

Abstrakt

So zvyšujúcou sa vesmírnou aktivitou v posledných rokoch, presné monitorovanie vesmírneho odpadu je nevyhnutné pre jeho potenciálne odstránenie. Odstránenie je možné uskutočniť úmyselnou deorbitáciou objektu. V takom prípade objekt padá na Zem v procese nazývanom návrat do atmosféry (reentry event). Avšak v súčasnosti nedokážeme presne predpovedať riziká, ktoré padajúci objekt predstavuje, čo je motiváciou ďalšieho výskumu. Táto práca sa zameriava na riešenie štyroch problémov pomocou strojového učenia. Prvé dva problémy sa zaoberajú procesom inverzie svetelných kriviek s cieľom charakterizácie objektov a odhadu ich orientácie. Pozorovania vo forme fotometrických svetelných kriviek nám poskytujú informácie o fyzikálnych vlastnostiach objektu, vrátane tvaru, veľkosti, povrchových materiálov a rotácie. Verejne dostupné databázy a generátory syntetických svetelných kriviek poskytujú veľké množstvo svetelných kriviek, ktoré môžu slúžiť ako trénovacie dáta pre modely strojového učenia. Využitím dátovo orientovaného prístupu tak môžeme riešiť otvorené problémy v oblasti charakterizácie objektov a odhadu orientácie. V práci predstavujeme metodiku pre databázovo nezávislú klasifikáciu raketových stupňov spolu s novým štandardizovaný datasetom RoBo6. Tretí problém sa týka modelovania, augmentácie a predspracovania svetelných kriviek, pričom navrhujeme systém pre generovanie syntetických svetelných kriviek z 3D modelov. Okrem toho poskytujeme dva technické príspevky: dataset MMT_snapshot, ktorý uľahčuje efektívny prístup k dátam svetelných kriviek, a LCDC (Light Curve Dataset Creator), Python balíček pre spracovanie svetelných kriviek vhodný ako pre vedeckú analýzu, tak aj pre aplikácie strojového učenia. Posledný riešený problém je 3D rekonštrukcia návratu do atmosféry z videozáznamov. Navrhujeme dva možné spôsoby riešenia tohto problému pomocou tradičných techník počítačového videnia a grafových neurónových sietí. Prínosy tejto práce sú zhrnuté v kapitole Results, nadväzujúc na metódy navrhnuté v Projekte dizertačnej práce.

Kľúčové slová: vesmírny odpad, svetelné krivky, strojové učenie, charakterizácia objektov, odhad dynamických vlastností, klasifikácia, generovanie syntetických údajov, reentry, hlboké učenie, neurónové siete.