

A virtuális tervezés alapjai

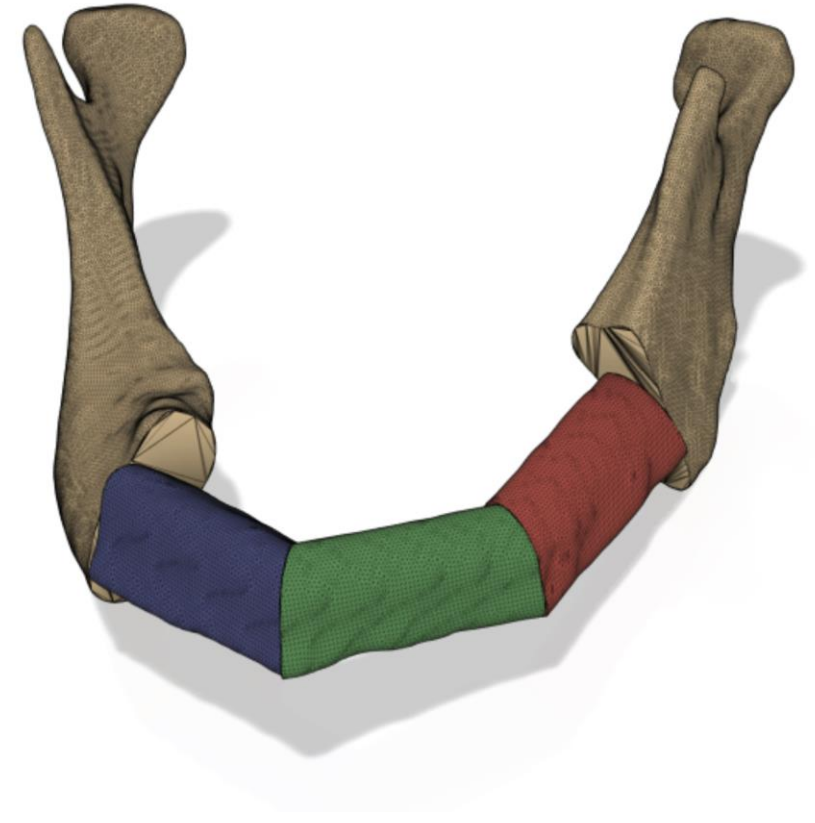


DR. WÜRSCHING TAMÁS

SEMMELWEIS EGYETEM, ARC-ÁLLCSONT-SZÁJSEBÉSZETI ÉS FOGÁSZATI KLINIKA
SEMMELWEIS EGYETEM, GYERMEKGYÓGYÁSZATI KLINIKA, ARCREKONSTRUKCIÓS CENTRUM

Bevezetés

- Virtual surgical planning - VSP
- Mik a virtuális tervezés előnyei?
 - Precízebb műtéti terv, minimálinvazív technikák, rövidebb műtéti idő stb.
 - A tervezés és kivitelezés standardizálása
 - Terv / végeredmény összehasonlítás
- Előfeltételek:
 - Digitális képalkotó (CT/CBCT/MRI)
 - Digitális felületi kép (intra-, extraorális szkennerek)
- Képfeldolgozó program - szegmentálás
- Sebészi tervező szoftver , CAD szoftver
- 3D nyomtató , VR/AR rendszer , Intraoperatív navigáció



A 3D modellezés fajtái

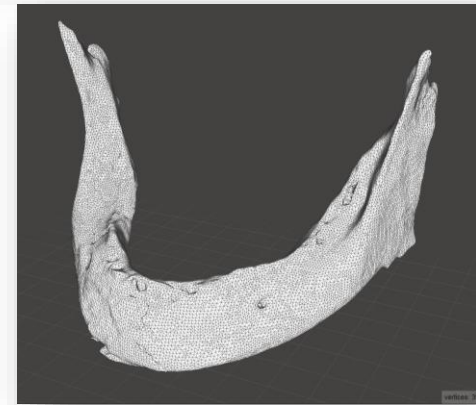
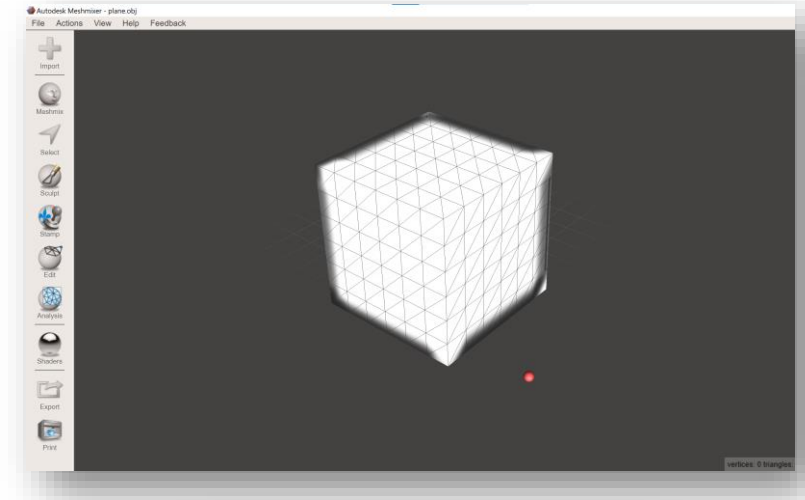
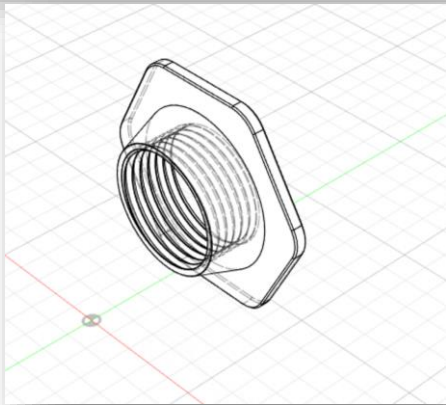
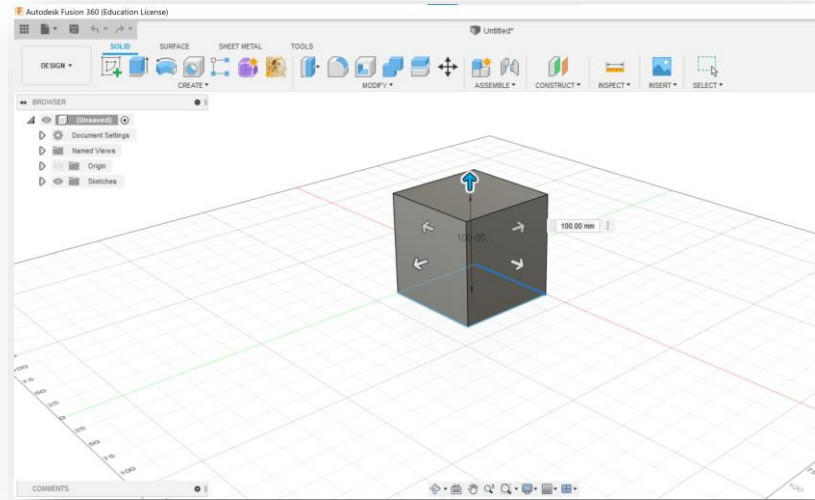
Parametrikus modellezés

- A terv geometriájának matematikai egyenletek alapján történő meghatározására épül (NURBS)
- Skálázható, részletes tervek, ahol a **paraméterek módosításai automatikusan frissítik a teljes modellt**
- Pontosság és a funkcionális tervezés
- Építészetben, ipari formatervezésben stb.
- Egyedi orvosi eszközök és protézisek
- SolidWorks, a Fusion 360 és az AutoCAD

Mesh alapú modellezés

- 3D objektum felszínét háromszög alakú poligonokkal írja le – térháló / mesh
- Csúcsokat, éleket és felületeket használ az objektum alakjának meghatározásához
- Filmipar, videojátékok, animáció, “szobrászat”
- Virtuális műtéti tervezés
 - Szegmentálás során nyert 3D modellek
 - Szkennerrel segítségével nyert felületi modellek

A 3D modellezés fajtái



Mi az a DICOM?

Digital Imaging and COmmunications in Medicine (DICOM)

- Szabványrendszer az orvosi képalkotás során keletkezett információ kezelésére, tárolására és továbbítására.
- Lehetővé teszi több gyártótól származó szkennerek, szerverek, munkaállomások és hálózati hardverek integrációját egyetlen képarchiváló és kommunikációs rendszerre.
- A DICOM fájlok szabványos és szabad felhasználású mezőkből álló fejrészből és a képi adattartalomtól épülnek fel.
- Egyetlen DICOM fájl egy vagy több képet, de animációt is tartalmazhat.
- A képi adat tömöríthető több szabványnak megfelelően is, többek között lehet JPEG, LZW vagy RLE is a kódolás

Milyen képanyagra van szükség?

Alapvetően rétegfelvételek – tomográfia

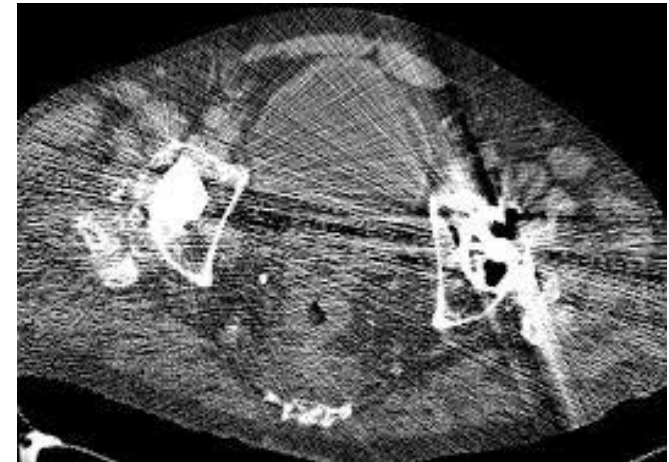
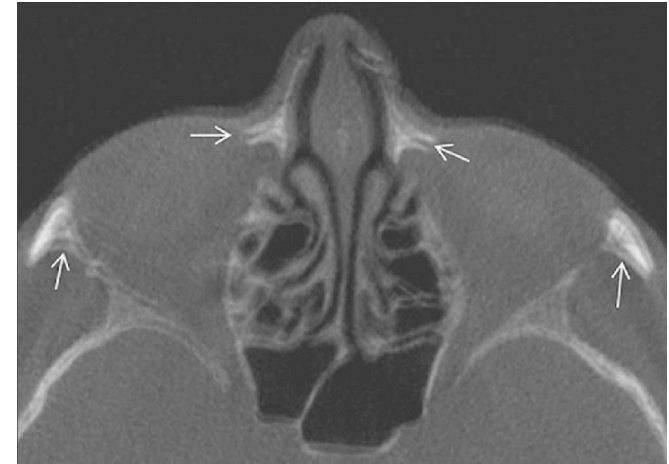
- Abból is CT / CBCT , másodsorban MRI

2D képek általában nem alkalmasak 3D modellek készítésére

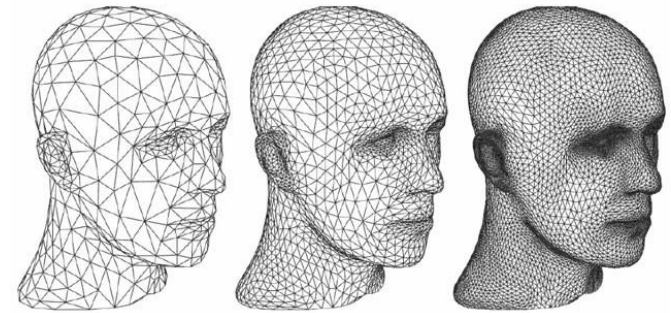
- Röntgenfelvétel, 2D UH, DSA nem jó

Mit várunk a felvételtől?

- Csak jó minőségű felvételből lehet pontos 3D modellt készíteni
- Mozgási műtermék, fémek által okozott artefaktumok pontatlansághoz vezetnek
- Lehetőleg minél kisebb rétegvastagság (CT: 1-2 mm) vagy voxelméret (CBCT: 0,4 mm)

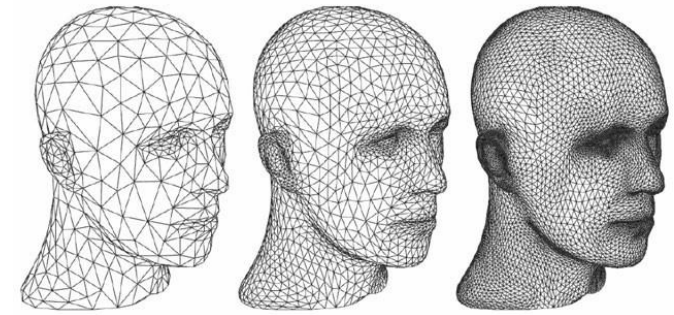


Mi az az STL?

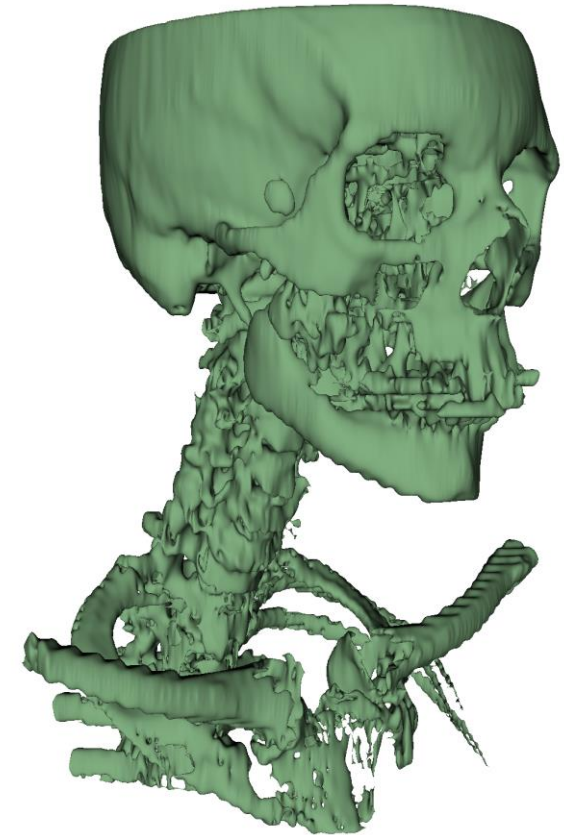


- Standard Tessellation Language / **ST**ereo**L**itography
- Egy fájlformátum ami a 3D Systems ill. Chuck Hull fejlesztett ki az első SLA nyomtatóhoz
- Egy háromdimenziós tárgy felszíni geometriáját írja le háromszögek (poligonok) segítségével – mesh / poligonháló
- Színt, textúrát, anyagra jellemző tulajdonságot nem tartalmaz
- A 3D modellezésben, nyomtatásban, szkennelésben egyik leggyakoribb formátum
- Egyéb alternatívák: OBJ, PLY, 3MF stb.

Milyen a jó STL?



- Csak annyira tud jó lenni mint a kiindulási képanyag
- Pontosan visszaadja a vizsgált objektum felületi morfológiáját
- Komplex anatómia esetén több 10-100.000 polygon
- Megfelelő orientációjú
- **Watertight** – “vízzáró”
- **Manifold**



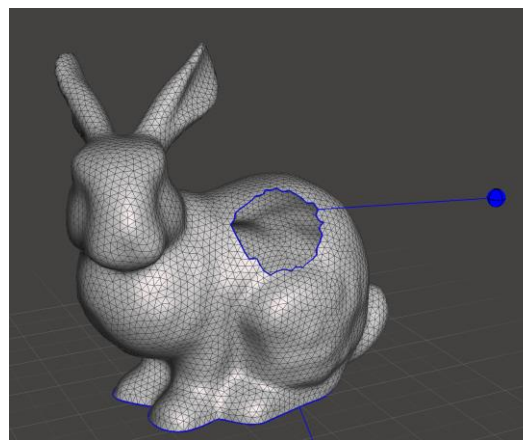
Milyen a jó STL?



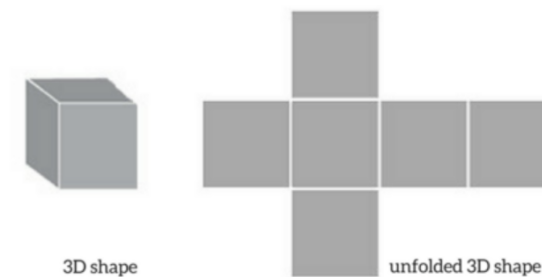
Orientáció: a poligonoknak van külső és belső oldala



Watertight: A mesh nem lehet lyukas

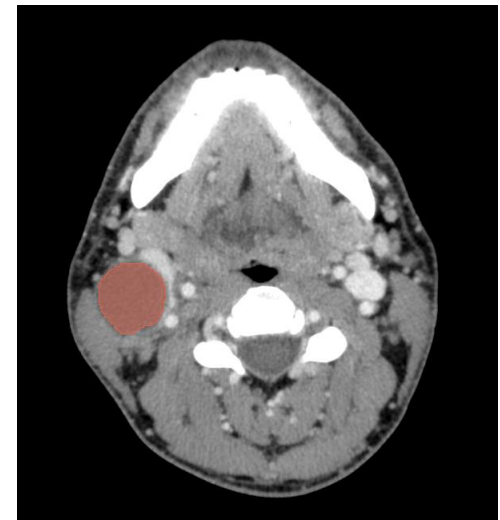
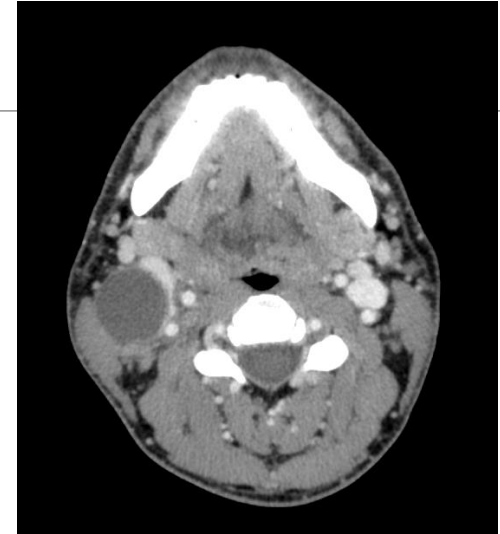


A nemmanifold topológiájú objektumok általában nem valószerőek, kétdimenziós pontsokaságra nem képezhezhetők le. (pl.: nem minden oldala néz a megfelelő irányba)



Szegmentálás

- Hogyan lesz a DICOM-ból STL?
- A képek szegmentálása (más néven kontúrozás vagy annotálás) olyan eljárás, amelynek célja a képen lévő régiók kijelölése, amelyek jellemzően anatómiai struktúráknak, elváltozásoknak stb. felelnek meg.
- Kép részekre bontása, egy objektumot leíró képpontok csoportjának meghatározása
- Az egyes rétegeken meghatározott régiókból áll össze a 3D modell
- Minél több a szelet, annál pontosabb lesz a végső 3D reprezentáció
- Viszont annál többet is kell dolgozni / számolni



Szegmentálás

Milyen módszerek léteznek?

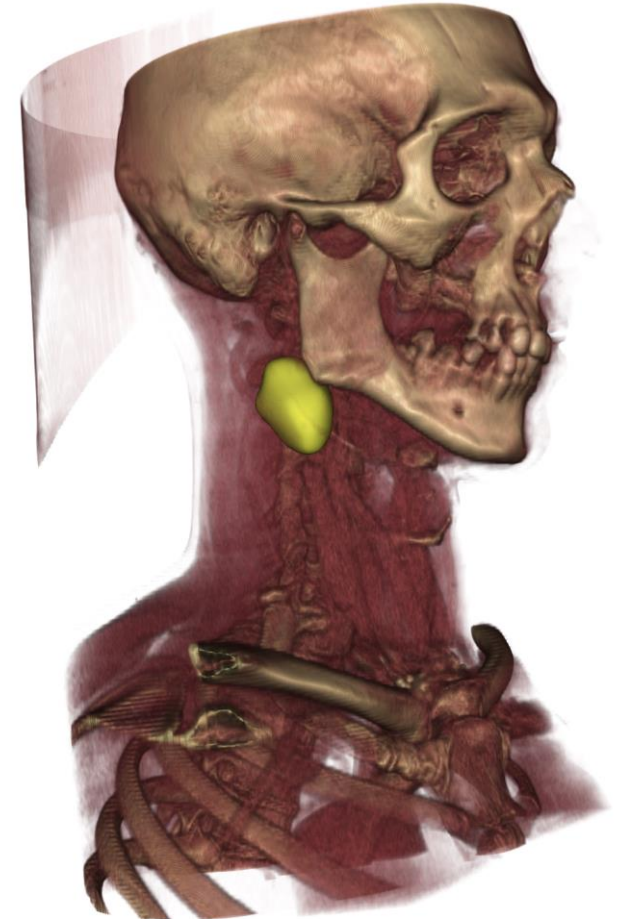
- Manuális
- Félautomata
- Automata

Másik szempontból:

- Globális eljárások:
 - Thresholding / küszöbölés
- Lokális eljárások:
 - Határvonalak detektálása
 - Homogén régiók detektálása

Mikor homogén egy régió?

Ha a régióba tartozó pixelek hasonló tulajdonságúak – CT képen a denzitás / szürkeárnyalat függvénye



3D Slicer

Ingyenes, nyílt forráskódú orvosi képfeldolgozó program

Szegmentálás, 3D vizualizáció, műtéti navigáció, IGT, VR, AR stb.

- C++ és Python programnyelveken saját plugin írható

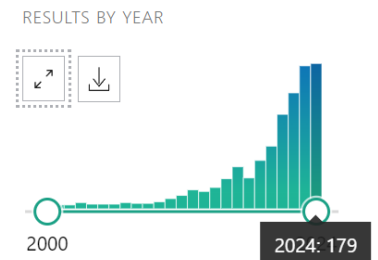
MIT Artificial Intelligence Laboratory , 1998

Magyar fejlesztők! Pintér Csaba, Lassó András

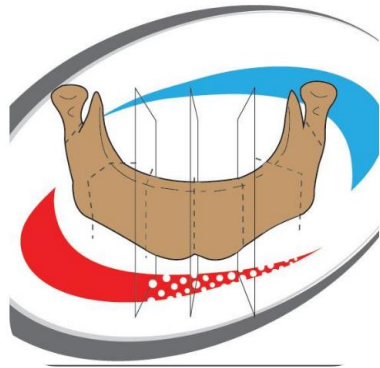
Linux, macOS, Windows alatt is fut

[“The slicer has not been formally approved for clinical use by the FDA in the US or by any other regulatory body elsewhere.”](#)

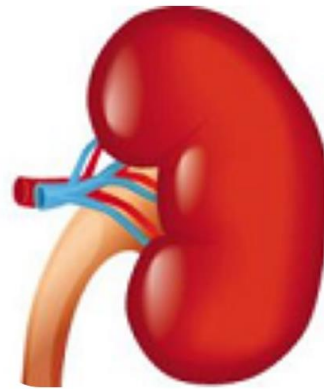
<https://www.slicer.org/>



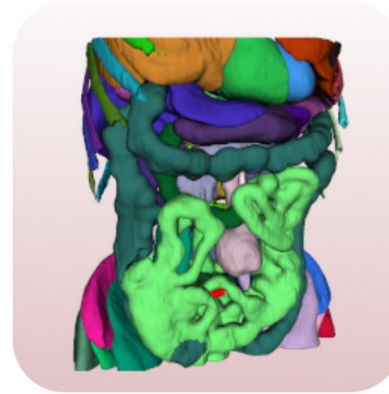
3D Slicer



BoneReconstructionPlanner



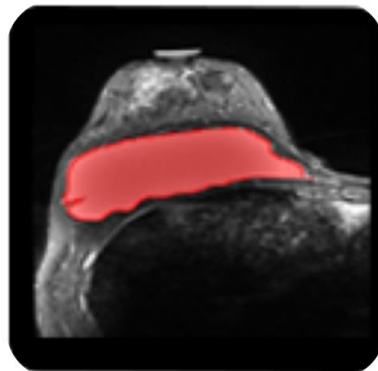
KidneyStoneCalculator



TotalSegmentator



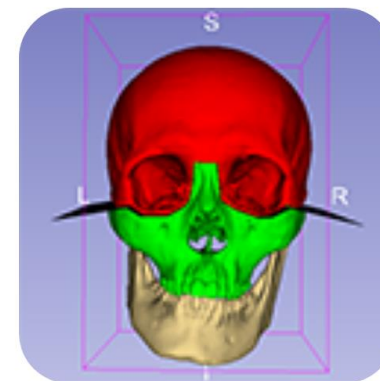
OrthodonticAnalysis



BreastImplantAnalyzer



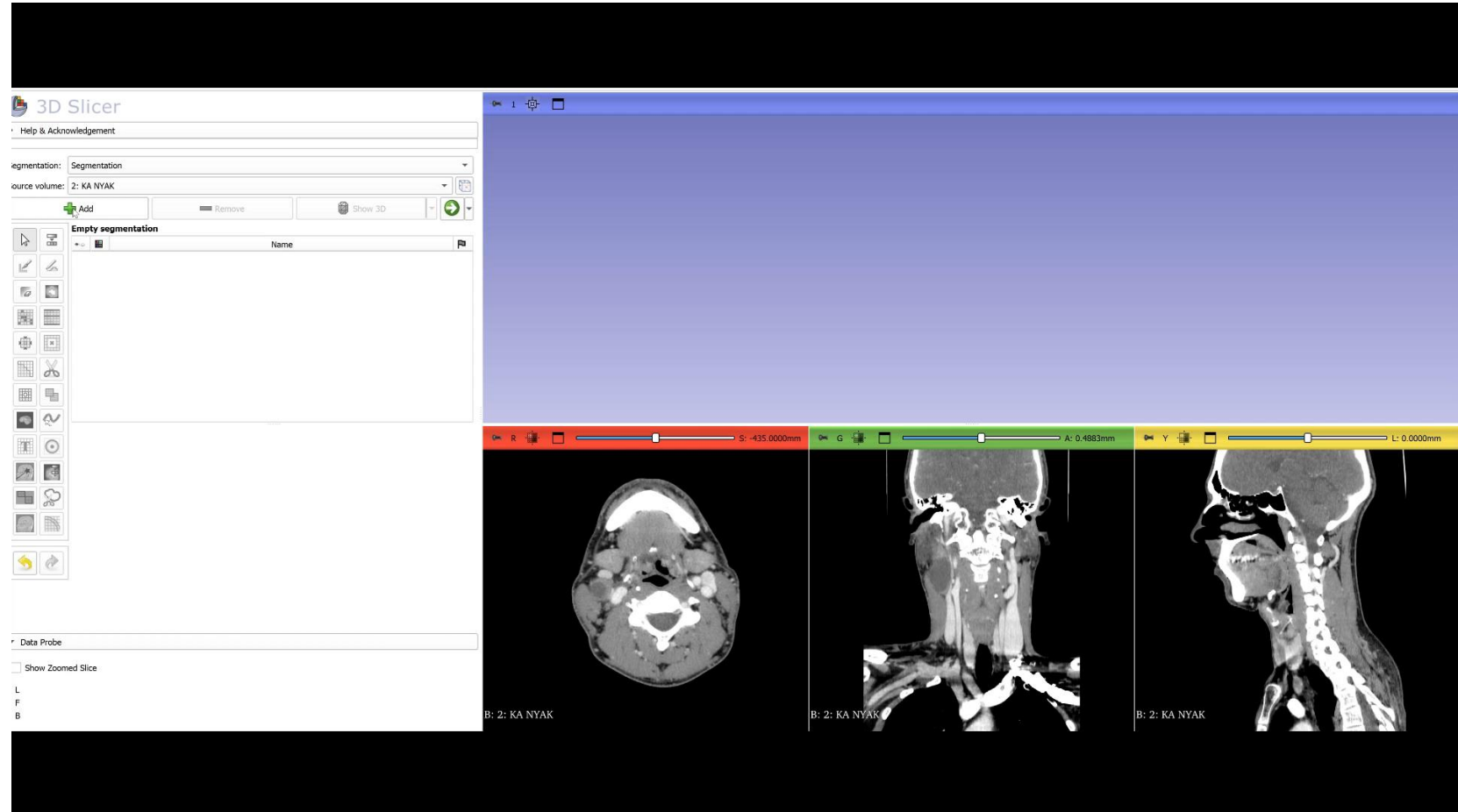
LungCTAnalyzer



ModelClip

3D Slicer

Thresholding – küszöbölés



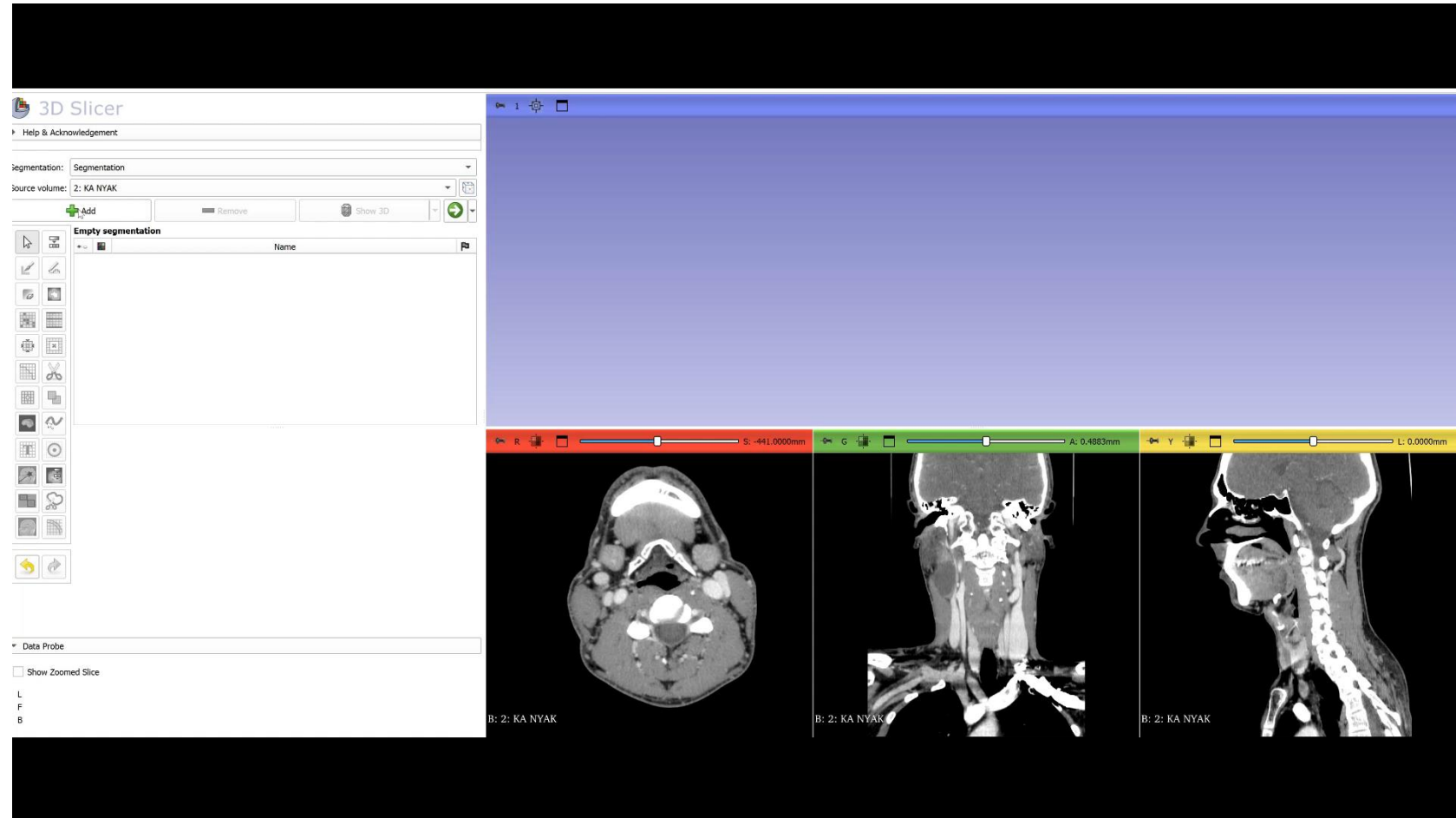
3D Slicer

Manuális szegmentálás

Paint

Draw

Fill between slices

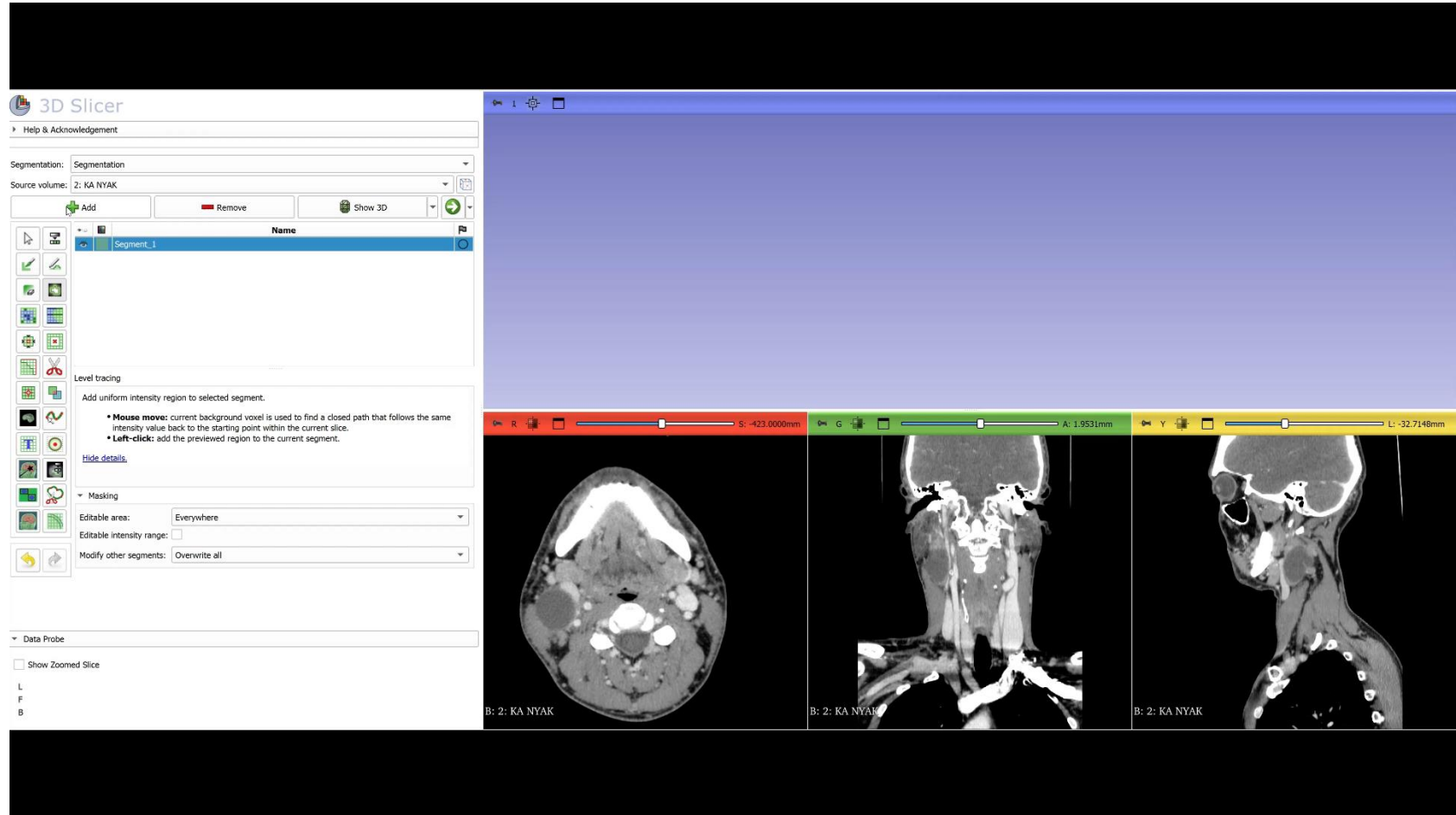
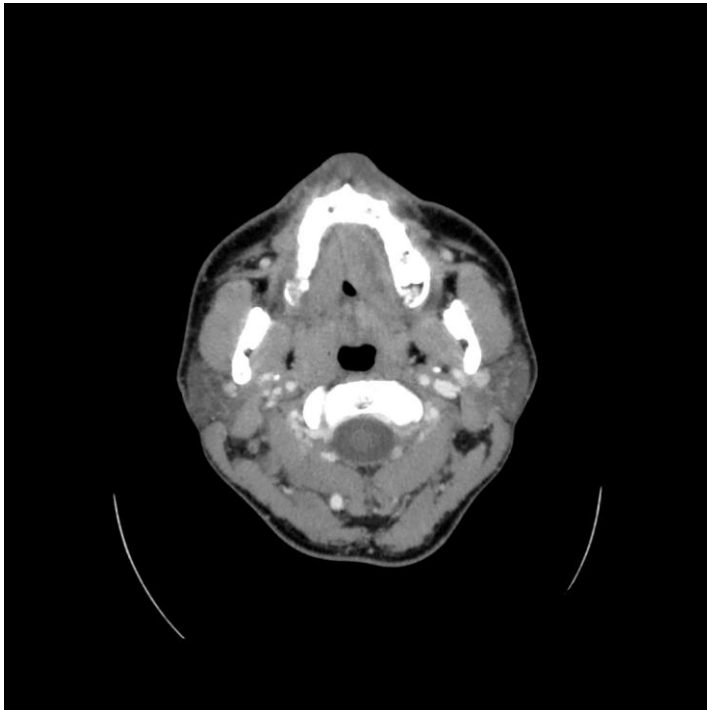


3D Slicer

Féleautomata szegmentálás

Level tracing

Grow from seeds



3D Slicer

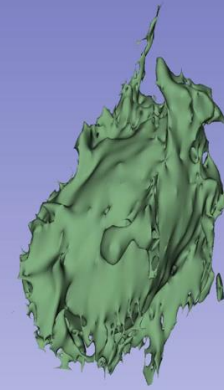
Kiegészítő műveletek:

Scissors: kijelölni és levágni a szükségtelen részeket

Smoothing: elsimítani a durva felszíneket

Islands: több szegmens esetén eltávolítani ami nem kell

Logical operators: Boolean műveletek (összeadás, kivonás stb.)



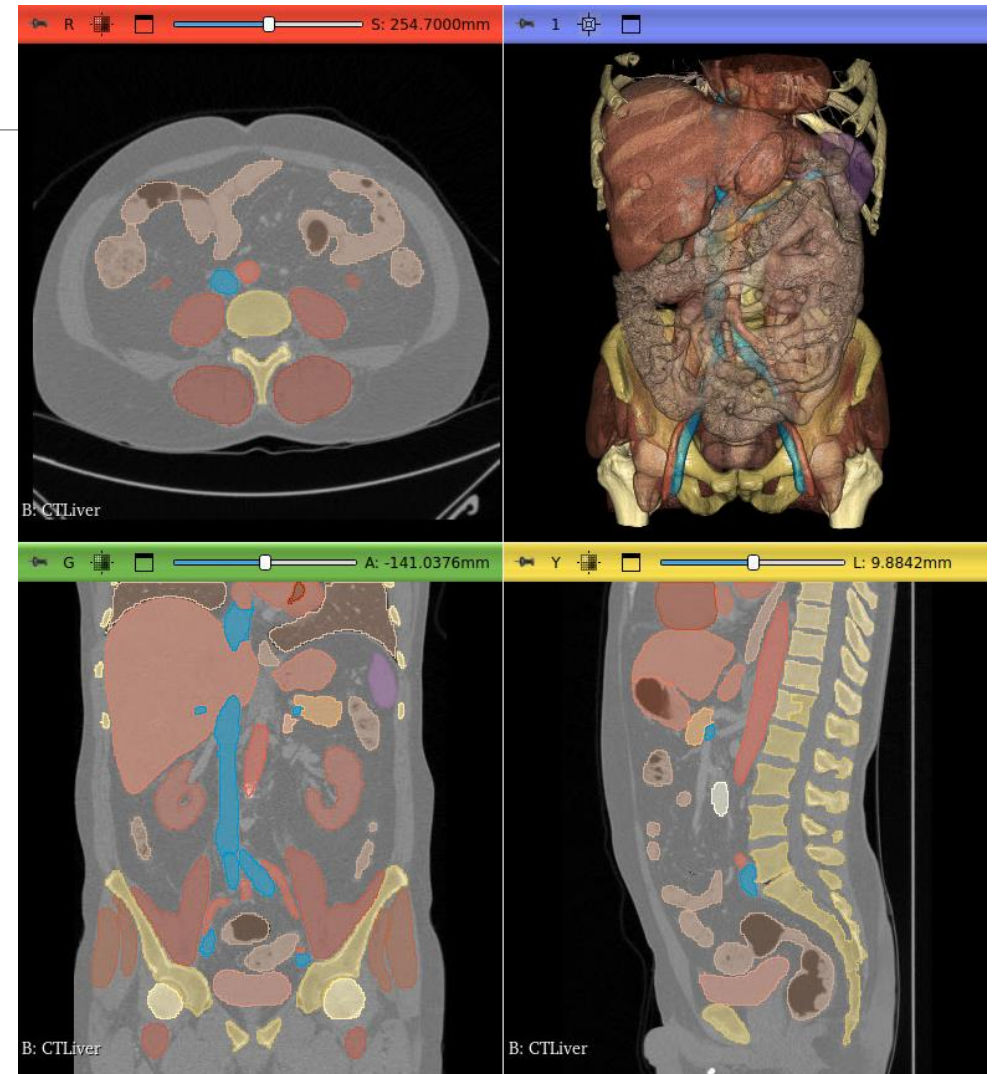
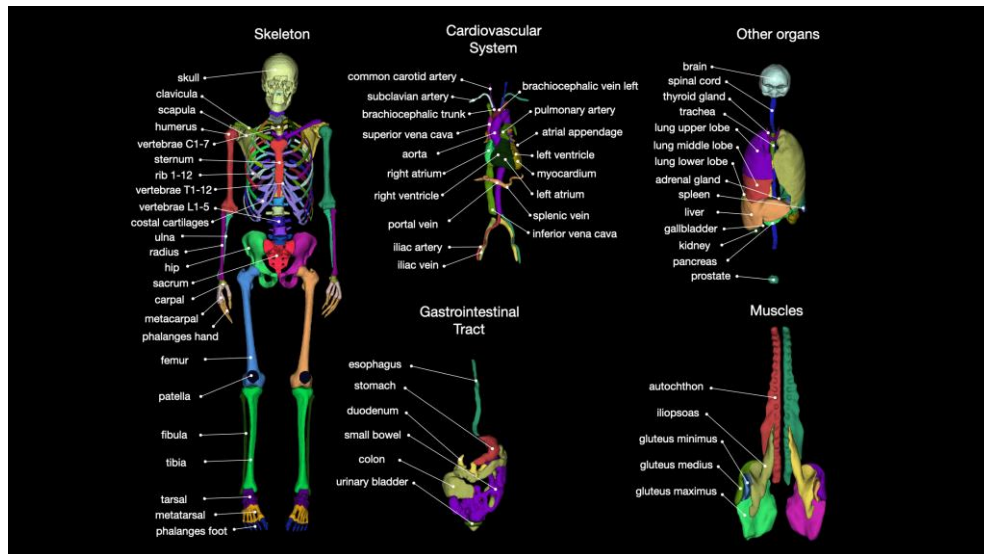
3D Slicer

Automata szegmentálás

AI alapú algoritmusok

Pl.: TotalSegmentator

- 104 különböző struktúrát ismer fel



Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

