



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV MECHANIKY TĚLES, MECHATRONIKY A BIOMECHANIKY

---

**Komentovaný metodický list č. 05**

Vytvořil: Ing. Petr Marcián, Ing. Zdeněk Florian, CSc., Ing. Michal Mrázek v rámci grantového projektu FRVŠ 1402/2010/G1

---

**Téma:** Tvorba modelu geometrie z CT snímků.

**Zadání:** Vytvořte 3D model polygonální sítě ve formátu \*.stl dolní čelisti v programu STL Model Creator.

**Řešení:**

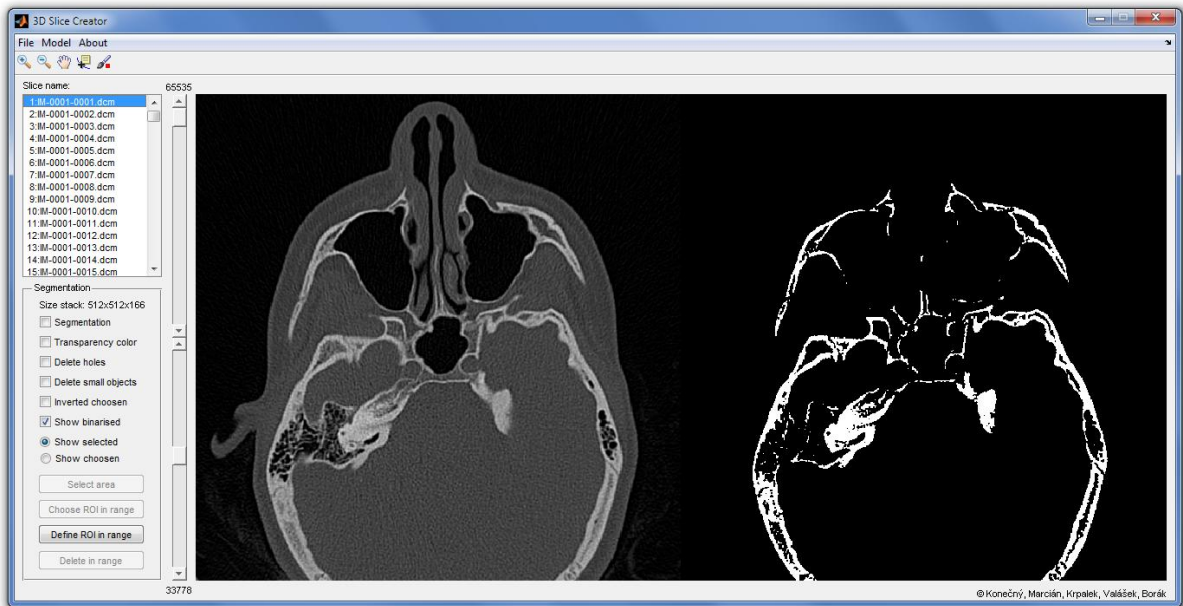
Cílem tohoto cvičení je pomocí CT snímků vytvořit 3D model dolní čelisti a uložit jej ve formátu \*.stl. CT snímky spodní čelisti najdete na adrese <http://pubimage.hcuge.ch:8080/>, kde se nachází série 166 snímků (případně v souboru [CT.rar](#) je série 125 snímků). Software STL Model Creator (obr. 1) je možné stáhnout po registraci na stránkách <http://biomechanika.fme.vutbr.cz/>.



*Obr. 1: Software STL Model Creator.*

GUI prostředí programu je vytvořeno v programu MATLAB2009b a vyžaduje ke spuštění jeho knihovny. Pracovní plocha programu je rozdělena na čtyři základní části, které uživateli slouží k jednoduché a intuitivní tvorbě modelu. Program podporuje řadu formátů (\*.png, \*.bmp, \*.jpg, \*.jpeg, \*.tiff), protože CT snímky vždy nejsou uloženy v originálním formátu DICOM.

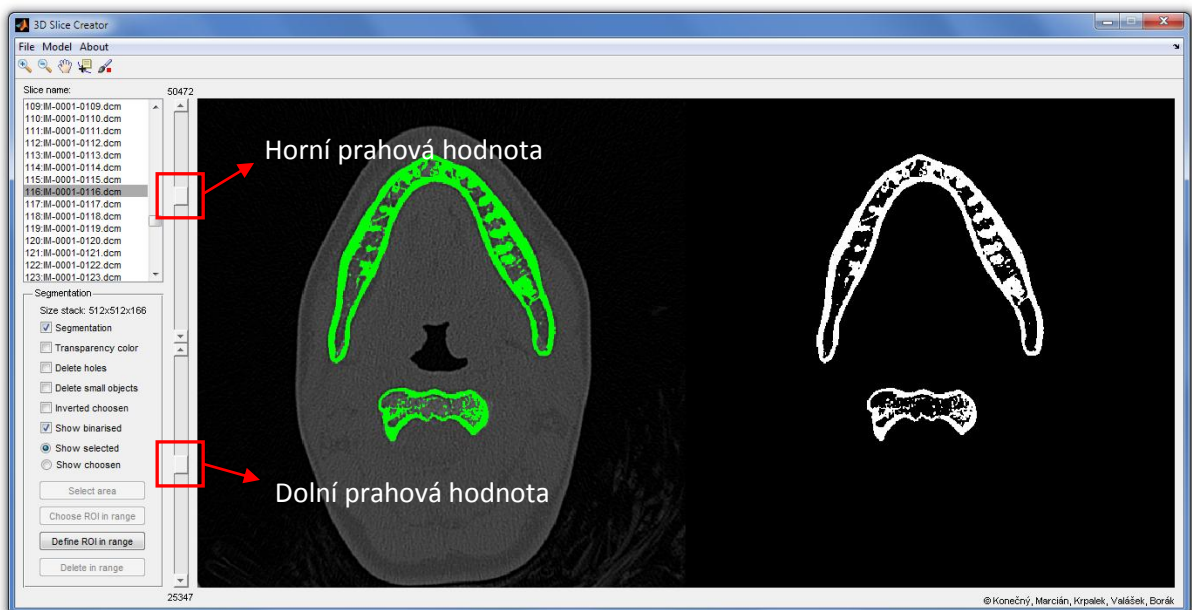
Po otevření CT snímků se pracovní plocha rozdělí na dvě části. V levé části je originální snímek a v pravé jsou oblasti, ze kterých bude vytvořen 3D model viz obr 2.



Obr. 2: Vlevo originální CT snímek, vpravo vybraná data.

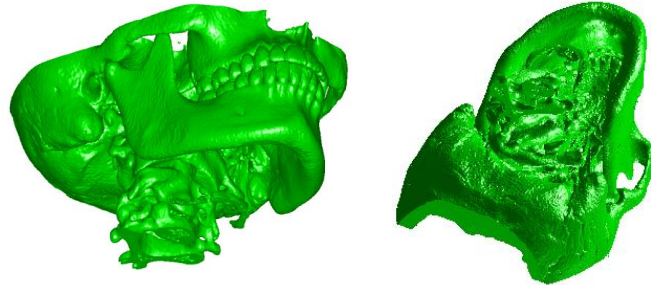
### Segmentace

Před vlastním procesem segmentace si zkontrolujte, jestli jsou načteny všechny snímky. To provedete snadno v boxu „Slice name“. Existují dva základní způsoby segmentace manuální a automatická. Pomocí posuvné lišty se nastaví meze tak, aby byla vybraná pouze oblast kostní tkáň (horní prahová hodnota, dolní prahová hodnota). K přehlednějšímu zobrazení zatrhněte funkci „Segmentation“ a vybraná oblast se tak zvýrazní (obr. 3). Tento postup segmentace se jmenuje prahování v anglické literatuře je označován jako *Thresholding*.



Obr. 3: Vlevo originální CT snímek, vpravo vybraná data podle nastavení prahové hodnoty.

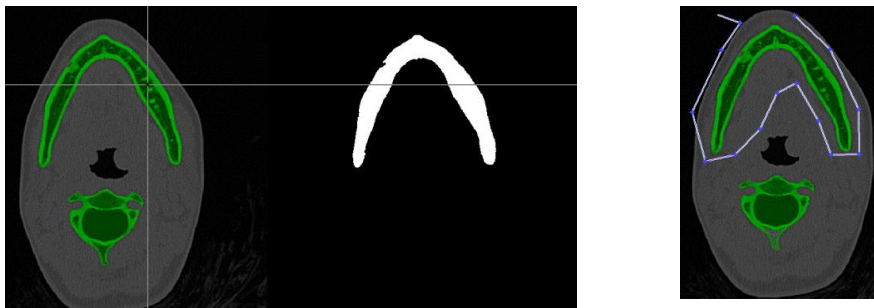
Následně je možné vykreslit 3D model „*Menu/Model/Create STL model*“. Automaticky se nastaví rozměr voxelu, který je uložen v metadatech souboru DICOM (pokud tomu tak není je nutné správný rozměr zadat!). Po potvrzení nastavení se na monitoru vykreslí v náhledu vybraný objekt (obr. 4). Tato operace může trvat několik sekund až minut, v závislosti na množství použitých CT snímků a hardwaru počítače. Výsledkem je model, který obsahuje všechny útvary, které byly vybrány, tj. dolní čelist, část lebky, část páteře a horní čelisti.



Obr. 4: Model vytvořený automatickou segmentací.

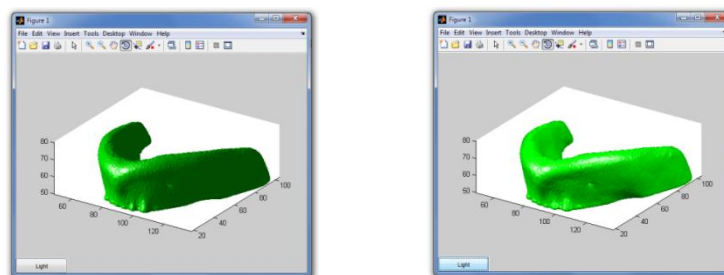
K vytvoření samostatného modelu dolní čelisti je tedy nutné použít manuální segmentaci, kdy vyberme jen ty oblasti CT snímku, které potřebujeme. Pro přehlednější ovládání aktivujte funkci „*Transparency color*“, která zprůhlední překrývající barvu. Nastavte také odstraňování malých objektů pomocí funkce „*Delete holes*“. Přepnutím z modu „*Show selected*“ do modu „*Show chosen*“ a pomocí nástrojů „*Select area*“ a „*Choose ROI in range*“ je možné manuálně přidávat a odebírat objekty (obr. 5).

*Tip: V levé části pracovní plochy pomocí nástrojů přidáváte oblasti na pravou stranu a v pravé je možné je pomocí stejných nástrojů mazat.*



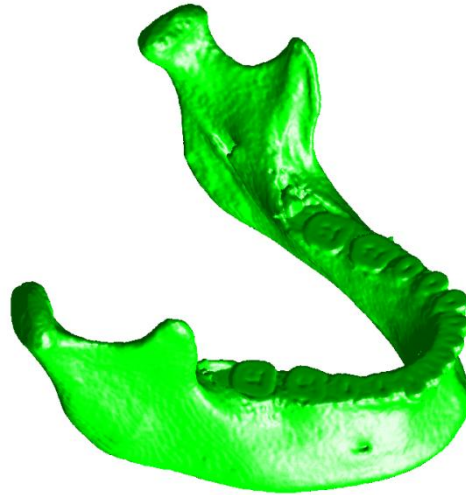
Obr. 5: Manuální segmentace.

Při segmentaci si průběžně kontrolujte, jak vypadá vytvářený model. Pro zvýšení jasnosti použijte tlačítko „*Light*“ v levém rohu Figure (obr. 6).



Obr. 6: Část zobrazeného modelu.

Na závěr uložte soubor ve formátu \*.mat. Uloží se celá databáze snímků i s definovanými oblastmi. Je tedy možné tento soubor znovu otevřít a předělat vybrané oblasti. POZOR!!!! Databáze může zabírat značné množství místa na disku, protože obsahuje veškeré informace o všech snímcích. Výsledný tvar dolní čelisti je na (obr. 7). Na závěr vyexportujte model jako polygonovou síť „Menu/Model/Save to STL“.



Obr. 7: Vytvořený model geometrie dolní čelisti.

#### Závěr

Cílem tohoto zadání bylo procvičení tvorby modelu geometrie z CT snímků. Bylo využito dvou základních metod automatického a manuálního segmentování. Důležité je mít o vytvářeném objektu představu a znát jeho anatomický tvar. Součástí příkladu jsou i demonstrační videa ([dolni celist.wmv](#), [tvorba mikroCT.wmv](#), [mikro CT.wmv](#)).

#### OTÁZKY A ÚKOLY:

1. Vytvořte pomocí software model spongiózní kostní tkáně.
2. Vytvořte stejný model s každým druhým snímkem a sledujte změny v kvalitě modelu.

Pozn.: prostudujte help na stránkách <http://biomechanika.fme.vutbr.cz/>.