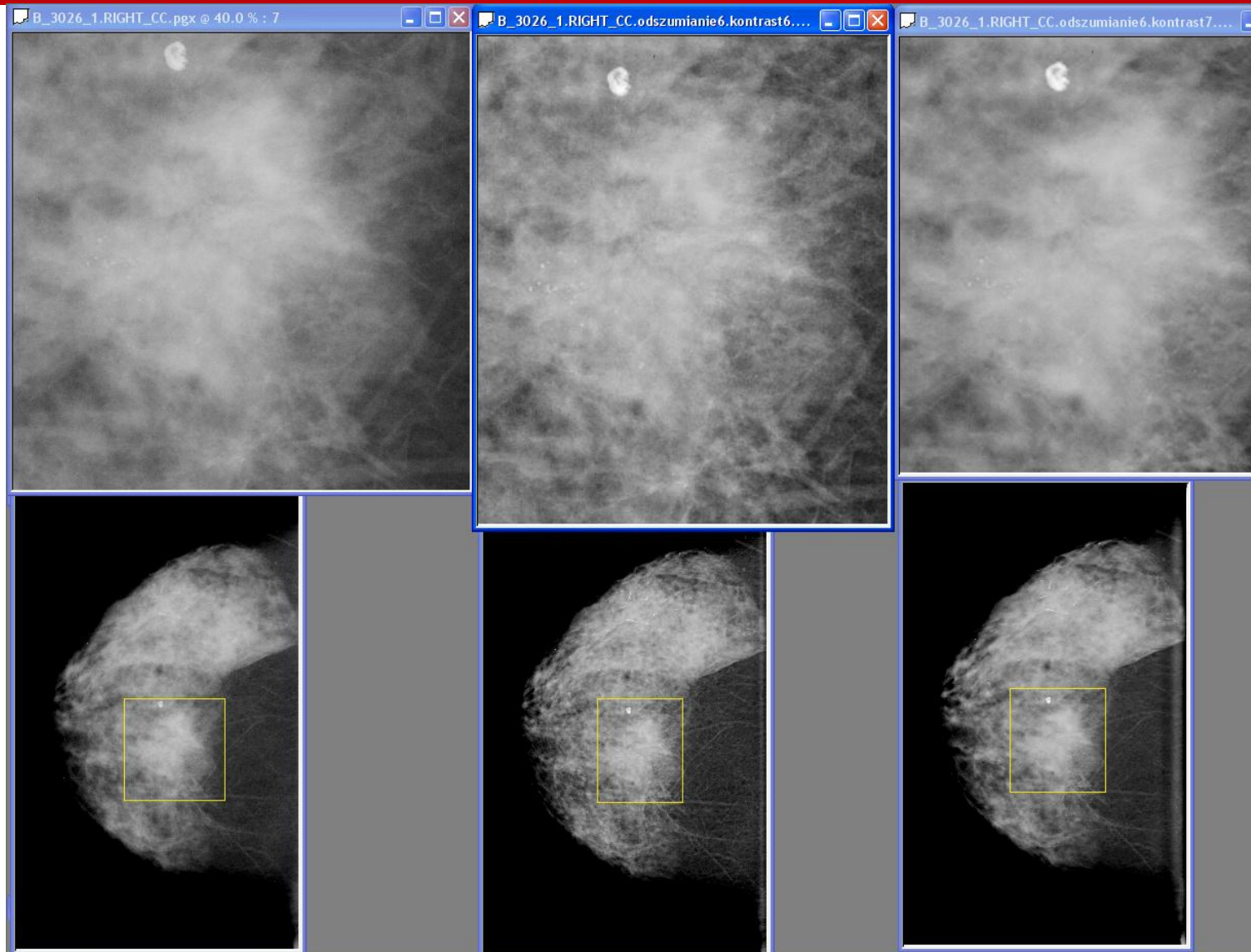
Błędy, bo trudne zadanie



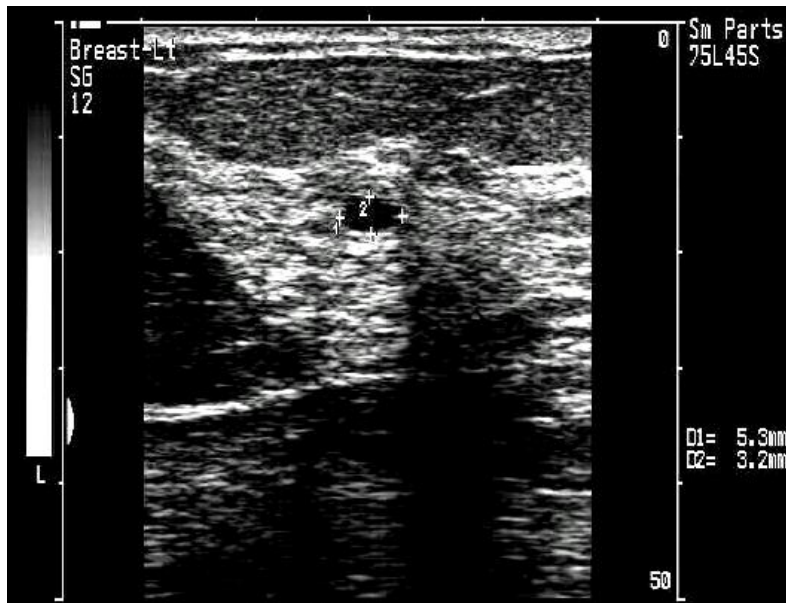
Błędy:

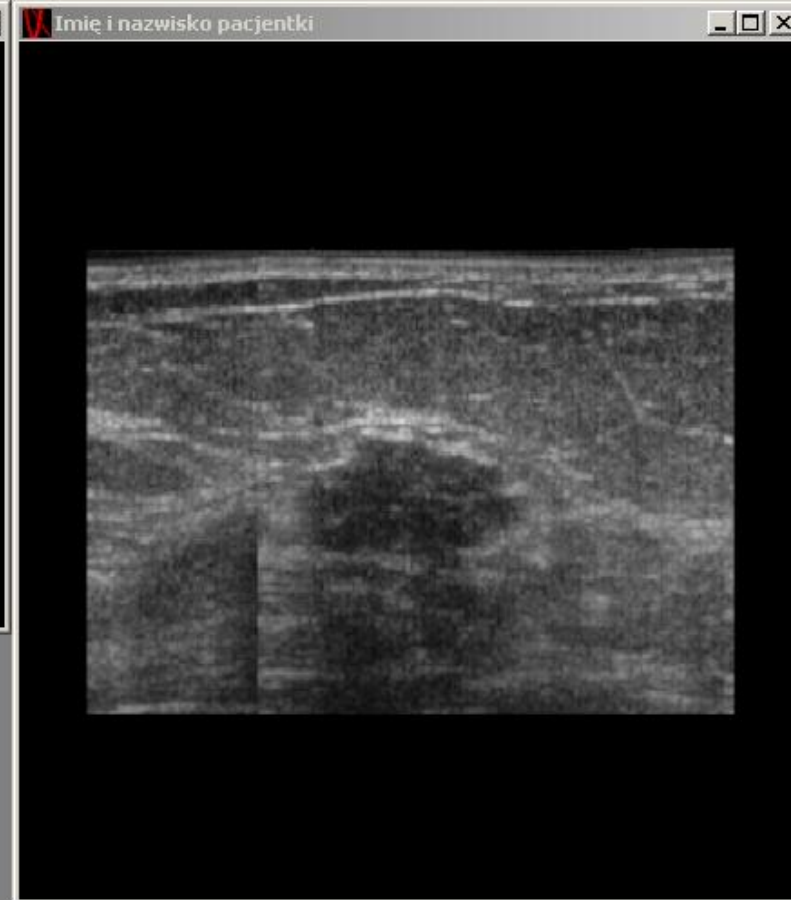
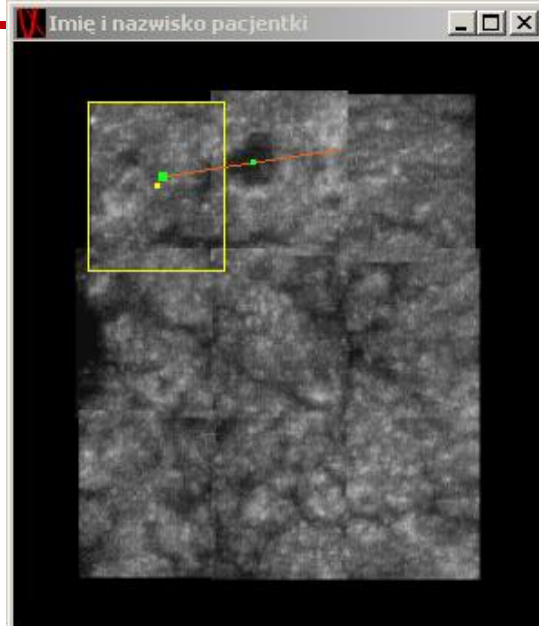
~30-40% fałszywie dodatnie

~10% fałszywie ujemne



Usg sutka





Display settings

Colors

Contrast: 8

Brightness: 26

Gamma: 0

Color map: Gray

Value

☐ Use mean value

☒ Use maximal value

Cutting plane

View

☐ Show labels

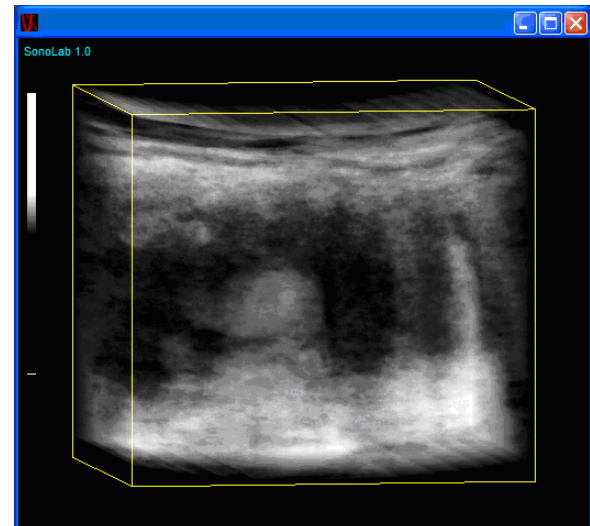
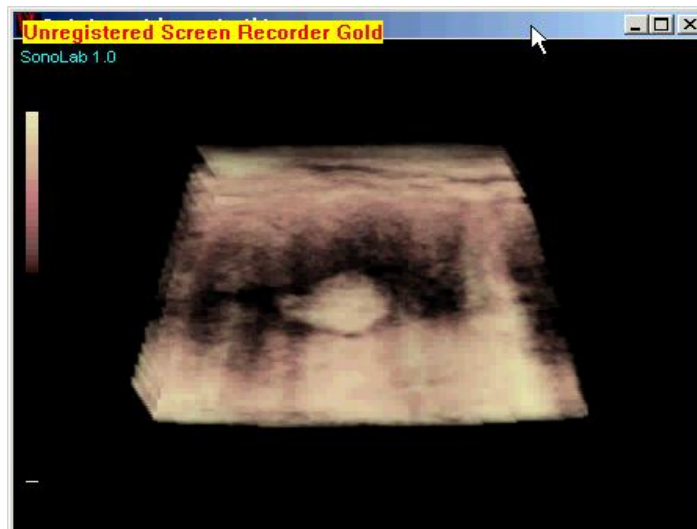
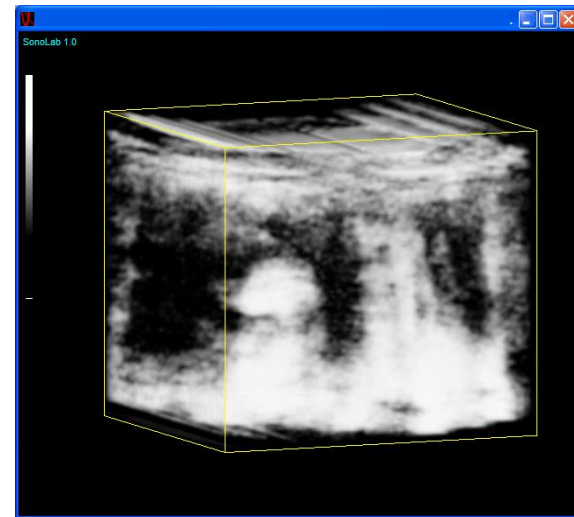
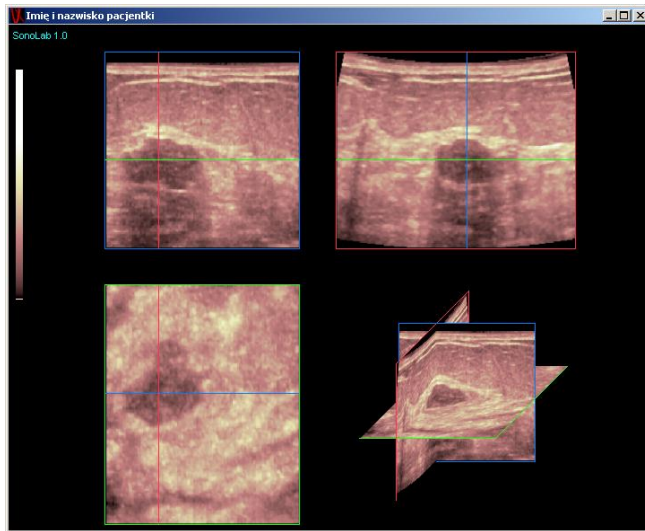
☐ Show longitudinal cross-section

Presets

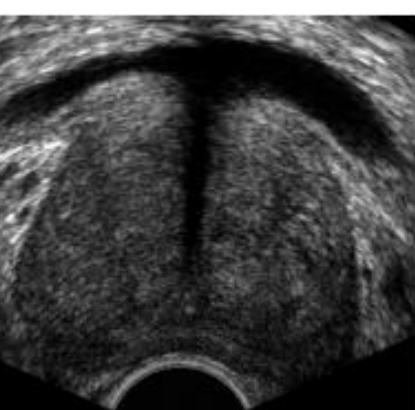
default



Visualize ability



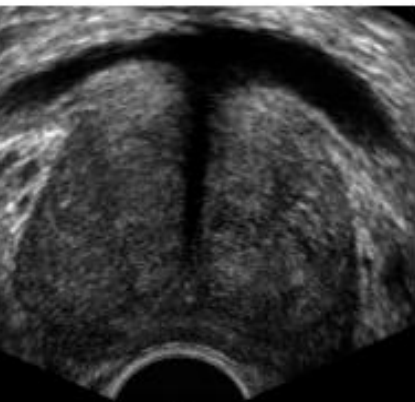
Odszumianie



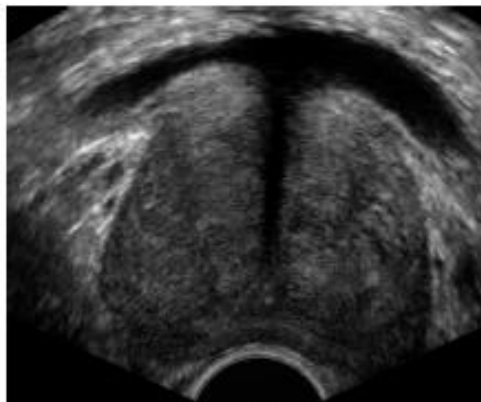
(a)



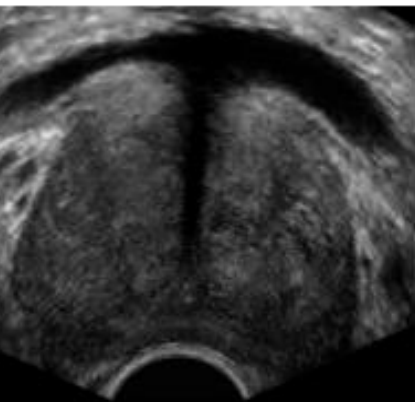
(b)



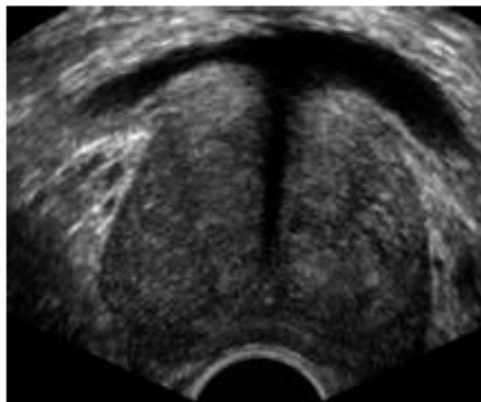
(c)



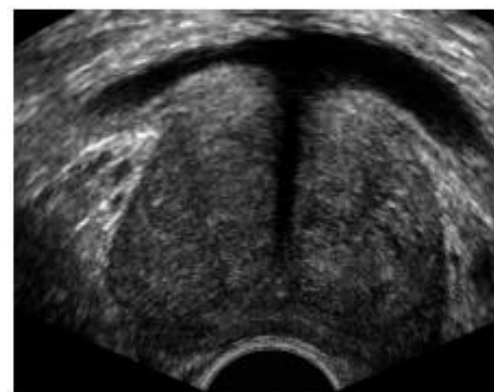
(d)



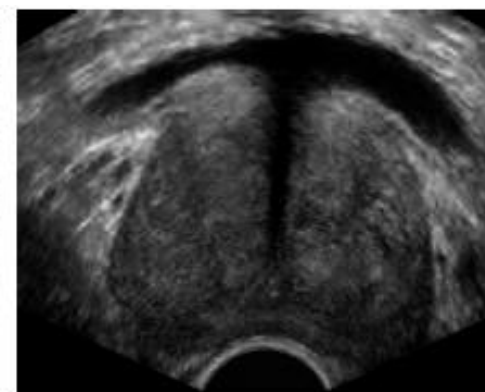
(e)



(f)



progowanie twarde



progowanie miękkie

*Wyniki filtracji przez progowanie
obrazu usg dla 4 poziomów
dekompozycji*

a) obraz oryginalny

b) filtr Wienera

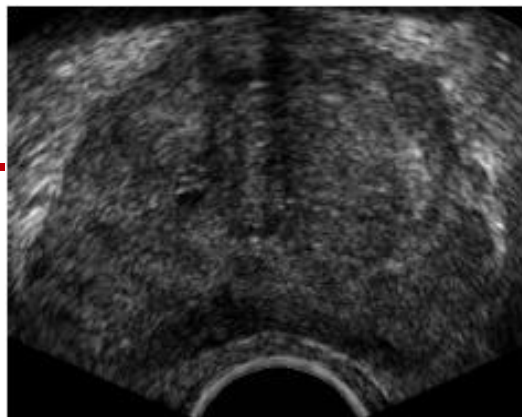
c) próg uniwersalny

d) próg adaptacyjny

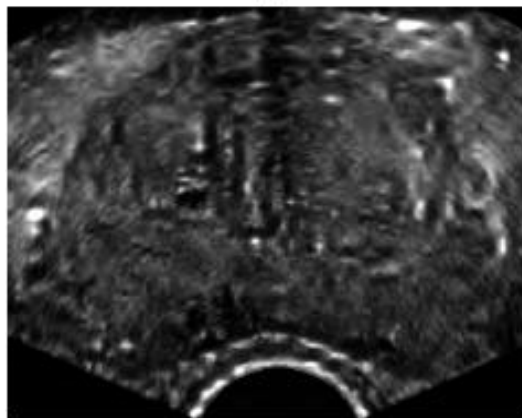
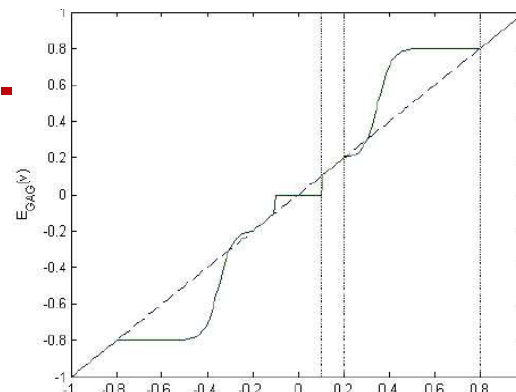
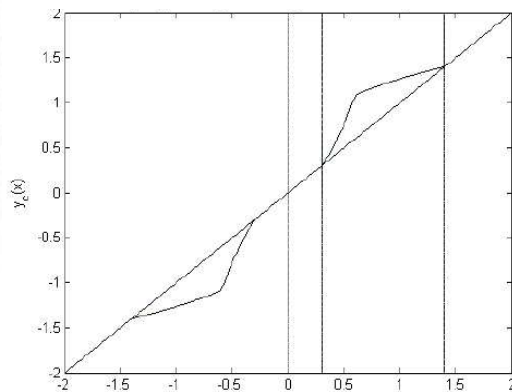
e) zmodyfikowany próg adaptacyjny

f) próg NormalShrink

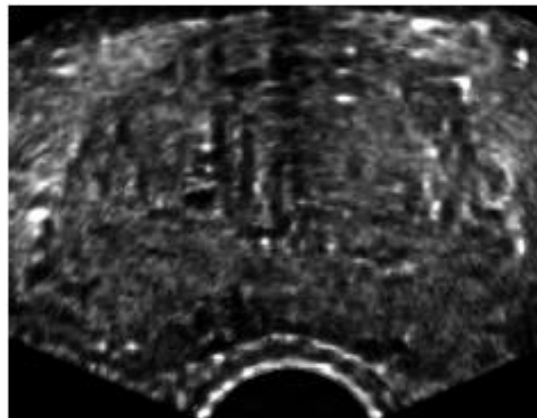
Lokalna poprawa kontrastu



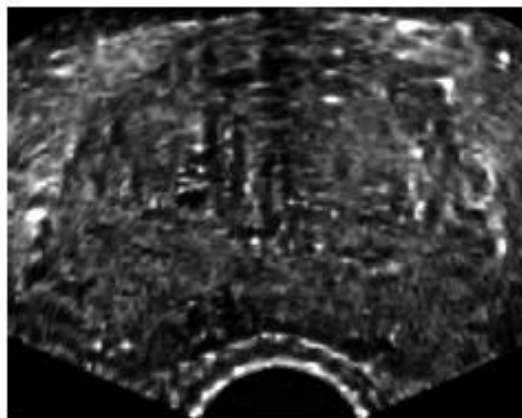
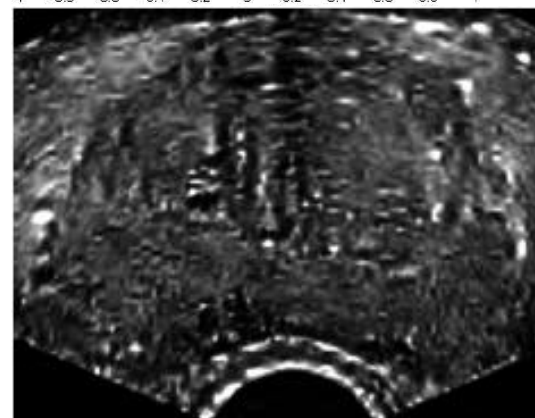
(a)



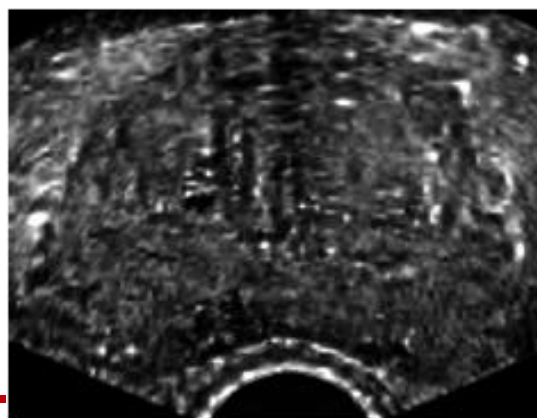
(b)



(c)



(e)



(f)

Porównanie schematów przetwarzania,
 $p = 0.65$

a) obraz oryginalny

b) schemat z dod. filtracją, $Km = 10$

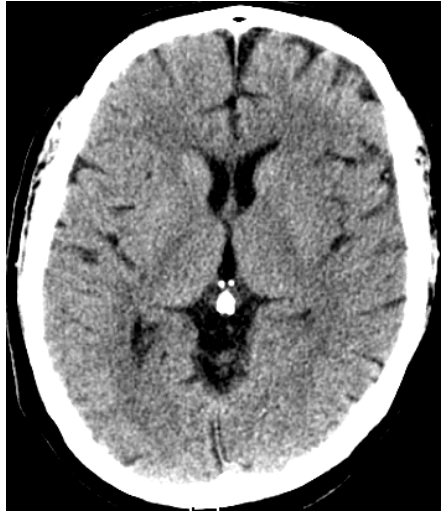
c) schemat bez dod. Filtracji, $Km = 10$

d) $Km = 5$

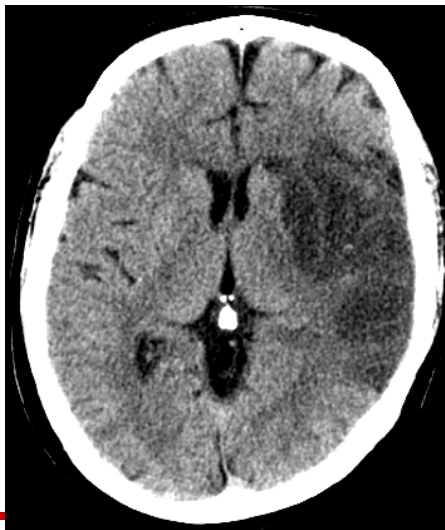
e) $Km = 12$

f) funkcja Uogólnionego Adaptacyjnego
Wzmocnienia $T3=0.75$

Badania TK głowy



11 godzin



4 dni

INTERPRETACJA OBRAZÓW MEDYCZNYCH

Przykład: Interpretacja w mammografii

Dane wstępne (np. z RIS):

- dane pacjenta
- wskazania do badania
- opinia pacjenta
- wcześniejsza historia badań

Zasada: procedura DOD

Radiolog działa według zasady (w uproszczeniu):

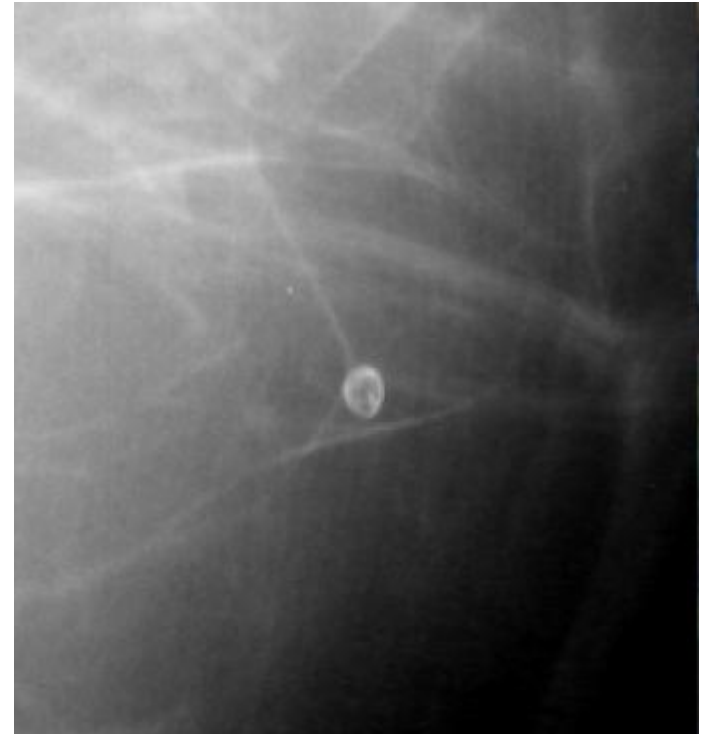
- Detekcja
- Opis
- Diagnoza

Czynniki:

- Wykorzystanie wszelkiej dostępnej informacji
 - Konsultacje
 - Raport
-

Analiza zmiany

- Łagodna
- Złośliwa
 - Lokalizacja w 2 projekcjach
 - Porównanie badaniami wcześniejszymi
- Podejrzenie patologii
 - Lokalizacja w 2 projekcjach
 - Porównanie badaniami wcześniejszymi, przeszukanie historii badań
 - Intensyfikacja analizy
 - Dodatkowe badania



Błędy w radiologii

- 60 lat temu: znaczący poziom błędów rozpowszechniony w radiologicznej interpretacji (Garland49,59)
 - **30%** radiogramów płuc z patologią zostało przeoczonych (fałszywie ujemne)
 - **2%** nadinterpretowano (fałszywie dodatnie)
 - **20%** brak zgodności radiologów

 - Dziś stopa błędu jest zbliżona [Renfrew92, Berlin07]
 - **4%** błędów interpretacji w codziennej praktyce [Siegle98, Borgstede04]

 - Błędy percepcji występują 4 razy częściej od błędów poznawczych (interpretacji) [Kunt89]
 - Błędy przeoczenia występują 5 razy częściej niż błędy nadinterpretacji [Renfrew92]
-

Przyczyny błędów percepcji

■ czynników postrzegania

- zróżnicowanie percepcji pojedynczych zmian przez obserwatorów, powodowanego ograniczeniami i zróżnicowaniem właściwości ludzkiego narządu wzroku
- naturalny subiektywizm oceny
- zmęczenie, znużenie, monotonia, brak koncentracji, ale też rutyna, przyzwyczajenie, brak wystarczającej czujności czy stres
- syndrom "szczęśliwego oka" (ang. happy eye syndrom), kiedy to wykrycie jednej zmiany podejrzanej staje się przyczyną pominięcia innej (maleje czułość wyszukiwania kolejnych zmian)
- specyfika budowy struktury ciała pacjenta, nietypowość przypadku
- brak bardziej formalnego modelu zachowań obserwatora w procesie analizy obrazów, czy ogólniej skutecznych metod obiektywizacji ludzkiego postępowania w tym procesie
- zawinione ludzkie niedopatrzenia, zaniedbania

■ czynników środowiskowych

- techniczne ograniczenia metod obrazowania
 - nienajlepsza organizacja warunków pracy radiologa
-

Przyczyny błędów interpretacji

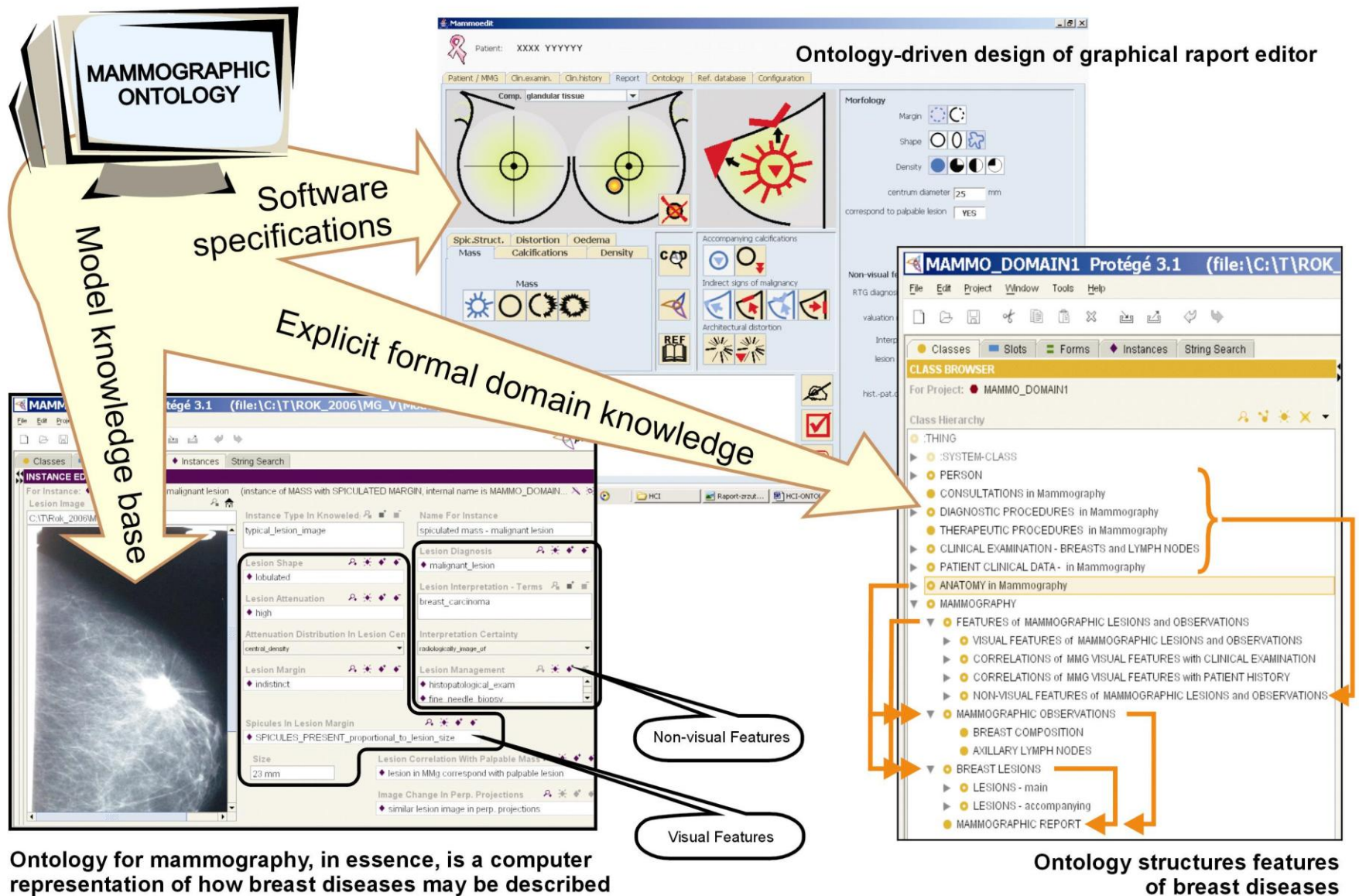
- brak ustalonych wzorców patologii (bardzo zróżnicowane formy manifestacji patologii) oraz norm (nierazko łatwiej określić, co nie jest patologią, niż co jest normą), niejednoznaczne kryteria określania cech patologicznych, względność oceny
 - brak standaryzacji procesu opisu badań, jednolitych kryteriów i sposobów oceny
 - konieczność podjęcia decyzji (brak decyzji jest też decyzją) w warunkach niepewności, różnego typu ograniczeń, w tym czasowych, braku pełnej informacji i jednoznacznych przesłanek, braku możliwości powtórzenia czy konsultacji oceny badania
 - rosnąca liczba informacji wymagającej trudnej i złożonej analizy oraz interpretacji przez obserwatora
-

Metody redukcji błędów

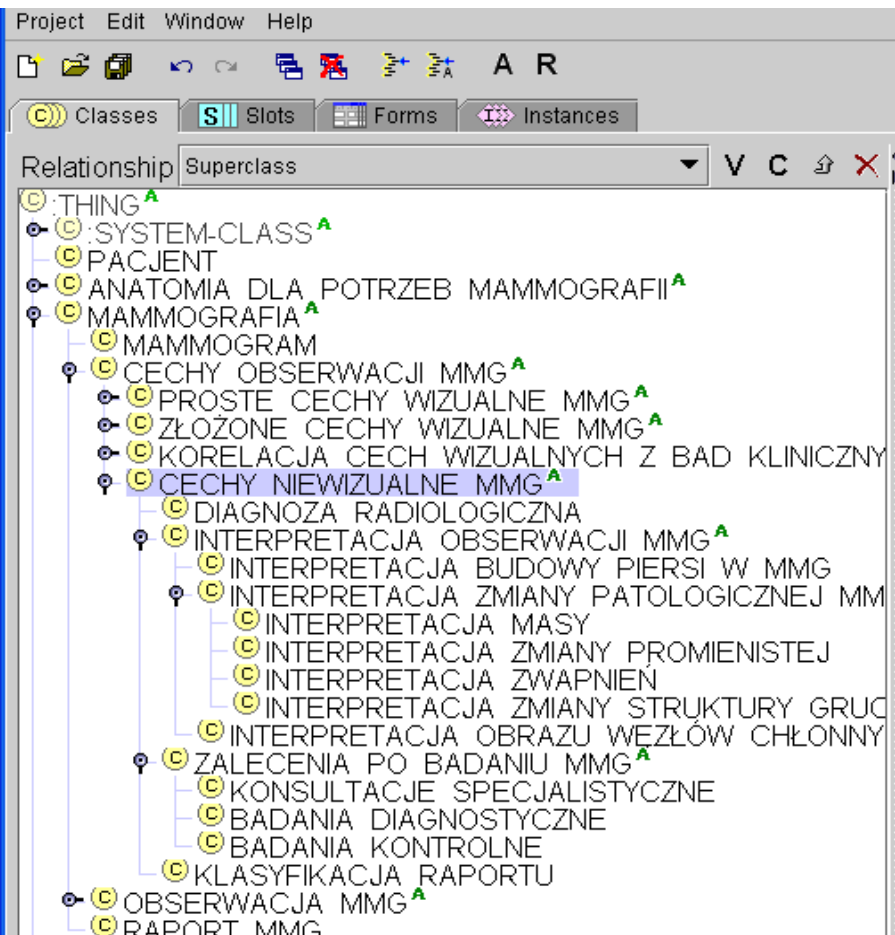
- brak limitów czasowych w interpretacji badań obrazowych
 - interpretacja odpowiedniej liczby badań w danym okresie
 - wykorzystanie pełnej informacji klinicznej
 - wykorzystanie wcześniejszych badań radiologicznych lub raportów z tych badań
 - możliwość dodatkowych konsultacji, w tym telekonsultacji
 - wprowadzenie podwójnej, niezależnej oceny badań
 - szczegółowa analiza różnej kategorii błędów w badaniach retrospektywnych, z wyjaśnianiem i korygowaniem ich przyczyn
 - kontynuacja i doskonalenie edukacji oraz szkoleń
-

OPIŚ TREŚCI - PRZYKŁADY

Koncepcja ontologii mammografii



(2)



Graficzny edytor wykorzystujący ontologię

Pacjent: XXXX YYYYYY

Pacjent / MMG Badanie piersi Historia medyczna Konfiguracja Zdjęcia Raport

Utkanie Guz

Guz

Zmiany towarzyszące

Zwapnienia towarzyszące

Pośrednie oznaki złośliwości

Usuń tę lokalizację

Pacjent: XXXX YYYYYY

Pacjent / MMG Badanie piersi Historia medyczna Konfiguracja Zdjęcia Raport

Utkanie Guz Zmiana spikularna Zwapnienia Zab.architektury Zag.tkanki grucz. Obrzek Węzły pachowe

Guz

Zmiany towarzyszące

Zwapnienia towarzyszące

Pośrednie oznaki złośliwości

Usuń tę lokalizację

Pacjent: XXXX YYYYYY

Pacjent / MMG Badanie piersi Historia medyczna Konfiguracja Zdjęcia Raport

Utkanie Guz Zmiana spikularna Zwapnienia Zab.architektury Zag.tkanki grucz. Obrzek Węzły pachowe

Guz

Zmiany towarzyszące

Zwapnienia towarzyszące

Pośrednie oznaki złośliwości

Usuń tę lokalizację

Morfologia

Zarys

Kształt

Wysycenie

Średnica guza 15 mm

Odpowiada zmianie palpacyjnej TAK

Ocena

Diagnoza RTG: zmiana PODEJRZANA

Interpretacja CA

Pewność: obraz RTG prawdopodobnie odp.

Zalecenia bad histopatologiczne

Start NetBeans IDE 4... Mammoedit Total Commander... Microsoft Word... 21:29

Raporty

RAPORTY_MMG Protégé 2.1.2 (file: D:\New%20Folder\DWA_MODELE\RAPORTY_MMG.pprj, Standard Text Files)

Project Edit Window Help

Classes Slots Forms Instances

Cla: V Displa

RAPORT_SEMINARIUM (type=RAPORT, name=RAPORTY_MMG_Instance_90009)

Asymetria Piersi	Stan Po Przebytych Leczeniach Piersi	PACHA LEWA
		dół pachowy_wolny
		PACHA PRAWA
		dół pachowy_wolny

PIERŚ LEWA Budowa Ogólna	PIERŚ PRAWA Budowa Ogólna
z_przewaga_utkania_tłuszczowego	z_przewaga_utkania_tłuszczowego

PIERŚ LEWA Opis Tkanki Gruczołowej	PIERŚ PRAWA Opis Tkanki Gruczołowej
resztkowa_	resztkowa_

PIERŚ LEWA Opis RTG
bez_zmian_podejrzanych_o_złośliwość_pierś_lewa

PIERŚ PRAWA Opis RTG
KSZTAŁT_owalny_WYSYCENIE_słabe_ZARYSY_dobrze_odgraniczone_DIAGNOZA_zmiana_łagodna_INTERPRETACJA_torbiel
bez_zmian_podejrzanych_o_złośliwość_pierś_prawa

Protokół badań

Mammocdit

Pacjent: XXXX YYYYYY

Pacjent / MMG Badanie piersi Historia medyczna Konfiguracja Zdjęcia Raport

Ukucie gruczołowe

Strukt.Spik. Zaburzenia Obrzek

Guz Zwapnienia Zagęszczenie

Guz

Zwapnienia towarzyszące

Pośrednie oznaki złośliwości

Zaburzenia architektury

Morfologia

Zarys

Kształt

Wysycenie

Średnica centralnej części guza 30 mm

Odpowiada zmianie palpacyjnej TAK

Cechy niewizualne

Diagnoza RTG: zmiłna

Pewność oceny

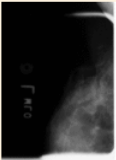
Interpretacja CA

Uchwytność zmiany

Diagnoza hist.-pat.

okno generacji raportu

Wyszukiwanie po zawartości obrazów medycznych



ZU Patient, 45 MMG Mammography
LMLO_P
Utkanie sutków: gruczołowo - tłuszczowe
Kwadrant: KGZ
Wielkość (centrum / wypustki): 24 x 17
Morfologia: zaburzenie architektury ? + gruczk ?
Mikrozwapnienia: -
Skóra / brodawka: +/-
Węzły: -
Klinicznie: T2 N1 M0
Histopatologia: 3 x 2 x 2,5 cm prawdopodobnie nacieka mięsień
Carcinoma ductale invasium BII
Węzły 12/12 śr 0,3-1,0

W bazie od: 03/31/2004 02:13:13, pochodzenie: ROIS
[Find similar in this collection...](#)



ZU Patient, 45 MMG Mammography
LMLO
Utkanie sutków: gruczołowo - tłuszczowe
Kwadrant: KGZ
Wielkość (centrum / wypustki): 24 x 17
Morfologia: zaburzenie architektury ? + gruczk ?
Mikrozwapnienia: -
Skóra / brodawka: +/-
Węzły: -
Klinicznie: T2 N1 M0
Histopatologia: 3 x 2 x 2,5 cm prawdopodobnie nacieka mięsień
Carcinoma ductale invasium BII
Węzły 12/12 śr 0,3-1,0

W bazie od: 03/31/2004 02:15:17, pochodzenie: ROIS

Select parameters for retrieval process.

Classifier options:

Metric: SIMILARITY = (1-distance)^{1/Y} Results no.: 10

☒ Euclidean ☐ Linear (g=1)

☐ Manhattan ☐ Increased selectivity (g=0.5)

☐ Correlation ☒ High selectivity (g=0.1)

☐ Tanimoto ☐ Paranoid selectivity (g=0.01)

Indexing parameters:

Decomposition levels (resolution):	Wavelet bands:	Statistics:
☒ All	☒ All	☒ MEAN
☒ 0 (low)	☒ Approximation	☒ VAR
☐ 1 (worse)	☐ Vertical details	☐ STDDEV
☐ 2 (medium)	☐ Horizontal details	☐ AVGDEV
☐ 3 (better)	☐ Both direction details	☐ SKEW
☐ 4 (high)		☐ KURT
		☐ ENTR

☐ Exclude current patient's images from retrieval

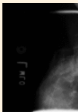
Similarity: 62.35%

PJ Patient, age:81. MMG Mammography
Utkanie sutków: tłuszczowe
Inne:
USG
Echogeniczność (cień / cienie boczne): niejednorodny +/-
Wielkość (centrum / odczyn): 30 / 45
Morfologia: lity nieregularny policykliczny
Powięź: + + skóra
MMG
Kwadrant: KGZ (9 odległość od brodawki 9)
Wielkość (centrum / wypustki) [mm]: 22 / 50
Morfologia: spikularny
Mikrozwapnienia: -
Skóra / brodawka: +/-
Węzły: -
451 / 98 T2 N0 M0
BAC: cell ca
Histopatologia: ca ductale invasium B-II
Szaro-krem, nieregularny 2.5 x 1.5 x 2
1.5 od skóry, 1 cm od powięzi, 18 węzłów 1 do 3 cm - bz
Klinicznie: śr 3 słabo ograniczony, ruchomy skóra bz, w pasze węzeł śr 1

W bazie od: 04/03/2004 14:33:34, pochodzenie: rois
[Find similar in Mammography collection...](#)

Similarity: 60.82%

PB Patient, age:71. MMG Mammography
Utkanie sutków: tłuszczowe
Inne: 2 ogniska ?
Kwadrant: KGZ
Wielkość (centrum / wypustki) [mm]: 7 x 9 / 15



ZU Patient, 45 MMG Mammography
LMLO_P
Utkanie sutków: gruczołowo - tłuszczowe
Kwadrant: KGZ
Wielkość (centrum / wypustki): 24 x 17
Morfologia: zaburzenie architektury ? + gruczk ?
Mikrozwapnienia: -
Skóra / brodawka: +/-
Węzły: -
Klinicznie: T2 N1 M0
Histopatologia: 3 x 2 x 2,5 cm prawdopodobnie nacieka mięsień
Carcinoma ductale invasium BII
Węzły 12/12 śr 0,3-1,0

W bazie od: 03/31/2004 02:13:13, pochodzenie: ROIS
[Find similar in this collection...](#)



ZU Patient, 45 MMG Mammography
LMLO
Utkanie sutków: gruczołowo - tłuszczowe
Kwadrant: KGZ
Wielkość (centrum / wypustki): 24 x 17
Morfologia: zaburzenie architektury ? + gruczk ?
Mikrozwapnienia: -
Skóra / brodawka: +/-
Węzły: -
Klinicznie: T2 N1 M0
Histopatologia: 3 x 2 x 2,5 cm prawdopodobnie nacieka mięsień
Carcinoma ductale invasium BII
Węzły 12/12 śr 0,3-1,0

W bazie od: 03/31/2004 02:15:17, pochodzenie: ROIS
[Find similar in this collection...](#)

SEARCH

Interfejsy indeksowania w dziedzinie falek