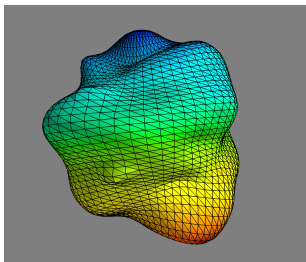


Investigacia možné metodiky pristávania v mikrogravitačným režimu



Daniel Herman, Štěpán Pilař, Daniel Rod
Coach: RNDr. Karel Tůma, Ph.D.

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta

9.11.2019

Tvar a povrch asteroidů
Generování obecnějších asteroidů

Interakce sondy s okolím
Gravitační interakce
Kolize s povrchem

Numerické řešení a prostor parametrů
Numerické řešení
Patologické případy



Generovanie nerovností triaxiálneho elipsoidu

1. Vygenerování bodů na triaxiálním elipsoidu
2. Aplikace gaussovského šumu na radiální souřadnici bodů
3. Vytvoření povrchu triangulací polyhedrem

Tento model umožňuje kontrolu kolize sondy s asteroidem, výpočet "hloubky" impaktu a normály na plošku dopadu



Gyroskop vnútri sondy tlmí uhlovú rýchlosť lineárne s časem.
Uvažujeme sféricky symetrickú sondu, $J = mr^2$



Gravitační interakce lze popsat rozvojem potenciálu do sférických harmonik

$$U(r, \theta, \phi) = \frac{GM}{r} \left[1 + \sum_{l=1}^n \sum_{m=0}^l \left(\frac{R_0}{r}\right)^l P_{lm}(\sin\phi) [C_{lm} \cos(m\theta) + S_{lm} \sin(m\theta)] \right]$$

Koeficienty pro první čtyři řády známé z literatury. Nutno určit gradient a převést do našich souřadnic. Působení gravitační síly je velmi slabé, možné další perturbace okolím.



Newtonův model kolize

1. Okamžitá kolize - limitní případ interakce (Kelvin-Voigtův model)
2. Recovery coefficient μ
3. Část energie se ztrácí - dochází k nespojitým změnám složek rychlostí
4. Moment setrvačnosti



$v = (v_1, v_2, v_3, \omega_{1,2}, \omega_3)$, v_3 ve směru normály plochy dopadu

$$v^+ = (I - (1 + \mu)P)v^-$$

$I = id(\mathbb{R}^6)$, $P : \mathbb{R}^6 \rightarrow \mathbb{R}^6$ který odpovídá změně energie při interakci s vazbou (s povrchem asteroidu)

$$v_1^+ = \frac{mr^2 - \mu J}{J'}v_1^- + \frac{Jr(1 + \mu)}{J'}\omega_2^-$$

$$v_2^+ = \frac{mr^2 - \mu J}{J'}v_2^- - \frac{Jr(1 + \mu)}{J'}\omega_1^-$$

$$v_3^+ = -\mu v_3^-$$

$$\omega_1^+ = -\frac{rm(1 + \mu)}{J'}v_2^- + \frac{J - \mu mr^2}{J'}\omega_1^-$$

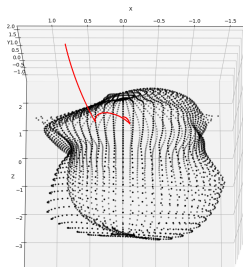
$$\omega_2^+ = \frac{rm(1 + \mu)}{J'}v_1^- + \frac{J - \mu mr^2}{J'}\omega_2^-$$

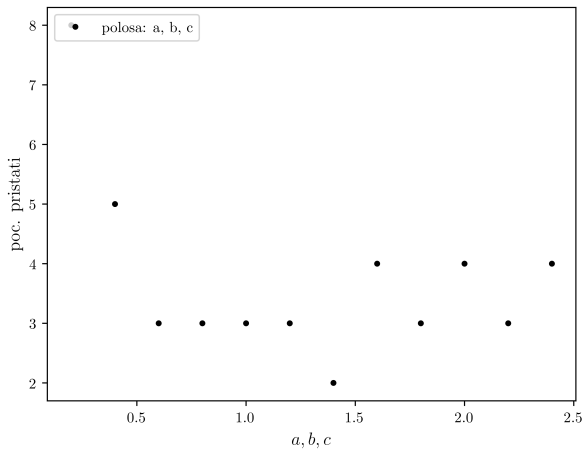
$$\omega_3^+ = \omega_3^-$$

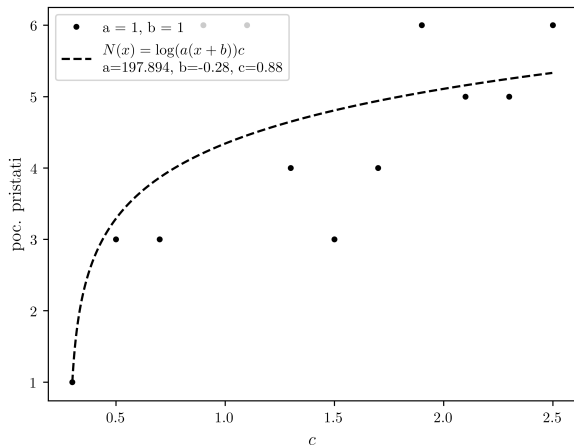


Integrace eulerovou metodou kvůli nedostatkům collision checkingu

Zkoumání úspěšnosti přistání na změně poloměru os elipsoidu







S rostoucím poloměrem větší šance na náraz na patologickou plochu

V modelu jsou menší asteroidy hladší

