

Úvod do 3D dat

Mikoláš Jurda

Typy prostorových dat a možnosti záznamu

Digitální modely - formáty 3D dat

Bodyové modely (pointcloud) <ul style="list-style-type: none">• Nejčastěji získávají z dat získaných v 3D skenování a digitálním záznamu• Používají se k analýze tvaru a geometrie• Velikost: 100 MB - 1 GB• Formáty: .ply, .obj, .xyz, .npt	Objemové modely (volumetric) <ul style="list-style-type: none">• Získávají se z CT a MRI• Používají se k analýze vnitřní struktury• Velikost: 100 MB - 1 GB• Formáty: .dcm, .nii	Vektizované modely (volumetric) <ul style="list-style-type: none">• Získávají se z CT a MRI• Používají se k analýze vnitřní struktury• Velikost: 100 MB - 1 GB• Formáty: .dcm, .nii
Polyplyšné sítě (polygons mesh) <ul style="list-style-type: none">• Získávají se z 3D skenování a digitálního záznamu• Používají se k analýze tvaru a geometrie• Velikost: 100 MB - 1 GB• Formáty: .obj, .ply, .fbx	Barvené informace polyplyšné sítě (textura) <ul style="list-style-type: none">• Získávají se z 3D skenování a digitálního záznamu• Používají se k analýze tvaru a geometrie• Velikost: 100 MB - 1 GB• Formáty: .obj, .ply, .fbx	Formáty 3D modelů <ul style="list-style-type: none">• .obj - Wavefront Object File Format• .ply - Polygon File Format• .stl - Stereolithography• .fbx - Autodesk Binary Format for Exchange• .dcm - DICOM• .nii - Neuroimaging Informatics Technology Initiative

Povrchové skenování


Záznam vnější podoby na principu přímého dotyku nebo zpracování světla odraženého od povrchu

Objemové skenování

Záznam "radiologickými" zobrazovacími přístroji

Kontaktní metody

- dotykové digitálnízery
- rychlá a přesná metoda pro záznam diskrétních dat (bodů, klíčů) v reálném prostoru



Bezkontaktní metody

- Triangulační skenery**
- TCF a laserové skenery**
- Fotogrammetrie**



Záznam "radiologickými" zobrazovacími přístroji

- CT (Computerized Tomography)**
- MRI (Magnetic Resonance Imaging)**



Záznam "radiologickými" zobrazovacími přístroji

- Povrchové data**
- Objemové data**



Úvod do 3D dat

Mikoláš Jurda

Typy prostorových dat a možnosti záznamu

Digitální modely - formáty 3D dat

Bodyvé modely (pointcloud)

- tvoří se skenováním povrchu objektu v 3D prostoru pomocí laserového nebo světelného senzoru
- každý bod má své souřadnice (x, y, z)
- každý bod má svou barvu (RGB)
- každý bod má svou normálu (vektor)



Ordinální modely (voxels)

- tvoří se skenováním povrchu objektu v 3D prostoru pomocí laserového nebo světelného senzoru
- každý bod má své souřadnice (x, y, z)
- každý bod má svou barvu (RGB)
- každý bod má svou normálu (vektor)



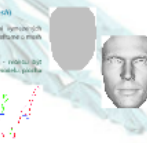
Vektové modely (vectors)

- tvoří se skenováním povrchu objektu v 3D prostoru pomocí laserového nebo světelného senzoru
- každý bod má své souřadnice (x, y, z)
- každý bod má svou barvu (RGB)
- každý bod má svou normálu (vektor)



Polygónové modely (polygons)

- tvoří se skenováním povrchu objektu v 3D prostoru pomocí laserového nebo světelného senzoru
- každý bod má své souřadnice (x, y, z)
- každý bod má svou barvu (RGB)
- každý bod má svou normálu (vektor)



Barvené informace polygonové sítě (textura)

- tvoří se skenováním povrchu objektu v 3D prostoru pomocí laserového nebo světelného senzoru
- každý bod má své souřadnice (x, y, z)
- každý bod má svou barvu (RGB)
- každý bod má svou normálu (vektor)



Formáty 3D modelů

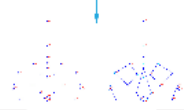
- OBJ
- STL
- PLY
- FBX
- GLTF

Povrchové skenování

Záznam vnější podoby na principu přímého dotyku nebo zpracování světla odraženého od povrchu

Kontaktní metody

- dotykové digitální
- rychlá a přesná metoda pro záznam diskrétních dat (bodů, klíčů) v reálném prostoru



Bezkontaktní metody

Triangulační skenování

- založené na principu trojúhelníkové triangulace
- využívá dva světelné projektorové paprsky a jeden kamerový
- měří rozdíly v dráze světla od povrchu objektu



Fotogrammetrie

- založené na principu fotogrammetrie
- využívá několik fotografií z různých úhlů
- měří rozdíly v dráze světla od povrchu objektu



Objemové skenování

Záznam "radiologickými" zobrazovacími přístroji

Zobrazovací přístroje

- CT
- MRI
- PET
- SPECT
- DEXA

Formáty 3D dat

- DICOM
- NIFTI
- STL
- OBJ
- PLY

3D modely

- 3D modely
- 3D modely
- 3D modely
- 3D modely
- 3D modely

Povrchové data

- povrchové data
- povrchové data
- povrchové data
- povrchové data
- povrchové data



Bi:3307 Záznam a analýza digitálních dat v antropologii

Úvod do 3D dat

Mikoláš Jurda

Velikost modelu - rozlišení

- velikost je počet vrcholů nebo facét (ne každý program udává stejný počet); s se vzrůstajícím počtem prvků modelu vzrůstá velikost počítačové souboru
- rozlišení je počet mmů na reálnou jednotku, vyšší rozlišení automaticky neznamená větší detailnost



Typy prostorových dat a možnosti záznamu

Digitální modely - formáty 3D dat

Bodyový mrak (pointcloud)

- v neprocházlivá (neměly by být charakterizovány x, y, z prostornými souřadnicemi)
- body tvoří mrak "bodů" v souřadnicovém prostoru
- body mohou být přizpůsobeny dle vlastností vzhledu (rgb barvová informace nebo normála)
- bodyový mrak se dá zobrazit a měřit, byť měření vzhledem k měřítku je nepřesné

Drátěný model (wireframe)

- zobrazuje vrcholy (x, y, z) a hrany (hranice) křivé plochy (množství)
- hranice mohou být viditelné a vyznačeny
- vrcholy mohou být viditelné a seřazeny dle vrcholů vrcholu
- vrcholům může být přizpůsobena barevná informace atd.

Velikost modelu - rozlišení

- velikost je počet vrcholů (polygons) (ne každý program udává stejný počet), závislostí na počtu prvků modelu
- velikost závisí na účelu (vizuální kontrola, výška rozlišení, automaticky rozměrná vůči detailům)

Formáty 3D modelů

- .stl - univerzální formát, neobsahuje barevnou informaci, pouze geometrii
- .obj - univerzální formát, obsahuje barevnou informaci, ale není pro animaci vhodný
- .fbx - univerzální formát, obsahuje barevnou informaci, ale není pro animaci vhodný
- .3ds - univerzální formát, obsahuje barevnou informaci, ale není pro animaci vhodný
- .blend - univerzální formát, obsahuje barevnou informaci, ale není pro animaci vhodný
- .dxf - univerzální formát, obsahuje barevnou informaci, ale není pro animaci vhodný
- .ply - univerzální formát, obsahuje barevnou informaci, ale není pro animaci vhodný
- .gltf - univerzální formát, obsahuje barevnou informaci, ale není pro animaci vhodný

Povrchové skenování

Záznam vnější podoby na principu přímého dotyku nebo zpracování světla odraženého od povrchu

Kontaktní metody

- dotykové digitizéry
- rychlá a přesná metoda pro záznam diskrétních dat (bodů, křivek) v reálném prostoru

Bezkontaktní metody

Triangulační skenery

- metoda založená na principu trojúhelníkové triangulace
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku

TOF a fázové skenery

- metoda založená na principu měření času odrazu světla
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku

Fotogrammetrie

- metoda založená na principu měření času odrazu světla
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku

Objemové skenování

Záznam "radiologickými" zobrazovacími přístroji

Záznam objemových dat

Objemové skenování

- zobrazuje vnitřní strukturu objektu
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku

Povrchová data

- metoda založená na principu měření času odrazu světla
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku

Objemová data

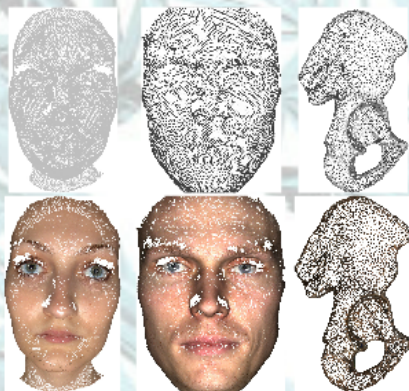
- zobrazuje vnitřní strukturu objektu
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku
- vyžaduje známost minimálně dvou stran trojúhelníku

Dat a možnosti záznamu

Digitální modely - formáty 3D dat

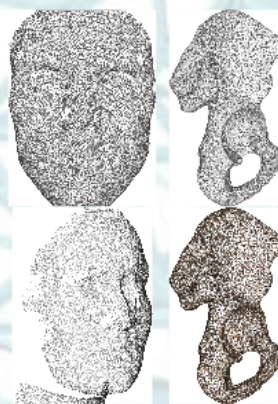
Bodový mrak (pointcloud)

- v nejjednodušší formě body charakterizované x, y, z prostorovými souřadnicemi
- body tvořící mrak "nejsou" v souboru systematicky uspořádány
- bodům mohou být přiřazeny další vlastnosti, například rgb barevná informace nebo normála
- bodový mrak se dá zobrazit a mohou být měřeny vzdálenosti mezi jednotlivými body



Drátěný model (wireframe)

- soustava vrcholů (x, y, z) a hran (edges), které vytvářejí mnohoúhelníky
- hrany mohou vytvářet trojúhelníky a víceúhelníky
- tvoří souřadnice vrcholů a seznam dvojic vrcholů vrcholů
- vrcholům může být přiřazena barevná informace atd.

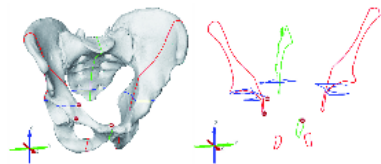


Velikost modelu - rozlišení

- velikost je počet vrcholů nebo facet (ne každý program udává stejný počet!!!) - se vzrůstajícím počtem prvků modelu vzrůstá velikost počítačového souboru
- rozlišení je počet vrcholů na reálnou jednotku, vyšší rozlišení automaticky neznamená větší detailnost

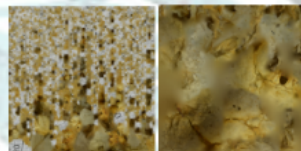
Polygonální síť (polygon mesh)

- soustava vrcholů, hran a jimi vymezených plošek - **facet** (rozdíl mezi wireframe a mesh je často jen ve zobrazení)
- mnohoúhelní, uzavřený objem - mohou být vytvářeny řezy, měřen objem modelu, plocha sítě atd.



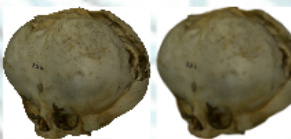
Barevná informace polygonální sítě - textura

- obrázek nesoucí barevnou informaci
- zpravidla detailnější než barevná informace přiřazená jednotlivým vrcholům
- kvalita nezávisí na rozlišení modelu
- více samostatných souborů (např. jpeg), nutnost držet soubory u sebe



Textura

Barva vrcholů



500k vrcholů



20k vrcholů

Formáty 3D modelů

.stl

- vyžaduje uzavřené modely
- neobsahuje žádnou informaci o barvě - ani barvu prvků, ani texturu
- formáty Ascii a Binary (program při exportu dovolí upřesnit formát) - Ascii má uspořádanější data, ale je náročnější

.ply

- schopen nést informaci o barvě vrcholů a polygonů
- může být propojen s texturou
- jediný formát pro Landmark

.obj

- schopen nést informaci o barvě vrcholů a polygonů
- může být propojen s texturou

.vrml

am vnější podoby na principu přímého dotyku
zpracování světla odraženého od povrchu

ezkontaktní metody



Objemové skenování

Záznam

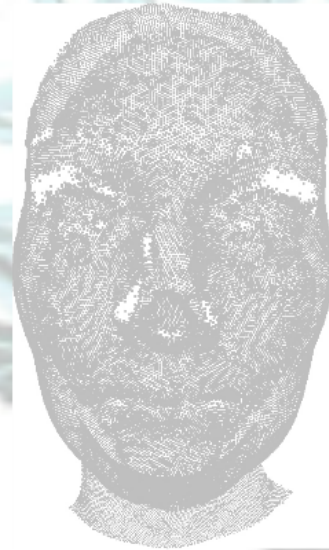
Záznamové objemových dat

Objem

Digitální modely - formáty

Bodový mrak (pointcloud)

- v nejjednodušší formě body charakterizované x, y, z prostorovými souřadnicemi
- body tvořící mrak "nejsou" v souboru systematicky uspořádány
- bodům mohou být přiřazeny další vlastnosti, například rgb barevná informace nebo normála
- bodový mrak se dá zobrazit a mohou být měřeny vzdálenosti mezi jednotlivými body

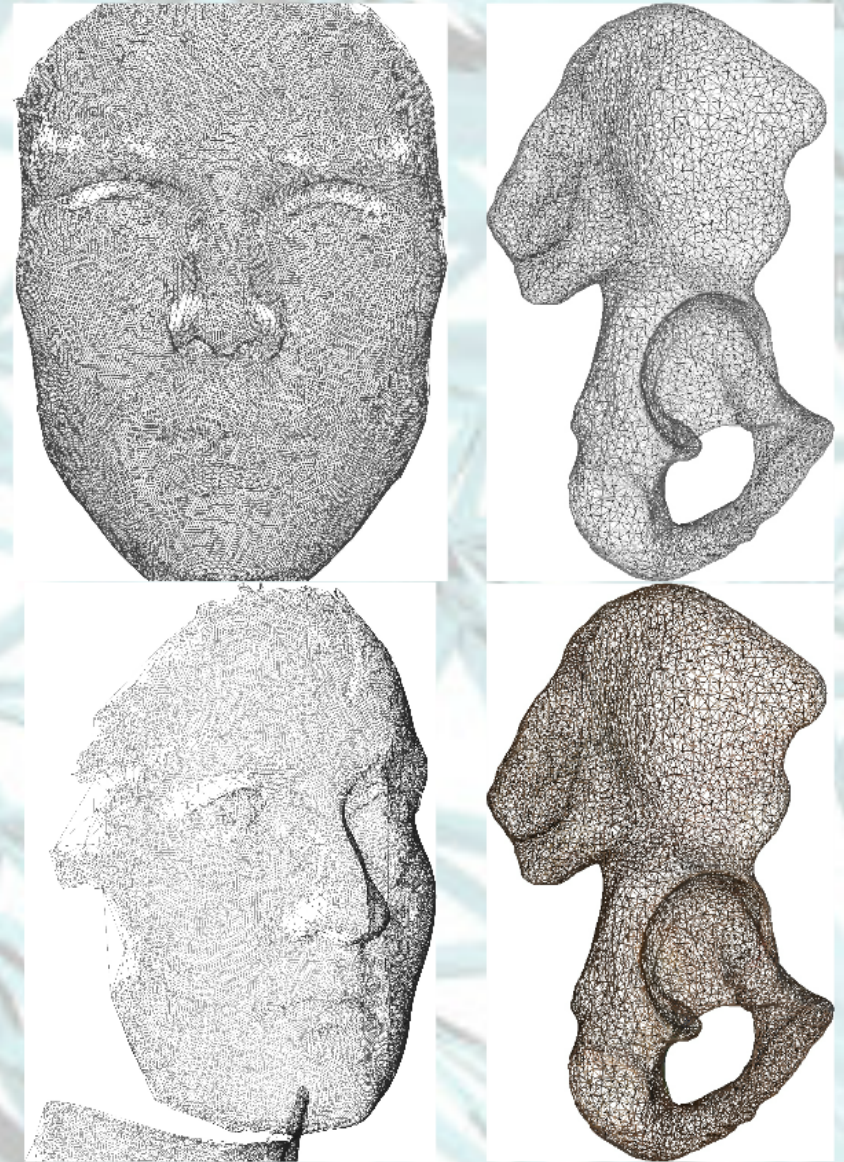


Polygonální síť (polygon mesh)



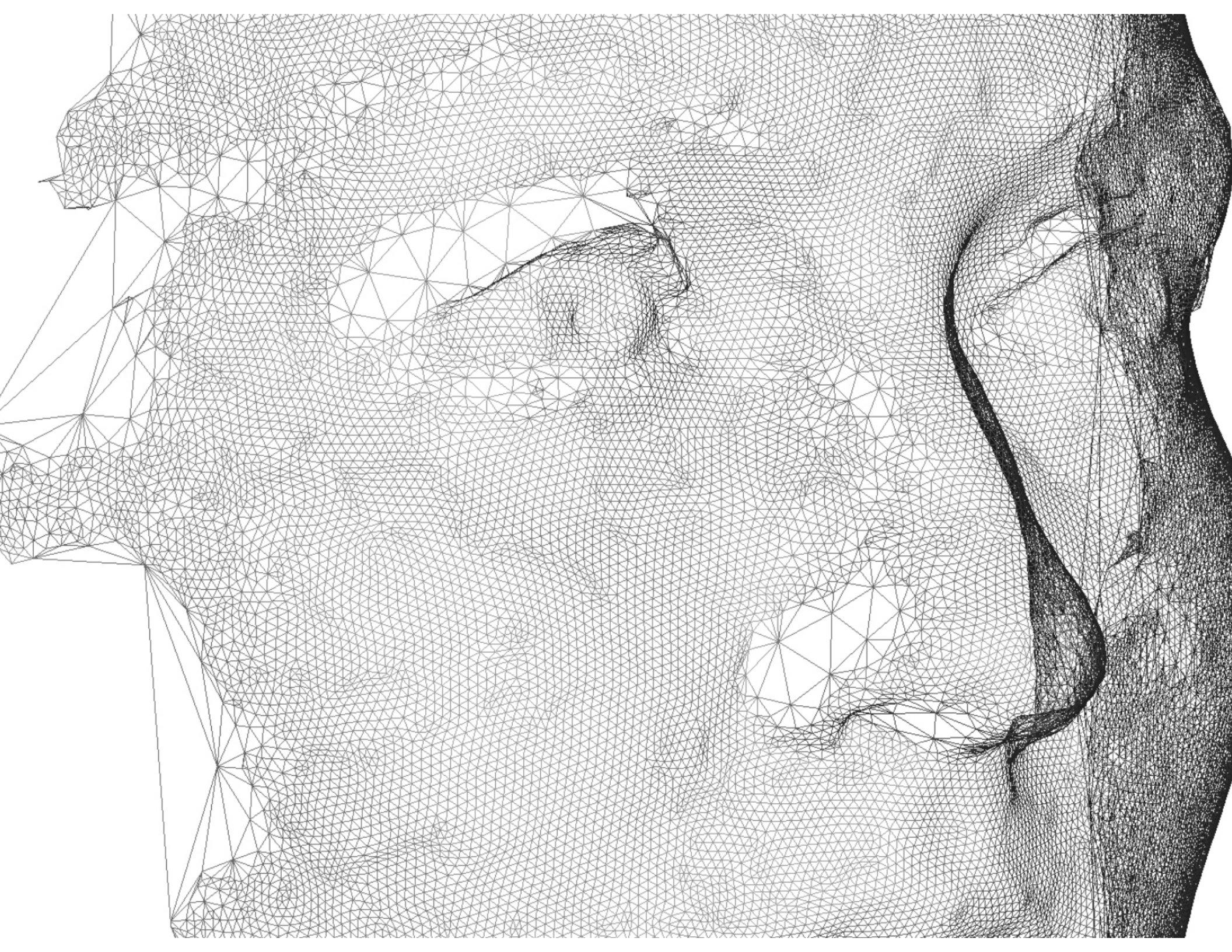
Drátěný model (*wireframe*)

- soustava vrcholů (x, y, z) a hran (edges), které vytvářejí mnohostěn
- hrany mohou vytvářet trojúhelníky a víceúhelníky
- tvoří souřadnice vrcholů a seznam dvojic vrcholů vrcholů
- vrcholům může být přiřazena barevná informace atd.



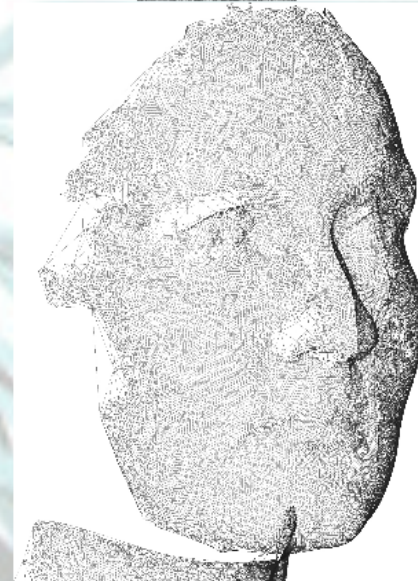
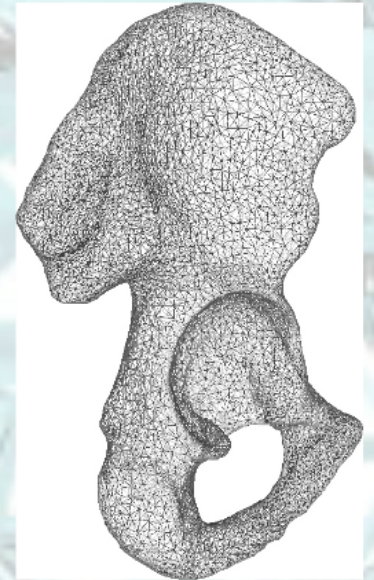
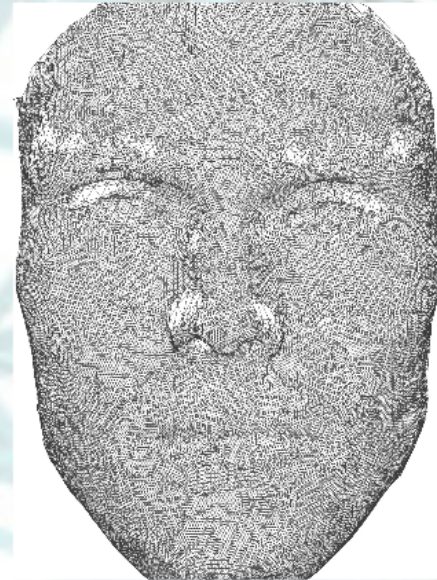
Barevná informace polygonální sítě - textura





Drátěný model (*wireframe*)

- soustava vrcholů (x, y, z) a hran (edges), které vytvářejí mnohostěn
- hrany mohou vytvářet trojúhelníky a víceúhelníky
- tvoří souřadnice vrcholů a seznam dvojic vrcholů vrcholů
- vrcholům může být přiřazena barevná informace atd.



Barevná informace polygonální sítě - textura

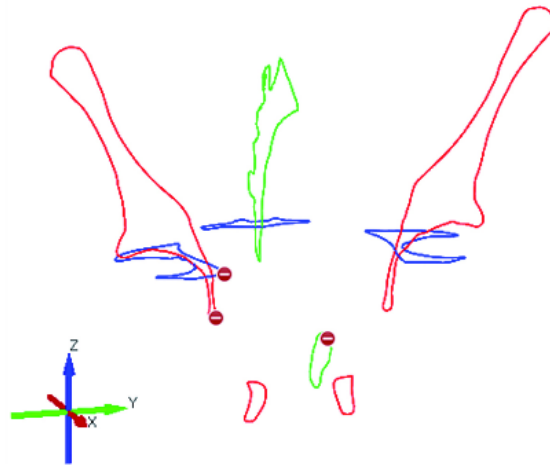
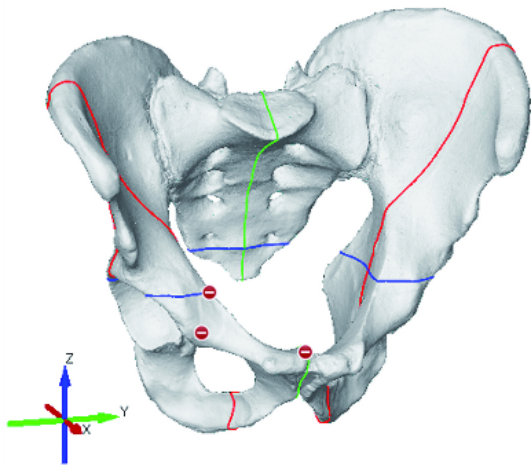
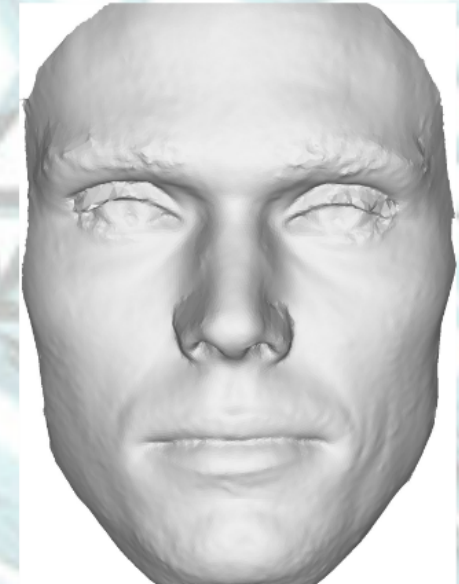


mohou být měřeny vzdálenosti
mezi jednotlivými body



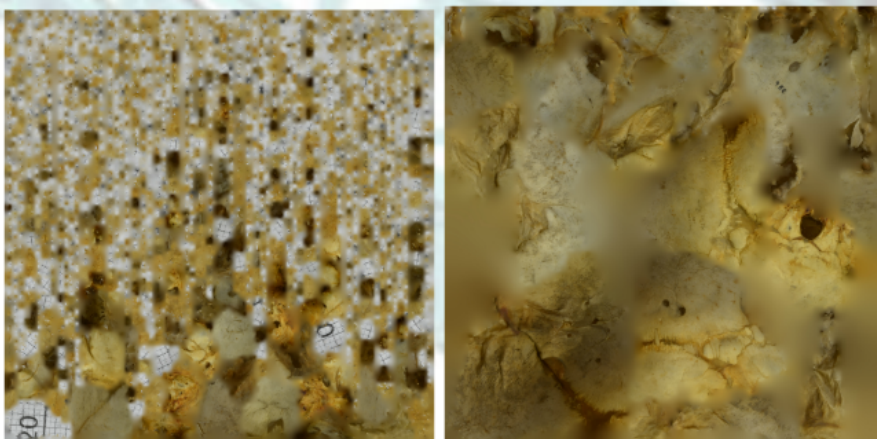
Polygonální síť (*polygon mesh*)

- soustava vrcholů, hran a jimi vymezených plošek - **facet** (rozdíl mezi wireframe a mesh je často jen ve zobrazení)
- mnohostěn, uzavřený objem - mohou být vytvářeny řezy, měřen objem modelu, plocha sítě atd.



Barevná informace polygonální sítě - textura

- obrázek nesoucí barevnou informaci
- zpravidla detailnější než barevná informace přiřazená jednotlivým vrcholům
- kvalita nezávisí na rozlišení modelu
- více samostatných souborů (např. jpeg), nutnost držet soubory u sebe



Textura



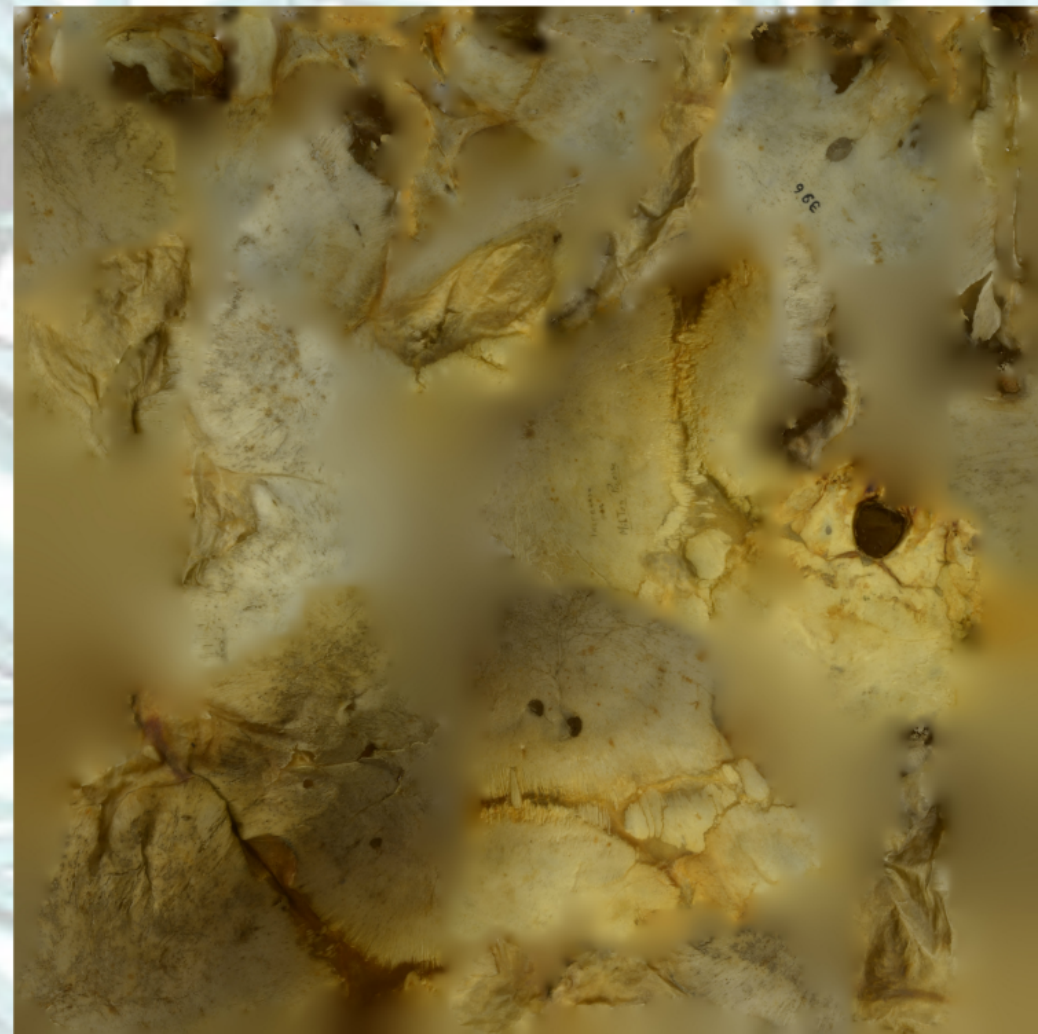
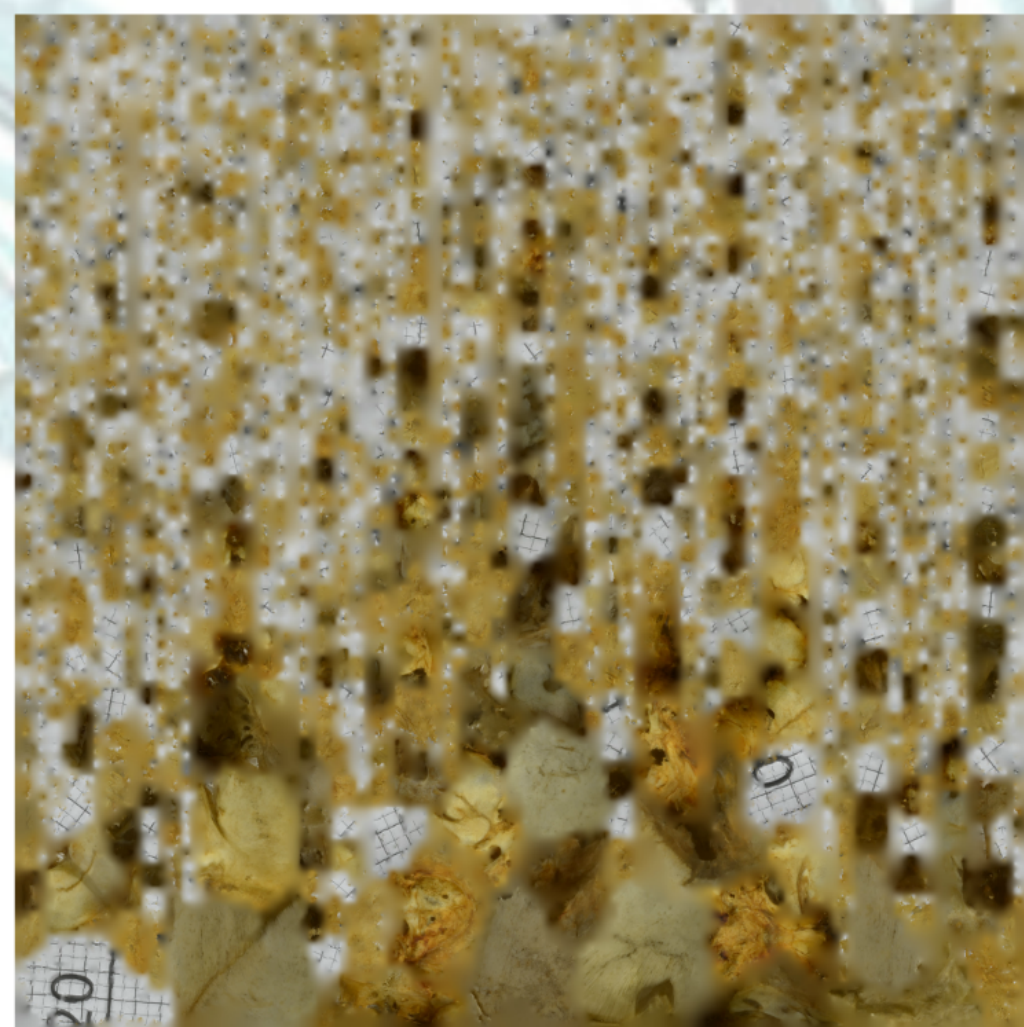
Barva vrcholů



500k vrcholů

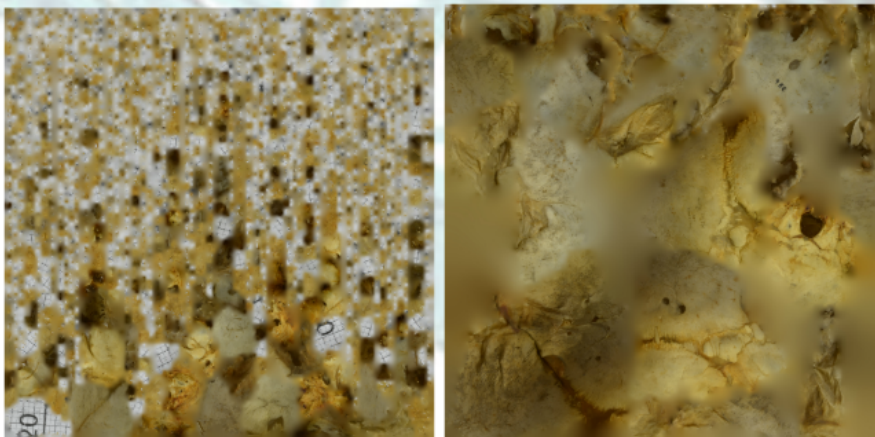
20k vrcholů

le samostatných souborů (např. jpeg),
tnost držet soubory u sebe

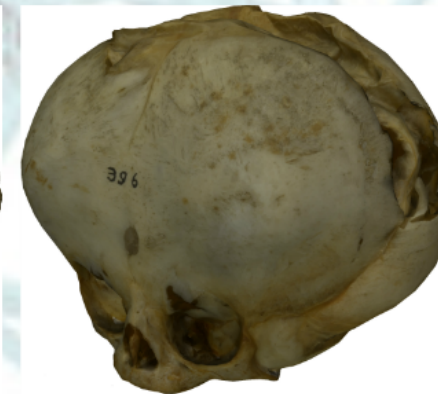
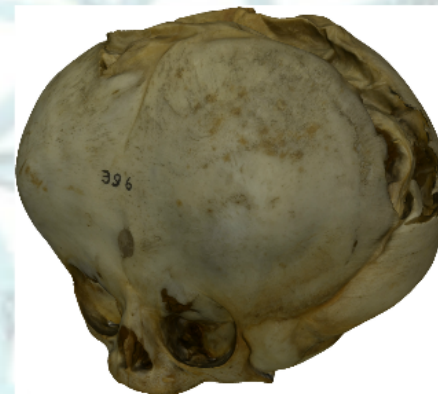


Barevná informace polygonální sítě - textura

- obrázek nesoucí barevnou informaci
- zpravidla detailnější než barevná informace přiřazená jednotlivým vrcholům
- kvalita nezávisí na rozlišení modelu
- více samostatných souborů (např. jpeg), nutnost držet soubory u sebe



Textura



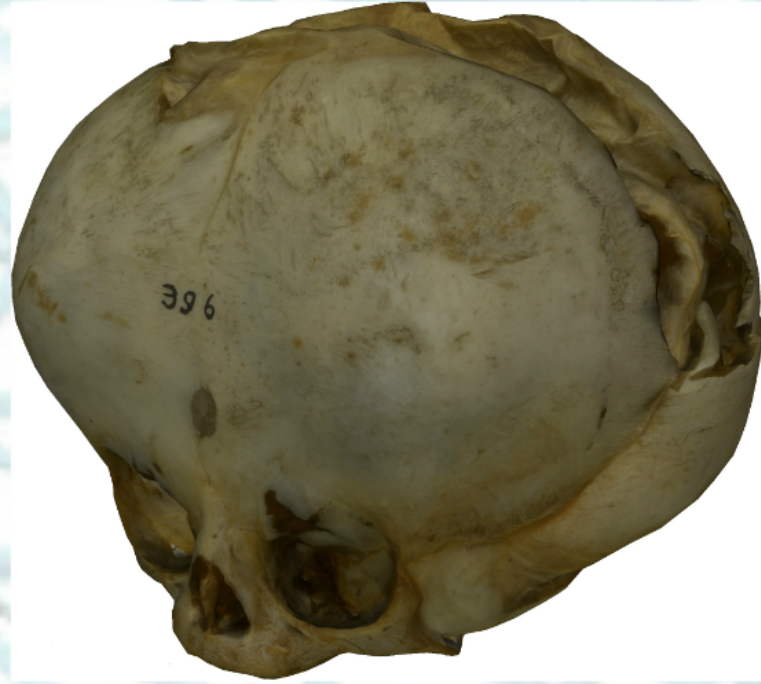
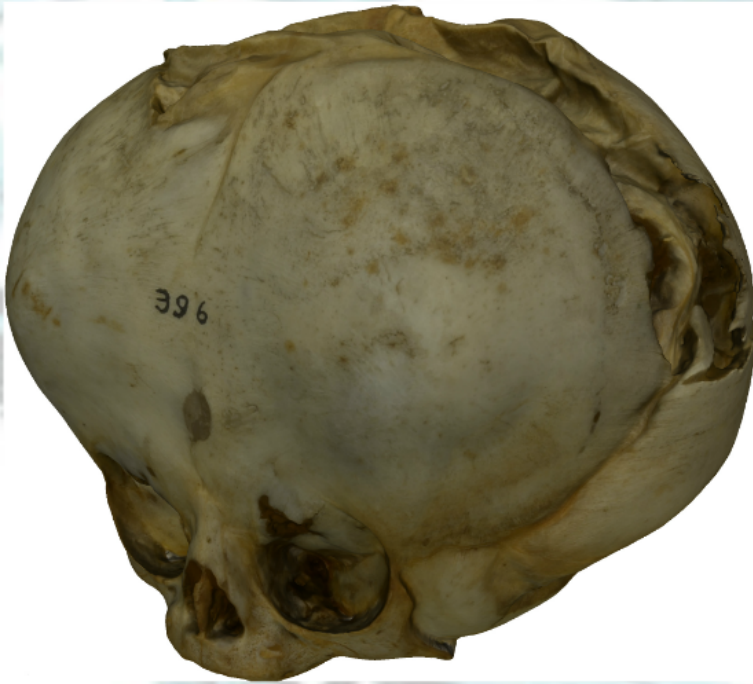
Barva vrcholů



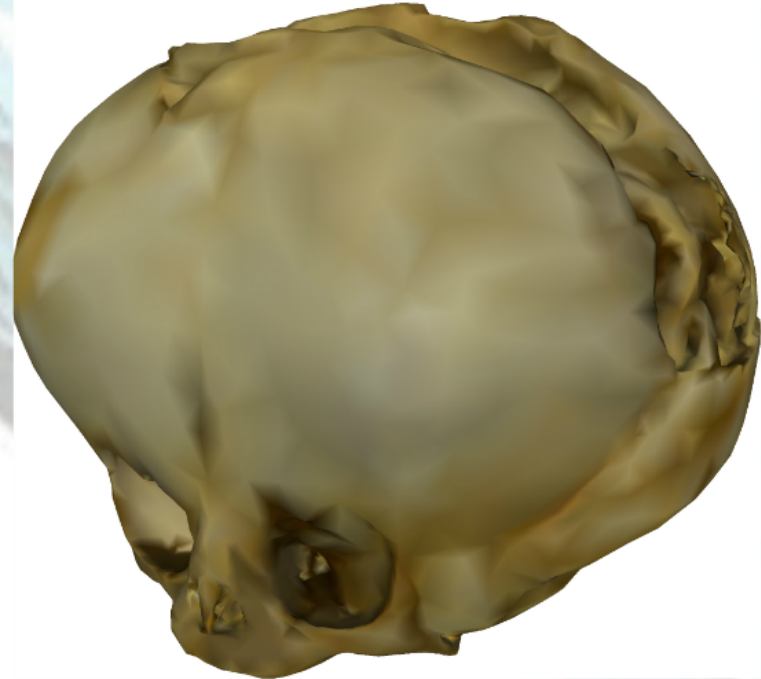
500k vrcholů

20k vrcholů

Textura



Barva vrcholů



500k vrcholů

20k vrcholů

.stl

- vy
- ne
- for
- da

.ply

- sc
- m
- je

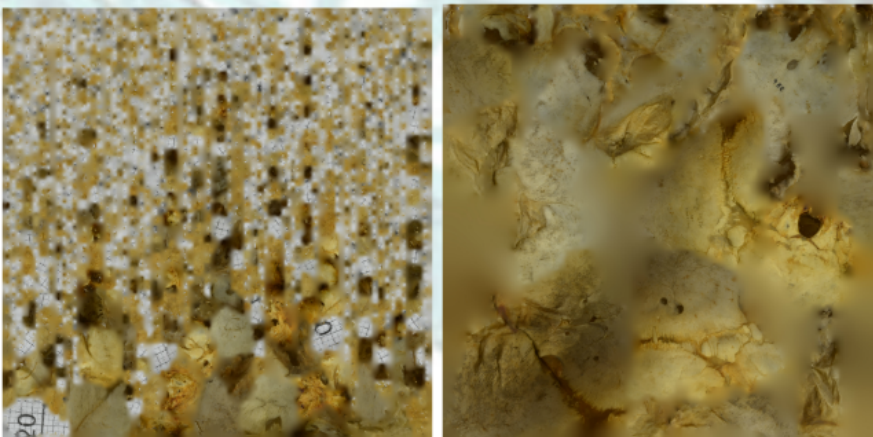
.obj

- sc
- m

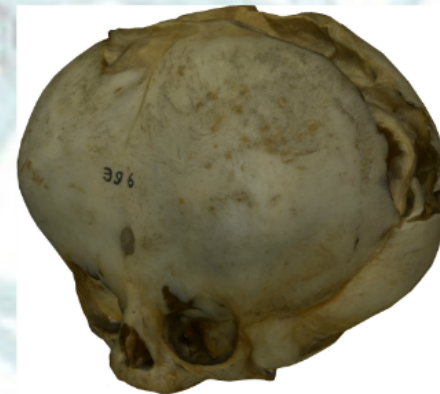
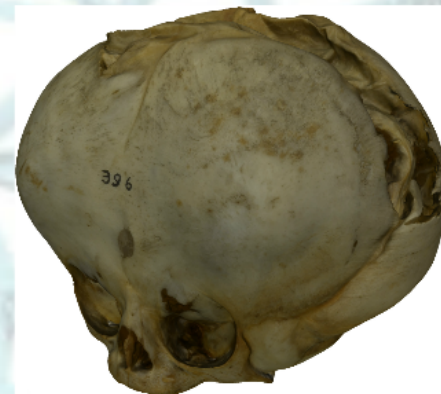
vrch

Barevná informace polygonální sítě - textura

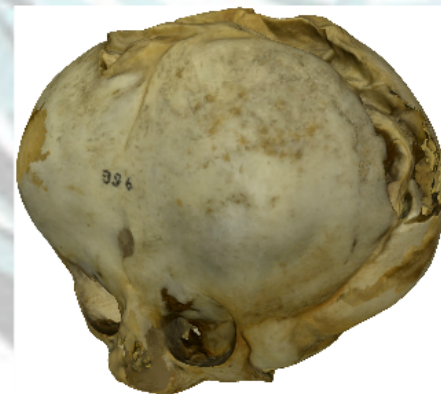
- obrázek nesoucí barevnou informaci
- zpravidla detailnější než barevná informace přiřazená jednotlivým vrcholům
- kvalita nezávisí na rozlišení modelu
- více samostatných souborů (např. jpeg), nutnost držet soubory u sebe



Textura



Barva vrcholů

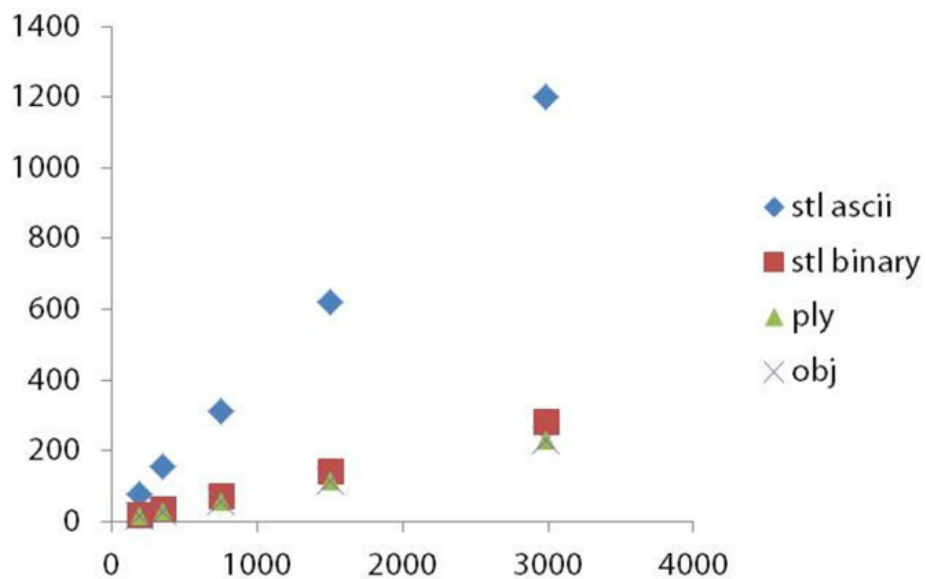


500k vrcholů

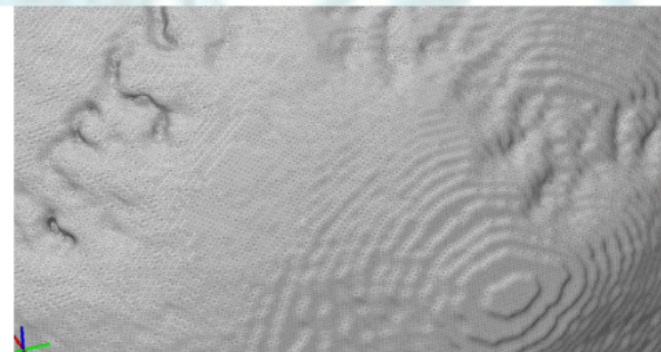
20k vrcholů

Velikost modelu - rozlišení

- velikost je počet vrcholů nebo facet (ne každý program udává stejný počet!!!) - se vzrůstajícím počtem prvků modelu vzrůstá velikost počítačového souboru
- rozlišení je počet vrcholů na reálnou jednotku, vyšší rozlišení automaticky neznamená větší detailnost



Závislost velikosti souboru (osa y) na počtu polygonů modelu (v tisících, osa x)



5 970 tis. polygonů



750 tis. polygonů

Formáty 3D modelů

.stl

- vyžaduje uzavřené modely
- neobsahuje žádnou informaci o barvě - ani barvu prvků, ani texturu
- formáty Ascii a Binary (program při exportu dovolí upřesnit formát) - Ascii má uspořádanější data, ale je náročnější

.ply

- schopen nést informaci o barvě vrcholů a polygonů
- může být propojen s texturou
- jediný formát pro Landmark

.obj

- schopen nést informaci o barvě vrcholů a polygonů
- může být propojen s texturou


.vrml

Typy prostorových dat a možnosti záznamu

Digitální modely - formáty 3D dat


Bodyový mrak (pointcloud)

- v reálném světě (fotografie) charakterizované x, y, z prostornými souřadnicemi
- body tvoří mrak "bodů" v souřadnicích - systematicky uspořádaný
- body mohou být přizpůsobeny dle vlastností například rgb barvová informace nebo normála
- bodyový mrak se dá zobrazit a měřit v 3D měřicí vzdálenosti mezi jednotlivými body



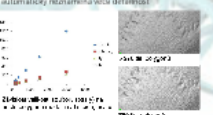
Drátěný model (wireframe)

- skladba vrcholů (x, y, z) a hran (hrady) které tvoří hranobřehost
- hranami mohou vytvářet tříúhelníky a víceúhelníky
- každý souřadnice vrcholů a seznam dvojic vrcholů vrcholů
- vrcholům může být přizpůsobena barevná informace atd.




Velikost modelu - rozlišení

- velikost je počet vrcholů nebo počet (ne každý program udává stejný počet) - závislostí na počtu prvků modelu
- velikost vidění počítačového zobrazování
- rozdílení je počet vrcholů na výšce pohledu, výška rozdílů automaticky rozměrná vůči detailům



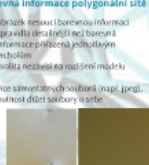
Polygonální síť (polygon mesh)

- skladba vrcholů, hran a jím vymezených plošek - "desek" (každá má svou normálu a může být často jen vlnobřehost)
- meshování, uzavřený útvar - meshové body vytvářejí uzavřený útvar modelu, plocha síť síť



Barevná informace polygonální síť - textura

- obrázek (obrázky barevné informace)
- zpravidla data (nejlépe) barevné informace přizpůsobena jednotlivým vrcholům
- kvůli možnosti na rozdíl modelu
- vše závisí na způsobu (např. jpeg, mipmap) dle požadavků vizuálu



Formáty 3D modelů


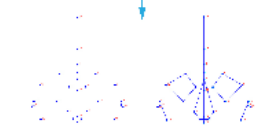
- .stl - univerzální formát modelů - používá se hlavně v 3D tiskárnách, ale také v CAD, 3D animaci a 3D vizualizaci (například v lékařství)
- .obj - 3D modely s texturami a barvami - používá se hlavně v 3D animaci a 3D vizualizaci (například v lékařství)
- .fbx - 3D modely s texturami a barvami - používá se hlavně v 3D animaci a 3D vizualizaci (například v lékařství)
- .blend - 3D modely s texturami a barvami - používá se hlavně v 3D animaci a 3D vizualizaci (například v lékařství)

Povrchové skenování

Záznam vnější podoby na principu přímého dotyku nebo zpracování světla odraženého od povrchu

Kontaktní metody

- dotykové digitizéry
- rychlá a přesná metoda pro záznam diskrétních dat (bodů, křivek) v reálném prostoru

Bezkontaktní metody

Triangulační skenery

- klasický způsob skenování
- vytváří 3D model pomocí triangulační metody
- vytváří 3D model pomocí triangulační metody



TOF a fázové skenery

- časově letící světlo (Time of Flight)
- časově letící světlo (Time of Flight)



Fotogrammetrie

- vytváří 3D model pomocí fotogrammetrie
- vytváří 3D model pomocí fotogrammetrie




Objemové skenování

Záznam "radiologickými" zobrazovacími přístroji

Záznam objemových dat

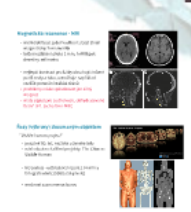
RT (radiologické tomografie)

- vytváří 3D model pomocí RT
- vytváří 3D model pomocí RT



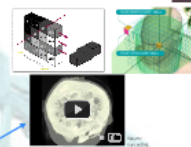
CT (komputerizovaná tomografie)

- vytváří 3D model pomocí CT
- vytváří 3D model pomocí CT



Objemová data

- objemová data jsou záznamy, nejmenší část objemu generované měřicími systémy (jednotlivé body - 256 nebo 4096) charakterizující materiál v objemu vektoru
- objemová data jsou záznamy, nejmenší část objemu generované měřicími systémy (jednotlivé body - 256 nebo 4096) charakterizující materiál v objemu vektoru
- objemová data jsou záznamy, nejmenší část objemu generované měřicími systémy (jednotlivé body - 256 nebo 4096) charakterizující materiál v objemu vektoru



Povrchová data

- metody často poskytují kvalitní model (polygonální síť nebo polygonální, další operace jsou normální vektorové)
- podávají na povrchové charakteristiky
- přímá data jsou bodyový mrak
- metody často poskytují kvalitní model (polygonální síť nebo polygonální, další operace jsou normální vektorové)
- slouží ke záznamu a barvy
- jednodušší technologie, menší objem dat, zpravidla vázané na lepší transportovatelnost vyhledání

Pokud nejsou vnitřní struktury jsou povrchové metody volbou číslo jedna

Objemová data

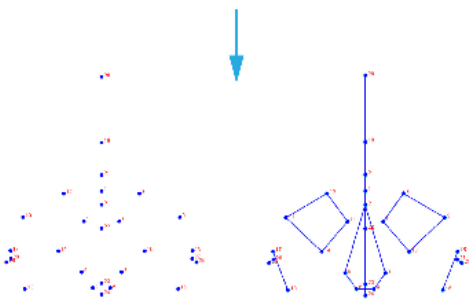
- vytváří přesnější vzhled vzhledu, CT je zdroj potenciální rekonstrukce celku
- podávají na materiální vlastnosti
- přímá data jsou vektorové
- model vzhledu a geometrie - potenciální zdroj nepřesnosti
- rekonstrukční kvalita
- zpravidla vázané na lepší transportovatelnost vyhledání

Povrchové skenování

Záznam vnější podoby na principu přímého dotyku nebo zpracování světla odraženého od povrchu

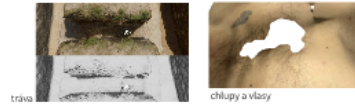
Kontaktní metody

- dotykové digitizéry
- rychlá a přená metoda pro záznam diskretních dat (bodů, křivek) v reálném prostoru



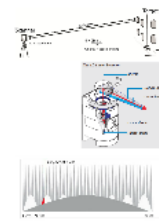
Bezkontaktní metody

- realistický záznam vnější povrchu objektů
- rozlišení až v řádu setin milimetru
- není možná aplikace na průsvitné a průhledné objekty
- problémy s povrchy tvořenými drobnými objekty, které jsou pod rozlišovací schopnost skeneru

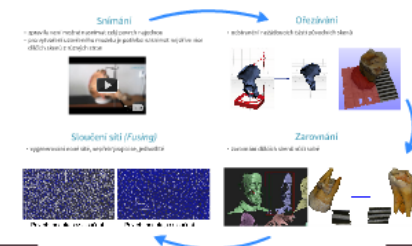


TOF a fázové skenery

- měří scénu na základě doby letu laserového paprsku nebo změny jeho fáze
- velmi rychlý záznam větších scén (až 10 000 bodů/s)
- pro realistický záznam kosterních pozůstatků nedostatečná přesnost

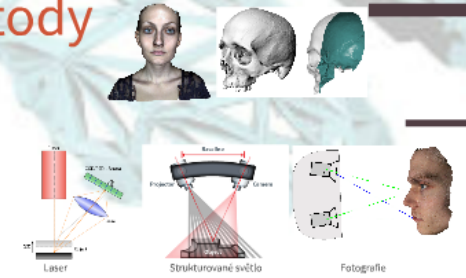


Fáze tvorby modelu optickými skenery



Triangulační skenery

- různá poloha zdroje signálu a přijímače
- od zlomků mm do ca 3 metrů
- rozlišení dáno poměrem velikosti pracovního pole a pixelů záznamové kamery/kamer
- potřeba triangulovat povrch



Laserové skenery

- emitují laserový paprsek
- rozlišení v řádu desetin milimetru
- záznam v řádu sekund až minut (nevhodné pro skenování živých lidí)
- některé materiály (mramor, sklovina) pohlcují laserový paprsek



Skenery se strukturovaným světlem

- promítají kompletní obrázec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,03mm)



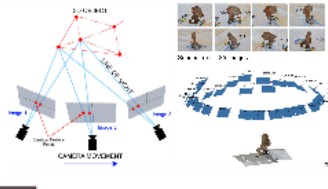
Optické skenery

- triangulují trojúhelníkové souřadnice na základě dvou a více snímků, pořizovaných současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky

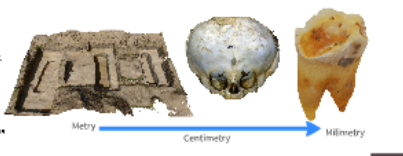


Fotogrammetrie

- rekonstrukce trojrozměrných dat ze série fotografií, zobrazujících digitalizovaný objekt z různých směrů

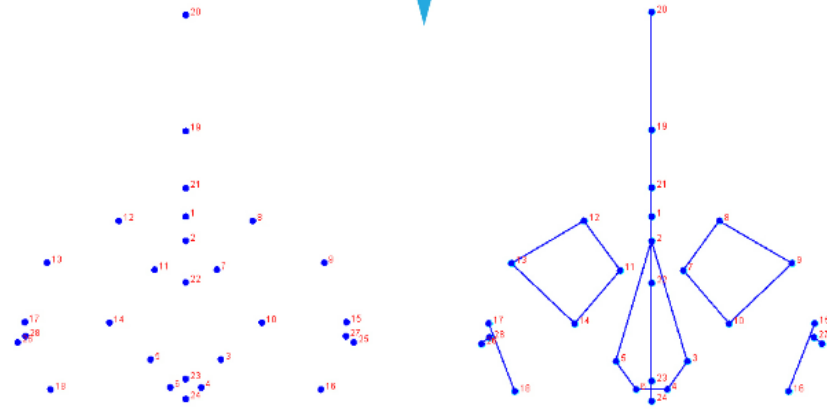
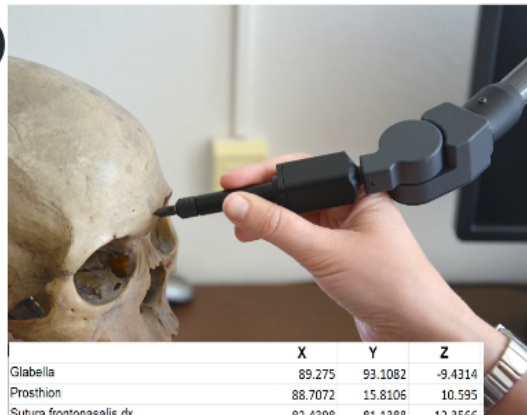


- největší míra flexibilita
- záznam pouze fotografickým
- pokud jde o objekt dobře nafotit, jde i modelovat
- pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou



Kontaktní metody

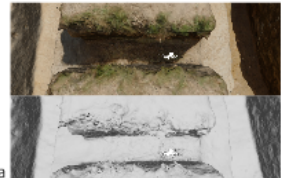
- dotykové digitizéry
- rychlá a přesná metoda pro záznam diskretních dat (bodů, křivek) v reálném prostoru



- realistický záznam vnějšího povrchu objektu
- rozlišení až v řádu setin milimetru

• není možná aplikace na průsvitné a průhledné objekty

• problémy s povrchy tvořenými drobnými detaily
jsou pod rozlišovací schopnost skenerů



tráva

ch

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 za sekundu)
- pro realistický záznam kosterních pozůstatků nedostatečná přesnost



Fáze tvorby modelu optickými skenery

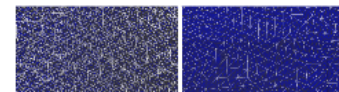
Snímání

- zpravidla není možné nasnímát celý povrch najednou
- pro vytvoření uzavřeného modelu je potřeba nasnímát nejdříve více dílčích snímků z různých stran



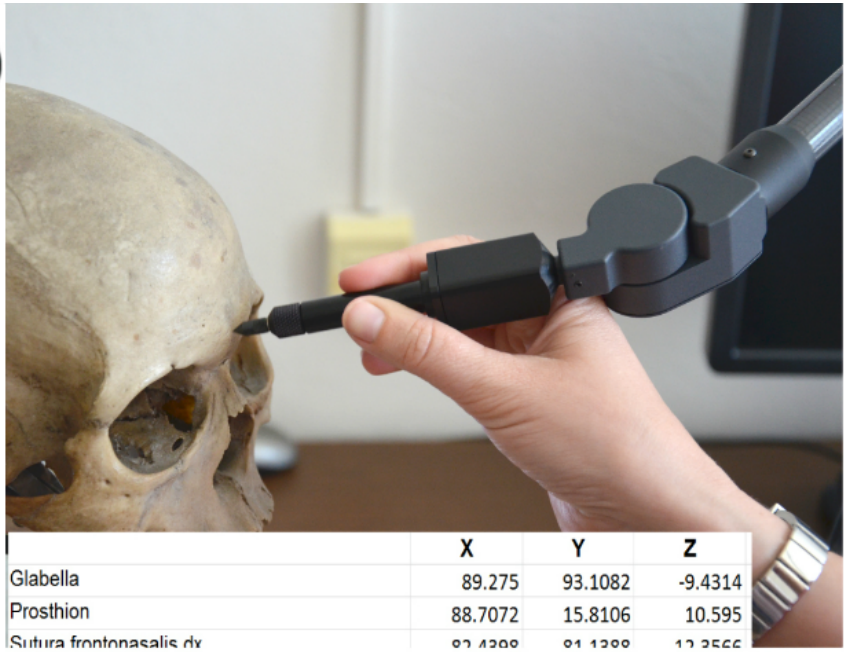
Sloučení sítí (Fusing)

- vygenerování nové sítě, nepřekrývající se, jednotlivé

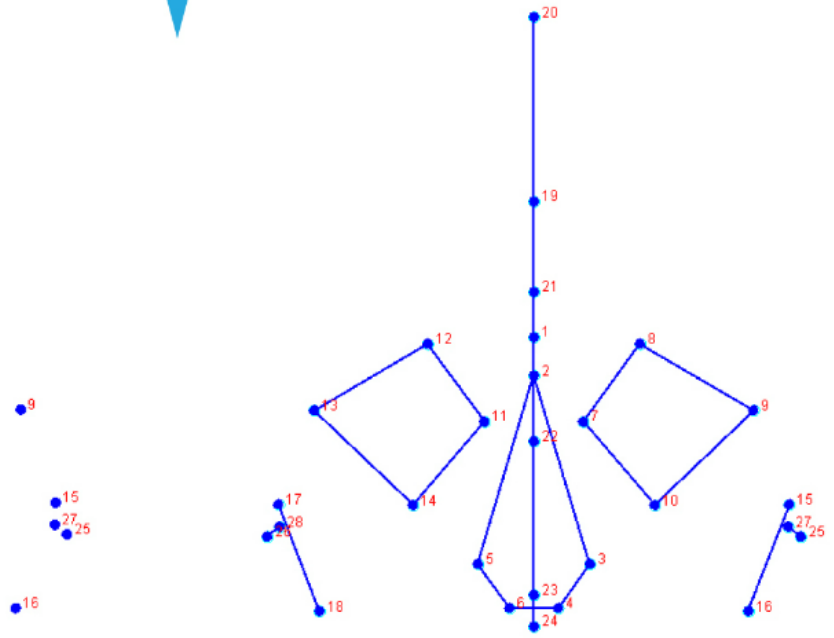
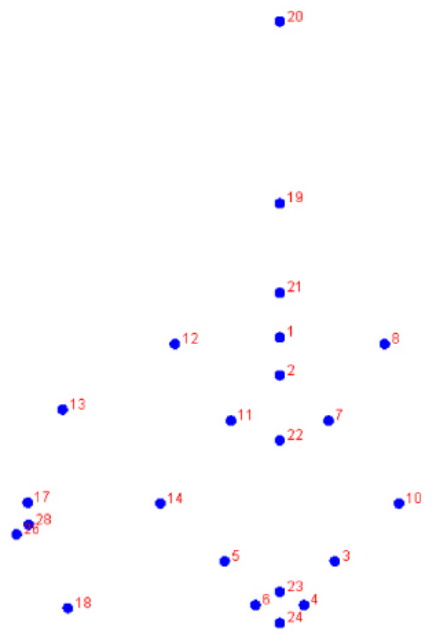


Povrch modelu bez sloučení

Povrch modelu po sloučení



	X	Y	Z
Glabella	89.275	93.1082	-9.4314
Prosthion	88.7072	15.8106	10.595
Sutura frontonasalis dx	97.1399	91.1399	13.2566

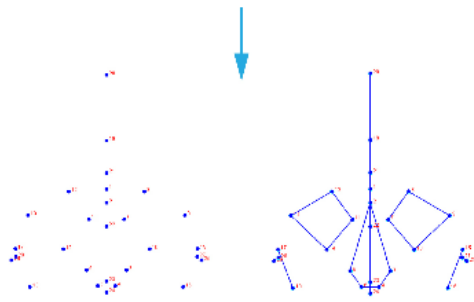


Povrchové skenování

Záznam vnější podoby na principu přímého dotyku nebo zpracování světla odraženého od povrchu

Kontaktní metody

- dotykové digitizéry
- rychlá a přená metoda pro záznam diskretních dat (bodů, křivek) v reálném prostoru



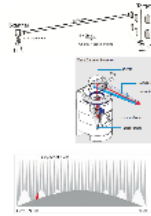
Bezkontaktní metody

- realistický záznam vnější povrchu objektů
- rozlišení až v řádu setin milimetru
- není možná aplikace na průsvitné a průhledné objekty
- problémy s povrchy tvořenými drobnými objekty, které jsou pod rozlišovací schopnost skeneru

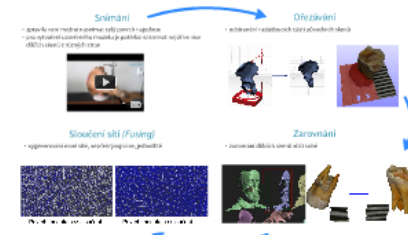


TOF a fázové skenery

- měří scénu na základě doby letu laserového paprsku nebo změny jeho fáze
- velmi rychlý záznam větších scén (až 10 000 bodů/s)
- pro realistický záznam kosterních pozůstatků nedostatečná přesnost

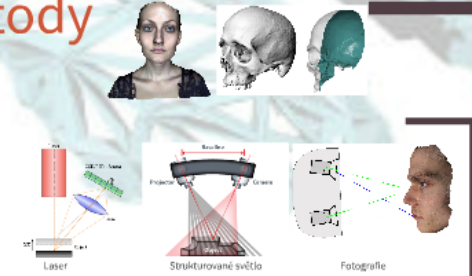


Fáze tvorby modelu optickými skenery



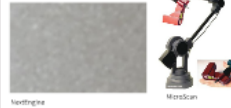
Triangulační skenery

- různá poloha zdroje signálu a přijímače
- od zlomků mm do ca 3 metrů
- rozlišení dáno poměrem velikosti pracovního pole a pixelů záznamové kamery/kamer
- potřeba triangulovat povrch



Laserové skenery

- emitují laserový paprsek
- rozlišení v řádu desetin milimetru
- záznam v řádu sekund až minut (nevhodné pro skenování živých lidí)
- některé materiály (mramor, sklovina) pohlcují laserový paprsek



Skenery se strukturovaným světlem

- promítají kompletní obrázec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,03mm)



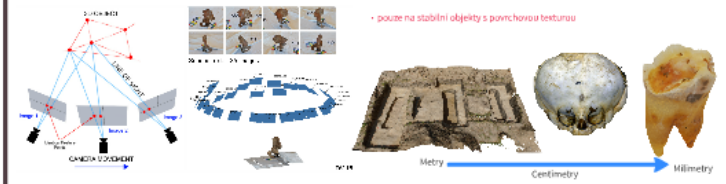
Optické skenery

- triangulují trojúhelníkové souřadnice na základě dvou a více snímků, pořízených současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky



Fotogrammetrie

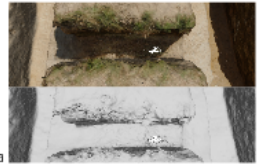
- rekonstrukce trojrozměrných dat ze série fotografií, zobrazujících digitalizovaný objekt z různých směrů
- nejmenší míra flexibilita
- záznam pouze fotoparitám
- pokud jde o objekt dobře nafotit, jde i modelovat
- pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou



Bezkontaktní metody



- realistický záznam vnějšího povrchu objektů
- rozlišení až v řádu setin milimetru
- není možná aplikace na průsvitné a průhledné objekty
- problémy s povrchy tvořenými drobnými objekty, které jsou pod rozlišovací schopnost skenerů



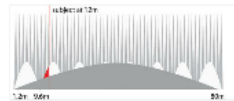
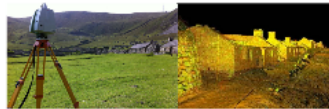
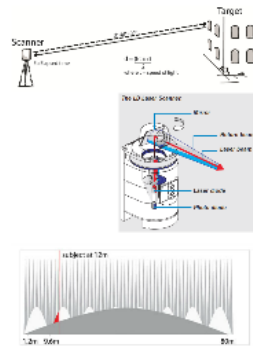
tráva



chlupy a vlasy

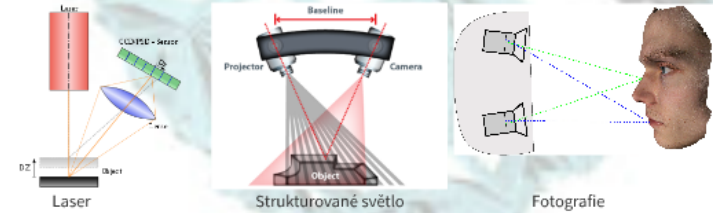
TOF a fázové skenery

- měří scénu na základě doby letu laserového paprsku nebo změny jeho fáze
- velmi rychlý záznam větších scén (až 10 000 bodů/s)
- pro realistický záznam kosterních pozůstatků nedostatečná přesnost



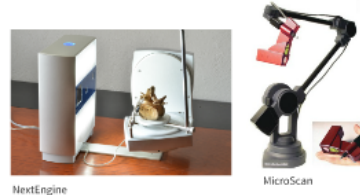
Triangulační skenery

- různá poloha zdroje signálu a přijímače
- od zlomků mm do ca 3 metrů
- rozlišení dáno poměrem velikosti pracovního pole a pixelů záznamové kamery/kamer
- potřeba triangulovat povrch



Laserové skenery

- emitují laserový paprsek
- rozlišení v řádu desetin milimetru
- záznam v řádu sekund až minut (nevhodné pro skenování živých lidí)
- některé materiály (mramor, sklovina) pohlcují laserový paprsek



Skenery se strukturovaným světlem

- promítají komplexní obrazec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,01mm)

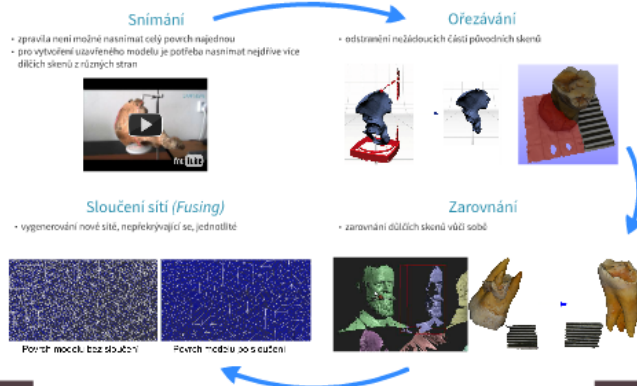


Optické skenery

- triangulují trojrozměrné souřadnice na základě dvou a více snímků, pořízených současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky

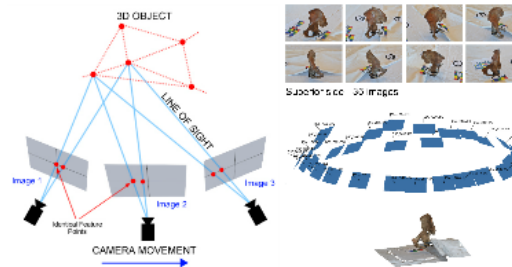


Fáze tvorby modelu optickými skenery

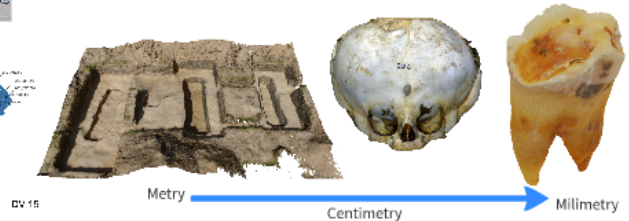


Fotogrammetrie

- rekonstrukce trojrozměrných dat ze série fotografií, zobrazujících digitalizovaný objekt z různých směrů

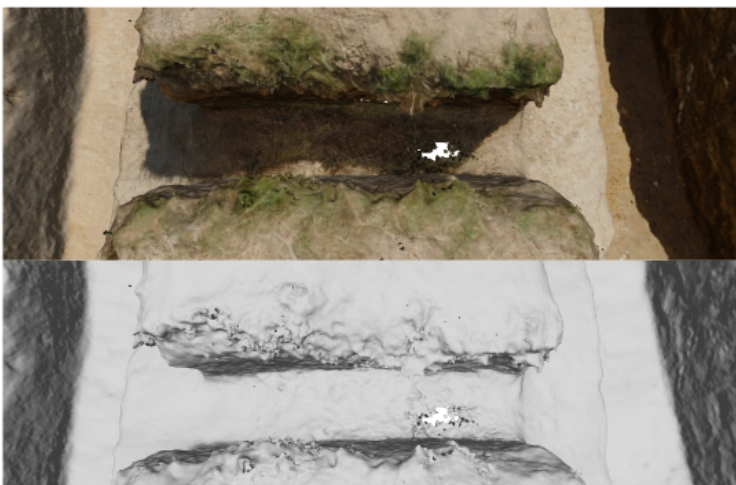


- největší míra flexibility
- záznam pouze fotoaparátem
- pokud jde o dobře nafotit, jde i modelovat
- pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou



Bezkr

- realistický záznam vnějšího povrchu objektů
- rozlišení až v řádu setin milimetru
- není možná aplikace na průsvitné a průhledné objekty
- problémy s povrchy tvořenými drobnými objekty, které jsou pod rozlišovací schopnost skenerů



tráva



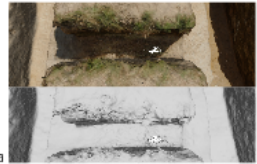
chlupy a vlasy

TOF a fázové skenery

Bezkontaktní metody



- realistický záznam vnějšího povrchu objektů
- rozlišení až v řádu setin milimetru
- není možná aplikace na průsvitné a průhledné objekty
- problémy s povrchy tvořenými drobnými objekty, které jsou pod rozlišovací schopnost skenerů



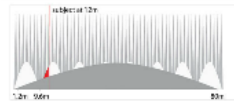
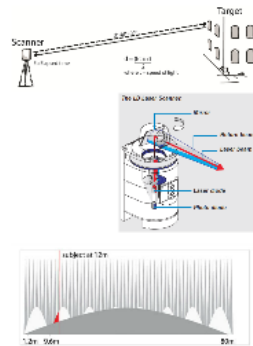
tráva



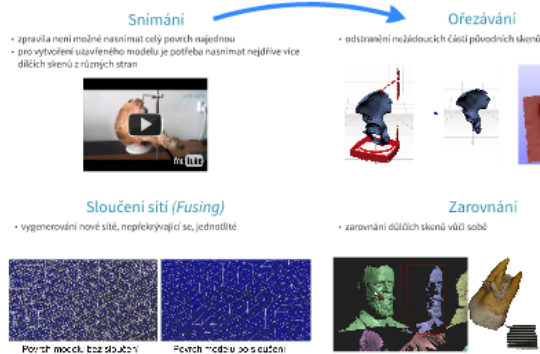
chlupy a vlasy

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 realistický záznam kosterních pozůstatků nedostatečná přesnost

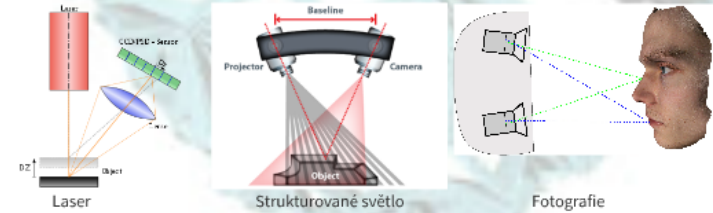


Fáze tvorby modelu optickými skenery



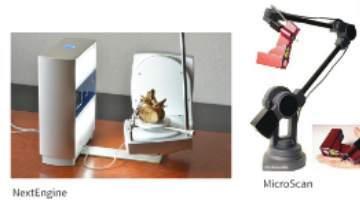
Triangulační skenery

- různá poloha zdroje signálu a přijímače
- od zlomků mm do ca 3 metrů
- rozlišení dáno poměrem velikosti pracovního pole a pixelů záznamové kamery/kamer
- potřeba triangulovat povrch



Laserové skenery

- emitují laserový paprsek
- rozlišení v řádu desetin milimetru
- záznam v řádu sekund až minut (nevhodné pro skenování živých lidí)
- některé materiály (mramor, sklovina) pohlcují laserový paprsek



Skenery se strukturovaným světlem

- promítají komplexní obrazec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,01mm)



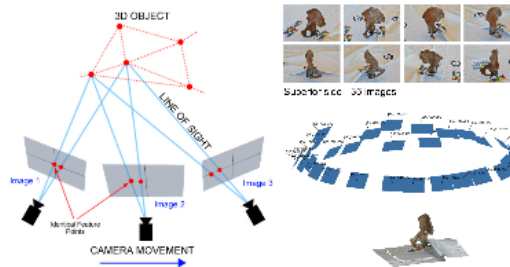
Optické skenery

- triangulují trojrozměrné souřadnice na základě dvou a více snímků, pořízených současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky

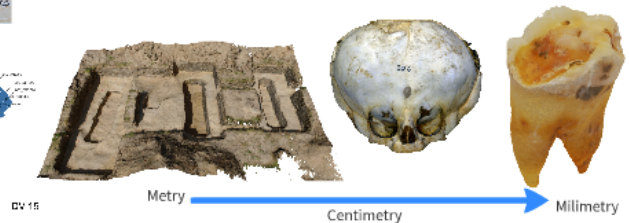


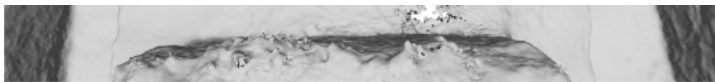
Fotogrammetrie

- rekonstrukce trojrozměrných dat ze série fotografií, zobrazujících digitalizovaný objekt z různých směrů



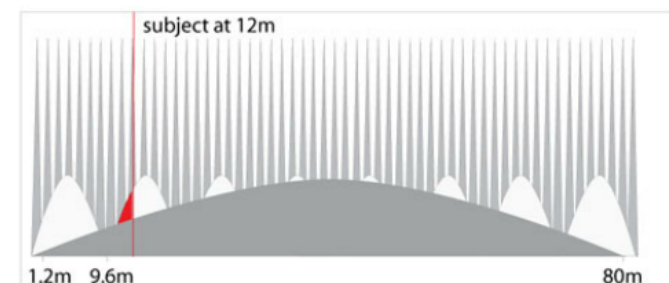
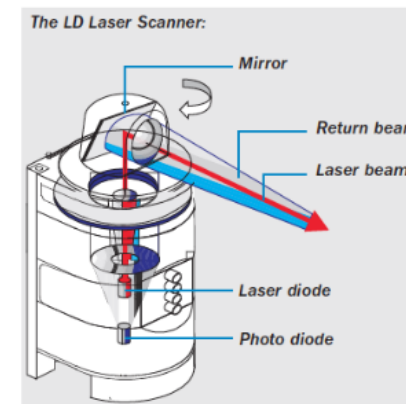
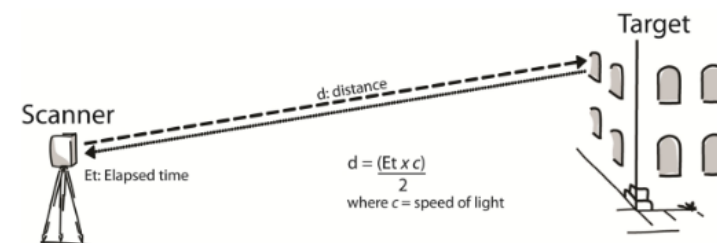
- největší míra flexibility
- záznam pouze fotoaparátem
- pokud jde o dobře nafotit, jde i modelovat
- pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou





TOF a fázové skenery

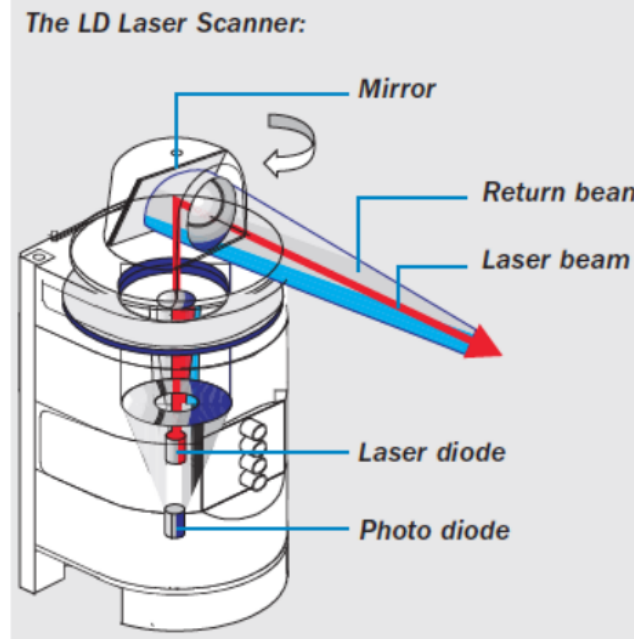
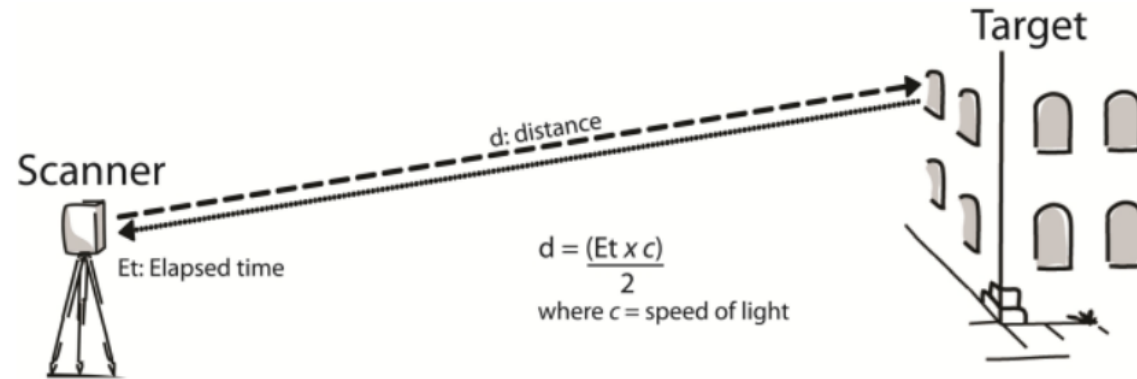
- měří scénu na základě doby letu laserového paprsku nebo změny jeho fáze
- velmi rychlý záznam větších scén (až 10 000 bodů/s)
- pro realistický záznam kosterních pozůstatků nedostatečná přesnost

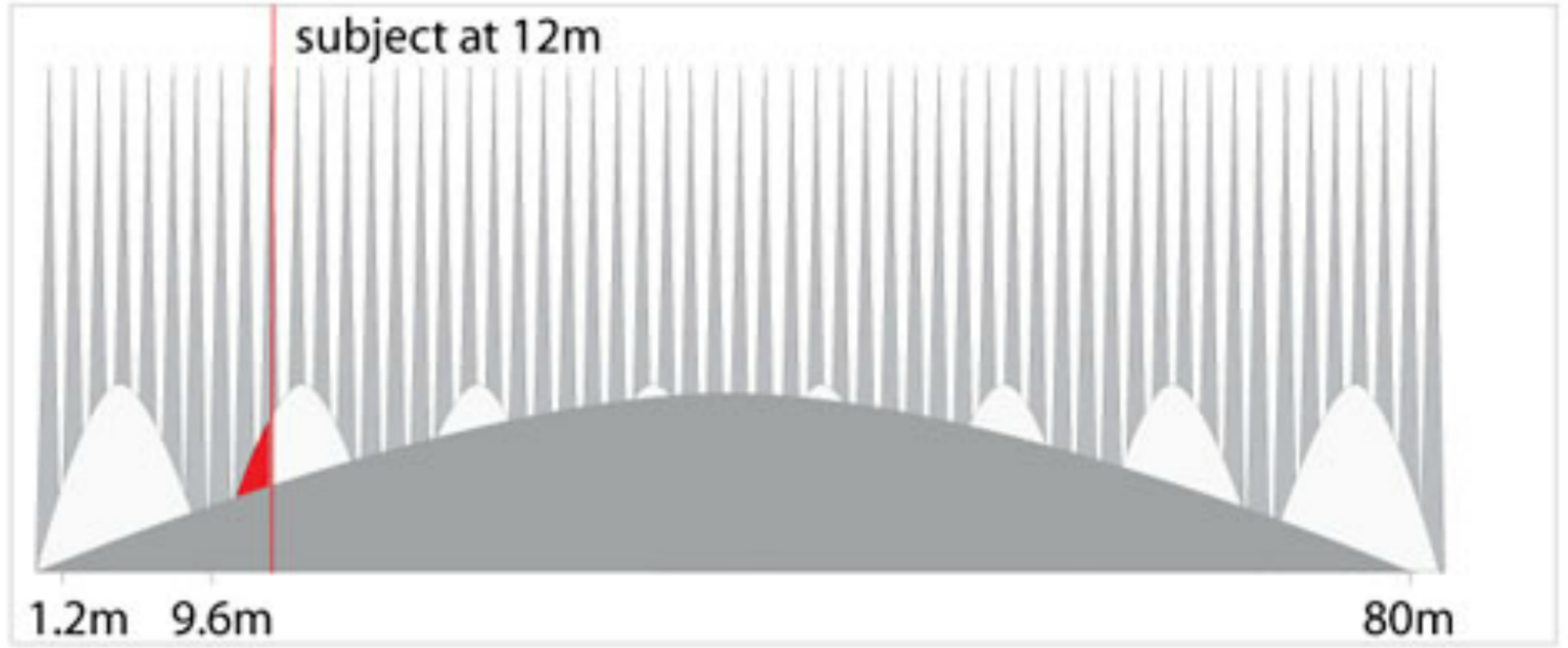


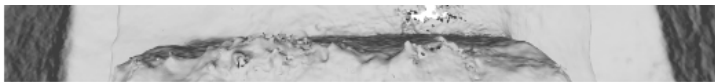
vého paprsku

0 000 bodů/s)

statků

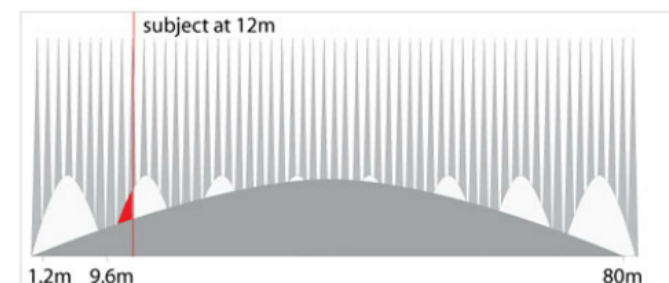
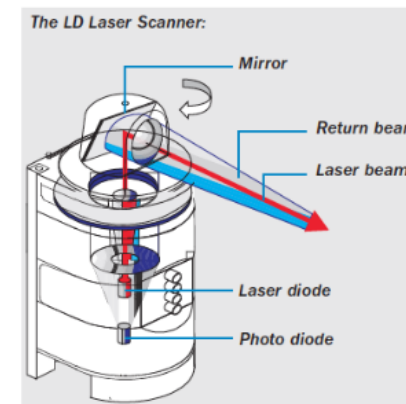
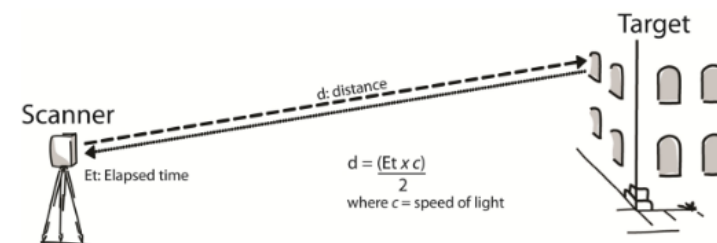






TOF a fázové skenery

- měří scénu na základě doby letu laserového paprsku nebo změny jeho fáze
- velmi rychlý záznam větších scén (až 10 000 bodů/s)
- pro realistický záznam kosterních pozůstatků nedostatečná přesnost



Triangulační skenery

- různá poloha zdroje signálu a přijímače
- od zlomků mm do ca 3 metrů
- rozlišení dáno poměrem velikosti pracovního pole a pixelů záznamové kamery/kamer
- potřeba triangulovat povrch

Laserové skenery

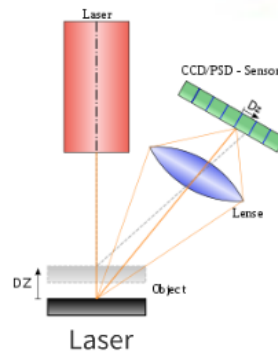
- emitují laserový paprsek
- rozlišení v řádu desetin milimetru
- záznam v řádu sekund až minut (nevhodné pro skenování živých lidí)
- některé materiály (mramor, sklovina) pohlcují laserový paprsek



NextEngine



MicroScan



Skenery se strukturovaným světlem

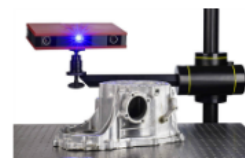
- promítají komplexní obrazec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,01mm)



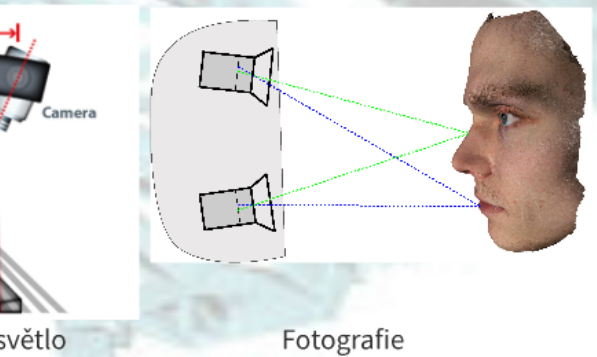
Promítaná mřížka



Microsoft Kinect



Atos Scanner



Optické skenery

- triangulují trojrozměrné souřadnice na základě dvou a více snímků, pořízených současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky



XT Vectra



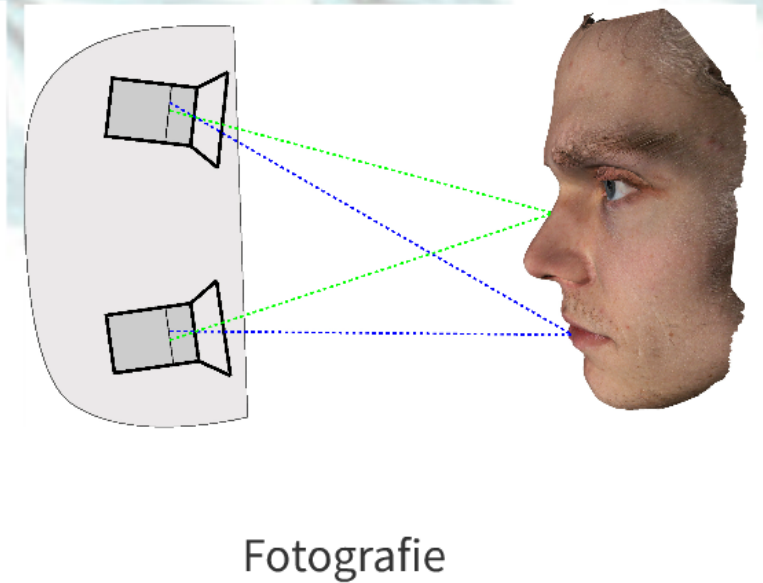
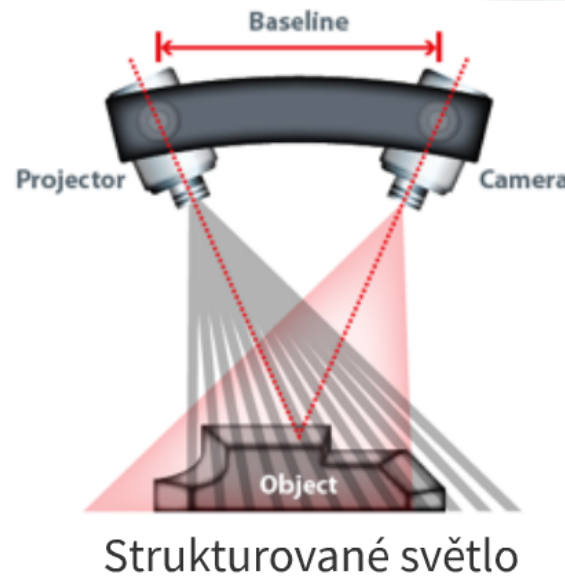
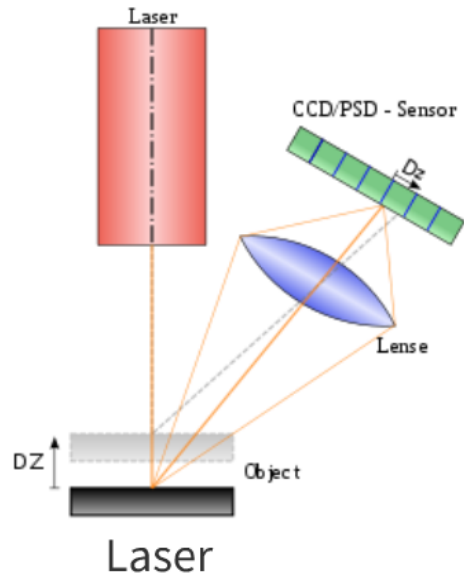
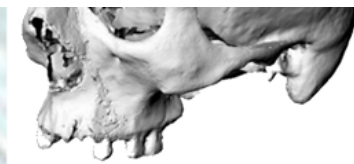
Fuel 3D



RealSense

Fotogrammetrie

- největší míra flexibility



Skenery se strukturovaným světlem

- promítají komplexní obrazec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,01mm)

Optické skenery

- triangulují trojrozměrné souřadnice na základě dvou a více snímků, pořízených současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky



Triangulační skenery

- různá poloha zdroje signálu a přijímače
- od zlomků mm do ca 3 metrů
- rozlišení dáno poměrem velikosti pracovního pole a pixelů záznamové kamery/kamer
- potřeba triangulovat povrch

Laserové skenery

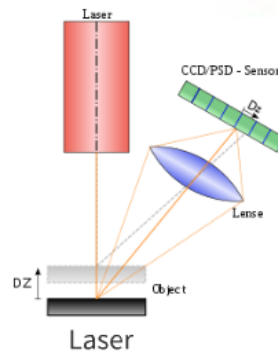
- emitují laserový paprsek
- rozlišení v řádu desetin milimetru
- záznam v řádu sekund až minut (nevhodné pro skenování živých lidí)
- některé materiály (mramor, sklovina) pohlcují laserový paprsek



NextEngine



MicroScan



Skenery se strukturovaným světlem

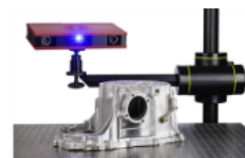
- promítají komplexní obrazec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,01mm)



Promítaná mřížka



Microsoft Kinect



Atos Scanner



XT Vectra



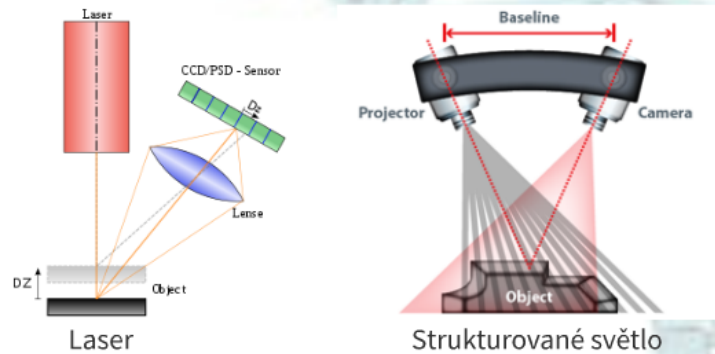
Fuel 3D



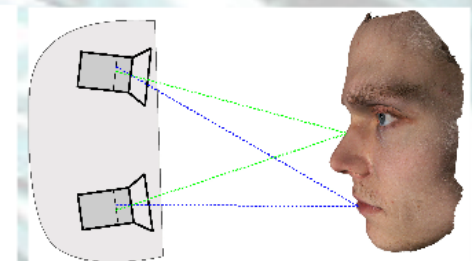
RealSense

Optické skenery

- triangulují trojrozměrné souřadnice na základě dvou a více snímků, pořízených současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky



Strukturované světlo



Fotografie

Fotogrammetrie

- největší míra flexibility

Laserové skenery

- emitují laserový paprsek
- rozlišení v řádu desetin milimetru
- záznam v řádu sekund až minut (nevhodné pro skenování živých lidí)
- některé materiály (mramor, sklovina) pohlcují laserový paprsek



NextEngine



MicroScan

Skene

- pron
- rych
- sken
- rozli



Microsoft K

Skenery se strukturovaným světlem

Optické

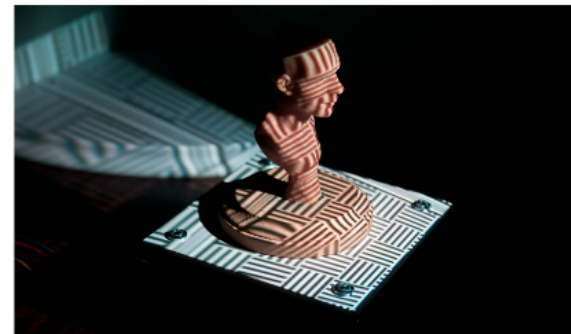
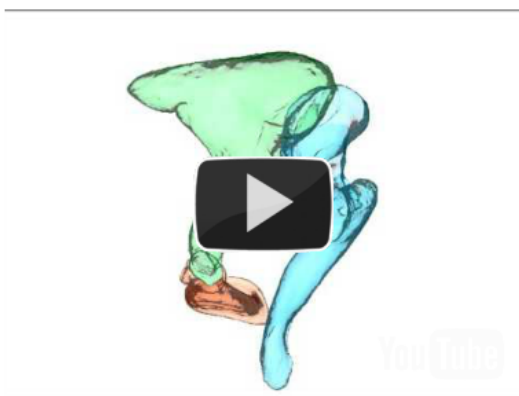
- promítají komplexní obrazec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,01mm)

- triangulace
základě
současnosti

- velmi rychlé
• potřebují

dné pro

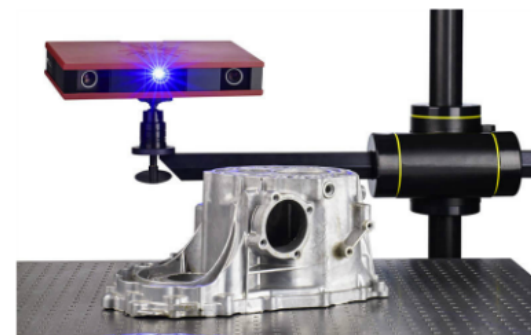
ohlucují



Promítaná mřížka



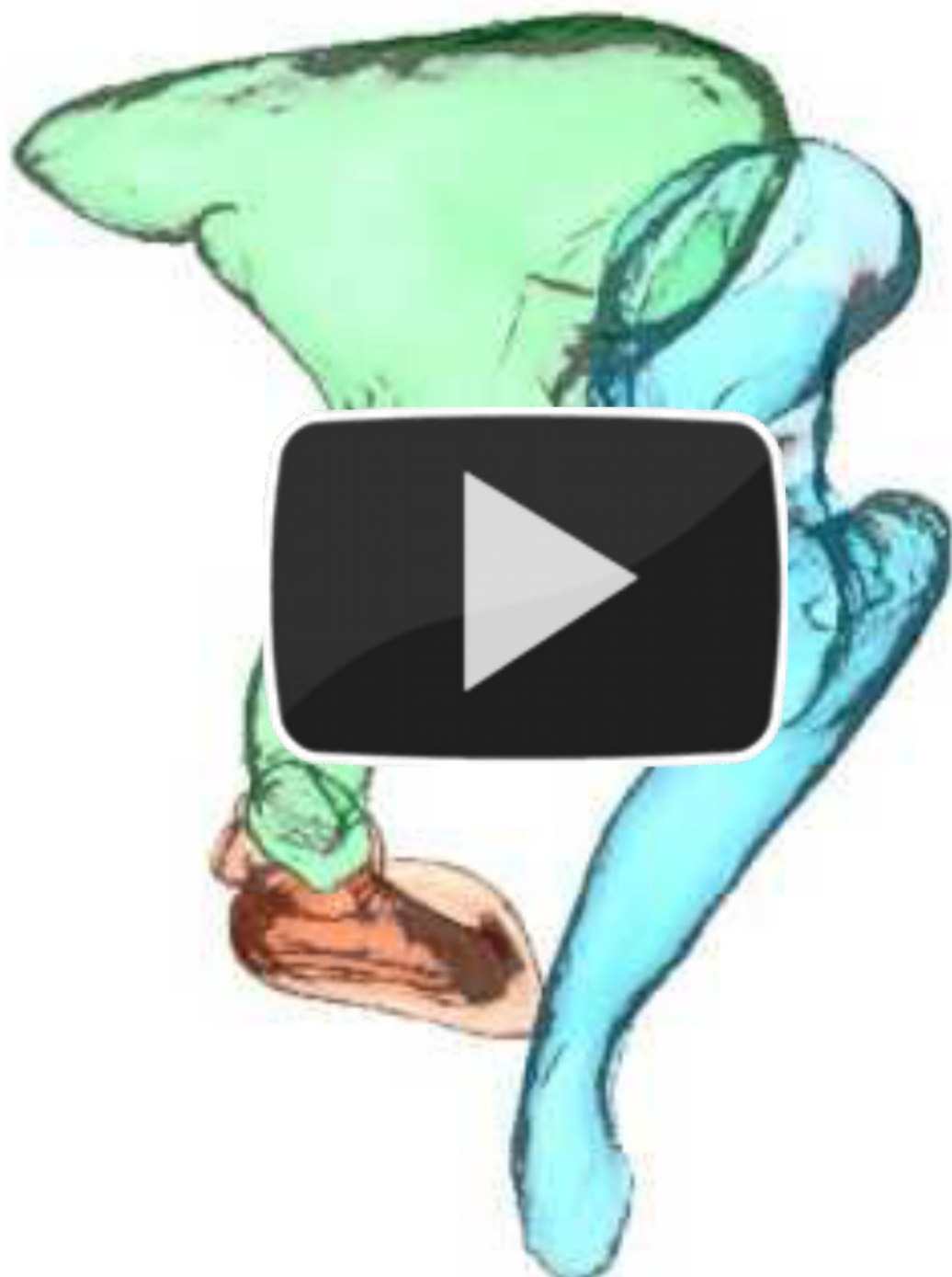
Microsoft Kinect



Atos Scanner



XT
Vectra



You Tube

Skenery se strukturovaným světlem

Optické

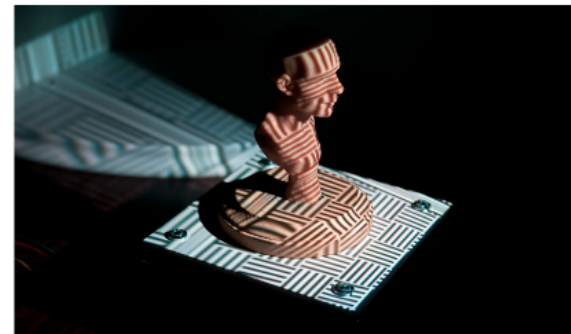
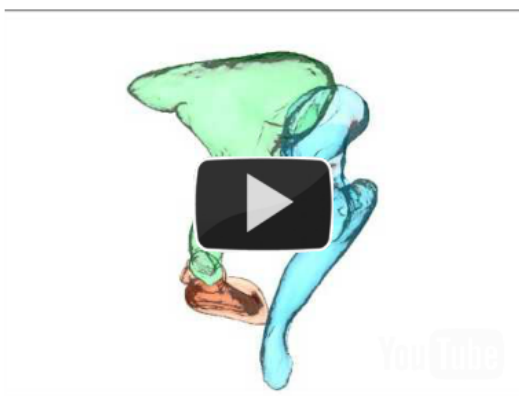
- promítají komplexní obrazec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,01mm)

- triangulace
základě
současnosti

- velmi rychlé
- potřebují

dné pro

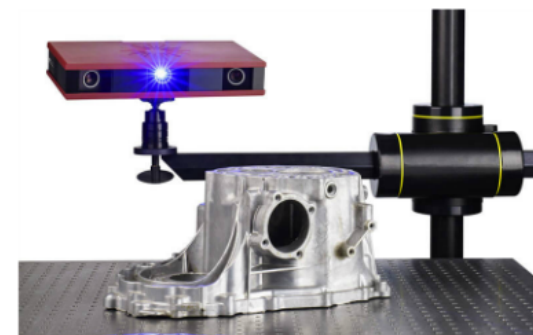
ohlucují



Promítaná mřížka



Microsoft Kinect



Atos Scanner

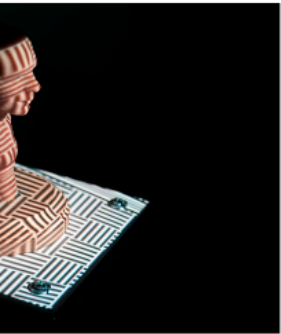


XT
Vectra

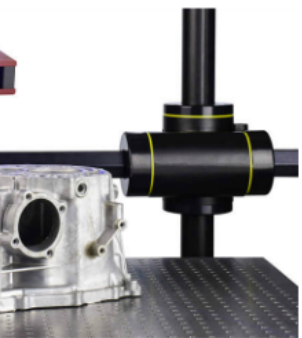
čtlem

Optické skenery

- triangulují trojrozměrné souřadnice na základě dvou a více snímků, pořízených současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky



a



r



XT
Vectra



Fuel 3D



RealSense

Fáze tvorby modelu optickými skenery

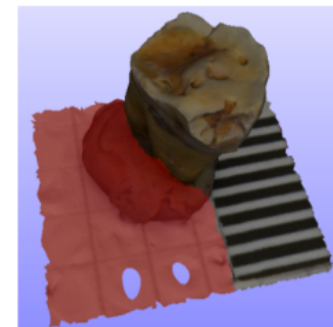
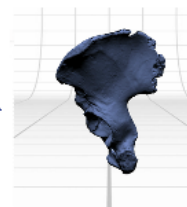
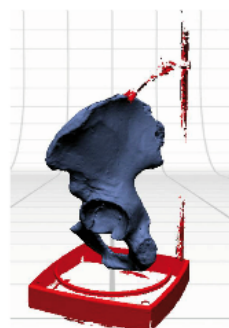
Snímání

- zprava není možné nasnímat celý povrch najednou
- pro vytvoření uzavřeného modelu je potřeba nasnímat nejdříve více dílčích skenů z různých stran



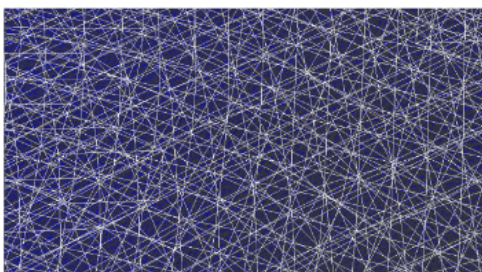
Ořezávání

- odstranění nežádoucích částí původních skenů

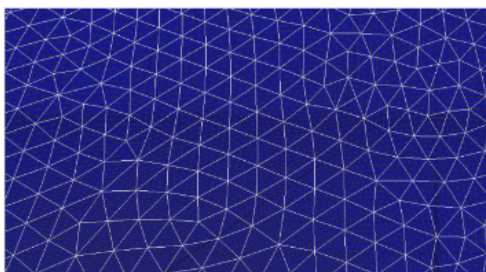


Sloučení sítí (*Fusing*)

- vygenerování nové sítě, nepřekrývající se, jednotlité



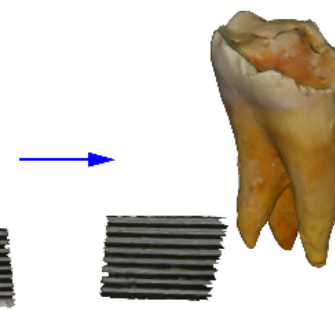
Povrch modelu bez sloučení



Povrch modelu po sloučení

Zarovnání

- zarovnání dílčích skenů vůči sobě



Snímání

- zpravidla není možné nasnímat celý povrch najednou
- pro vytvoření uzavřeného modelu je potřeba nasnímat nejdříve více dílčích skenů z různých stran



Fáze tvorby modelu optickými skenery

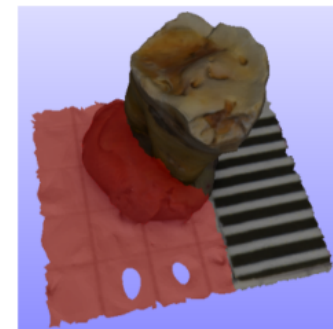
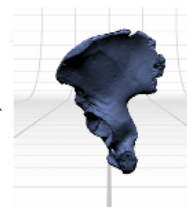
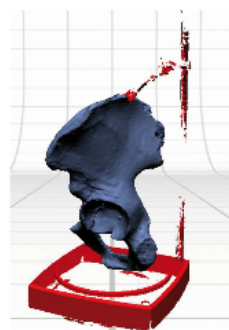
Snímání

- zprava není možné nasnímat celý povrch najednou
- pro vytvoření uzavřeného modelu je potřeba nasnímat nejdříve více dílčích skenů z různých stran



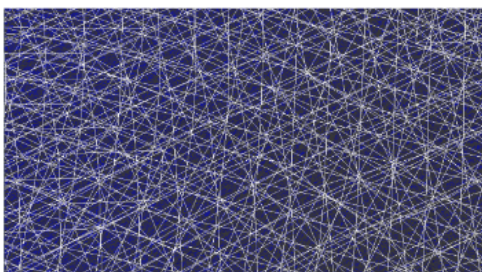
Ořezávání

- odstranění nežádoucích částí původních skenů

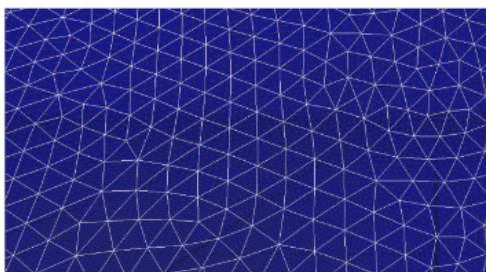


Sloučení sítí (*Fusing*)

- vygenerování nové sítě, nepřekrývající se, jednotlité



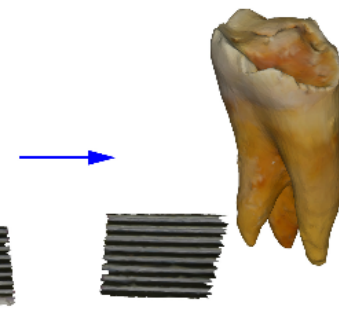
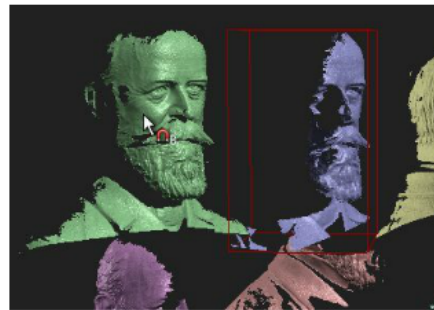
Povrch modelu bez sloučení



Povrch modelu po sloučení

Zarovnání

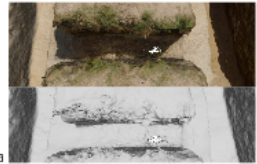
- zarovnání dílčích skenů vůči sobě



Bezkontaktní metody



- realistický záznam vnějšího povrchu objektů
- rozlišení až v řádu setin milimetru
- není možná aplikace na průsvitné a průhledné objekty
- problémy s povrchy tvořenými drobnými objekty, které jsou pod rozlišovací schopnost skenerů



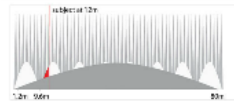
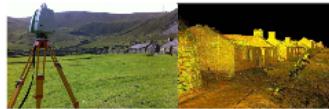
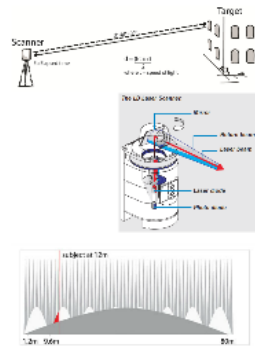
tráva



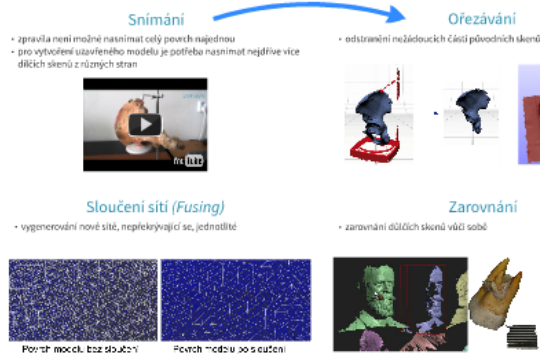
chlupy a vlasy

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 realistický záznam kosterních pozůstatků nedostatečná přesnost

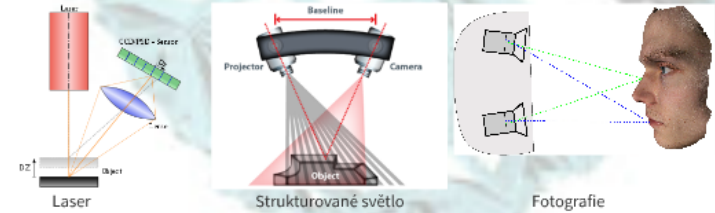


Fáze tvorby modelu optickými skenery



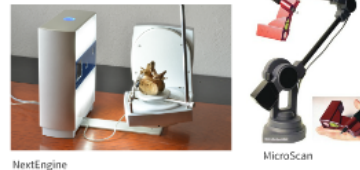
Triangulační skenery

- různá poloha zdroje signálu a přijímače
- od zlomků mm do ca 3 metrů
- rozlišení dáno poměrem velikosti pracovního pole a pixelů záznamové kamery/kamer
- potřeba triangulovat povrch



Laserové skenery

- emitují laserový paprsek
- rozlišení v řádu desetin milimetru
- záznam v řádu sekund až minut (nevhodné pro skenování živých lidí)
- některé materiály (mramor, sklovina) pohlcují laserový paprsek



Skenery se strukturovaným světlem

- promítají komplexní obrazec
- rychlejší záznam, i v řádu zlomků sekund
- skenery s modrým světlem poskytují nejlepší rozlišení (0,01mm)



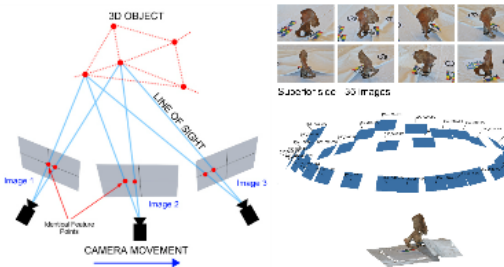
Optické skenery

- triangulují trojrozměrné souřadnice na základě dvou a více snímků, pořízených současně z různých pohledů
- velmi rychlé, srovnatelné s fotografií
- potřebují rozpoznatelné prvky

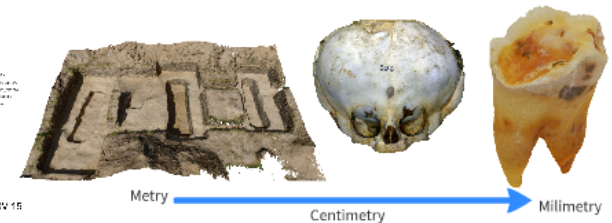


Fotogrammetrie

- rekonstrukce trojrozměrných dat ze série fotografií, zobrazujících digitalizovaný objekt z různých směrů



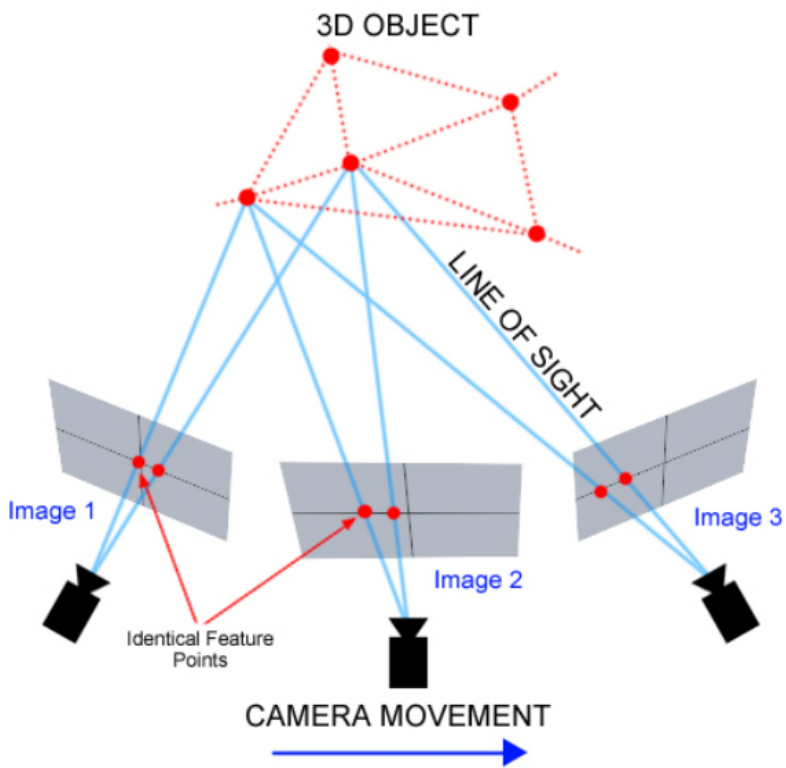
- největší míra flexibility
- záznam pouze fotoaparátem
- pokud jde o objekt dobře nafotit, jde i modelovat
- pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou



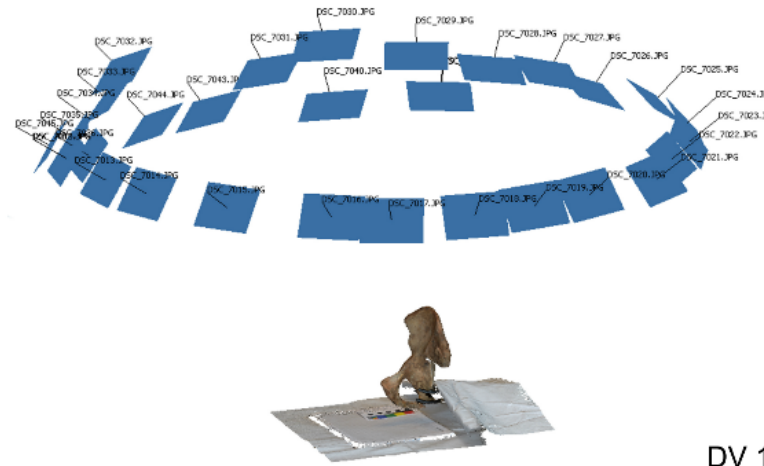
Fotogrammetrie

- rekonstrukce trojrozměrných dat ze série fotografií, zobrazujících digitalizovaný objekt z různých směrů

- největší míra flexibility
- záznam pouze fotografií
- pokud jde o objekt do
- pouze na stabilní objekty



Superior side - 35 images

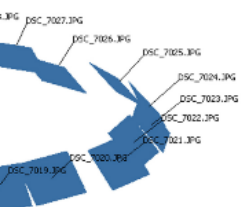


DV 15

Metry

- největší míra flexibility
- záznam pouze fotoaparátem
- pokud jde objekt dobře nafotit, jde i modelovat

- pouze na stabilní objekty s povrchovou texturou

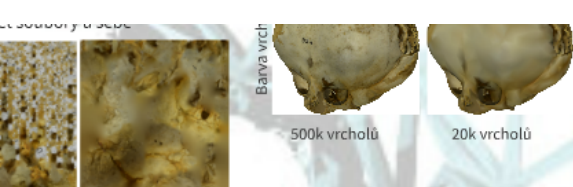


DV 15

Metry

Centimetry

Milimetry



- jediný formát pro Landmark
- .obj
 - schopen nést informaci o barvě vrcholů a polygonů
 - může být propojen s texturou
- .vrml

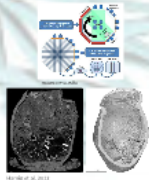
Objemové skenování

Záznam "radiologickými" zobrazovacími přístroji

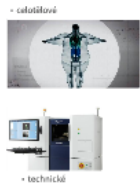
Záznamové objemových dat

Výpočetní tomografie - CT

- mají pracovní pole pomoci RTG paprsků
- obecně velmi dobrý kontrast pro kosti
- běžné počítačové přístroje rozlišují od ca 0,35 mm, µCT pak ca 10-100 µm, nano i desítky µm
- se zveličují tím se rozliším klesá velikost pracovního pole (až na jednotky mm) a roste objem dat
- používá ionizační, potenciálně nebezpečné záření
- špatný kontrast pro měkké tkáně a pro kosti obklopené zbytkem
- nevzniká při odbojení artefakty

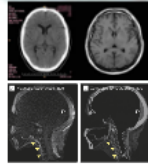


Výpočetní tomografie - CT



Magnetická rezonance - MRI

- mají distribuci jader vodíku na bázi změny magnetických momentů
- běžné rozlišování okolo 1 mm, hiMRI pak desítky milimetrů
- nejlepší kontrast pro látky obsahující různé podíly vody a tuku, umožňuje například rozlišit patologické změny tkání
- problémy může způsobovat jen silný magnet
- málo signálů pro suché kosti, dehydratované tkáňové stěny (jako třeba MRI)



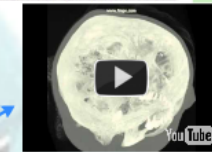
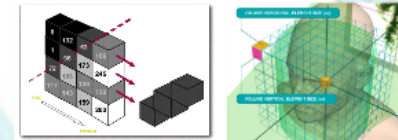
Rezy (výbrusy) zkoumaným objektem

- "Vizible human projekt"
- počátek 90. let, mužské a ženské tělo
- následováno dalšími projekty "The Chinese Visible Human"
- kryosekce - odbrusování po 0,174 mm a fotografování (1528/1056 píxelů)
- možnost zaznamenat barvu



Objemová data

- primární jednotkou jsou **voxely**, nejmenší části objemu v pravidelné mřížce, nesoucí hodnotu (odstín šedi - 256 nebo 4096) charakterizující materiál v objemu voxelu
- obvykle ve formě série digitálních 2D snímků
- velikost voxelu je dána vztahem mezi rozlišením snímku a velikostí skenovaného objemu a rozestupem mezi snímky
- objemová data mohou být vizualizována jako taková (volume rendering)
- trojrozměrné modely, polygonální sítě, se vytvářejí tzv. segmentací, rekonstrukcí "kontinuálního" tvaru z diskrétních dat snímků



Volume ray casting

Povrchová data

- metody často poskytují konečný model (polygonální síť vzniká polygonizací, další úpravy jsou normální editací modelu)
- požadavky na povrchové charakteristiky
- primární data jsou bodový mrak
- metody často poskytují konečný model (polygonální síť vzniká polygonizací, další úpravy jsou normální editací modelu)
- schopné zaznamenat barvu
- jednodušší technologie, menší objem dat,

Pokud nejde o vnitřní strukturu jsou povrchové metody volbou číslo jedna

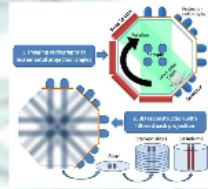
Objemová data

- využívají pronikajícího vlnění, CT je zdrojem potenciálně nebezpečného záření
- požadavky na materiální vlastnosti
- primární data jsou voxely
- model vzniká segmentací - potenciální zdroj nepřesností
- nezaznamenávají barvu
- zpravidla vázáno na špatně transportovatelné vybavení

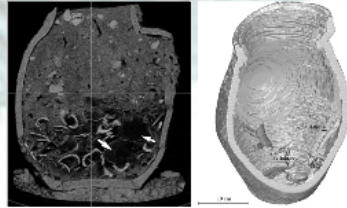
Záznamové objemových dat

Výpočetní tomografie - CT

- měří pracovní pole pomocí RTG paprsků
- obecně velmi dobrý kontrast pro kosti
- běžné celotělové přístroje rozlišení od ca 0,35 mm, μ CT pak ca 10-100 μ m, nano i desetiny μ m
- se zvětšujícím se rozlišením klesá velikost pracovního pole (až na jednotky mm) a roste objem dat
- používá ionizující, potenciálně nebezpečné záření
- špatný kontrast pro některé typy měkkých tkání a pro kosti obklopené zánětem
- kov může být zdrojem artefaktů



www.cmu.edu

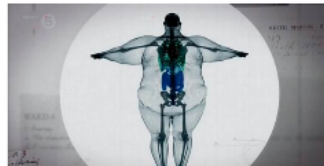


Harvig et al. 2012

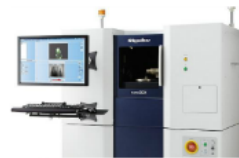
Výpočetní tomografie - CT



- celotělové



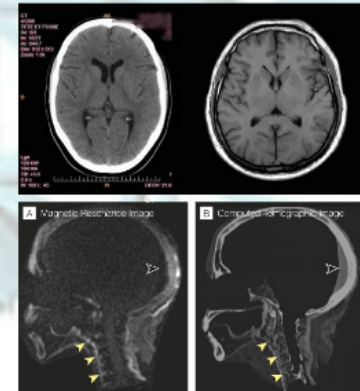
- dentální



- technické

Magnetická rezonance - MRI

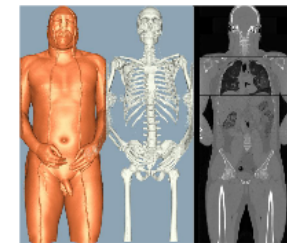
- měří distribuci jader vodíku na bázi změn magnetických momentů
- běžné rozlišení okolo 1 mm, hrMRI pak desetiny milimetru
- nejlepší kontrast pro látky obsahující různé podíl vody a tuku, umožňuje například rozlišit poranění měkké tkáně
- problémy může způsobovat jen silný magnet
- malý signál pro suché kosti, dehydratované tkáně atd. (echo time MRI)



Řezy (výbrusy) zkoumaným objektem

"Visible human project"

- počátek 90. let, mužské a ženské tělo
- následováno dalšími projekty - The Chinese Visible Human
- kryosekce - odbrušování po 0.174 mm a fotografování (1528/1056 pixelů)
- možnost zaznamenat barvu



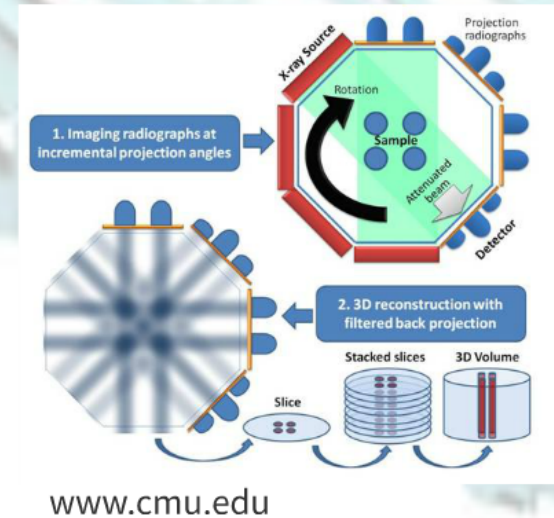
Povrchová data

- metody často poskytují konečný model

Záznamové objemových dat

Výpočetní tomografie - CT

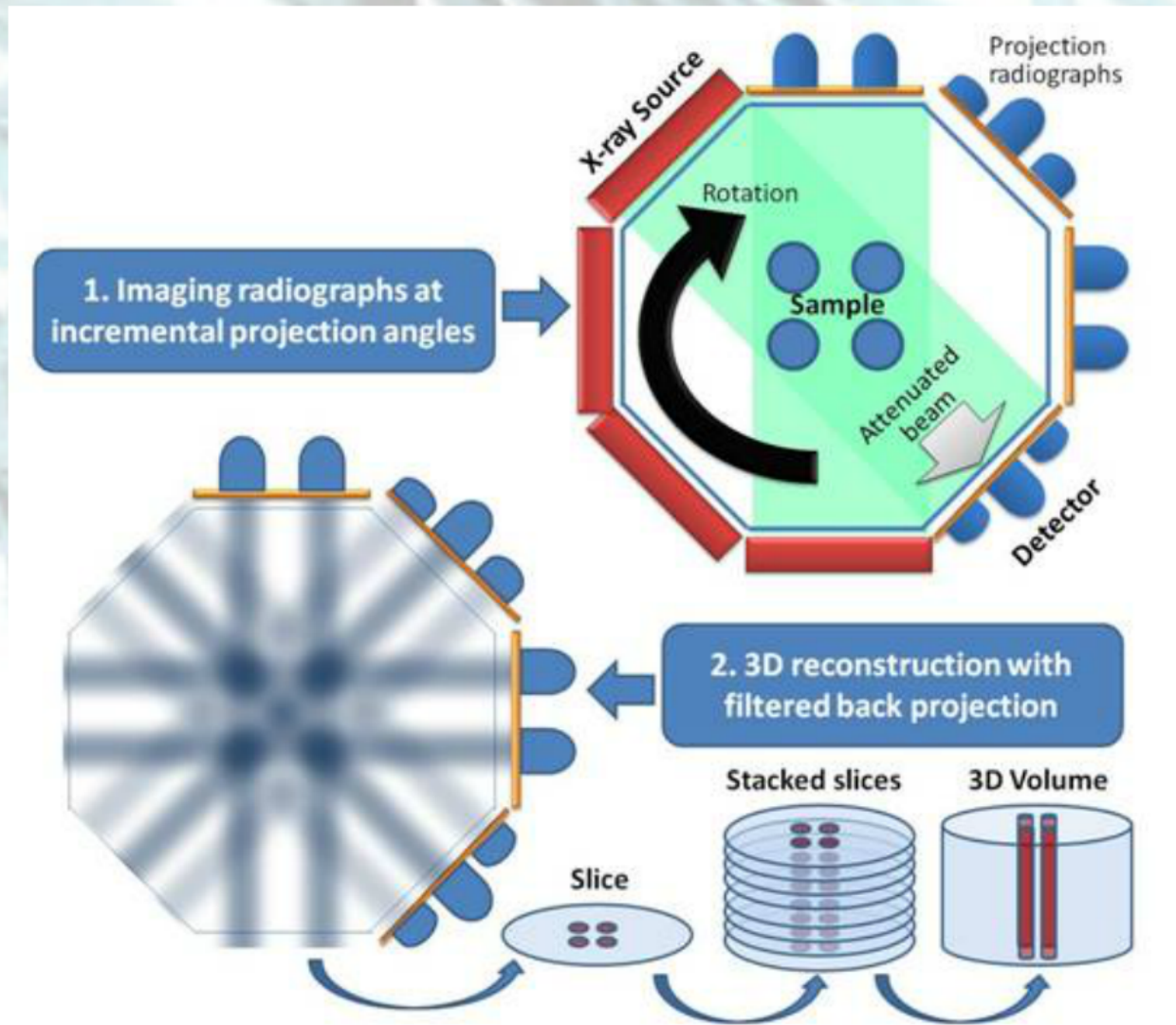
- měří pracovní pole pomocí RTG paprsků
- obecně velmi dobrý kontrast pro kosti
- běžné celotělové přístroje rozlišení od ca 0,35 mm, μ CT pak ca 10-100 μ m, nano i desetiny μ m
- se zvětšujícím se rozlišením klesá velikost pracovního pole (až na jednotky mm) a roste objem dat
- používá ionizující, potenciálně nebezpečné záření
- špatný kontrast pro některé typy měkkých tkání a pro kosti obklopené zásypem
- kov může být zdrojem artefaktů



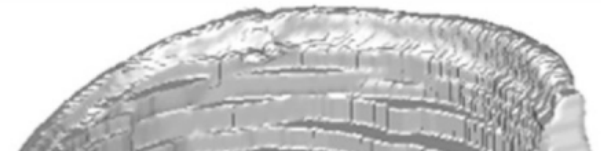
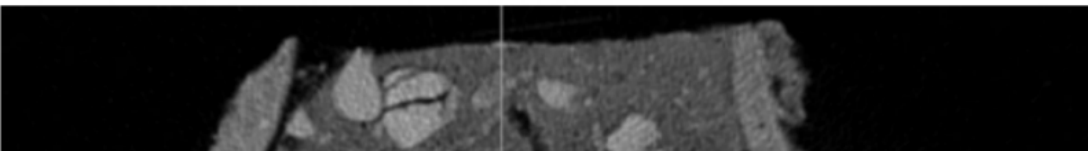
Harvig et al. 2012

Výpočetní tomografie - CT

- celotělové



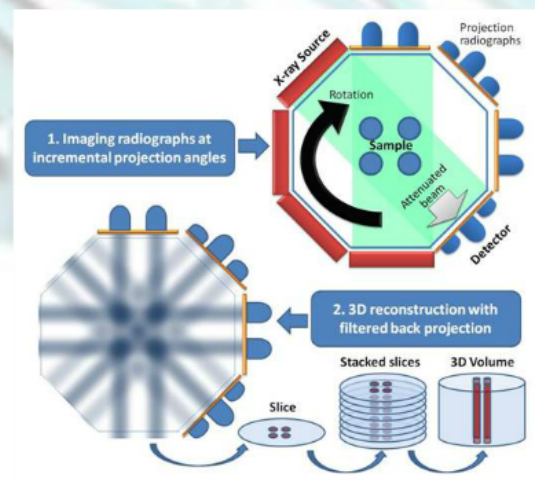
www.cmu.edu



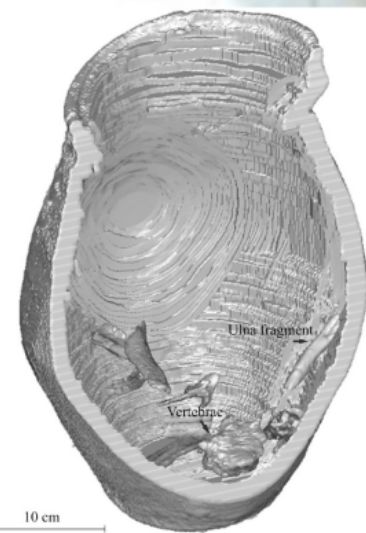
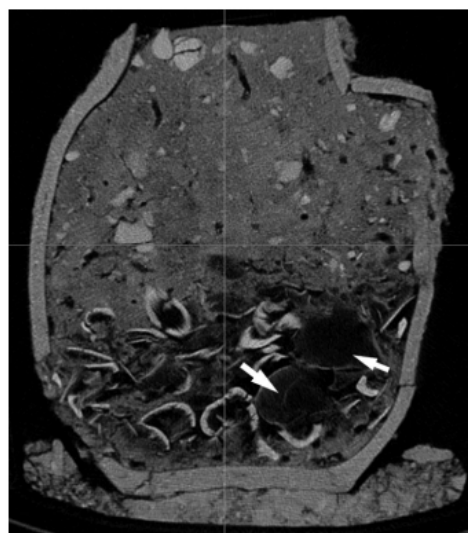
Záznamové objemových dat

Výpočetní tomografie - CT

- měří pracovní pole pomocí RTG paprsků
- obecně velmi dobrý kontrast pro kosti
- běžné celotělové přístroje rozlišení od ca 0,35 mm, μ CT pak ca 10-100 μ m, nano i desetiny μ m
- se zvětšujícím se rozlišením klesá velikost pracovního pole (až na jednotky mm) a roste objem dat
- používá ionizující, potenciálně nebezpečné záření
- špatný kontrast pro některé typy měkkých tkání a pro kosti obklopené zásypem
- kov může být zdrojem artefaktů



www.cmu.edu



Harvig et al. 2012

Výpočetní tomografie - CT

- celotělové

st

čné

ch

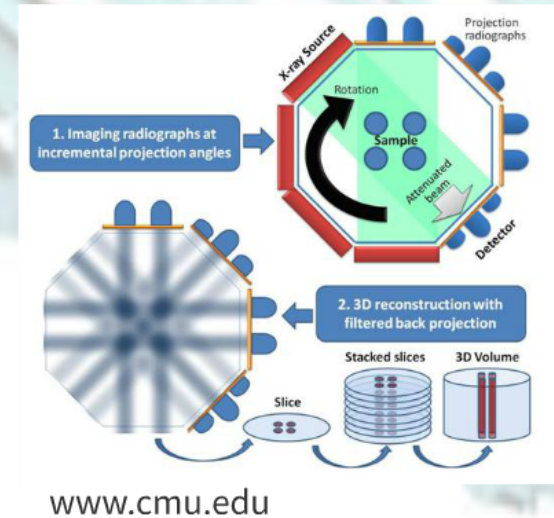


10 cm

Záznamové objemových dat

Výpočetní tomografie - CT

- měří pracovní pole pomocí RTG paprsků
- obecně velmi dobrý kontrast pro kosti
- běžné celotělové přístroje rozlišení od ca 0,35 mm, μ CT pak ca 10-100 μ m, nano i desetiny μ m
- se zvětšujícím se rozlišením klesá velikost pracovního pole (až na jednotky mm) a roste objem dat
- používá ionizující, potenciálně nebezpečné záření
- špatný kontrast pro některé typy měkkých tkání a pro kosti obklopené zásypem
- kov může být zdrojem artefaktů

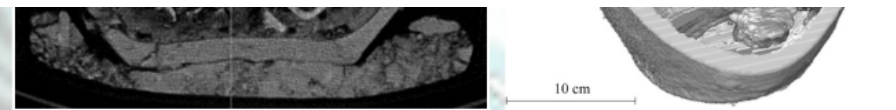


Harvig et al. 2012

Výpočetní tomografie - CT

- celotělové

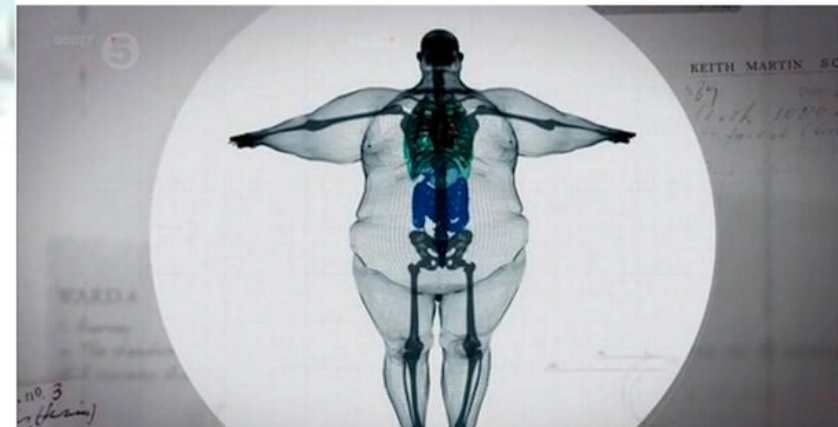
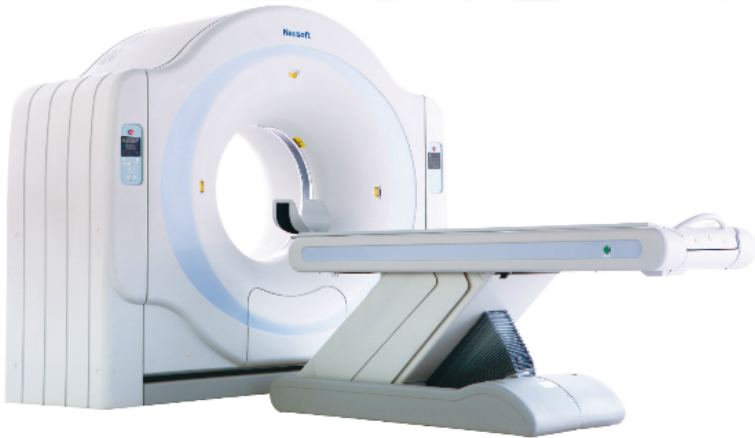
- tkání a pro kosti obklopené zásypem
- kov může být zdrojem artefaktů



Harvig et al. 2012

Výpočetní tomografie - CT

- celotělové



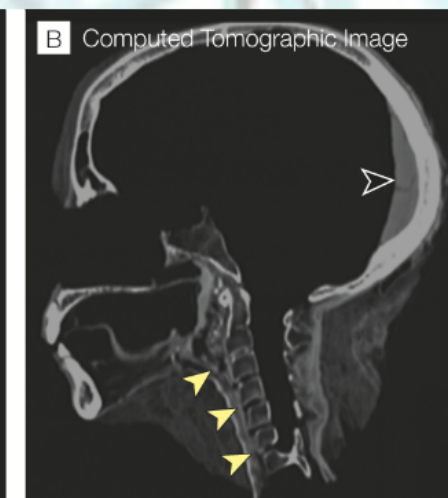
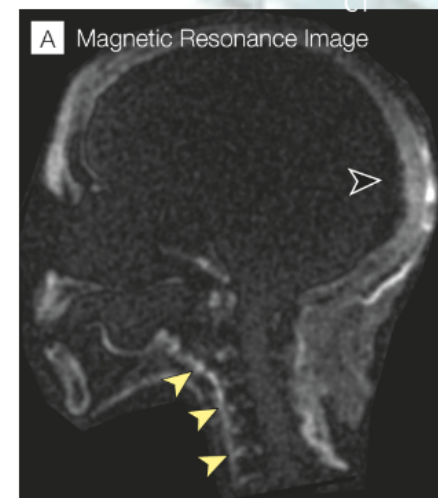
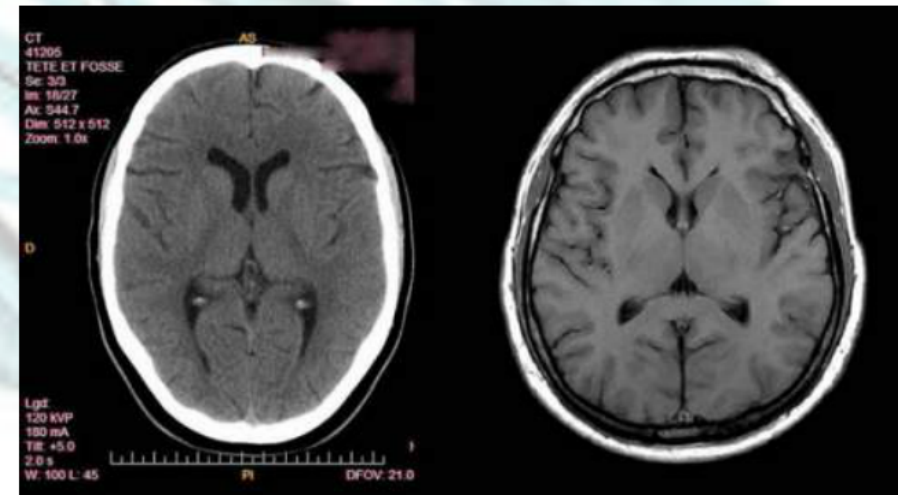
- dentální



- technické

Magnetická rezonance - MRI

- měří distribuci jader vodíku na bázi změn magnetických momentů
- běžné rozlišení okolo 1 mm, hrMRI pak desetiny milimetru
- nejlepší kontrast pro látky obsahující různé podíl vody a tuku, umožňuje například rozlišit poranění měkké tkáně
- problémy může způsobovat jen silný magnet
- malý signál pro suché kosti, dehydratované tkáně atd. (echo time MRI)

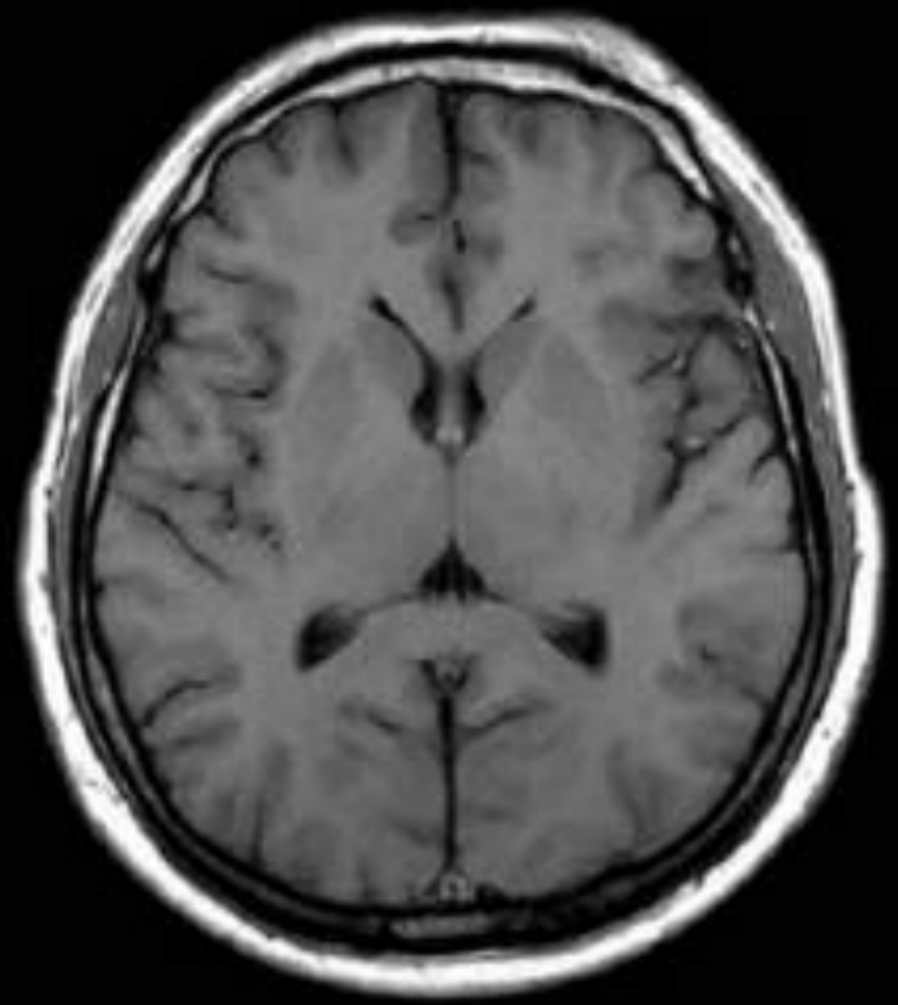


Řezy (výbrusy) zkoumaným objektem

The Visible Human Project



CT
41206
TETE ET FOSSE
Sc: 30
lm: 18/27
Ac: 544.7
Dim: 512 x 512
Zoom: 1.0x



A Magnetic Resonance Image

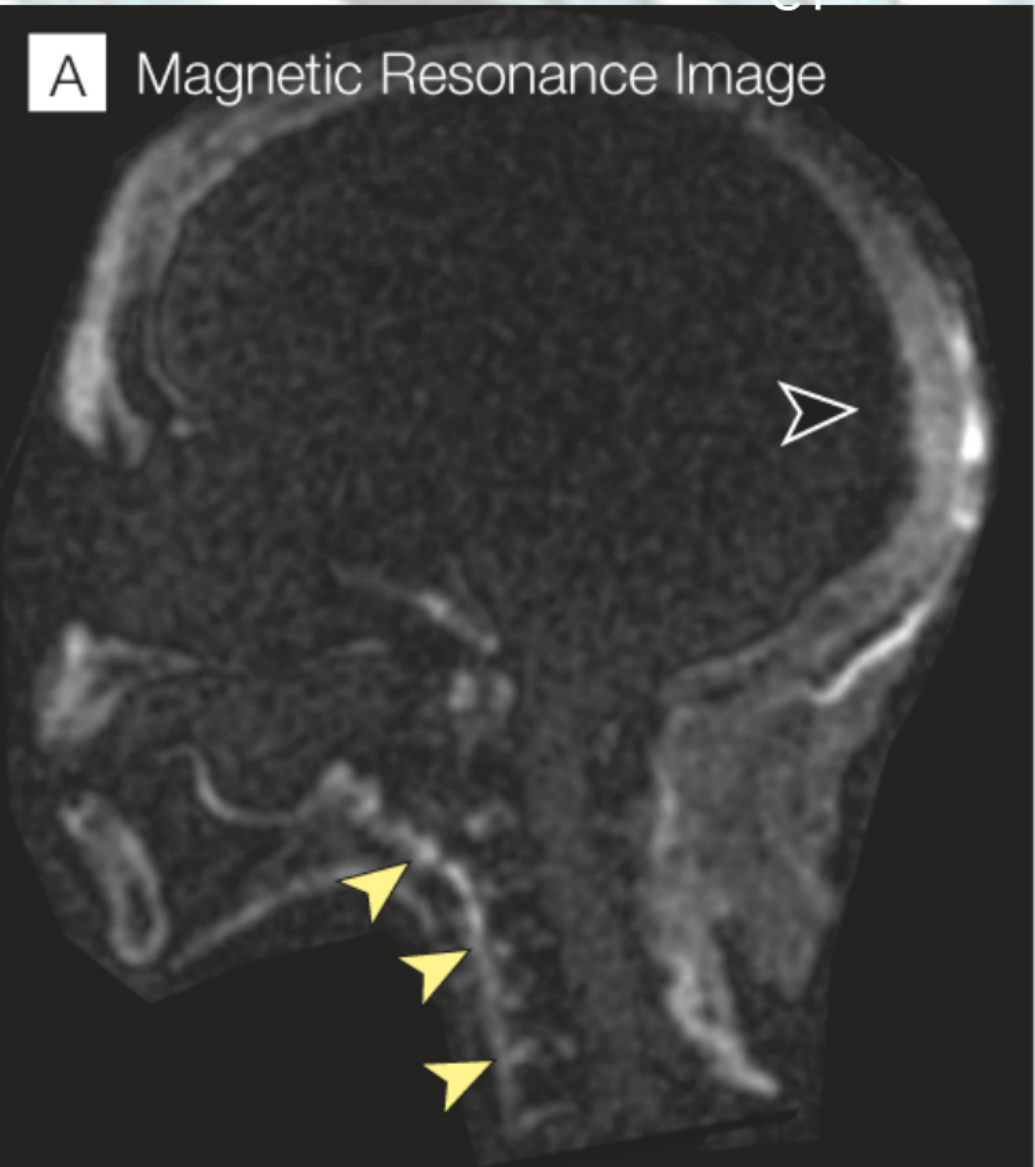
B Computed Tomographic Image

100 mA
TIR: +5.0
2.0 s
W: 100 L: 45
PI
DFOV: 21.0

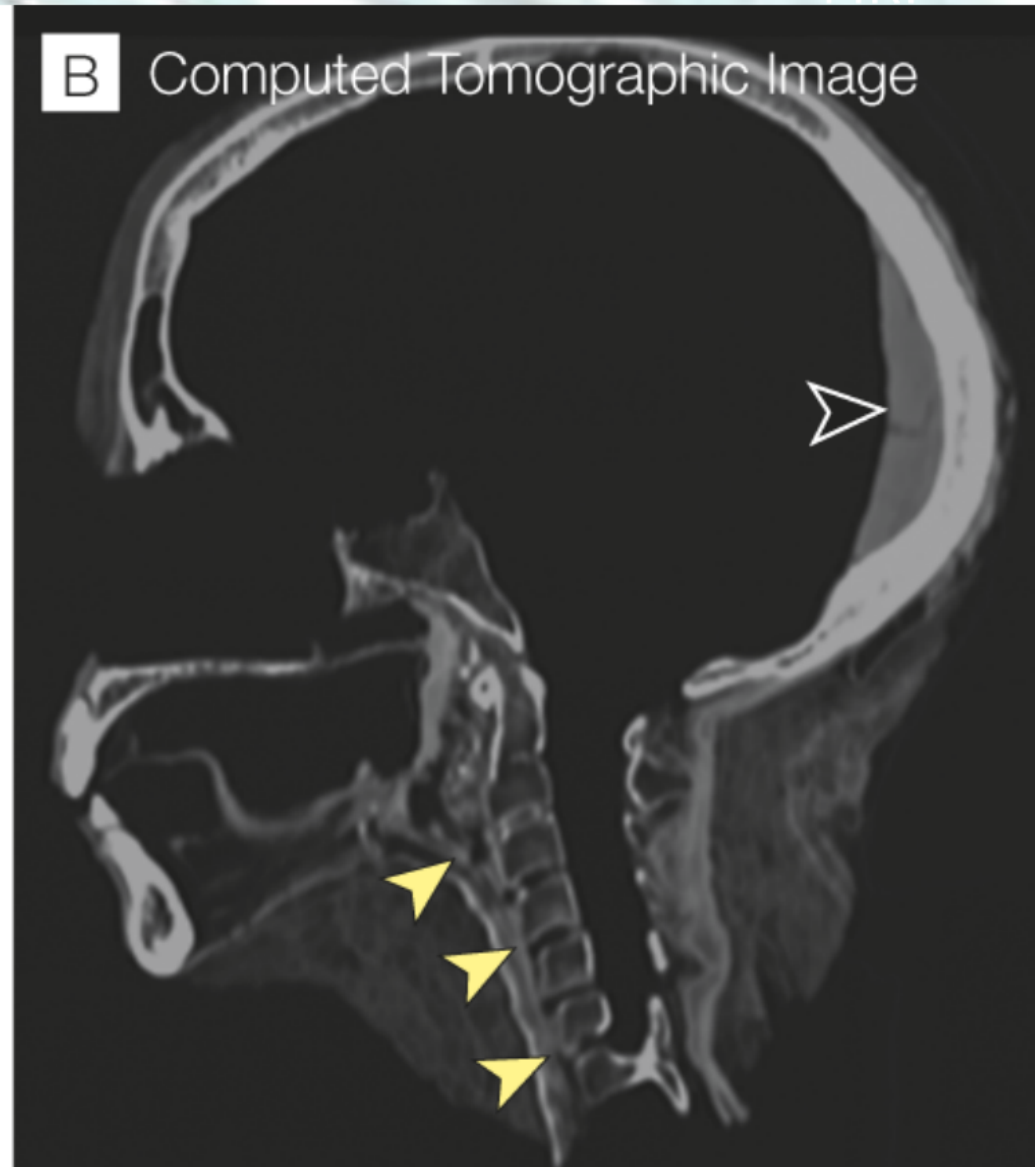
CT

MRI

A Magnetic Resonance Image

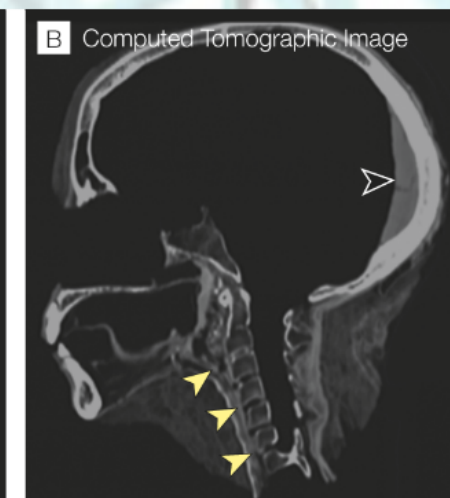
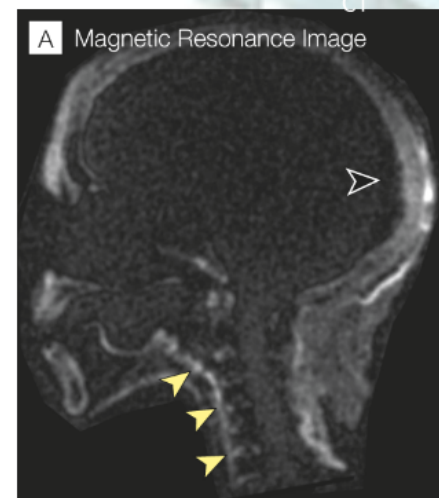
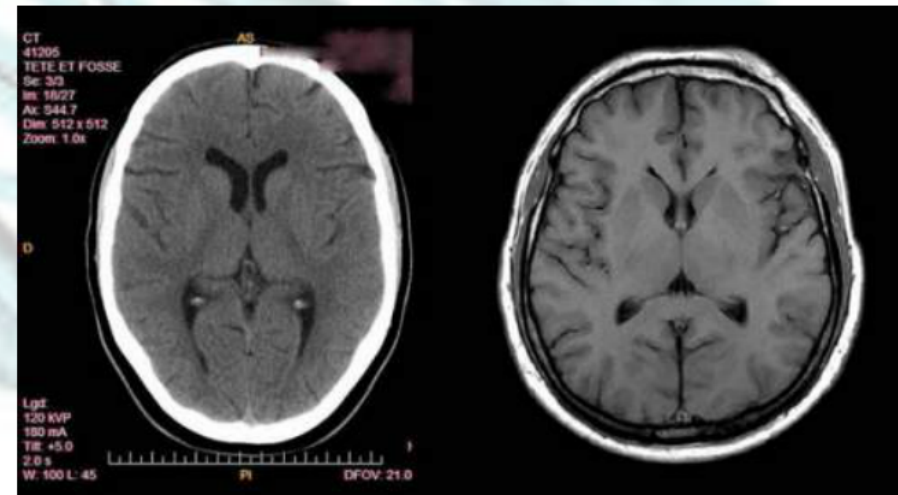


B Computed Tomographic Image



Magnetická rezonance - MRI

- měří distribuci jader vodíku na bázi změn magnetických momentů
- běžné rozlišení okolo 1 mm, hrMRI pak desetiny milimetru
- nejlepší kontrast pro látky obsahující různé podíl vody a tuku, umožňuje například rozlišit poranění měkké tkáně
- problémy může způsobovat jen silný magnet
- malý signál pro suché kosti, dehydratované tkáně atd. (echo time MRI)



Řezy (výbrusy) zkoumaným objektem

The Visible Human Project



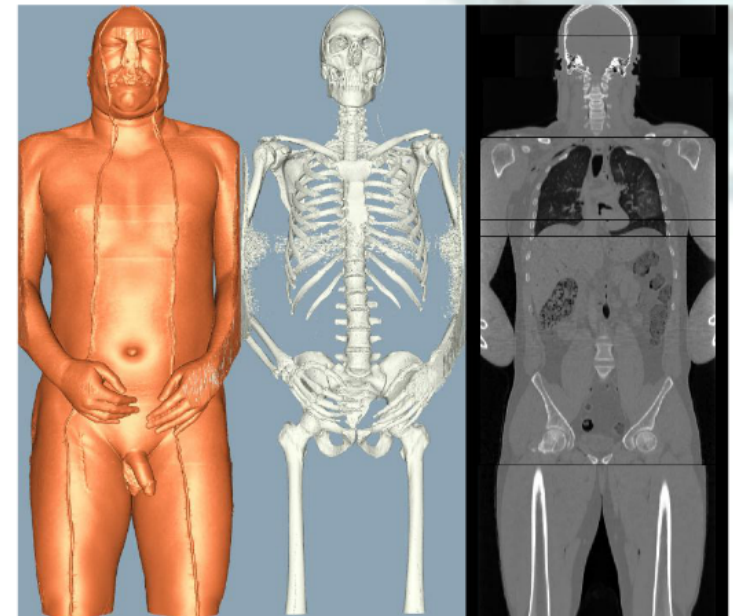
tkáně atd. (echo time MRI)



Řezy (výbrusy) zkoumaným objektem

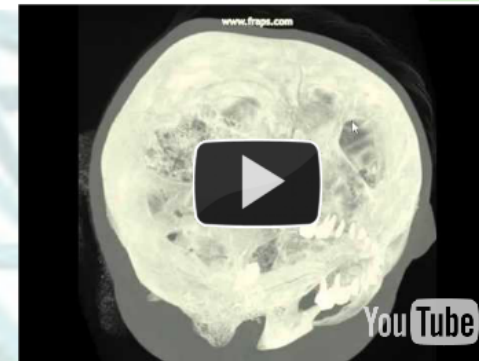
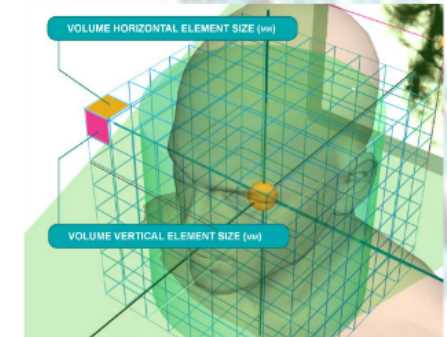
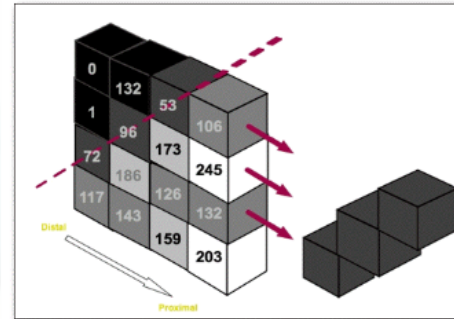
"Visible human project"

- počátek 90. let, mužské a ženské tělo
- následováno dalšími projekty -The Chinese Visible Human
- kryosekce - odbrušování po 0.174 mm a fotografování (1528/1056 pixelů)
- možnost zaznamenat barvu

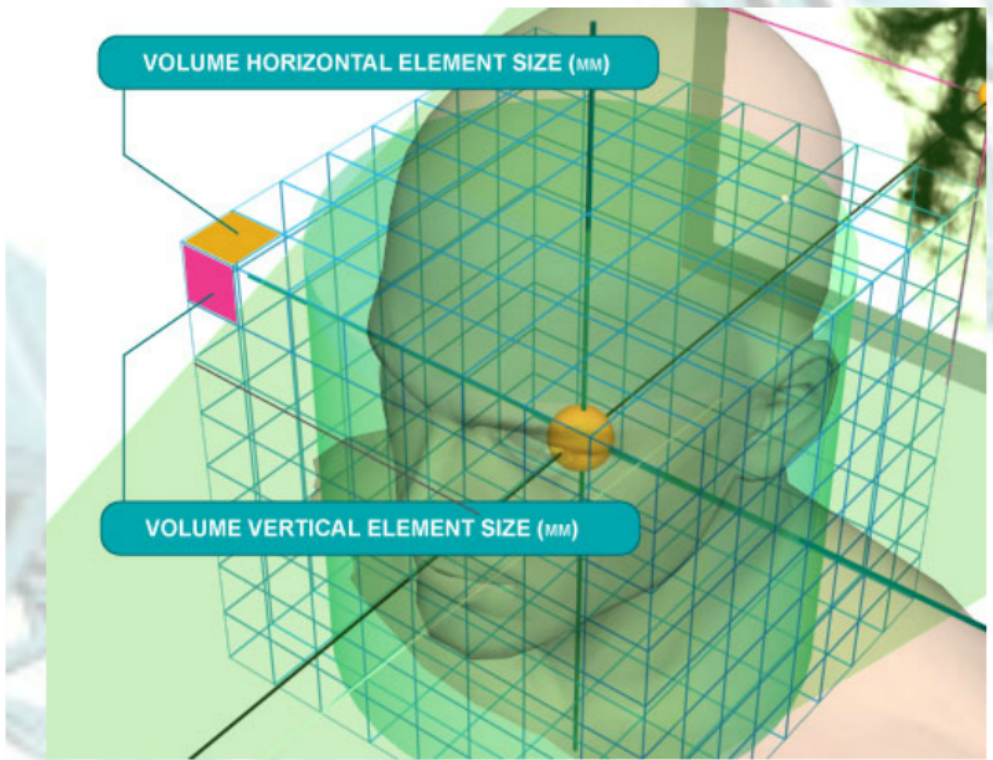
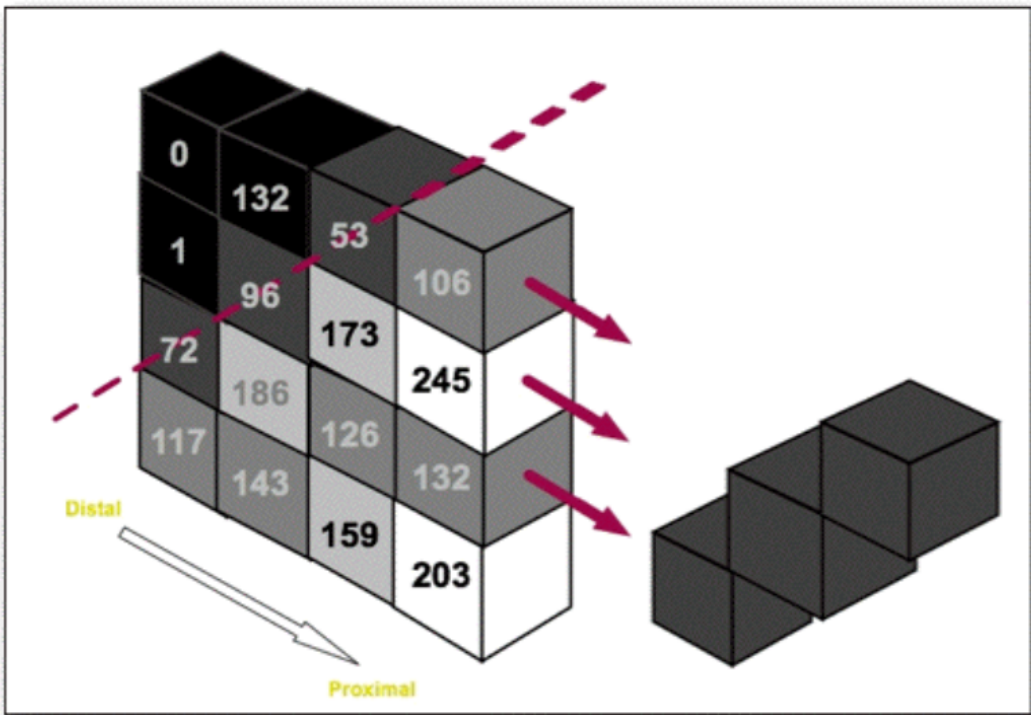


Objemová data

- primární jednotkou jsou **voxely**, **nejmenší části objemu v pravidelné mřížce**, nesoucí hodnotu (odstín šedi - 256 nebo 4096) charakterizující materiál v objemu voxelu
- obvykle ve formě série digitálních 2D snímků
- velikost voxelu je dána vztahem mezi rozlišením snímku a velikostí skenovaného objemu a rozstupem mezi snímky
- objemová data mohou být vizualizována jako taková (volume rendering)
- trojrozměrné modely, polygonální sítě, se vytvářejí tzv. segmentací, rekonstrukcí "kontinuálního" tvaru z diskrétních dat snímků

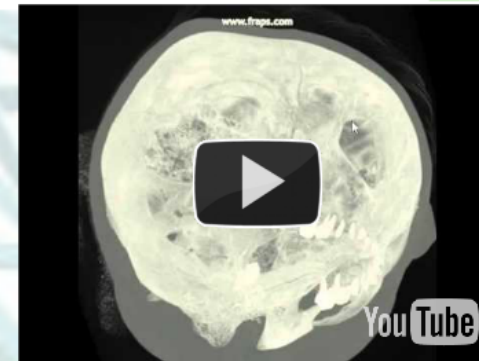
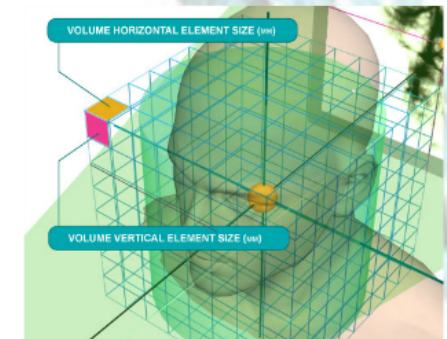
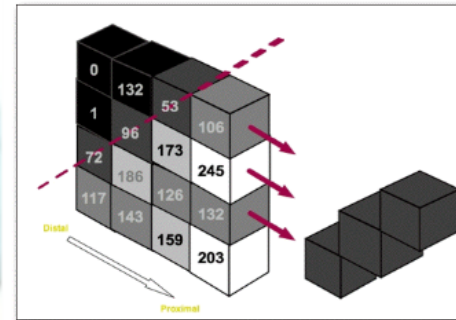


Volume ray casting



Objemová data

- primární jednotkou jsou **voxely**, **nejmenší části objemu v pravidelné mřížce**, nesoucí hodnotu (odstín šedi - 256 nebo 4096) charakterizující materiál v objemu voxelu
- obvykle ve formě série digitálních 2D snímků
- velikost voxelu je dána vztahem mezi rozlišením snímku a velikostí skenovaného objemu a rozstupem mezi snímky
- objemová data mohou být vizualizována jako taková (volume rendering)
- trojrozměrné modely, polygonální sítě, se vytvářejí tzv. segmentací, rekonstrukcí "kontinuálního" tvaru z diskrétních dat snímků



Volume ray casting

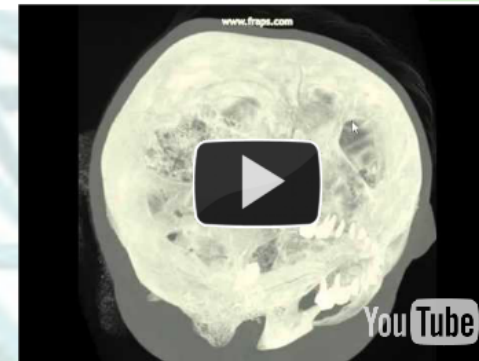
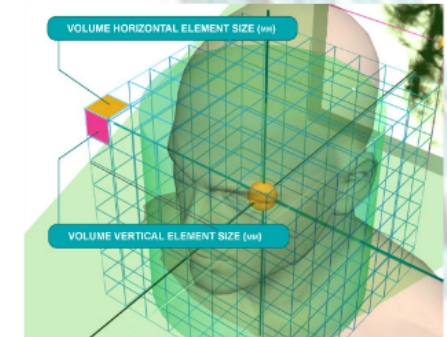
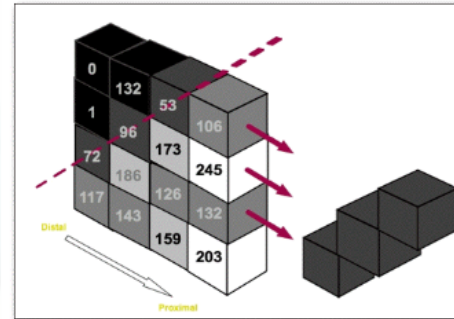
www.fraps.com



YouTube

Objemová data

- primární jednotkou jsou **voxely**, **nejmenší části objemu v pravidelné mřížce**, nesoucí hodnotu (odstín šedi - 256 nebo 4096) charakterizující materiál v objemu voxelu
- obvykle ve formě série digitálních 2D snímků
- velikost voxelu je dána vztahem mezi rozlišením snímku a velikostí skenovaného objemu a rozstupem mezi snímky
- objemová data mohou být vizualizována jako taková (volume rendering)
- trojrozměrné modely, polygonální sítě, se vytvářejí tzv. segmentací, rekonstrukcí "kontinuálního" tvaru z diskrétních dat snímků



Volume ray casting

Povrchová data

- metody často poskytují konečný model (polygonální síť vzniká polygonizací, další úpravy jsou normální editací modelu)
- požadavky na povrchové charakteristiky
- primární data jsou bodový mrak
- metody často poskytují konečný model (polygonální síť vzniká polygonizací, další úpravy jsou normální editací modelu)
- schopné zaznamenat barvu
- jednodušší technologie, menší objem dat,

Objemová data

- využívají pronikajícího vlnění, CT je zdrojem potenciálně nebezpečného záření
- požadavky na materiální vlastnosti
- primární data jsou voxely
- model vzniká segmentací - potenciální zdroj nepřesností
- nezaznamenávají barvu
- zpravidla vázáno na špatně transportovatelné vybavení

Pokud nejde o vnitřní strukturu jsou povrchové metody volbou číslo jedna