

ORVOSI KÉPALKOTÁS ÉS KÉPFELDOLGOZÁS

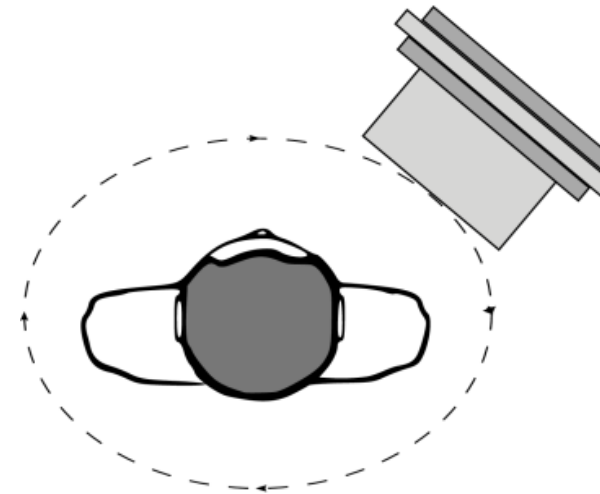
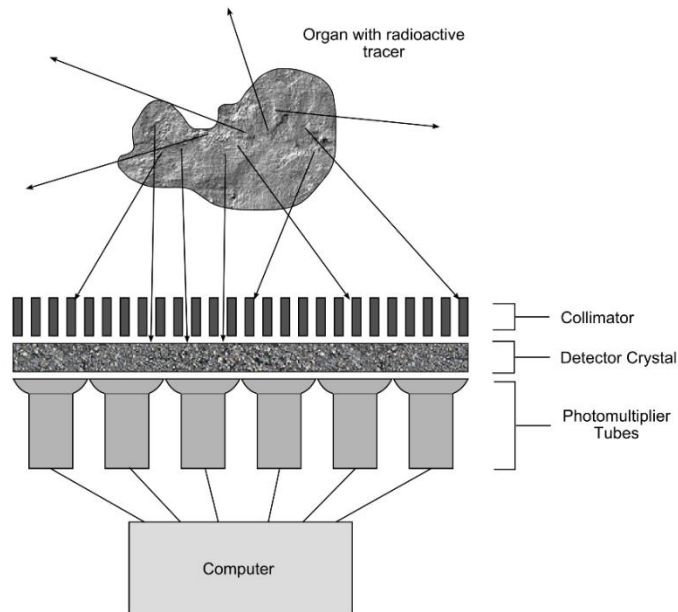
SPECT REKONSTRUKCIÓS ALGORITMUSOK

Medical Imaging

- **Nuclear imaging**
 - Growing importance in medical treatment
- **Technological improvements:**
 - SPECT, PET, MRI, CT...
 - High Performance Computing
 - Parallel computation
 - GPU
- **Multimodal imaging**
 - PET/CT, SPECT/CT, SPECT/MRI, PET/SPECT/CT
 - Opportunities for image quality enhancement



SPECT: Single Photon Emission Computed Tomography

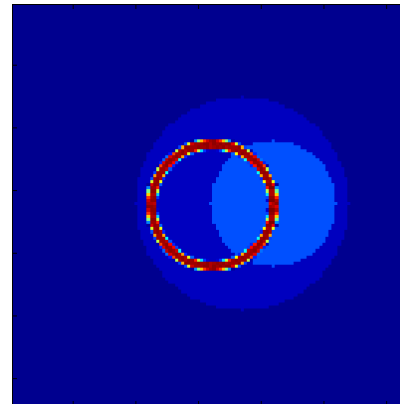
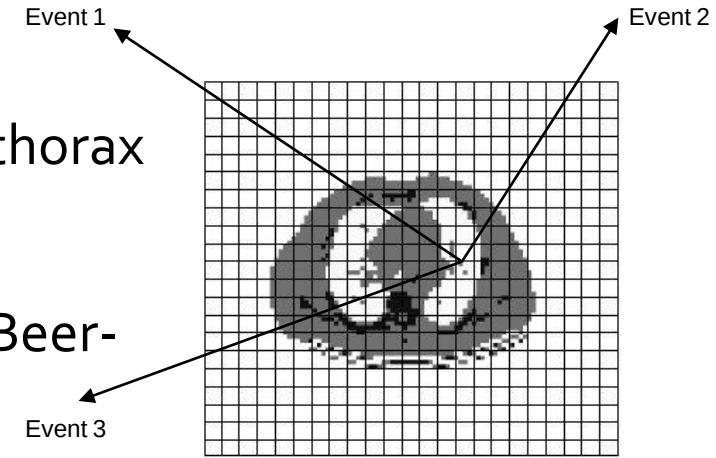


Effect of gamma photon attenuation

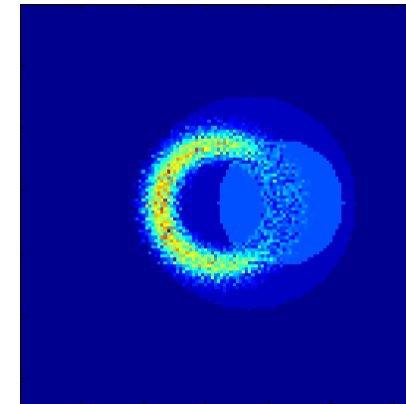
- **Non-homogenous attenuating medium, e.g.: thorax**
- Detecting less events in different directions
- Attenuation can be calculated according to the Beer-Lambert formula:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$$

- Result: **distortion effects in the reconstructed image**



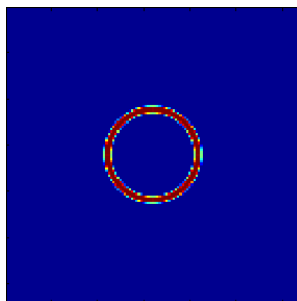
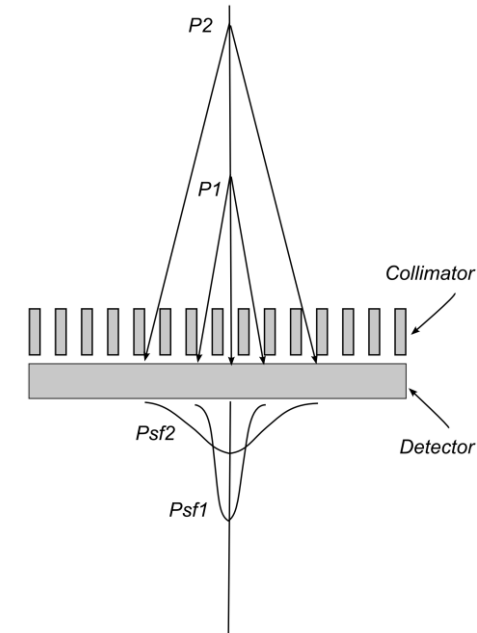
Reference



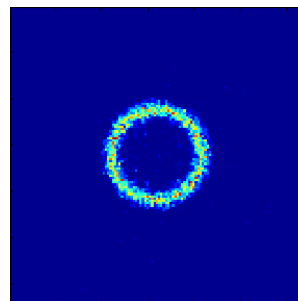
Reconstructed

Influence of distance dependent spatial resolution

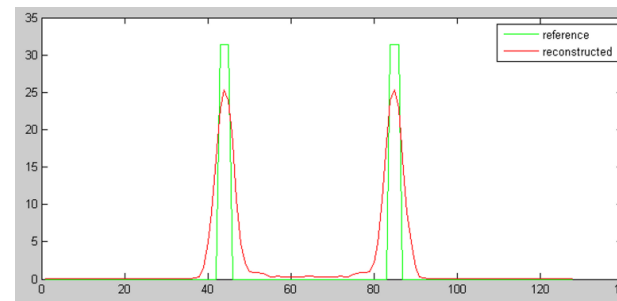
- **Distance dependent spatial resolution (DDSR)**
 - Crystal intrinsic resolution
 - Geometrical properties of the collimator
 - finite hole and septa size as well as hole misalignments
 - Gamma photon penetration between the collimator holes
- Result: **Gaussian blurring**



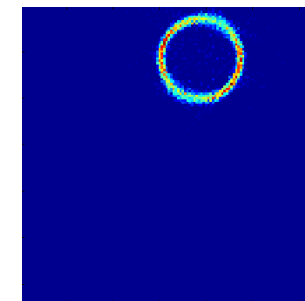
Reference



Reconstructed



Profile curves



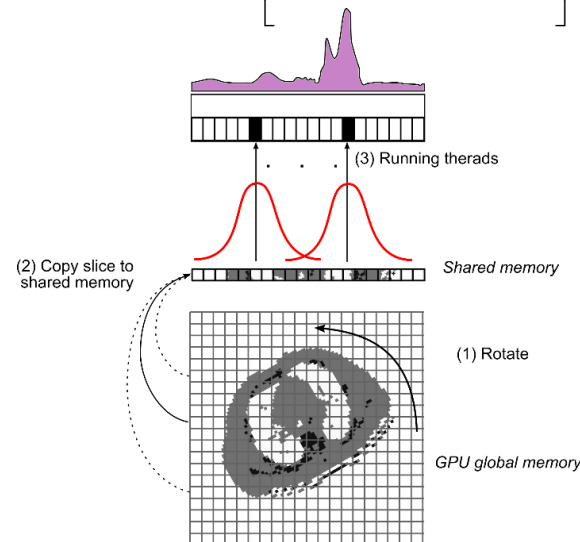
off center,
asymmetric distortion

Fast GPU based implementation

- **CPU based 3D-MLEM** reconstruction with correction for DDSR and attenuation in the forward projection is **computationally intensive**:
1 iteration c.a. 30 min, (Core2Duo) in case of 128^3 discretization
- GPU: Single Instruction Multiple Data (SIMD)
- Reorganizing the algorithm to **data collecting**

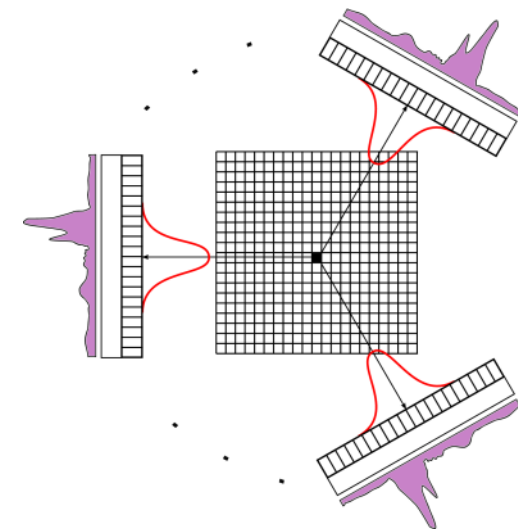
Forward projection: one thread processes one detector pixel

$$p(i) = \sum_{n=1}^J G(n, \theta, s) * \left[f_n^k \cdot a(n, \theta, s) \cdot e^{-\sum_{h \in N} c_{ih} \cdot \mu_h} \right]$$

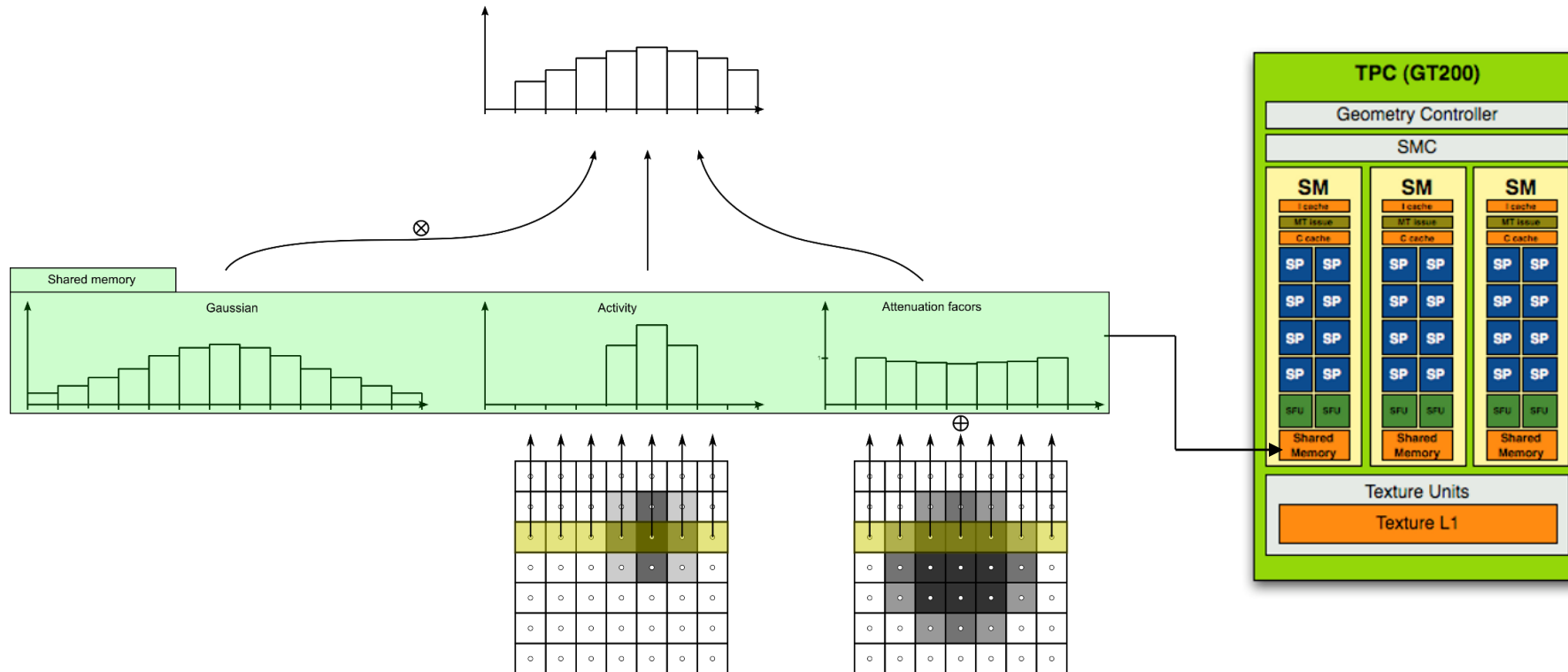


Backward projection: one thread processes one reconstructed voxel

$$v(i) = \sum_{j=1}^I G(j, \theta, s) * \left[\frac{b_j}{p(i)} \cdot a(j, \theta, s) \cdot e^{-\sum_{h \in N_{ij}} c_{in} \cdot \mu_h} \right]$$



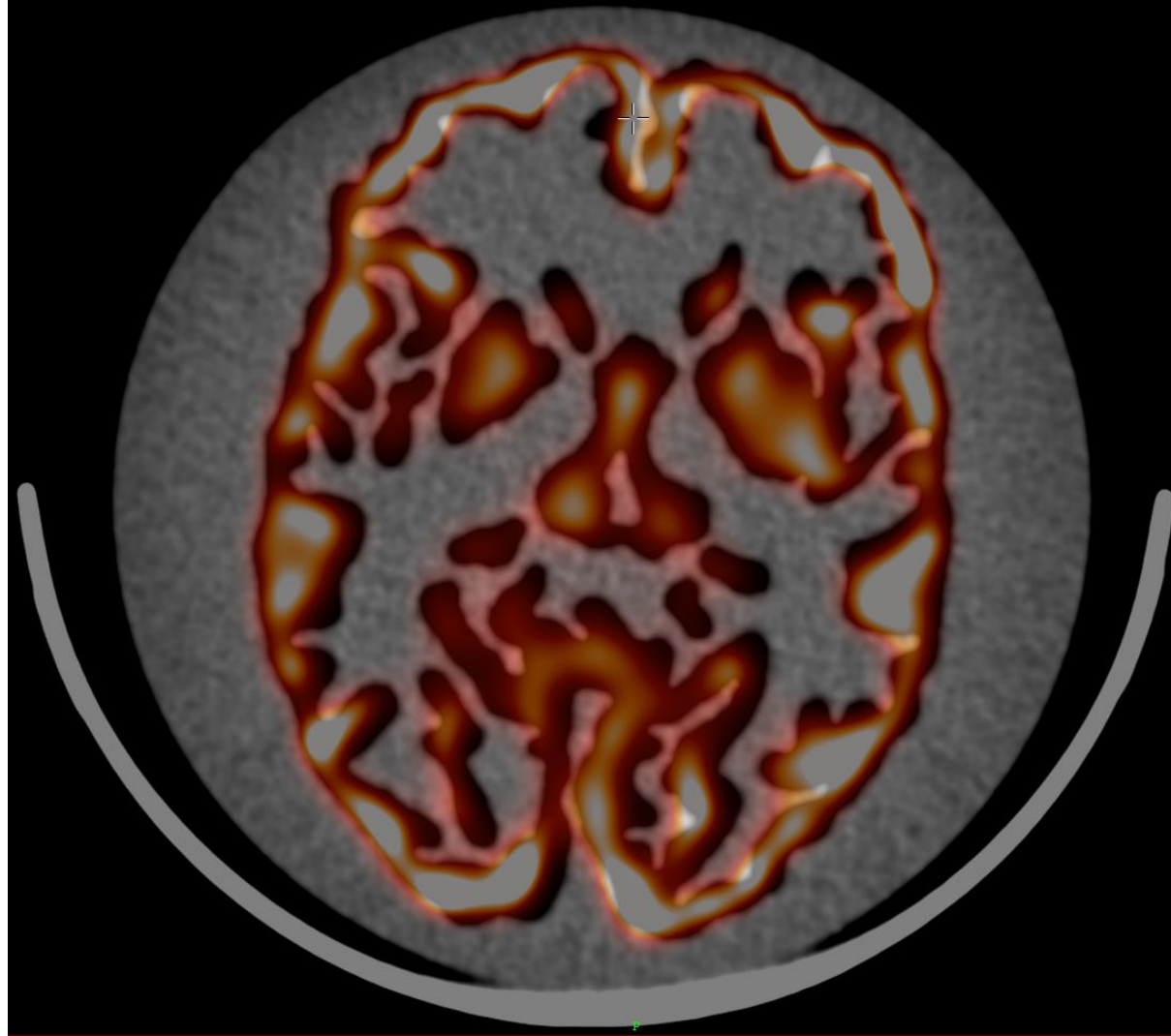
Efficient use of the GPU hardware



Running time: **205 seconds (~3.5 minutes)**

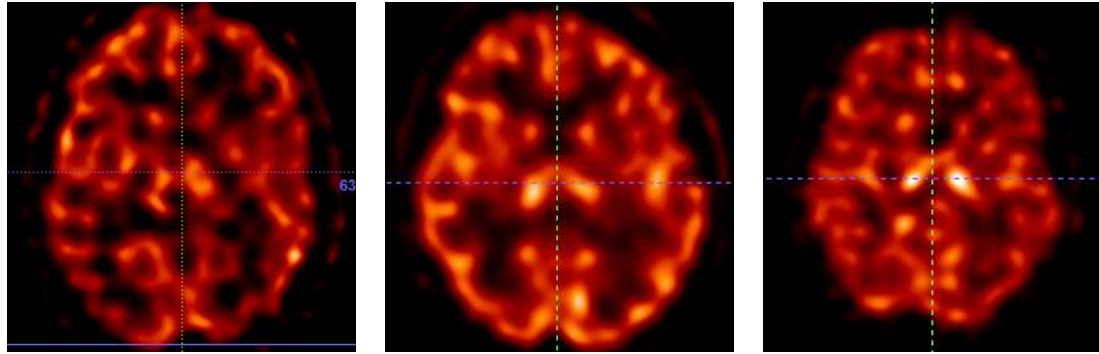
In case of 64 x 128x128 projection images, 128³ reconstruction volume
25 OSEM iterations with 4 subsets, running on an nVidia GTX480 GPU

Single slice Hoffman brain phantom study

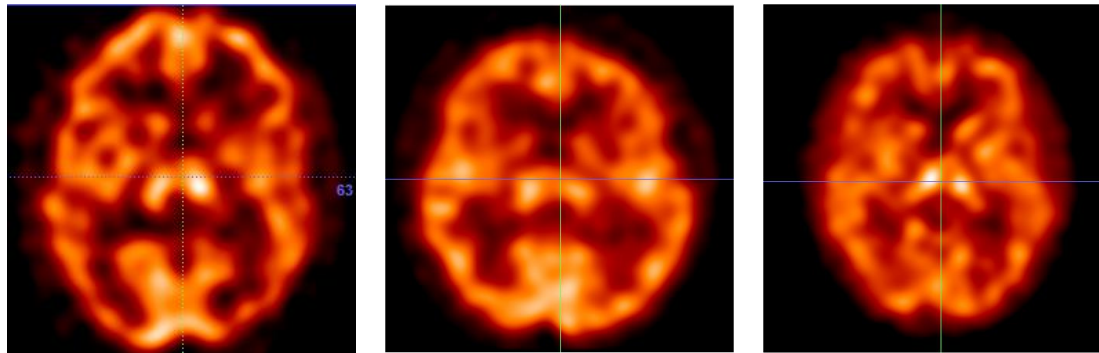


Retrospective human brain SPECT studies

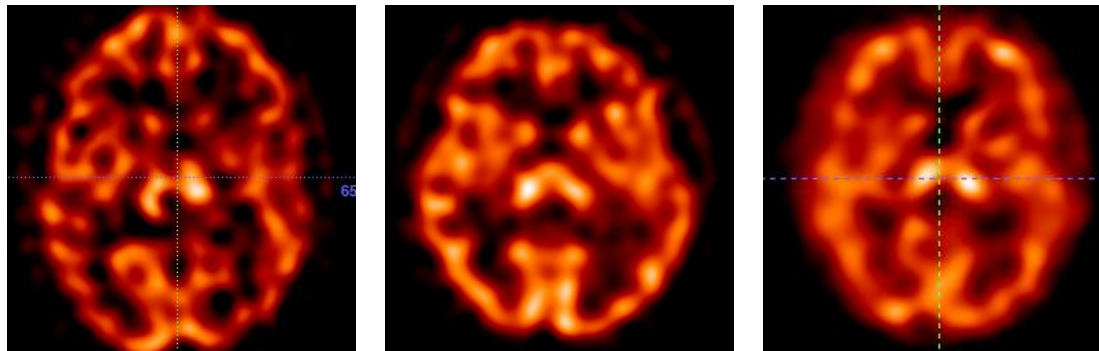
3D-OSEM



FBP



FBP + MTF⁻¹



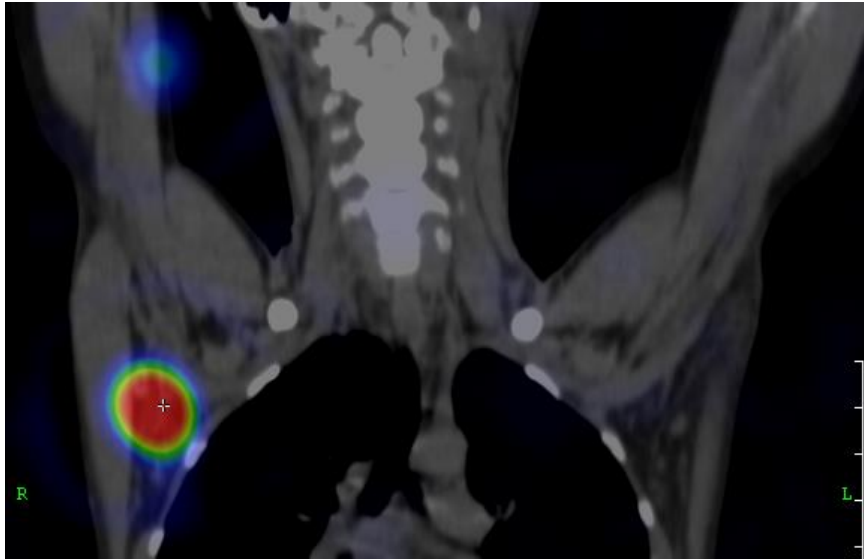
Dedicated brain SPECT
camera (X-Ring/4R)
with UHR collimator

Dedicated brain SPECT
camera (X-Ring/4R)
with HR collimator

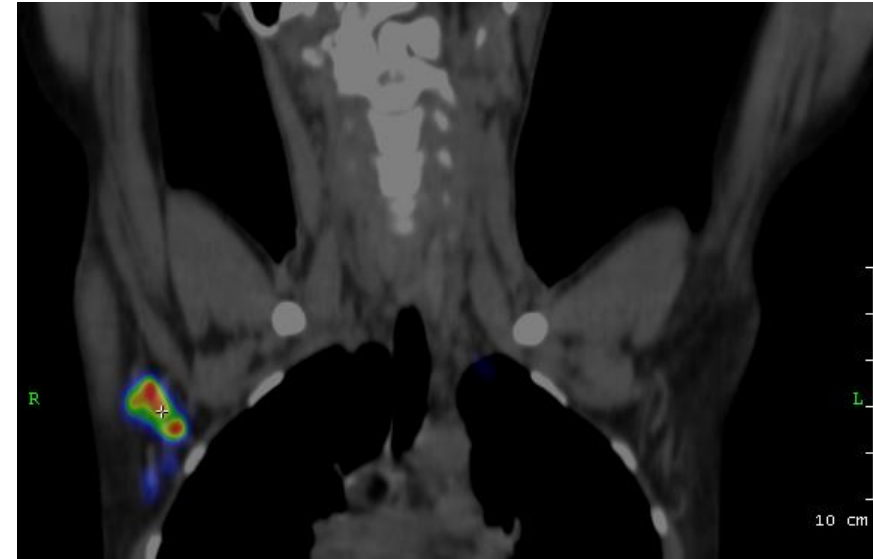
AnyScan SC SPECT/CT
with HR collimator

AnyScan® SPECT/CT LEHR

Sentinel study



2D-OSEM reconstruction



3D-OSEM reconstruction

LEHETSÉGES FELADATOK: SPECT

SPECT

SPECT – SPECT képalkotóban alkalmazott képrekonstrukciós módszer fejlesztése:

- Dinamikus SPECT rekonstrukciós algoritmus fejlesztése, verifikációja
 - c/c++, matlab
- Előre definiált geometriájú matematikai fantom GATE szimulációjának előállítása, a kimeneti adatok (általában ascii file) feldolgozása
 - linux, shell, c++
- Időben változó, dinamikus SPECT képalkotó működésének GATE szimulációja, a felvétel időbeli változásának vizualizációja
 - linux, shell, c++

SE Nukleáris Medicina Intézet

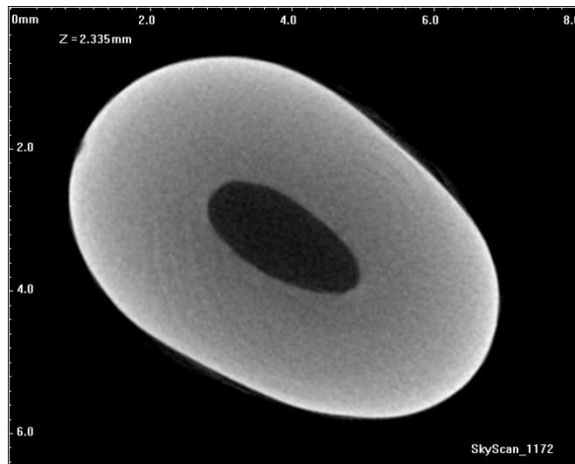
- SPECT felvételek kiértékelése
 - Vese clearance vizsgálatok vérminta és képi alapon
 - Agy, szív
- Blood pool és kapuzott szív vizsgálatok
- Páciens dozimetria
- Nagypontosságú izotópos mérési eljárás kidolgozása alacsony dózis (kBq) kalibrálásához

ORVOSI KÉPALKOTÁS ÉS KÉPFELDOLGOZÁS

FOGGYÖKÉR CSATORNA FELISMERÉSE

MicroCT Scans

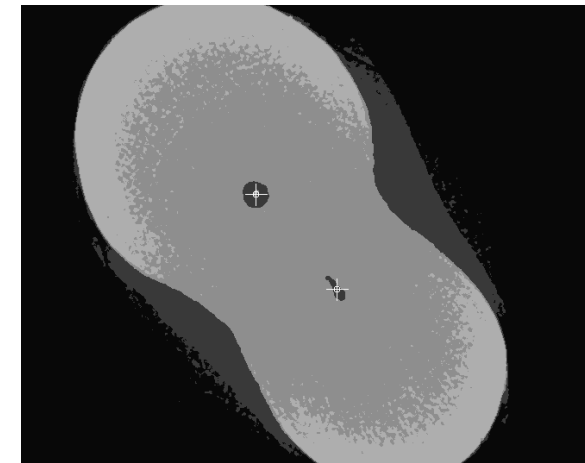
- Dental microCT
 - Parallel sections
 - Single channel intensity images
 - High resolution ~ 2500dpi
 - Pixel distance = Slice distance
- Obstacles
 - Circular artefacts
 - Granular texture
 - Inter-slice artefacts
 - Odd shape of the root canal's section



Easy case

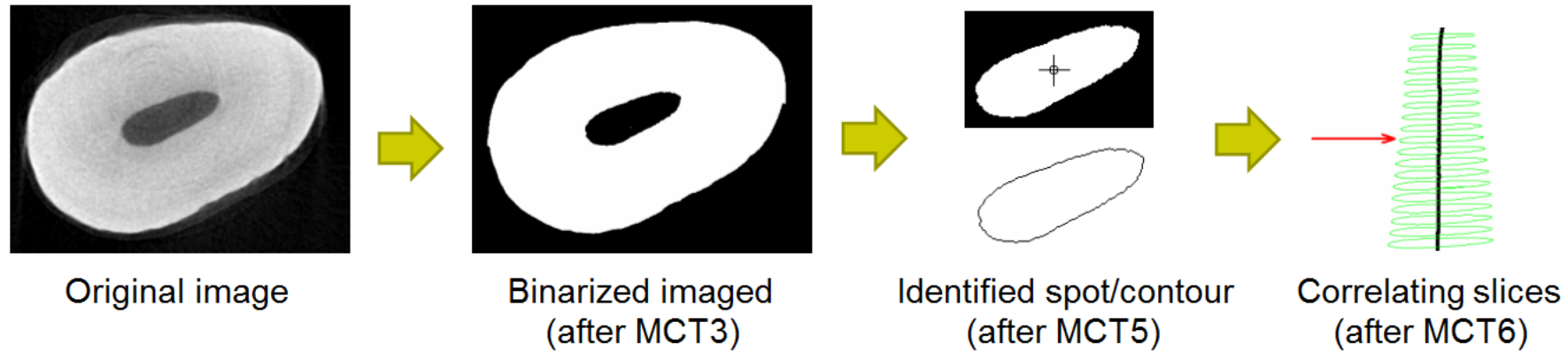


Inter-slice artefacts and
odd shape in root canal



Granular texture visible in
preprocessed image

Method for micro-CT processing

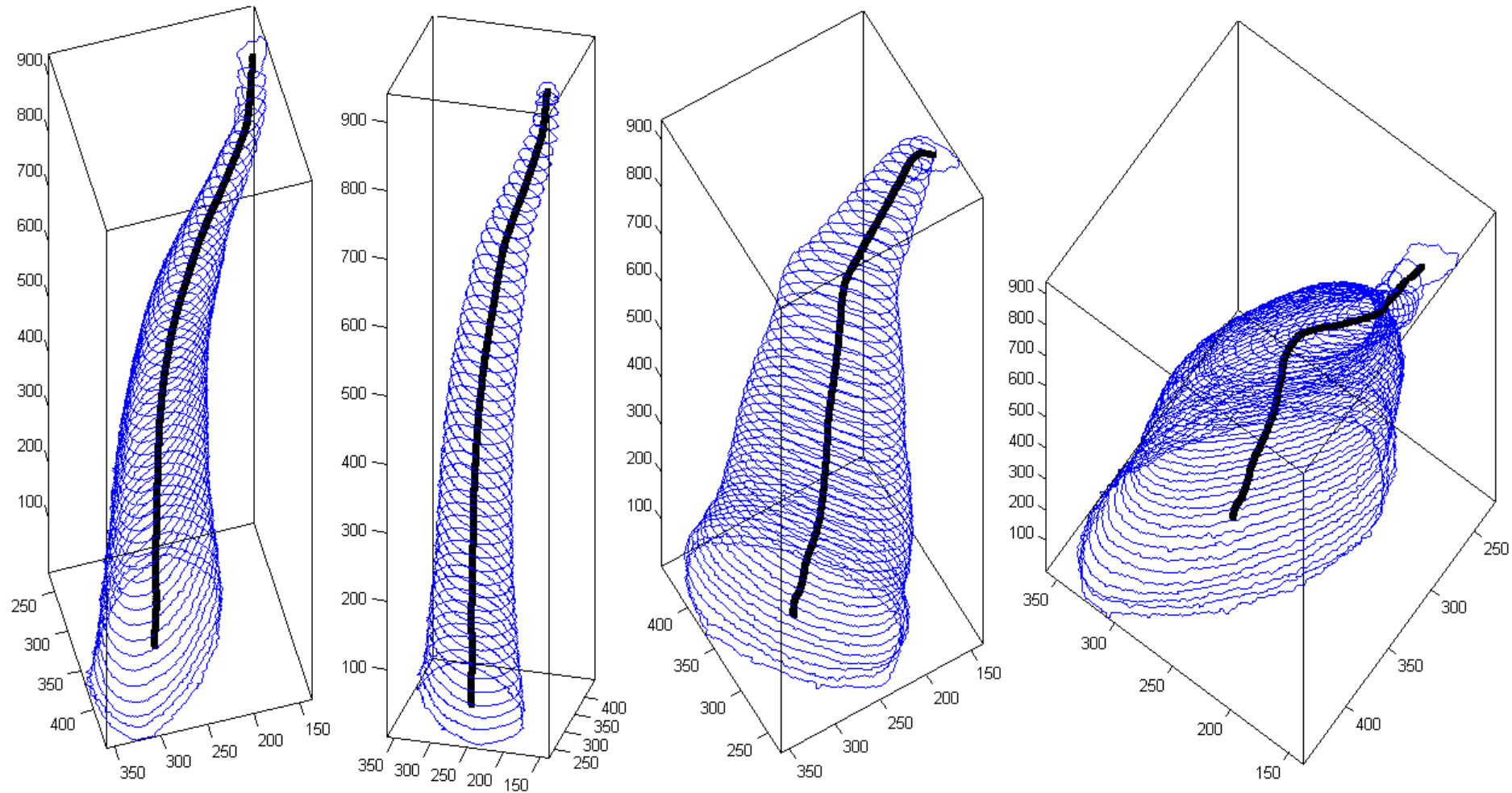


CBCT Scans

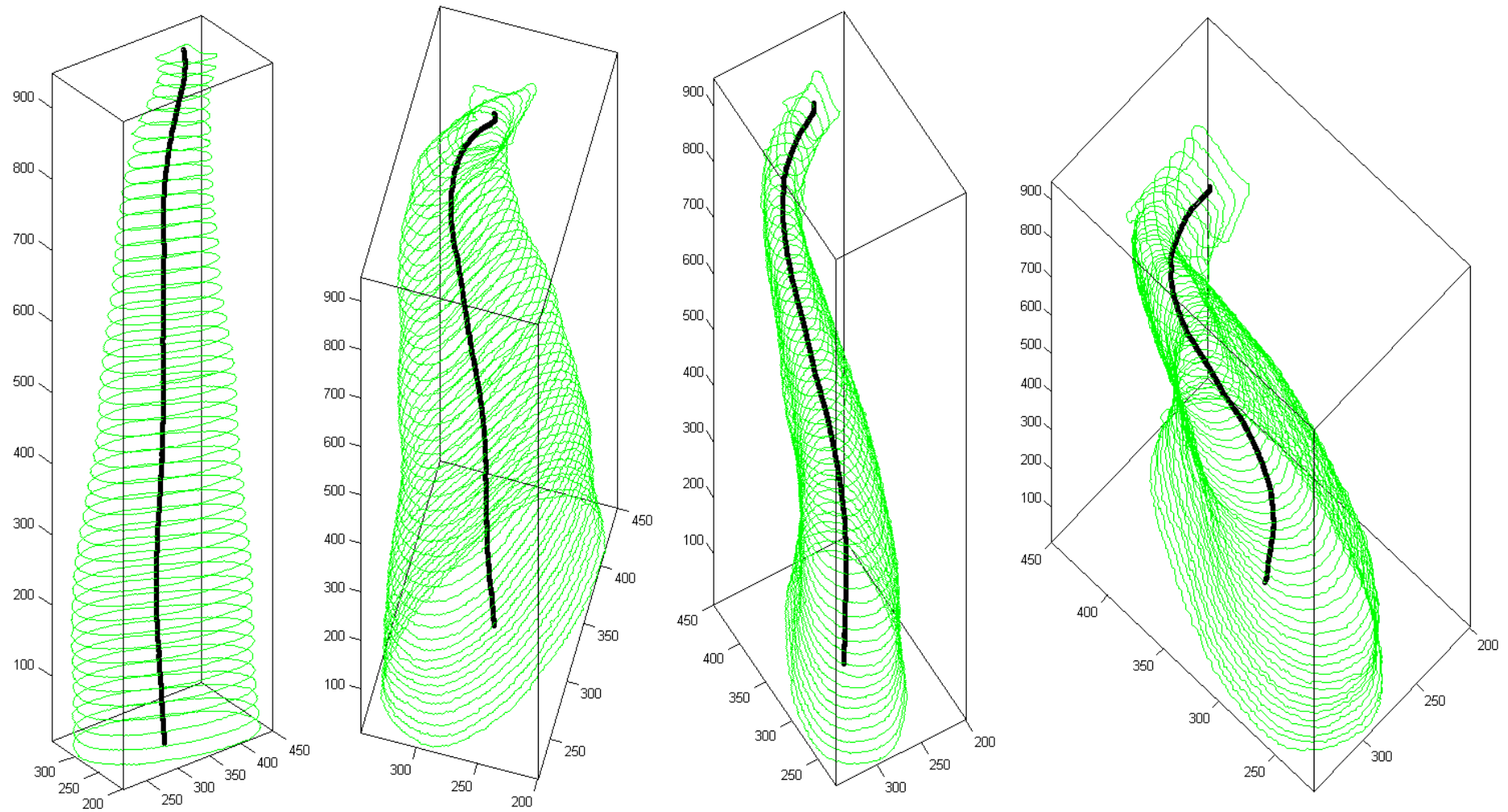
- Dental CBCT
 - Parallel sections
 - Single channel intensity images
 - Low Resolution: 200-300 μ m/voxel
- Obstacles
 - Intensity ranges of various tissues may overlap
 - Gap between neighbor teeth?
 - Not all teeth are present in a scan
 - Noise



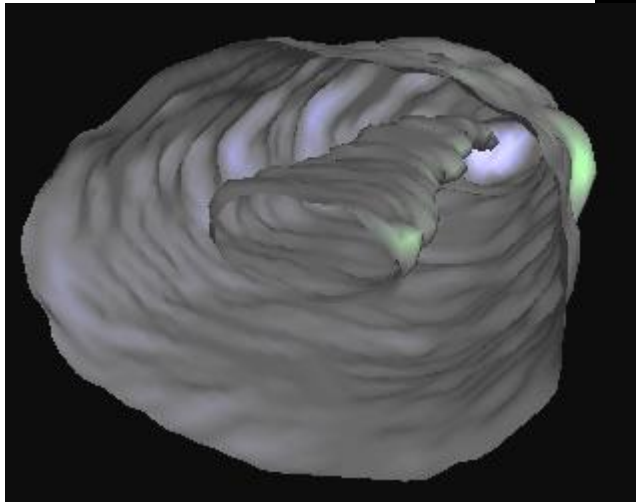
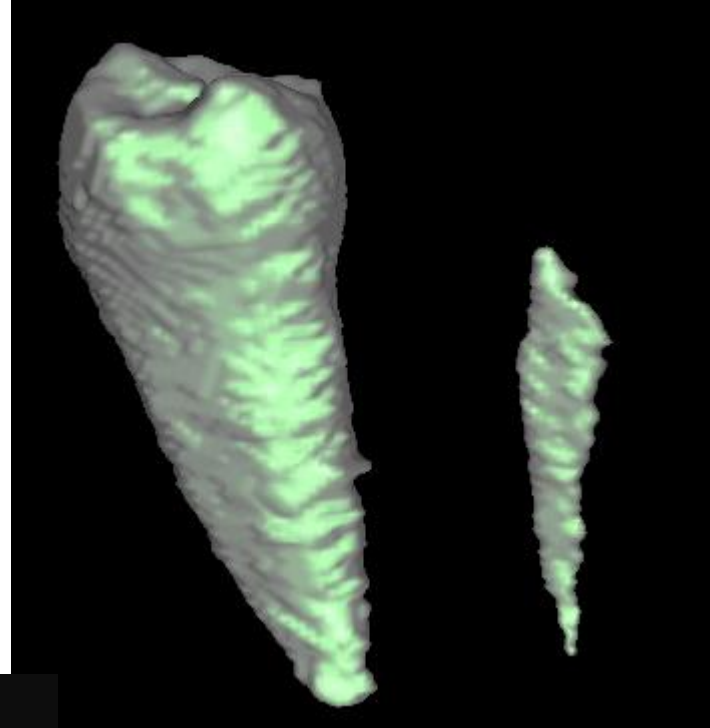
MicroCT: root canal and medial line



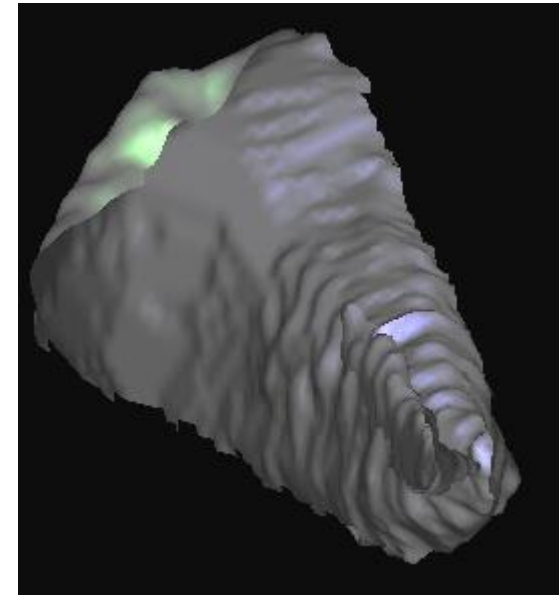
MicroCT: root canal and medial line



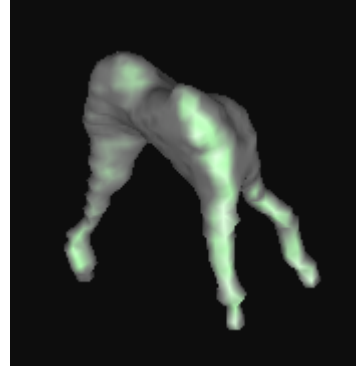
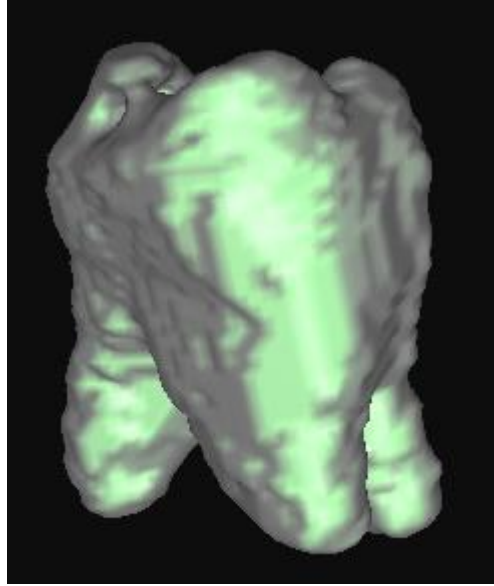
CBCT: 3D views and sections of a reconstructed tooth



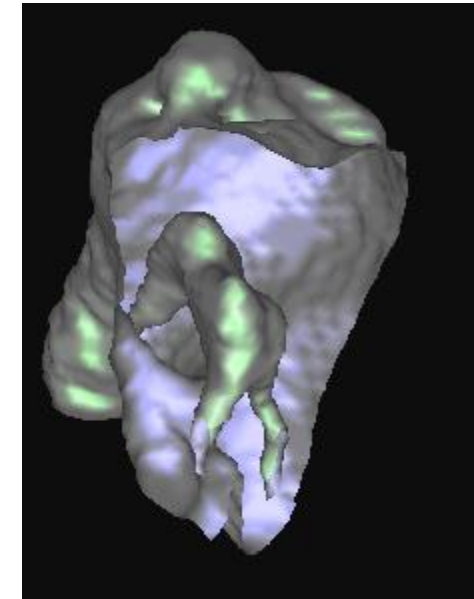
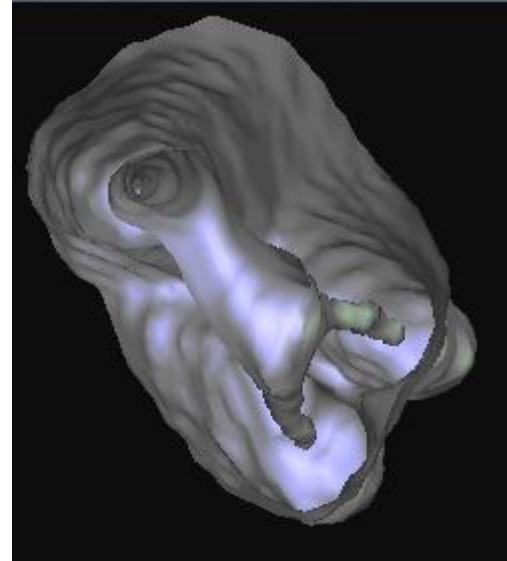
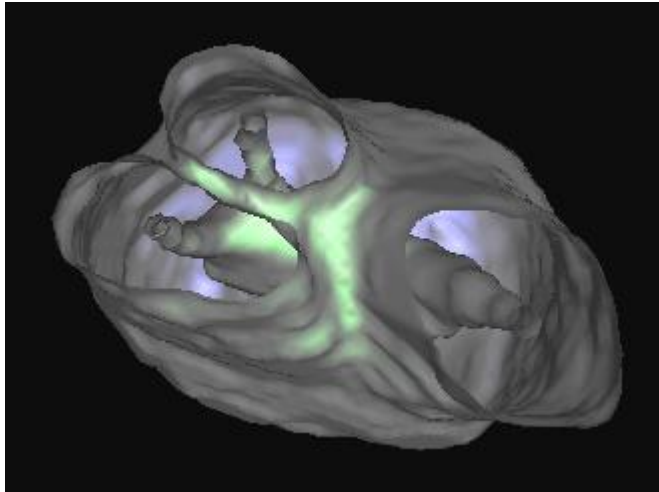
Voxel size is 200 μ m



CBCT: 3D views and sections of a reconstructed molar



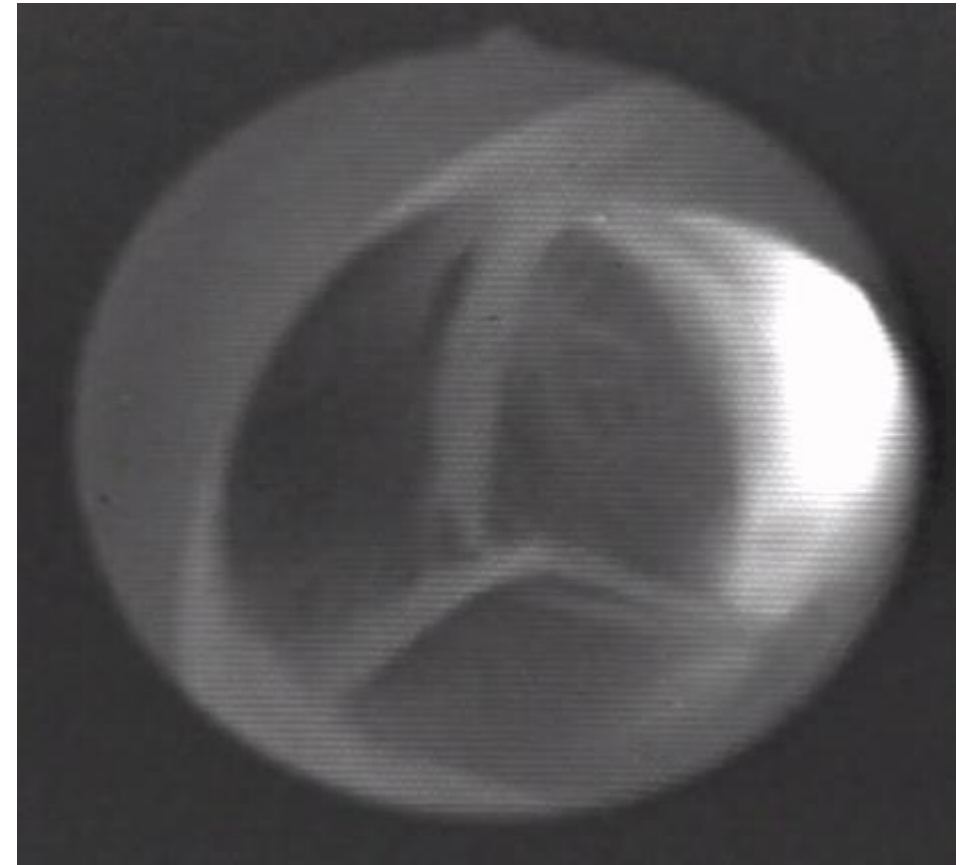
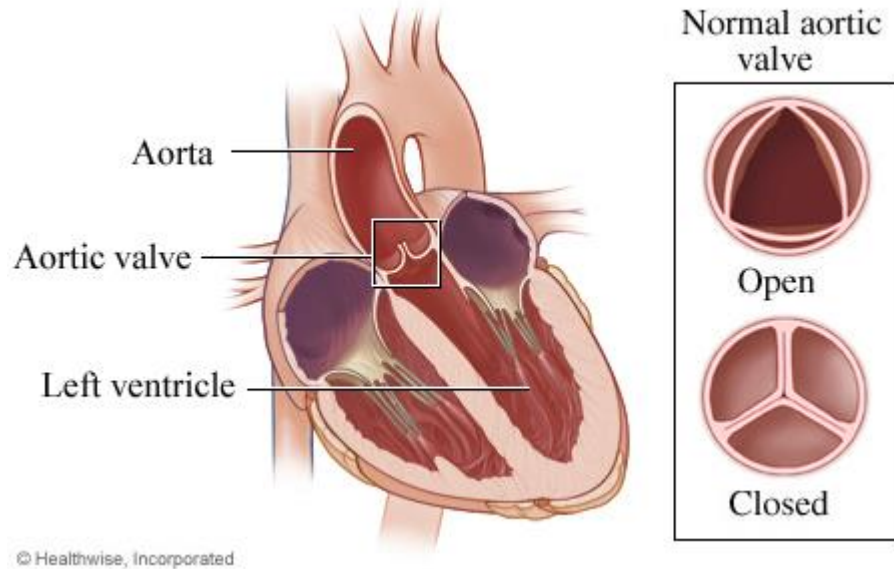
Voxel size is 300 μ m



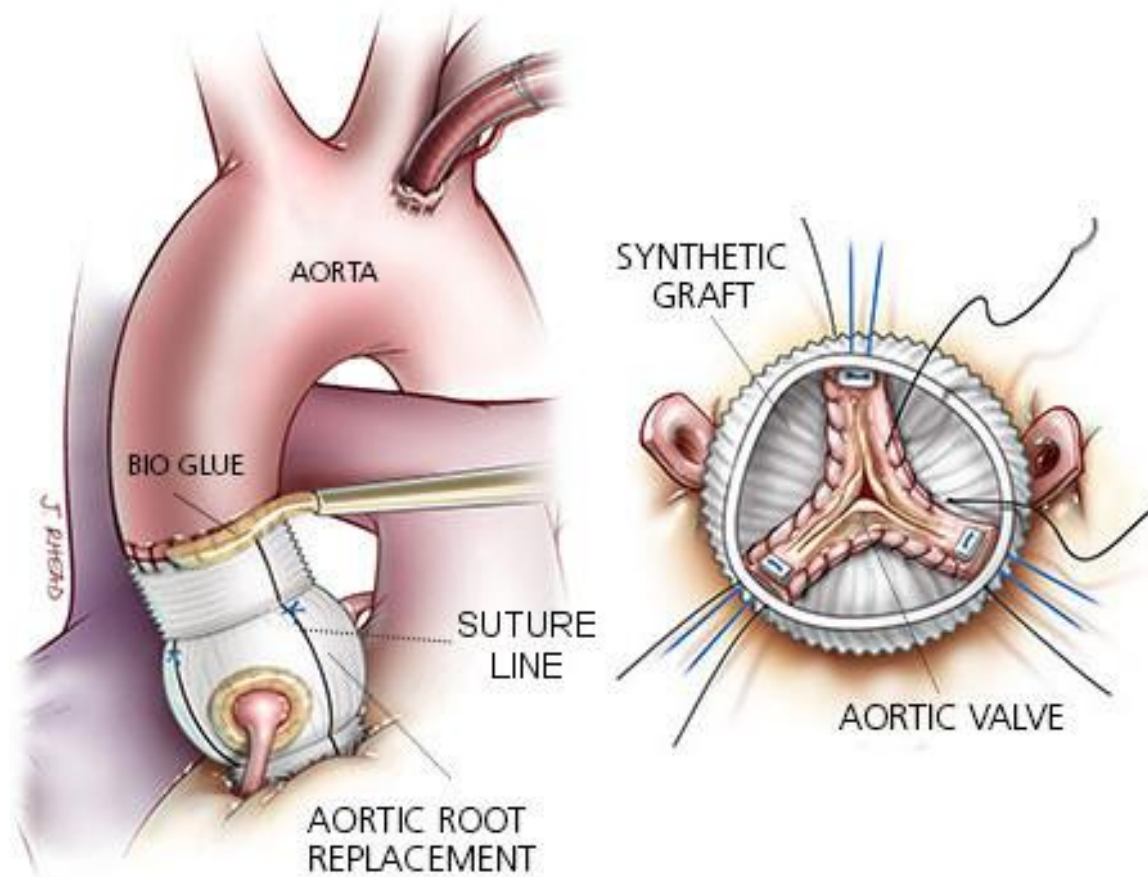
ORVOSI KÉPALKOTÁS ÉS KÉPFELDOLGOZÁS

AORTA BILLENTYŰ MODELLEZÉSE

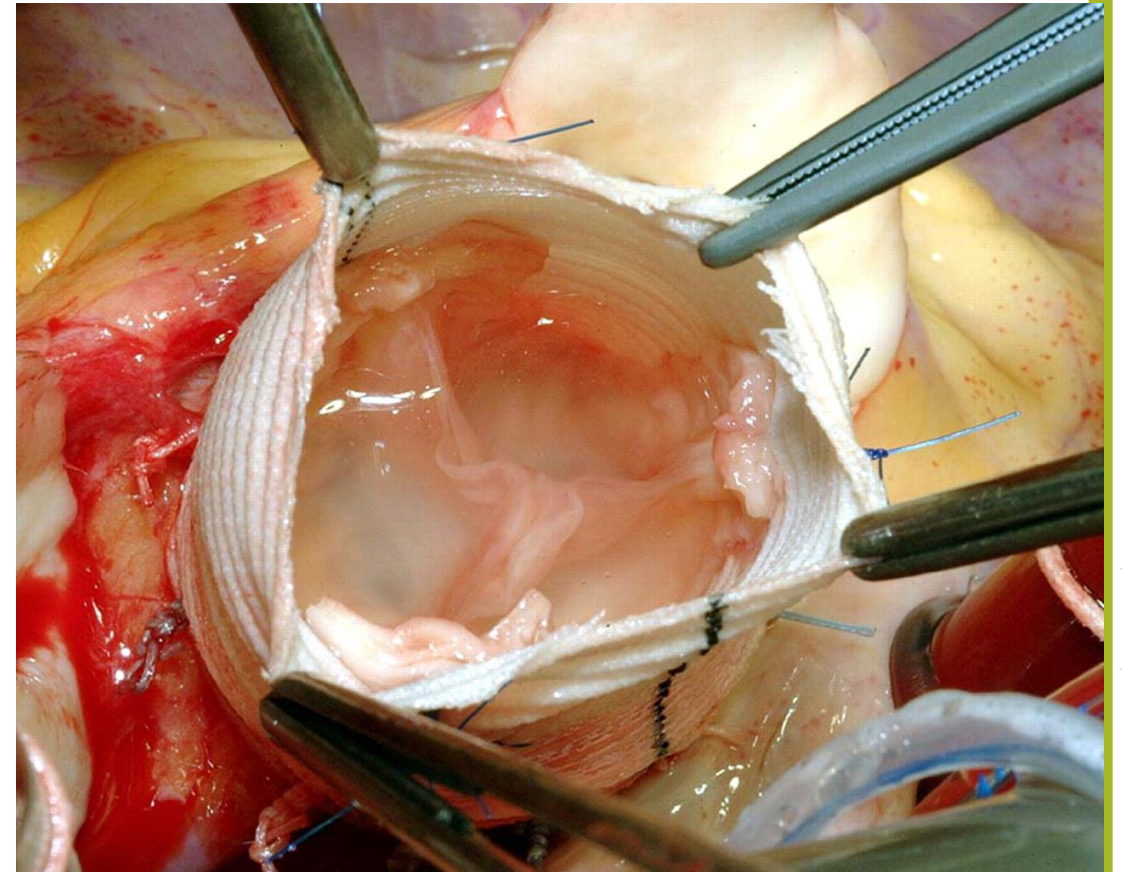
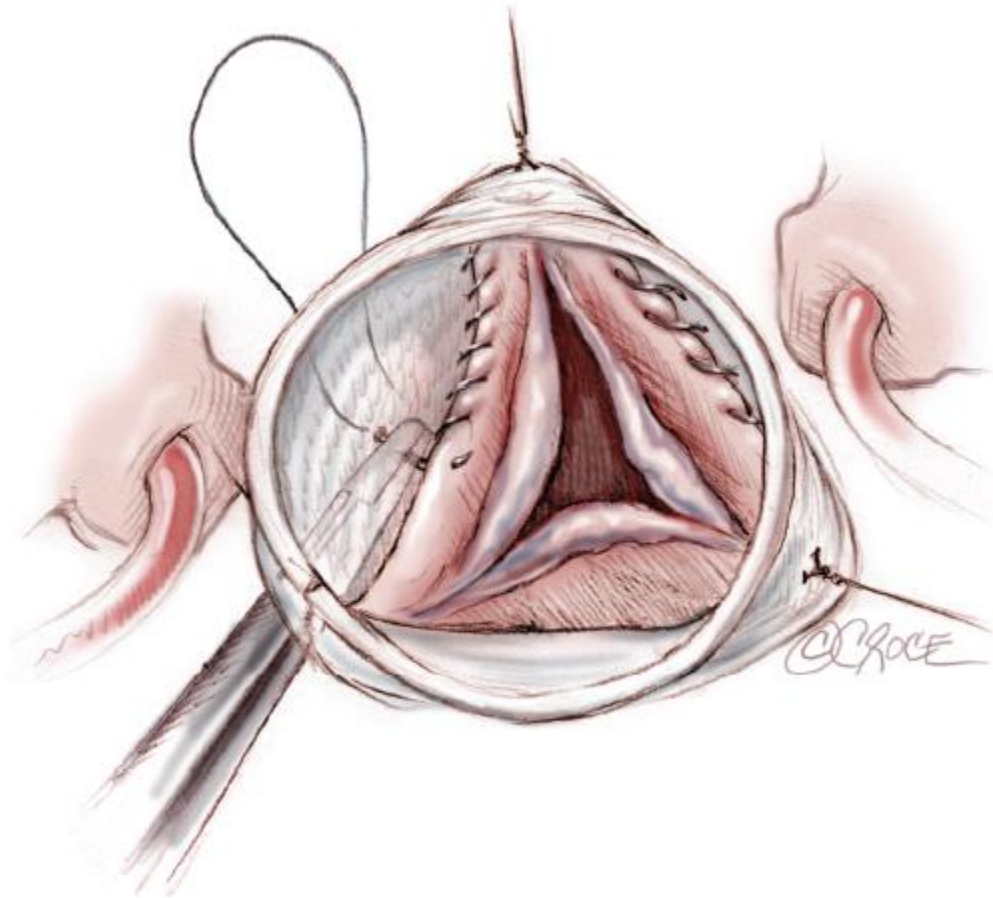
Aorta billentyű



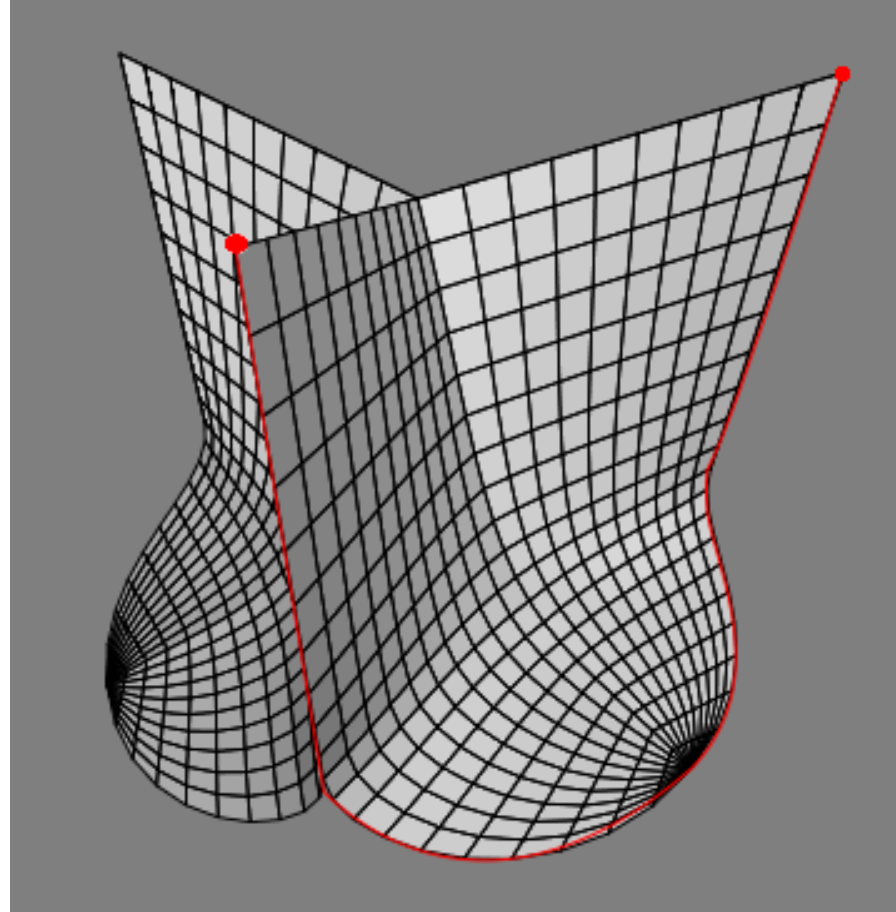
Aorta billentyű megtaró műtét



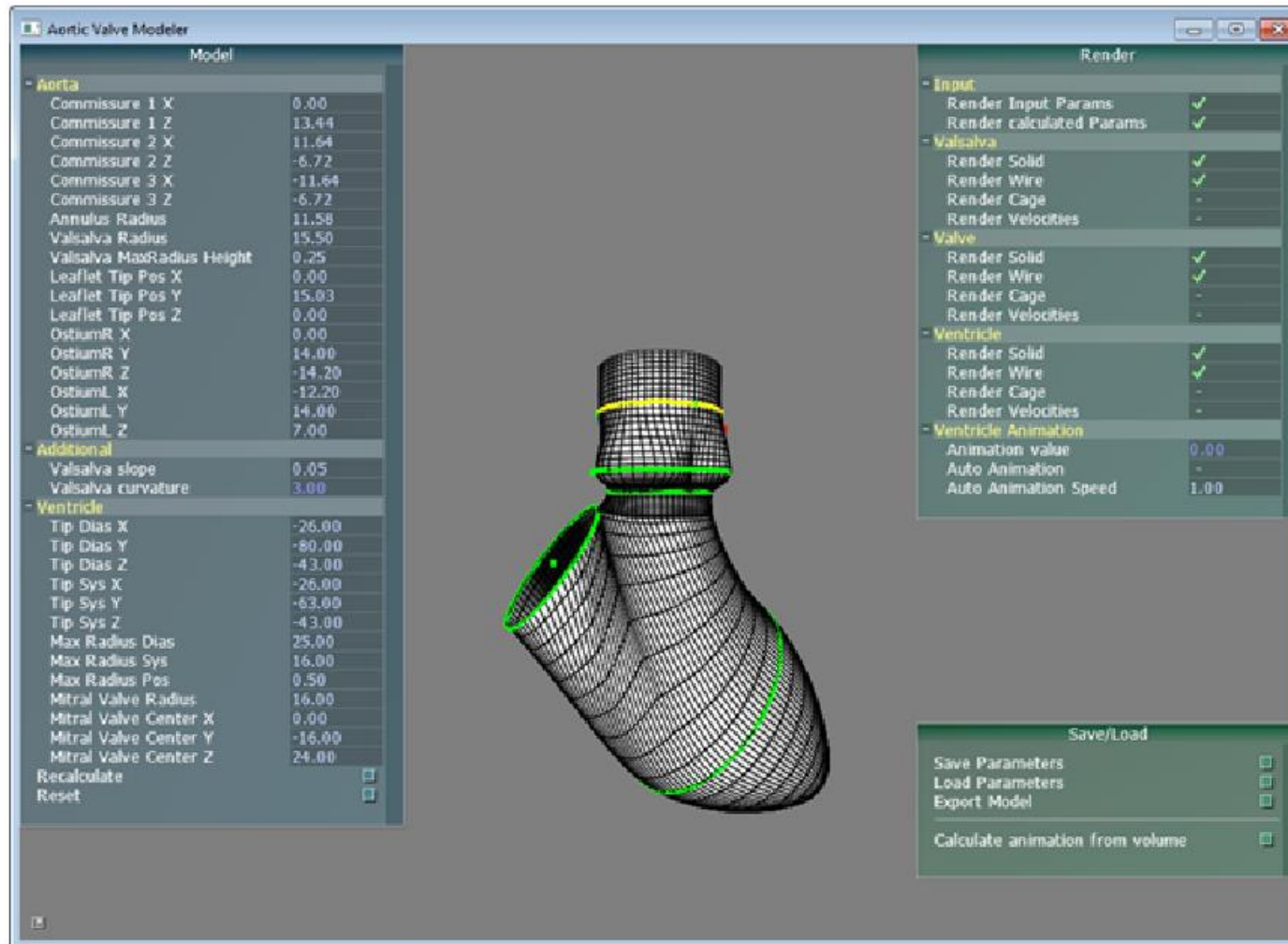
Aorta billentyű megtaró műtét



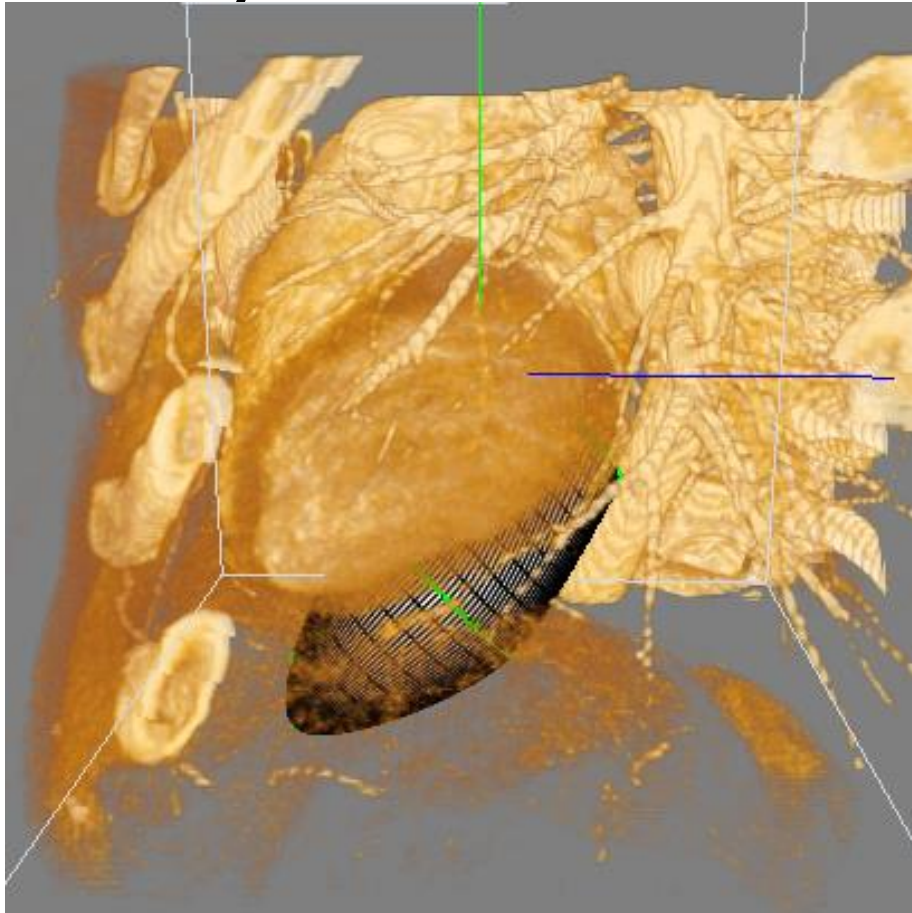
Aorta billentyű modell



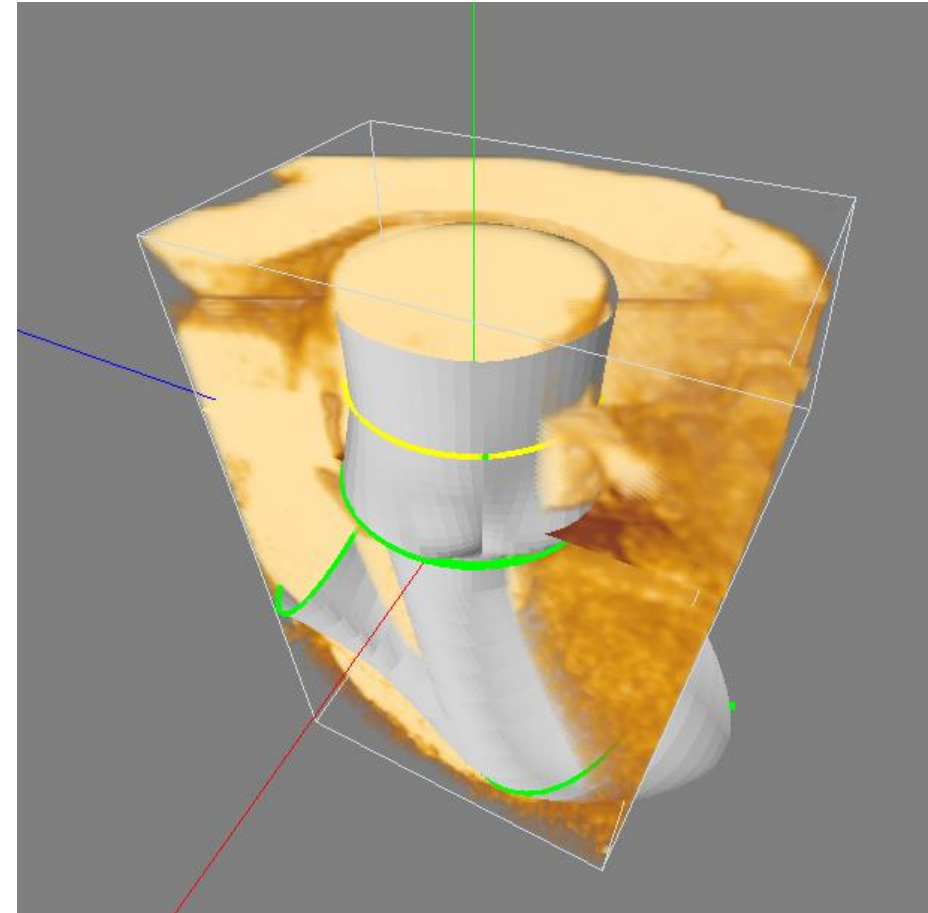
Aorta billentyű modellező környezet



Regisztráció az aorta billentyű modellező környezetben

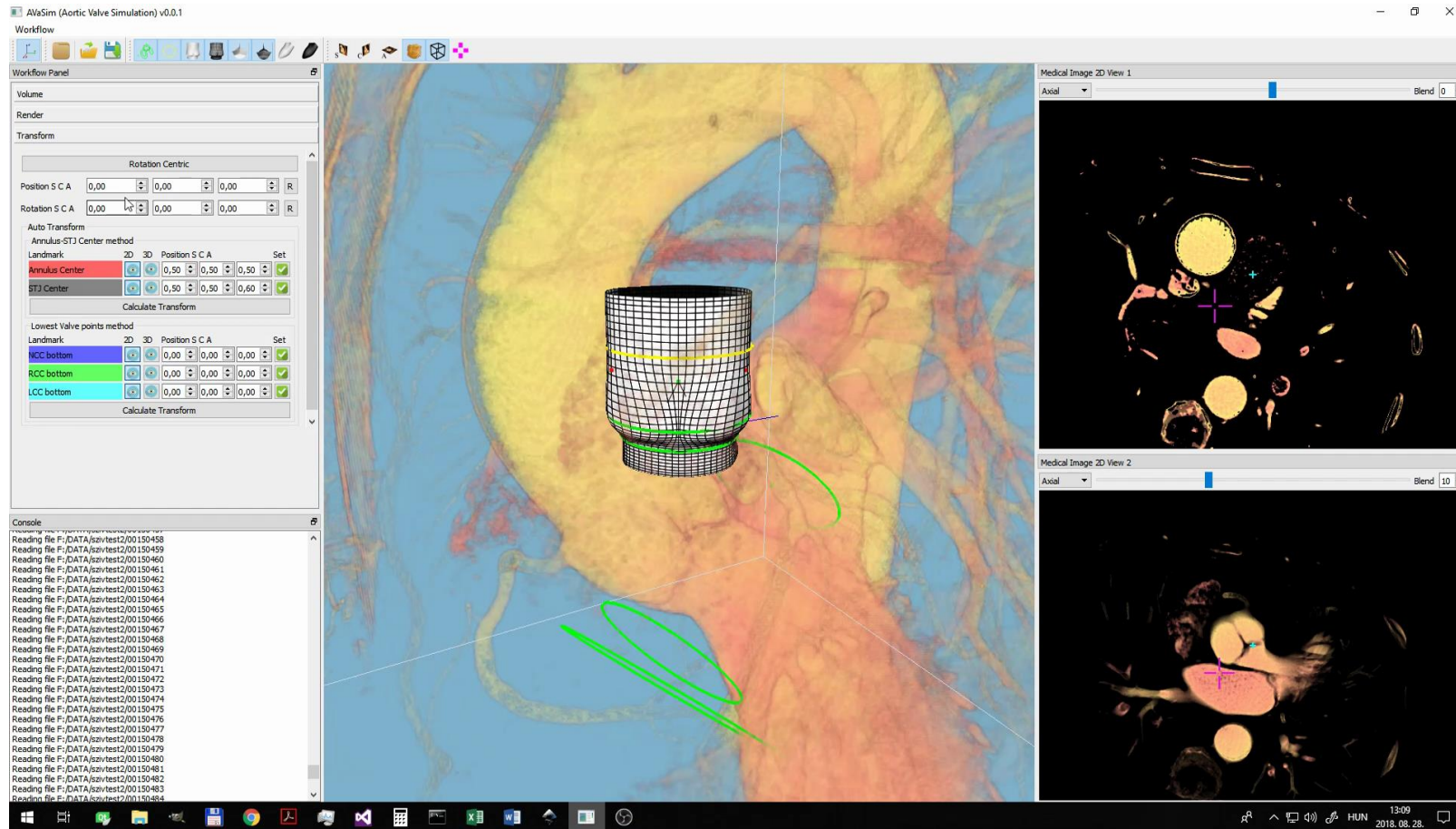


Unregistered

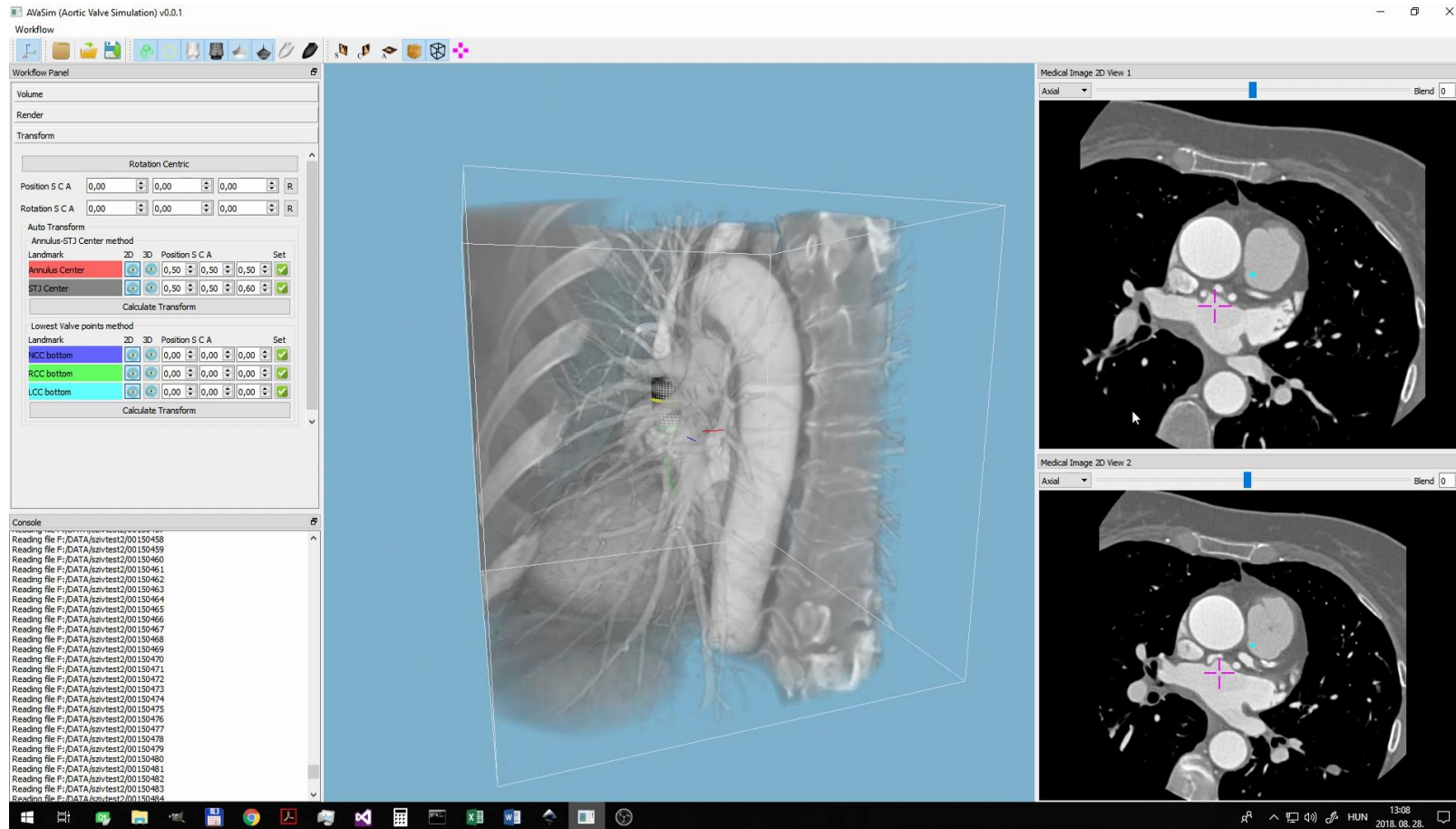


Registered and set

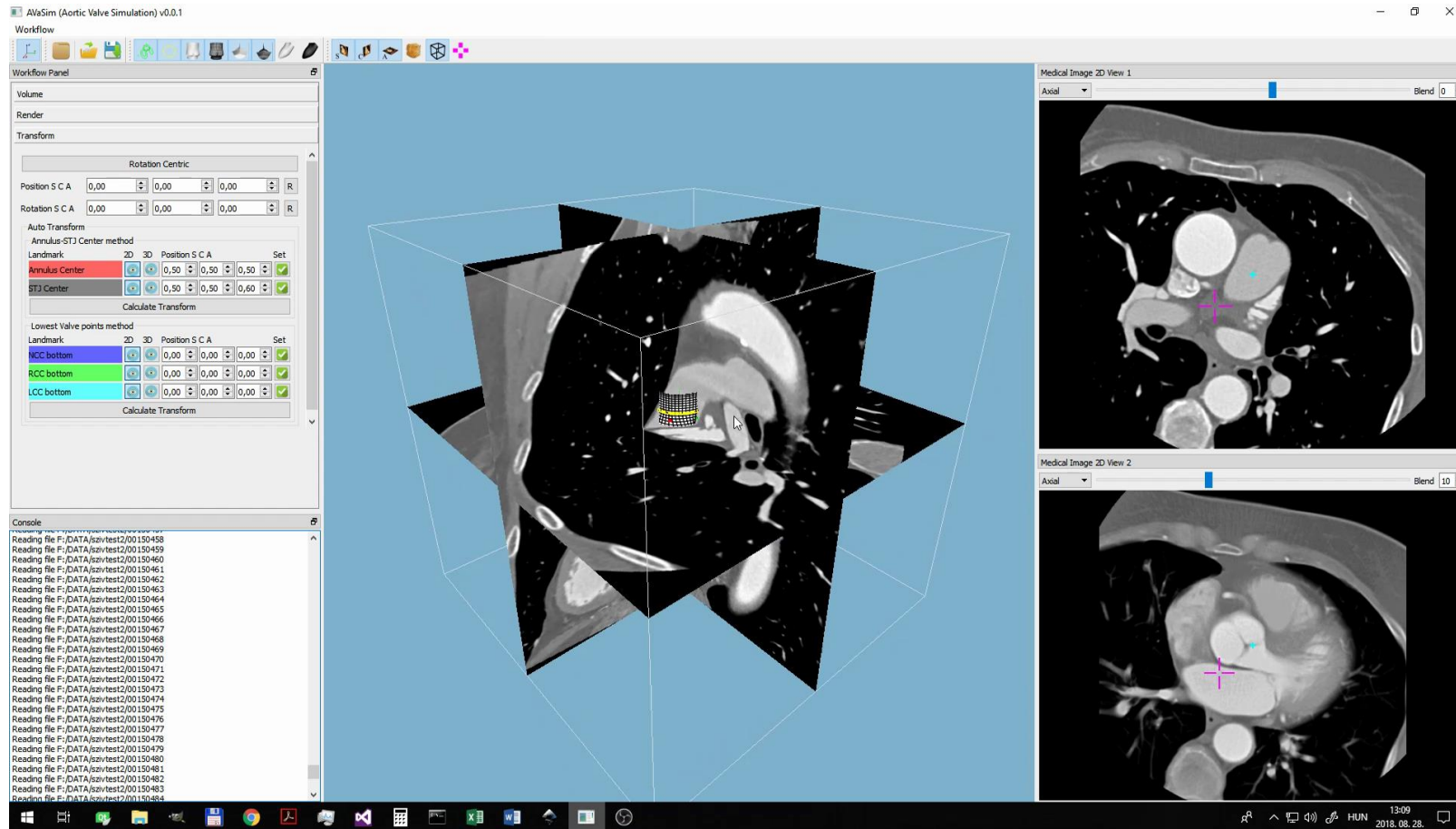
Aorta billentyű modellező környezet



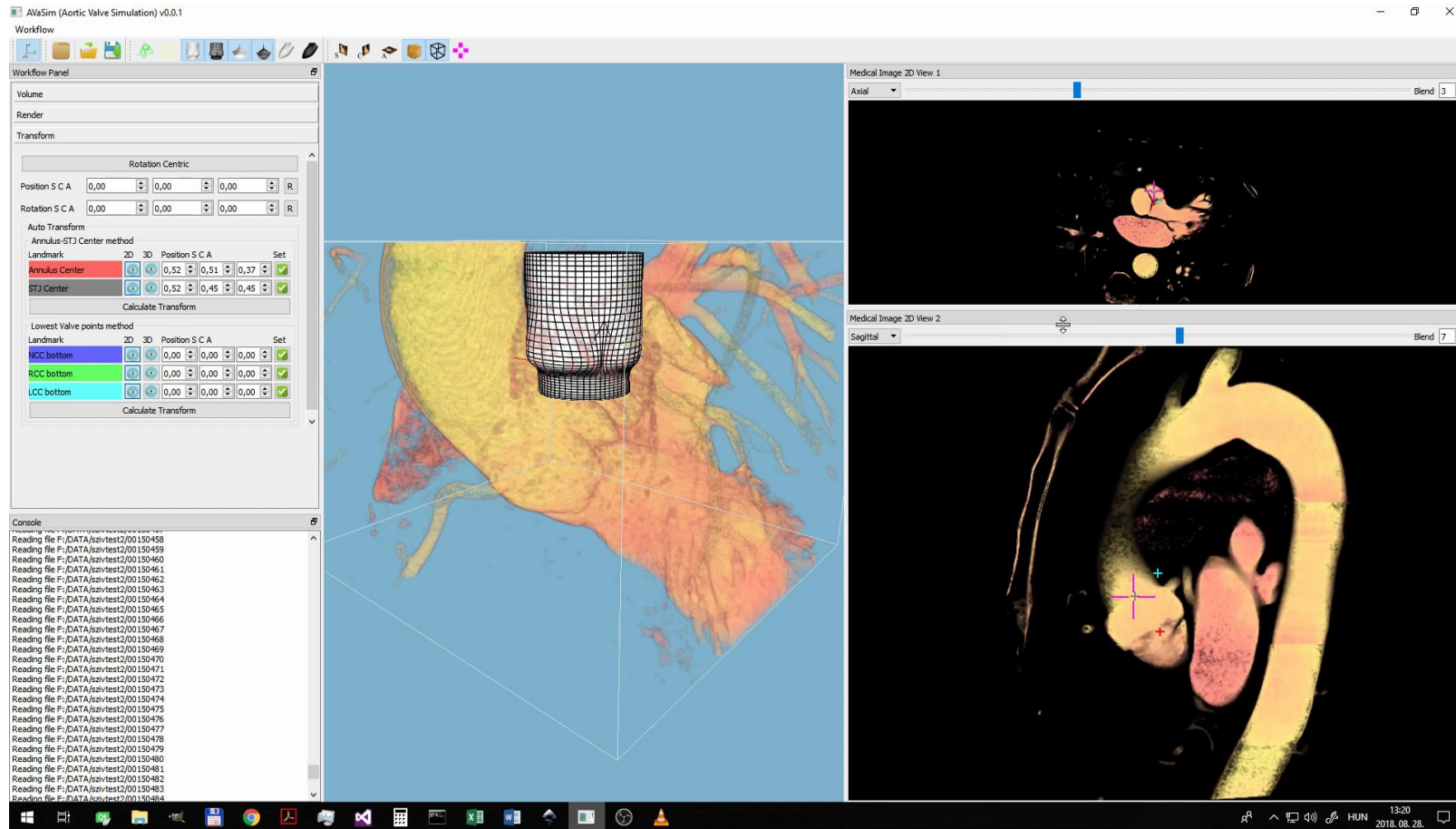
Aorta billentyű modellező környezet



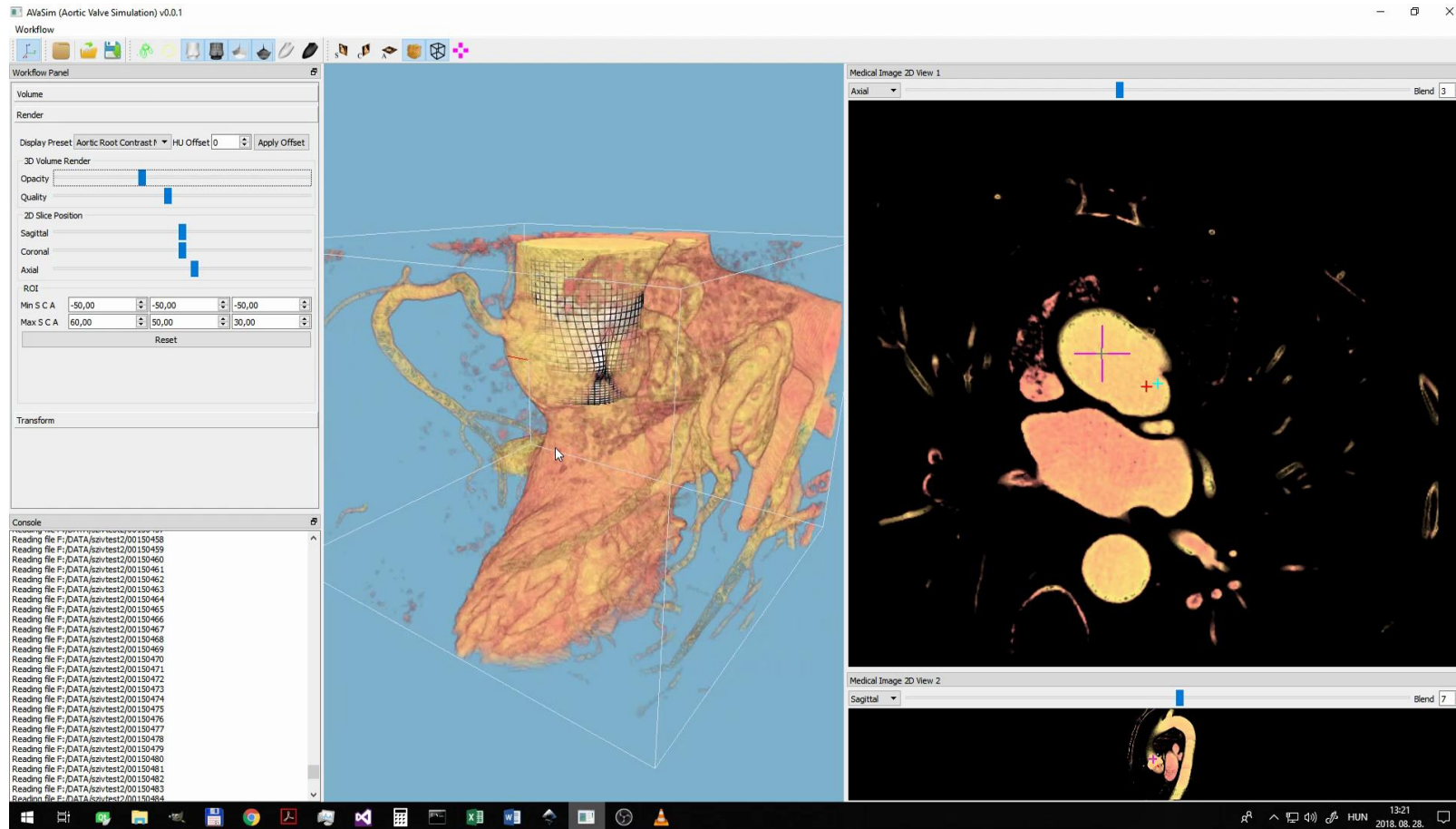
Aorta billentyű modellező környezet



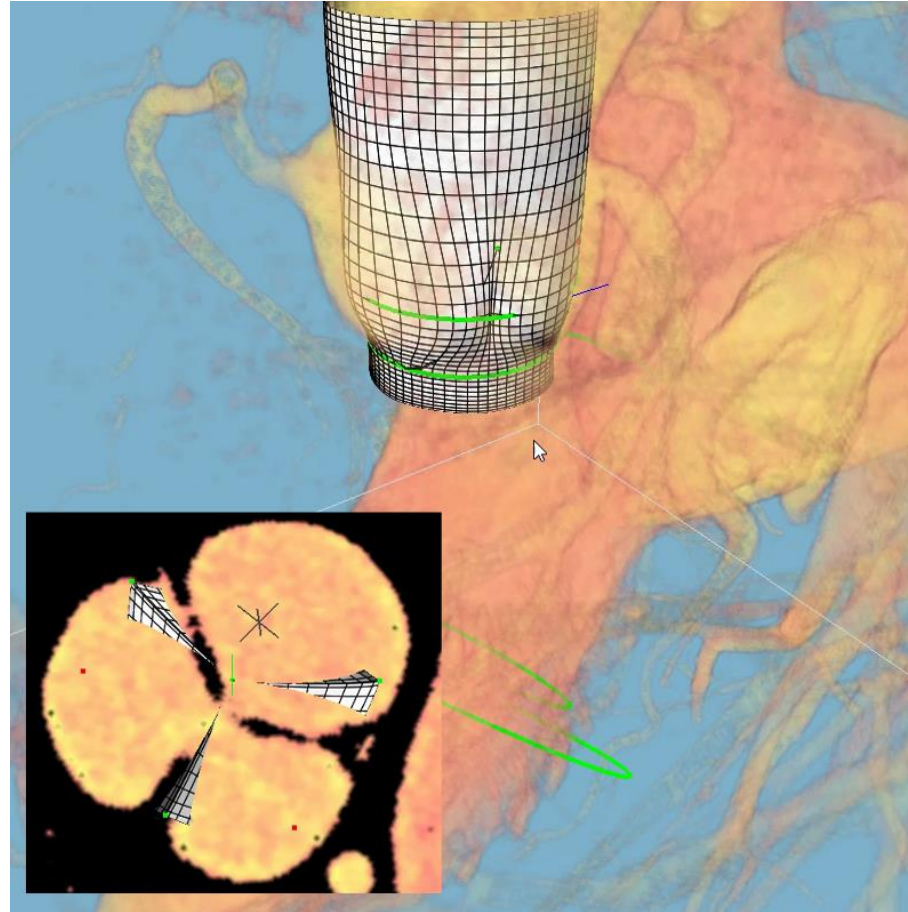
Aorta billentyű modellező környezet



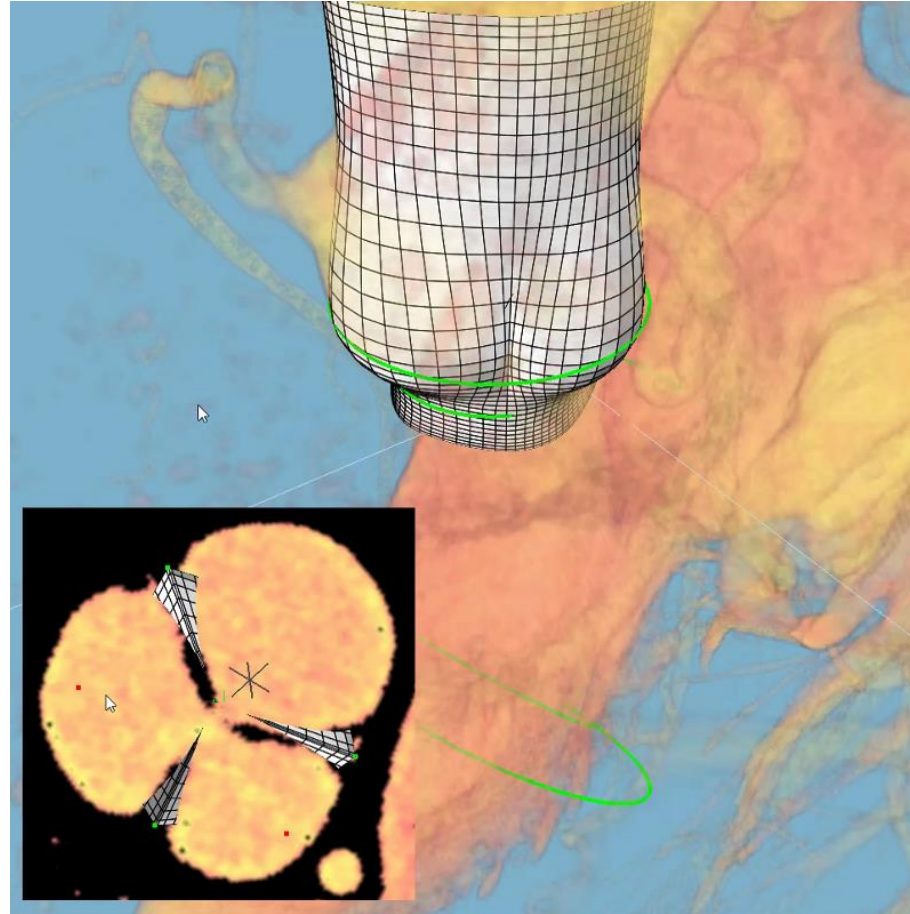
Aorta billentyű modellező környezet



Aorta billentyű modellező környezet



Aorta billentyű modellező környezet

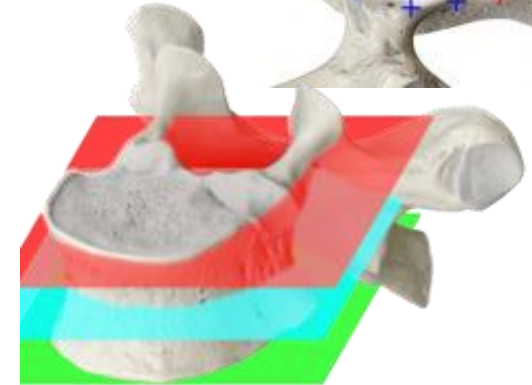
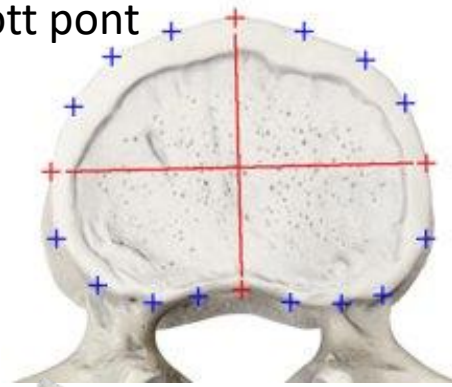


ÚJ ALKALMAZÁSOK: GERINCCSIGOLYA

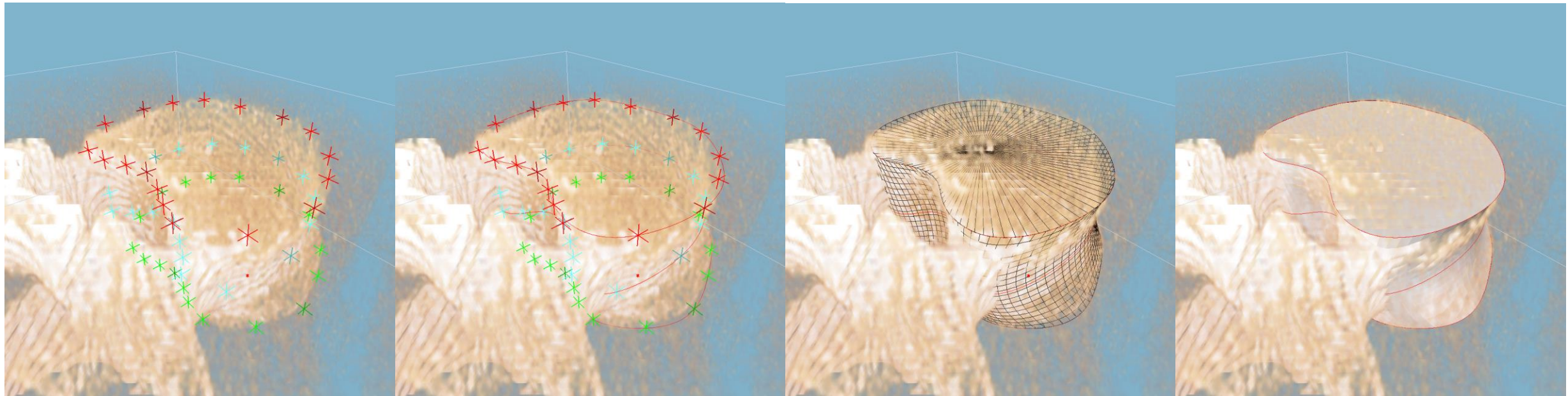
Geometriai modell összeállítása

1. Anatómiai pontok kijelölése a csigolyatesten
2. B-spline görbe illesztése
3. Kvadratikus görbe illesztése a csigolyatest oldalára
4. Háló illesztése a pontok mintavételezésével (megjelenítés érdekében)

18 meghatározott pont
a csigolyatesten



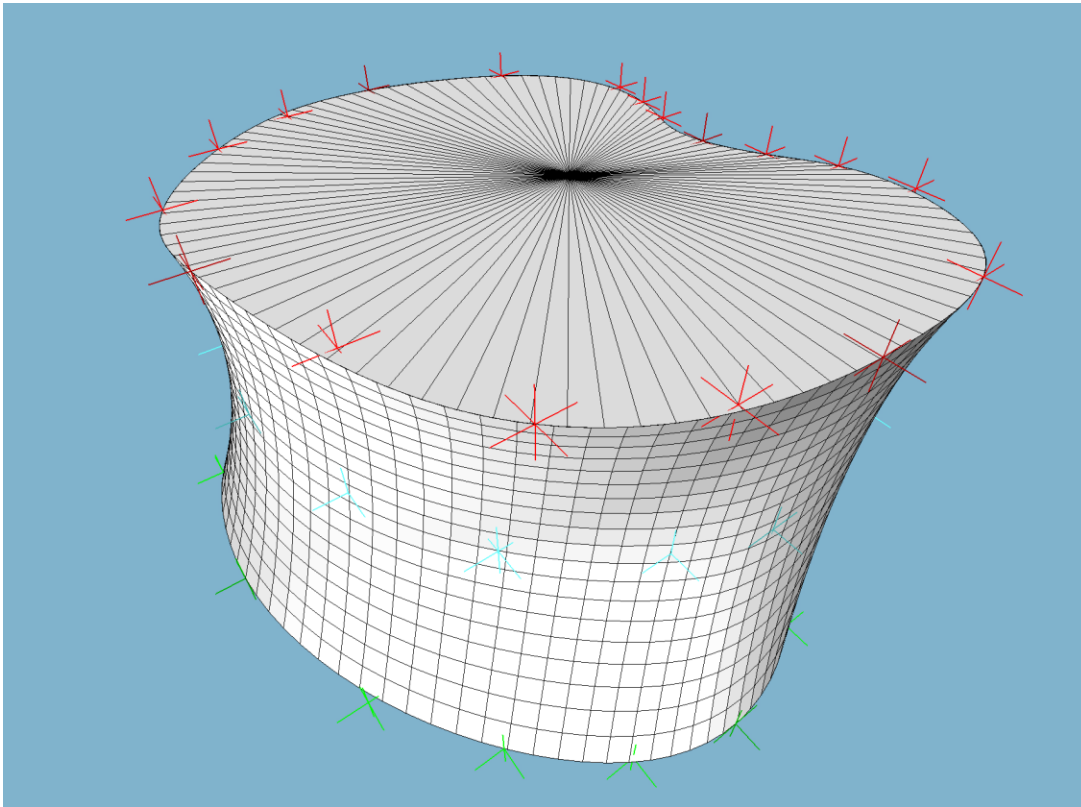
3 kijelölt sík a csigolyatesten



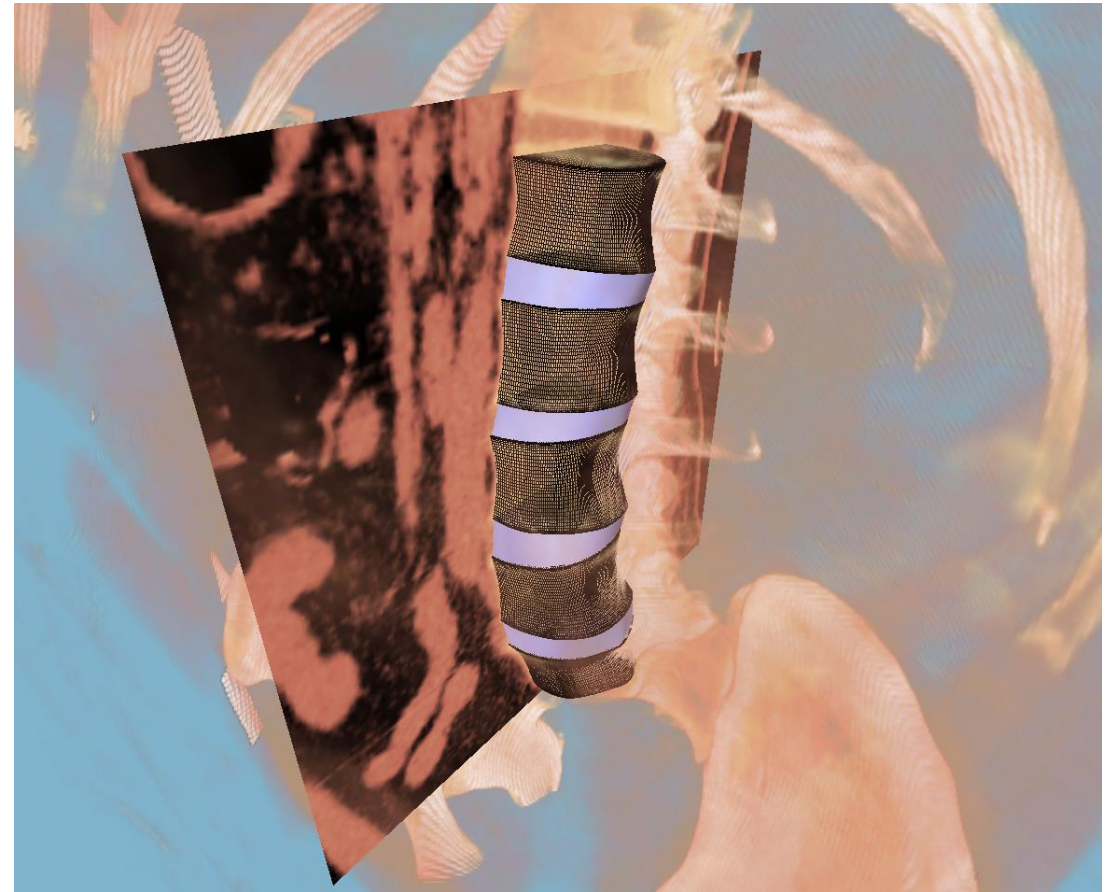
Modellillesztés folyamata

(Az eredeti képeket az Anatomy Standard készítette, melyek CC BY-NC 4.0 licence alatt terjeszthetők.)

Szegmentált csigolyatestek a gerincoszlop ágyéki szakaszán



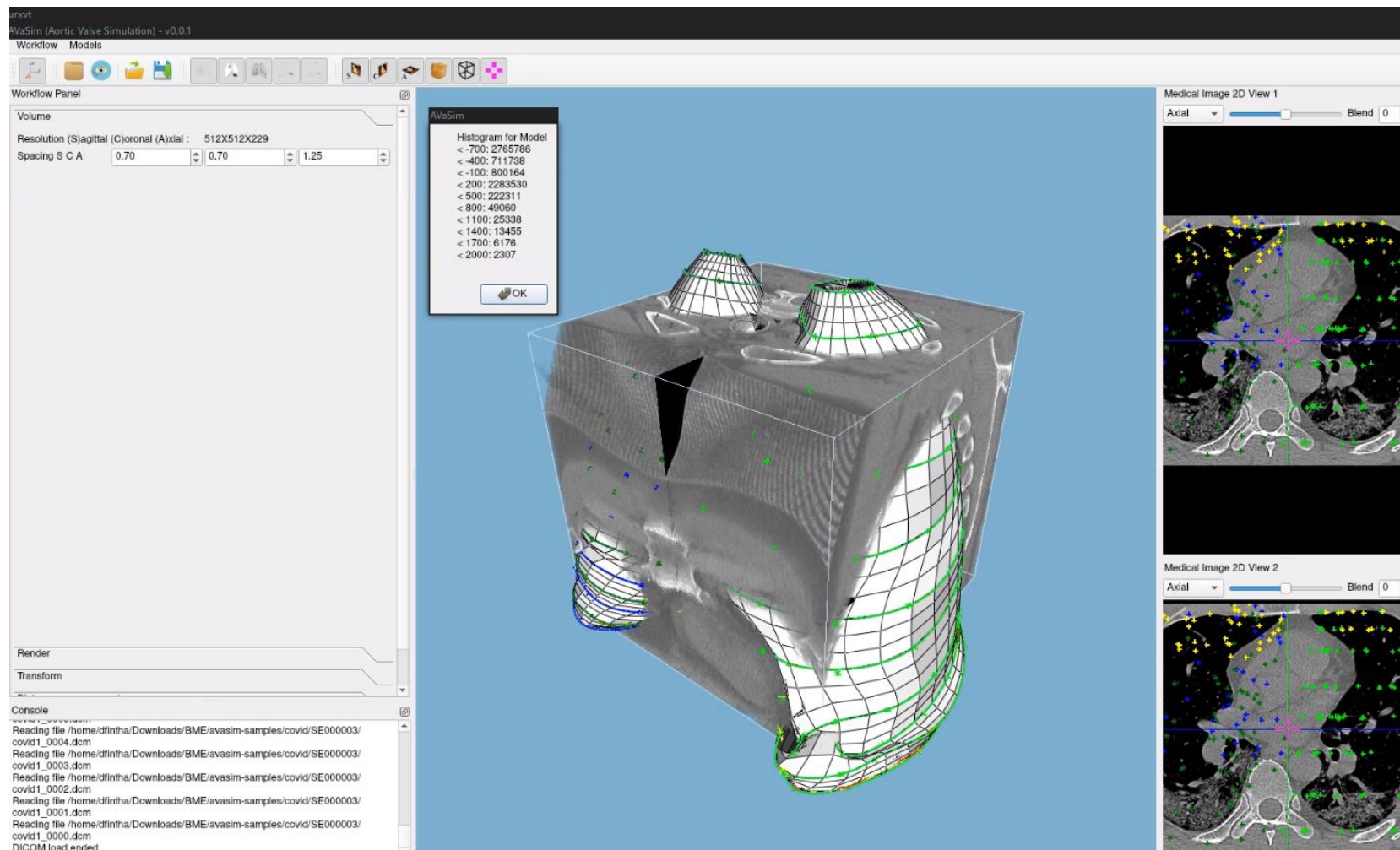
Egy csigolyatest modellje



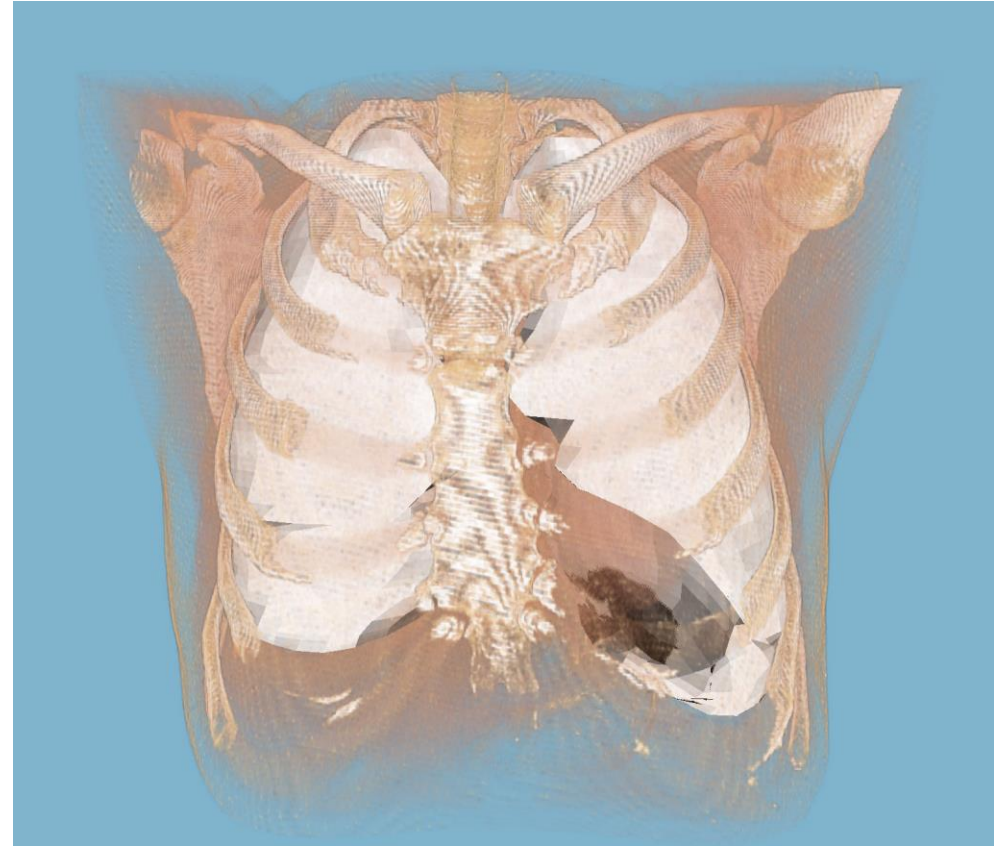
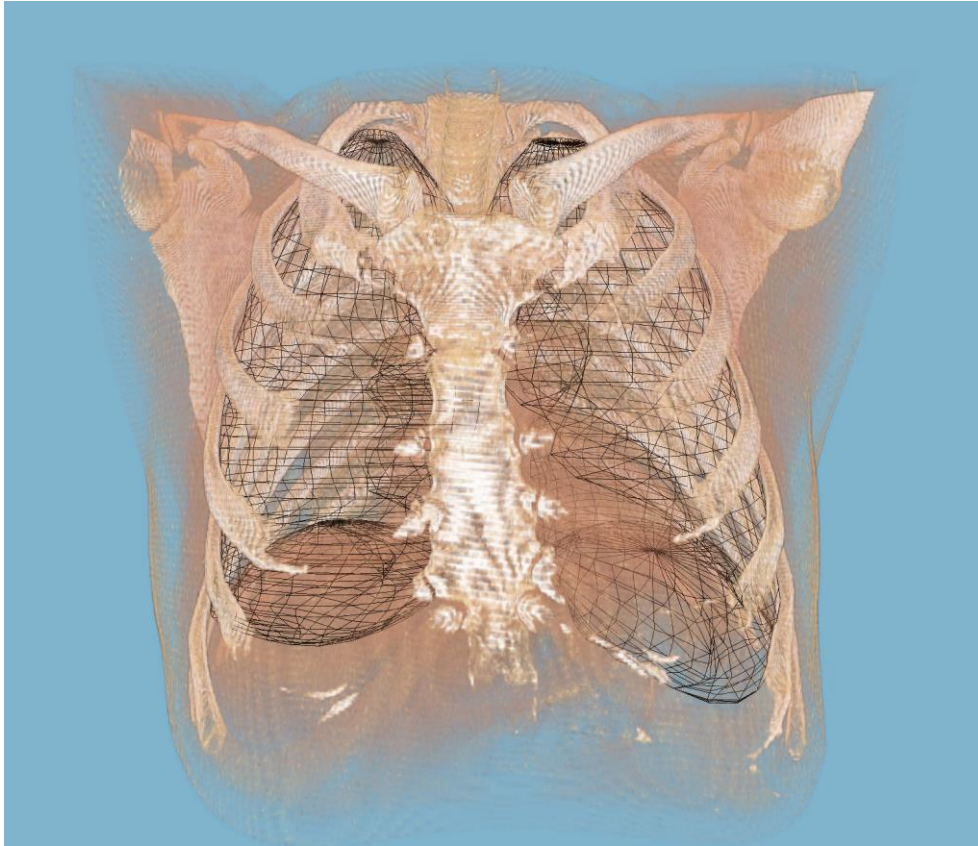
Ágyéki gerincszakasz modellje

ÚJ ALKALMAZÁSOK: TÜDŐ

Tüdő szegmentálása, modellezése



Tüdő modell különböző megjelenítései



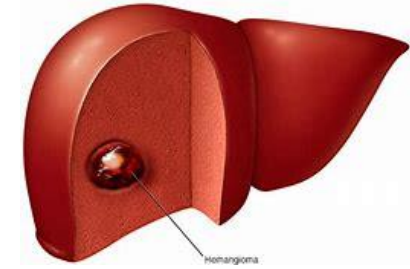
LEHETSÉGES FELADATOK: FOGGYÖKÉRCSATORNA

Lehetséges feladatok: Orvosi képfeldolgozás

- Algoritmusfejlesztés: képfeldolgozás, szegmentálás
 - C/C++, Matlab, OpenCV
- Vizualizáció
 - C/C++, Qt
- Algoritmus-/módszer fejlesztés: foggyökércsatornák jellemzése specifikus szempontok alapján
 - Matlab, C/C++
- Beérkező adatok, képek feldolgozása, kiértékelése

LEHETSÉGES FELADAT: MÁJ ELVÁLTOZÁS FELISMERÉSE AI MÓDSZERREL

Máj kóros elváltozásának felismerése mesterséges intelligencia módszerek felhasználásával

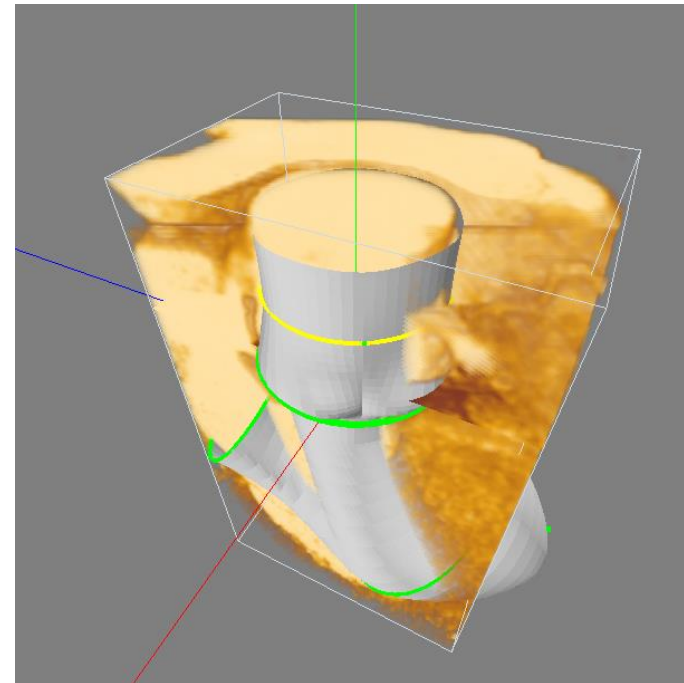


- Irodalomkutatás és a korábban a témában született módszerek, eredmények és szoftverek megismerése, értékelése.
- Májról készült CT felvételek előfeldolgozására és szegmentálásra alkalmas képfeldolgozó algoritmusok megismerése, értékelése.
- AZ értékelés alapján a konzulensekkel közösen kiválasztott diagnosztikai célnak megfelelő képfeldolgozó környezet tervezése és implementációja.
- A megvalósított képfeldolgozó környezet verifikációja, majd valós felvételek segítségével orvosdiagnosztikai szempontok alapján történő értékelése.

LEHETSÉGES FELADATOK: AORTA BILLENTYŰ MODELLEZÉS

Aorta billentyű modellezés

- Környezet megismerése
- Különböző konfigurációjú, ill. betegségben szenvedő aorta billentyűk modellezése
- Összehasonlító elemzése
- Környezet kiegészítése új funkciókkal



LEHETSÉGES FELADAT: ÉLETTANI JELEK TÁVÉRZÉKELÉSE RADAR SEGÍTSÉGÉVEL

Élettani jelek távérzékelése radar segítségével

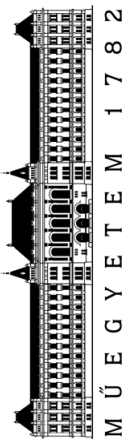
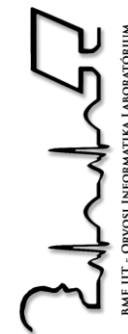
- Élettani jelek detektálására alkalmas radar eszköz megismerése
- Jelfeldolgozó algoritmus tervezése alacson frekvenciás élettani jelek (légzés szívverés) felismerésére
- Jelfeldolgozó algoritmusok implementációj és validációja
- Alkalmazási környezet tervezése és implementációja élettani jeleket érzékelni tudó radar rendszer kezelésére, konkrét alkalmazások megvalósítására





ELEKTROMÁGNESES ERŐTEREK ÉLETTANI HATÁSAINAK VIZSGÁLATA

Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Laboratórium
Tamus Zoltán Ádám, tamus.adam@vet.bme.hu



Villamos Energetika Tanszék: Nagyfeszültségű Laboratórium

- Elektromágneses erőkterek forrásai:
 - Vezeték nélküli kommunikáció, Orvosi diagnosztikai és terápiás alkalmazások, Villamos energetikai berendezések, távvezetékek
- Ezen erőkterek rövidtávú hatása ismert, ez szolgál a jelenlegi, lakossági és munkahelyi expozíciós szabályozás alapjául.
- Hosszútávú egészségre gyakorolt hatása (karcinogén hatás, neurodegeneratív megbetegedések stb.), még egyértelműen nem igazolt.
- Napjainkban is jelentős kutatómunka folyik a területen világszerte.

Kutatási témák:

1. ***Elektromágneses erőkterek élettani hatásainak modellezése***
2. ***Egészségügyi intézményben fellépő elektromágneses expozíció vizsgálata***
3. ***Lakosságot érő elektromágneses expozíció vizsgálata***

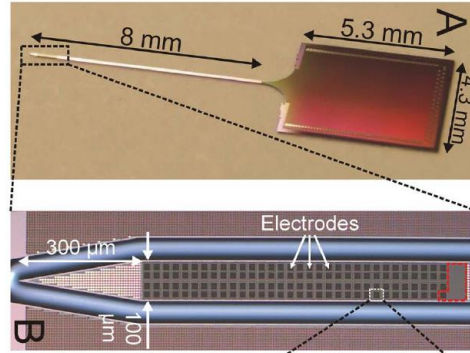
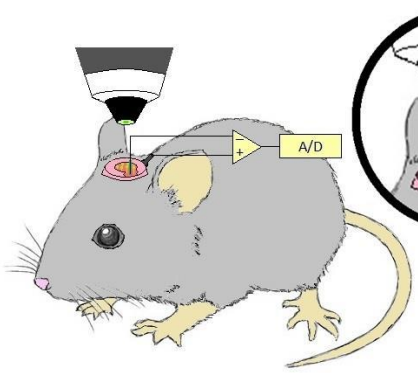
Témavezető:

Tamus Zoltán Ádám, BME-VET,
tamus.adam@vet.bme.hu

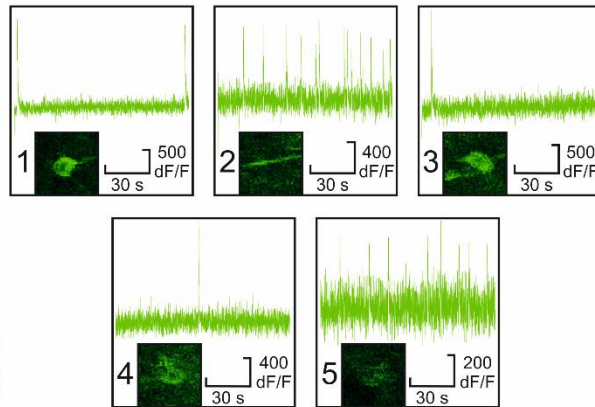
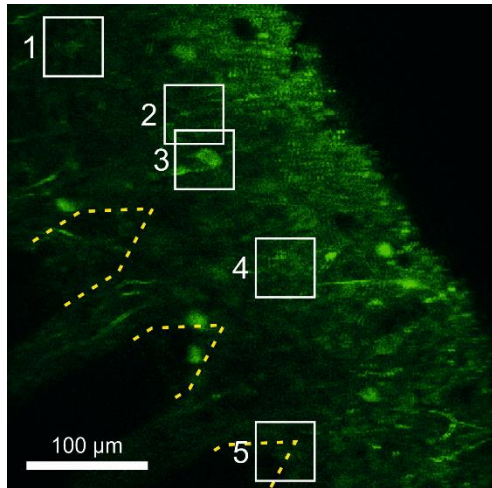
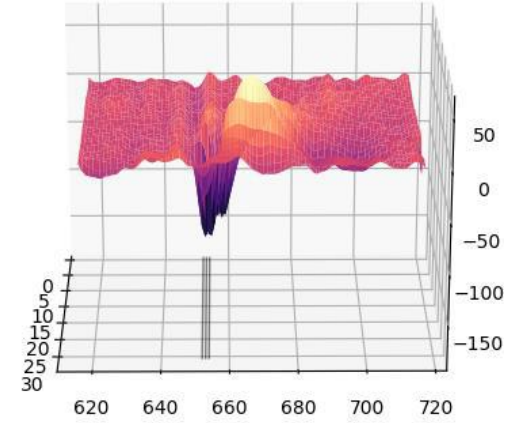
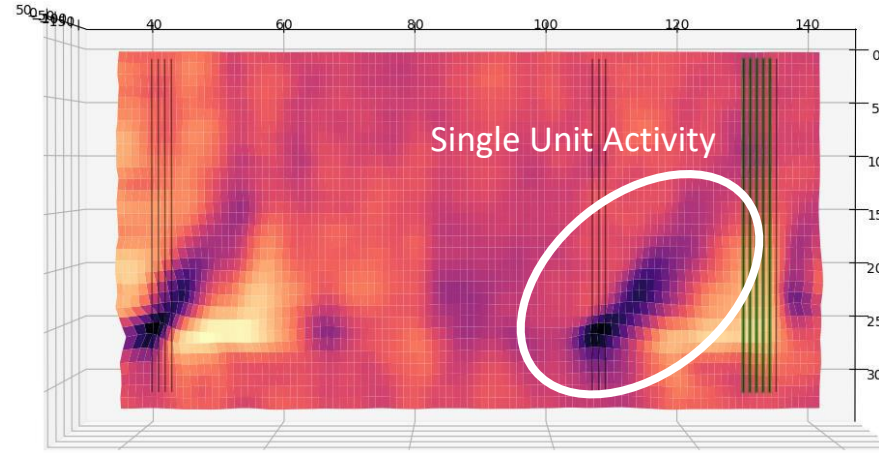
MTA TTK: AGY-GÉP INTERFÉSZEK

MTA Természettudományi Kutatóközpont
(Magyar Tudósok Körútja 2. Q2 épület)
Márton Gergely, marton.gergely@ttk.mta.hu

Sokcsatornás MEMS agyi implantátumok és kétfoton mikroszkópia ötvözése

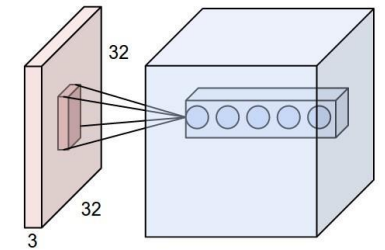
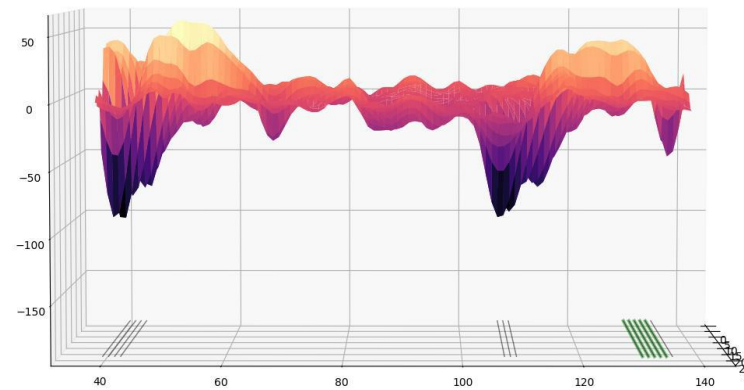


Kisállatkísérletek

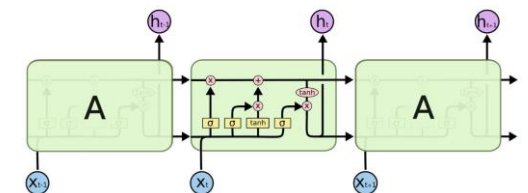


Képfeldolgozás tanuló algoritmusokkal

Mélytanulós (Deep learning) algoritmusokkal történő jelfeldolgozás egyes neuronok aktivitásának detektálásához



CNN LSTM

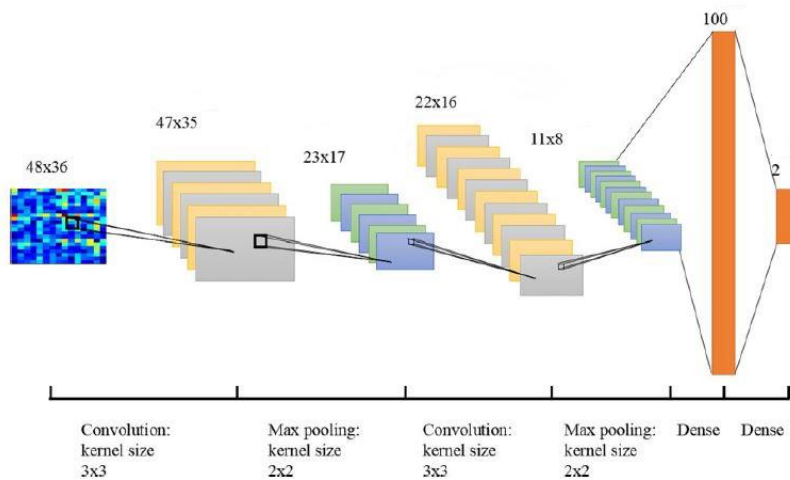


Agy-gép interfészek és multimodális humán-gép interfészek fejlesztése



Viselhető agy-gép interfész (kiváltott agyi jelek, elképzelt mozgások)

Elektromiográfia alkar-pánttal



Képfeldolgozás tanuló algoritmusokkal
Gesztusfelismerés és vezérlés

Agy jelek feldolgozása mélytanulósos (Deep learning) algoritmusokkal



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

Benyó Balázs

bbenyo@iit.bme.hu

Szlávecz Ákos

szlavecz@iit.bme.hu

