

Osvětlovací modely vrtu

Věra Ferdiánová

*Katedra matematiky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská Univerzita v Ostravě,
30. dubna 22, Ostrava, vera.ferdianova@osu.cz*

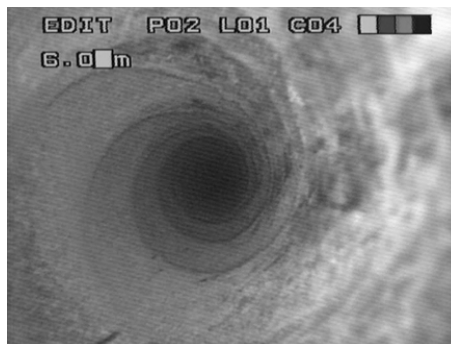
Abstrakt

Mějme reálný záznam vrtu, který získáme pomocí kamery s vlastním osvětlením. Úlohou je určit polohu kamery a to tak, že využijeme informace z osvětlovacích modelů. Vytvoříme simulace těchto modelů a zjistíme závislosti mezi hlavními kružnicemi vrtu a izoluxami.

Klíčová slova: *Vrt, Phongův osvětlovací model, lineární osvětlovací model, fyzikální osvětlovací model, radiozita.*

1 Úvod

Při průzkumu horninového masívu se využívají vrty. Vytvoří se záznam, který je natočen speciální kamerou s vlnitým osvětlením. Budeme uvažovat jednodušší snímání kamery a to tak, že kamera snímá pomocí středové projekce. Pro analýzu vrtu je vhodné reprezentovat záznam jako rozvinutý plášť vrtu. Video je zatížené kmitáním, rotací a nerovnoměrným pohybem, protože hardwarová stabilizace kamery je náročná [1],[6]. V příspěvku popisujeme softwarové řešení stabilizace obrazu, které je založeno na vztahu hlavní kružnice a izoluxy.



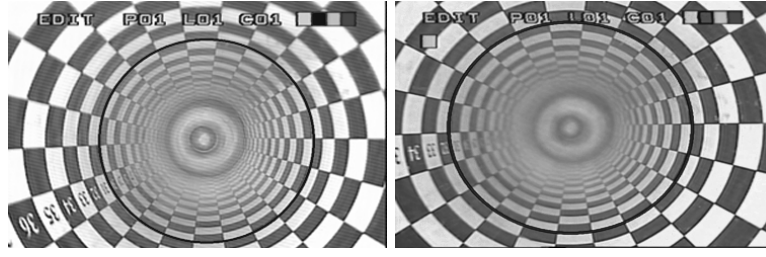
Obrázek 1: Snímek vrtu pořízený speciální kamerou

V článku budeme používat pojem hlavní kružnice vrtu, která reprezentuje řez kolmý na osu vrtu. Pojem izoluxa zavádíme jako množinu bodů, které mají stejnou intenzitu I . Stejnou intenzitou budeme rozumět rozpětí hodnot $\langle I - \varepsilon; I + \varepsilon \rangle$, kde ε je dostatečně malé. Izoluxu lze detekovat na snímku z kamery, proto chceme využít její závislosti s hlavní kružnicí vrtu.

Kolem čočky kamery je umístěno rovnoměrně v kruhu 15 LEDiod. Protože kamera je vzhledem k průměru vrtu menší o cca 50 % rozlišujeme tři vzájemné polohy mezi osou kamery a osou vrtu.

1. Osa kamery je totožná s osou vrtu.
2. Osa kamery je rovnoběžná s osou vrtu.
3. Osa kamery je různoběžná s osou vrtu.

V příspěvku detailně analyzujeme případ druhý, ve kterém se hlavní kružnice vrtu C zobrazí po projekci na kružnici C' (1).



Obrázek 2: Záznam z kamery v laboratorních podmínkách. První případ (vlevo), třetí případ (vpravo)[5]

$$C(S[s_x, s_y, h], R) \longrightarrow C'(S[-\frac{s_x f}{h}, -\frac{s_y f}{h}, 0], \frac{Rf}{h}), \quad (1)$$

Z této projekce hledáme zpětně polohu kamery.

2 Osvětlovací modely

V počítačové grafice se využívá Phongův osvětlovací model [3], který zanedbává vzdálenost mezi světelným zdrojem a osvětlenou plochou. Proto jsme navrhli modely, které předpokládají lineární úbytek světla nebo kvadratický úbytek světla (fyzikální model [4]). Výpočet intenzit světla I pro všechny tyto modely vyjadřuje následující vztah

$$I = \sum_{i=1}^{15} \frac{a(-x_v(x_i - x_v) - y_v(y_i - y_v))}{((x_i - x_v)^2 + (y_i - y_v)^2 + (z_i - z_v)^2)^{\frac{k}{2}} (x_v^2 + y_v^2)^{\frac{1}{2}}}, \quad (2)$$

kde body na plášti vrtu mají souřadnice $[x_v, y_v, z_v]$, $v \in \mathbb{N}$, Phongův model $k = 1$, lineární model $k = 2$, fyzikální model $k = 3$, jednotlivé LEDiody mají souřadnice $[x_i, y_i, z_i]$, $i \in \{1, \dots, 15\}$, a určuje svítivost LEDiody, výsledná hodnota I je intenzita pro jeden bod na plášti vrtu. Tyto modely jsou lokální a neuvažují o dalším šíření světla nebo násobném odrazu, proto jsou nedostatečné. Proto jsme využili globálního osvětlovacího modelu, který je založený na radiozitě [2] daný vztahem

$$B_i - p_i \sum_{j=1}^n B_j \frac{\cos \varphi_{ij} \cos \varphi_{ji}}{d^2} l = I_i, \quad i \in \{1, \dots, n\}, \quad (3)$$

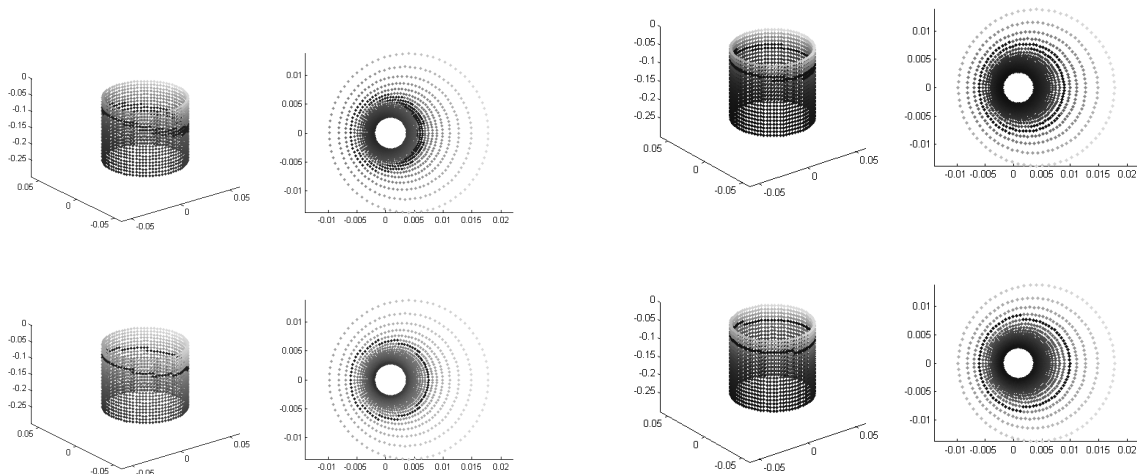
B_i je výsledná intezita světla na povrchu plošky reprezentované bodem X_i , I_i jsou intenzity z lokálního modelu, p_i je koeficient odrazivosti materiálu, φ_{ij} je úhel mezi normálou plošky X_i a směrovým vektorem k plošce X_j , l je obsah plošky, d je vzdálenost mezi body pláště X_i , X_j .

Při simulacích ukázaných níže jsme si jeden kruh vrtu rozdělili na části o úhel $\frac{\pi}{40}$ a vzdálenost mezi hlavními kružnicemi vrtu je 5 mm, tedy $n = 1600$. Koeficient odrazivosti p_i jsme stanovili 20% pro náš model.

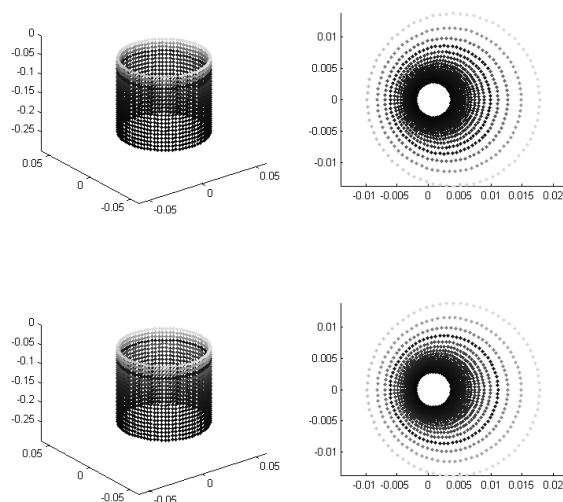
Izoluxa po projekci se blíží kružnici, viz Obrázek 3. V krajních případech, kdy kamera se dotýká stěny válce nastává maximální sklon izoluxy. Izoluxy tedy netvoří hlavní kružnice vrtu pro Phongův model. Avšak pro lineární modely dostáváme již lepší výsledky, viz Obrázek 3. Fyzikální model nám zobrazuje, že izoluxa je totožná s hlavní kružnicí vrtu, viz Obrázek 4.

U třetího případu pro fyzikální model je izoluxa lehce nakloněná, ale pro lidské oko je tato skutečnost nepostřehnutelná. Na Obrázku 5 vidíme, že v tomto případě se izoluxa stotožní s hlavní kružnicí. Tato situace nastává, díky prstencovému osvětlení a malého náklonu kamery, který je maximálně 8° . Kružnice vrtu se po projekci zobrazí jako elipsy [1].

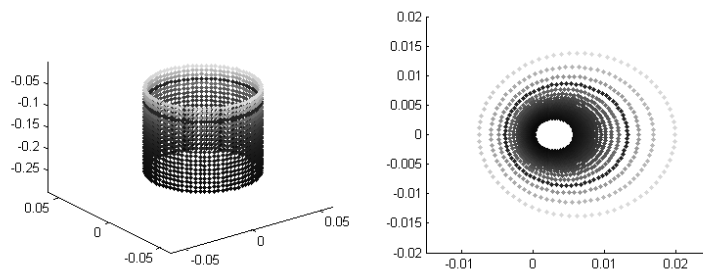
Ve videu existují snímky, kde izoluxa má tvar velmi blízky ke kružnici nebo elipse.



Obrázek 3: Simulace vrtu s rovnoběžnou osou kamery vůči ose vrtu založený na Phongovu modelu (vlevo) a lineárnímu modelu (vpravo), lokální modely (nahore), globální modely (dole)



Obrázek 4: Simulace vrtu s rovnoběžnou osou kamery a osou vrtu založený na fyzikálním modelu, lokální model (nahore), globální model (dole)



Obrázek 5: Globální osvětlovací model s využitím fyzikálního modelu s náklonem kamery

Závěr

V tomto článku jsme rozebrali jak světlo ovlivňuje výslednou projekci. Popsali jsme speciální případy, kdy osa kamery je rovnoběžná s osou vrtu a kdy tyto osy jsou různoběžné. Popsali jsme

závislost mezi hlavní kružnicí vrtu a izoluxou. Důsledku použitého speciálního zdroje světla a globálního modelu jsme zjistili, že izoluxu můžeme nahradit hlavní kružnicí vrtu.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory SGS07/PřF/2012: Geometrická mechanika a optimalizace.

Literatura

- [1] FERDIÁNOVÁ, V., HURTÍK, P., KOLCUN, A. *Reconstruction of the borehole wall using video records*. Aplimat 2012: 11th International Conference. 2012. s. 265-270
- [2] C. GORAL, K. E. TORRANCE, D. P. GREENBERG and B. BATTAILE, *Computer Graphics*, Vol. 18, No. 3., 1984
- [3] ŽÁRA, J. a kol.: *Moderní počítačová grafika*. Nakladatelství Computer Press, Brno 2004. ISBN 80-251-0454-0.
- [4] ŠTRBA, H.P.: *Optika*. Alfa, Bratislava 1979.
- [5] HURTÍK, P., *Stabilizace obrazu kamery ovlivněné torzním pohybem*, Diplomová práce. Ostravská univerzita v Ostravě, 2011.
- [6] FERDIÁNOVÁ, V., HURTÍK, P. *Rekonstrukce stěny vrtu z videa pořízeného kamerou*, Ph.D. Workshop 2011, Institute of Geonics AS CR v. v. i., Ostrava

Abstrakt

Let us have a real caption video of borehole, which we get with the help of camera with its own lighting source. Our aim is to find a position of camera using the information of reflection models. We create a simulation of these models and we find dependence between the major circles of borehole and isolux.