

# Staré mapy TEMAP - eLearning

## Modul 5 Digitalizace glóbulů

Ing. Markéta Potůčková, Ph.D. 2015  
Přírodovědecká fakulta UK v Praze  
Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

# Motivace

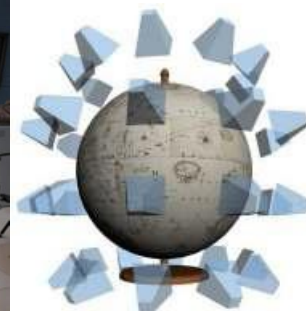
---

- ▶ Glóby vždy byly a jsou ozdobou a chloubou mapových sbírek a knihoven, jsou součástí kulturního (a kartografického) dědictví
- ▶ Stejně jako staré kartografické tisky a rukopisy by měly být glóby jednak uchovány pro budoucí generace, ale také zpřístupněny veřejnosti
- ▶ Možné řešení: digitalizace a vytvoření virtuálního 3D modelu

# Od skutečného glóbu k jeho virtuální prezentaci

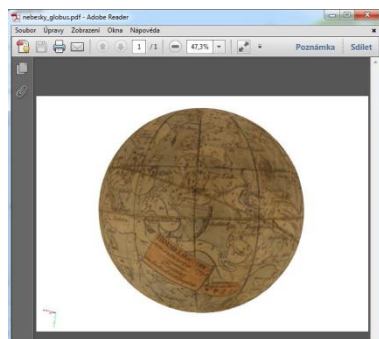
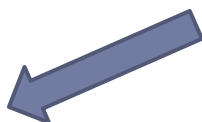
---

Digitalizace

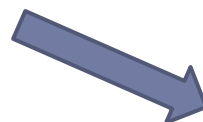


Georeferencování

3D prezentace



Rozvinutí do roviny



# Metody digitalizace glóbu

---

## ▶ Fotogrammetrické metody

- ▶ Umožňují získat 3D model s vysokým rozlišením
- ▶ Není třeba kalibrovaný fotoaparát
- ▶ Přístrojově i technologicky snadno dostupné řešení
- ▶ 3D rekonstrukce obvykle založená na korelačních technikách

## ▶ Laserové skenování

- ▶ Výsledkem je 3D geometrický model, k jehož vizualizaci jsou potřeba fotografické snímky

# Fotogrammetrické metody I

---

## ▶ Postup snímkování

- ▶ Pásky s krokem otáčení glóbu tak, aby se jednotlivé snímky vzájemně vertikálně i horizontálně překrývaly (pro automatizované vytvoření 3D modelu by měl být každý bod viditelný alespoň na 3 snímcích)
- ▶ Krok otáčení se zmenšuje směrem k rovníku (např. z 30° zeměpisné délky na 20°)
- ▶ Problém s konstrukčními prvky nesoucími glóbus

## ▶ Pozice snímků a glóbu

- a) Glóbus pevný, mění se poloha kamery („bezkontaktní metoda“)
- b) Otáčí se glóbus, pozice kamery pro jedno otočení glóbu pevná

# Fotogrammetrické metody II

---

## ▶ Osvětlení

- ▶ Nutno zajistit dostatečné světelné podmínky
- ▶ Problém s vysokou odrazivostí povrchu glóbu („přesvětlené skvrny“)
- ▶ Využití „světelného stanu“ – světlo rovnoměrně rozptýleno, glóbus rovnoměrně osvětlen ze všech stran



Menna et al. (2012)

## ▶ Hloubka ostrosti snímku

- ▶ Vlivem zakřiveného povrchu glóbu mohou být vzdálenější body rozmazány
- ▶ Pro danou ohniskovou vzdálenost a vzdálenost předmětu lze hloubku ostrosti zvětšit zmenšením clony (větší clonové číslo), což ale obvykle vede k potřebě prodloužit expozici (závislost na světelných podmínkách nutné použít stativu)

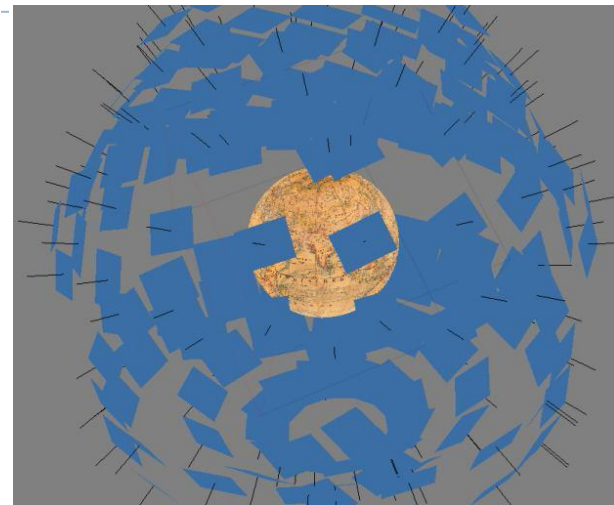


Gede et al. (2011)

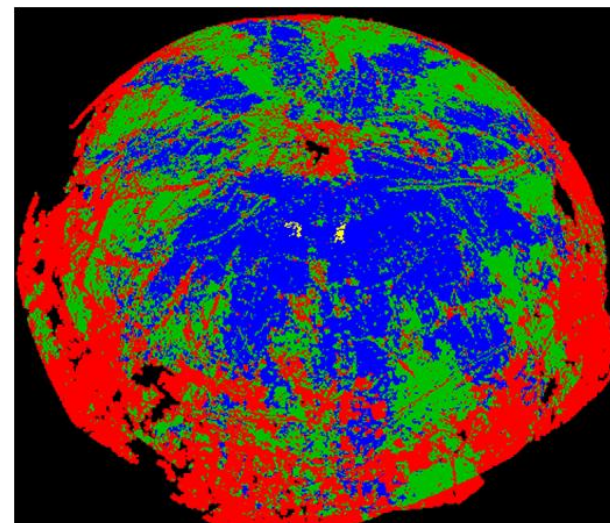
# Fotogrammetrické metody III

## ► Zpracování snímků

- a) Vzájemné „propojení“ snímků nalezením odpovídajících si bodů ve snímcích (např. metodou obrazové korelace nebo SIFT algoritmu), tzv. „řídké mračno bodů“
- b) Výpočet pozic kamery a parametrů kamery (např. ohnisková vzdálenost)
- c) Tvorba hustého mračna bodů metodami obrazové korelace, tj. nalezení 3D pozice všech bodů glóbu vyznačujících se dostatečnou texturou v rozlišení odpovídajícím rozlišení snímků (problémové oblasti jednotné barvy, např. plochy oceánů, popř. světelné skvrny)



Pozice kamery při snímání, Bílá (2013)



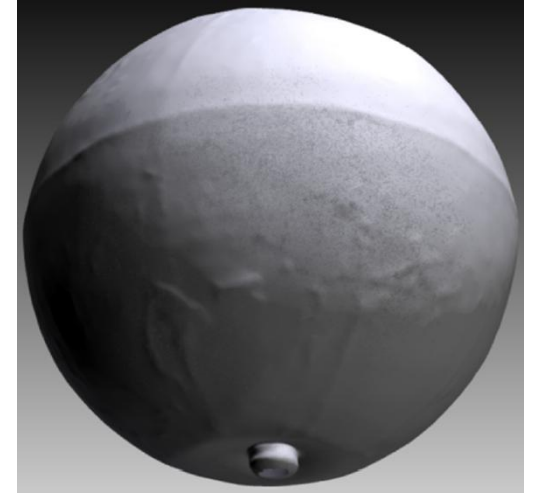
Mračno 3D bodů vygenerované protínáním ze dvou (červeně), tří (zeleně) či čtyř (modře) snímků, Menna et al. (2012)



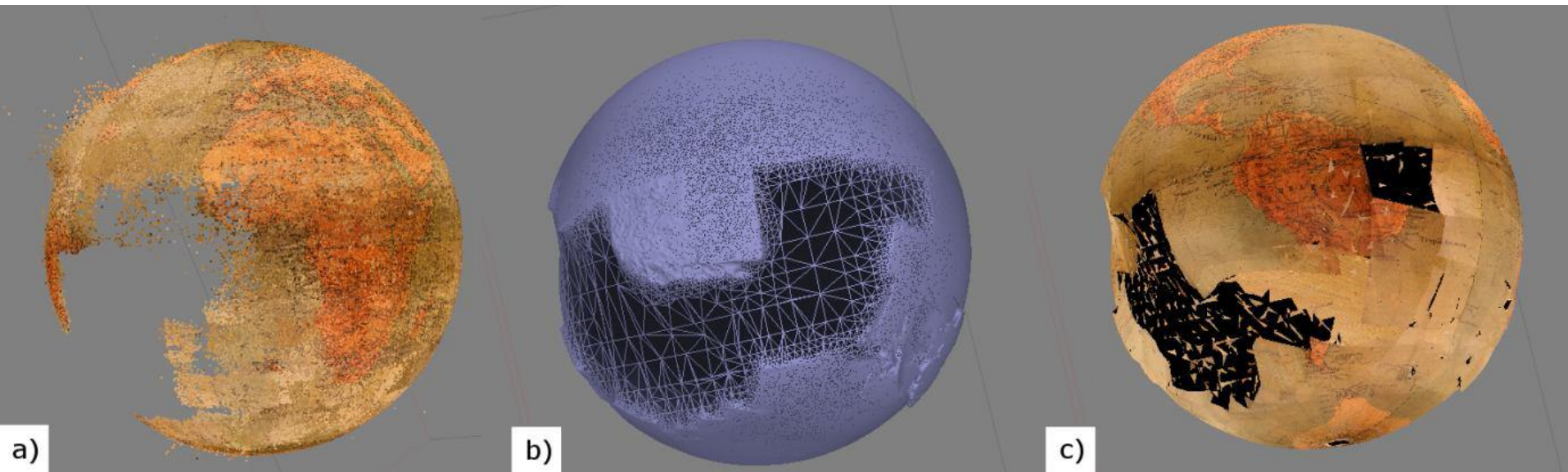
# Fotogrammetrické metody IV

---

- ▶ **Rekonstrukce 3D geometrie**
  - ▶ Z vytvořeného mračna bodů je generována trojúhelníková síť představující povrch glóbu
  - ▶ Obvykle je nutná editace (odstranění chybných bodů nad povrchem, uzavření děr např. v ploše oceánů)
- ▶ **Textura fotogrammetrického modelu**
  - ▶ 3D geometrický model se použije pro ortorektifikaci snímků
  - ▶ Ortorektifikace se provádí po částech pro jednotlivé trojúhelníky vygenerované sítě, popř. ve zvoleném kroku zeměpisné délky a šířky







a) mračno bodů s chybějící částí v oblasti oceánu, b) vygenerovaná trojúhelníková síť, c) model s texturou (Bílá, 2013)



Spojené ortorektifikované snímky georeferencovaného glóbu (Adami 2009)

# 3D prezentace

---

## ▶ Formáty dat

- ▶ 3D pdf (<http://www.3dpdfconsortium.org/>)
- ▶ \*.obj ([https://en.wikipedia.org/wiki/Wavefront\\_.obj\\_file](https://en.wikipedia.org/wiki/Wavefront_.obj_file))
- ▶ \*.x3d (<http://www.web3d.org/x3d/what-x3d>)
- ▶ \*.wrl (VRML, předchůdce x3D, <http://www.web3d.org/x3d-vrml-most-widely-used-3d-formats>)
- ▶ \*.3ds (3D formát firmy Autodesk, <http://www.autodesk.com/>)

## ▶ Webové prezentace

- ▶ BS Contact
  - ▶ Interaktivní 2D/3D prohlížeč
  - ▶ Kompatibilní s formáty VRML, X3D, COLLADA, KMZ
  - ▶ <http://www.bitmanagement.com/>
- ▶ Cortona3D
  - ▶ VRML plug-in pro internetové prohlížeče a aplikace MS PowerPoint a Word
  - ▶ <http://www.cortona3d.com/cortona3dviewer>

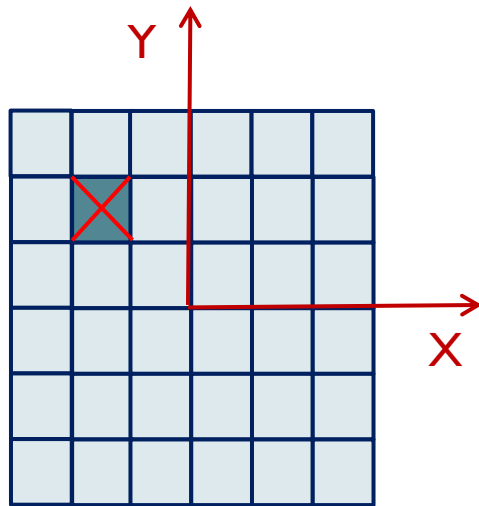
# Rozvinutí do roviny

---

- ▶ Tvorba rastru reprezentujícího plochu glóbu rozvinutou do roviny je nejčastěji konstruována následujícím způsobem (Bílá et al. 2003, Adami, 2009):
  - ▶ V rovině zvoleného kartografického zobrazení se vytvoří „prázdný“ rastr o zvolené velikosti buňky (pixelu)
  - ▶ Pomocí zobrazovacích rovnic se rovinné souřadnice  $X, Y$  středu každé buňky rastru přepočítají na zeměpisné souřadnice  $\varphi, \lambda$
  - ▶ Nalezne se průsečík vektoru určeného zeměpisnými souřadnicemi  $\varphi, \lambda$  s odpovídající fasetou 3D povrchu glóbu
  - ▶ Nalezne se snímek odpovídající fasetě a pomocí afinní transformace a interpolace se zjistí hledané RGB hodnoty buňky rastru v rovině kartografického zobrazení

# Rozvinutí do roviny

Rovina kartografického zobrazení



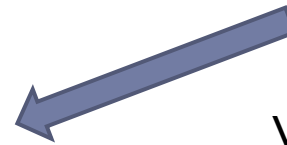
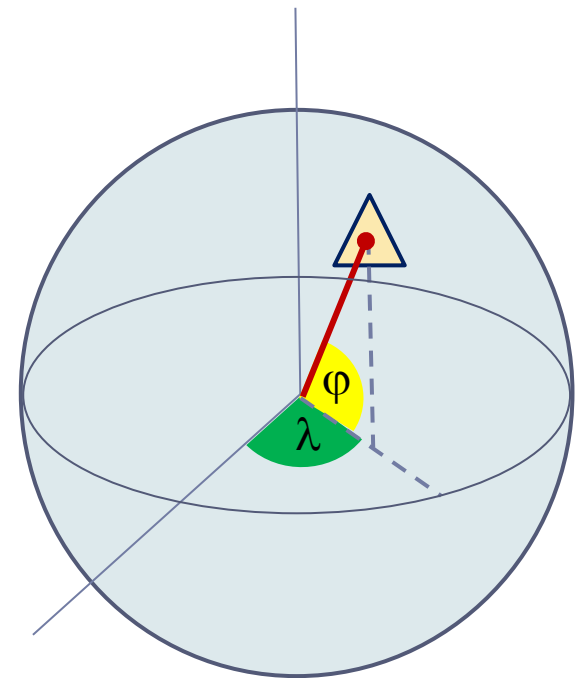
Zobrazovací rovnice

$$\varphi = f(X, Y)$$

$$\lambda = f(X, Y)$$

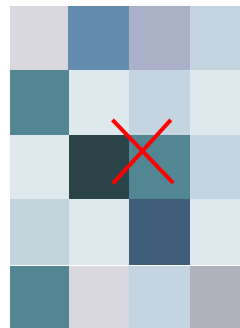


Nalezení odpovídající  
facety 3D modelu glóbu



Vyhledání odpovídající  
části snímku

Interpolace RGB  
hodnoty







Behaimův glóbus rozvinutý do roviny válcového zobrazení, Menna et al. (2012)



Ukázka rozvinutí glóbu do roviny Wernerova (vlevo) a Mercatorova (vpravo) zobrazení, Bílá (2013)

# Použité zdroje

---

- ▶ Adami, A. (2009): From real to virtual globe: new technologies for digital cartographic representation. E-perimetron, Vol. 4, No. 3, pp. 144-160, ISSN 1790-3769.  
[http://www.e-perimetron.org/Vol\\_4\\_3/Adami.pdf](http://www.e-perimetron.org/Vol_4_3/Adami.pdf)
- ▶ Bílá, Z. (2013): Fotogrammetrická dokumentace historických glóbů, Sborník příspěvků 3. ročníku studentské konference ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Digitální technologie v geoinformatice, kartografii a DPZ, 7s.
- ▶ Gede, M., Márton, M., Ungvári, Z. (2011): Digital reconstruction of Perzel's globe. E-perimetron, Vol. 6, No. 2, pp. 68-76, ISSN 1790-3769.  
[http://www.e-perimetron.org/Vol\\_6\\_2/Gede\\_et\\_al.pdf](http://www.e-perimetron.org/Vol_6_2/Gede_et_al.pdf)
- ▶ Menna, F., Rizzi, A., Nocerino, E., Remondino, F., Gruen, A. (2012): High resolution 3D modeling of Behaim globe. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B5  
<http://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XXXIX-B5/115/2012/isprsarchives-XXXIX-B5-115-2012.pdf>