

Abstrakt

Spôľahlivá detekcia manévrov je kľúčová pre sledovanie situácie vo vesmíre, pretože nemodelovaný manéver rýchlo degraduje presnosť predpovede obežnej dráhy a údržbu katalógov objektov. Táto práca skúma detekciu manévrov a anomálií z údajov o trajektóriách satelitov. Najprv sa zaoberáme metódami detekcie anomálií/manévrov bez učiteľa z verejne dostupných údajov TLE.

Aby sme mohli aplikovať metódy učenia s učiteľom, napriek nedostatku označených dát, vyvinuli sme vysoko presný simulátor manévrujúcich geostacionárnych satelitov a vygenerovali sme dataset syntetických trajektórií satelitov. Tieto trajektórie spracovávame do syntetických efemeríd a demonštrujeme detekciu manévrov pomocou neurónovej siete, ktorá dosahuje skóre $F_1 = 0.79$.

Ďalej generujeme syntetické pseudo-TLE sekvencie fitovaním parametrov SGP4/TLE na maskované efemeridy pomocou metódy najmenších štvorcov s obmedzeniami. Následne trénujeme detekčné modely založené na architektúrach CNN, LSTM a transformeroch; najlepší model dosahuje skóre $F_1 = 0.94$ a $\text{ROC-AUC} = 0.99$ na testovacej množine. V závere práce sú preskúmané kvalitatívne experimenty na reálnych pozorovaniach a reálnych údajoch TLE.