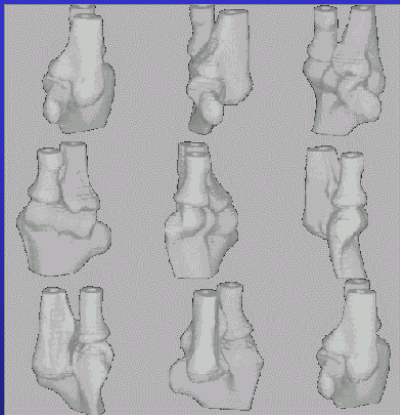




Grafika komputerowa (GRKMed) - wprowadzenie



Artur Przelaskowski
materiały do wykładu
(rysunki w dużej części ze źródeł
internetowych oraz własnych)

Motto

- Grafika dziś w obrazowaniu medycznym pełni funkcje pomocnicze, jutro będzie lepiej, bo sztuka wizualizacji czerpie z niej garściami
- Najcenniejsze są uproszenia schematu obiektowego:
dane – modele – scena
czyli konstrukcja *przestrzeń obiektów –wizualizacja*
- Sztuka wizualizacji: zobaczyć więcej to nie znaczy zobaczyć wszystko ...

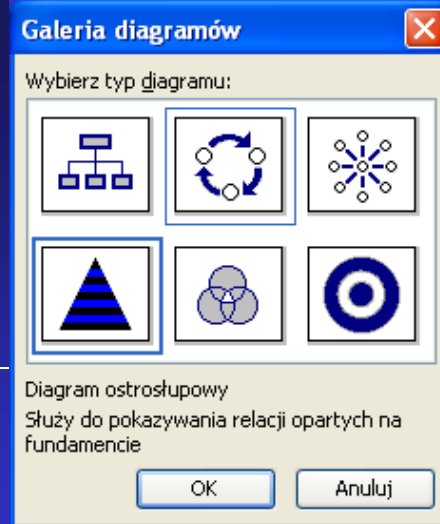
WPROWADZENIE

Grafika

- Grafika to sztuka wykonywania obrazów płaskich, których oglądanie powoduje powstanie u widza złudzenia rzeczywistości przestrzennej (trójwymiarowej)
- Można do tego wykorzystać również techniki komputerowe

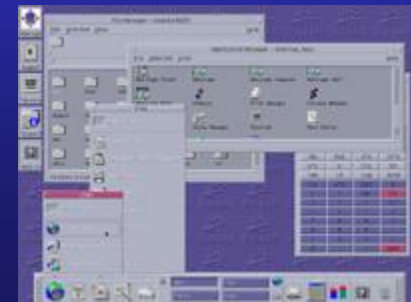
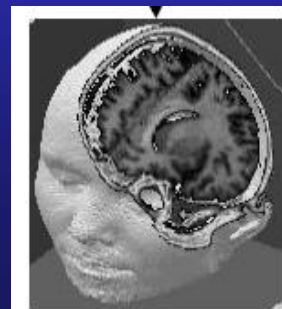
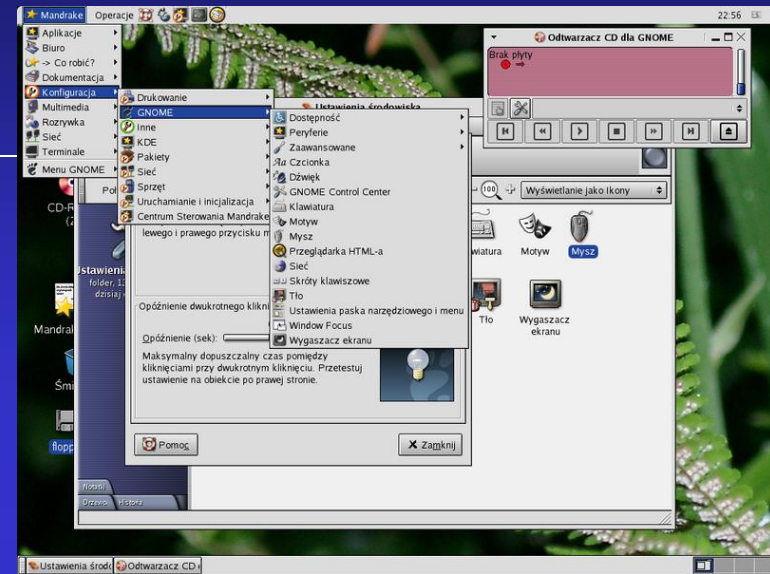
Grafika komputerowa to

- dział informatyki wykorzystujący techniki komputerowe do
 - komputerowej syntezy obrazów
 - wizualizacji rzeczywistości (danych rzeczywistych)
 - wizualizacji artystycznych
- algorytmy i struktury danych **specjalizowane obrazem**
- **obrazkowy (graficzny) język interakcji** człowiek-komputer



Zastosowania

- Wizualizacje danych, informacja obrazowa
- Animacje, film, multimedia
- Interfejsy użytkownika (środowisko graficzne) - <http://www.guidebookgallery.org/>
- CAD/CAM różnego typu (projektowanie inżynierskie), poligrafia, architektura
- Gry, symulatory
- VR (rzeczywistość wirtualna), AR (rozszerzona rzeczywistość)
- e-edukacja
-
- Medyczne: diagnostyka obrazowa, chirurgia, protetyka, rehabilitacja, profilaktyka ...



The visualization Toolkit (vtk)

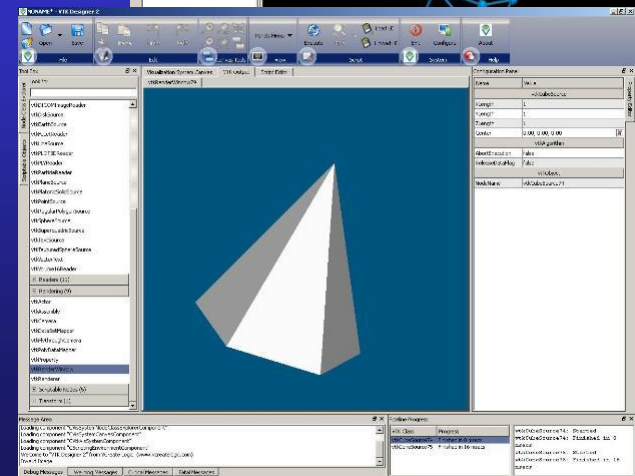
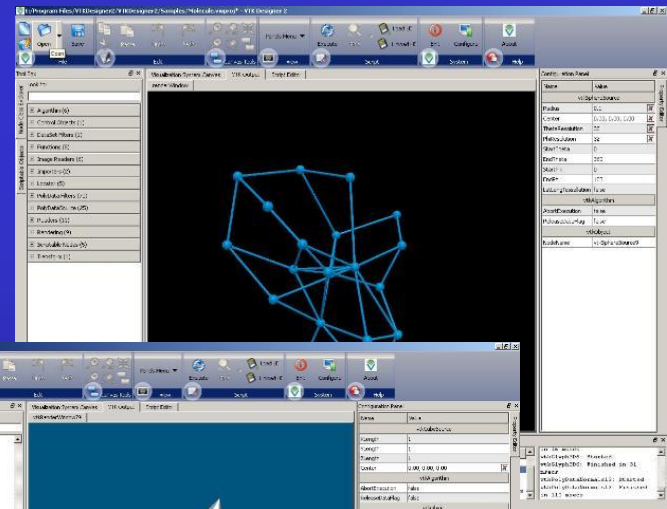
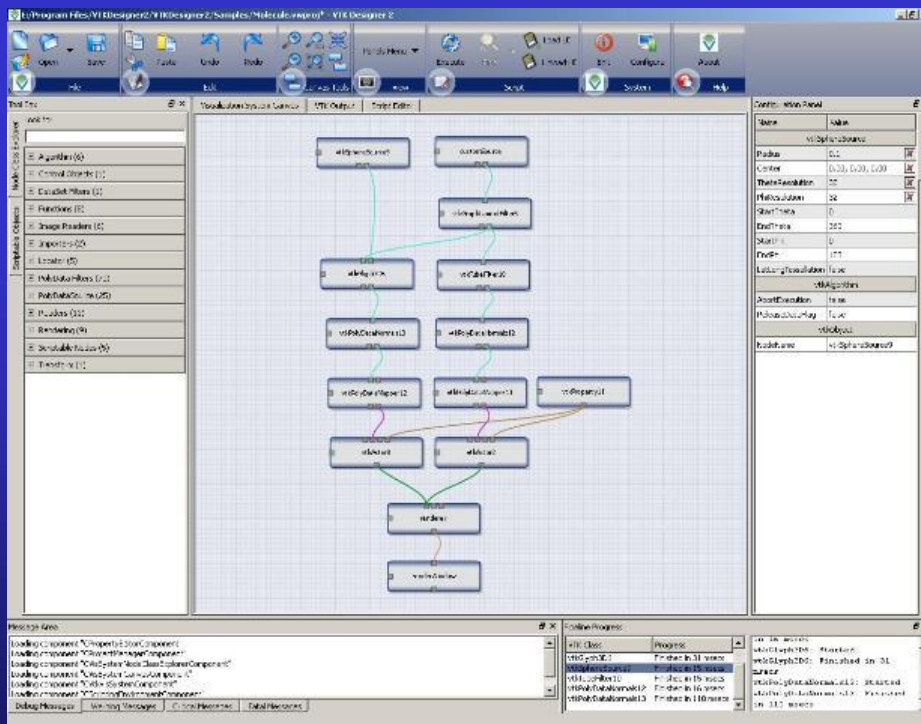
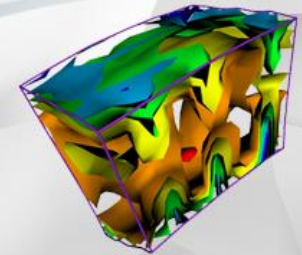
<http://www.vtk.org/>

System do komputerowej grafiki 3W oraz przetwarzania i wizualizacji obrazów

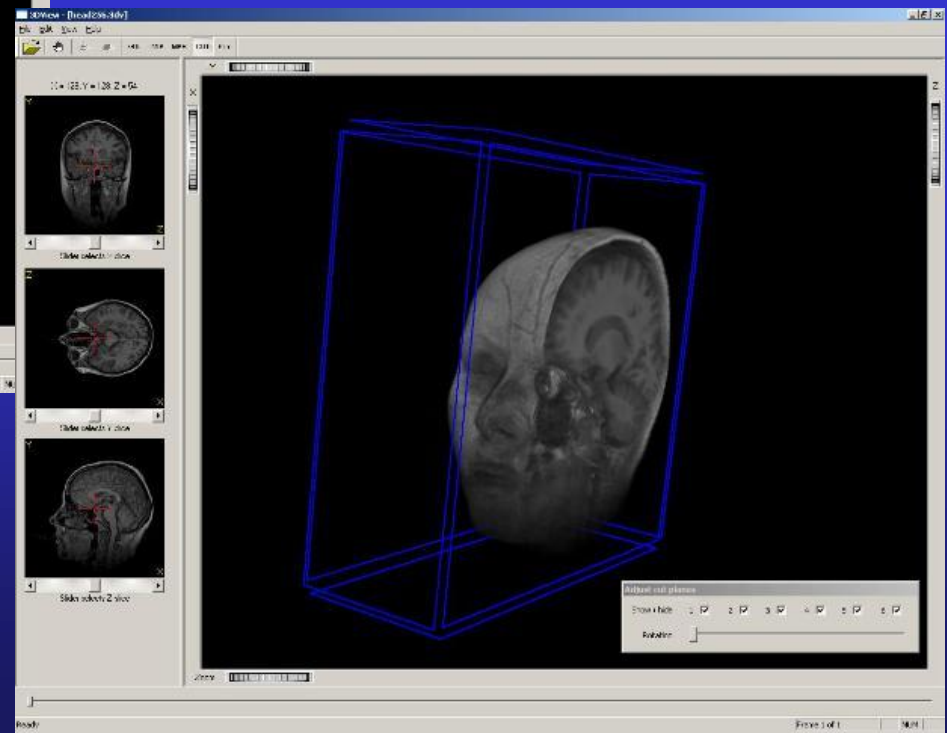
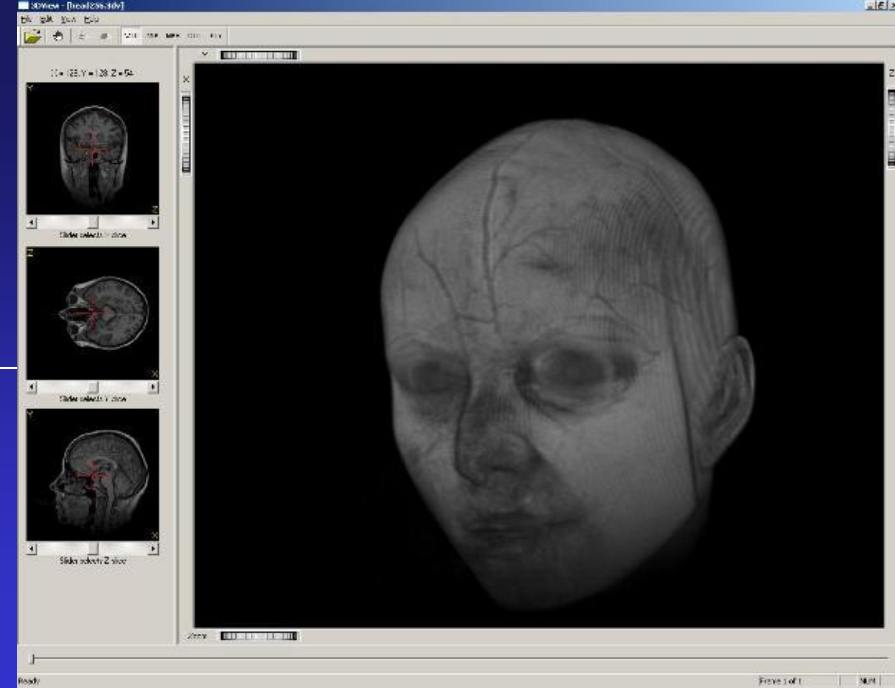
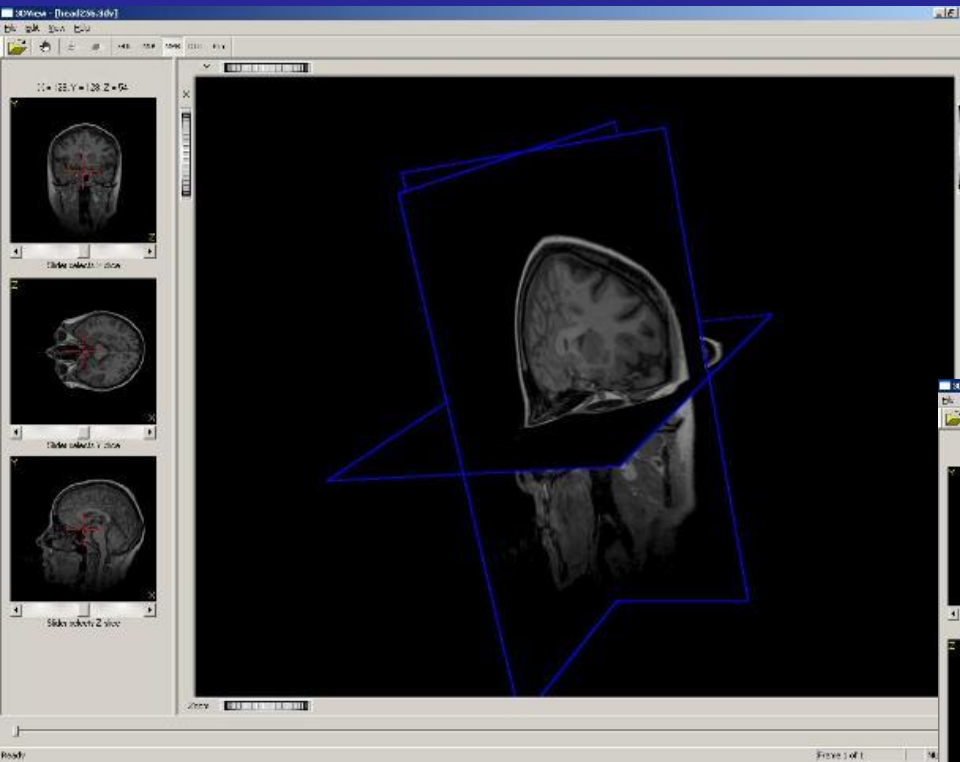
Zbudowany na bazie C++ z interfejsami w Tcl/Tk, Java, Python , działa na wielu platformach systemowych

VTK

Thousands of researchers and developers around the world use VTK, an open source, freely available software system for 3D computer graphics, image processing, and visualization.



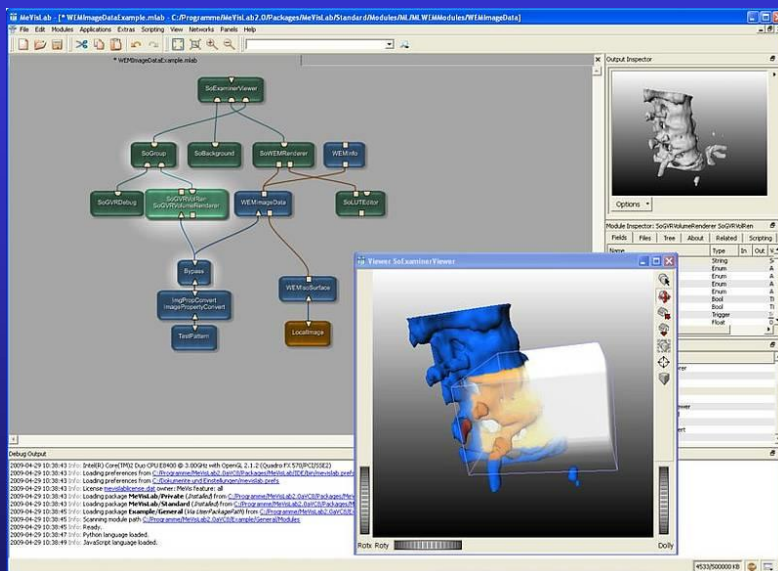
VTk



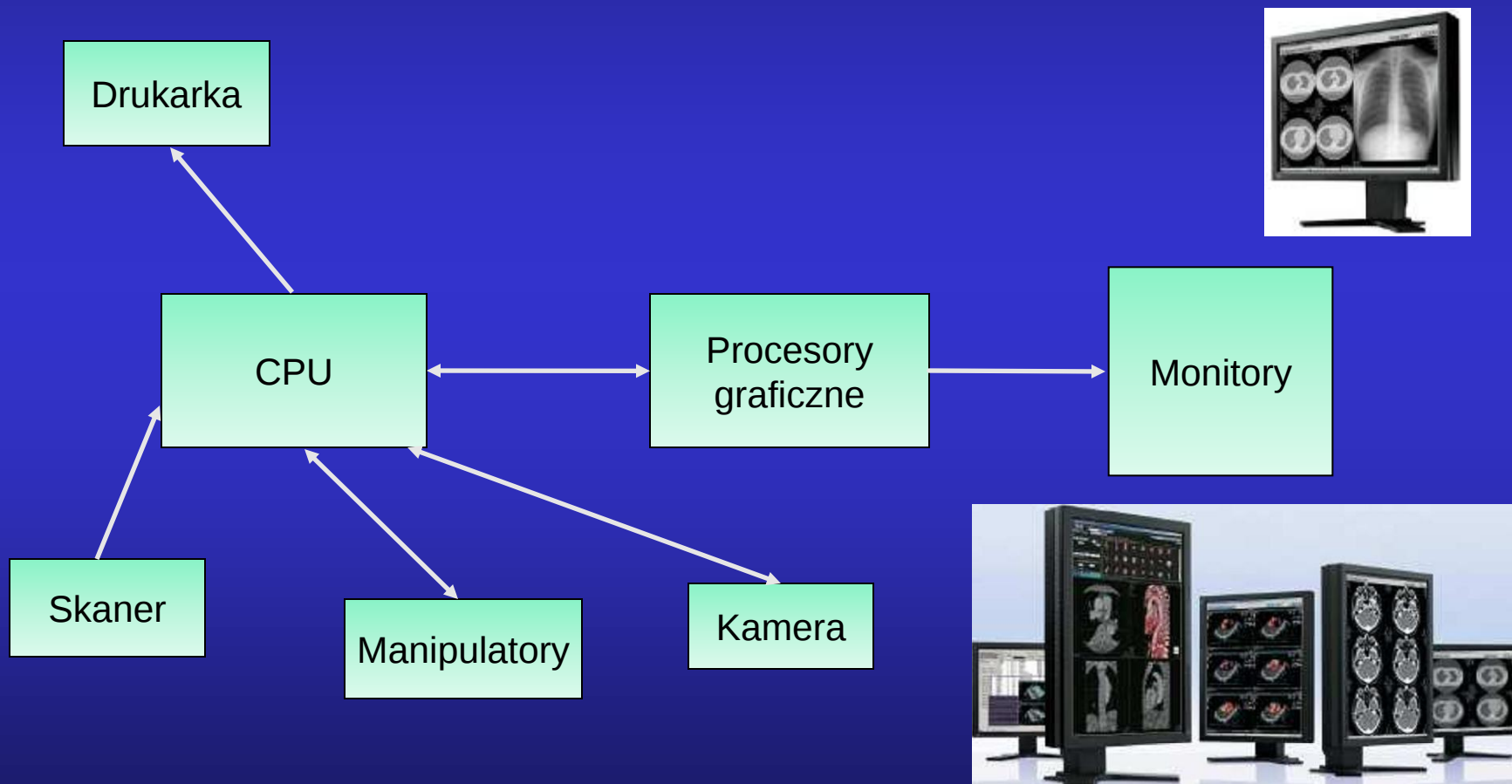
MeVisLab - <http://www.mevislab.de/>

Środowisko do tworzenia aplikacji w obszarze przetwarzania i wizualizacji obrazów medycznych

Zbudowane jest na bazie Open Inventor (obiekty grafiki na bazie OpenGL), Qt, python, javascript (interfejsy), integracja z modułami C++, VTK, ITK



Elementy podstawowego sprzętu do działalności graficznej

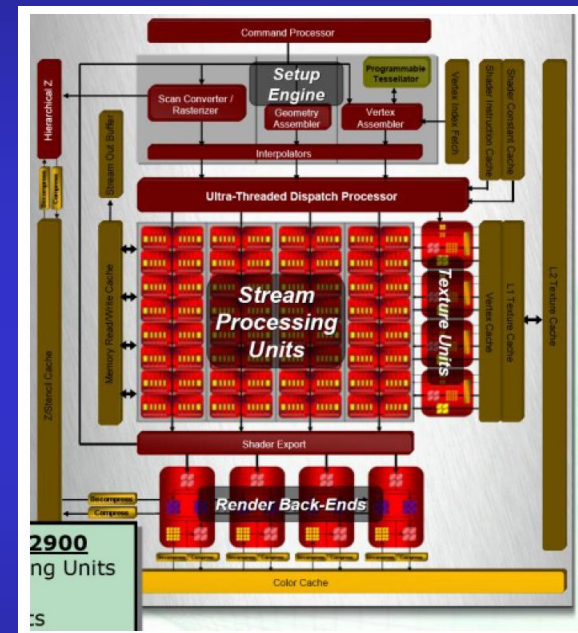
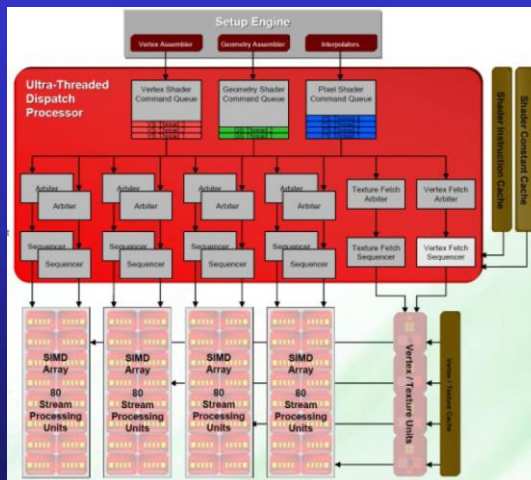




Oculus Ultra-Portable

Sprzęt

- Procesory, akceleratory graficzne (przetwarzanie masowo-równoległe)
- Manipulatory
- Tablety
- Monitory
-



Równoległa architektura obliczeniowa CUDA

- Wydajność sięgająca pojedynczych TFlopsów
- Obsługa wielu monitorów przez wiele GPU
- Stereoskopowe 3D
- Graficzna rozkosz
- GeForce (gry, multimedia), Quadro (grafika 3D) i Tesla (obliczenia)



NVIDIA GeForce 3 Ti 200



NVIDIA GeForce GTX 295



Świat malowany

3D Vision Surround (NVIDIA GeForce)



GPU w medycynie

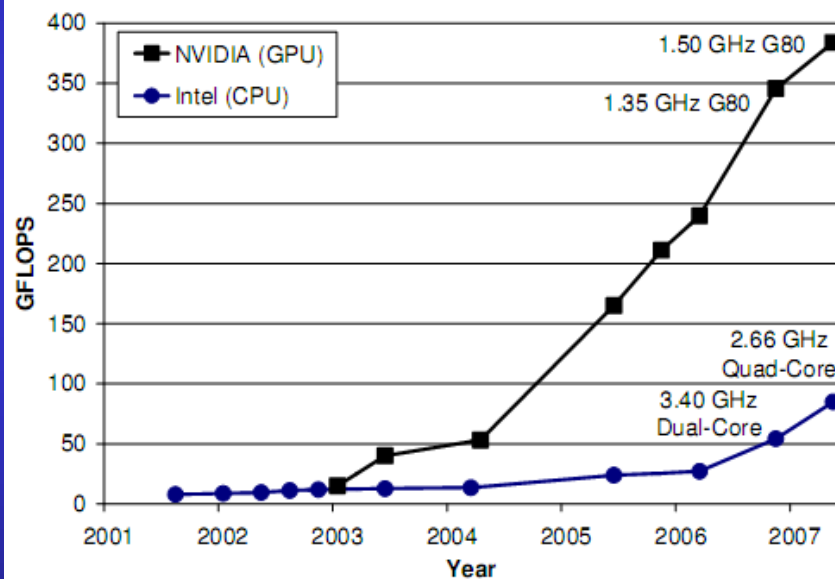
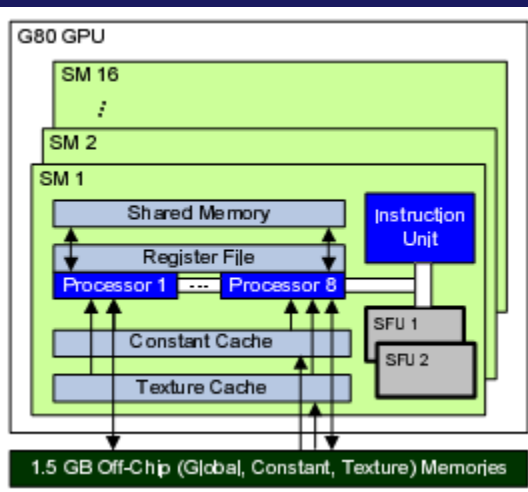
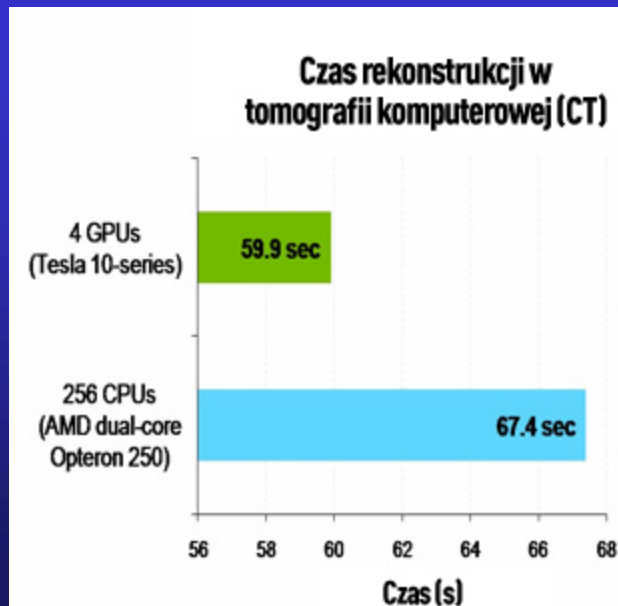
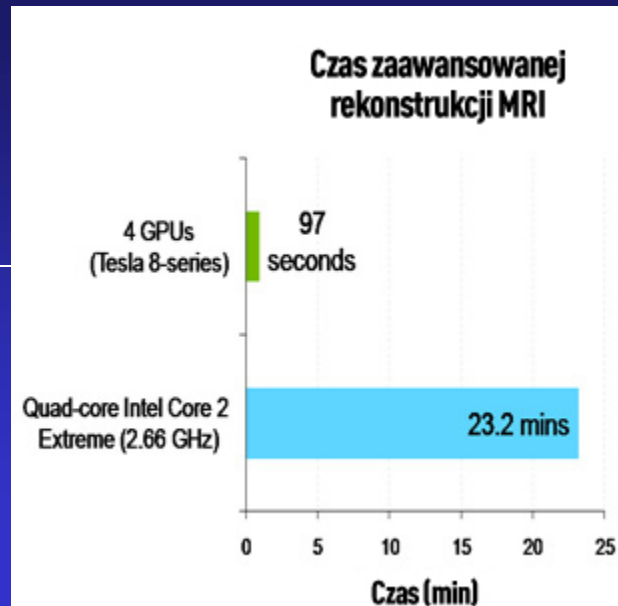


Figure 1: Peak throughput of programmable, floating-point, multiply-add operations on modern GPUs and CPUs. Adapted with permission from [24] © John Owens et al.

Accelerating Advanced MRI Reconstructions on GPUs

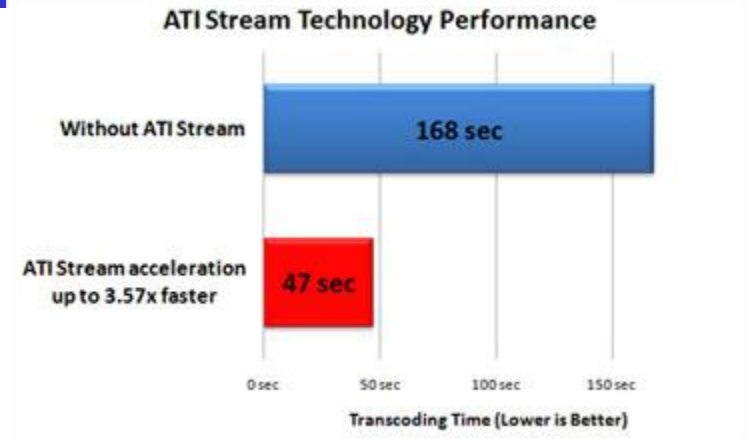
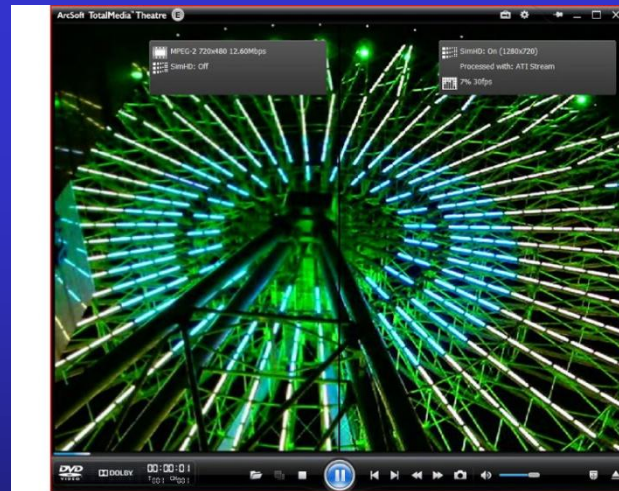




Koncert na GPU i CPU (ATI Stream)

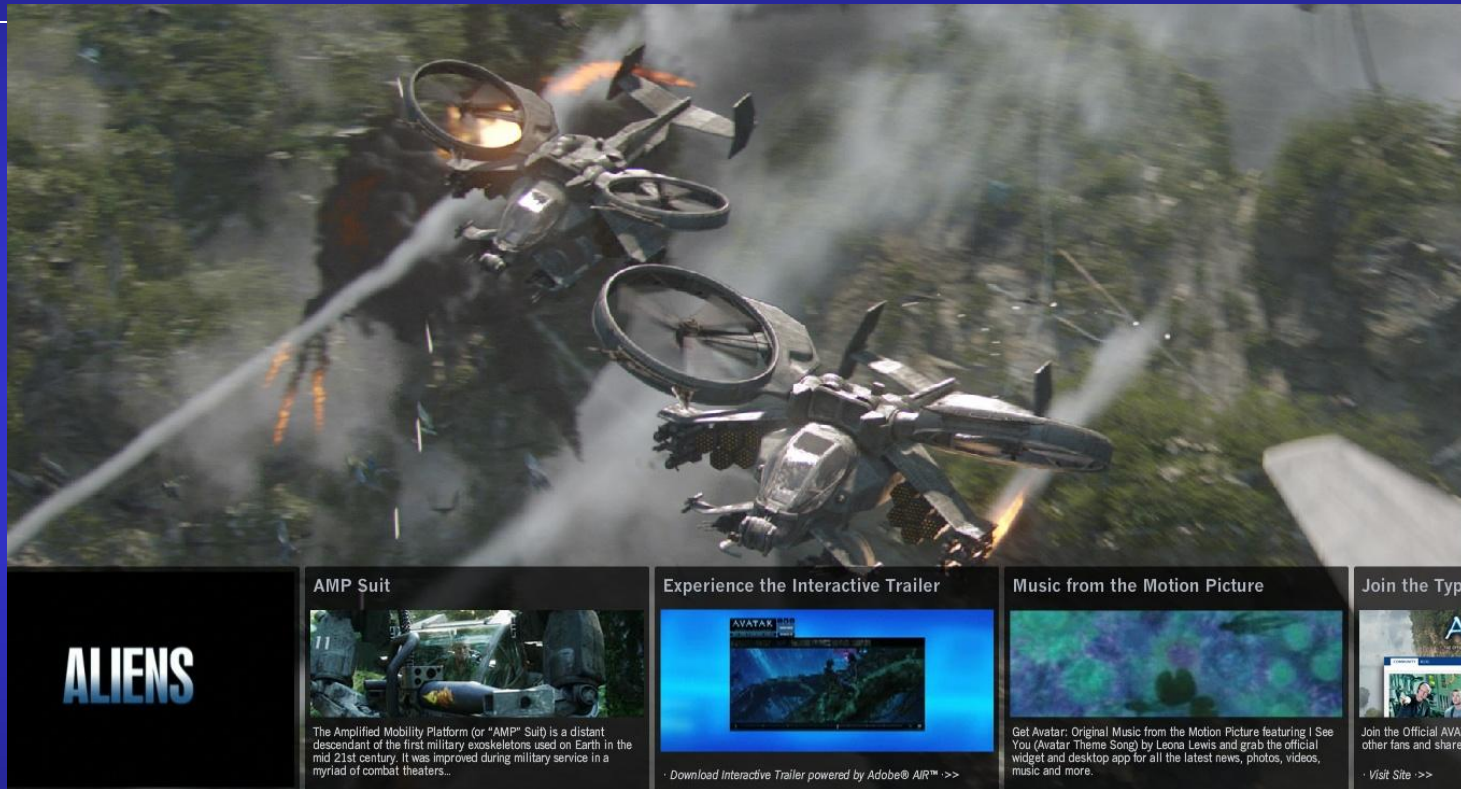


MediaShow Espresso



- Standard programowania **OpenCL™**
- OpenCL™: The Open Standard for Parallel Programming of GPUs and Multi-core CPUs

AVATAR



- Technologia 3D, CUDA
- 800 postaci wygenerowanych jedynie dzięki technologii cyfrowej
- Technologia bez emocji, ale jaka technologia

Sprzęt z możliwościami

"Żyjemy w interesującej epoce ponieważ karty graficzne 3D, które w swoim czasie były jedynie akceleratorami, obecnie stały się jednostkami obliczeniowymi wykonującymi w swoim wnętrzu jednocześnie i równolegle szereg obliczeń. Ostatni krok zostanie dokonany, gdy konstruktorzy GPU przestaną zadawać pytania typu "Do ilu shaderów powinniśmy ograniczyć naszą kartę?", ale zaczną szukać możliwości stworzenia prawdziwych maszyn Turinga."

Tim Sweeney, szef projektu Unreal Engine, EPIC



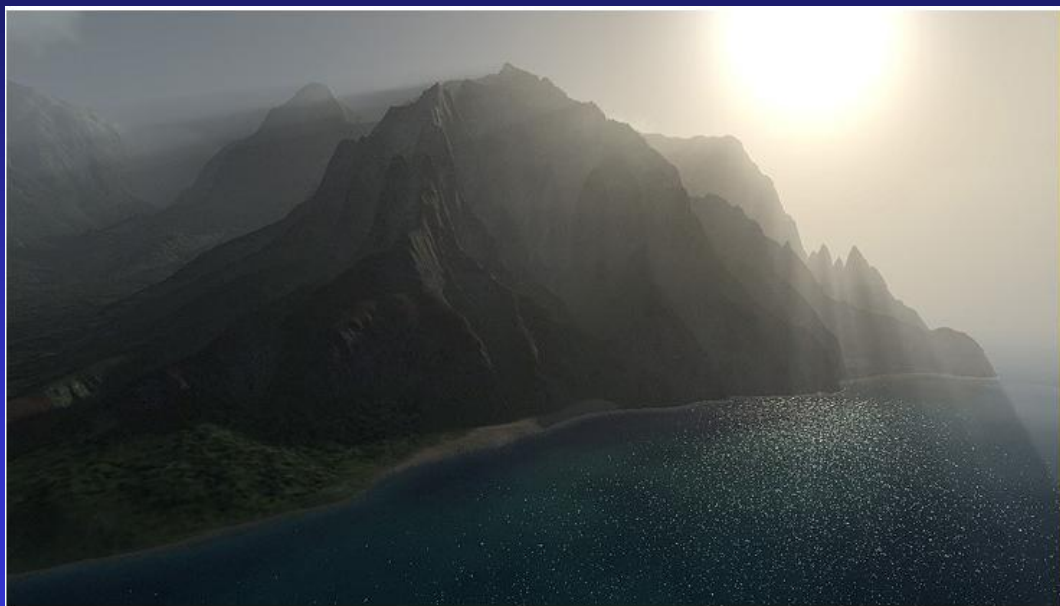
Możliwości ...

Real-Life



Crysis





Możliwości....



Standardy w grafice komputerowej

- Dane naturalne (JPEG, MPEG, GIF, PNG)
- Dokumenty (pdf, DejaVu)
- G. wektorowa (EPS, PS, WMF)
- OpenGL (specyfikacja uniwersalnego API do generowania grafiki),
- DirectX, Direct3D (karty graficzne pod Windows), SDL ...
-

Treści GRKMed

1. Wprowadzenie
2. Akwizycja, przetwarzanie i analiza obrazów
3. Podstawy grafiki 2W (raster, prymitywy, przekształcenia)
4. Podstawy grafiki 3W (przekształcenia, rendering, modele, kamera, rzuty, perspektywa)
5. Metody odtwarzania powierzchni i objętości
6. Realizm scen (oświetlanie, cieniowanie, tekstury, rozstrzyganie widoczności, bilans energetyczny, animacje)
7. Grafika w zastosowaniach medycznych
 - Inteligentny interfejs
 - Wizualizacja danych obrazowych
 - Przegląd zastosowań medycznych
8. Podsumowanie

Literatura

- Strona: <http://www.ire.pw.edu.pl/~arturp/Dydaktyka/grafika/grafika.php>
- Foley J.D., van Dam A., Feiner St.K., Hughes J.F. Phillips R.L.: *Wprowadzenie do grafiki komputerowej*. WNT 1995
- Jankowski M.: *Elementy grafiki komputerowej*. WNT 1990
- Zabrodzki J. (red).: *Grafika komputerowa metody i narzędzia*. WNT 1994
- Tadeusiewicz R., Korohoda P.: *Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów*. Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1997
- Watt A.H., *3D Computer Graphics*, Addison Wesley, 2000
- Preim B., Bartz D.: *Visualization in Medicine: Theory, Algorithms, and Applications*. The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics, 2007
- Robb R.A.: *Biomedical Imaging, Visualization and Analysis*,. Wiley-Liss, 2000
- <http://www.zsk.ict.pwr.wroc.pl/zsk/dydaktyka/gk/>
- http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Grafika_komputerowa_i_wizualizacja

Laboratoria

Nr	Tematyka
1	Elementy cyfrowego przetwarzania i analizy obrazów
2	Podstawowe algorytmy grafiki 2W
3	Tworzenie i modelowanie scen 3W
4	Realizm scen 3W
5	Zastosowania medyczne: wizualizacja i animacja w 3W

Osoba odpowiedzialna: mgr inż. Rafał Józwiak p.11

rjozwiak@ire.pw.edu.pl

tel. 5772

www.ire.pw.edu.pl/~rjozwiak

Przykład realizacji prostej animacji na Laboratorium

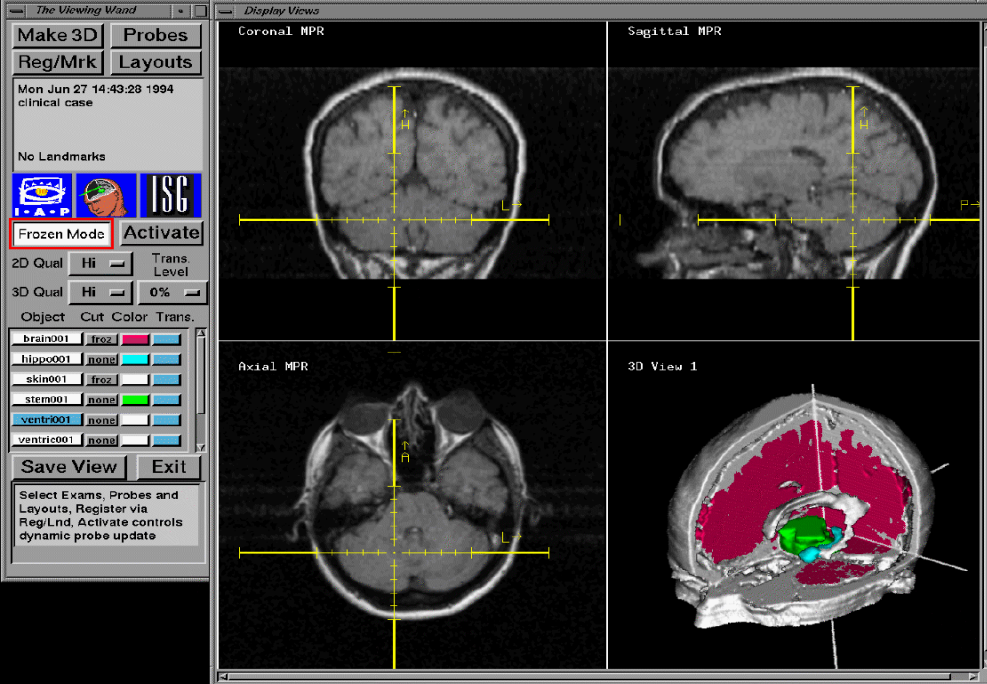


Olga Stankiewicz

Zasady zaliczenia

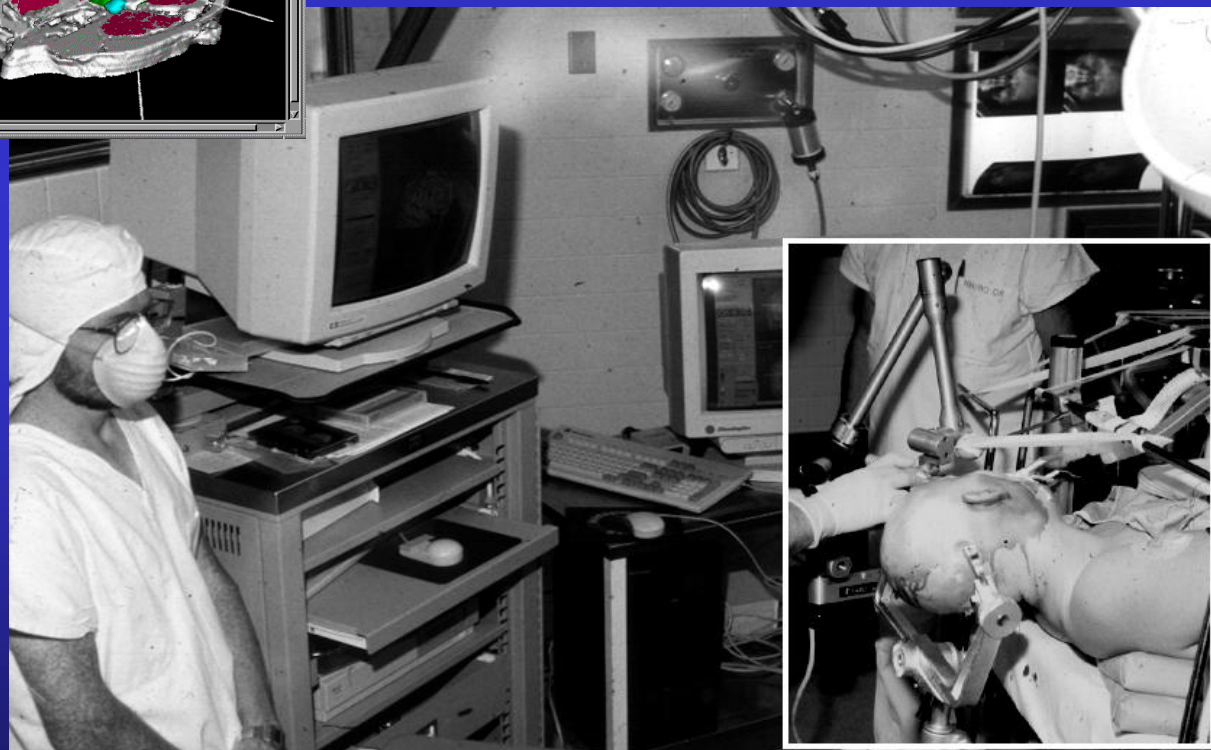
- Egzamin - 30 pkt
- Laboratorium – 30 pkt (5*6pkt)
- Minimum zaliczeniowe 31 pkt plus min. 15 pkt z kolokwium
- Skala: 31(3), 37(3.5), 43(4), 49(4.5), 55(5)
- Konsultacje: piątek po wykładzie

MEDYCZNE ZASTOSOWANIA GRAFIKI



Wizualizacja i symulacja - chirurgia naprowadzana obrazem

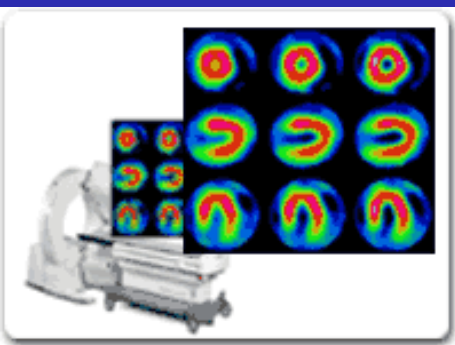
- wysoka precyzja lokalizacji struktur ukrytych
- lepsza koordynacja oko-ręka, krótsze procedury
- wyznaczanie trajektorii bezpiecznej nawigacji narzędzi lub drogi robota
- symulacja w celach dydaktycznych



Sala operacyjna: automatyczne wspomaganie chirurga (głowica ręczna)

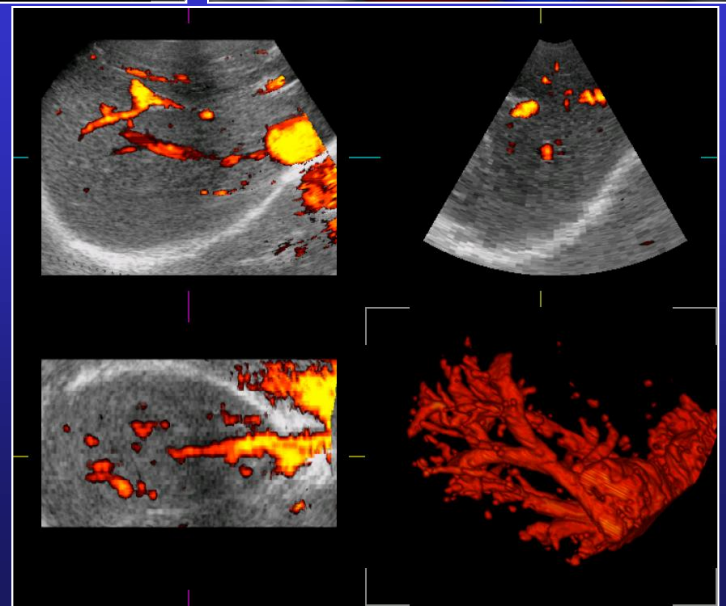
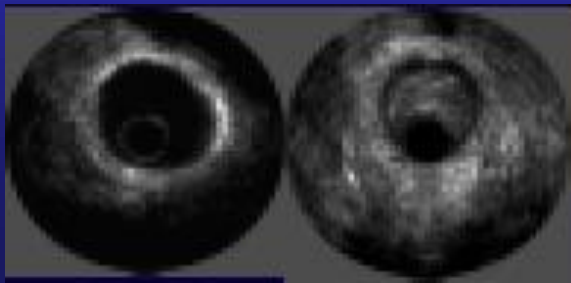
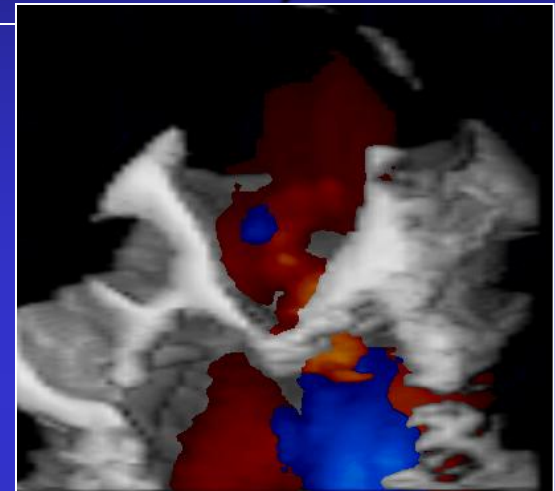
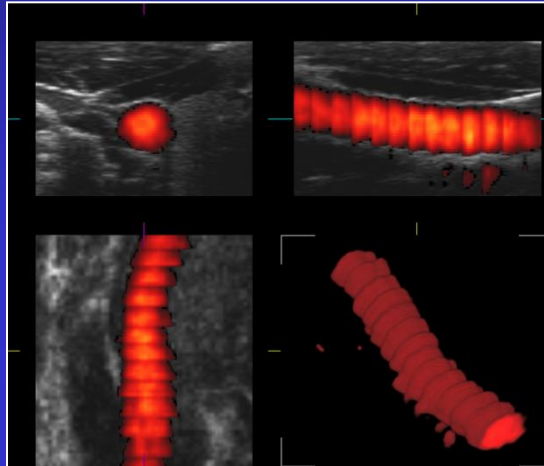
Wizualizacja , interfejsy, wirtualna przestrzeń - obrazowanie medyczne

Radiografia, Tomografia Komputerowa, Rezonans Magnetyczny, Ultrasonografia, Medycyna Nuklearna (tomografia pozytonowa – PET i jednego fotonu – SPECT), metody optyczne i impedancyjne

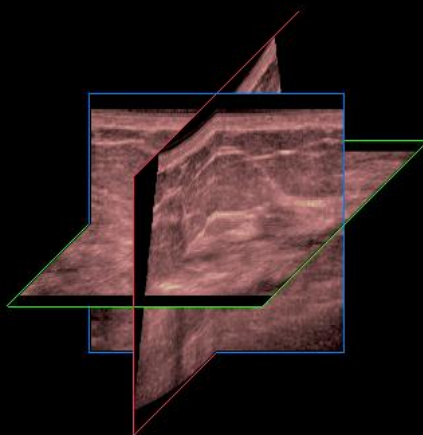
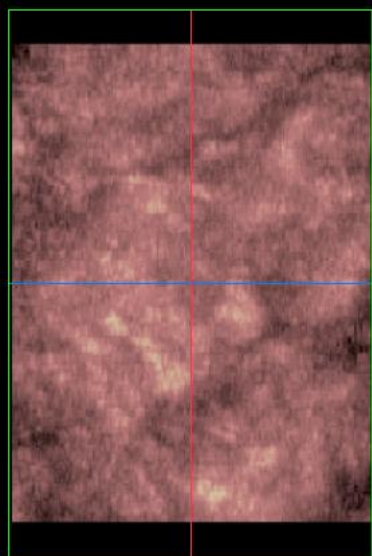
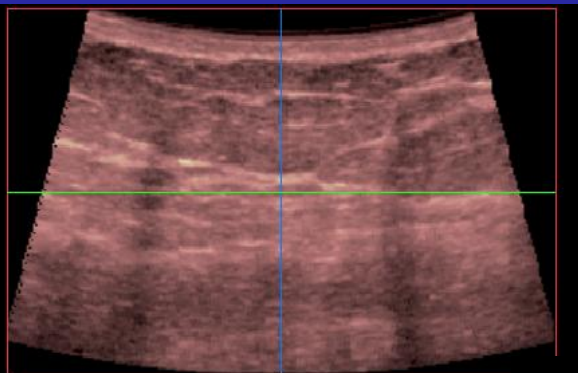
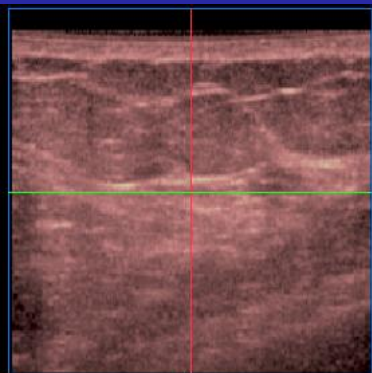


Przestrzenne badania ultrasonograficzne (powierzchnie, perspektywa, nakładanie kolorów)

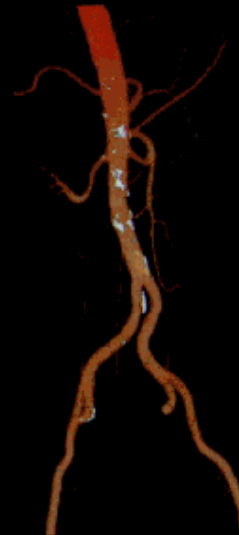
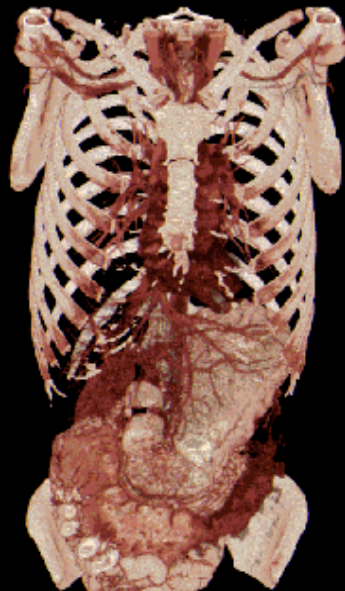
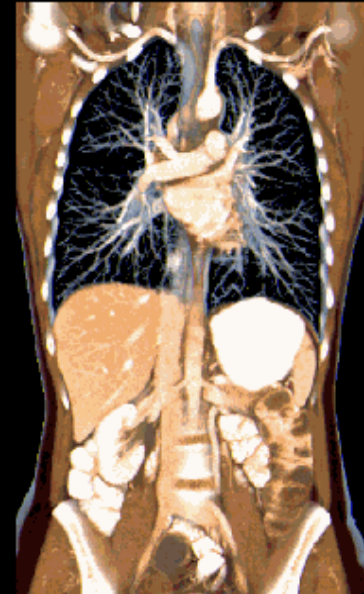
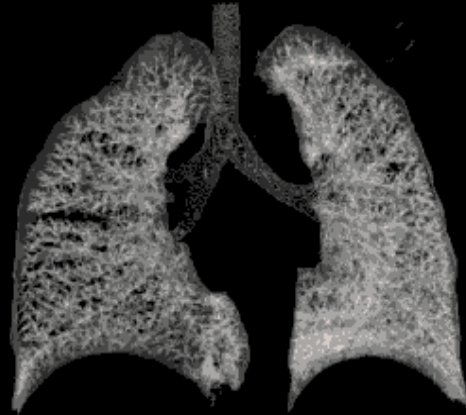
4D



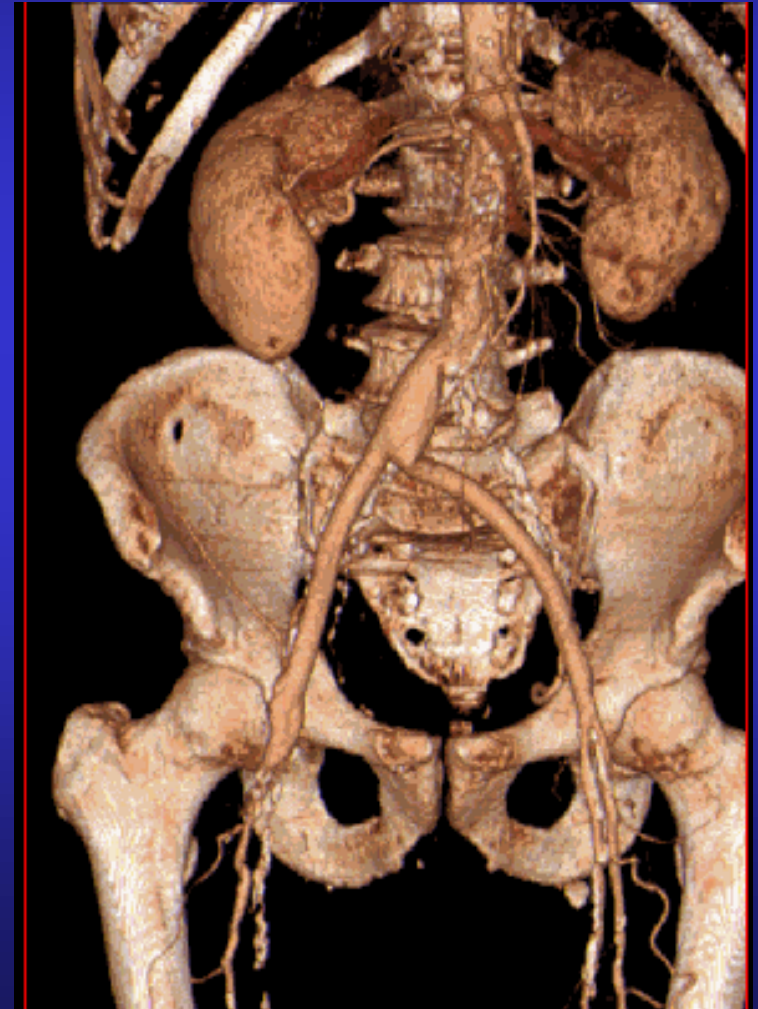
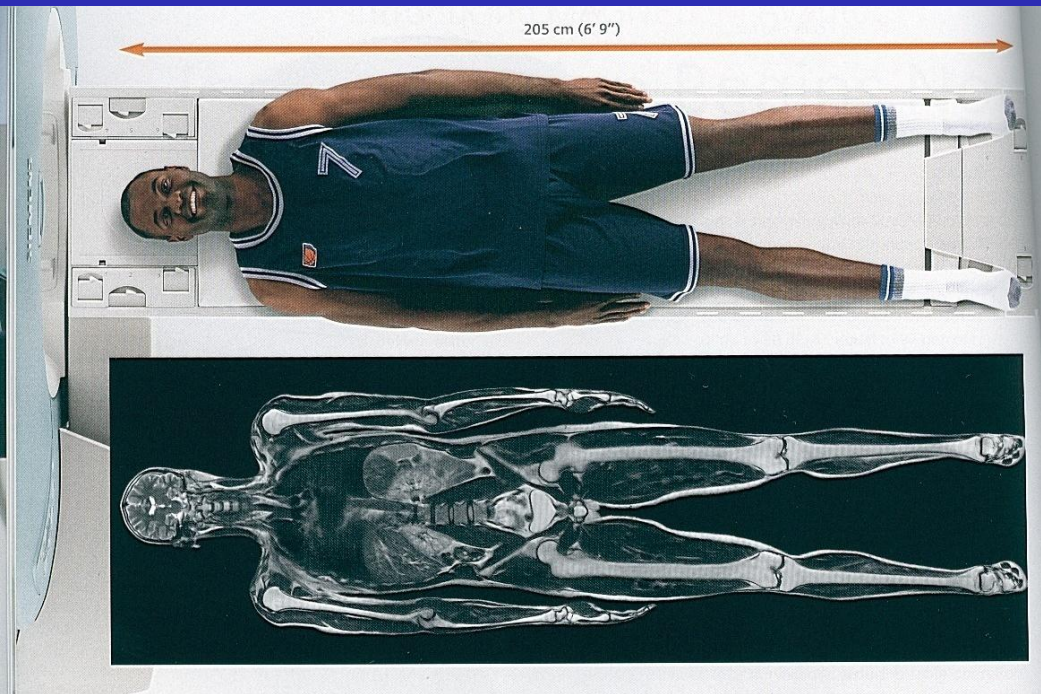
SonoLab (wizualizacja MPV, animacja)



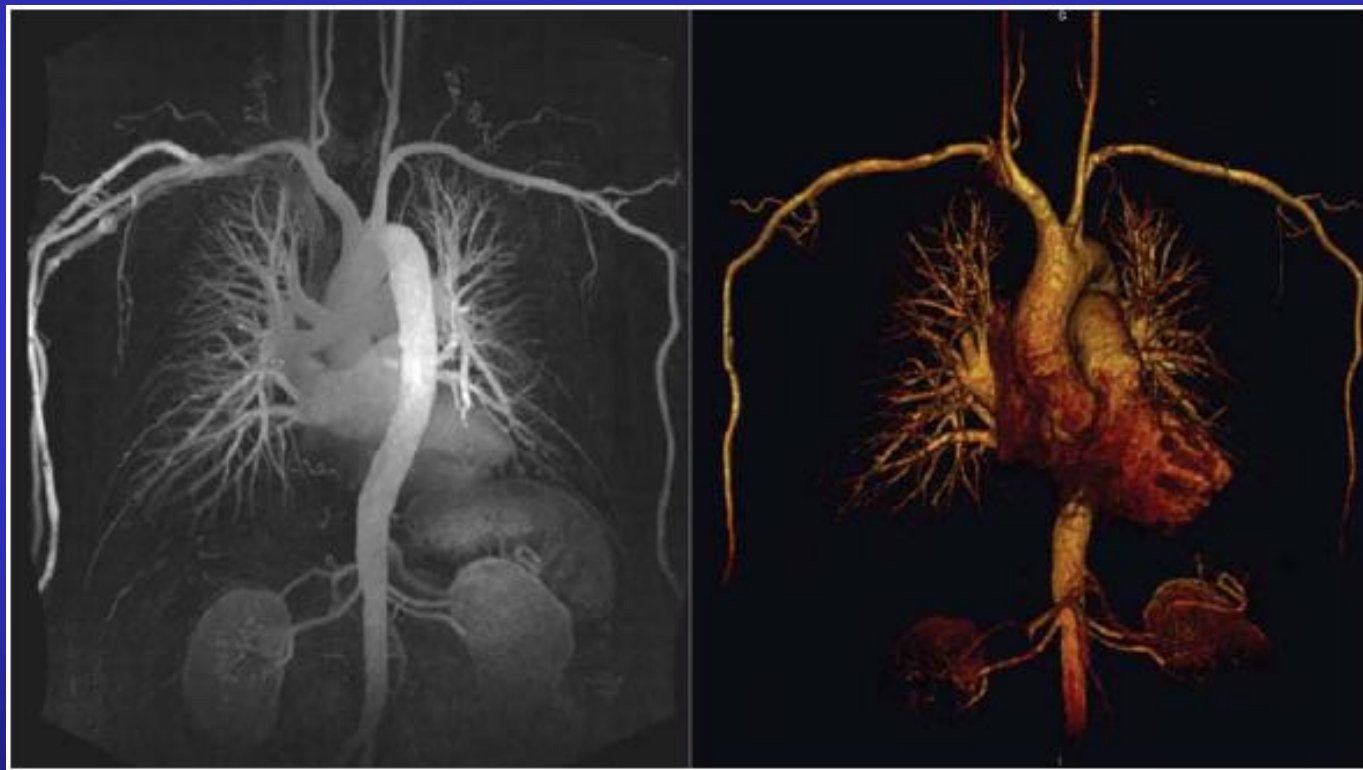
Różnorodność informacji przestrzennej (powierzchnia i przezroczystość, kolory, ROI, oświetlenie, różnicowanie tkanek)



Szczegóły morfologii (wizualizacja różnorodnych powierzchni, obroty, tekstury, realizm w 3W)

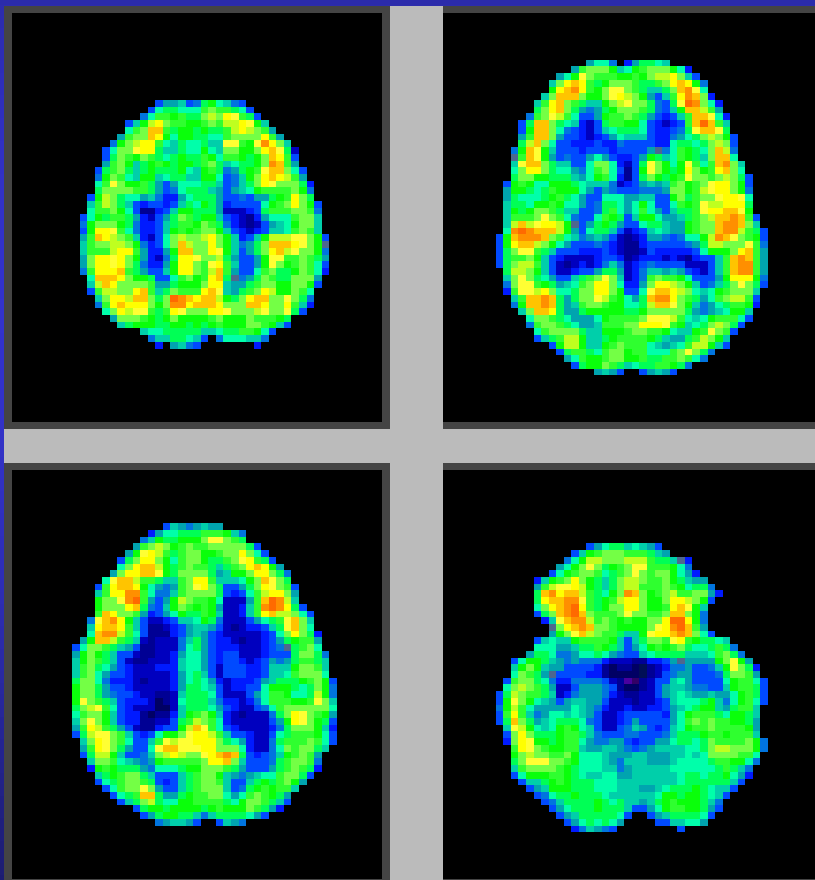


MRA, obrazowanie całego ciała (skala, powierzchnie, tekstury, kolory, oświetlenie, obroty)

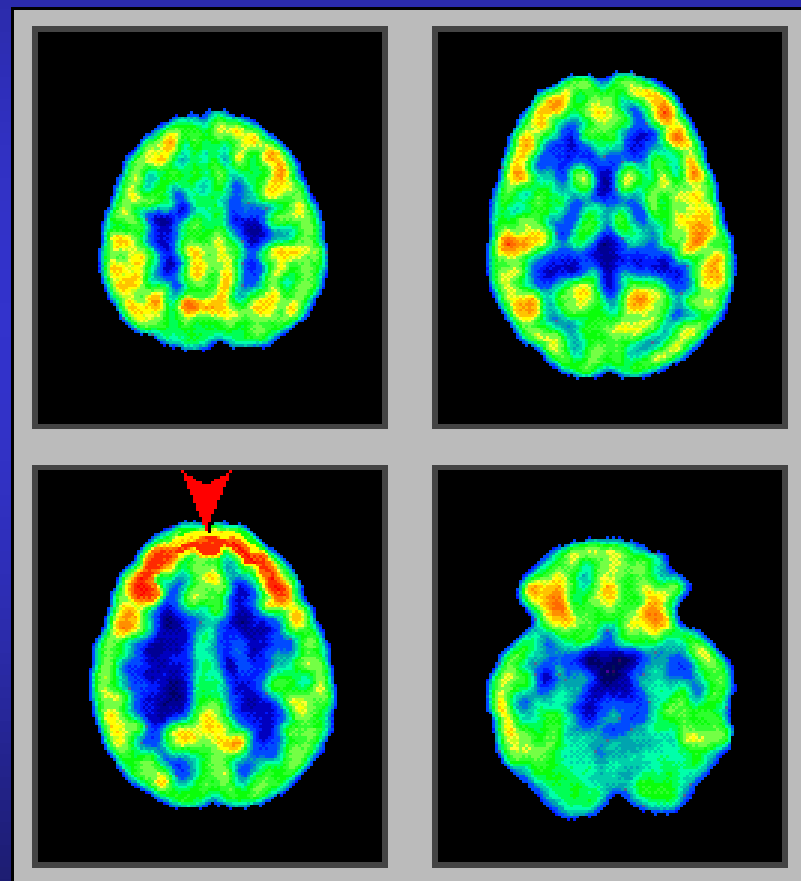


angiografia MR,
SIEMENS, MAGNETOM Trio 3T

Badania funkcjonalne (skale barwne, segmentacja obszarów)

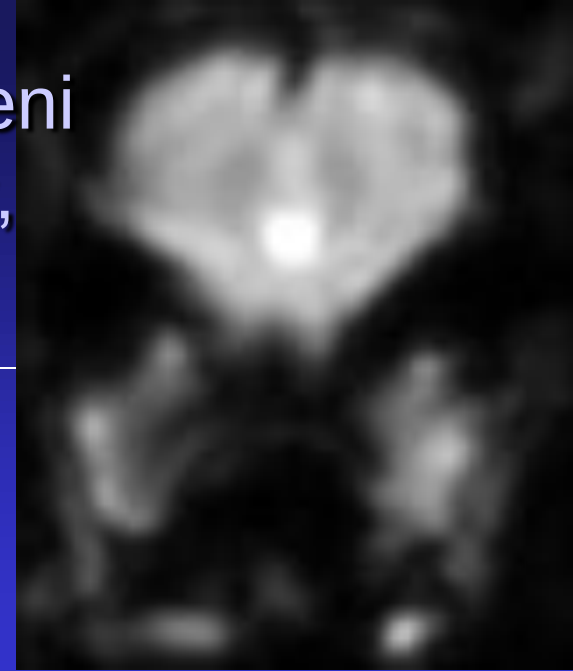
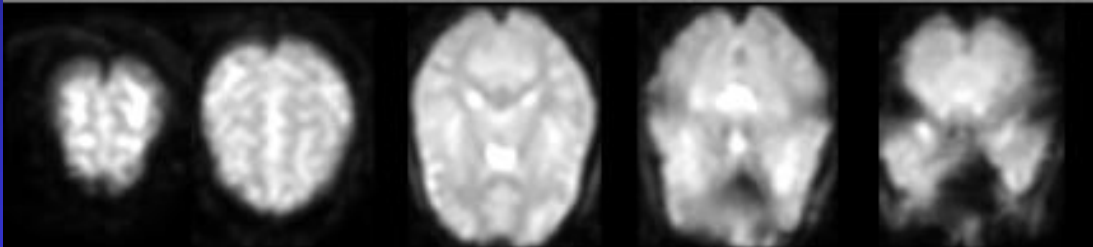


Mózg podczas odpoczynku



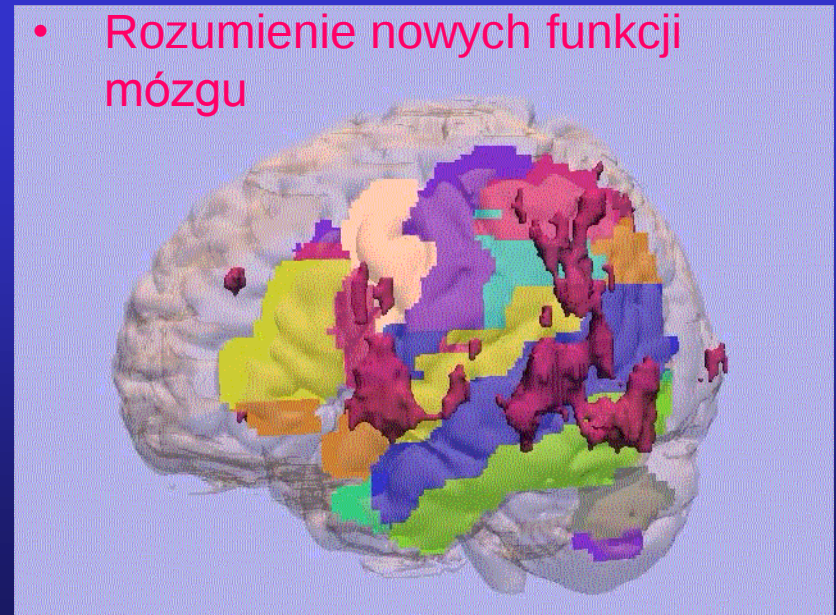
Rozwiązanie zadania matematycznego
Sygnał optyczny - rysunek

Funkcjonalne MRI (pasowanie przestrzeni - korejestracja, kolorowanie obszarów, przezroczystość, animacja)

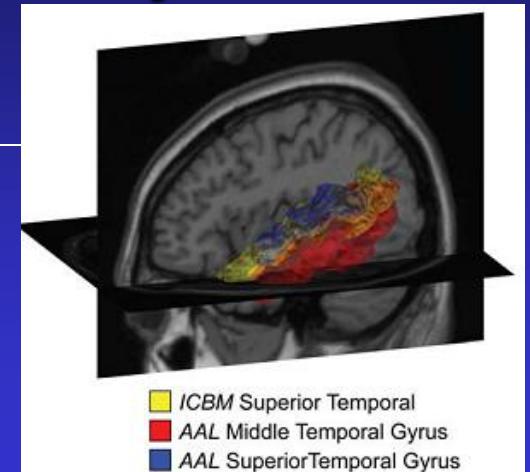
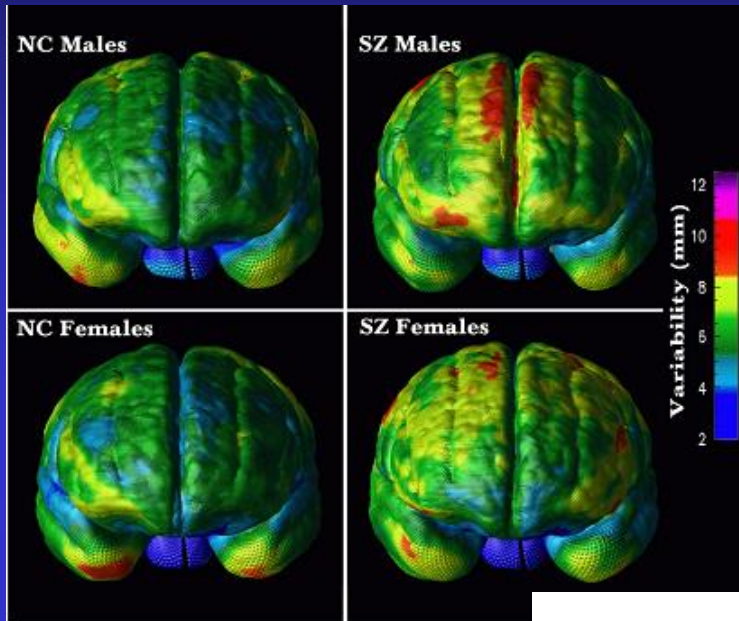


- Rozdzielczość przestrzenna: 64x64, 96x96, 128x128 pikseli.
- Grubość obrazowanej warstwy od ok. 2 mm do kilkudziesięciu mm.
- Ilość obrazowanych warstw zależy od szybkości przełączania gradientów i waha się od 10-32.
- Rozdzielczość czasowa ok. 3-4 sekundy na wolumen.

- Atlasy mózgu
- Rozumienie nowych funkcji mózgu

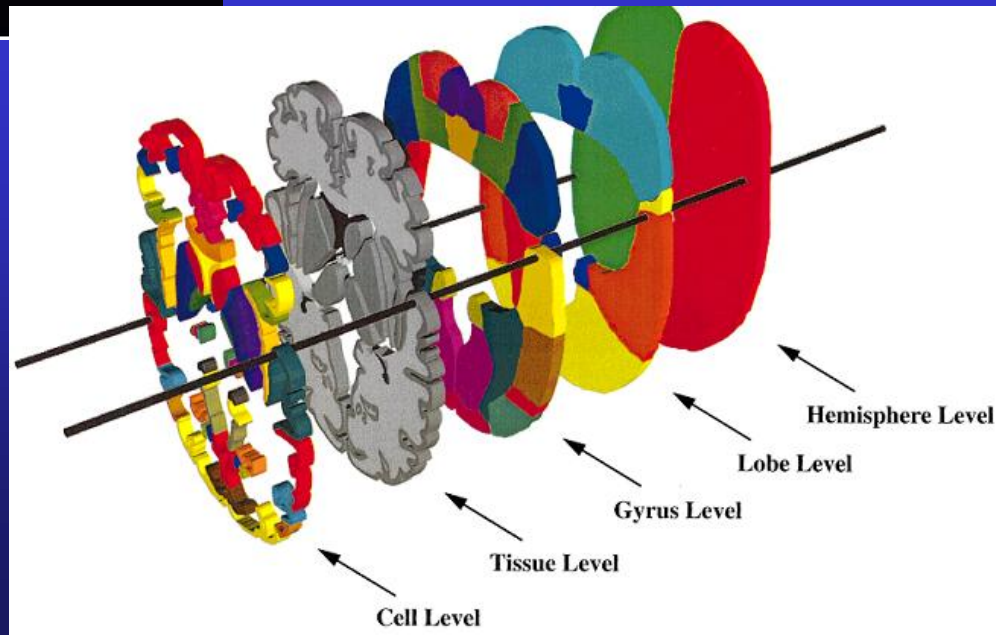


Wspomagające formy wizualizacji informacji



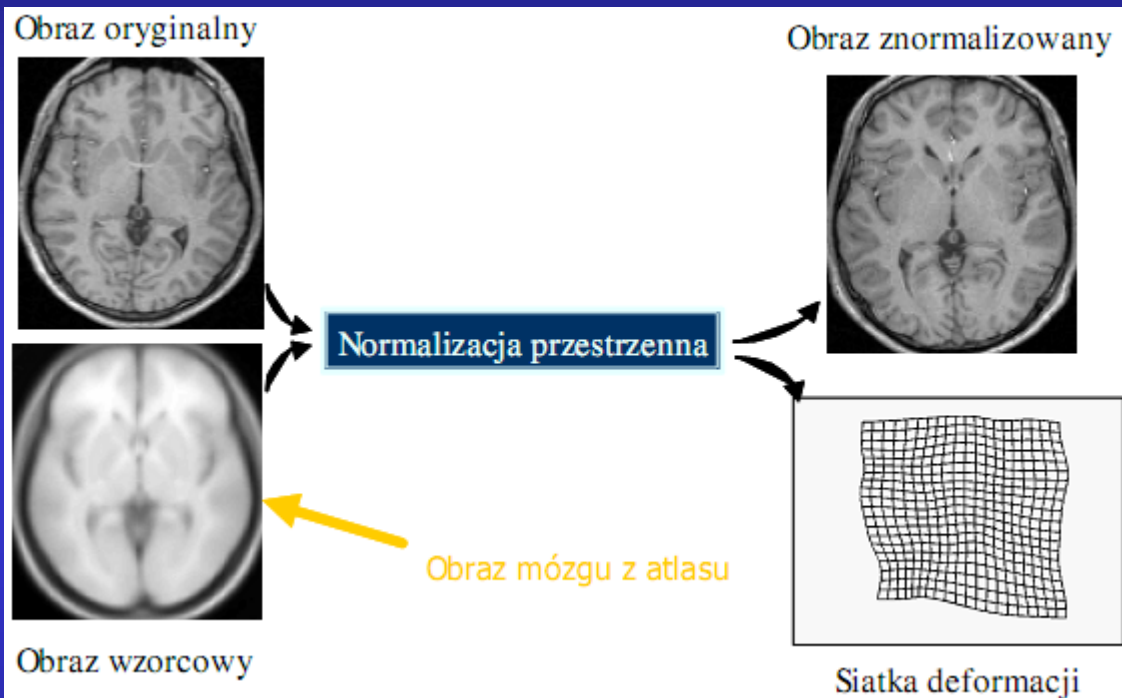
Wizualizacja niedopasowania regionów z różnych atlasów [Bohland 2009]

Mapy średniego kształtu mózgu i ich zróżnicowania [Thompson, Toga 1998]



Atlas Talairacha
<http://www.talairach.org/>

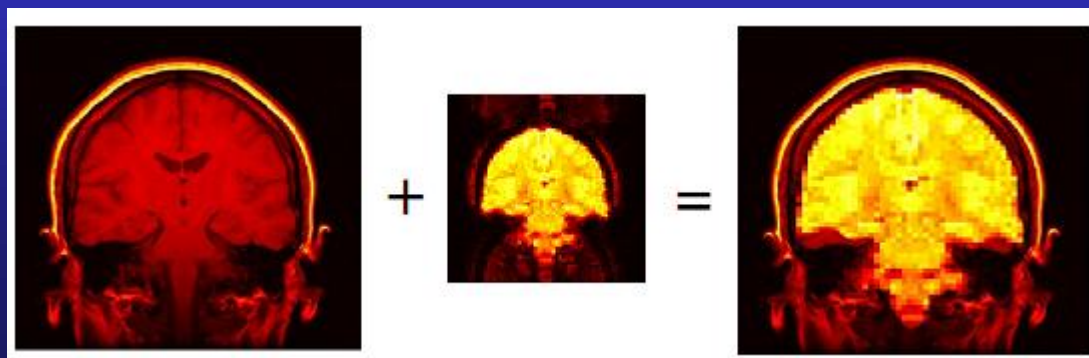
Normalizacja przestrzenna



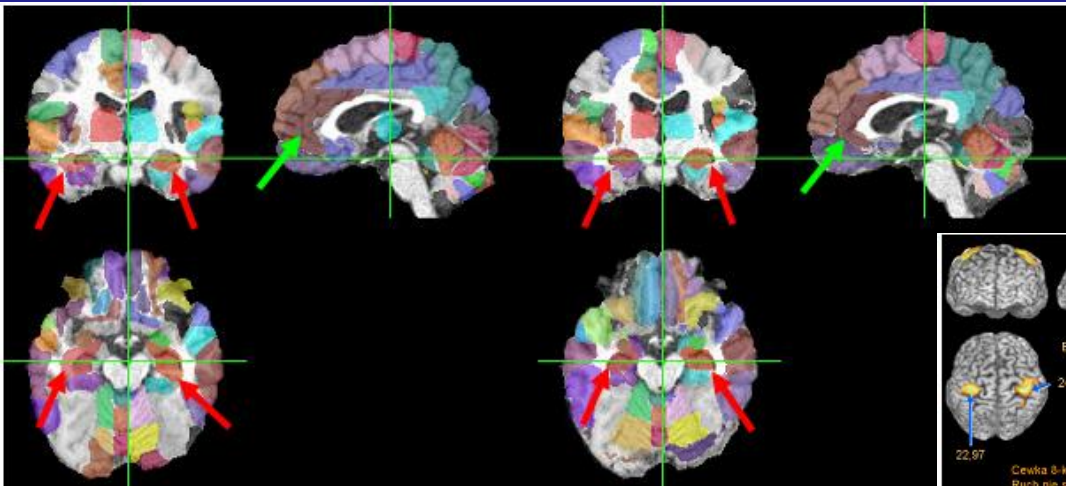
fuzja obrazu strukturalnego z czynnościowym (fMRI)

dopasowanie do wzorca

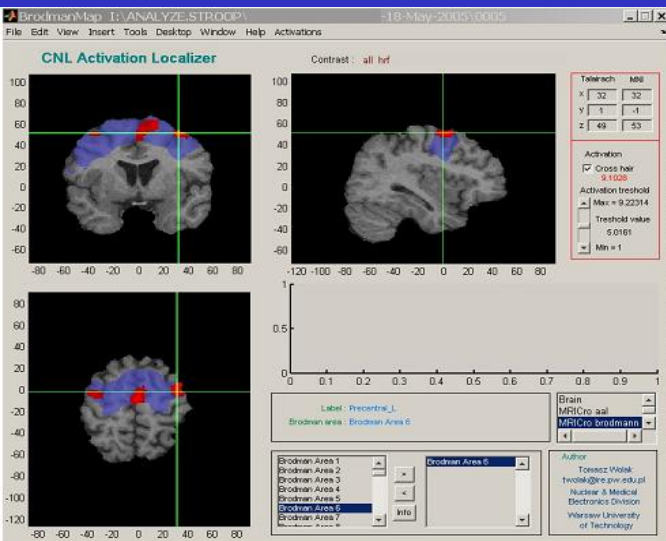
źródło: Tomasz Wolak



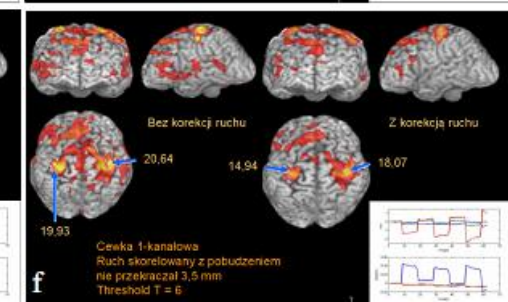
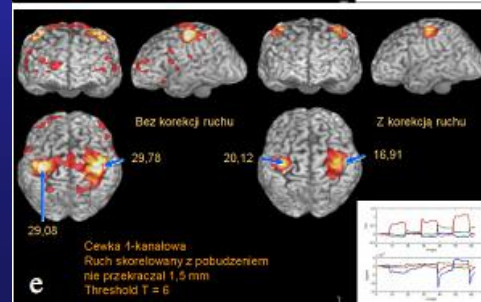
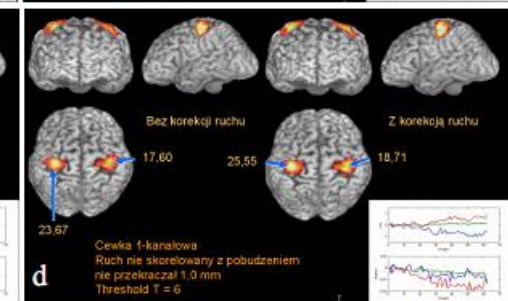
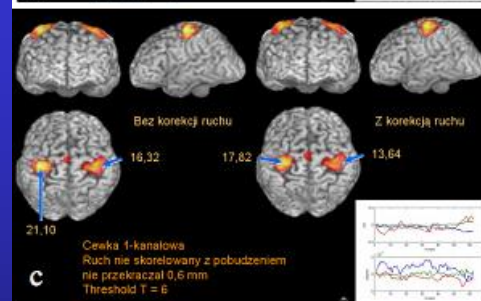
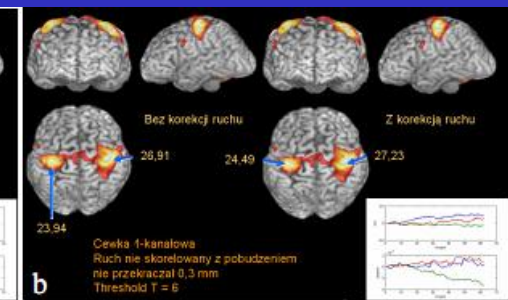
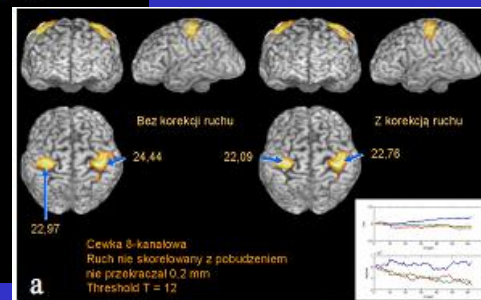
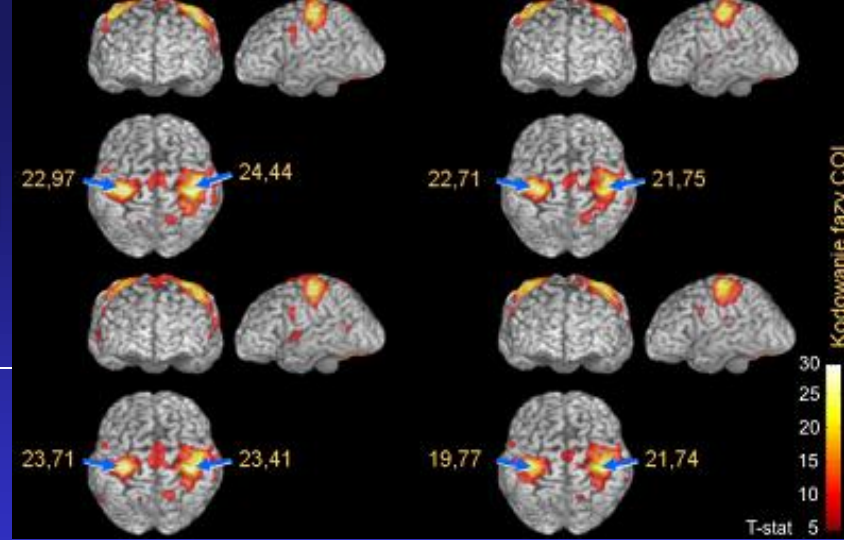
Efekty analizy badań fMRI



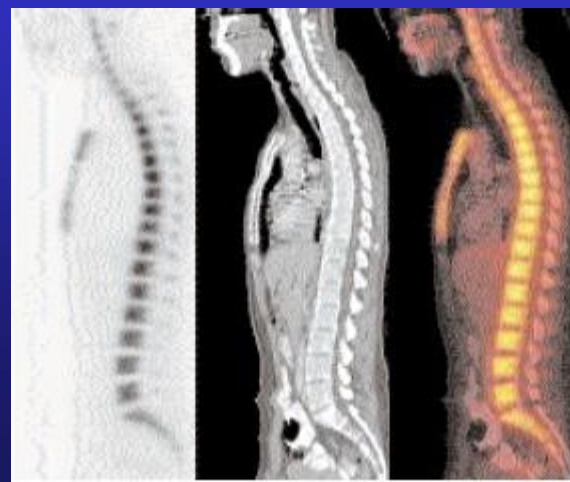
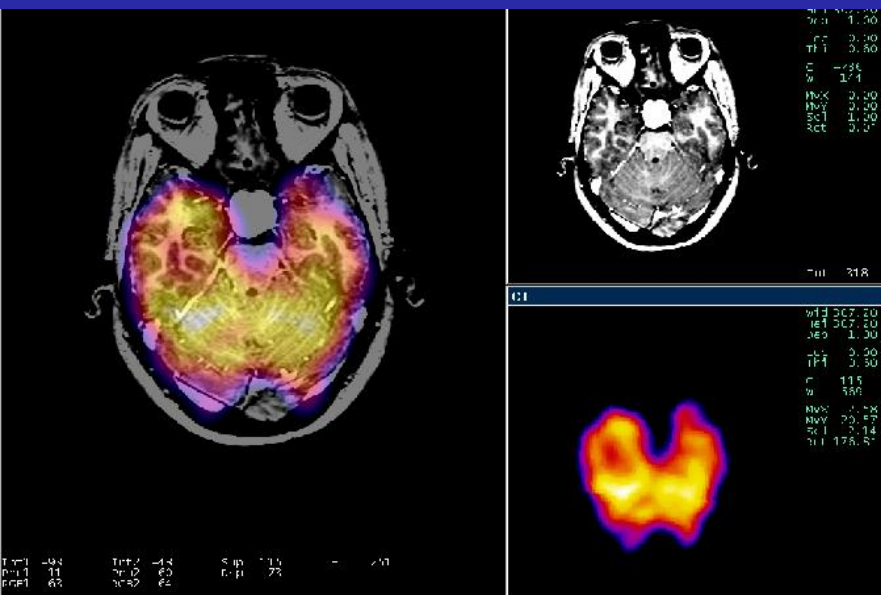
Porównanie dokładności segmentacji dwóch metod (na danych rzeczywistych)



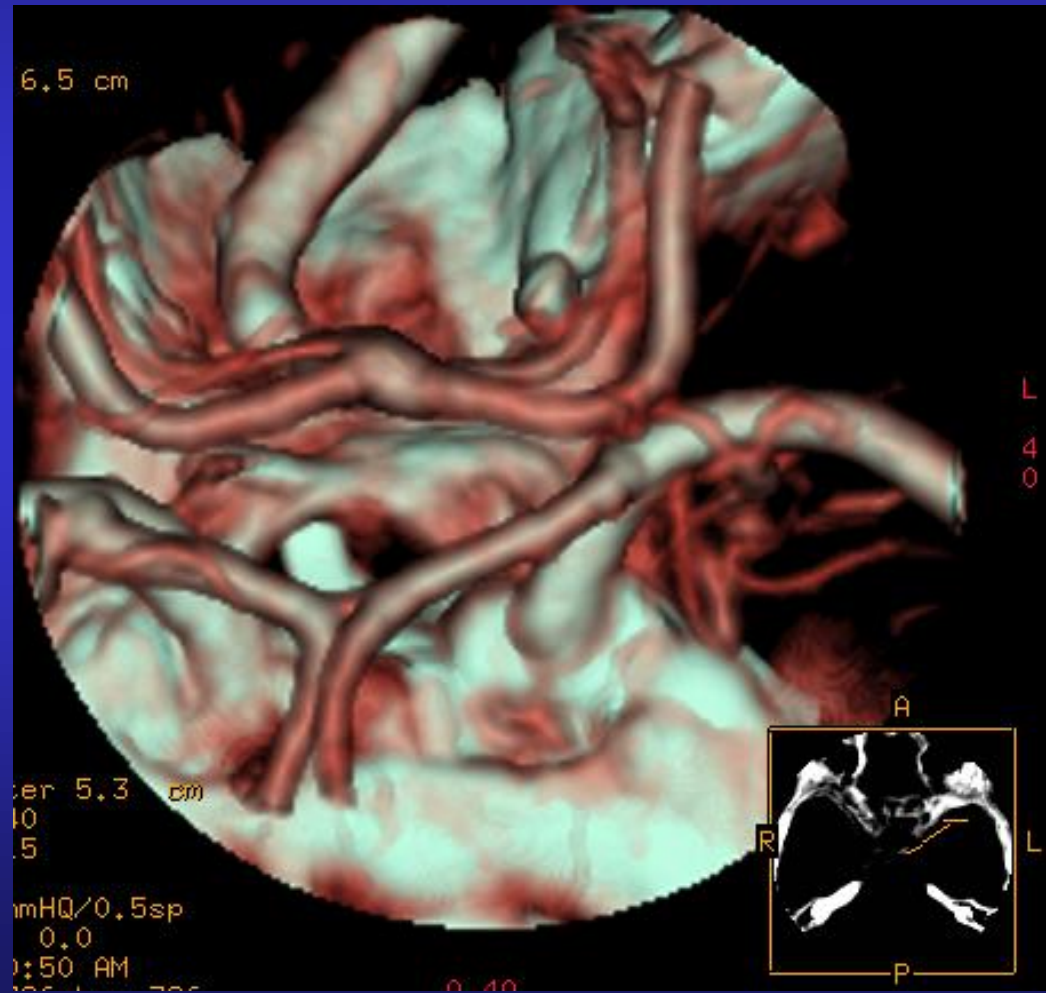
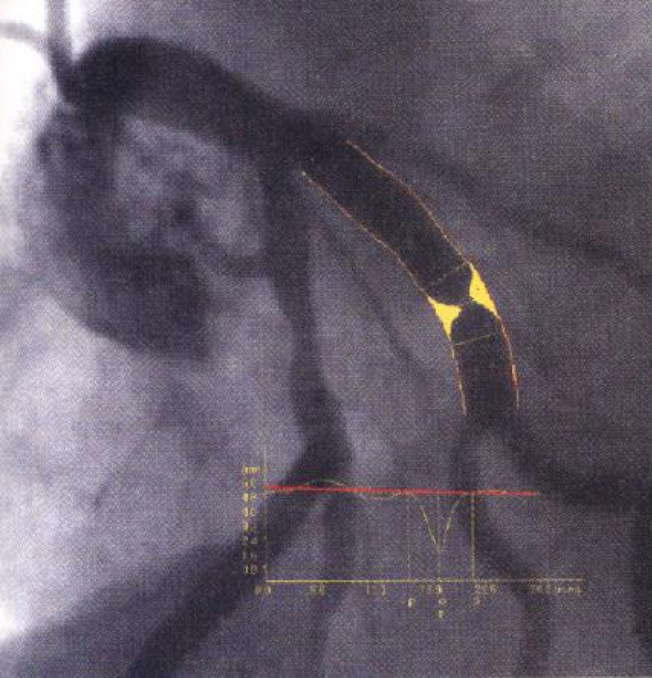
narzędzie



Obrazowanie multimodalne (pasowanie danych)

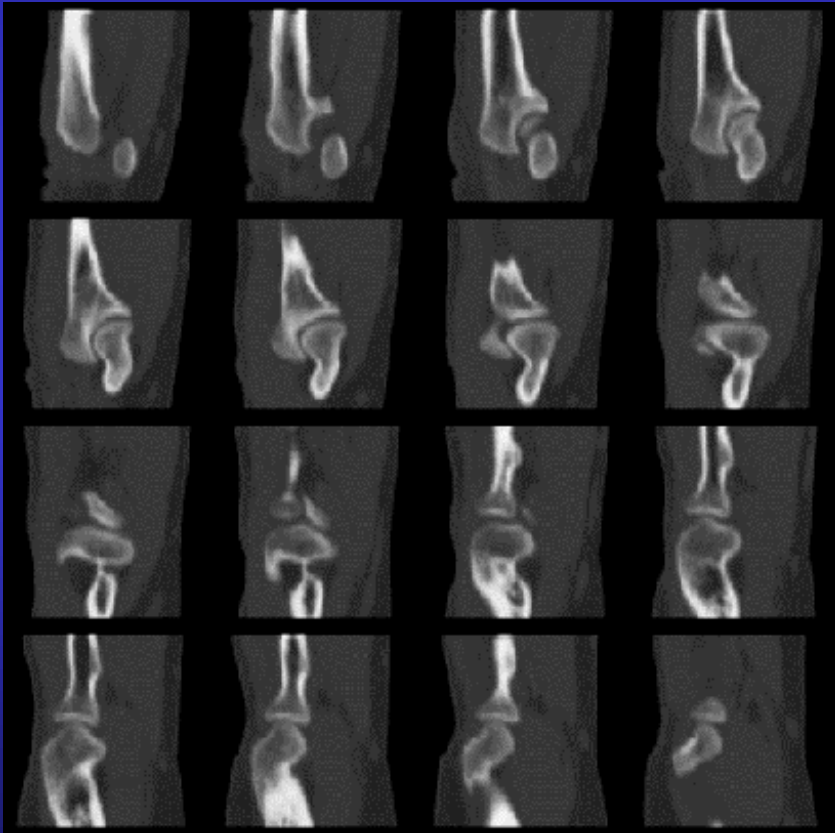


Obrazowanie naczyń (liczenie przestrzennych parametrów)

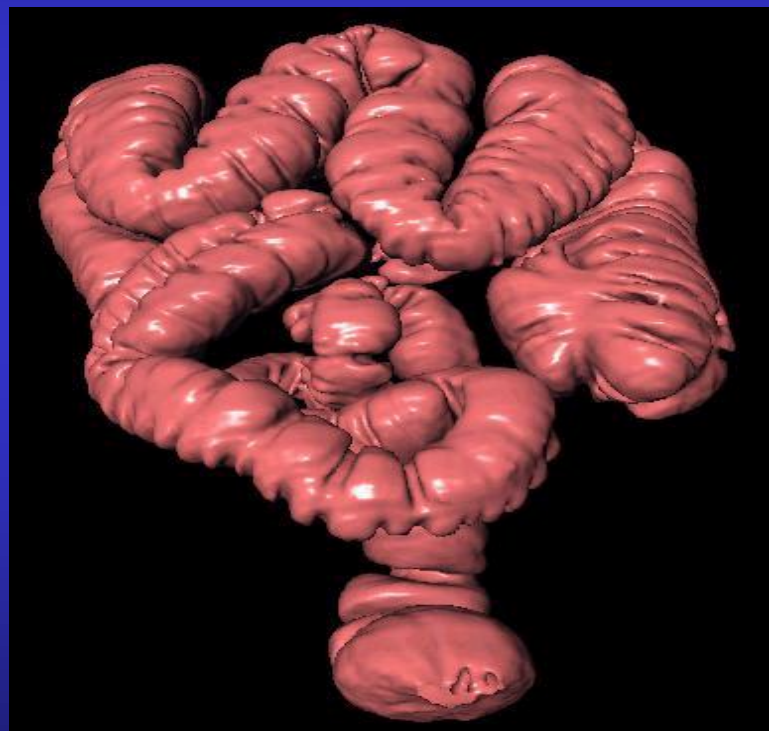
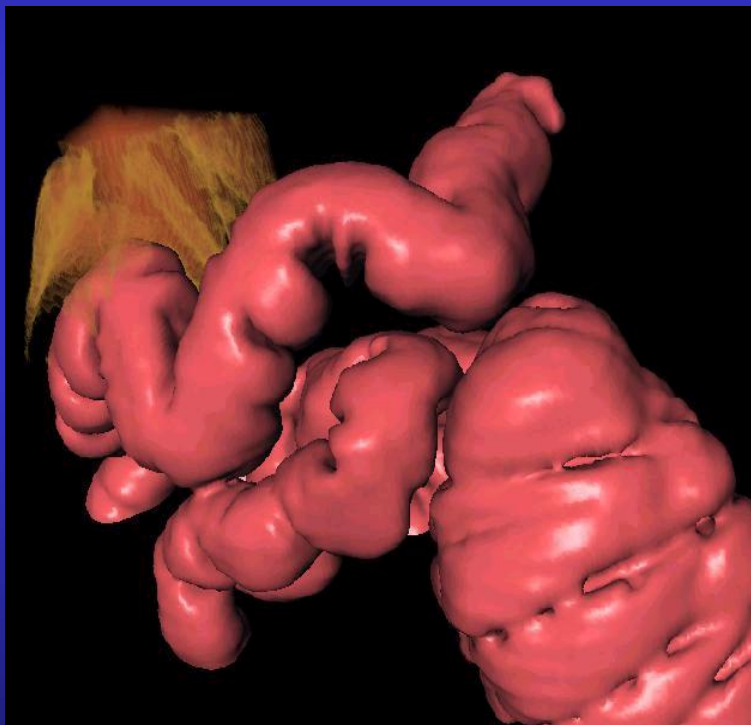


- 3D obrazowanie struktur drzewa tętniczego (CT, MR, USG)
- Objętościowe obrazy statycznych naczyń
- Prezentacja ruchomych struktur naczyniowych (EBCT, spiralne CT, MRA)

Trójwymiarowa rekonstrukcja stawu łokciowego na podstawie obrazów tomograficznych (wizualizacja, dokładność segmentacji struktur kostnych)



Wirtualna endoskopia okrężnicy – kolonoskopia (animacja, realizm kształtów, realizm scan 3W)

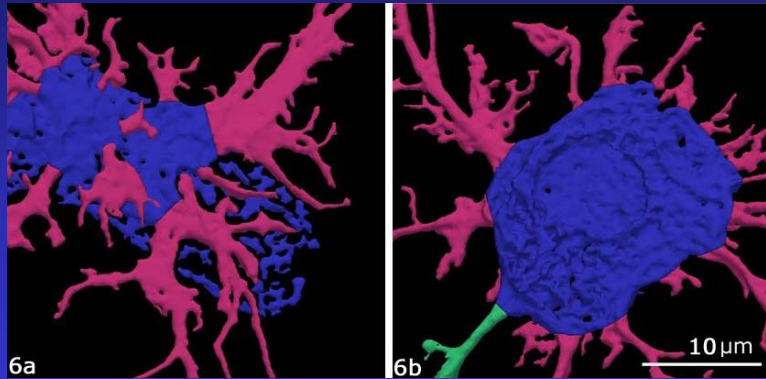


Realia: trzy wymiary na PC (GPU, algorytmiczne przyspieszacz)

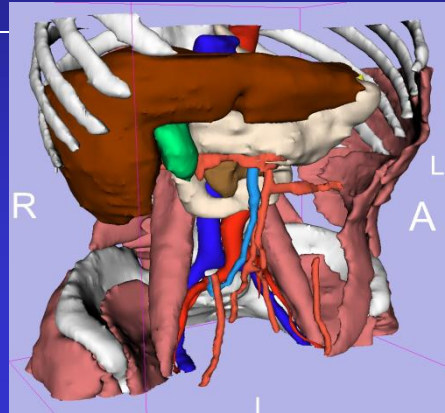


The Advanced 3D Web PACS from
Medweb (San Francisco, CA)

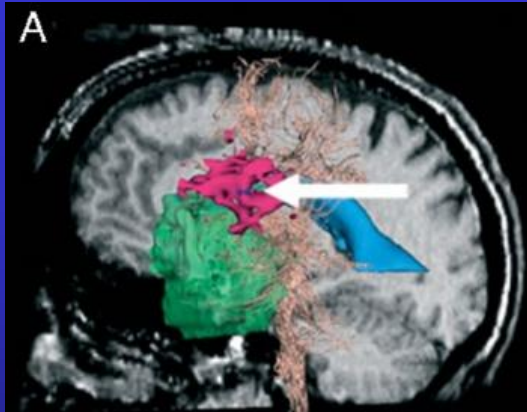
Przykłady zastosowań narzędzi – 3DSlicer



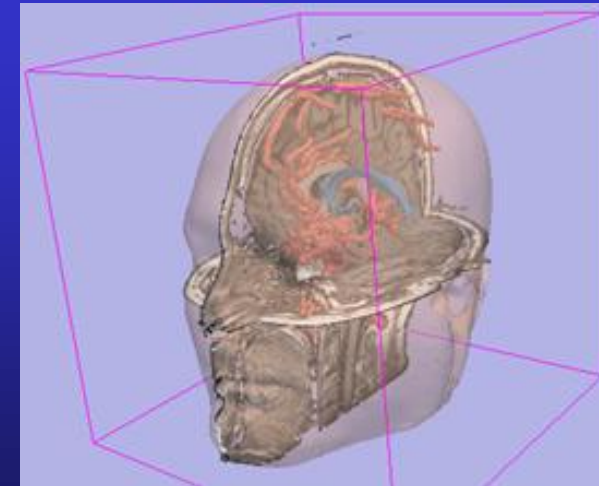
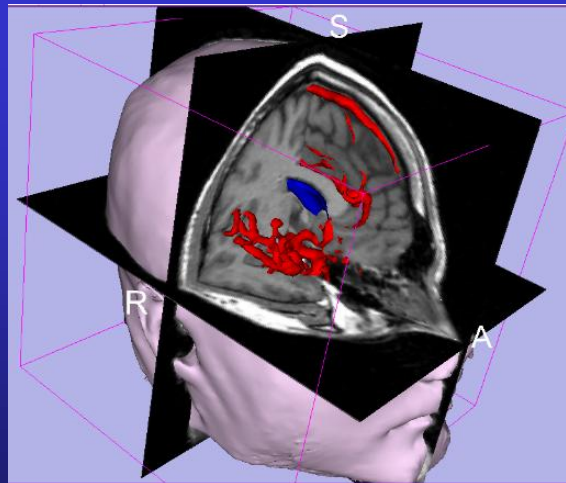
Neurony jelita cienkiego



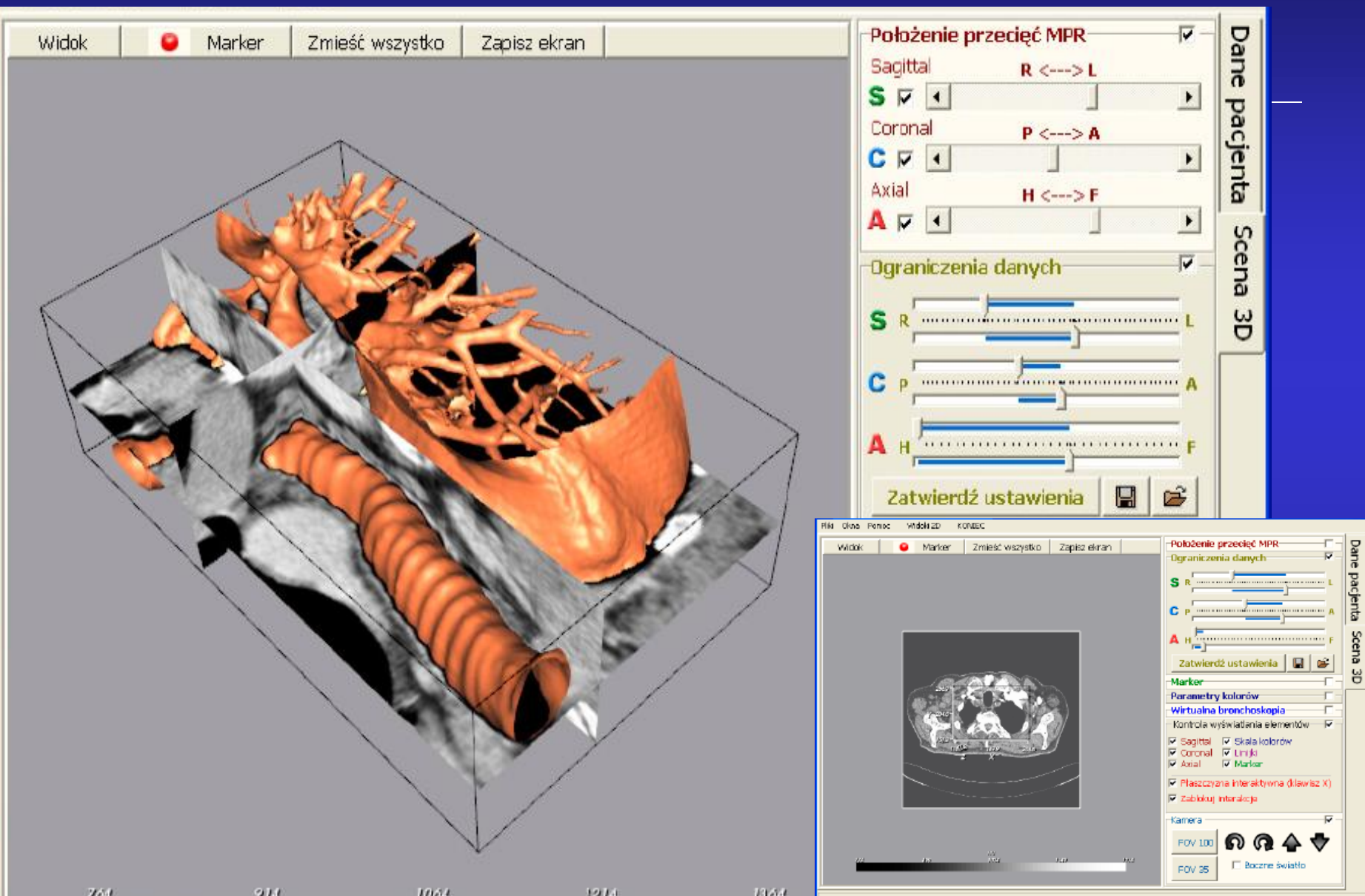
Kości i duże naczynia



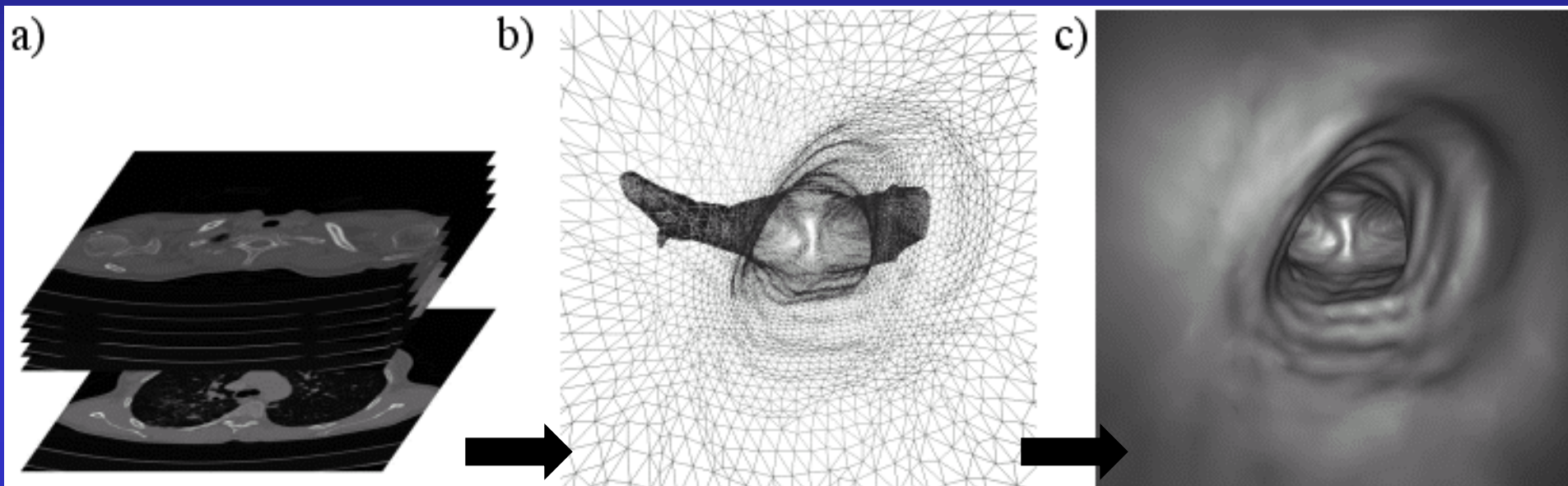
Chirurgia: fMRI i DECS



Wirtualna bronchoskopia



Wirtualna bronchoskopia - wizualizacja danych CT, czyli drzewo oskrzelowe od wewnątrz

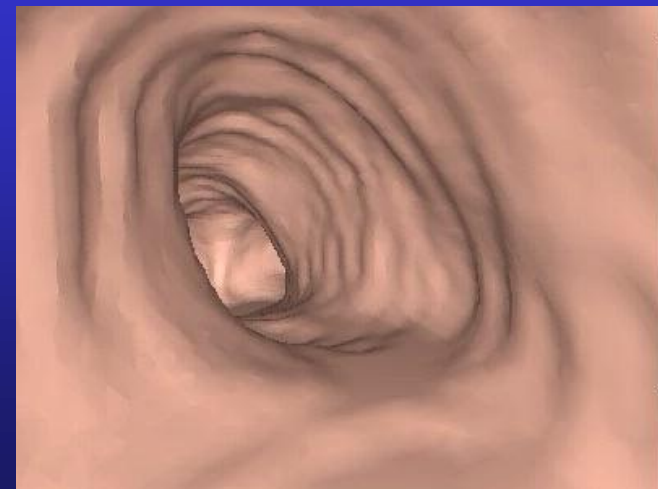
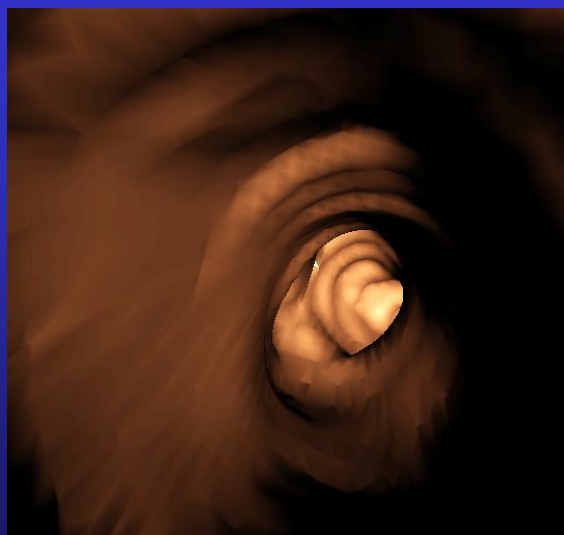
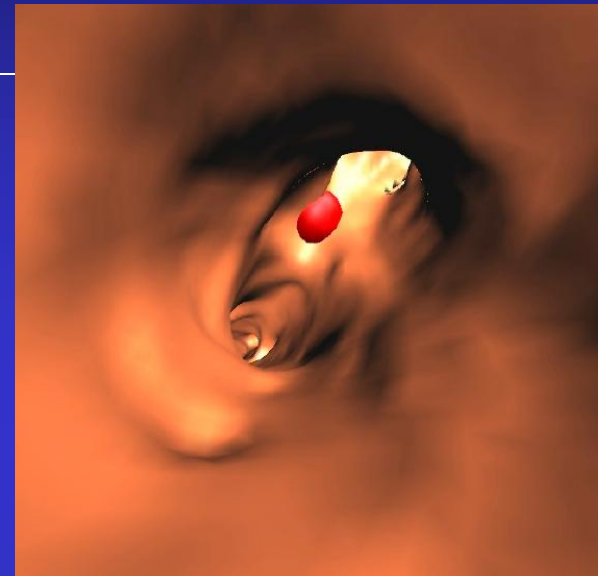
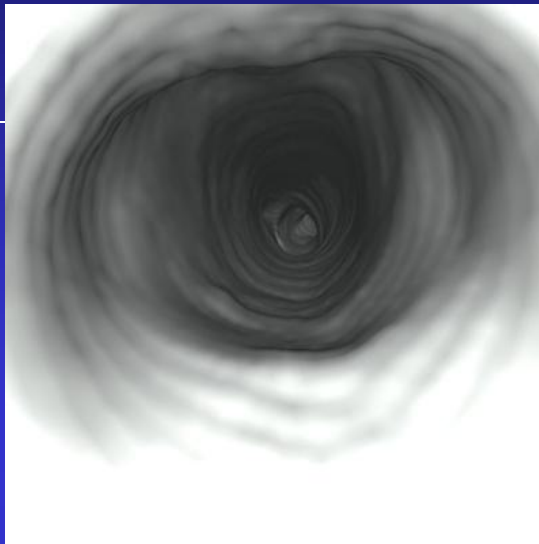
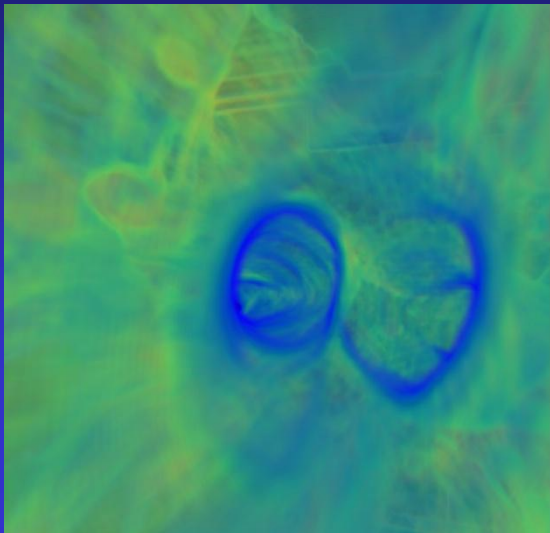


Warstwy TK

Siatka trójkątów

Odtworzenie
powierzchni

Wizualizacja 3D → 2D



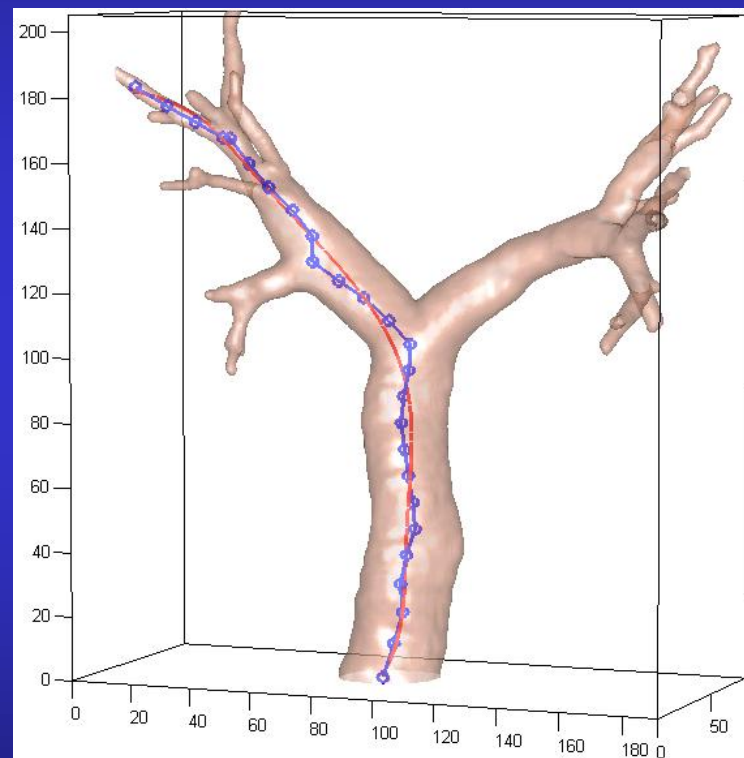
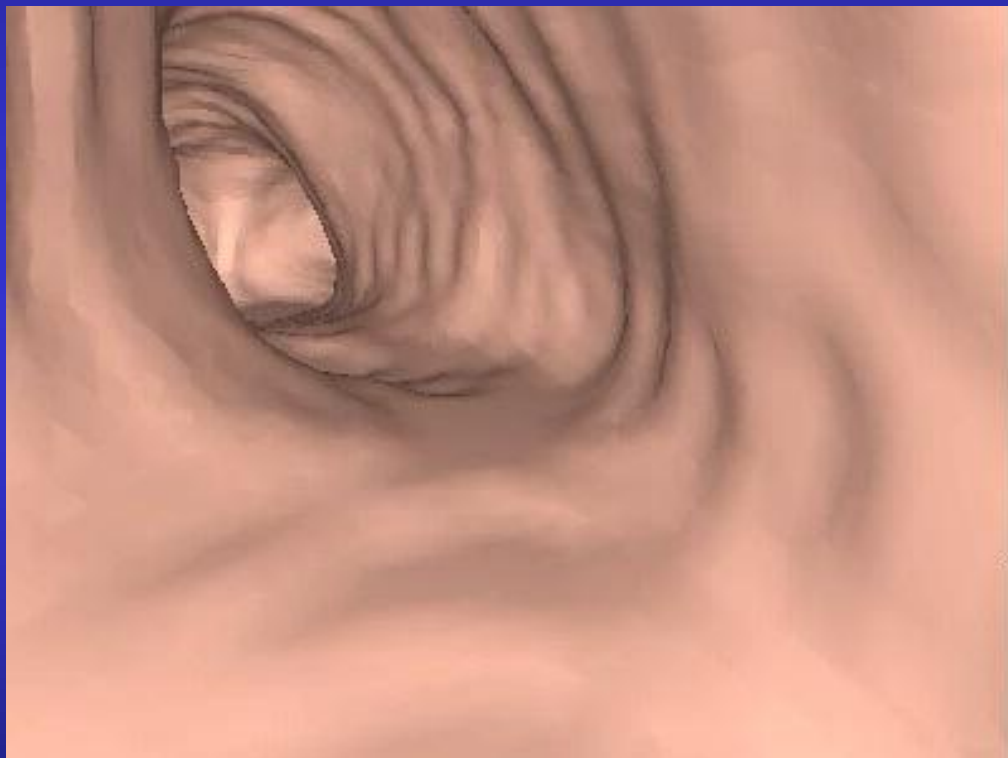
Odtwarzanie objętości (bez modeli obiektów)

- bardzo dobra jakość
- pełne 3D na płaszczyźnie
- bardzo wolne przetwarzanie

Odtwarzanie powierzchni

- wystarczająca jakość
- szybko
- hardware support

Automatyczna generacja ruchu kamery i wirtualnego obrazu



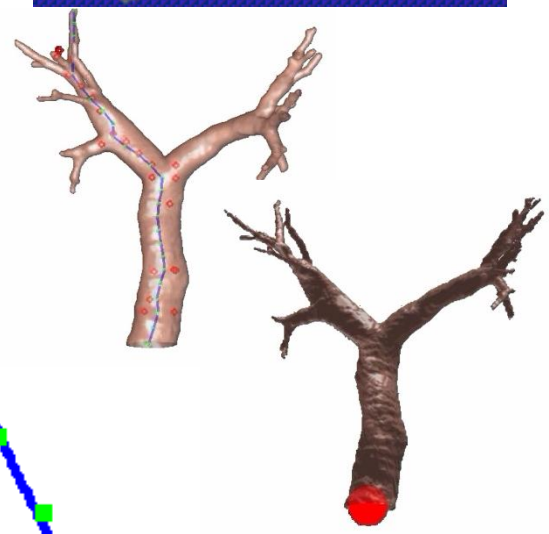
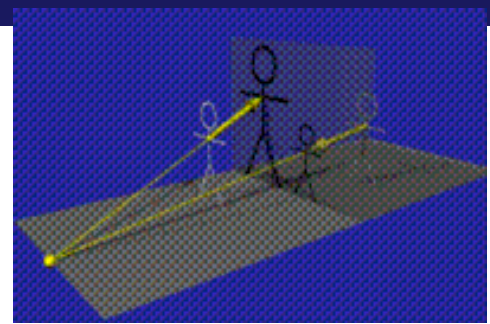
Kąt widzenia kamery

Cel wizualizacji

Osie obrazowanej
objętości

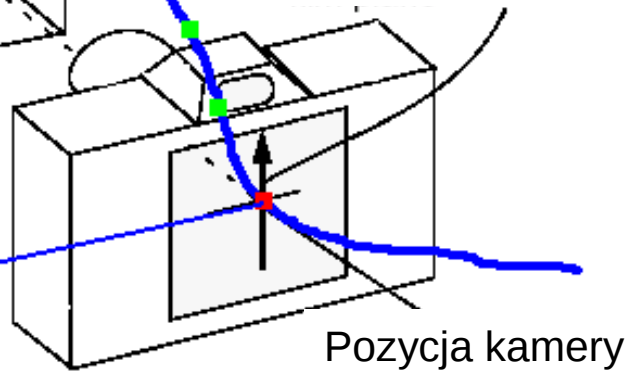
Osie pozycji
czworokąta rzutni

Oś
widzenia



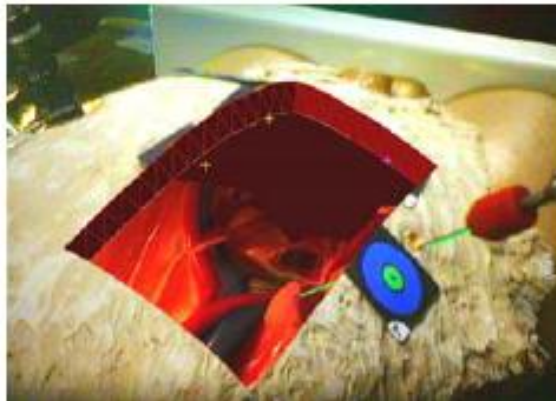
Pionowy wektor
rzutu na plan filmu

- Oryginalne punkty ścieżki
- Ścieżka wygładzona metodą aproksymacji wielomianowej



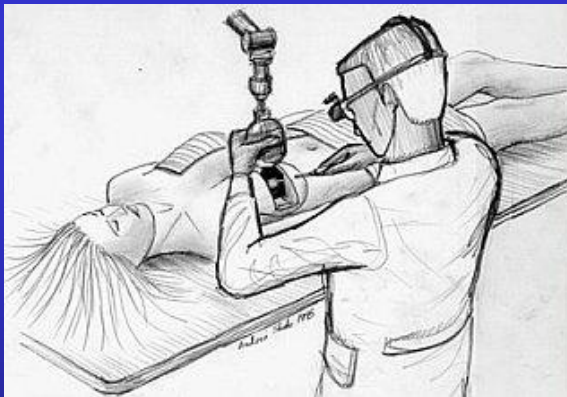
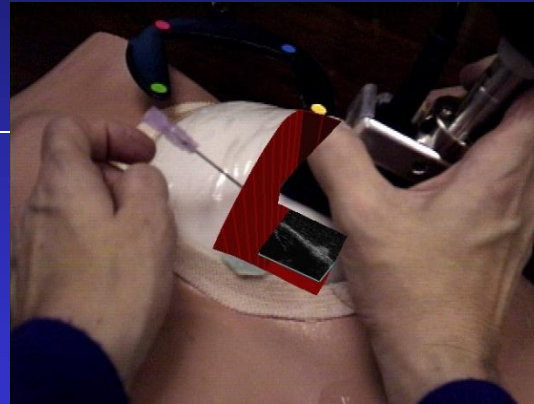
Pozycja kamery

Rzeczywistość rozszerzona (*augmented reality*)

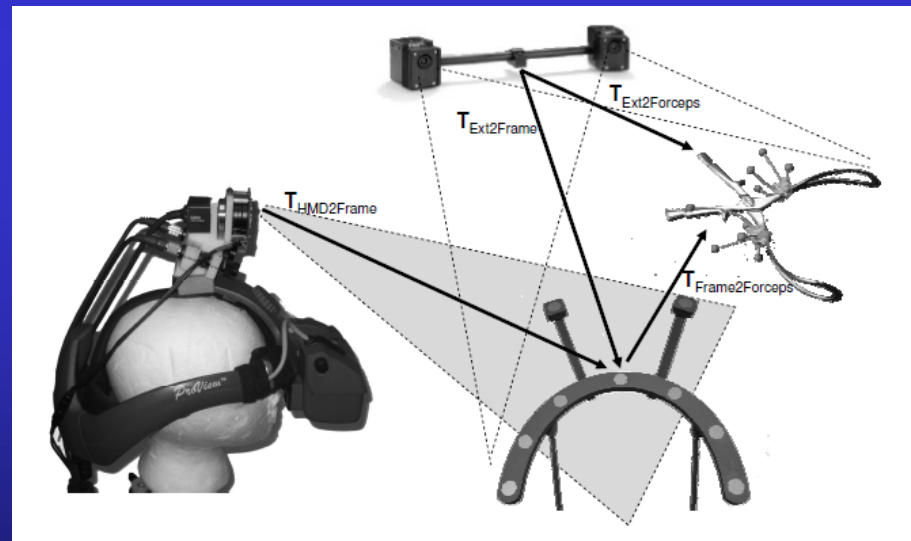


Grafika 3W nałożona na wideo *on-line* (4D?!)

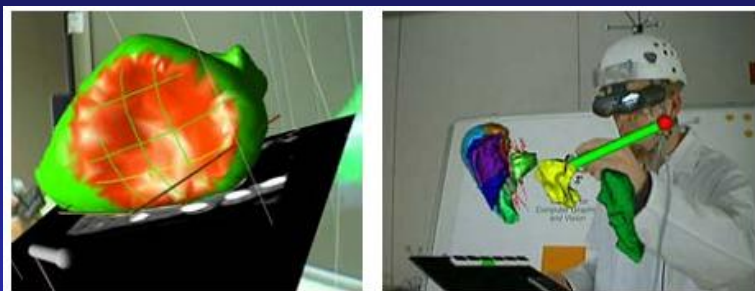
AR



biopsja

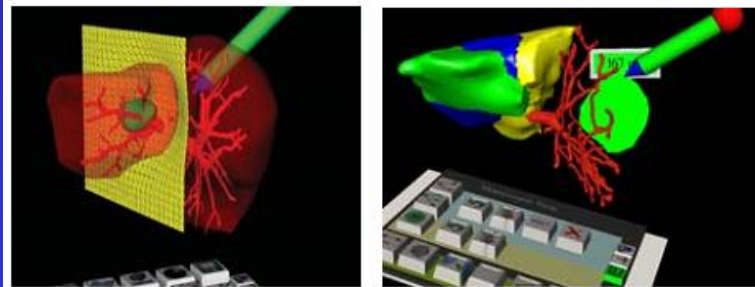


T Sielhorst, T Obst i inni, *An Augmented Reality Delivery Simulator for Medical Training*, AMI-ARCS'04



(a)

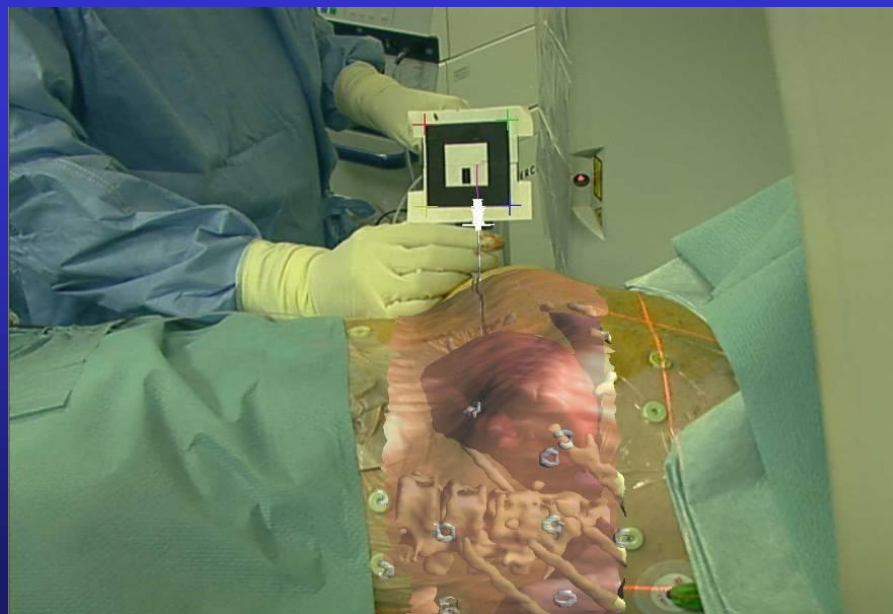
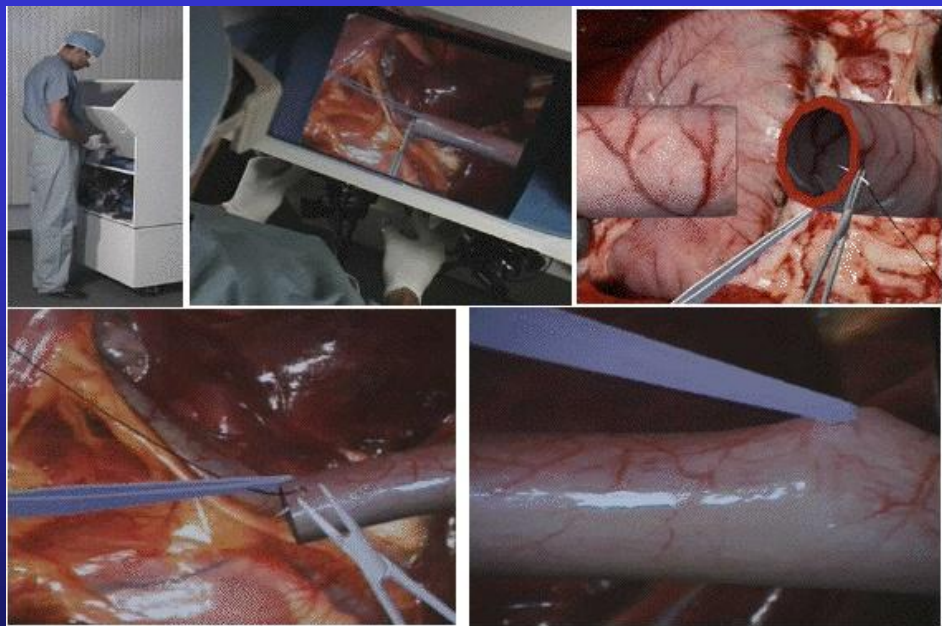
(b)



VR



www8.informatik.umu.se/~jwworth/medpage.html



<http://www-sop.inria.fr/asclepios/gallery.php>

Interfejsy człowiek – komputer



Przykład: interfejs do oceny stanu zdrowia pacjenta w pierwszej pomocy

Field Medic Coordinator, Version: 97.11.20

Name: Meyers, Woody | Patient ID: P98IDL4207 | Service No.: ◀ ▶

Patient Mgmt | Patients | Incident Site | Simple Record | Detailed Record | Patient Profile | Patient Log | Query |

☐ Injury Mechanism

☐ Primary Assessment

☐ Signs/Symptoms

☐ Secondary Assessment

☐ Glasgow Coma Scale

☐ Diagnosis

☐ Treatment

☐ Triage/Evacuation

Head Assessment

Chest Movement

Skin Assessment

Secondary Circulation

Pupil Assessment

Motor Function

☒ Open Wound

☒ Closed Wound

☒ Contusion

OB/GYN

Cardiac

☒ Pain

☒ Fracture

Entrance/Exit Wounds

Other

Male | Front

Female | Back

Blood Pressure: 128 / 85

Heart Rate: 72

Oxygen Sat.: 95

Resp. Rate: 13

Temperature

Blood Glucose

Vital Sign Trends | Monitor Control

Show | Hide

Point the cursor at an object on the screen to see help information here. Elapsed Time: 00:47