

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



MENT FOR THE SEGMENTATION OF ASTRONOMICAL IMAGES W

Masters Thesis

2014

Bc. Viktor Nagy

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



MENT FOR THE SEGMENTATION OF ASTRONOMICAL IMAGES W

Masters Thesis

Študijný program: Aplikovaná informatika
Študijný odbor: 2511 Aplikovaná informatika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky
Školiteľ: prof. RNDr. Jiri Silha, PhD.

Bratislava, 2014

Bc. Viktor Nagy



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Viktor Nagy
Študijný program: aplikovaná informatika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: aplikovaná informatika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Algoritmus na segmentáciu astronomických snímok so špecifickými stopami
Algorithm development for the segmentation of astronomical images with unique features

Anotácia: Počas astronomických pozorovaní sa získavajú snímky nočnej oblohy, prevažne jej kokrétnej časti, ktoré sa ukladajú do tzv. Flexible Image Transport System (FITS) formátu. Tieto snímky obsahujú signál rôzneho charakteru od šumu spôsobeného elektrickým prúdom a vyčítavaním snímky zo CCD kamier, cez pozadie oblohy až po skutočné objekty ako hviezdy alebo objekty slnečnej sústavy (asteroidy, kométy, vesmírny odpad, atď.). Každý pixel FITS snímky je charakteristický svojou pozíciou na CCD kamere (x,y) a intenzitou. Tieto údaje sa využívajú na výpočet polohy objektu na CCD snímke a na jeho súhrnú intenzitu.

Na typických astronomických snímkach sa hviezdy javia ako statické body, ktoré možno popísať tzv. rozptýlovou funkciou (z ang. Point Spread Function). To neplatí v prípade, keď sa uskutočnia pozorovania vesmírneho odpadu, ktorý sa pohybuje relatívne rýchlo vzhľadom k hviezdnejmu pozadiu. V tomto prípade sa objekty javia ako predĺžené čiary a nie ako body. Ak sa počas pozorovania ďalekohľad pohybuje za objektom vesmírneho odpadu nastáva situácia, že všetky hviezdy sa javia ako predĺžené čiary s rovnakou dĺžkou a smerom, zatiaľ čo snímaný objekt sa javí ako bod.

Úlohou študenta/-ky bude naštudovať si literatúru venujúcu sa spracovaniu astronomických FITS snímok, ktoré obsahujú objekty vesmírneho odpadu. Následne študent/-ka navrhne najvhodnejší, a lebo aj vlastný algoritmus na segmentáciu snímok, ktorý následne naprogramuje a otestuje. Počas segmentácie sa identifikujú všetky objekty na snímke a pre každý taký objekt sa vyextrahuje jeho pozícia na CCD snímke (x,y) ako aj súhrnná intenzita. Testovanie algoritmu bude uskutočnené na reálnych snímkach na ktorých sa nachádza hviezdne pozadie ako aj vesmírny odpad. Výsledky sa porovnajú s predpoveďami pozícií vesmírneho odpadu, ktoré budú študentovi dodané spolu s reálnymi snímkami získanými ďalekohľadmi na Astronomickom a geofyzikálnom observatóriu v Modre, FMFI UK.

Cieľ: Vývoj algoritmu ktorý by identifikoval objekty a extrahoval ich pozície z astronomických CCD snímok, ktoré obsahujú pozorovania hviezdneho pozadia spolu s vesmírnym odpadom ako nefukčné družice, nosné rakety a úlomky satelitov.



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

- Literatúra:** E. Stöveken, T. Schildknecht, Algorithms for the Optical Detection of Space Debris Objects, Proceedings of the 4th European Conference on Space Debris (ESA SP-587). 18-20 April 2005, ESA/ESOC, Darmstadt, Germany. Editor: D. Danesy., p.637.
- V. Kouprianov, Distinguishing features of CCD astrometry of faint GEO objects, Advances in Space Research, Volume 41, Issue 7, 2008, Pages 1029-1038, ISSN 0273-1177, <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2007.04.033>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273117707003699>)
- B. Flewelling, Computer Vision Techniques Applied to Space Object Detect, Track, ID, Characterize, Proceedings of the Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, held in Wailea, Maui, Hawaii, September 9-12, 2014, Ed.: S. Ryan, The Maui Economic Development Board, id.E69.

Kľúčové

slová: segmentácia obrazu, detekcia čiar, FITS snímky

Vedúci: Mgr. Jiří Šilha, PhD.

Konzultant: prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD.

Katedra: FMFI.KAFZM - Katedra astronómie, fyziky Zeme a meteorológie

Vedúci katedry: prof. RNDr. Peter Moczo, DrSc.

Spôsob sprístupnenia elektronickej verzie práce:

bez obmedzenia

Dátum zadania: 23.10.2017

Dátum schválenia: 25.10.2017

prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD.
garant študijného programu

študent

vedúci práce

Čestne prehlasujem, že túto diplomovú prácu som
vypracoval samostatne len s použitím uvedenej literatúry
a za pomoci konzultácií u môjho školiteľa.

Bratislava, 2014

.....

Bc. Viktor Nagy

Pod'akovanie

Abstrakt

Počas astronomických pozorovaní sa získavajú snímky nočnej oblohy, prevažne jej konkrétnej časti, ktoré sa ukladajú do tzv. Flexible Image Transport System (FITS) formátu. Tieto snímky obsahujú signál rôzneho charakteru od šumu spôsobeného elektrickým prúdom a vyčítavaním snímky zo CCD kamier, cez pozadie oblohy až po skutočné objekty ako hviezdy alebo objekty slnečnej sústavy (asteroidy, kométy, vesmírny odpad, atď.). Každý pixel FITS snímky je charakteristický svojou pozíciou na CCD kamere (x,y) a intenzitou. Tieto údaje sa využívajú na výpočet polohy objektu na CCD snímke a na jeho súhrnnú intenzitu. Na typických astronomických snímkach sa hviezdy javia ako statické body, ktoré možno popísať tzv. rozptýlovou funkciou (z ang. Point Spread Function). To neplatí v prípade, keď sa uskutočnia pozorovania vesmírneho odpadu, ktorý sa pohybuje relatívne rýchlo vzhľadom k hviezd-nemu pozadiu. V tomto prípade sa objekty javia ako predĺžené čiary a nie ako body. Ak sa počas pozorovaní ďalekohľad pohybuje za objektom vesmírneho odpadu nastáva situácia, že všetky hviezdy sa javia ako predĺžené čiary s rovnakou dĺžkou a smerom, zatiaľ čo snímaný objekt sa javí ako bod. Úlohou študenta/-ky bude naštudovať si literatúru venujúcu sa spracovaniu astronomických FITS snímok, ktoré obsahujú objekty vesmírneho odpadu. Následne študent/-ka navrhne najvhodnejší, a lebo aj vlastný algoritmus na segmentáciu snímok, ktorý následne naprogramuje a otestuje. Počas segmentácie sa

identifikujú všetky objekty na snímke a pre každý taký objekt sa vyextrahuje jeho pozícia na CCD snímke (x,y) ako aj súhrnná intenzita. Testovanie algoritmu bude uskutočnené na reálnych snímkach na ktorých sa nachádza hviezdne pozadie ako aj vesmírny odpad. Výsledky sa porovnajú s predpoveďami pozícií vesmírneho odpadu, ktoré budú študentovi dodané spolu s reálnymi snímkami získanými ďalekohľadmi na Astronomickom a geofyzikálnom observatóriu v Modre, FMFI UK.

Kľúčové slová: debris detection, image processing

Abstract

During the astronomical observations images are acquired in so-called Flexible Image Transport System (FITS) format. These images contain signal from various sources, starting from electronic noise and readout noise, going through sky background signal to object images such as stars or asteroids. On a typical astronomical image the stars and asteroids usually appear as point-like objects which can be described by the Point-Spread Function (PSF). This is not the case for the observations of space debris objects such as fragmentation debris, defunct satellites and upper stages. These objects move comparable faster than the stars in the background which leads to FITS images which have present trail-like objects. In case that sidereal tracking is used during the observations, stars are being tracked by the telescope, the space debris object appears as a trail and stars as points. In case that debris tracking is used the debris appears as a point and stars as trails with the same length and direction on the image. One of the tasks for the possible candidate will be to review the existing algorithms for the image segmentation procedures currently used in the astronomical community for space debris observations. Depending on the review selected will be the best algorithm which will be then written by the candidate in a testing environment and then will be tested on the real observations acquired by the optical systems currently present at the Astronomical and geophysical observatory

in Modra. Algorithm will have to identify all image objects above defined threshold (Signal-to-Noise Ratio, SNR, to be defined during the work), for each image object extracted will be the position on the CCD frame, as well the total intensity. The algorithm efficiency will be investigated by comparing the results with the ground-truth extracted for the known objects, such as space debris or asteroids which will be delivered to the candidate.

Keywords: debris detection, image processing

Obsah

Literatúra

- [1] Vladimir Kouprianov et. al.
Distinguishing features of CCD astrometry of faint GEO objects
a COSPAR, 11 April 2007.

- [2] Jenni Virtanen et. al.
Streak detection and analysis pipeline for space-debris optical
images
a COSPAR, 25 September 2015

Zoznam obrázkov