

Metody antropologie I

Úvod do 3D dat

Mgr. Mikoláš Jurda, Ph.D.

Co je to 3D model

DIGITÁLNÍ MODEL

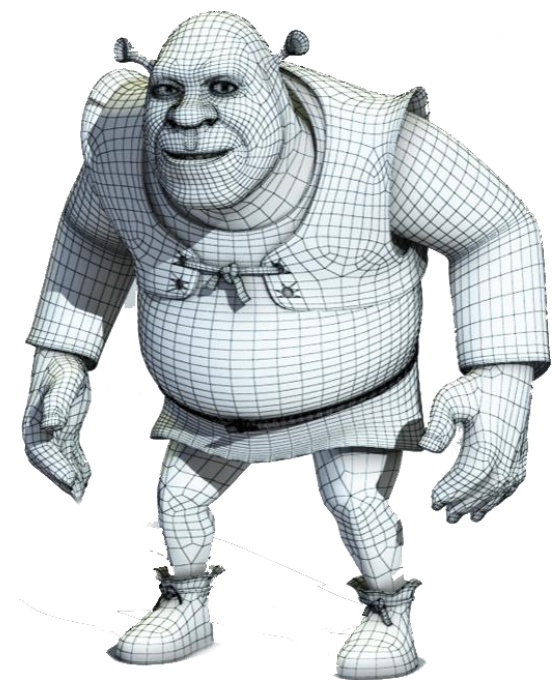
Trojrozměrná reprezentace **skutečného** či uměle vytvořeného tvaru ve formě digitálních dat



Věrný - reálný



Upravený



Smyšlený

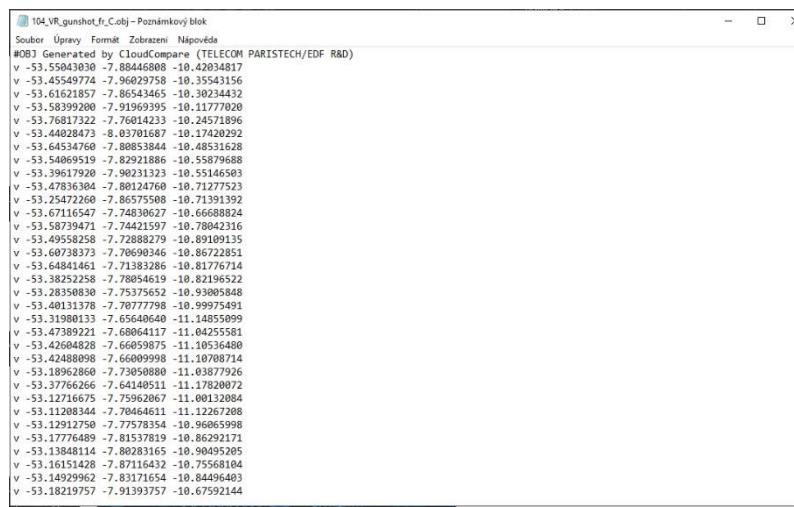
Co je to 3D model

DIGITÁLNÍ MODEL

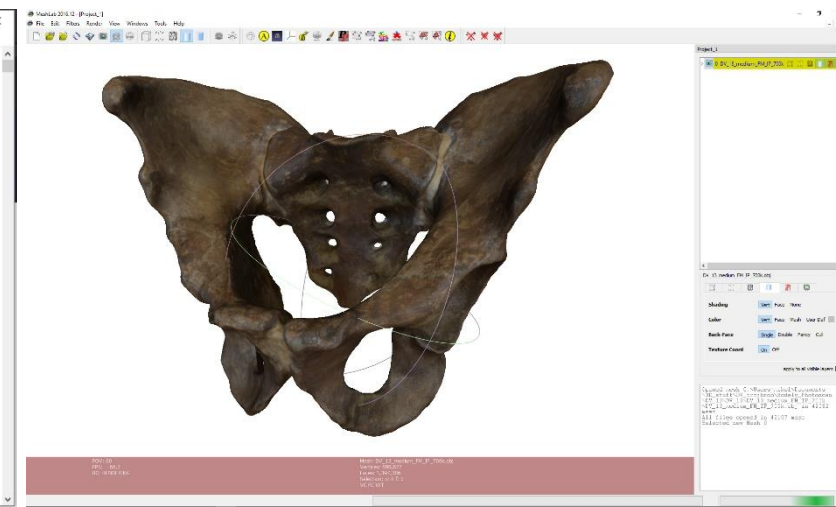
Počítačový soubor, případně více vzájemně propojených souborů



Digitální záznam



Obsahující informace o tvaru objektu a další



Zobrazitelný ve speciálních aplikacích

Co je to 3D model

DIGITÁLNÍ MODEL

Různé množství nesené informace

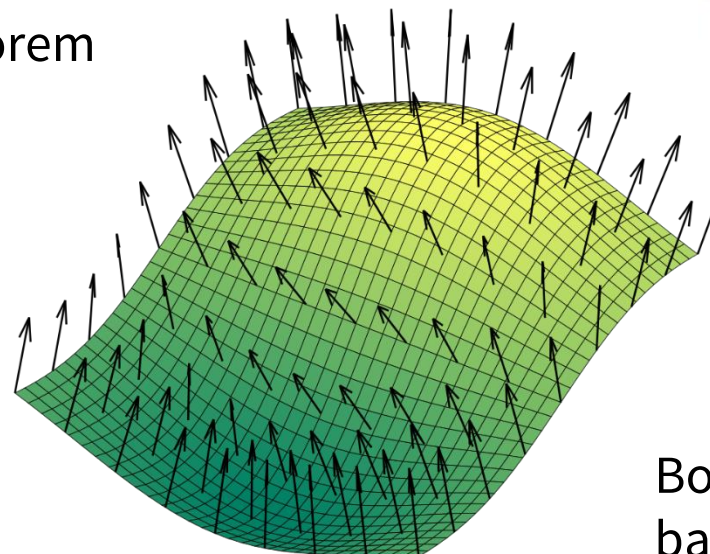
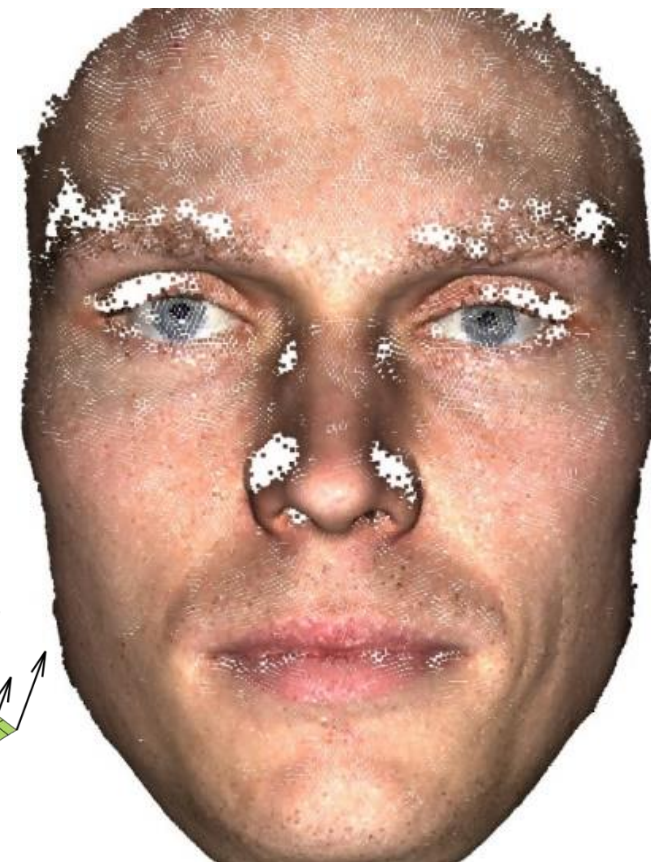
Bodový oblak

Nejobecnější formát 3D dat:

- soubor bodů definovaných trojrozměrnými souřadnicemi (x, y, z)
- body mohou být opatřeny barevnou informací
- body mohou být opatřeny normálovým vektorem
- může být zobrazen
- mohou být měřeny vzdálenosti mezi body
- nevymezuje prostor



Bodový oblak



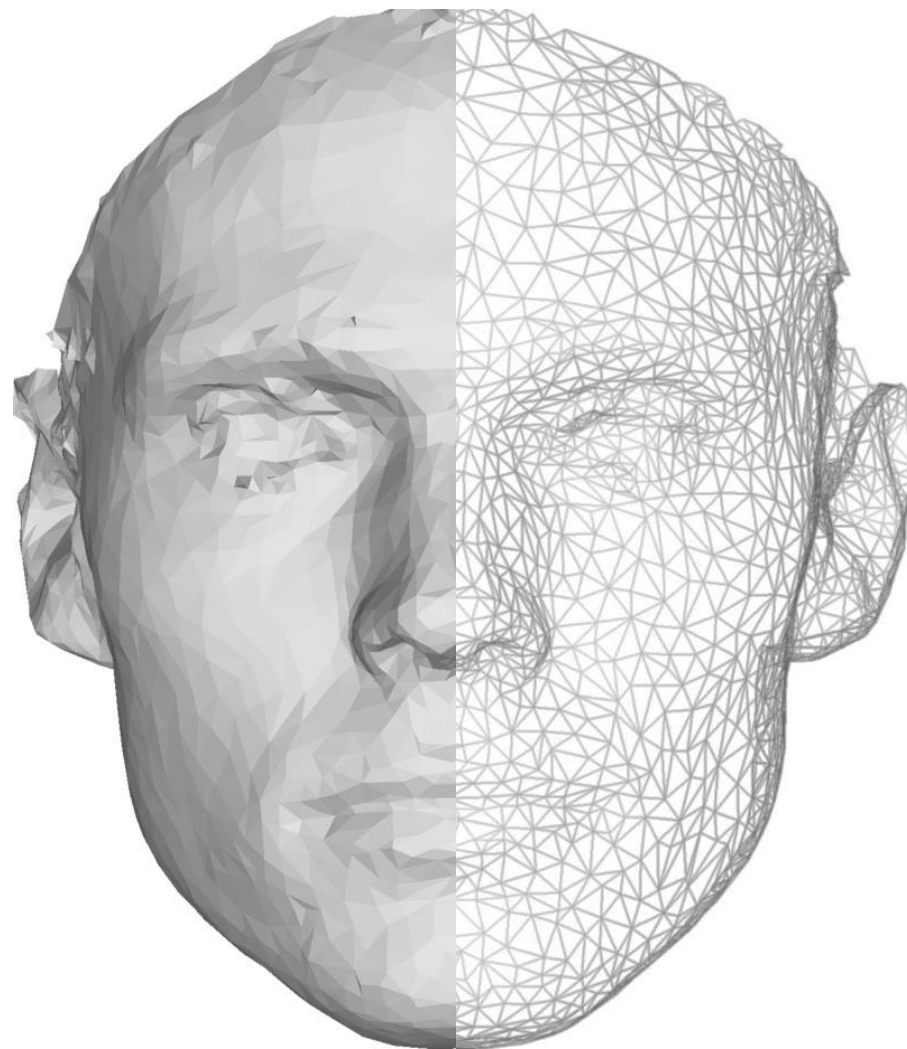
Body mraku opatřené barevnou informací

Co je to 3D model

POLYGONÁLNÍ SÍŤ

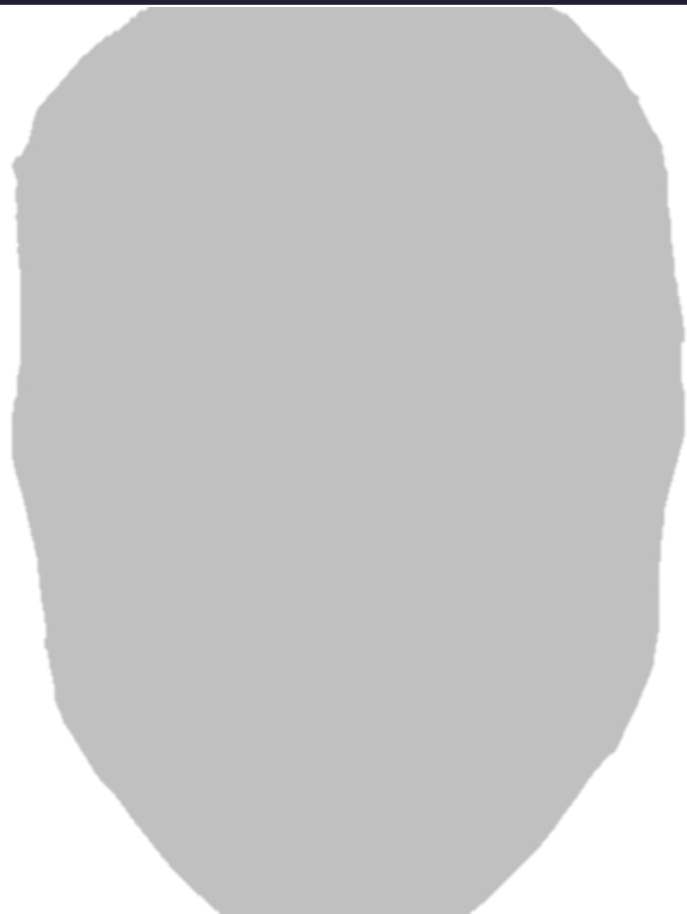
Je tvořena **body**, **hranami**, které je propojují, a jimi **vymezenými ploškami** (facety, *angl. faces*):

- mnohostěn vymezuující prostor
- může být zobrazen
- mohou být měřeny vzdálenosti mezi body
- prvky mohou být opatřeny barevnou informací
- model může být propojen se souborem textury
- nevymezuje prostor

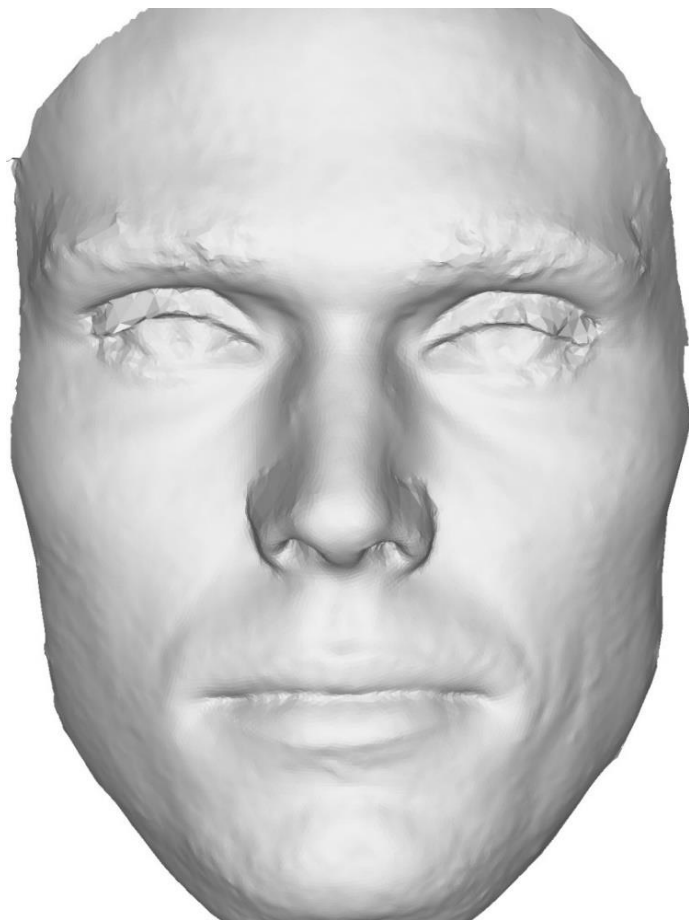


Polygonální model (nalevo v umělém zabarvení, napravo v podobě drátěného modelu)

Co je to 3D model



Nestínovaný model bez barevné informace



Stínovaný model bez barevné informace



Stínovaný model opatřený barevnou informací

Podoba závisí na metodě záznamu, editaci modelu a nastavení zobrazení

Co je to 3D model?

BAREVNÁ INFORMACE MODELU

Přiřazení barvy přímo jednotlivým prvkům modelu



Barevná informace
70 000 vrcholů



Barevná informace
30 000 vrcholů



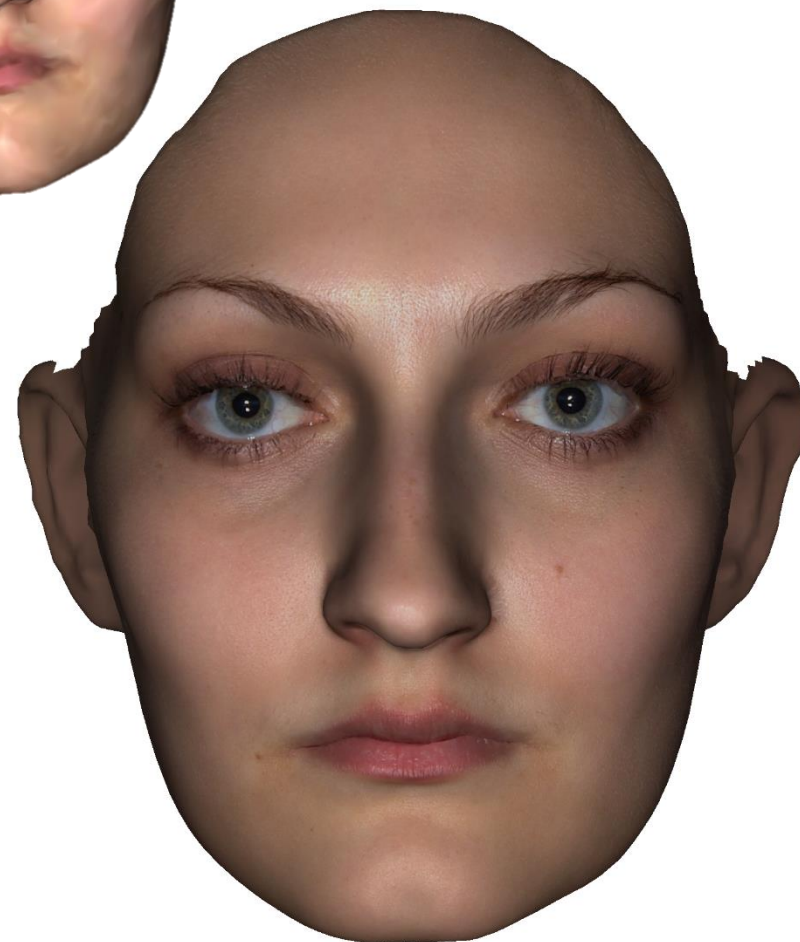
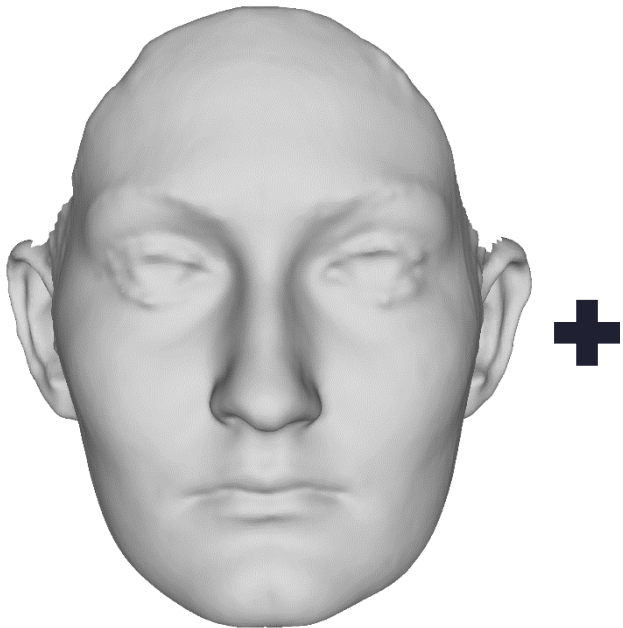
Barevná informace
5 000 vrcholů

Co je to 3D model?

BAREVNÁ INFORMACE MODELU

Barevná textura

- samostatný obrazový soubor (např. jpg formát)
- kvalitní barevná informace nezávislá na rozlišení modelu
- nutnost udržovat více propojených souborů



5 000 vrcholů

Co je to 3D model?

PŘESNOST DIGITÁLNÍCH MODELŮ

Míra shody mezi vzájemnou polohou vrcholů modelu a vzájemnou polohou jim odpovídajících bodů zobrazovaného objektu

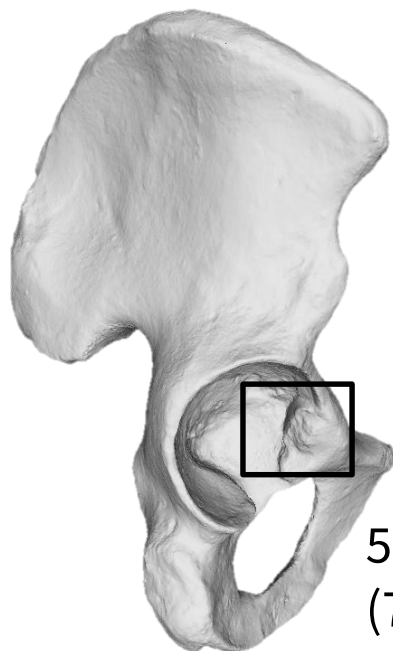
ROZLIŠENÍ

Počet vrcholů modelu na jednotku plochy (nejčastěji in² nebo cm²)

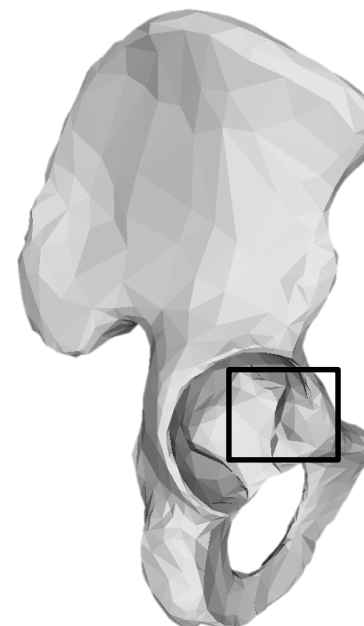
Dáno přesností záznamových metod a následnými úpravami modelu

DETAILNOST

Velikost rozlišitelných prvků



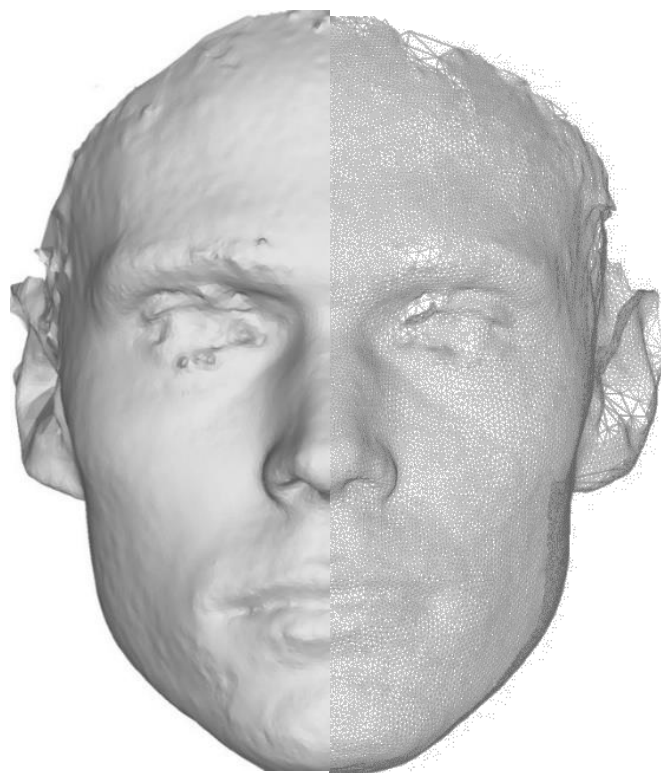
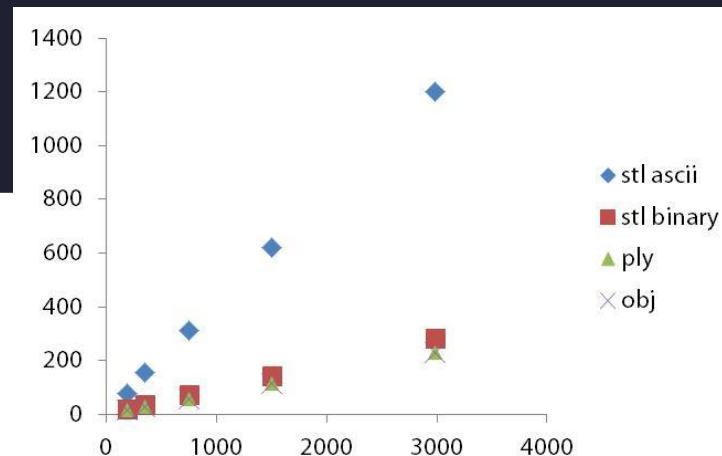
523 vrcholů/cm²
(70 Mb)



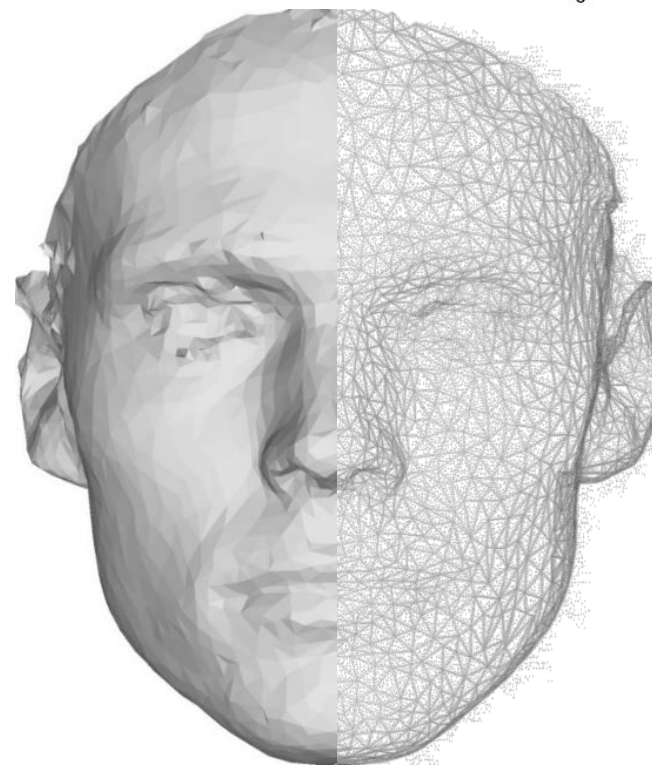
2 vrcholy/cm²
(0,2 Mb)

Co je to 3D model?

Se zvyšujícím se počtem polygonů modelu stoupá velikost souboru a nároky na výpočetní výkon potřebný pro jeho zpracování



60 tis. polygonů/30 tis. vrcholů



5 tis. polygonů/2,5 tis. vrcholů

Rozlišení je vždy kompromisem mezi technickými možnostmi a potřebnou detailností.

Co je to 3D model? – formáty 3D modelů

.obj

- Formát nese informaci o geometrii modelu
- Může nést informaci o barvě a vlastnostech materiálu
- Může být propojen s texturou
- V laboratoři nejčastěji užívaný

.ply

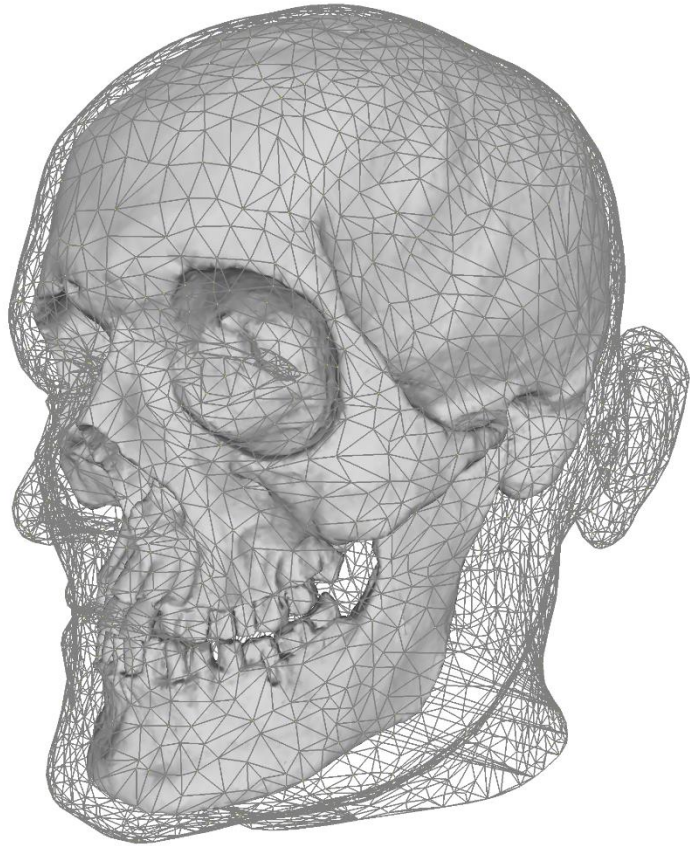
- Formát nese informaci nejen o geometrii modelu, ale také informaci o barvě vrcholů a polygonů
- Může jít jak o mrak bodů, tak o polygonální model
- Může být propojen s texturou

.stl

- Formát pro stereolitografii (3D tisk) - **vyžaduje uzavřené modely.**
- Seznam normál a vrcholů polygonů. **Neobsahuje žádnou informaci o barvě.**
- Dva formáty *Ascii* a *Binary* (program při exportu dovolí upřesnit formát).
- *Ascii* se liší ve struktuře souboru (je **přehlednější**, ale je **náročnější na velikost paměti**).
- **Pokud polygonální síť obsahuje díry, některé programy hlásí chybu.**

Snímání 3D dat

Neexistuje jediná metoda, vhodná pro všechny typy objektů a zaznamenávající všechny vlastnosti!!!



Vnější tvar a vnitřní struktury

Objemové snímání (CT a MRI)



Vnější tvar

Povrchové skenery a fotogrammetrie



Barevná informace

Snímání povrchových 3D dat

Povrchové snímání – skenery a fotogrammetrie

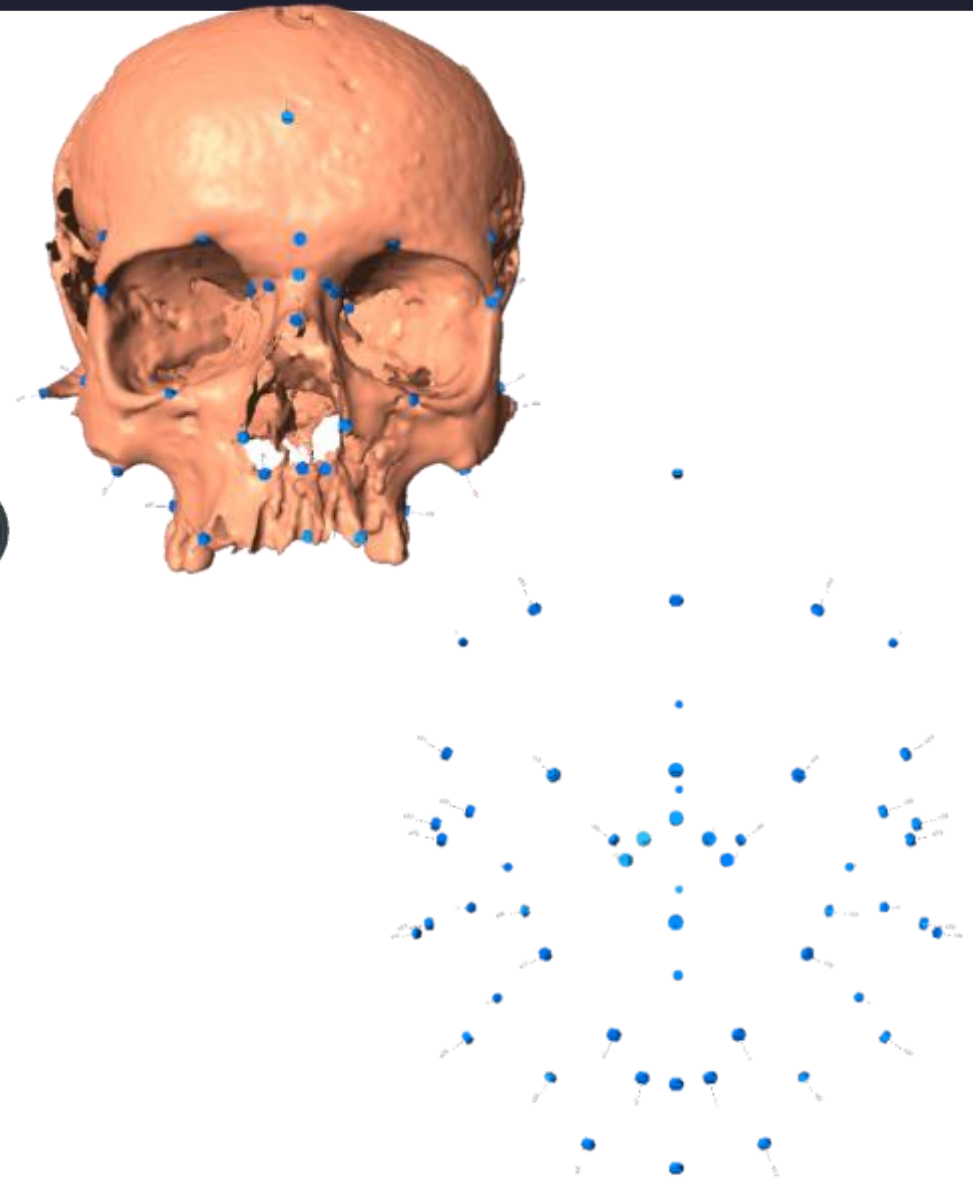
- omezeno na povrch objektů
- relativně levné a přenosné (od tisíců do jednotek milionů korun)
- zdraví neohrožující
- primárním výstupem **jsou přímo 3D modely** nebo **jejich prvky**
- přesnost a rozlišení jsou dány technickými možnostmi použitých přístrojů - až setiny mm



Snímání povrchových 3D dat

Kontaktní skenery

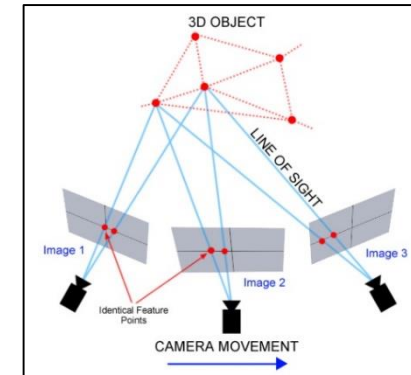
- Efektivní metoda pro záznam prostorové polohy **diskrétních bodů** a **křivek** na principu fyzického kontaktu
- Přesný záznam malého objemu dat
- Použitelné na všechny pevné materiály
- Pro snímání živých osob pomalé



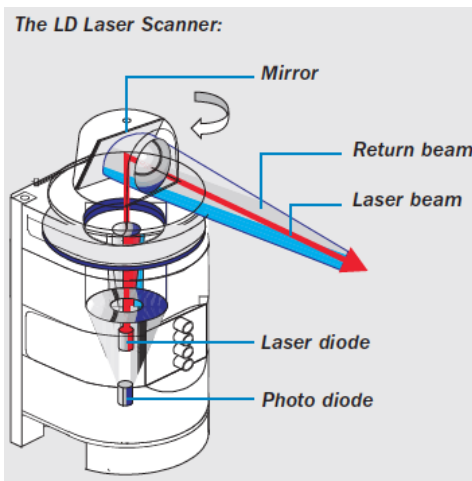
Snímání povrchových 3D dat

Bezkontaktní metody – skenery a fotogrammetrie

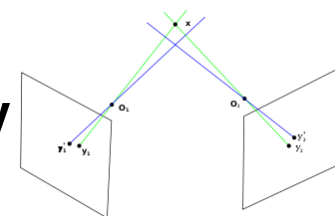
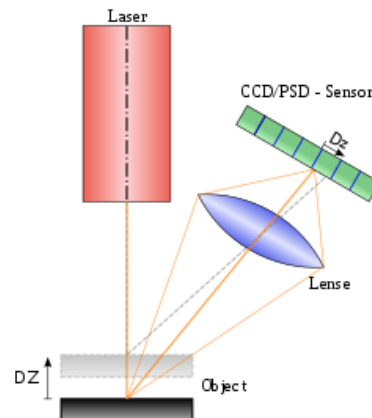
- Bez fyzického kontaktu s objektem zaznamenávají velké množství informací o tvaru a případně o barvě
- Tvoří realistické digitální kopie objektů
- Dobře zaznamenávají povrch kostí i vnější povrch těla (některé)
- Záznam o rozlišení a přesnosti až desítek mikrometrů



TOF skenery



Triangulační skenery



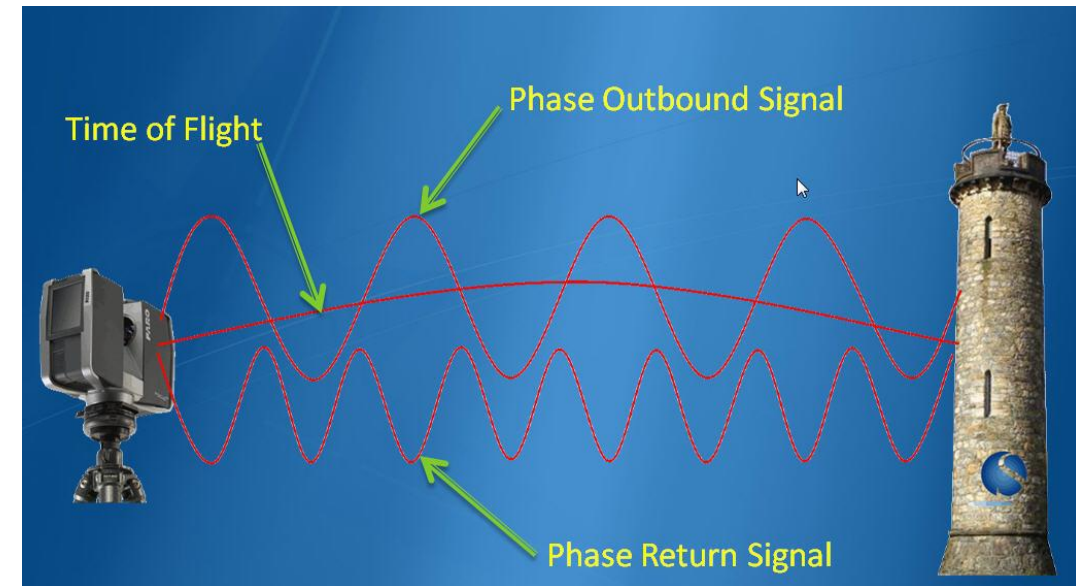
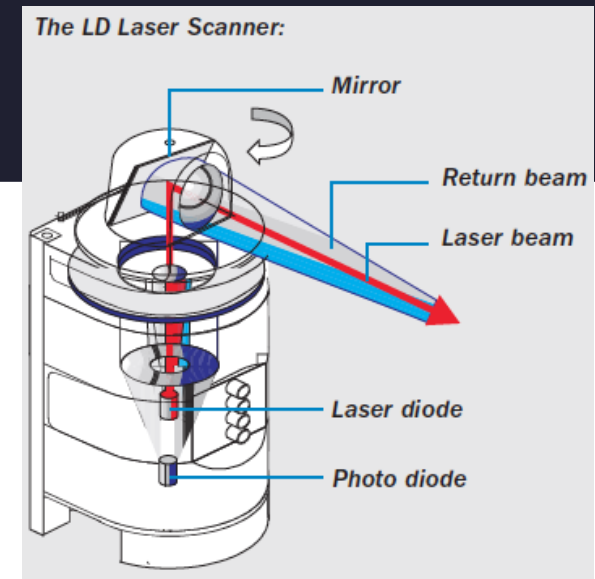
Fotogrammetrie



Snímání povrchových 3D dat

TOF a fázové skenery

- Měří scénu na základě doby letu laserového paprsku nebo změny jeho fáze
- Velmi rychlý záznam větších scén (až 10 000 bodů/s)
- Pro kosterní pozůstatky **nevhodné** – designováno především pro účely mimolaboratorní 3D dokumentace



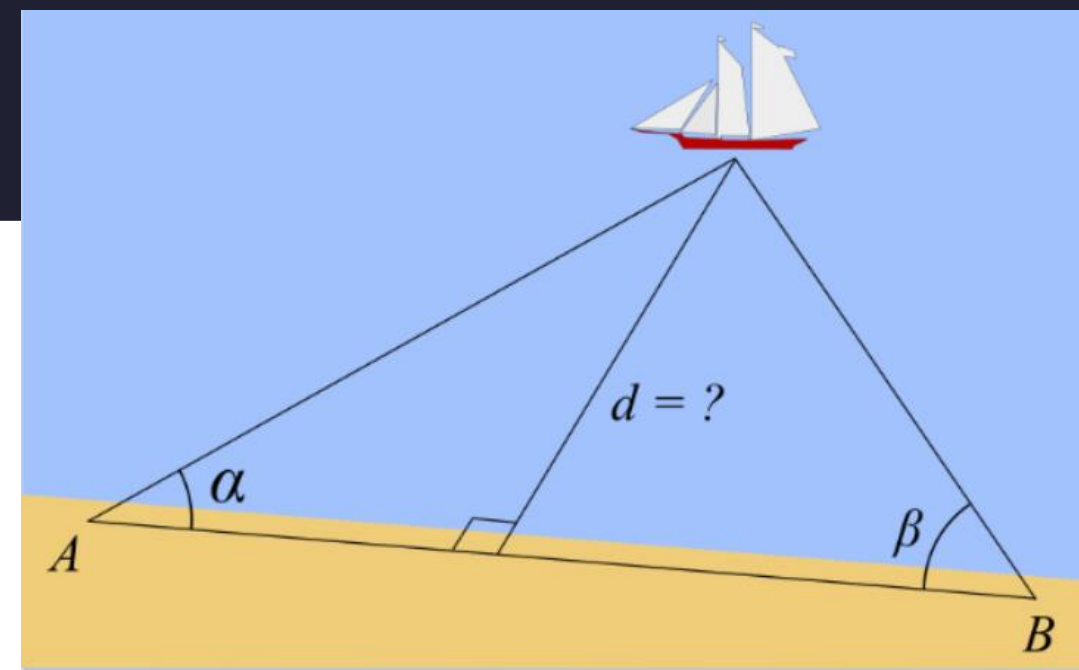
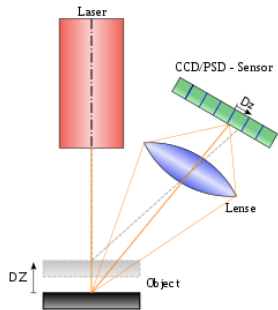
Snímání povrchových 3D dat

Triangulační skenery

- Prostorovou polohu bodů vypočítávají na základě triangulace polohy vůči dvěma triangulačním bodům
- Vhodné pro objekty ve velikostním rozmezí mm až ca 3 metrů
- Povrch musí být triangulován – musí být dostupný z obou referenčních bodů

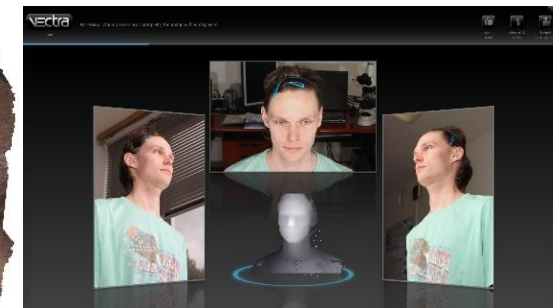
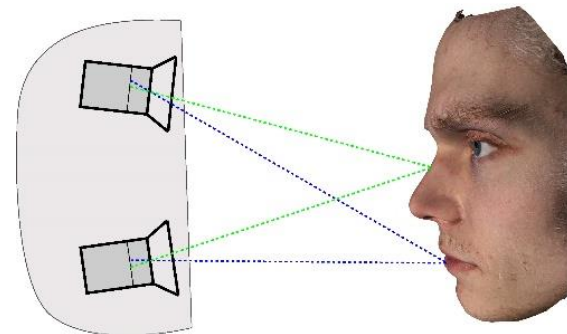
Aktivní skenery

- Aktivně promítají světelný vzor a snímají jeho deformaci



Pasivní skenery

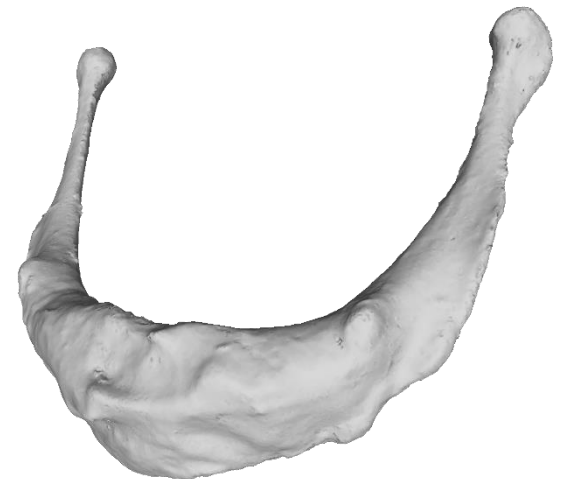
- Triangulují souřadnice ze dvou a více fotografií, pořízených z fixních poloh



Snímání povrchových 3D dat

Aktivní skenery s laserovým paprskem

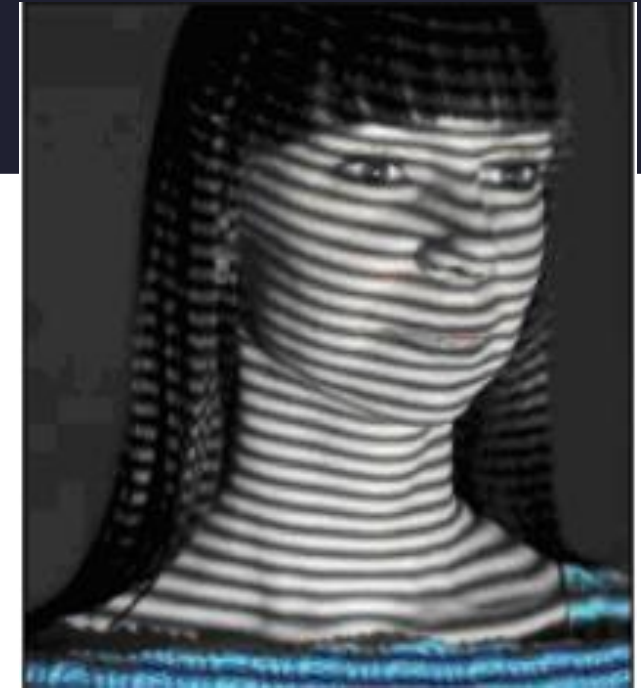
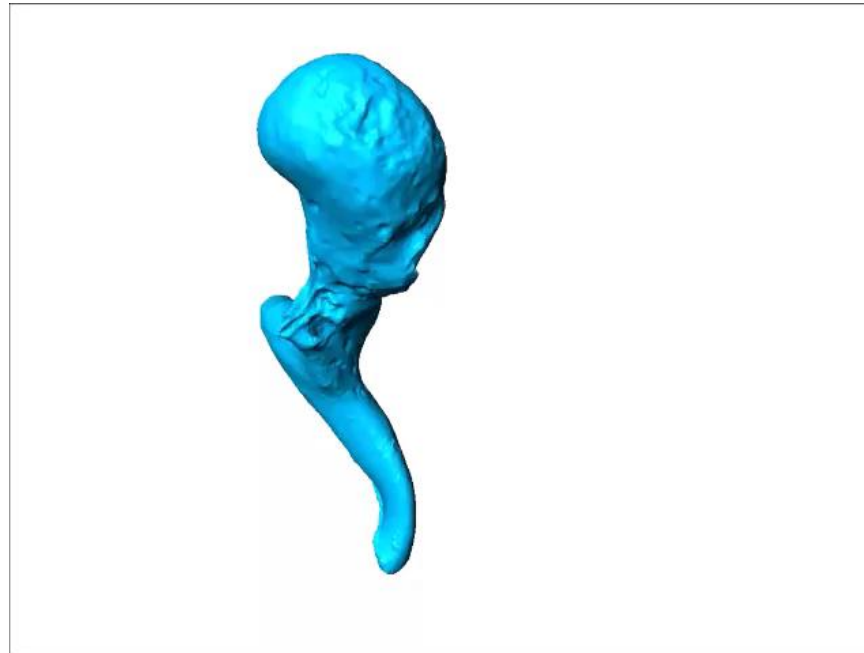
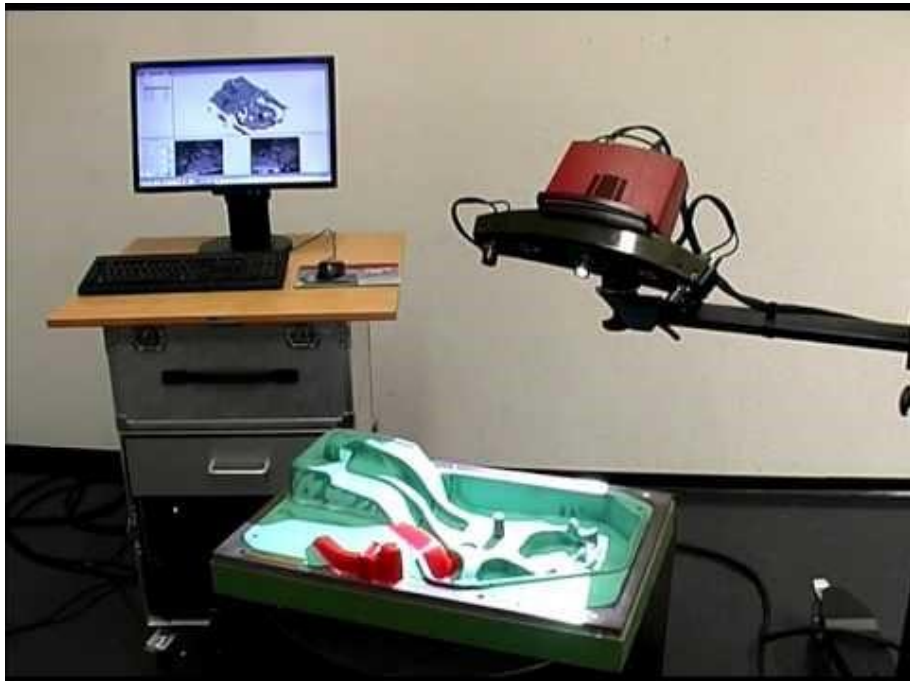
- Promítají zpravidla jednu či více linií
- Rozlišení až v řádu setin mm
- **Záznam zpravidla v řádu jednotek či desítek sekund**



Snímání povrchových 3D dat

Aktivní skenery se strukturovaným světlem

- Bílým světlem promítají složitější obrazce
- Rozlišení až v řádu desítek mikrometrů (obecně větší než laserové)
- **Záznam zpravidla v řádu sekund**



Snímání povrchových 3D dat

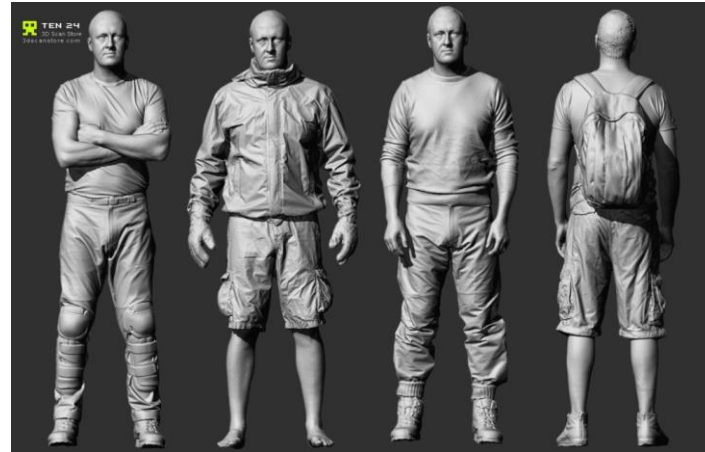
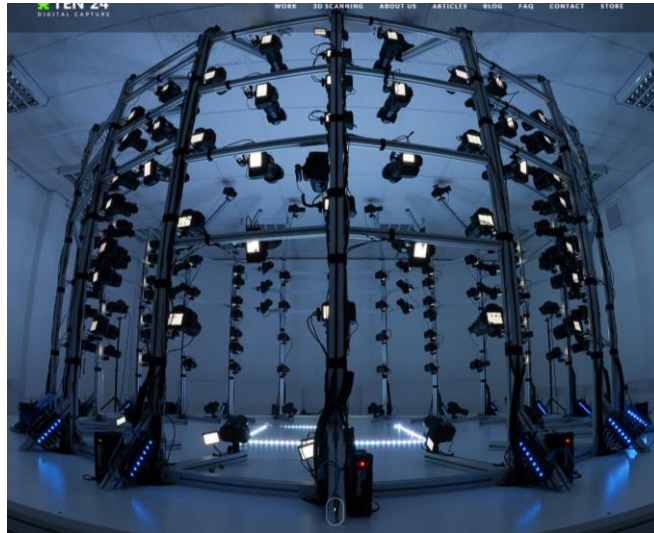
Optické, pasivní skenery

- Triangulují prostorové souřadnice z dvou a více snímků, pořízených synchronizovanými kamerami
- Potřebují rozpoznatelné prvky
- **Velmi rychlé, designováno především na snímání živého člověka**



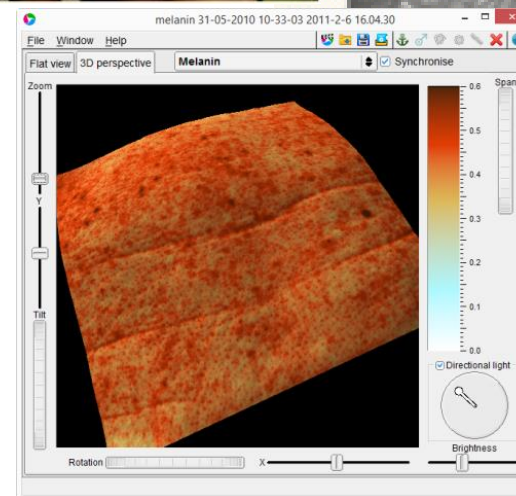
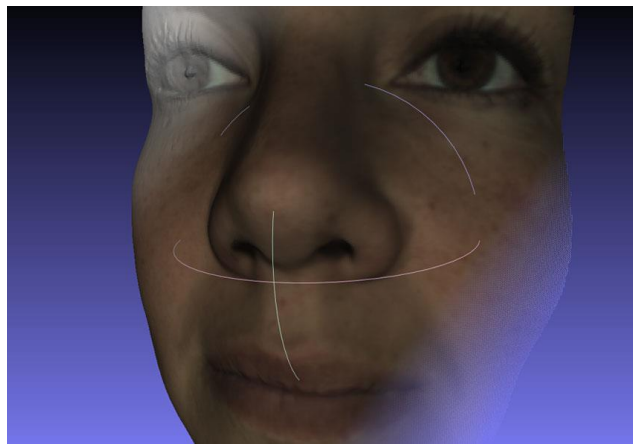
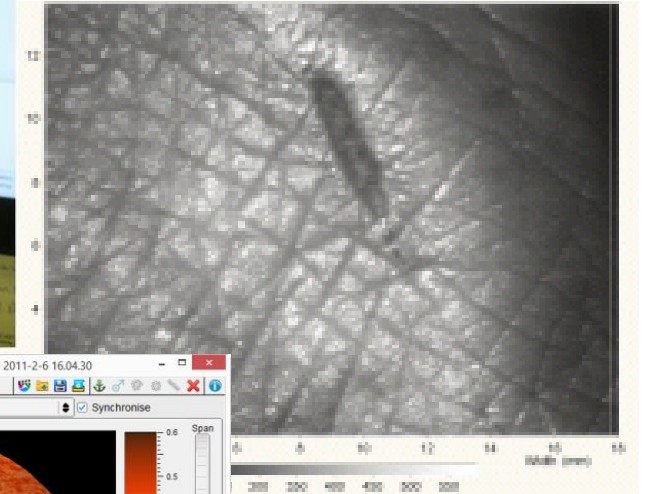
Snímání povrchových 3D dat

Soustavy synchronizovaných fotoaparátů



Snímání povrchových 3D dat

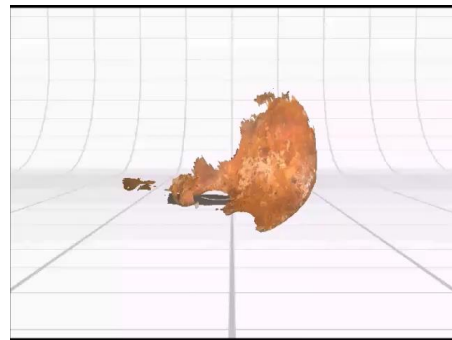
Přístroje designované pro snímání různě velkých pracovních oblastí



Snímání povrchových 3D dat

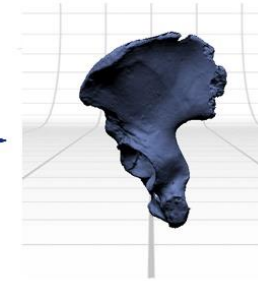
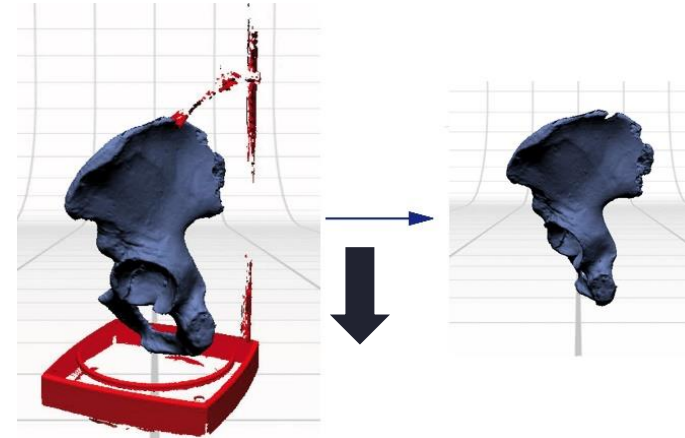
Průběh snímání

- Zpravidla není možné nasnímat celý povrch najednou
- Pořizuje se více skenů z více stran



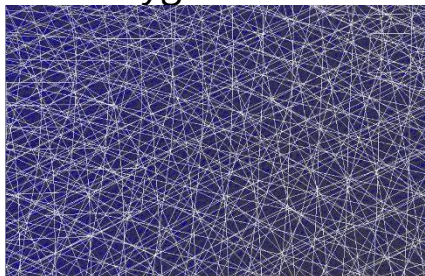
Ořezání

- Odstranění nechtěných částí

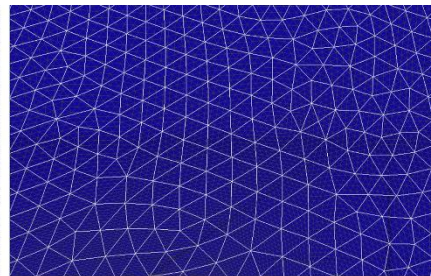


SLOUČENÍ SÍTÍ

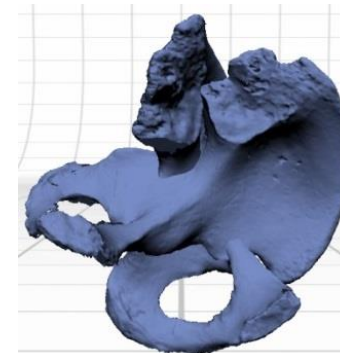
- Vygenerování nové sítě



Povrch modelu bez sloučení dílčích polygonálních sítí



Povrch modelu po sloučení sítí



Snímání povrchových 3D dat

Fotogrammetrie

Generování 3D dat ze série fotografií pořízených jedním přístrojem, zachycujících digitalizovanou scénu z různých úhlů pohledu

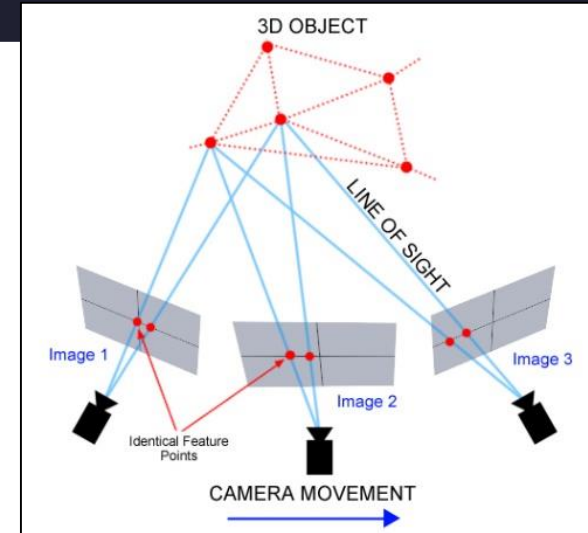


+ desítky dalších



Software

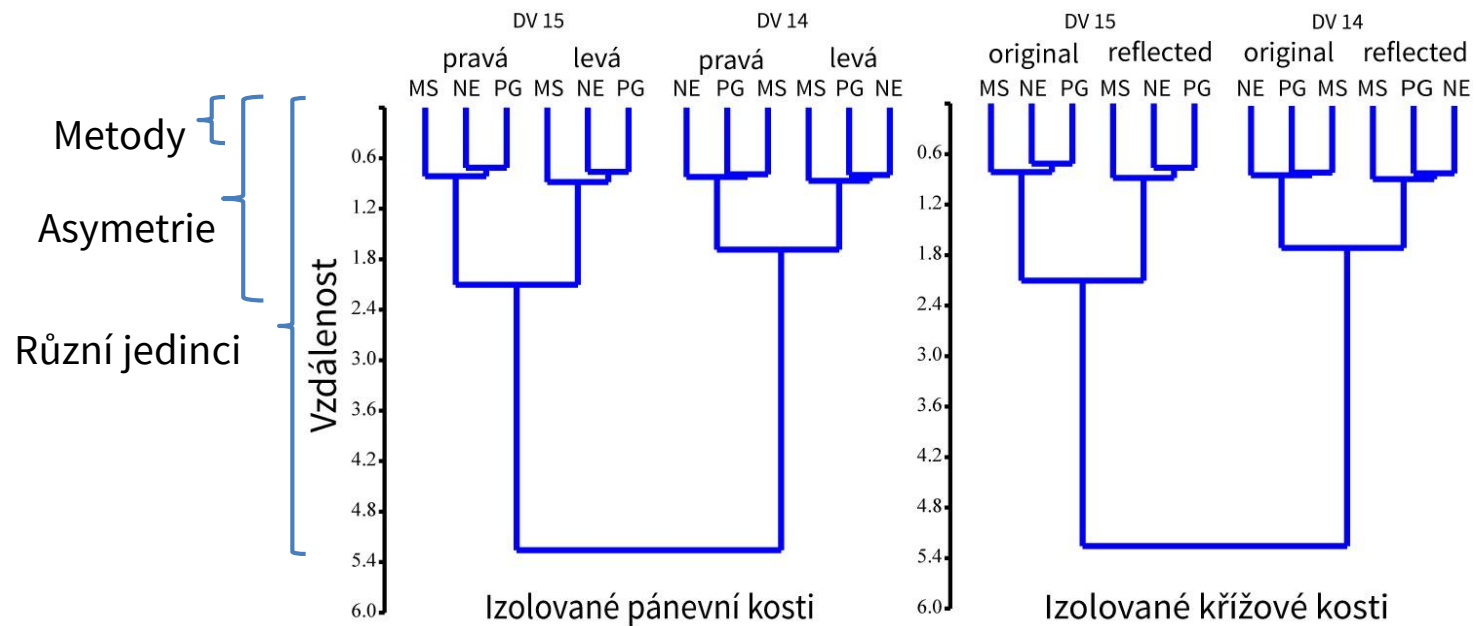
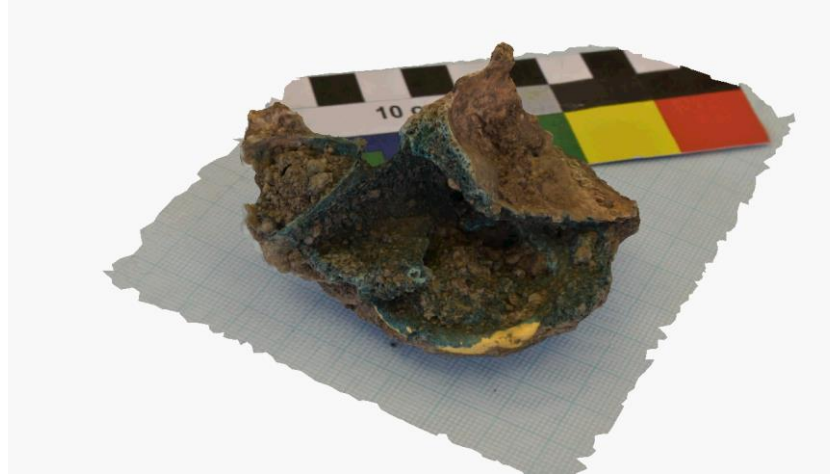
- rozezná stejné prvky na různých fotografiích
- na základě vzájemné polohy uspořádá fotografie v prostoru
- trianguluje trojrozměrnou podobu zaznamenaného, včetně barevné informace



Snímání povrchových 3D dat

Fotogrammetrie

- Vysoká míra flexibility
- Přesnost srovnatelná se skenery
- Pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou



Snímání objemových 3D dat

- Metody zaznamenávající rozložení hmoty ve snímaném objemu – záznam **vnitřní struktury, vnější podoby**, ale **ne barevnosti**
- **Produktem nejsou 3D digitální modely!!!**
- Relativně velké a finančně náročné
- Náročné na umístění, personál...

Výpočetní tomografie

- Záznam s pomocí rtg



Magnetická rezonance

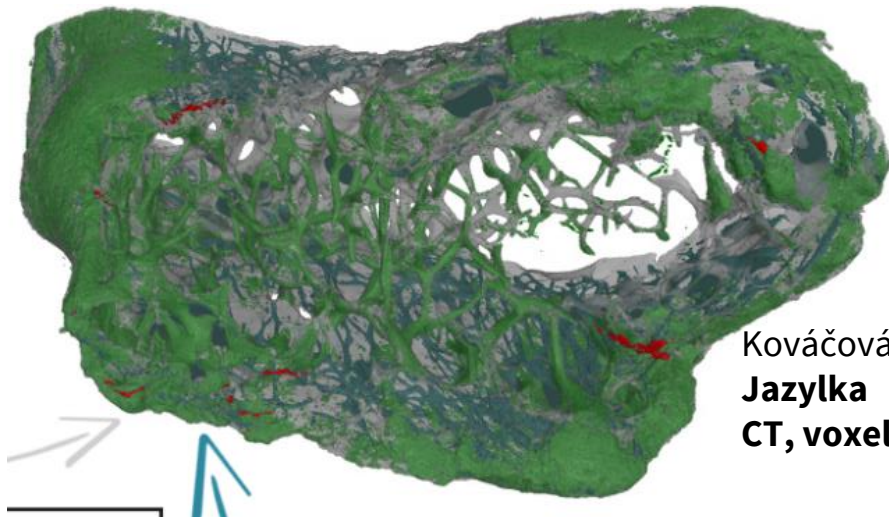
- Záznam na principu změn spinů elektronů v magnetickém poli



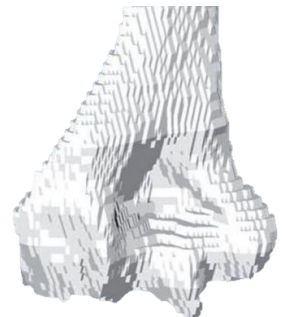
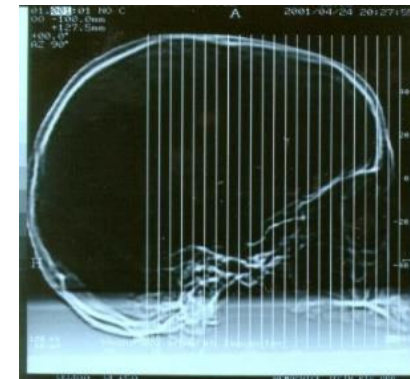
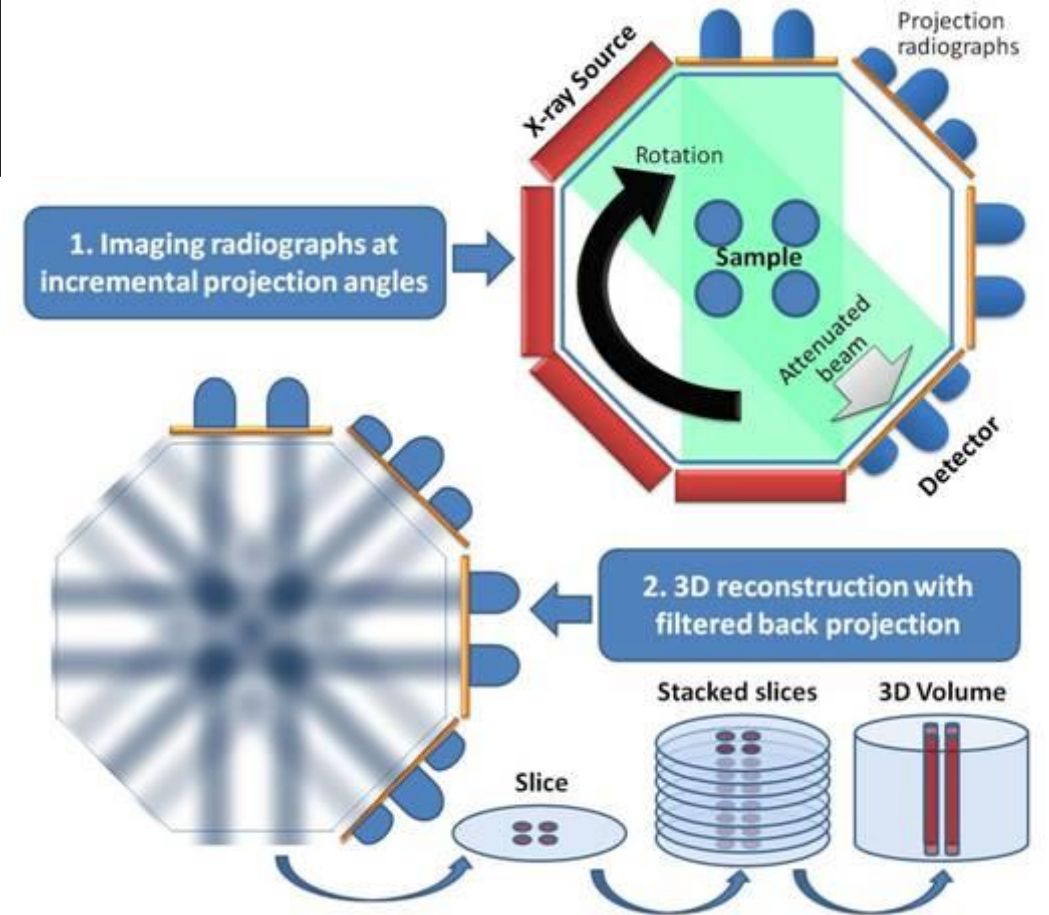
Snímání objemových 3D dat

Výpočetní tomografie

- Měří pracovní pole pomocí rtg paprsků – **ionizující a potenciálně nebezpečné**
- Běžné lékařské přístroje rozlišení od ca 0,35 mm, specializované uCT a nanoCT až do desetin mikrometru
- Se zvětšujícím se rozlišením klesá velikost pracovního pole (až na jednotky mm)



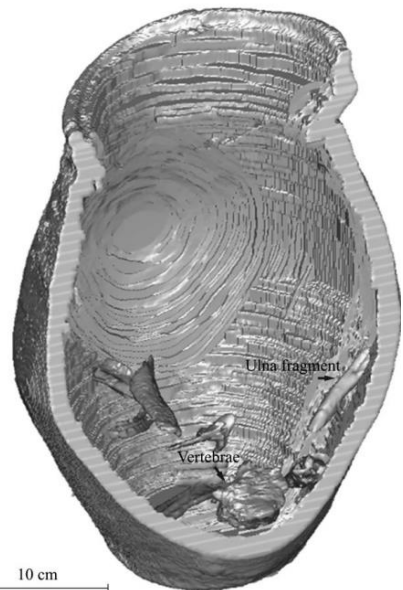
Kováčová 2016
Jazylka
CT, voxel 0,01mm



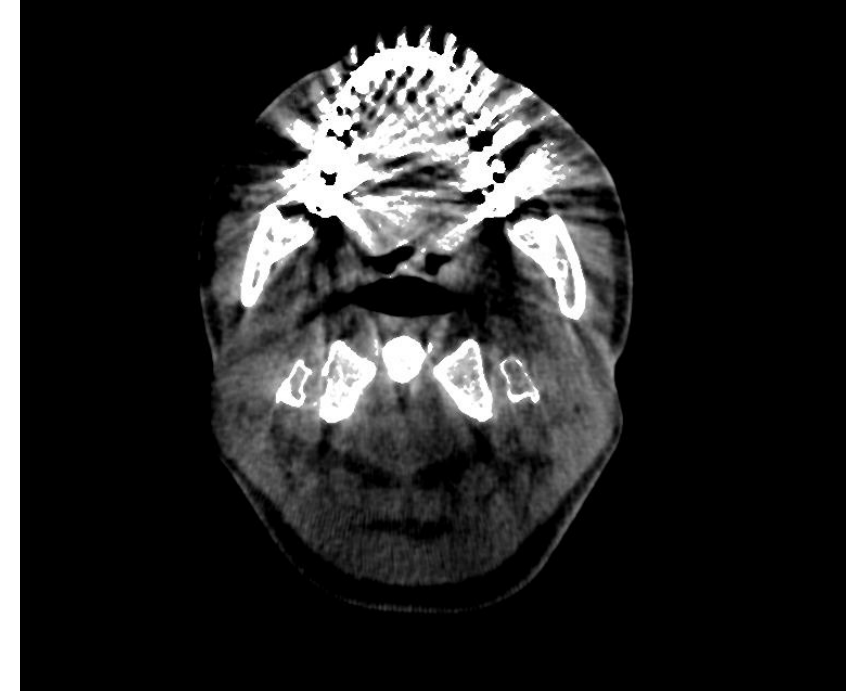
Snímání objemových 3D dat

Výpočetní tomografie

- Obecně velmi dobrý kontrast pro kosti bez měkkých tkání i kosti kryté měkkými tkáněmi a jinými překážkami (ne kov)
- Horší kontrast pro měkké tkáně
- Přítomný kov může být zdrojem artefaktů – poškození záznamu

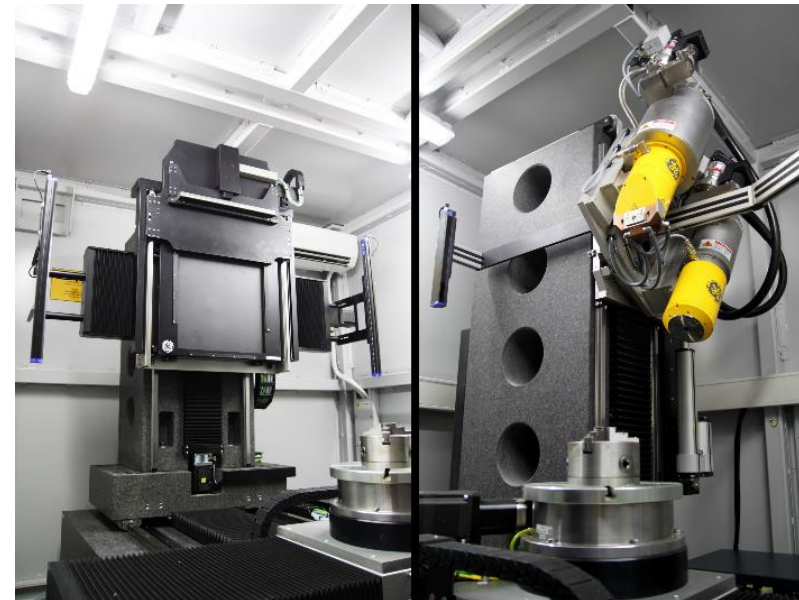


Harvig et al. 2012



Snímání objemových 3D dat

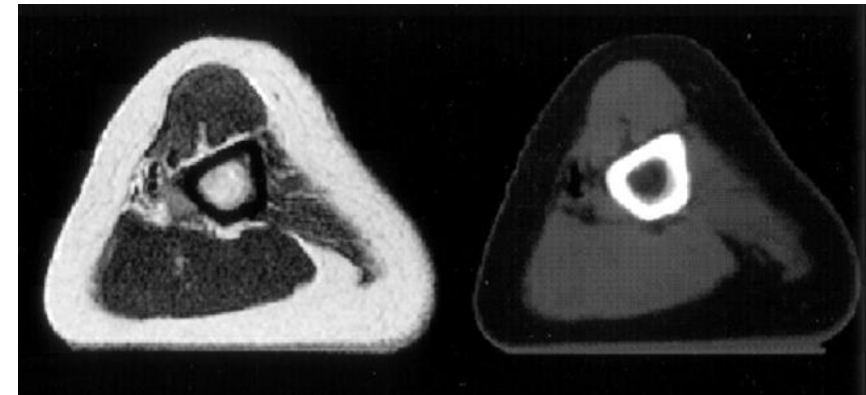
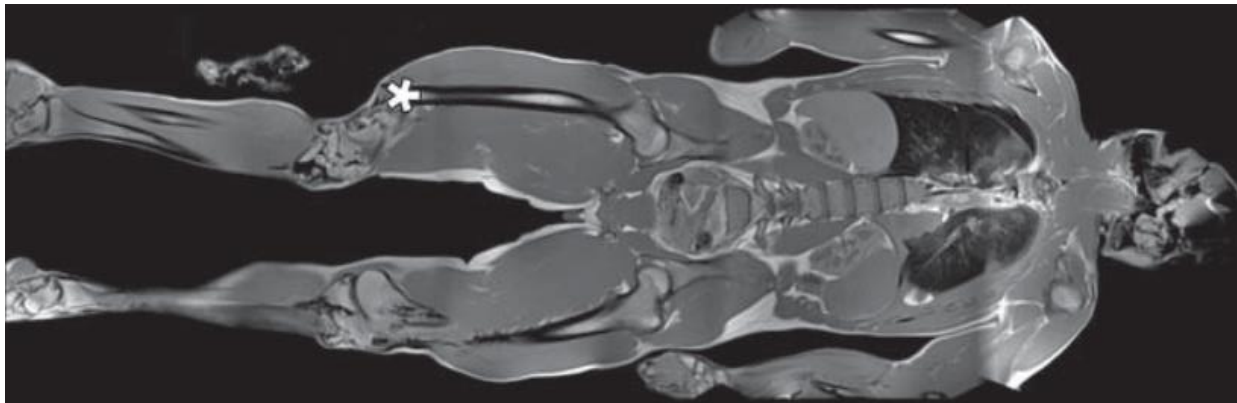
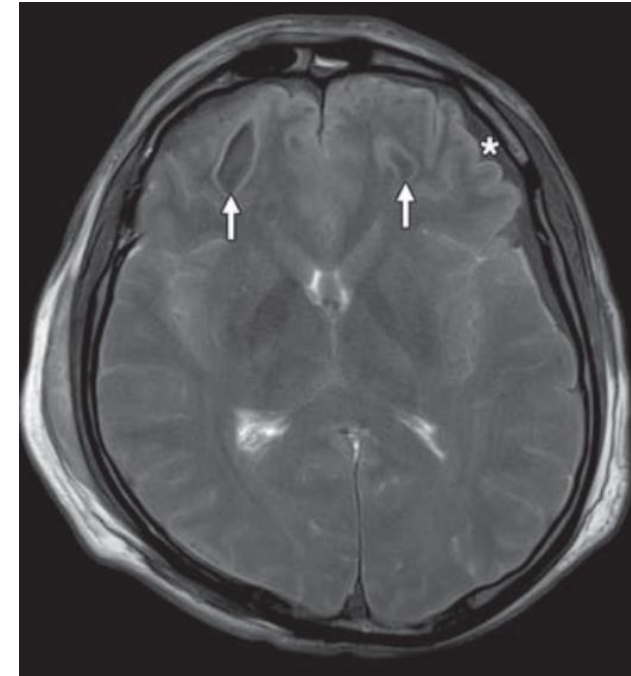
Výpočetní tomografie



Snímání objemových 3D dat

Magnetická rezonance

- Běžné rozlišení až 1mm, speciální přístroje pak desetiny milimetru
- Nejlepší kontrast pro látky obsahující různé podíly vody a tuku – měkké tkáně
- Kosti často špatný kontrast



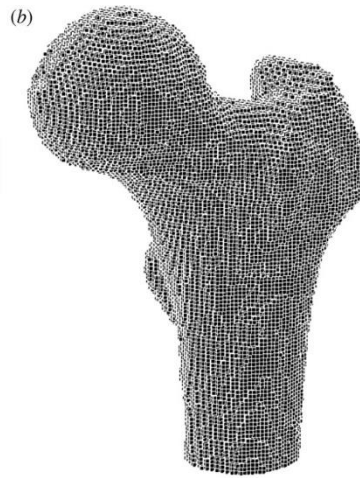
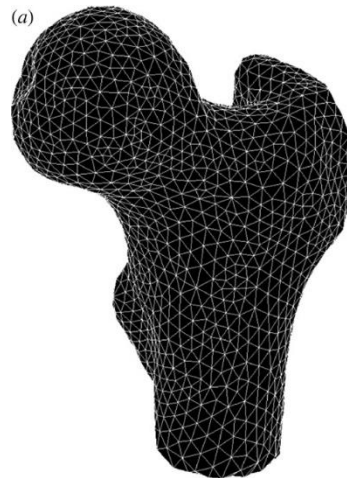
Objemová a povrchová data

Povrchové skenování

Primárními daty jsou souřadnice povrchových bodů a případně barevná informace



Primárním výstupem skenerů a fotogrammetrie jsou 3D data ve formě oblaku bodů nebo více či méně **hotové polygonální modely**

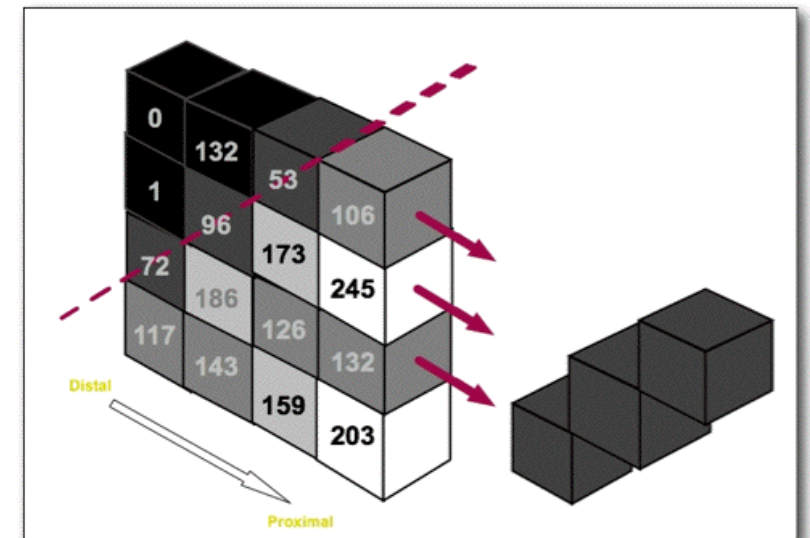


Objemové snímání

Primární jednotkou záznamu jsou **voxely, části objemu rozdělující snímaný prostor do pravidelné trojrozměrné sítě**

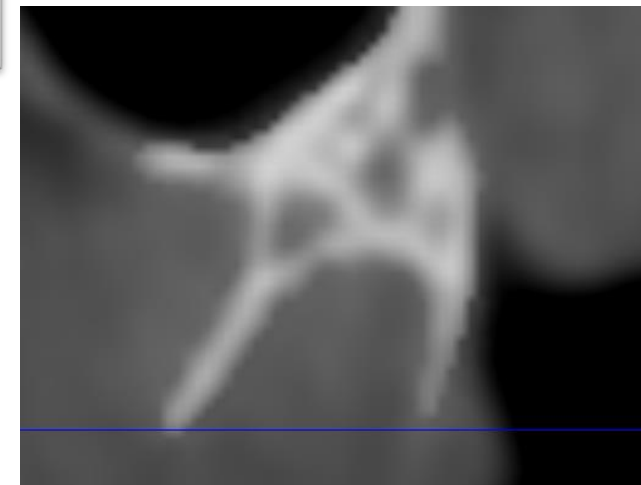
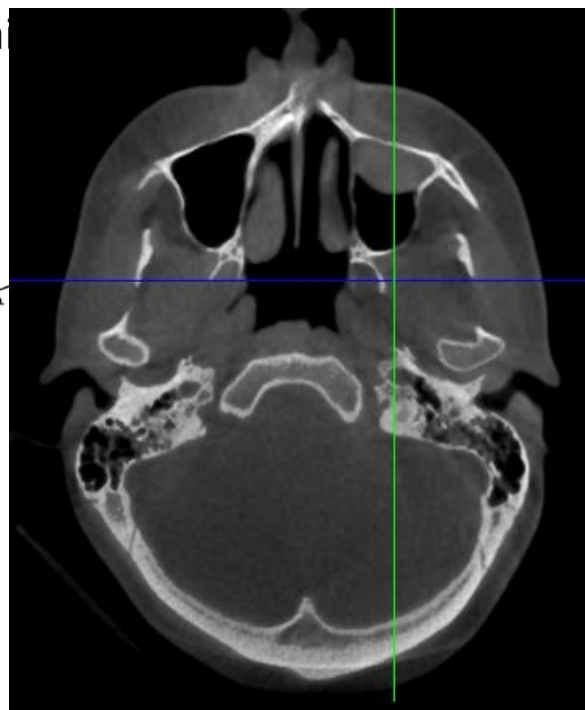
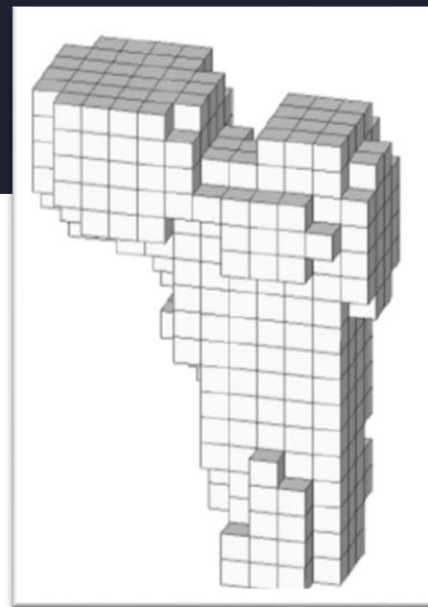
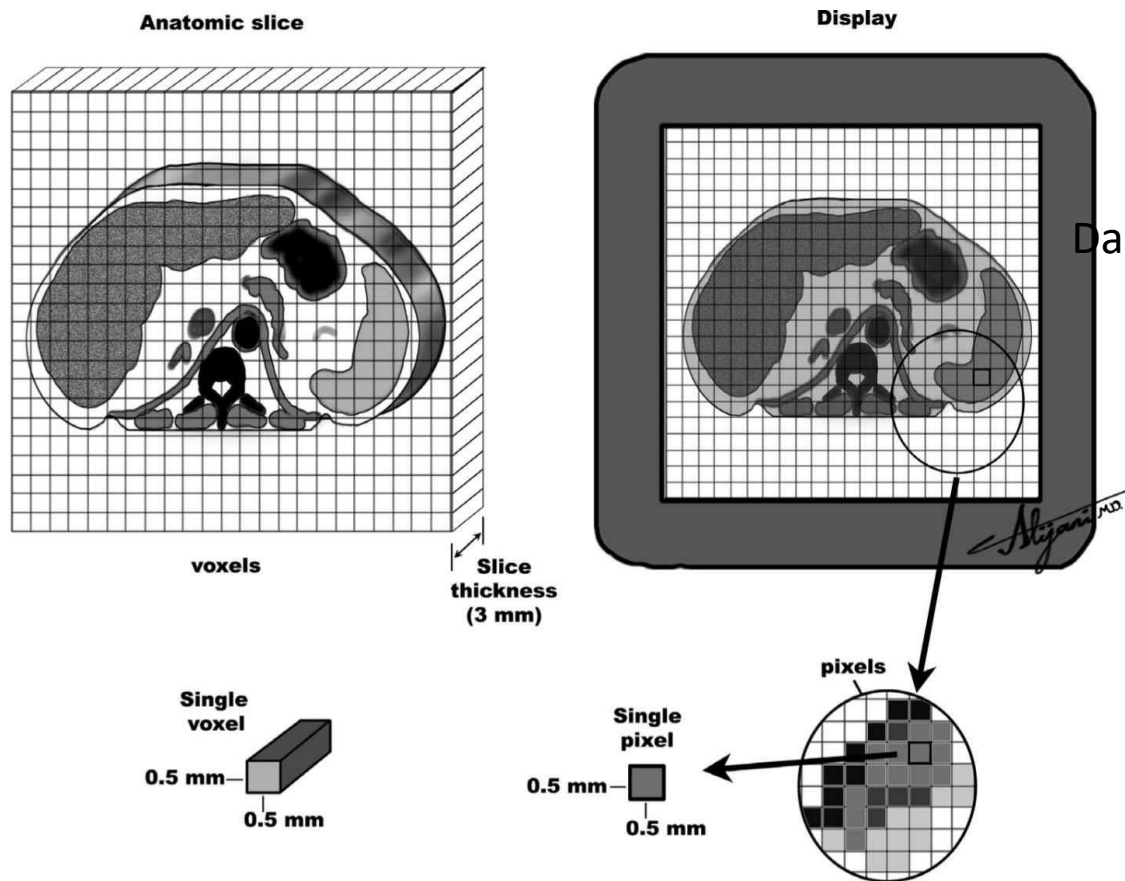
Metoda měří danou charakteristiku v objemu voxelu (dále nedělitelného)

Na snímcích jsou voxely zastoupeny pixely a jejich jas vyjadřuje hodnotu dané charakteristiky voxelu



Objemová a povrchová data

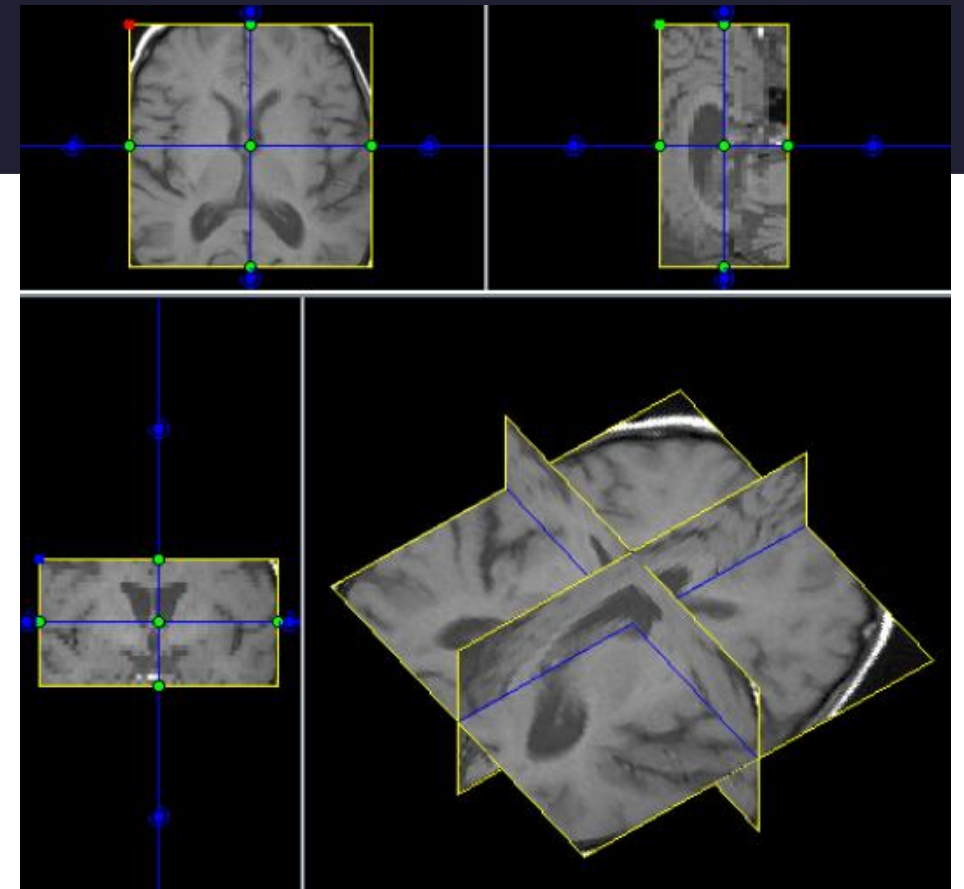
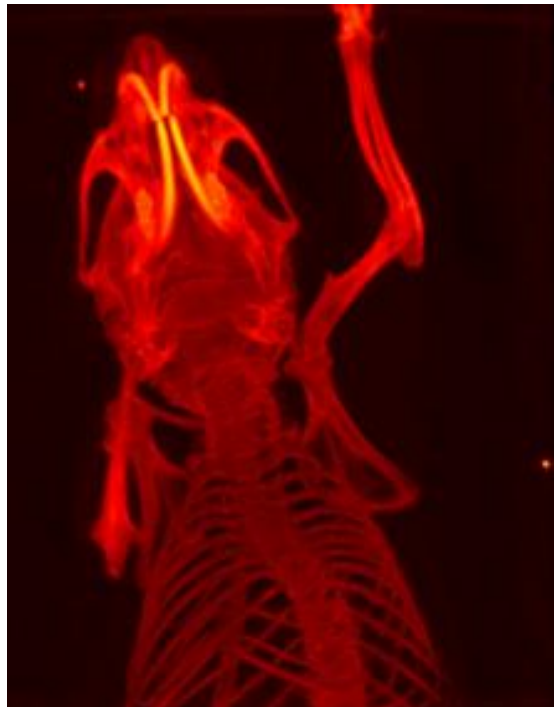
Biologické objekty mají kontinuální charakter, jsou ale zaznamenány do konečného počtu voxelů



Objemová a povrchová data

Objemová data se dají zobrazit jako tzv. multiplanární projekce nebo s pomocí metod objemového zobrazení
Nejde o polygonální modely

*Maximum
intensity
projection*



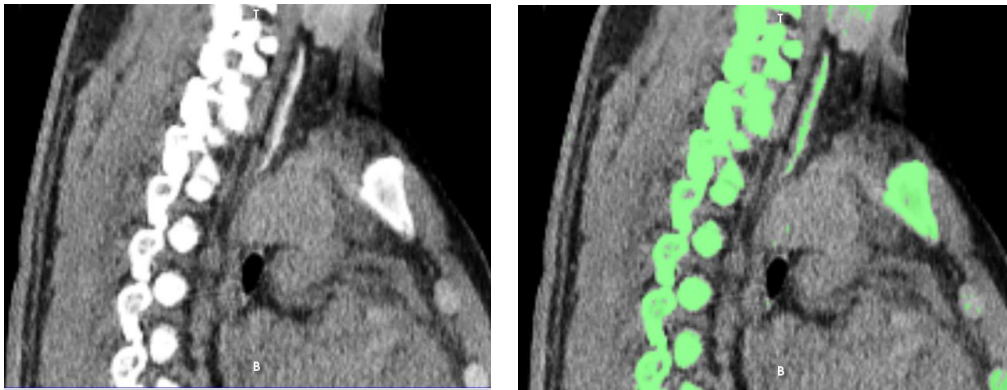
Multiplanární rekonstrukce

Objemová a povrchová data

Modely se vytvářejí procesy segmentace a renderování

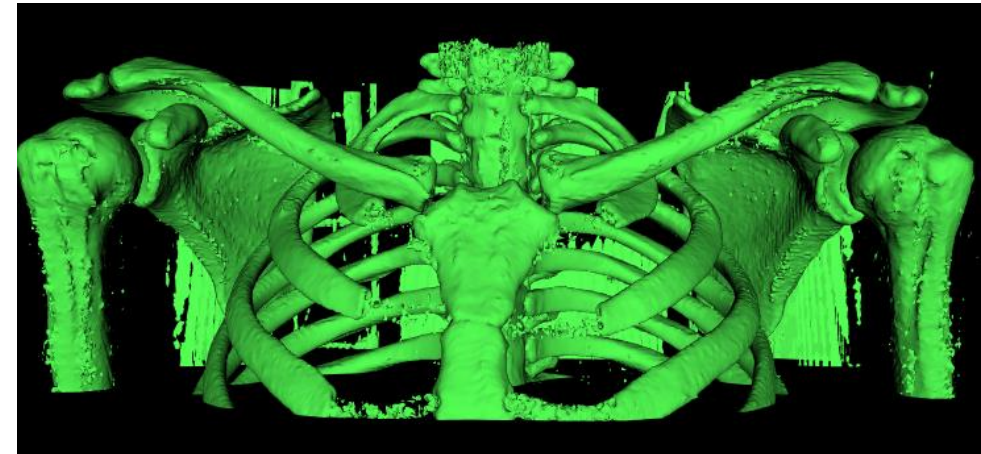
Segmentace

Vymezení oblastí, které zobrazují objekt, jehož model chceme vytvořit – definujeme průběh budoucího modelu v jednotlivých řezech



Renderování

Vytvoření polygonálního modelu, jehož povrch kopíruje hranice vyznačení na snímcích

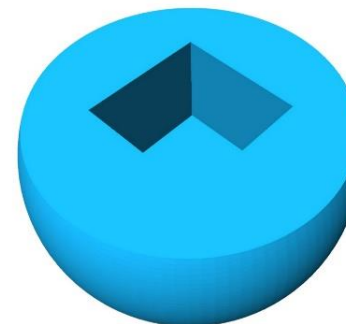


Spolu s původním rozlišení ovlivňují přesnost a detailnost budoucího modelu!!!

Segmentace a renderování

Zdroj chyb

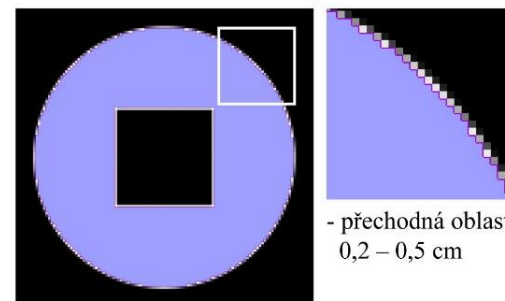
Vymezení 2D linie v rastrovém snímku – někudy stěna modelu vést musí, ale ve voxidech ostré hranice nejsou



Snímaný objekt

- průměr koule 10 cm
- hrana vepsané krychle 5 cm

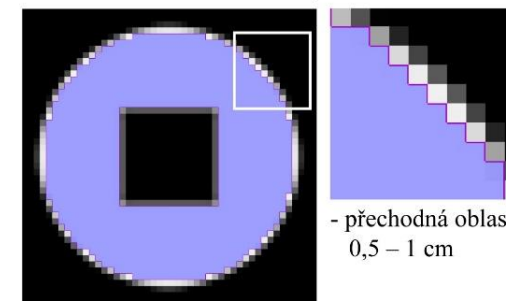
Šířka řezu 0,25 cm
Rozlišení snímku 0,1 cm



- přechodná oblast
0,2 – 0,5 cm

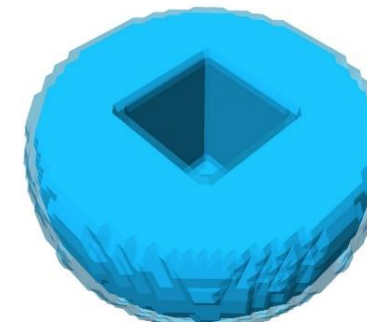
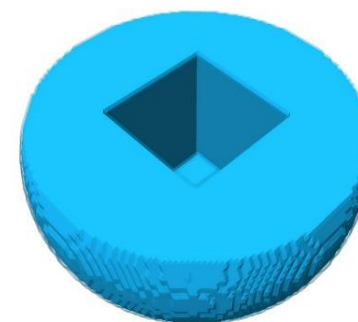
A

Šířka řezu 0,5 cm
Rozlišení snímku 0,25 cm



- přechodná oblast
0,5 – 1 cm

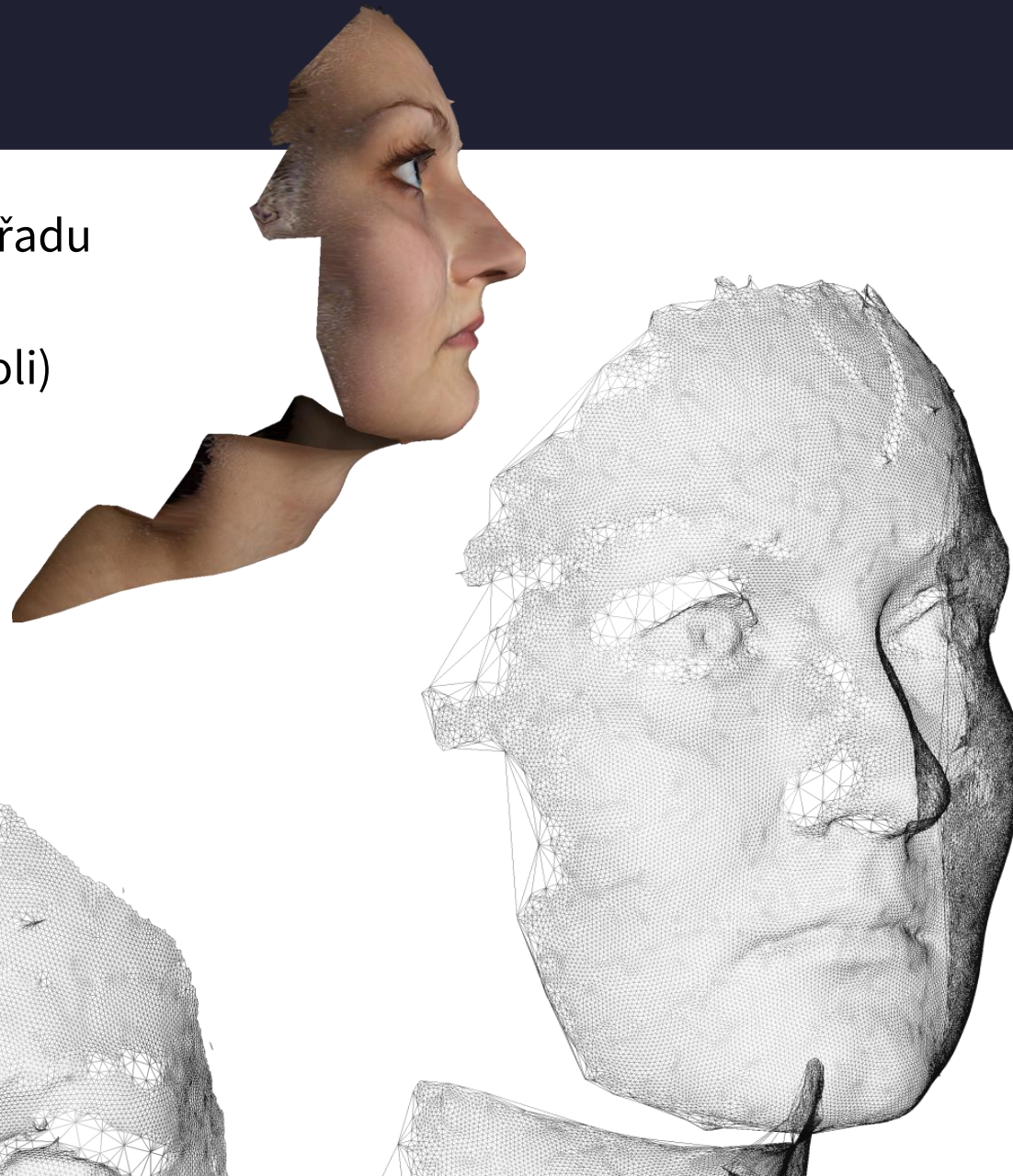
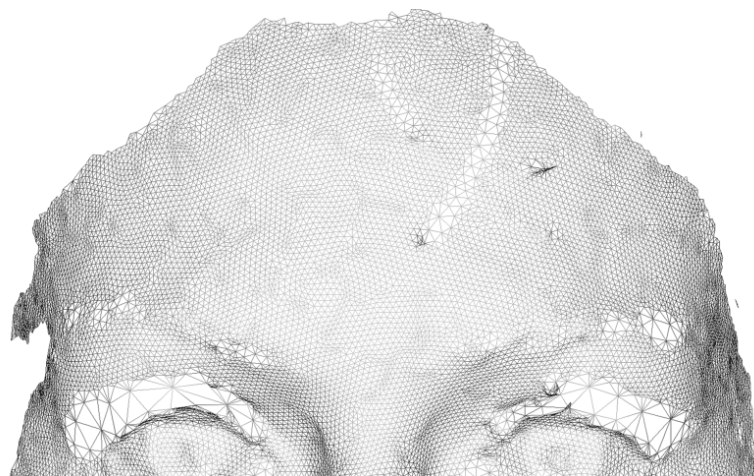
B



Segmentace a renderování

Hrubé modely vytvořené skenerem mohou obsahovat řadu nedostatků:

- nežádoucí části (skener snímá vše, co je v zorném poli)
- nekvalitně nasnímané oblasti
- defekty, artefakty skenování



Meshlab

Open-source program zaměřený na zpracování a editaci polygonálních modelů.

Import: PLY, STL, OFF, OBJ, 3DS, COLLADA, PTX, V3D, PTS, APTS, XYZ, GTS, TRI, ASC, X3D, X3DV, VRML, ALN

Export: PLY, STL, OFF, OBJ, 3DS, COLLADA, VRML, DXF, GTS, U3D, IDTF, X3D

+

Velké množství nástrojů pro editaci bodových mraků a polygonálních sítí **jako celku**.

Pracuje s **formáty .ply a .obj obsahujícími texturu**.

-

Časté sekání a poruchovost ve spojení s některými operačními systémy.

Někdy s texturou nepracuje.

Omezené možnosti lokálních úprav.

Meshlab

Blender (aktuálně v2.78a)

Open-source program pro modelování a vykreslování počítačové grafiky



+

Velké množství nástrojů pro celkovou úpravu 3D modelů, editaci textur, vykreslování a široké možnosti animace.

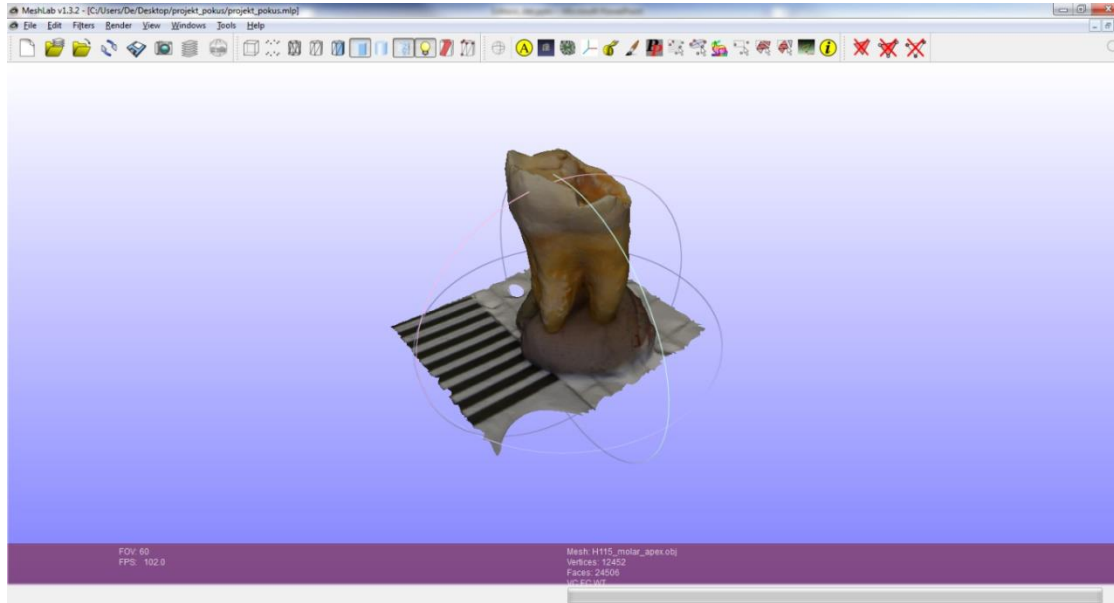
Dostupný na velkém množství platform.

-

Pro nezkušené uživatele až příliš složitý.

Vysoká výpočetní náročnost.

Meshlab



Quick Help

Drag:	Rotate
Ctrl-Drag:	Pan
Shift-Drag:	Zoom
Alt-Drag:	Z-Panning
Ctrl-Shift-Drag:	Rotate light
Wheel:	Zoom
Shift-Wheel:	Change perspective
Ctrl-Wheel:	Move near clipping plane
Ctrl-Shift-Wheel:	Move far clipping plane
Double Click:	Center on mouse
Alt+enter:	Enter/Exit fullscreen mode

Help > On screen quick help

Navigace

LMB - otáčení

Ctrl + LMB – posouvání

ZOOM –

přibližování/oddalování

Shift + ZOOM – změna FOV
(field of view)

Ctrl + h – návrat k originální
poloze

LMB + Ctrl + Shift –
ovládání osvětlení

Meshlab – rozhraní a import souborů

Import dat

File > Import > Import Mesh

nebo přetažením z průzkumníka souborů

Projekt je jednoduchý textový soubor (přípona .mlp), obsahuje pouze cesty k jednotlivým modelům, případně roto-translační matice, ne už záznamy jejich editace, definované body atp!!! V případě, že změníme cestu k modelům, projekt nenačteme!!!!

Obecné požadavky na pojmenovávání modelů:

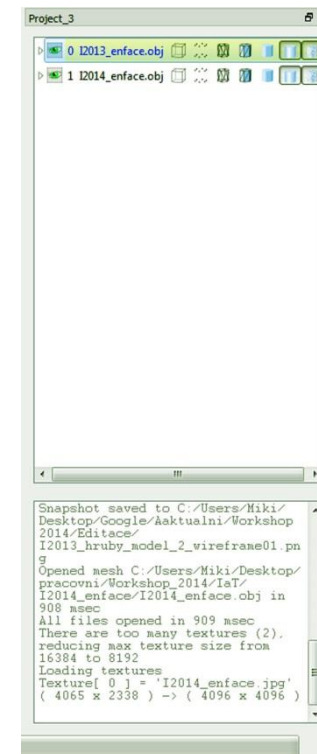
V cestě ani v názvu modelu nepoužívejte **mezery a diakritiku**

C:\modely_cviceni\H123_superior.stl

Pokud přejmenujeme vzájemně propojené soubory (např. obj s texturou), musíme změnit i odkazy (cestu) v samotných souborech.

Seznam importovaných objektů a nastavení jejich vykreslování.

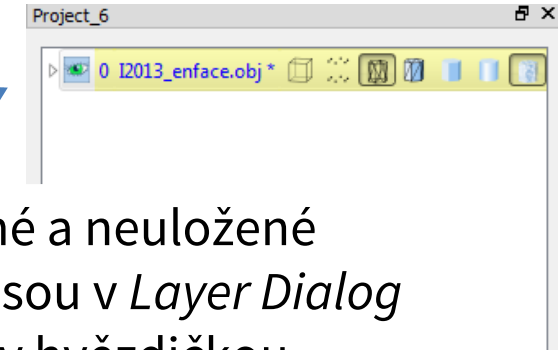
Layer Dialog



Historie příkazů

Meshlab – import a export programů

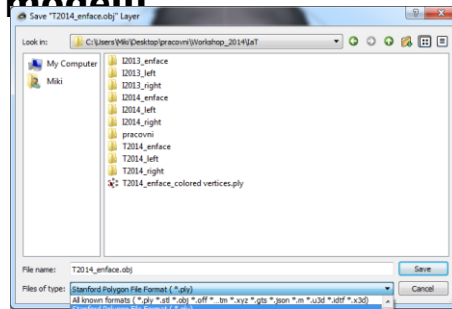
Pokud **pozměníme model**, případně jej transformujeme, v *Layer Dialog* je **onačen hvězdičkou** – to znamená, že **model byl změněn, ale ne uložen!!!** Změny **jsou uloženy pouze pokud uložíme/exportujeme samotný model**, ne projekt.



Editované a neuložené modely jsou v *Layer Dialog* označeny hvězdičkou

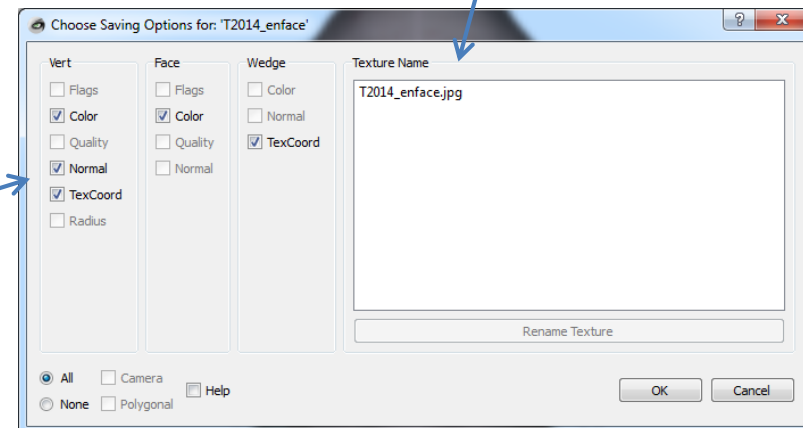
Export polygonálních modelů *File > Export Mesh...*

Zadáme formát souboru a umístění



Označení prvků modelu, které budou součástí modelu

Color je barevná informace přiřazená k vrcholům a facetám modelu. Pro uložení s texturou musejí být zaškrtnutá pole *TexCoord*.



Název připojené textury (někdy při změně padá)

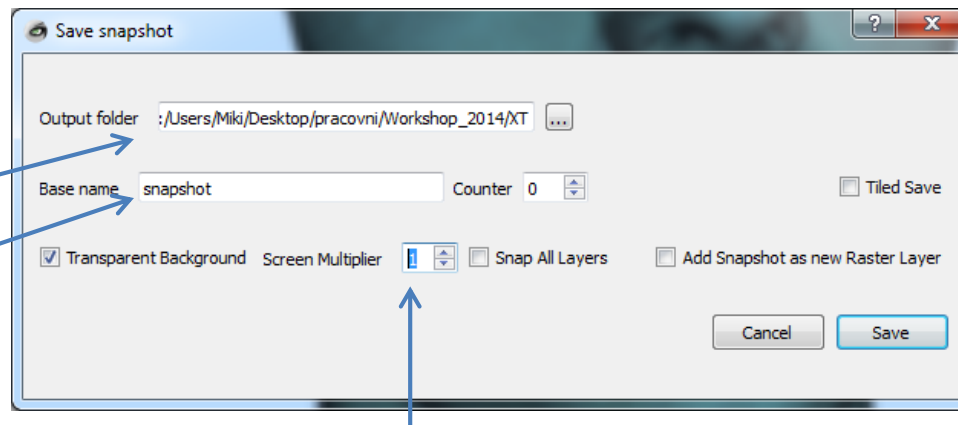
Meshlab – export náhledů

Aplikace *MeshLab* umožňuje exportovat náhledové okno ve vysokém rozlišení v různých formátech 2D grafiky

- 1) nastavíme požadovaný náhled
- 2) otevřeme dialogové okno *Save snapshot*



Cílový adresář
Název souboru



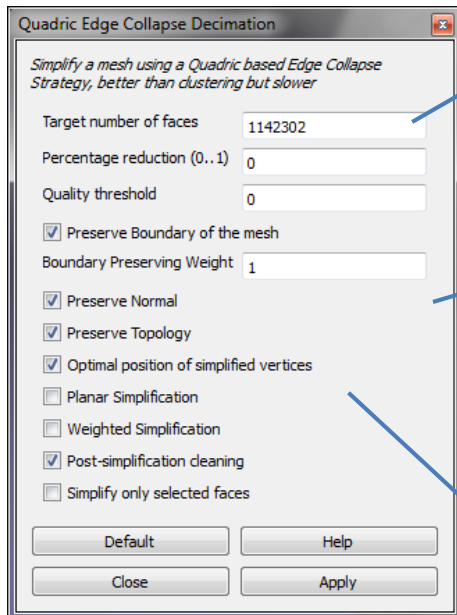
Nastavení rozlišení výsledného snímku v násobcích rozlišení obrazovky

Meshlab – redukce modelů

Redukce rozlišení může být provedena na začátku editace, pokud rozlišení modelu klade přílišné nároky na výpočetní výkon a čas. **Zároveň by se mělo ponechat co největší, aby bylo zachováno co největší množství informace pro editační kroky.**

MeshLab – Redukce počtu polygonů bez přepočtu textury

(Filters > Remeshing, Simplification and Reconstruction > Quadric Edge Collapse Decimation...)



Specifikujeme počet polygonů výsledného modelu nebo procento redukce

Preserve Normal, Preserve Topology, Preserve Boundary – volby zabraňující větším změnám v geometrii modelu. Zůstane zachováno směřování polygonů, nebudou redukovány výčnělky modelu nebo zaplňovány díry.

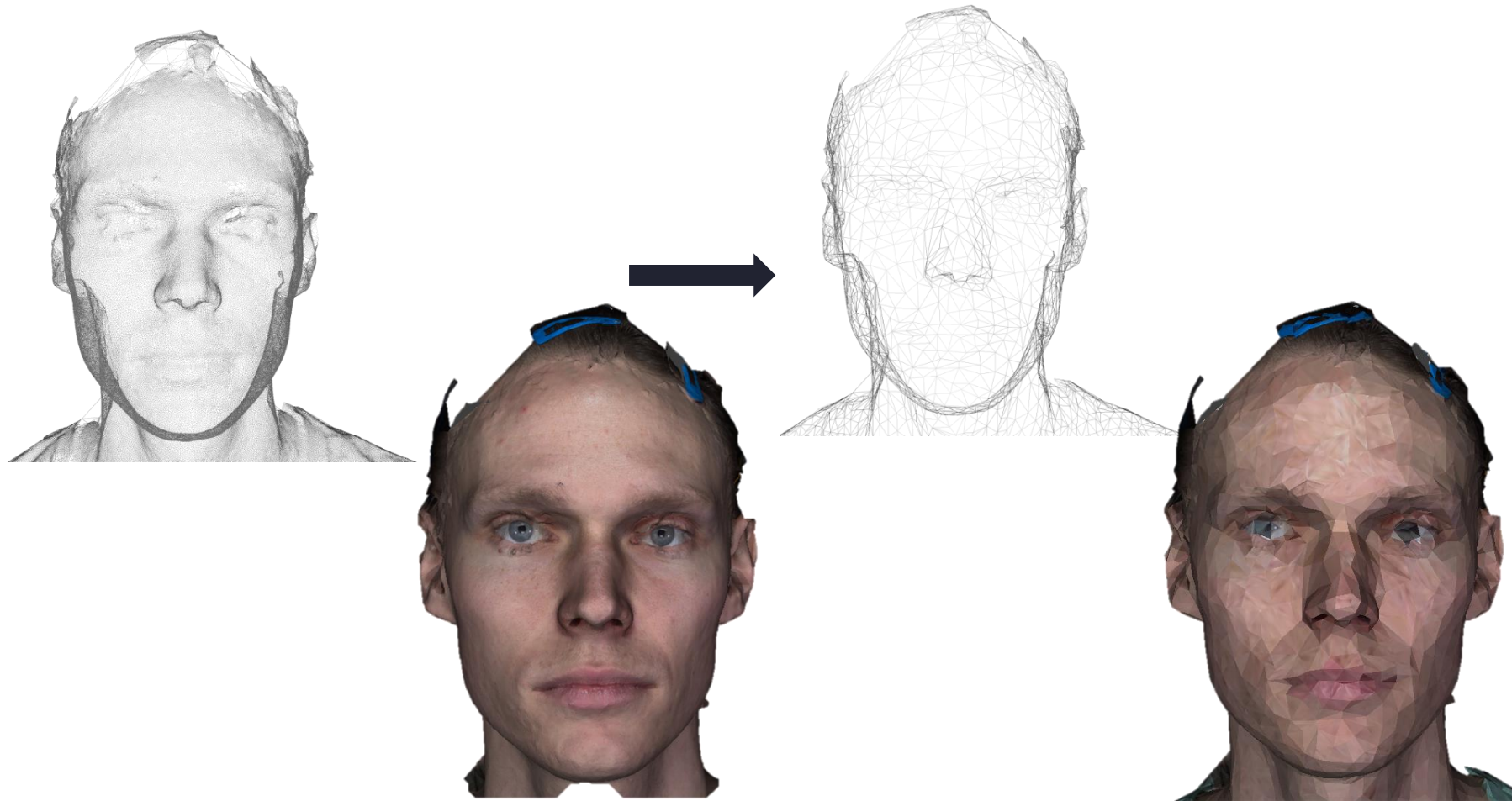
Optimal position of simplified vertices – výsledný model bude obsahovat pouze vrcholy, které tvořily původní objekt. Nebudou generovány nové pozice vrcholů na základě algoritmu.

Redukce neprobíhá rovnoměrně po celém povrchu objektu. Nejdříve jsou zjednodušeny oblasti s vyšší hustotou polygonů!!!

Meshlab – redukce modelů

MeshLab – Redukce počtu polygonů modelů s texturou

(Filters > Remeshing, Simplification and Reconstruction > Quadric Edge Collapse Decimation (with texture))



Meshlab – odstranění nežádoucích částí modelu

Odstranění nežádoucích částí funguje podobně jako mazání v programech pro editaci fotografií. V prvním kroku jsou výběrovými nástroji označeny části modelu a ve druhém jsou vymazány.

1) K označení **polygonů** a **vrcholů** pro jakoukoliv editaci slouží nástroje:

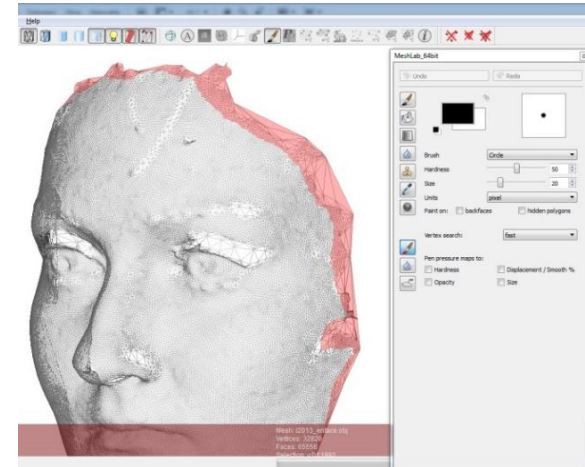
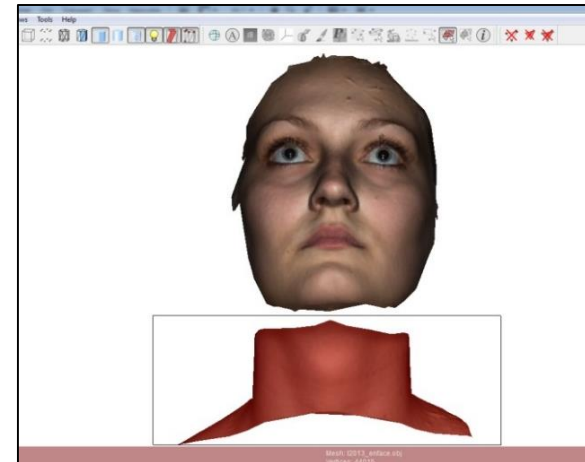
„Select vertexes“ a „Select Faces in Rectangular region“
Označení prvků rámečkem.

Na některých počítačích tyto nástroje
nefungují správně – počítač se zasekává.



„Z-Painting“
Označení štětcem, od ruky.

2) Vybrané části modelu odstraníme
smazáním polygonů a vrcholů



Meshlab – odstranění nežádoucích částí modelu

Každý model je umístěn na konkrétním místě vzhledem ke svému souřadnicovému systému (dáno hodnotou souřadnic bodů)

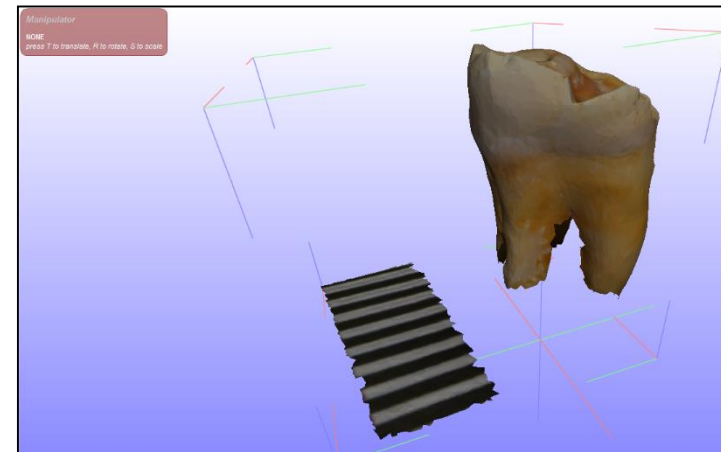
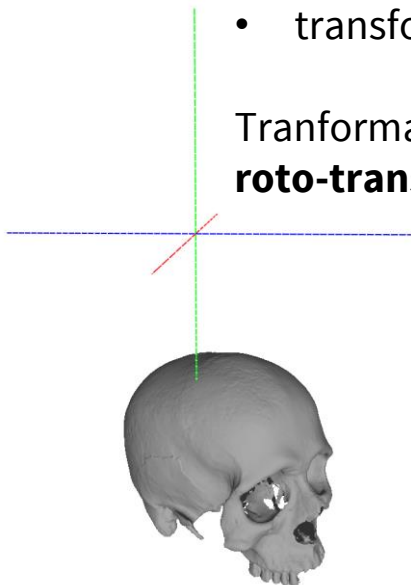
Při nastavování zobrazení se pohybuje kamerou, resp. modelem včetně jeho souřadnicového systému – pozice modelu se nemění



MeshLab – Manipulators Tools

- T, R, S – zvolíme požadovanou transformaci
- transformujeme při stisknutí LMB
- transformaci potvrdíme *Enter*

Transformací je na objekt aplikována tzv. **roto-transformační matice**



Current Mesh: H115_molar_apex_reduced.obj	1.00	0.00	0.00	-2.00
Vertices: 6251 (12502)	0.00	1.00	0.00	-5.00
Faces: 12114 (24228)	0.00	0.00	1.00	1.00
VC FC WT	0.00	0.00	0.00	1.00

Matice je součástí projektu. Při načtení je objekt podle ní orientován, ale samotné souřadnice jeho vrcholů zůstávají nezměněny!!!

Změna musí být na objekt aplikována (LMB na název objektu v *Layer Dialog > Freeze Current Matrix*)

Meshlab – měření vzdálenosti



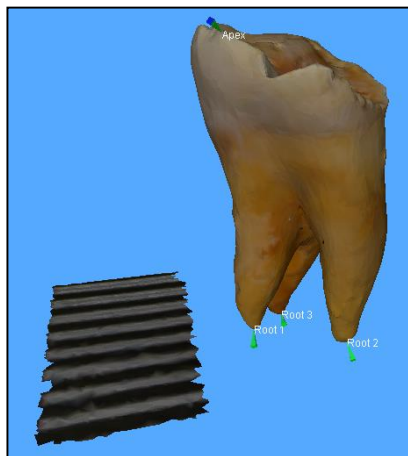
Measuring tool

Kliknutím LMB na model definujeme dva body definující vzdálenost

Během měření se s modelem nedá otáčet

Nástroj zobrazí hodnotu jejich přímé vzdálenosti

Data se nikam neexportují a při opětovném použití původní hodnota zmizí



Point Name	X	Y	Z	active
Root 1	8.25484	-4.23797	5.54588	<input checked="" type="checkbox"/>
Root 2	6.93552	-0.484637	2.04125	<input checked="" type="checkbox"/>
Root 3	4.74816	-5.56219	2.95898	<input checked="" type="checkbox"/>
Apex	3.59841	1.41728	19.4796	<input checked="" type="checkbox"/>



Meshlab – kalibrace

Digitální modely nemusejí mít reálné rozměry (např. modely z fotogrammetrie) → pokud mají být využity pro měření, musejí obsahovat měřítko (příp. známý rozměr), podle kterého můžeme transformovat jejich velikost

Nastavení měřítka

1) za pomoci nástroje *Measuring Tool* změříme známý rozměr na modelu



Skutečná vzdálenost – 17 mm

Naměřená vzdálenost – 16,02 mm

Poměr = 1,06

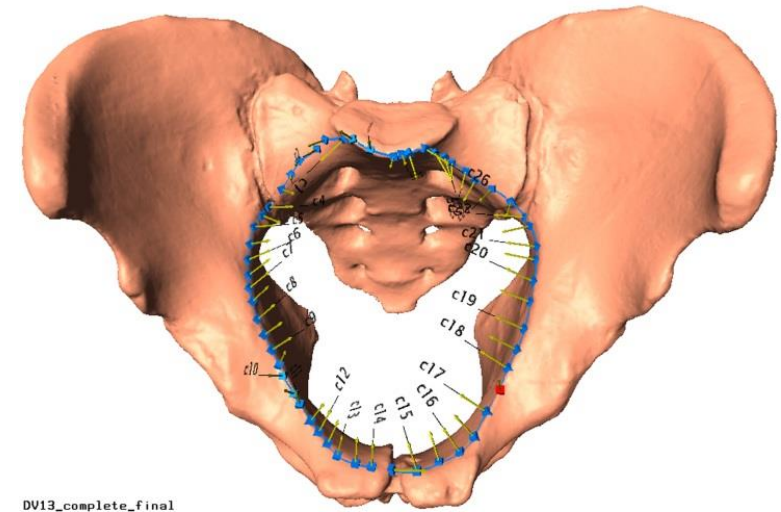
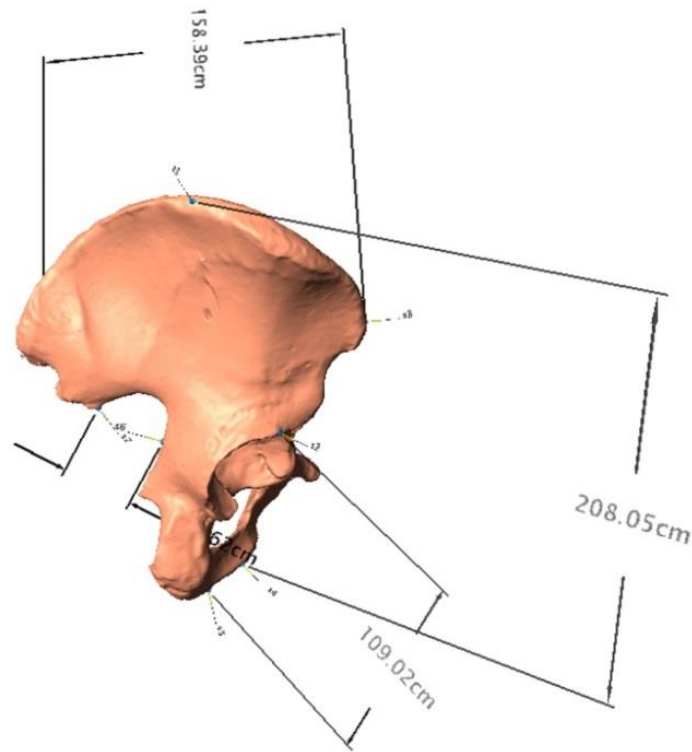
$$\text{koeficient změny velikosti} = \frac{\text{skutečná vzdálenost}}{\text{naměřená vzdálenost}}$$

Freeware - <http://www.idav.ucdavis.edu/research/EvoMorph>)

Aplikace pro analýzu, interpretaci a vizualizaci morfometrických dat.

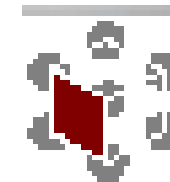
Export tvaru a polohy bodů, křivek nebo definovaných ploch (XYZ souřadnice) na importovaných 3D modelech a export jejich prostorových souřadnic. Prvky jsou označeny jako tzv. *primitives*

Vstupním formátem je ply

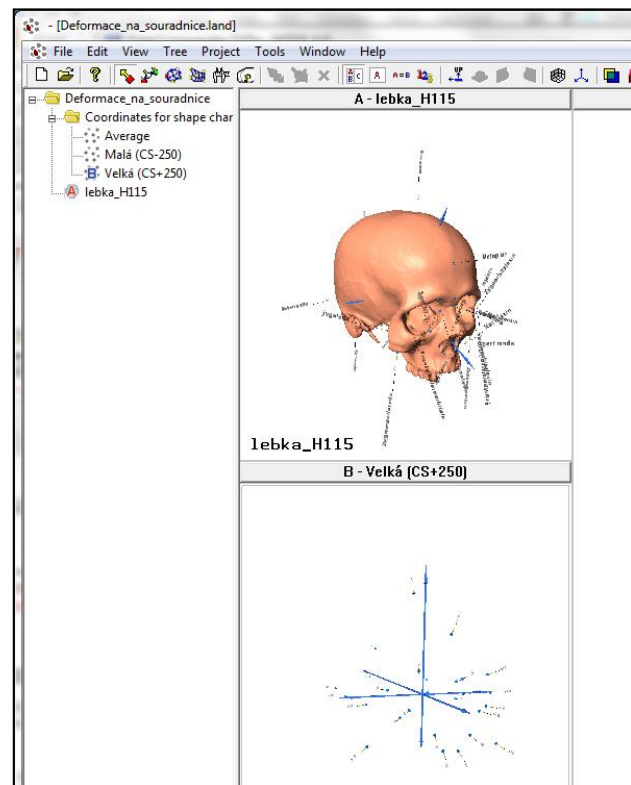


Landmark

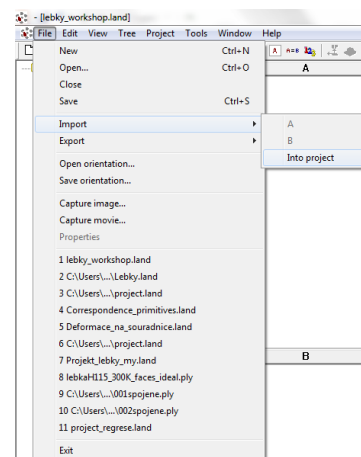
Program pracuje s tzv. projekty. Nativními soubory programu (.land), do kterých jsou importovány trojrozměrné modely (.ply) nebo soubory obsahující souřadnice bodů (NTS - .dat, .pts) a jejichž součástí jsou i všechny výstupy.



Všechna data jsou inkorporována v souboru projektu – máme jediný soubor!



Importovaná data jsou vypsána ve stromu projektu



Importovaná data mohou být zobrazena v jednom ze dvou náhledových oken (RMB na daný soubor ve stromu > *Load into...*).

Landmark



Pro měření vzdáleností slouží nástroj *Dimension*

Vzdálenosti – jsou definovány dvěma body. Můžeme umístit body nové (Shift + LMB) nebo využít již naeditované body

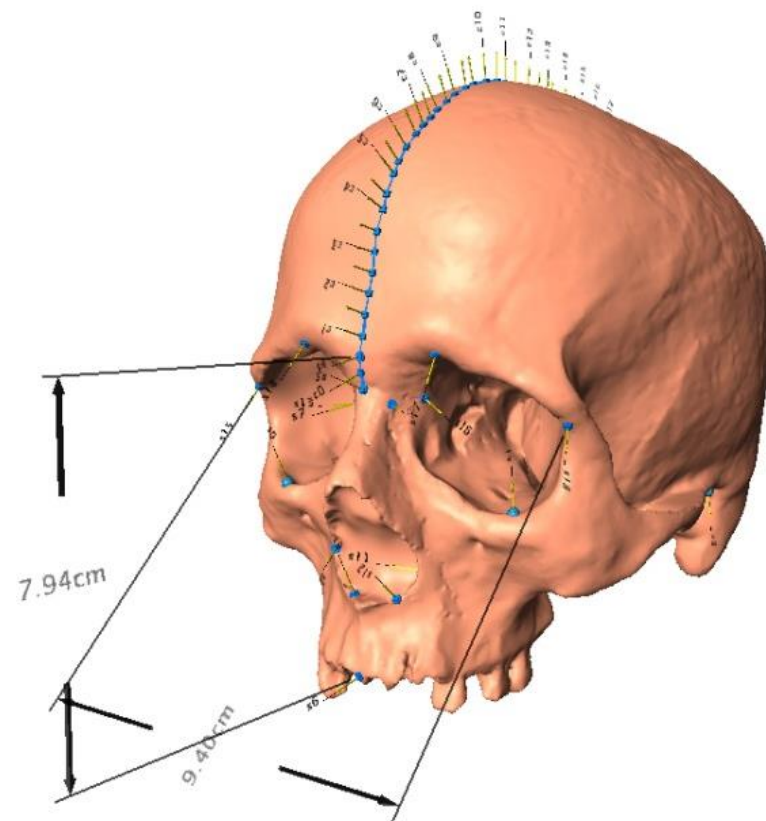
Zvýrazněné body odstraníme stiskem *Del*



Pro záznam bodů slouží nástroj *Single point*

Body se umísťují LMB při stisknutém shift

Zvýrazněné body odstraníme stiskem *Del*



Landmark

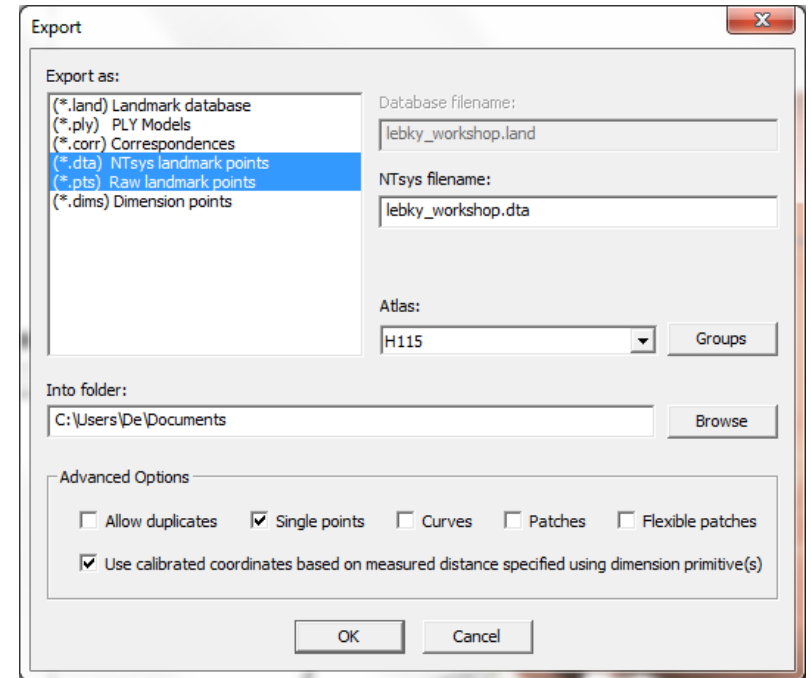
Export dat

RMB na data ve stromu projektu > *Export*

Exportujeme vždy jen data zvoleného modelu

Body i vzdálenosti se exportují pouze v podobě souřadnic bodů

Označíme požadované formáty exportovaných souborů



Landmark – export dat

nts (NTSYSpc)

```
lebky_workshop.dta
Created by Landmark. http://graphics.idav.ucdavis.edu/research/EvoMorph
1 1L 57 1 9999 Dim=3

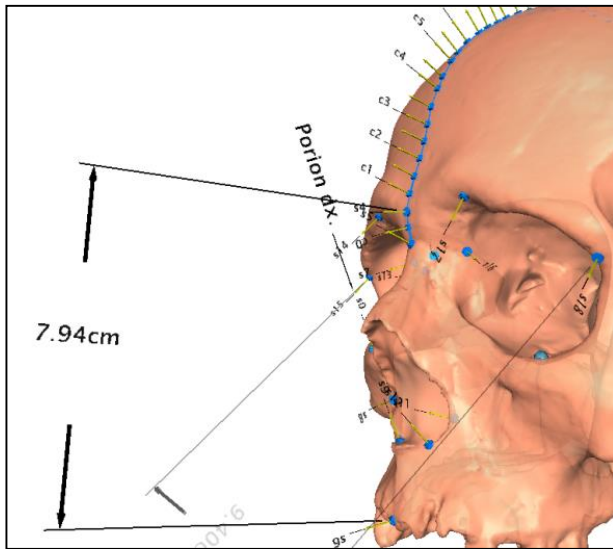
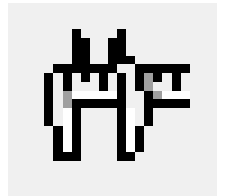
H115
-9.8500671e+000 -3.1669130e+001 2.3206520e-001
9999 9999 9999
-9.0449501e+001 -6.0916706e+001 9.2590332e-002
-9.4859673e+001 5.6311089e+001 -4.9575806e-001
3.0774384e+000 -2.0840283e-001 3.6369881e+001
2.8628540e-001 -9.2019325e-001 2.8176510e+001
-1.2300110e-001 1.6831895e+000 -4.2933792e+001
-4.3797302e+000 -5.9350314e+000 2.4336401e+001
-5.2755127e+000 -1.1348171e+001 -1.3452812e+001
-3.2112732e+000 -3.3455322e+000 -2.3710236e+001
-2.6317444e+000 5.5273366e+000 2.5063766e+001
-7.5129089e+000 1.3213492e+001 -1.5629372e+001
-3.7365417e+000 9.0381441e+000 -2.2815559e+001
-1.1077454e+001 -1.0187006e+001 2.3359261e+001
2.0368958e-001 -1.9388130e+001 3.8168846e+001
-1.4768784e+001 -4.7097870e+001 2.4360142e+001
-8.9427643e+000 1.0801785e+001 2.6697424e+001
-4.8336792e-001 1.8851175e+001 3.8174034e+001
-1.6082840e+001 4.6892002e+001 2.3216366e+001
```

pts

```
H115.pts
version 1.0
317
C000-000 2.8628048e-001 -9.2019272e-001 2.8176508e+001
C000-001 5.8808088e-002 -7.4308729e-001 2.9130917e+001
C000-002 7.2474062e-001 -6.8000597e-001 3.0201380e+001
C000-003 1.2563781e+000 -6.1028671e-001 3.1161598e+001
C000-004 1.7061341e+000 -5.3845465e-001 3.2067402e+001
C000-005 2.0595264e+000 -4.6344644e-001 3.2960819e+001
C000-006 2.3616703e+000 -3.9109191e-001 3.3841579e+001
C000-007 2.6162627e+000 -3.2321677e-001 3.4710888e+001
C000-008 2.8502405e+000 -2.6233605e-001 3.555237e+001
C000-009 3.0774407e+000 -2.0840278e-001 3.6369881e+001
C001-001 3.2391362e+000 1.8566047e-003 3.7395844e+001
C001-002 3.2707708e+000 1.5577507e-001 3.8452740e+001
C001-003 3.1922071e+000 2.5218403e-001 3.952232e+001
C001-004 3.0778236e+000 2.9426366e-001 4.0606121e+001
C001-005 2.8794491e+000 2.8021249e-001 4.1700195e+001
C001-006 2.5587759e+000 2.0937639e-001 4.2793919e+001
C001-007 2.2664697e+000 8.7953411e-002 4.3924084e+001
C001-008 1.9380221e+000 -8.7593719e-002 4.5079227e+001
C001-009 1.6307632e+000 -3.1943661e-001 4.6272297e+001
C002-001 1.3709106e+000 -2.7257684e-001 4.7438515e+001
C002-002 1.1169211e+000 -2.3309584e-001 4.8593643e+001
C002-003 8.8296366e-001 -2.0136110e-001 4.9740627e+001
C002-004 6.2688333e-001 -1.7597230e-001 5.0871395e+001
C002-005 4.1281405e-001 -1.5908411e-001 5.1998131e+001
C002-006 1.9228461e-001 -1.4901118e-001 5.3111828e+001
C002-007 -1.9521818e-002 -1.4631325e-001 5.4215271e+001
C002-008 -2.1157771e-001 -1.5137455e-001 5.5310345e+001
C002-009 -3.9870399e-001 -1.6368949e-001 5.6394463e+001
C003-001 -5.9363216e-001 -2.0508307e-001 5.7477936e+001
C003-002 -7.2404021e-001 -2.4209140e-001 5.8577671e+001
C003-003 -8.4737527e-001 -2.7313298e-001 5.9683472e+001
C003-004 -9.9996418e-001 -2.9834810e-001 6.0791103e+001
C003-005 -1.1287744e+000 -3.1777632e-001 6.1907448e+001
C003-006 -1.2588873e+000 -3.3148342e-001 6.3029530e+001
C003-007 -1.4008080e+000 -3.3971727e-001 6.4156219e+001
C003-008 -1.5456729e+000 -3.4243354e-001 6.5288506e+001
C003-009 -1.7140803e+000 -3.4000775e-001 6.6423126e+001
C004-001 -1.9216564e+000 -1.7010291e-001 6.7748070e+001
C004-002 -2.2061932e+000 -2.8845480e-002 6.8984039e+001
C004-003 -2.4759152e+000 8.5874178e-002 7.0147041e+001
C004-004 -2.7703505e+000 1.7252602e-001 7.1226662e+001
C004-005 -3.1066837e+000 2.3007107e-001 7.2215050e+001
C004-006 -3.4271195e+000 2.6141185e-001 7.3130638e+001
C004-007 -3.6746776e+000 2.6960957e-001 7.3997284e+001
C004-008 -3.9181907e+000 2.5107983e-001 7.4791412e+001
C004-009 -4.1959457e+000 2.0399243e-001 7.5497086e+001
```

Landmark – škálování

Modely ze specializovaných skenerů jsou většinou kalibrovány – odpovídají reálným jednotkám. **Z fotogrammetrie ale ne a také v průběhu editace může dojít k chybě.**



V dialogovém okně
Primitive type musí být
nastaveno *Dimensions*

Prostřednictvím vlastností vzdáleností
(*Edit primitives*) můžeme model
kalibrovat.

1. definujeme vzdálenost
2. V *edit primitives* definujeme skutečnou vzdálenost v poli „*actual measured distance*“

