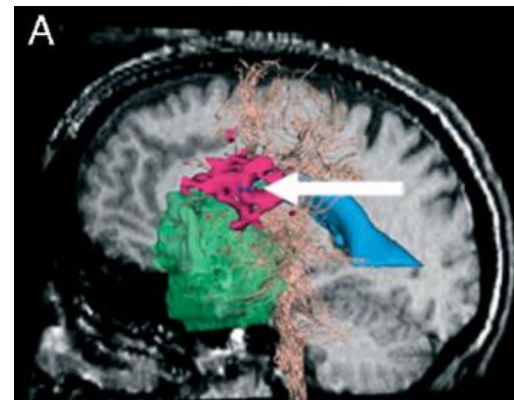
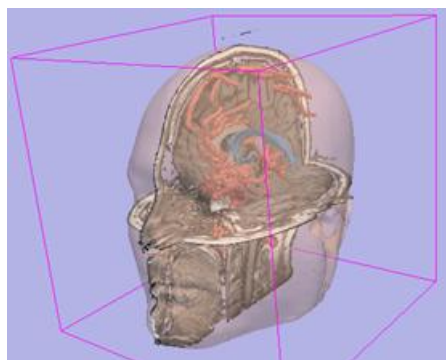


Może to?

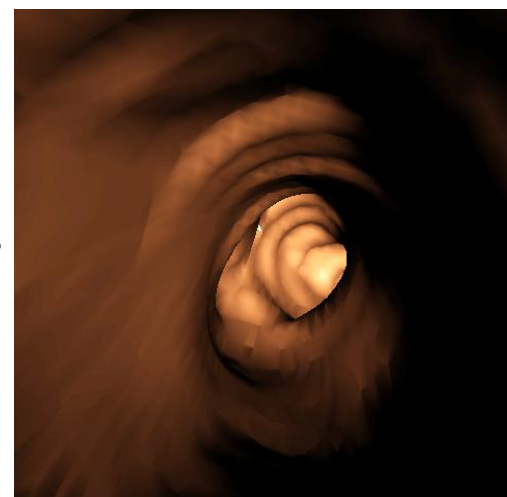


SZTUCZNA INTELIGENCJA

przygotował ze źródeł własnych i internetowych
oraz Teresy Podsiadły-Marczykowskiej i Anny Wróblewskiej
Artur Przelaskowski



Może tam?



**METODY OBIEKTYWIZACJI
LUDZKIEJ INTELIGENCJI
- PRZYKŁAD MEDYCZNY**

Metody obiektywizacji

- Medycyna bazująca na dowodach i modelach
- Leksykon BI-RADS
- Ontologie
- Standaryzowane protokoły
- Referencyjne bazy danych
- Telediagnoza
- IHE
- Radiografia cyfrowa
- Inteligencja obliczeniowa
- ...

Leksykon BI-RADS

What is BI-RADS?

BI-RADS on the internet

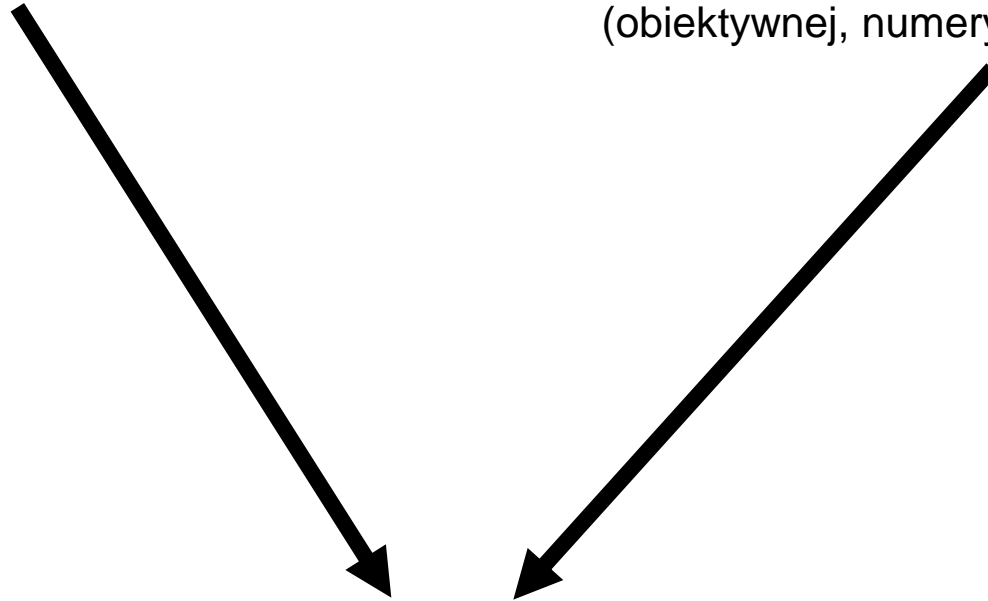
- The American College of Radiology (ACR) Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS®) is the product of a collaborative effort between members of various committees of the American College of Radiology with cooperation from the National Cancer Institute, the Centers for Disease Control and Prevention, the Food and Drug Administration, the American Medical Association, the American College of Surgeons, and the College of American Pathologists
- BI-RADS is a quality assurance tool designed to standardize mammography reporting, reduce confusion in breast imaging interpretations, and facilitate outcome monitoring.
- Key elements: a lexicon of standardized terminology, a reporting organization and assessment structure, a coding system and a data collection structure
- Results are communicated to the referring physician in a clear fashion with a final assessment that indicates a specific course of action.
- Results are compiled in a standardized manner that permits the maintenance and collection analysis of demographic, mammographic and outcome data.
- Through a medical audit and outcome monitoring, the system provides important peer review and quality assurance data to improve the quality of patient care.
- The text version of BI-RADS is available on the website of the American College of Radiology (ACR)

Podstawy ontologii (bardzo trudne w realizacji)

systematyzacja i objaśnienia struktury
wiedzy wybranego obszaru medycyny

współdzielenie subiektywnej wiedzy
ludzkiej oraz komputerowej

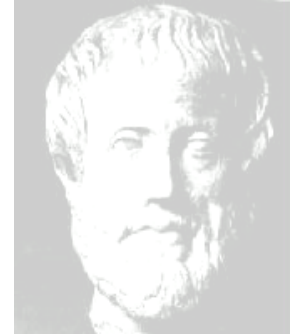
(obiektywnej, numerycznej, unormowanej)



ONTOLOGIA

ONTOLOGIA (pojęcie)

➤ Termin ontologia (z greckiego ontos- byt, logos- słowo) wywodzi się z filozofii. Wprowadzony w XVII w przez niemieckich filozofów Clauberg'a i Wolf'a oznaczał zamiennie wraz ze swoją starszą nazwą „metafizyka” arystotelesowską teorię bytu



➤ Rozważania na temat ontologii przewijają się też przez prace takich filozofów jak: Gottfried Leibnitz, Immanuel Kant, Bernard Bolzano, Franz Brentano

➤ Słownik Webstera definiuje ontologię jako "dziedzinę metafizyki, związaną z badaniem, wyjaśnianiem natury, kluczowych właściwości oraz relacji rządzących wszelakimi bytami bądź głównych zasad i przyczyn bytu

ONTOLOGIA – definicja uwspółcześniona

**jednoznaczna
definicja pojęć**

**abstrakcyjny model zjawisk w ograniczonym
wycinku rzeczywistości, otrzymany przez
identyfikację istotnych pojęć z wybranej
dziedziny i ich atrybutów**

Formalna specyfikacja wspólnej warstwy pojęciowej

**w postaci czytelnej dla
maszyny**

[Gruber T, 1993]

współdzielenie wiedzy

Dokładny opis rzeczy i ich wzajemnej relacji

ETAPY BUDOWY MODELU

- **Cel ontologii**
- **Akwizycja wiedzy**
- **Budowa ontologii**
 - **Identyfikacja klas i atrybutów**
 - **Struktura i definicje klas**
 - **Ograniczenia atrybutów klas**
 - **Aksjomaty**
 - **Instancje klas**
- **Ocena wyników**
- **Wdrożenie**
- **Utrzymanie, rozwój**

Narzędzia, czyli EDYTORZY ONTOLOGII

Table 1. Ontology editor survey results - Microsoft Internet Explorer

Return to: [Ontology Building: A Survey of Editing Tools](#)

Table 1. Ontology editor survey results

Tool	Version	Release Date	Source	Modeling Features/Limitations	Base Language
The software tool for editing ontologies	Identifier of latest software release	The date latest version became available	The organization producing or supplying the software tool	The representational and logical qualities that can be expressed in the built ontology	The native or primary language used to encode ontology
Apollo	1.0 beta 5	9/20/02	Knowledge Media Institute of Open University (UK)	Classes with slots plus relations; functions; hierarchical views.	OKBC model
CIRCA Taxonomy Administrator	1.1	3/1/02	Applied Semantics, Inc.	Maps designed taxonomies to built-in general lexical ontology using weighted concept clusters ("gist"). No definable relations.	Proprietary
CoGITaNT	5.1.0	9/14/02	LIRMM CNRS (France)	Conceptual graph (CG) modeling with rules; nested typed graphs; projections.	CG model
Coherence	2.0.1; 2.1	1/1/02 ; 4Q'02	Unicorn Solutions	Roundtrip transformation of ontologies from XML Schema and RDB schemas. Class and property hierarchies; business rules.	XML
Contextia	2.1	8/1/02	Modulant	XML datatypes are represented in schemas.	Express

Table 1. Ontology editor survey results - Microsoft Internet Explorer

Address: http://www.xml.com/2002/11/06/Ontology_Editor_Survey.html

					may be composed from primitive concepts and relations. Role hierarchy with inverses, and reasoning over relationships such as part-of. No formal negation, disjunction or conjunction. Limited support for cardinality. No reasoning over numbers or ranges. Toolset for managing intermediate representations.					semantic constraints and permissions. Also, declarative query language (GQL) can be used to author checks of modeling consistency.
PC Pack 4	1.0 beta (unreleased)	4/27/2001 (predecessor)	Epistemics Ltd	Knowledge acquisition and modeling. Multiple inheritance; n-ary relations; rules and methods. User definable templates for modeling formalisms like CommonKADS and Moka.	XML	{HTML output via XSLT}	XML	ER diagrams; class hierarchies; OO views	Only logically consistent models can be created.	
Protégé-2000	1.7; 1.8 beta	4/10/02 ; 10/22/02	Stanford Medical Informatics	Multiple inheritance concept and relation hierarchies (but single class for instance); meta-classes; instances specification support; constraint axioms ala Prolog, F-Logic, OIL and general axiom language (PAL) via plug-ins.	OKBC model	Limited namespaces; {can run as applet; access through servlets}	RDF(S); XML Schema; RDB schema via Data Genie plug-in; (DAML+OIL backend due 4Q'02 from SRI)	Browsing classes & global properties via GraphViz plug-in; nested graph views with editing via Jambalaya plug-in.	Plug-ins for adding & checking constraint axioms: PAL; FaCT.	
RDFAuthor	alpha	5/9/02	Damian Steer	Create RDF instance data against RDFS schemas.	RDF	URIs; {Web links; remote RDF query}	XML; RDF	Creating and editing instances as graphs.	RDF errors	
RDFedt	1.02	2/25/01	Jan Winkler	Textual language editor only.	RDF model	RSS	RDFS; DAML; OIL; Shoe	No, but tree view.	Writing mistakes only.	
SemTalk	1.1.3	8/18/02	SemTation GmbH	Subset of RDFS and DAML extended with inverse relations and process modeling.	Visual Basic	URI namespaces; {distributed development}	XML; F-Logic; ARIS models; Bonapart models	Yes, for design and browsing.	Subsumption and name usage across multiple models; meta-	

Zestaw cech narzędzi do usprawnionej edycji ontologii

Feature	Percent	
Abstraction for knowledge modeling	18%	
Visual/intuitive navigation of ontology	13%	
Reasoning and problem solving facilities	12%	➤ Zastosowanie komercyjne i badawcze
Ontology alignment and data resource integration	12%	➤ Zaznaczyć opisać wiedzę
Support of standard industry domain and core vocabularies	9%	➤ Utworzyć strukturę modułową
Natural language processing	7%	➤ Zapewnić istotność oraz odpowiedni poziom abstrakcji
Versioning control	7%	➤ Zapewnić cel tworzenia ontologii, uniwersalność
Ontology language standardization	6%	➤ Inter-operacyjność , współdziałanie
Built-ins (wizards) for best practice methods	6%	➤ Użyteczność
Information extraction facilities	4%	➤ Wnioskowanie
Features to learn user's editing style and needs	3%	➤ ...
Collaborative development support	1%	
Ontology support for contexts	1%	



OWL Web Ontology Language Overview

W3C Recommendation 10 February 2004

This version:

<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>

Latest version:

<http://www.w3.org/TR/owl-features/>

Previous version:

<http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-features-20031215/>

Editors:

Deborah L. McGuinness (Knowledge Systems Laboratory, Stanford University) dln@ksl.stanford.edu

Frank van Harmelen (Vrije Universiteit, Amsterdam) Frank.van.Harmelen@cs.vu.nl

Języki (OWL, XML)

- [OWL Web Ontology Language Guide](#)
W3C Recommendation 10 Feb 2004. Smith, Welty, McGuinness, eds.
- [OWL Web Ontology Language Reference](#)
W3C Recommendation 10 Feb 2004, 12 November 2002. Dean, Schreiber, eds.
- [OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax](#)
W3C Recommendation 10 Feb 2004. Patel-Schneider, Hayes, Horrocks, eds.
- [OWL Web Ontology Language Test Cases](#)
W3C Recommendation 10 Feb 2004. Jeremy J. Carroll, Jos De Roo, eds.
- [OWL Web Ontology Language Use Cases and Requirements](#)
W3C Recommendation 10 Feb 2004. Jeff Heflin, ed.
- [OWL Web Ontology Language XML Presentation Syntax](#).
Masahiro Hori, Jérôme Euzenat, Peter F. Patel-Schneider. W3C Note 11 June 2003

OWL jest częścią „semantycznej wizji WWW”, gdzie :

- informacje Web mają dokładne znaczenie
- informacje Web mogą być przetwarzane komputerowo
- możliwa jest komputerowa integracja informacji z WWW

Ma zapewnić zgodne/ujednoliczone metody komputerowego przetwarzania treści informacji

Narzędzie - SWOOP

The screenshot displays the SWOOP tool interface. At the top, there are buttons for 'Add Class', 'Add Property', and 'Remove'. Below these are checkboxes for 'Show Imports' and 'QNames', and a dropdown menu set to 'Pellet'. The main area is divided into two panes. The left pane, titled 'Class Tree', shows a hierarchical tree of classes under the 'ontosurvey' namespace. The 'ontosurvey:Module' class is highlighted. The right pane, titled 'OWL-Class: ontosurvey:Module', shows the 'Superclass of:' section with a list of superclasses: ontosurvey:Query, ontosurvey:Editor, ontosurvey:Reasoner, ontosurvey:Validator, ontosurvey:Persistence, and ontosurvey:View. The interface also includes tabs for 'Concise Format', 'Abstract Syntax', and 'RDF/XML'.

Buttons: Add Class, Add Property, Remove

Options: Show Imports, QNames, Pellet

Views: Class Tree, Property Tree, Alphabetical List

Class Tree:

- ontosurvey:Feature
 - ontosurvey:Annotation
 - ontosurvey:Database-BackEnd
 - ontosurvey:User-Defined
- ontosurvey:Format
- ontosurvey:Language
- ontosurvey:Module**
 - ontosurvey:Editor
 - ontosurvey:Persistence
 - ontosurvey:Query
 - ontosurvey:Reasoner
 - ontosurvey:Validator
 - ontosurvey:View
 - ontosurvey:Graphic
 - ontosurvey:Text
- ontosurvey:Standard
- ontosurvey:Stream
 - ontosurvey:File
- ontosurvey:Tool
 - ontosurvey:OWL

OWL-Class: ontosurvey:Module

Superclass of:

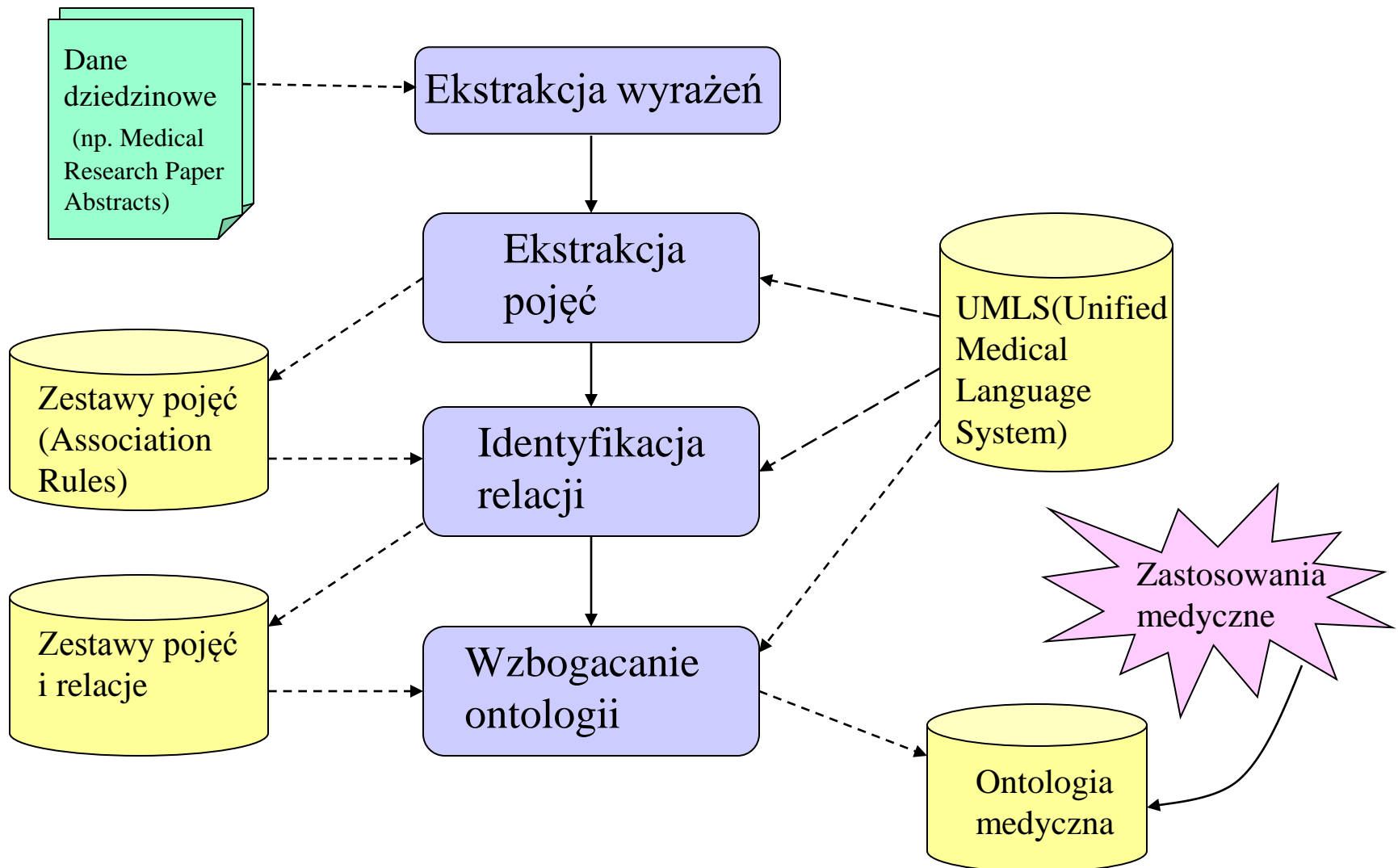
- ontosurvey:Query
- ontosurvey:Editor
- ontosurvey:Reasoner
- ontosurvey:Validator
- ontosurvey:Persistence
- ontosurvey:View

Format: Concise Format, Abstract Syntax, RDF/XML

Technologie semantyczne

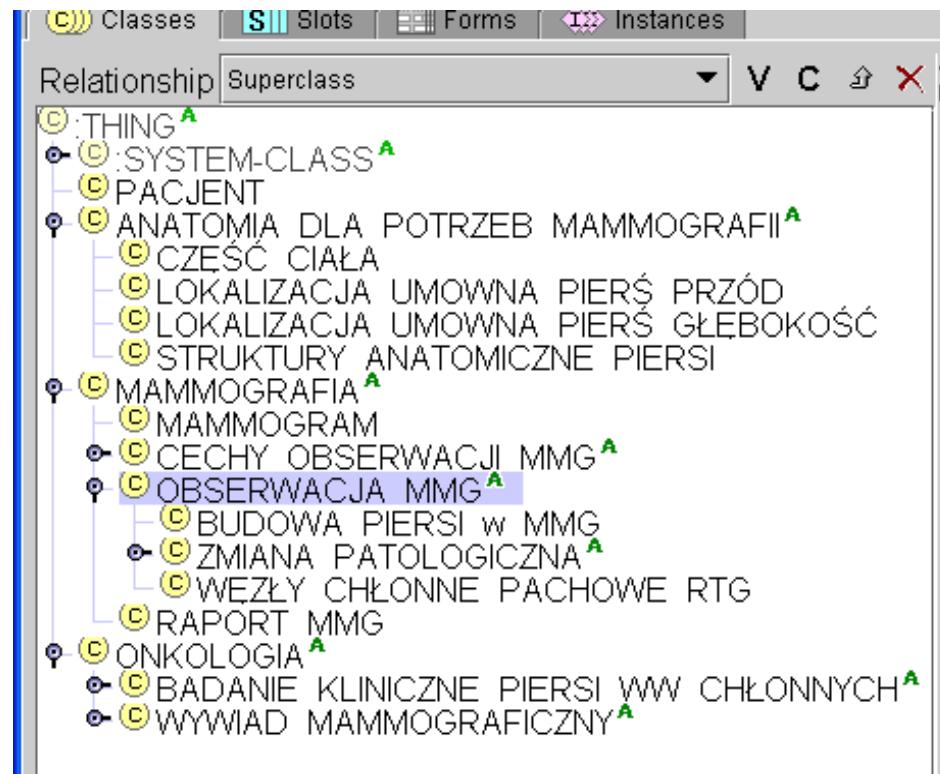
- Umożliwiają elastyczną, pełną integrację zastosowań ze źródłami danych
- Zapewniają inteligentny dostęp, rozumienie kontekstu, dostarczają odpowiedzi i wiedzę ogólną
- Rozumiejąc **znaczenie przekazu informacji** wprowadzają proces integracji informacji na nowy poziom automatycznych rozwiązań
- Umożliwiają inteligentny dostęp do informacji, spójność rozumienia, **będąc w stanie wnioskować ukrytą a więc nową wiedzę**

Proces uczenia ontologii (automat)



wyrażenia – pojęcia – relacje – włączenie w ontologię

Przykład: MODUŁ MAMMOGRAFIA



Struktura klasy OBSERWACJA MMG stanowi odbicie zawartości raportu mammograficznego

CECHY OBSERWACJI MMG (1)

Project Edit Window Help

Classes Slots Forms Instances

Relationship Superclass

Relationship Superclass

Classes Slots Forms Instances

Classes

Display Slot

nieregularny

okrągły

owalny

pasmowaty

policykliczny

THING

SYSTEM-CLASS

PACJENT

ANATOMIA DLA POTRZEB MAMMOGRAFII

CZĘŚĆ CIAŁA

LOKALIZACJA UMOWNA PIERŚNI

LOKALIZACJA UMOWNA PIERŚNI

STRUKTURY ANATOMICZNE PIERŚNI

MAMMOGRAFIA

MAMMOGRAM

CECHY OBSERWACJI MMG

PROSTE CECHY WIZUALNE

KSZTAŁT

ZARYS

WYSYCENIE

OBECNOŚĆ WYPUSTEK

PRZEJAŚNIENIE W CENTRUM

WIELKOŚĆ OPIS LICZBOWY

ILOŚĆ OPIS LICZBOWY

ZŁOŻONE CECHY WIZUALNE

KORELACJA CECH WIZUALNYCH

CECHY NIEWIZUALNE

ONKOLOGIA

THING

SYSTEM-CLASS

PACJENT (1)

ANATOMIA DLA POTRZEB MAMMOGRAFII

MAMMOGRAFIA

MAMMOGRAM (1)

CECHY OBSERWACJI MMG

PROSTE CECHY WIZUALNE

KSZTAŁT

KSZTAŁT MAS

KSZTAŁT ZWA

KSZTAŁT WEZ

ZARYS (3)

WYSYCENIE (5)

OBECNOŚĆ WYPUSTEK

PRZEJAŚNIENIE W CENTRUM

WIELKOŚĆ OPIS LICZBOWY

ILOŚĆ OPIS LICZBOWY

ZŁOŻONE CECHY WIZUALNE

KORELACJA CECH WIZUALNYCH

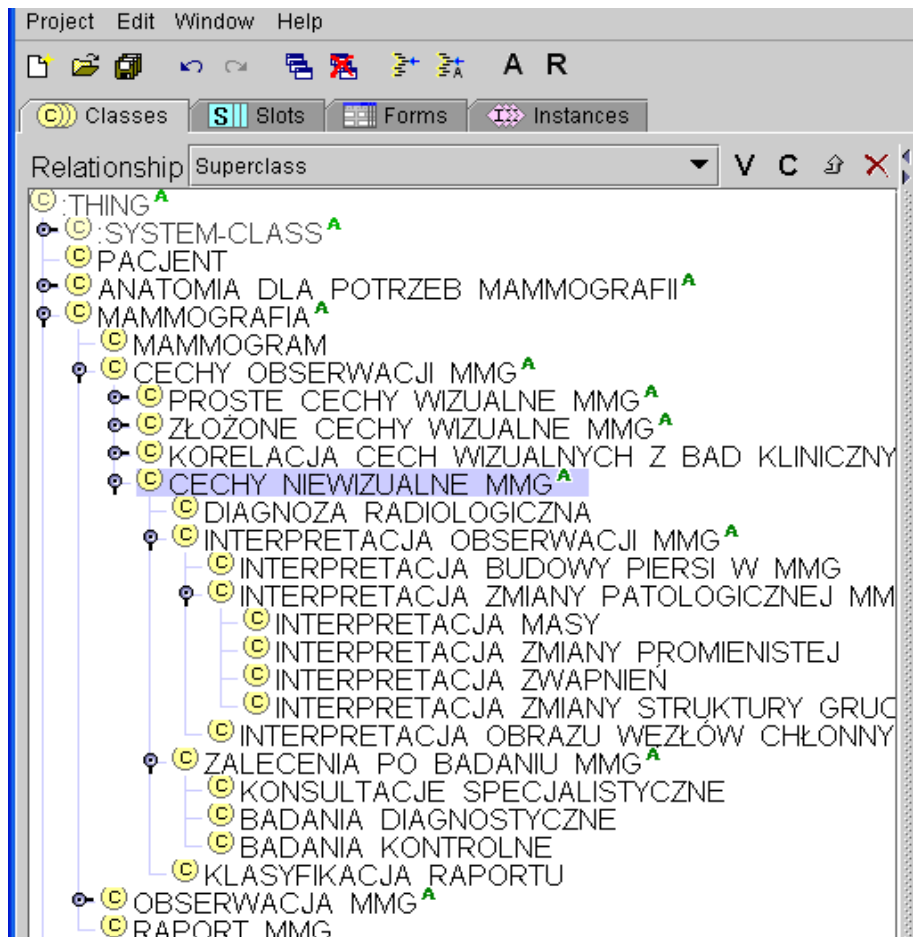
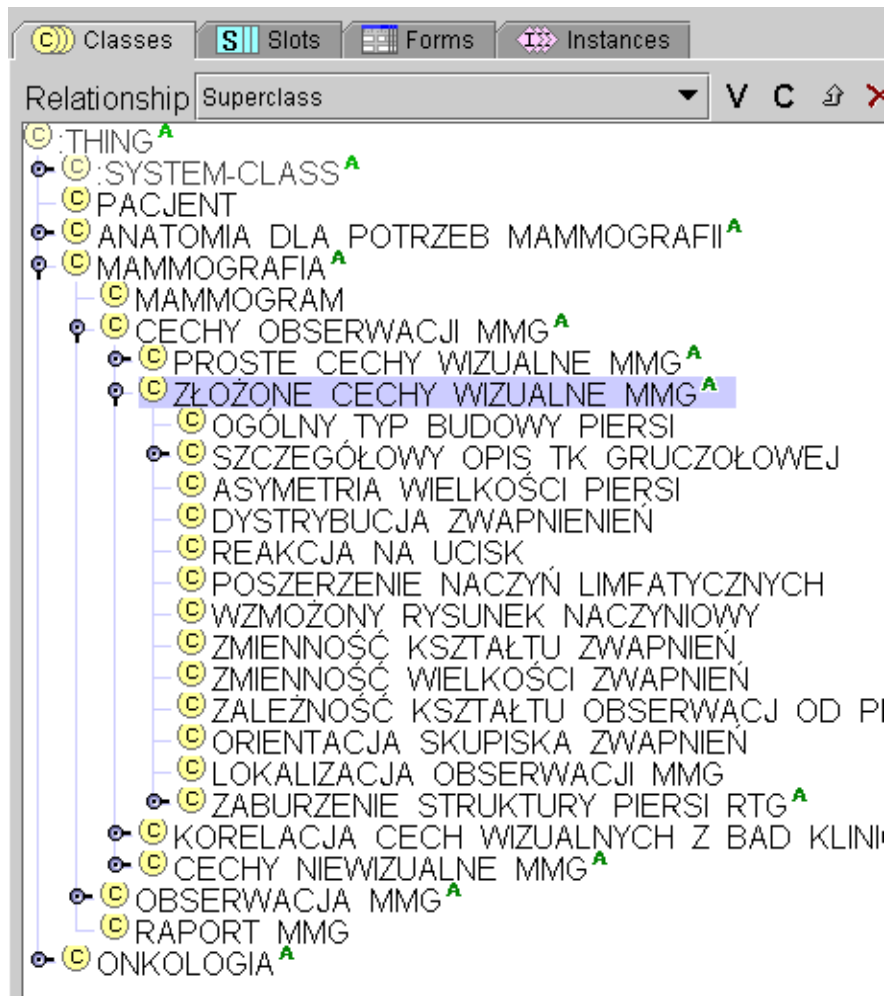
CECHY NIEWIZUALNE

OBSERWACJA MMG

RAPORT MMG

ONKOLOGIA

CECHY OBSERWACJI MMG (2)



RAPORT MMG – definicja klasy

The screenshot displays a software interface for defining a class. The main window is titled 'RAPORT (type=WZORZEC)'. It features a tabbed interface with 'Classes', 'Slots', 'Forms', and 'Instances' tabs. The 'Classes' tab is active, showing a tree view on the left with 'RAPORT' selected. The main area contains the following fields:

- Name:** A text box containing 'RAPORT'.
- Role:** A dropdown menu set to 'Concrete'.
- Template Slots:** A table listing slots and their types.

Name	Typ
PIERŚ_LEWA_budowa_ogólna	Instance
PIERŚ_LEWA_opis_tkanki_gruczołowej	Instance
PIERŚ_PRAWA_budowa_ogólna	Instance
PIERŚ_PRAWA_opis_tkanki_gruczołowej	Instance
PIERŚ_LEWA_opis_RTG	Instance
PIERŚ_PRAWA_opis_RTG	Instance
PACHA_LEWA	Instance
PACHA_PRAWA	Instance
ID_Pacjenta	String
data_badania	String

Panelle użytkownika

The image displays the Mammoedit software interface, which is divided into three main panels:

- PANEL A:** Shows a full view of the mammogram with a central area labeled "location area".
- PANEL B:** Shows a magnified view of the selected area, labeled "(visualisation) details area".
- PANEL C:** Contains a "description area" with various controls for lesion morphology (Margin, Shape, Density, centrum diameter, correspond to palpable lesion) and non-visual features (RTG diagnosis, valuation reliability, Interpretation, lesion subtlety, hist.-pat.diagnosis). Below this is a "report area" with a "Report generation window".

At the bottom of the interface, there are three menu areas:

- lesion type menu:** Located on the left side, containing icons for different mass types.
- aid-tools menu:** Located in the center, containing icons for various analysis tools.
- accompanying lesions menu:** Located on the right side, containing icons for different types of accompanying lesions.

Graficzny edytor wykorzystujący ontologię

The image displays the Mammoedit graphical editor interface, which is used for creating and editing mammography reports. The interface is organized into several panels and toolbars:

- Top Panel:** Displays the patient's name: "Pacjent: XXXX YYYYYY".
- Navigation Bar:** Includes tabs for "Utkanie", "Badanie piersi", "Historia", "Zmiana spikularna", "Zwapnienia", "Zab.architektury", "Zag.tkanki grucz.", "Obrzek", and "Węzły pachowe".
- Left Panel (Toolbars):** Contains icons for "Guz" (masses), "Zmiany towarzyszące" (associated changes), "Zwapnienia towarzyszące" (associated calcifications), and "Pośrednie oznaki złośliwości" (intermediate signs of malignancy). A button "Usuń tę lokalizację" (Remove this location) is also present.
- Central Canvas:** Shows a schematic diagram of a breast with a red circle indicating a mass. Below it is a larger, more detailed diagram of the breast with a red circle.
- Right Panel (Properties):** Contains a "Morfologia" (Morphology) section with options for "Zarys" (Outline), "Kształt" (Shape), and "Wysycenie" (Saturation). It also includes a "Średnica guza" (Mass diameter) field set to "15 mm" and a "TAK" (Yes) checkbox for "Odpowiada zmianie palpacyjnej" (Corresponds to palpable change). The "Ocena" (Evaluation) section includes dropdown menus for "Diagnoza RTG: zmiana" (RTG diagnosis: change) set to "PODEJRZANA" (Suspicious), "Interpretacja" (Interpretation) set to "CA", and "Pewność: obraz RTG" (Confidence: RTG image) set to "prawdopodobnie odp." (Probably). The "Zalecenia" (Recommendations) dropdown is set to "bad histopatologiczne" (histopathological examination).

Diagnoza Mzw - cechy w

Mammoedit

Przypadek 13001 Przyki-22-67 P.Surowski, wiek 67

Pacjent / MMG Badanie piersi Historia medyczna Ontologia Baza REF Konfiguracja Raport Pomoc

Zab.Struktury Obrzek

Zagęszczenie Zab.Arch.

Guz Skupisko Liniowe Makro zwap.

okno generacji raportu

Morfologia

Kształty

Kształt skupiska

Orientacja

Wysycenie

ilość

Zmień

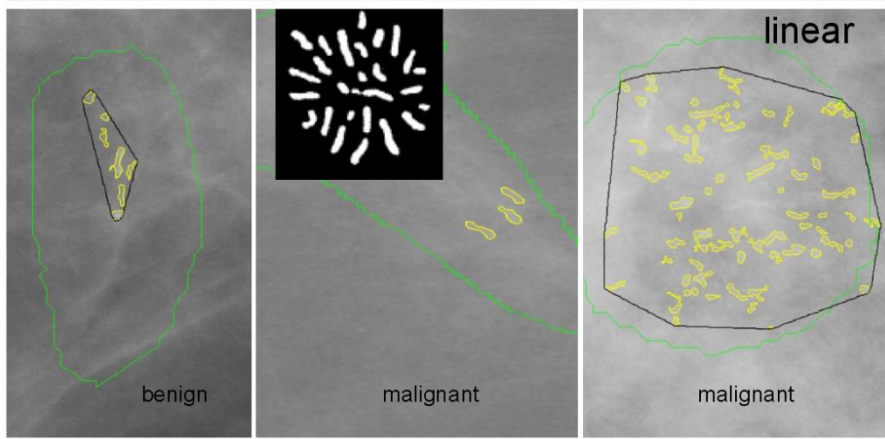
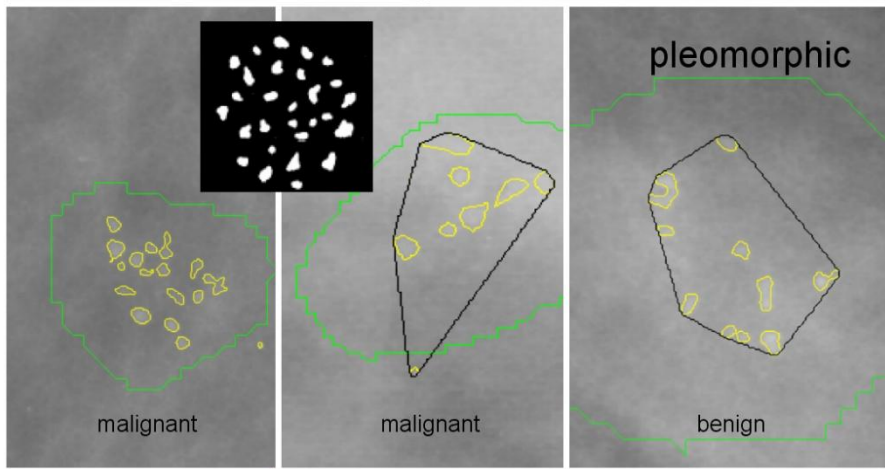
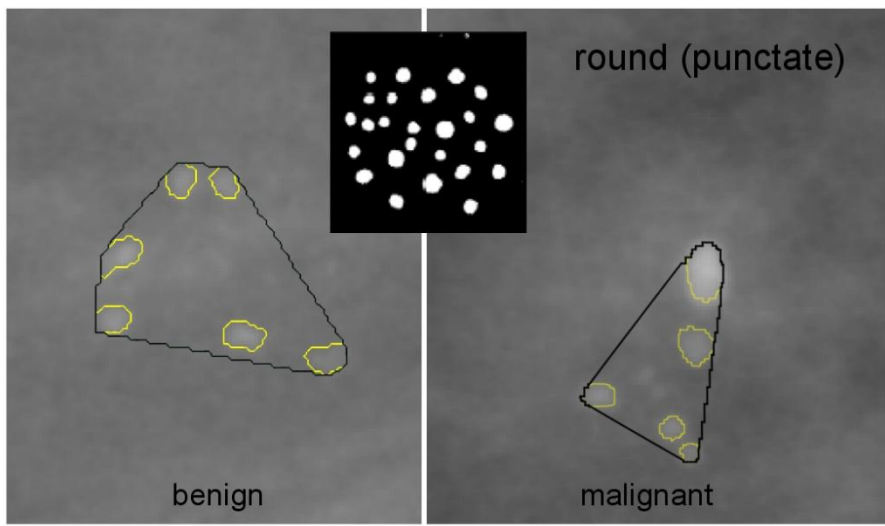
Diagnoza RTG

Pewność oceny


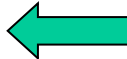
Interpretacja

Widoczność

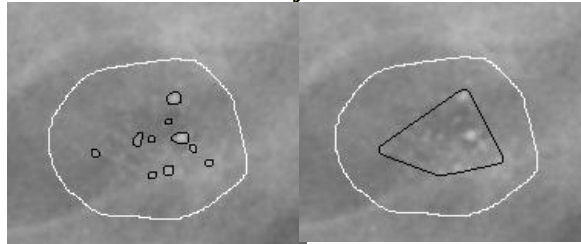
Cytologia



Relacja ontologii i systemu CAD do mammografii

Opis Semantyczny   Opis Numeryczny

Subiektywny, względny,
niestandardowy, niejednoznaczny
Nieprecyzyjne, nieformalne
reguły diagnozy



Brak uwzględnienia semantyki,
Niejawne, silnie statystyczne
reguły diagnozy

Skupisko mikrozwapnień:

Kształty mikrozwapnień – okrągłe, ziarniste
(zmiennosc kształtu)

Kształt skupiska – „figura kanciasta”

Wysycenie – średnie

Zmienność wysycenia – znaczna

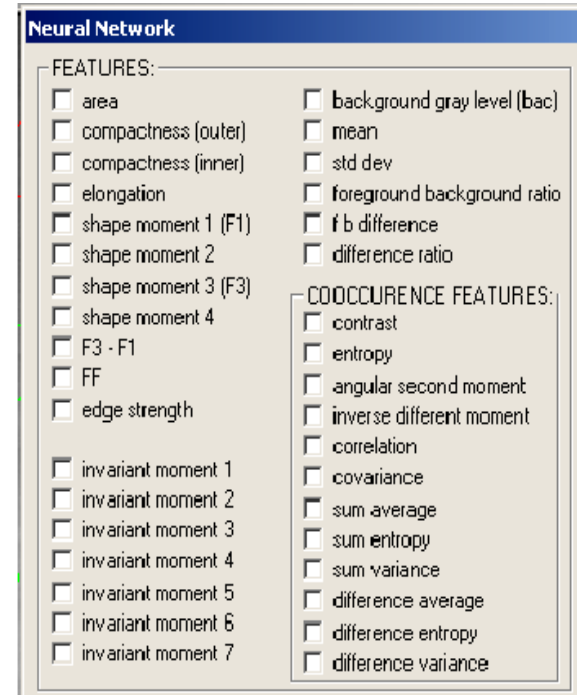
Zmienność wielkości – znaczna

Ilość – N

Diagnoza – duże prawdopodobieństwo
złośliwości

BI-RADS 5

ROI:

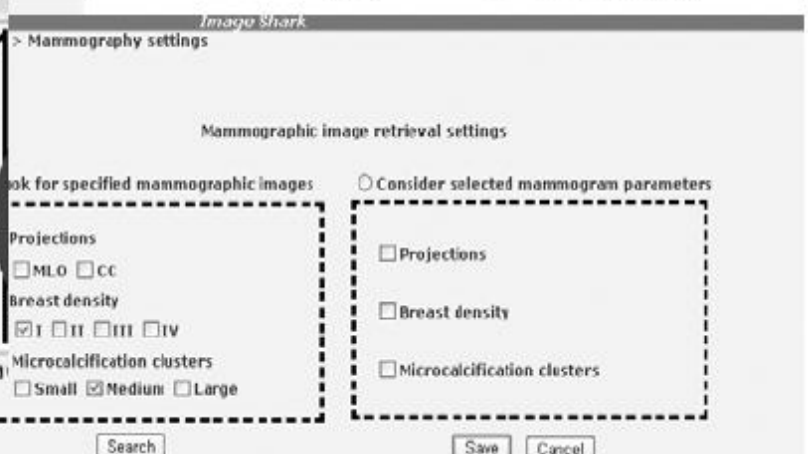
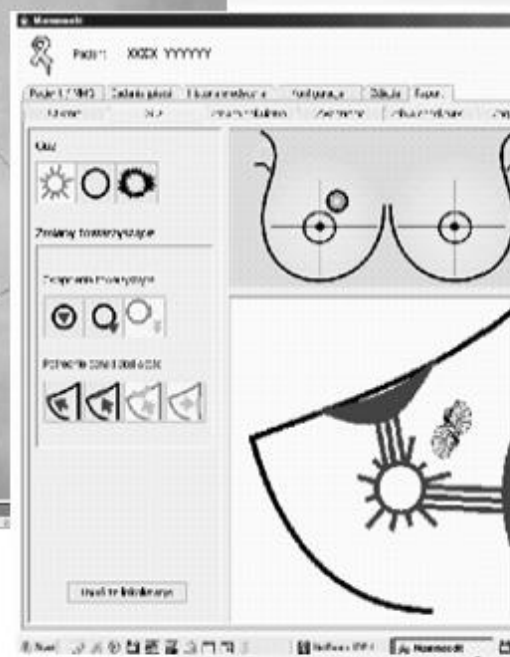
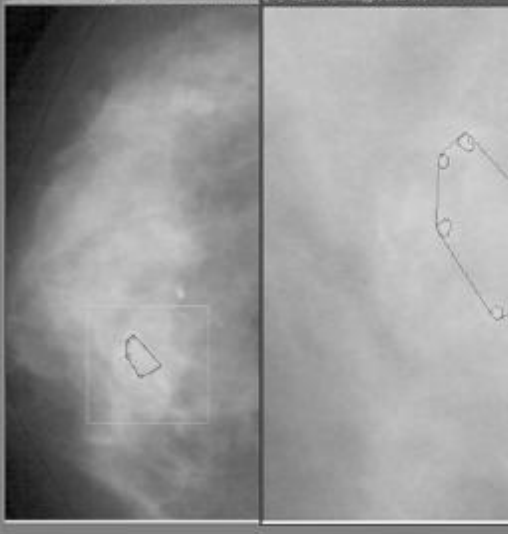
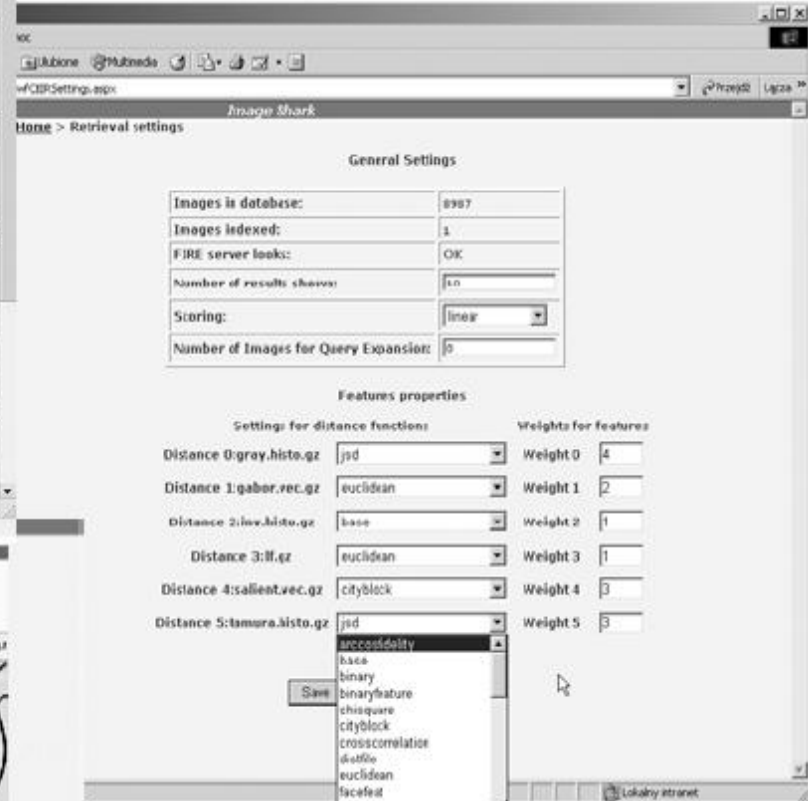
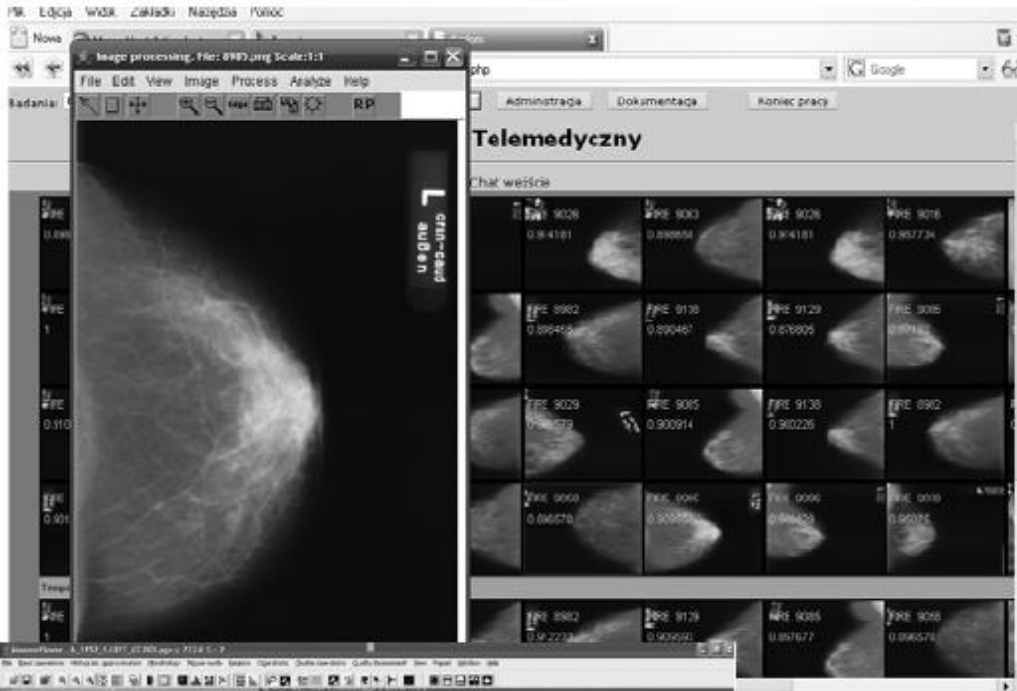


**Żaden z tych opisów nie jest satysfakcjonujący, są nieprzystające,
Problem z komplementarnością**

Integracja: ontologia i CAD

The screenshot displays the Mammoedit software interface. At the top, the patient information is shown as "Patient: XXXX YYYYYY". Below this, there are tabs for "Patient / MMG", "Clin.examin.", "Clin.history", "Report", "Ontology", "Ref. database", and "Configuration". The main window is titled "MammoViewer - pacjentkaGH_LCC.ROI.pgx @ 401.1 % : 2". It features a menu bar with options like "File", "Basic Image Operations", "Morphology", "Mouse Mode", "Regions", "Detection Tools", "Filters & Transforms", "Histogram", "Approximation", "Quality Assessment", "View", "Window", and "Help". A toolbar with various icons is located below the menu. The central area contains two image windows: the left one shows a full mammogram image titled "pacjentkaGH_LCC.pgx @ 26.6 %", and the right one shows a zoomed-in region of interest (ROI) titled "pacjentkaGH_LCC.ROI.pgx @ 401.1 % : 2" with several CAD overlays (polygons and lines) indicating detected features. To the right of the ROI window is a control panel with sliders for "LOW", "HIGH", and "CENTER" (values: 1195, 3553, 2374). Below these are input fields for "Width: 2350" and "Center: 2374". A "Palette" section lists "black/white linear", "black/white linear" (highlighted), and "white/black linear". At the bottom, a status bar shows "Cursor position x: 136 y: 101 Value: 2312". On the far right, there is a vertical toolbar with various icons and a section for "microcalcificat." with a dropdown set to "do 5" and radio buttons for "0-0,5", "0,5-1", and "0-1".

Zintegrowany interfejs diagnostyczny



ROZUMIENIE OBRAZÓW

Rozumienie obrazów

- Duża przepaść pomiędzy naturą obrazów
macierz liczb \leftrightarrow opis, informacja, semantyka, rozumienie
- Tą przepaść pokonywano za pomocą metod sztucznej
inteligencji, analizy scen i obrazów, przetwarzania
obrazów, rozpoznawania obrazów, widzenia
komputerowego
- Te obszary poszukiwań skutecznych rozwiązań składają
się na zagadnienie badawcze rozumienia obrazów ...

Rozumienie obrazów to ...

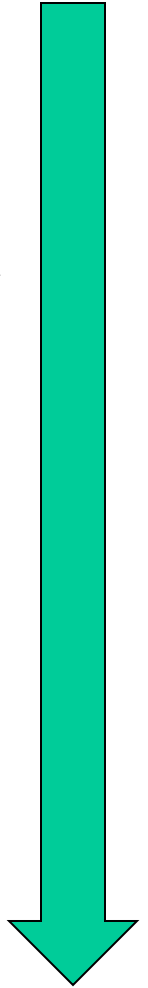
- Proces właściwej interpretacji określonych (ustalonych, rozpoznanych) regionów/obiektów wskazujący co rzeczywiście dzieje się w obrazie (jaką zawiera informację)
- Zwykle wpływa w istotny sposób na formułowanie decyzji dotyczących dalszych działań (interpretacja, diagnoza)
- Podstawowy cel : komputerowe (automatyczne) rozumienie informacji zawartej w obrazach

Rozumienie obrazów to ...

- Automatycznie wyznaczony, mający sens (znaczenie) opis obrazów (ich treści) wykorzystujący kontekst, wiedzę o świecie w interesującym zakresie oraz charakterystykę obserwatora
- Identyfikacja istotnych obiektów w obrazie i ustalenie wzajemnych relacji pomiędzy obiektami
- Transformacja obrazów w zbiór (ciąg, przestrzeń) symboli (interpretowanych) w dziedzinie wizji (widzenia, postrzegania)

Poziomy optymalizacji efektu rozumienia

- Leksykony, systematyzacja i obiektywizacja wiedzy medycznej
- Ontologia (formalizacja wiedzy)
- Deskryptory semantyczne (numeryczny opis atrybutów patologii)
- Indeksowanie wiedzy medycznej (radiologicznej)
- CAD (komputerowo wspomagana diagnoza)
 - Metody: selekcja, opis, klasyfikacja
 - Interakcja
 - CBIR
- Protokoły badań (jak korzystać z odpowiedzi komputerowych)



Zasada: rozumienie całego przekazu informacji

- Kontekst: ważne koncepcje rozumienia w konwencji lingwistycznej i ontologicznej (prof. Tadeusiewicz, prof. Kulikowski)
- **Rozumienie (optymalizacja procesu rozumienia obrazów)**
 - $ROI=U\{\Sigma(I,O,R,W)\}$ obejmuje
 - treść $\Sigma(I,O,R,W)\}$ poprzez segmentację i rozpoznanie obiektów, deskryptory, opis ontologiczny
 - określenie znaczenia na wyższym poziomie abstrakcji na bazie modeli wiedzy:
 - *ontologicznych (wnioskowanie)*
 - *referencyjnych (wzorce)*
 - *numerycznych z semantyką (lingwistyczne, stochastyczne, funkcjonalne, obiektowe)*
- Interpretacja, ocena i decyzja (radiolodzy)
 - doświadczenie, świadomość, intuicja, zdolność kojarzenia i wnioskowania

Obliczeniowa mądrość

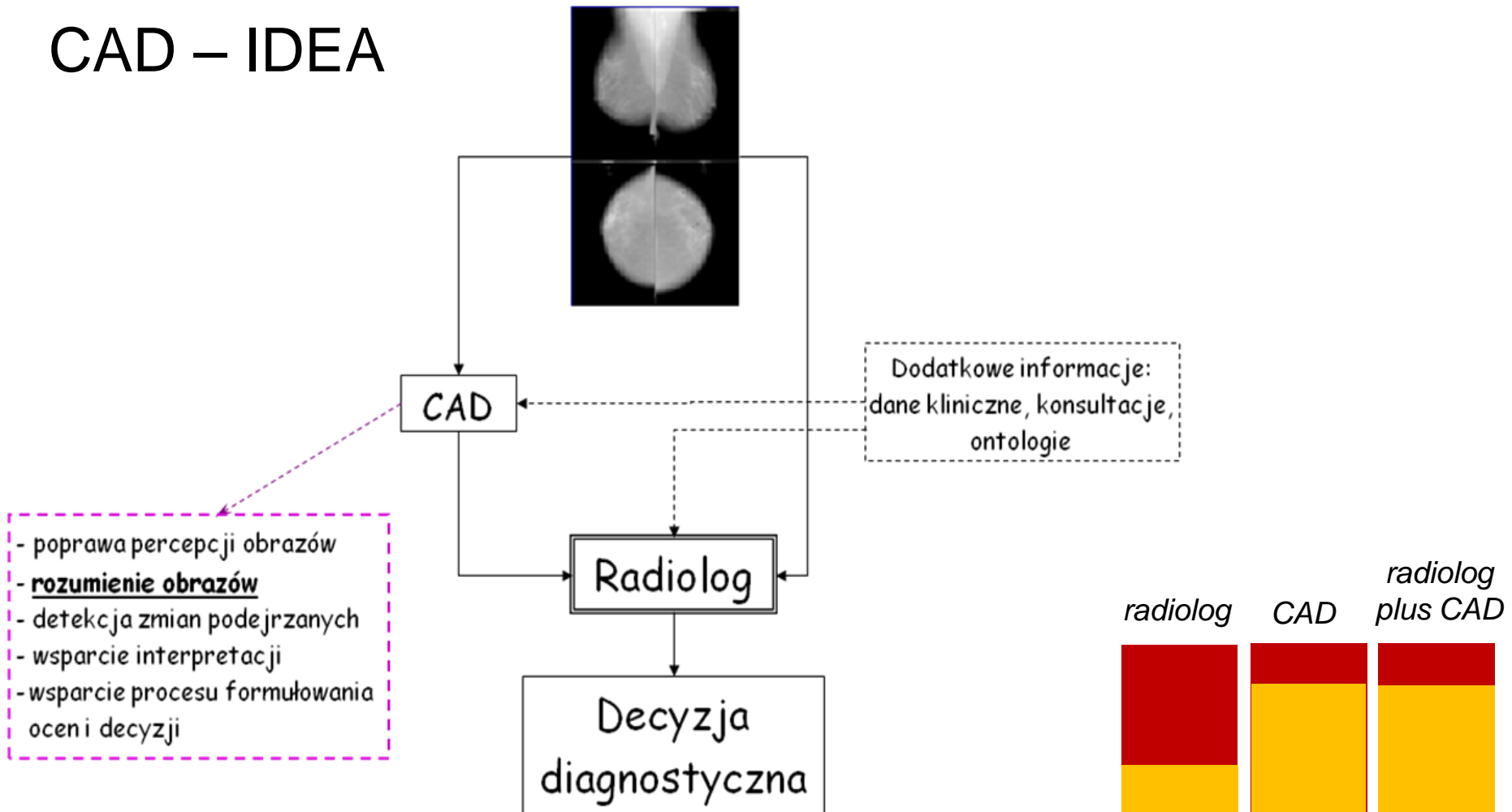
- szeroki i selektywny dostęp do informacji oraz wiedzy (niezastąpiona rola Internetu, efektywnych metod indeksowania zawartością, nowoczesnych technologii gridowych itp.)
- **dominująca rola obrazowego przekazu informacji**
 - opis treści (np. elastyczne modele wieloskalowe)
 - charakterystyka odbiorcy
 - automatyczne rozumienie obrazów (**rezonans poznawczy - sprzęg numerycznego opisu z subiektywnymi wzorcami zachowań**)
- maksymalne wykorzystanie ludzkich zdolności i komputerowych podpowiedzi (komputerowy asystent, interfejs człowiek-komputer)
 - integracja dostępnych środków i metod
 - inteligentny, 'przezroczysty' interfejs
 - protokoły badań
- Cel niedościgły: naśladowanie umysłu (docieranie do prawdy), czyli obok rozumu (rozumowanie, wnioskowanie, tworzenie pojęć) także intelektu (pojmowanie intuicyjne)

CAD

Komputerowe wspomaganie diagnostyki obrazowej

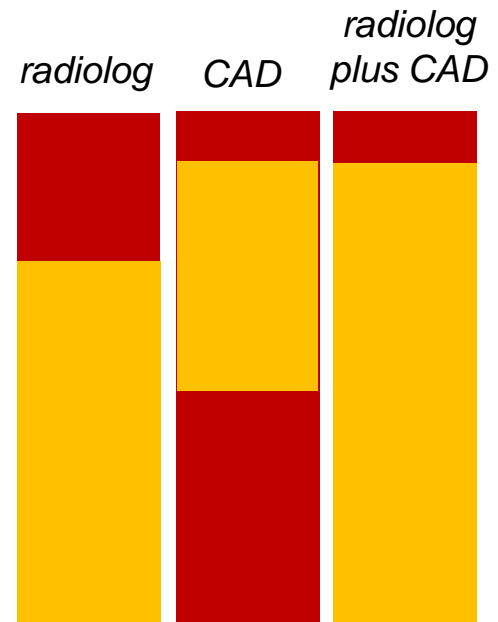
- Włączenie technologii komputerowych (w tym sieciowych) w proces diagnozy – od poprawnej wizualizacji, poprzez poprawę percepcji, dostarczenie dodatkowej informacji, aż do automatycznej detekcji i diagnozy zmian
- Clue - **wspieranie decyzji** diagnostycznych **radiologa** metodami przetwarzania, analizy, rozpoznawania i rozumienia obrazów
- **Ostateczną decyzję podejmuje lekarz**, a wskazania CAD mają jedynie charakter pomocniczy (asystent, funkcja drugiej oceny)
- Celem jest zwiększenie skuteczności (niezawodności) pracy radiologa (zmniejszenie liczby błędnych wskazań, obiektywizacja diagnozy, redukcja zróżnicowania ocen)

CAD – IDEA



Celem jest zwiększenie skuteczności pracy radiologa poprzez

- zmniejszenie liczby błędnych wskazań
- obiektywizację diagnozy
- redukcja zróżnicowania ocen



Nowoczesne technologie stosowane w CAD

■ Struktury gridowe

- Pan T.C., Gurcan M.N., Langella S.A. et al. (2007) GridCAD: grid-based computer-aided detection system. *RadioGraphics* 27:889–897
- Gurcan M.N., Pan T., Sharma A. et al. (2007) GridIMAGE: a novel use of grid computing to support interactive human and computer-assisted detection decision support. *J Dig Imag* 20(2):160-171

■ Cloud computing

- <http://www.readwriteweb.com/cloud/2010/01/cloudcancer.php>

■ Złożone metody inteligencji obliczeniowej

- Verma B., Zakos J. (2001) A computer-aided diagnosis system for digital mammograms based on fuzzy-neural and feature extraction techniques. *IEEE Tran Inf Tech Biomed* 5(1):46-54.
- Land W.H., McKee D.W., Anderson F.R. et al. (2006) Using computational intelligence for computer-aided diagnosis of screen film mammograms. Chapter 10 in *Recent advances in breast imaging, mammography, and computer-aided diagnosis of breast cancer*. SPIE Press Monograph vol. PM155, pp. 321-381

Systemy CAD

- **1998** - *ImageChecker* firmy **R2 Technology**, akceptacja FDA, mammografia
- **Mammografia** - *SecondLook* firmy CADx Medical Systems (2002 rok), KODAK Mammography Computer-Aided Detection System proponowany przez Carestream Health do mammografii analogowej(2004)
- w obszarze diagnostyki raka sutka: B-CAD firmy Medipattern do **sonomammografii** (FDA-2005) - detekcja i opis przede wszystkim guzów, systemy **MRI-CAD**: CADstream firmy Confirma jako, AuroraCAD firmy Aurora Imaging Technology, SpectraLook firmy iCAD, ;
- **rentgenografia klatki piersiowej** - detekcja i pomiary guzków: IQQA-Chest firmy EDDA Technologies/Philips (FDA - 2004), xLNA firmy Philips Medical Systems (wykrywa guzki o średnicy od 5 mm), Rapid Screen CAD firmy Riverain Medical (pierwszy system CAD do rentgenografii płuc zatwierdzony przez FDA w 2001 roku), Lung VCAR firmy GE Healthcare;
- **tomografia komputerowa płuc**: Syngo Lung CAD firmy Siemens Medical Solutions (zatwierdzony przez FDA, wykrywa guzki poniżej 3 mm), CAD-Lung firmy Median Technologies, CADLung firmy Medicsight, ImageChecker Lung CT firmy Hologic/R2 Technology (zatwierdzony przez FDA w 2001);
- **tomografia wątroby**: IQQA-Liver firmy EDDA Technology;
- **echokardiografia**: Axius Auto EF CAD firmy Siemens Medical Solutions;
- **kolonografia CT**: Medicsight ColonCT firmy Medicsight, CAD firmy Philips Medical Systems, CAD Colon firmy iMED, CAD-Colon firmy Median Technologies;
- **badania MR prostaty**: VividLook firmy iCAD
- ...

R2 ImageChecker

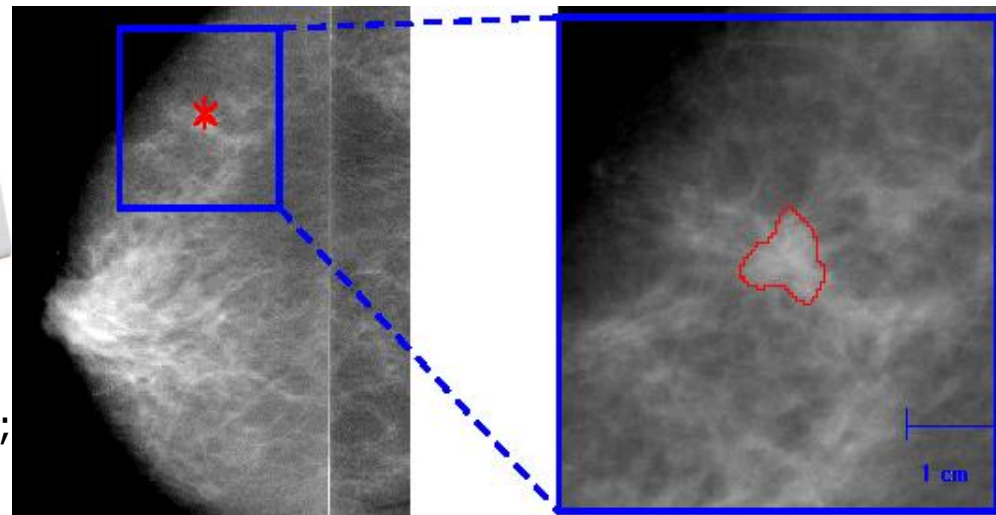
Czułość detekcji – mikrozwapnienia	98.3 %
Czułość – guzy	85.7 %
Czułość całkowita	90.4 %
FP / normalny przypadek (4 obrazy)	2.0 (0.5 FP/obraz)



Zwiększa czułość radiologa o **23.4%**



(Burhenne LJ, et al. Radiology 2000; 215: 554-562;
Castellino, et al. Radiology 2000; 217: 400)



Przykład: detekcja subtelnych zmian hipodensyjnych

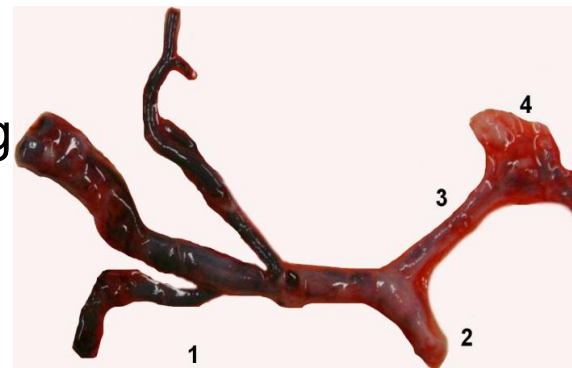
- Znaczenie diagnostyczne subtelnych zmian hipodensyjnych
- Algorytm detektora
- Efekty detekcji zmian
- Wnioski

Znaczenie subtelnych zmian zmniejszonej gęstości

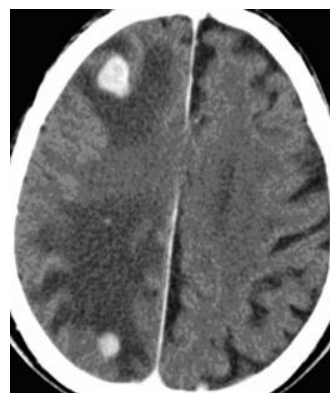
- Bezpośredni symptom udaru niedokrwiennego



» Stłuczenie



- Obrzęk wokół guza



widoczne ogniska
nowotworowe
powodujące obrzęk

Znaczenie ukrytych zmian zmniejszonej gęstości

■ Wodogłowie

Poszerzenie układu komorowego
bez cech przesiąkania płynu
mózgowo-rdzeniowego (PVL)



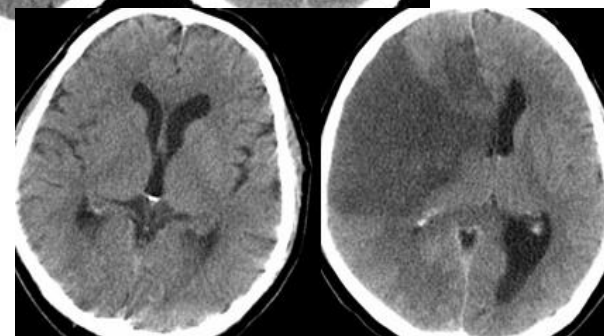
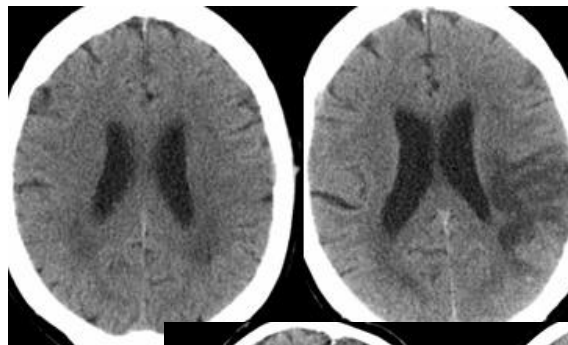
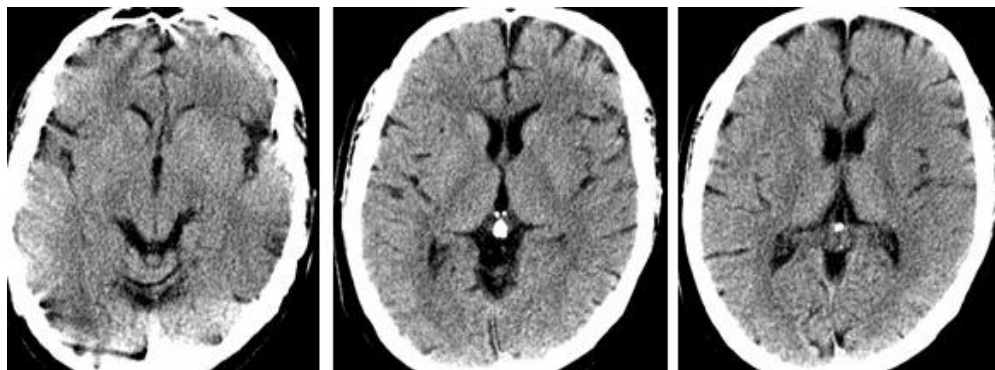
z PVL



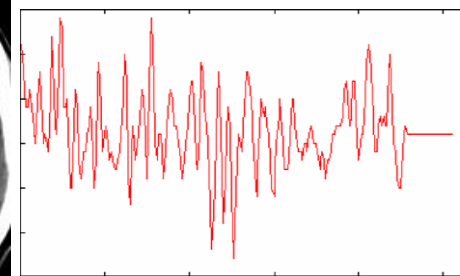
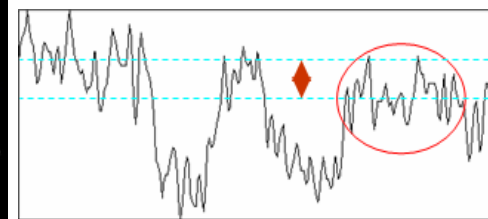
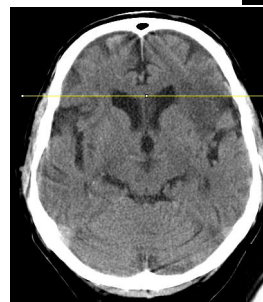
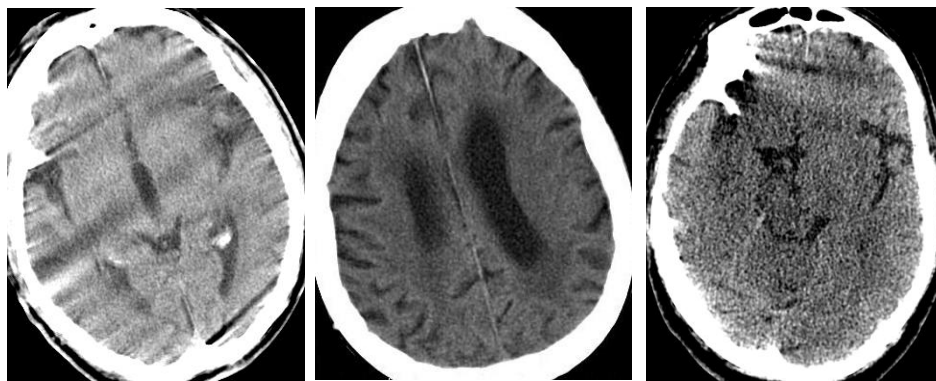
Upośledzona cyrkulacja płynu
mózgowo-rdzeniowego spowodowała
narastanie wodogłowia w przeciągu 50
dni

Subtelne zróżnicowanie gęstości tkanki

■ Zróżnicowanie ukryte

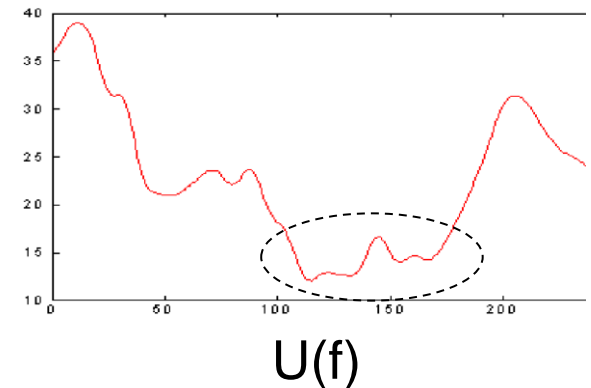
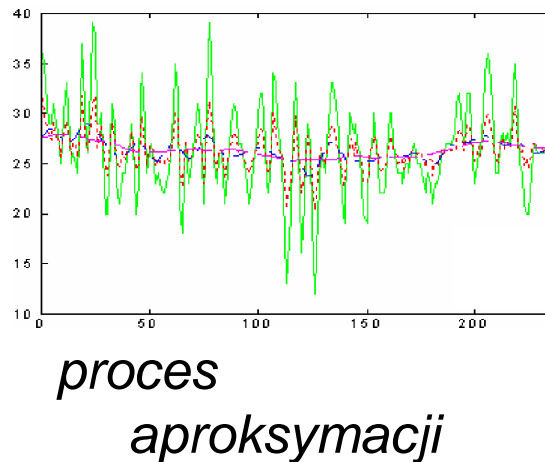
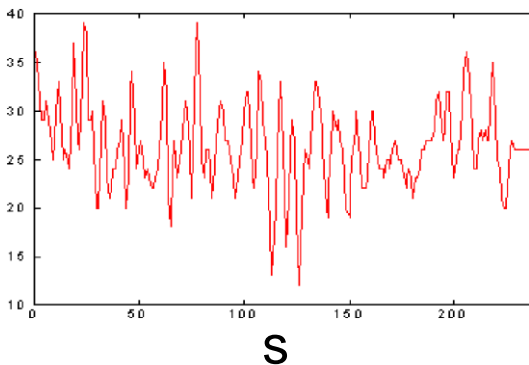


■ Przeszkody (szum, artefakty, asymetria)

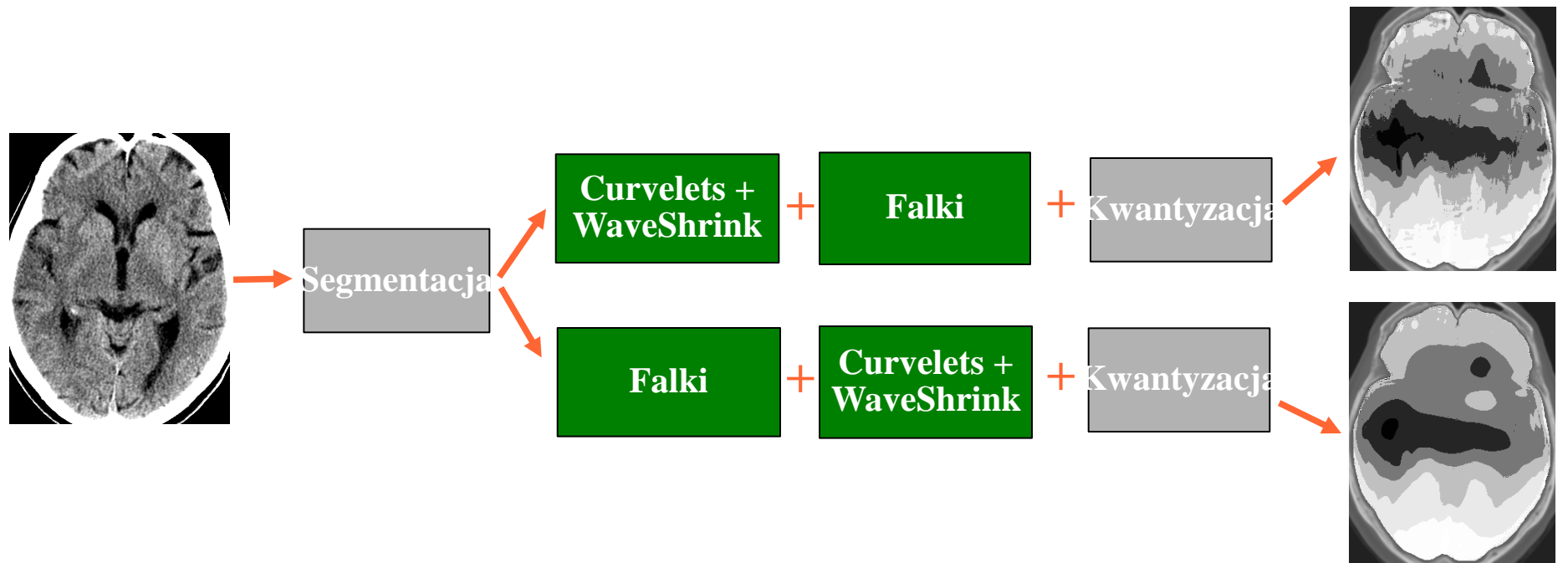


Rola aproksymacji nieliniowej

- Aproksymacja czyli selektywne przybliżenie istotnych cech sygnału i estymacja treści diagnostycznej
- Metoda:
 - selektywna reprezentacja sygnału: $s=f+n$
 - nieliniowa aproksymacja w bazie funkcji lokalnych: a_f
 - estymacja treści ukrytej: f

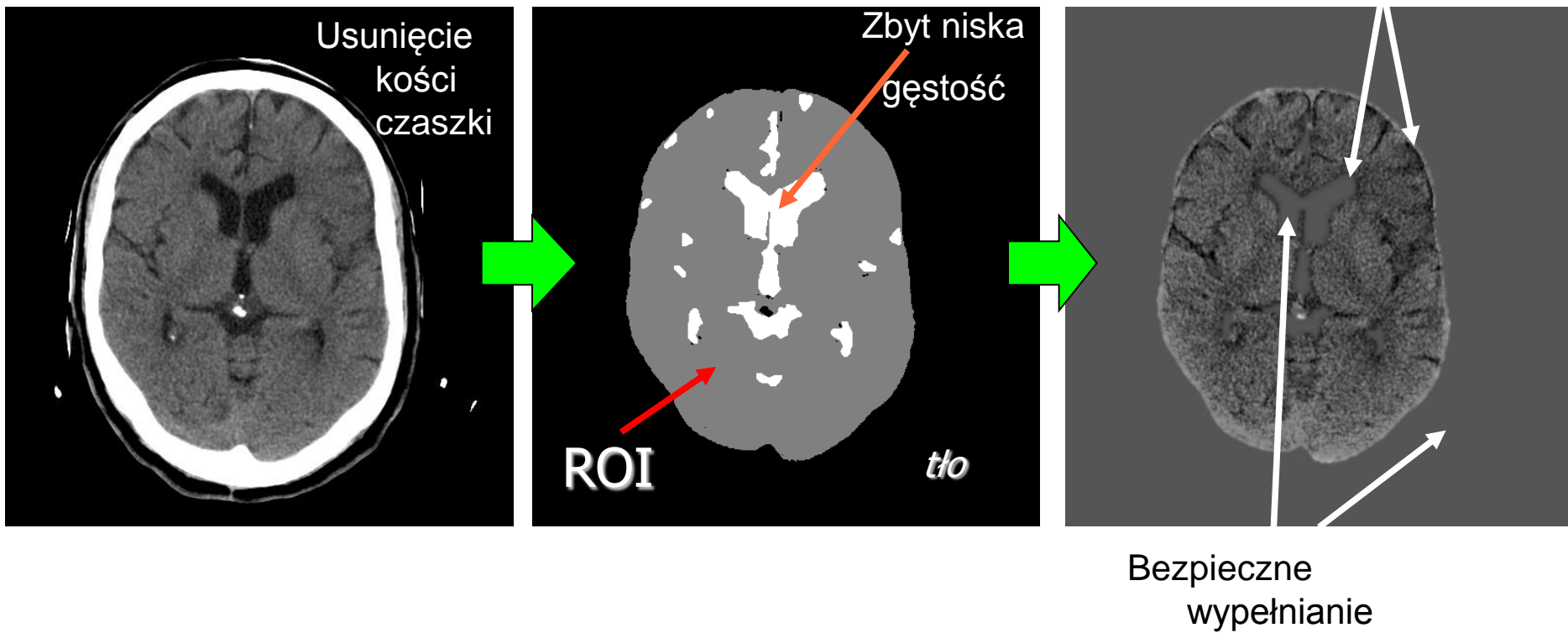


Wieloskalowa detekcja hipodensji



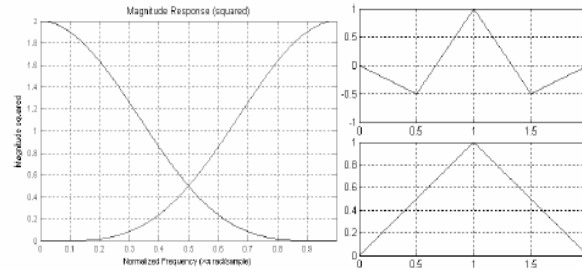
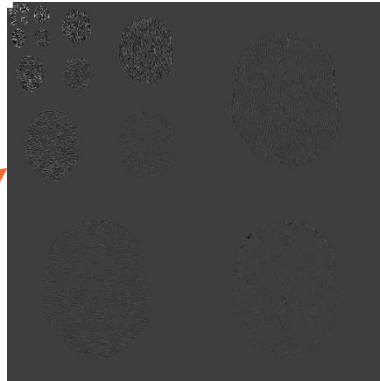
Automatyczna analiza
asymetrii, pól, klasyfikacja

Segmentacja obszarów podatnych



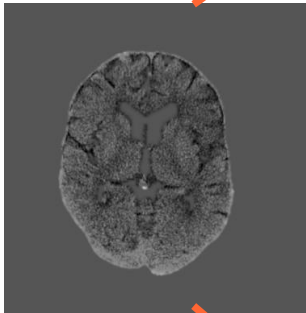
Falkowe przetwarzanie

Falki
1D jądro

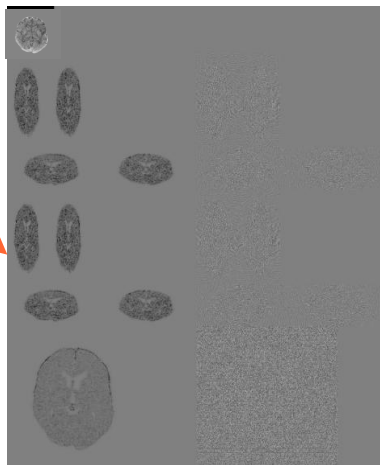


Dekompozycja z filtracją

Dekompozycja



Curvelets
2D jądro



amplituda faza

Rekonstrukcja

WaveShrink

μ – complex coefficient

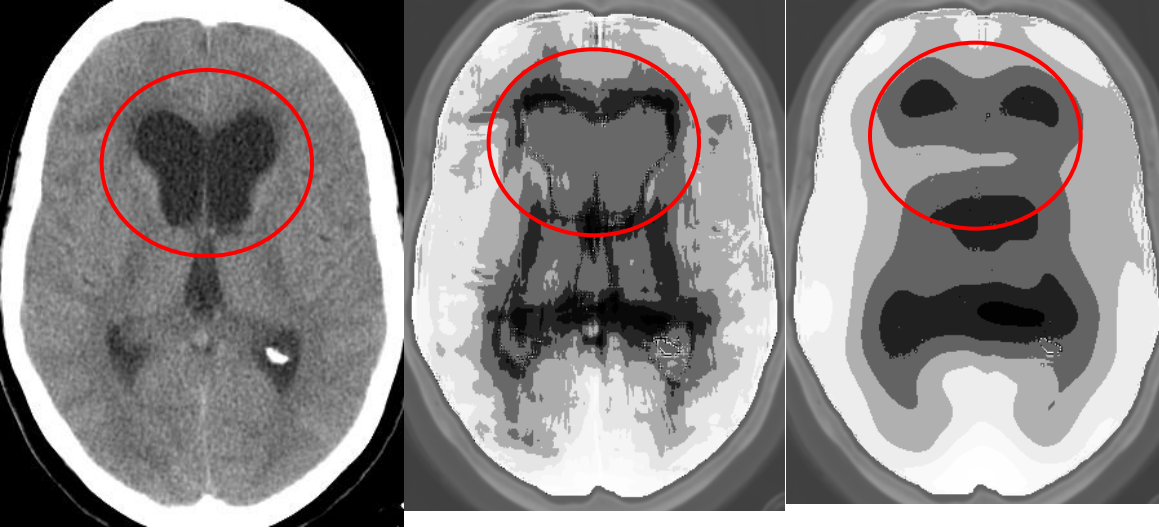
λ – threshold

$$\eta_{\lambda}^{soft} = \frac{\mu}{|\mu|} \cdot (|\mu| - \lambda)$$

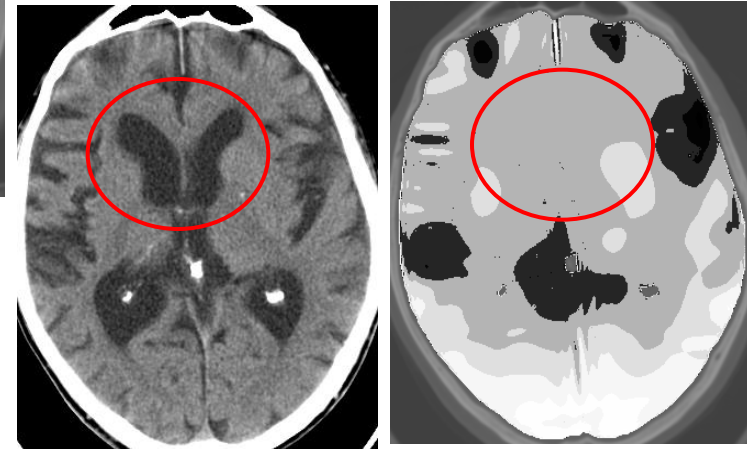


Efekty

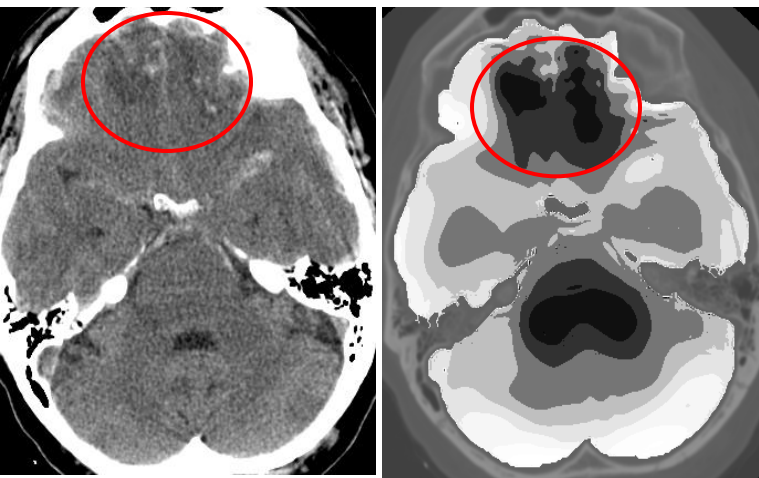
Detekcja zmian hipodensyjnych - przykłady



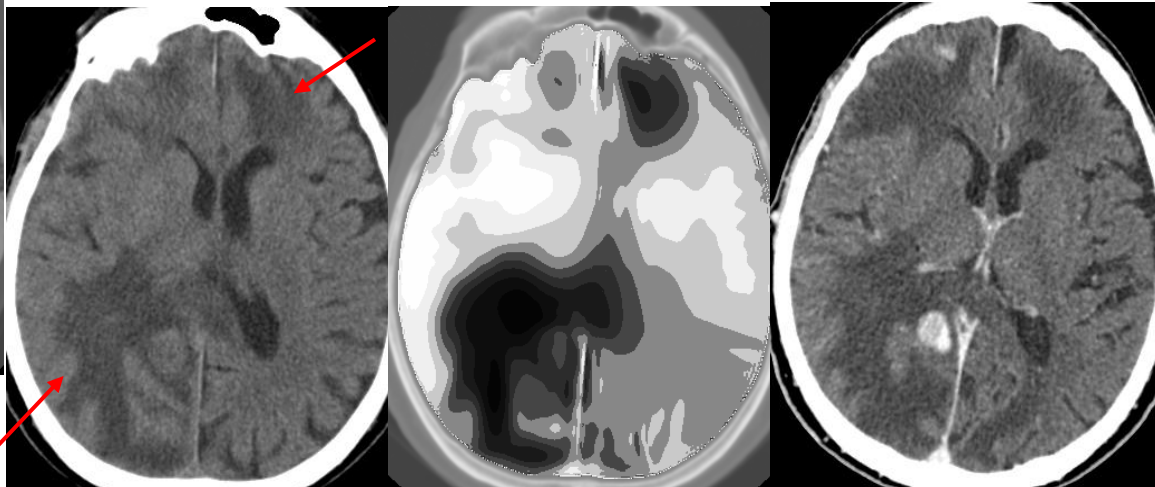
wodogłowie z
przesiąkaniem



bez przesiąkania



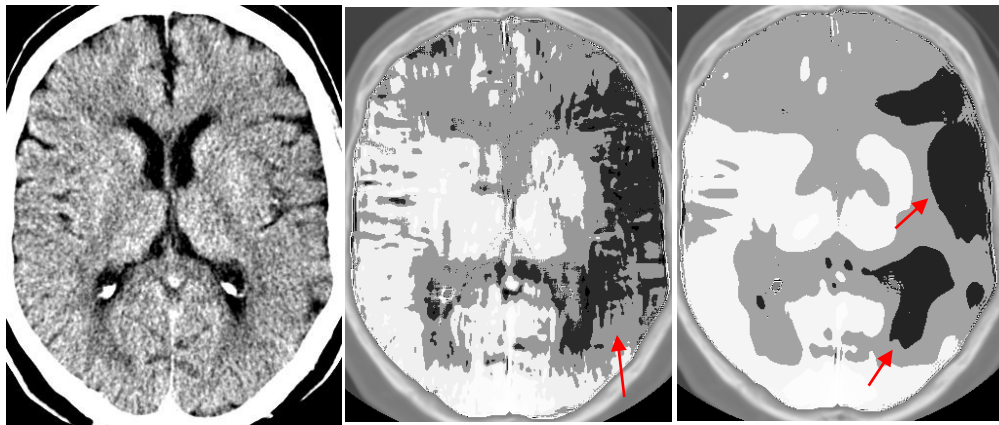
stłuczenie



obrzęk od

Wczesne CT
+1.5 po wystąpieniu
objawów

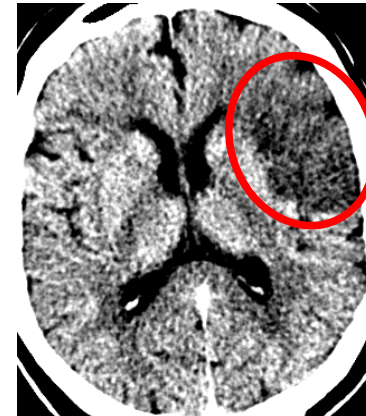
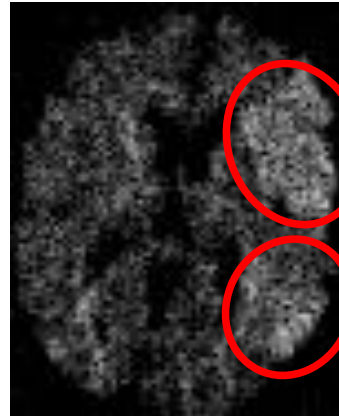
Detektor



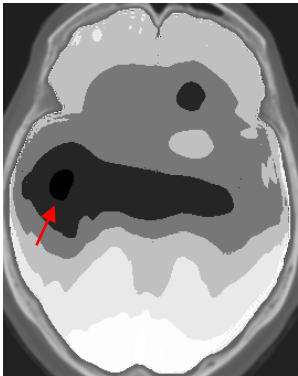
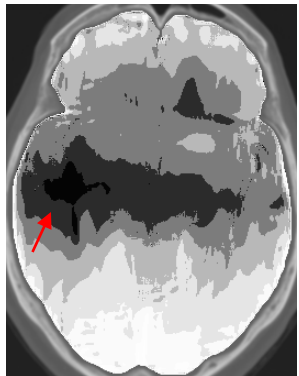
Przykłady detekcji udaru

Wczesne DWI +4.5h

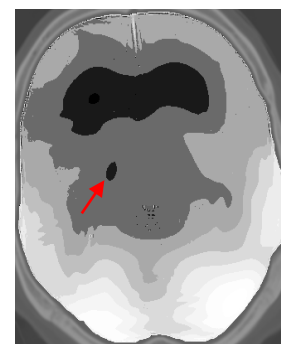
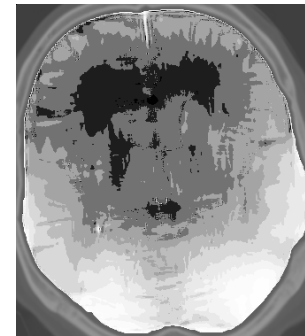
Późne CT +24h



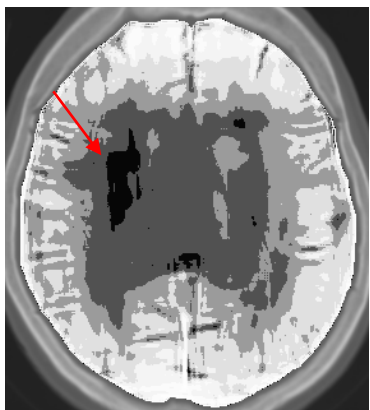
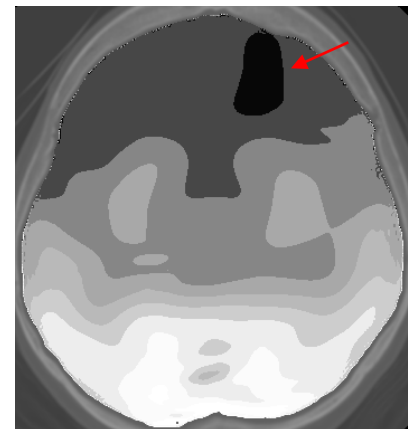
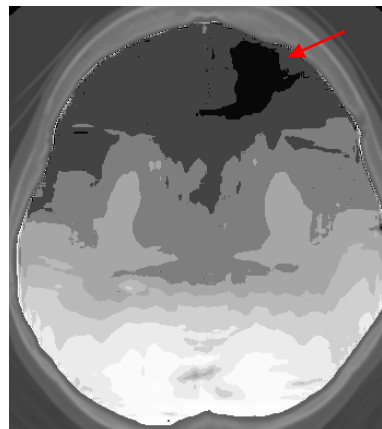
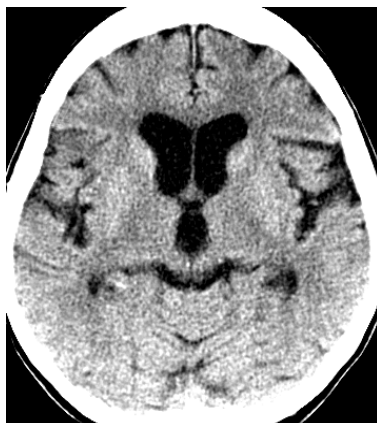
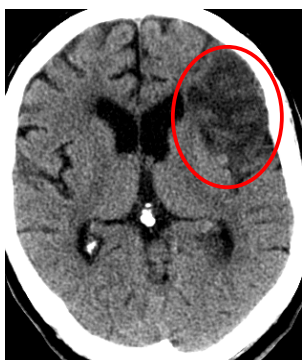
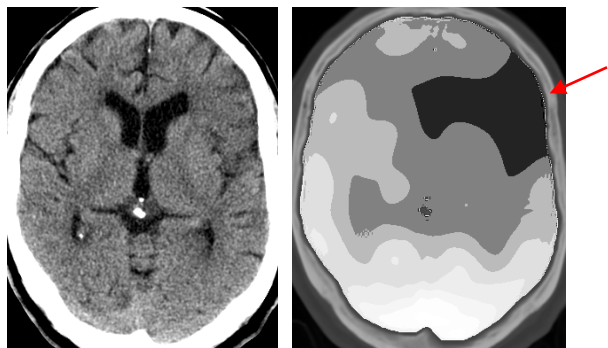
Wczesne



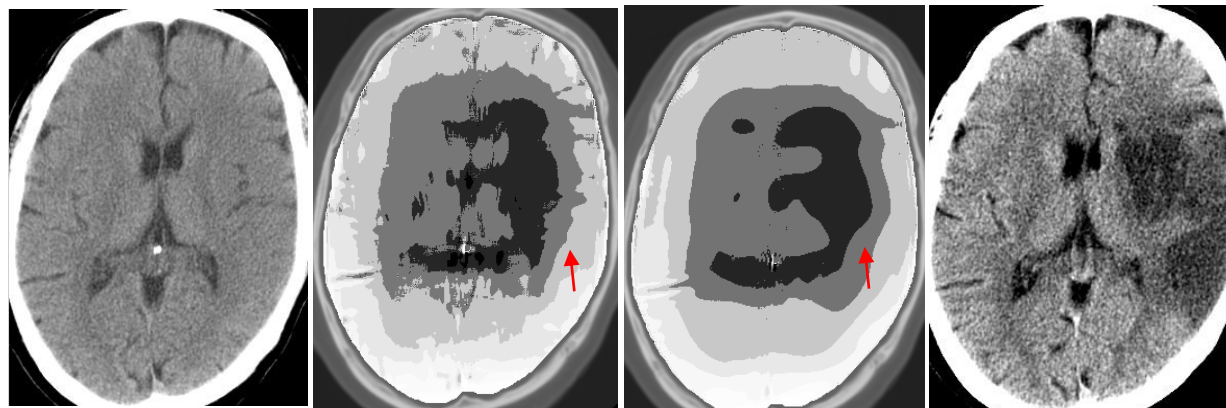
Późne
CT



Więcej
przykładów



Więcej przykładów detekcji udaru



wczesne

późne

