



Machine Learning algorithm for tracklet building in astronomical image processing

ŠKOLITEL: PROF. RNDR. ROMAN ĎURIKOVIČ, PHD.

KONZULTANTI: MGR. JIŘÍ ŠILHA, PHD., MGR. MATEJ ZIGO, PHD.

AUTOR: Bc. LUCIA LAHUČKÁ



Článok: *Detecting Moving Objects With Machine Learning*

- **Autor:** Wesley C. Fraser
- Hlavné témy článku:
 - Tradičné metódy hľadania pohybujúcich sa telies (napr. asteroidy).
 - Prechod na **machine learning (ML)** metódy (hlavne **CNN**, shift-and-stack techniky).
 - Riziká ML: **overfitting**, potreba kvalitného tréningového datasetu.
 - Príklady: využitie **ResNet** na klasifikáciu, **EfficientNet** na segmentáciu komét.



Prepnutie na staršiu verziu Pythona

- **Cieľ:** Prispôbiť sa súčasnému systému pre Astros Solutions s.r.o.
- **Verzia:** Python 3.9.5
- **Operačný systém:** Linux

Skúšanie YOLO

- YOLOv11n model použitý na tracking objektov vo videu
- Problém:
 - YOLO nie je vhodný na veľmi malé, bodové objekty (napr. hviezdy, satelity)
 - Model nenašiel ani jeden objekt vo videu s drobnými objektami (mravce)
 - Je natrénovaný na určitú množinu objektov (auto, človek)
- Záver:
 - YOLO (ani iné klasické detektory) **nie sú vhodné** pre tento typ problému bez výraznej adaptácie



Hľadanie lepších prístupov

- Multiple Object Tracking (MOT) pre **malé body** v snímkach
- Štúdium Kalmanovho filtra
- Štúdium Particle filtra
- Skúmanie vedeckých článkov o malých objektoch a trackingu



Úvahy o ďalšom postupe

- Modely na sledovanie objektov:
 - **Supervised learning**: trénovať na syntetických alebo reálnych dátach
 - **Unsupervised learning**: bez potreby ručných označení (ťažšie, ale možné)
 - **Self-supervised learning**: napr. predikcia pohybu z 2-3 snímok
- Heuristiky a návrhy:
 - **Siamese network**: učenie podobnosti medzi bodmi v dvoch snímkach
 - **Transformer-based model**: učenie sekvencií pohybu
 - **Nearest Neighbour heuristic**: spárovanie najbližších bodov ako základná asociácia
 - **Kalman filter initialization**: použiť na predikciu trajektórie, neskôr spresňovať



Možné pokračovanie

- Prepojenie na model, ktorý na základe starých súradníc dokáže predikovať nové:
 - Model založený na LSTM
 - Inicializácia z prvých **dvoch snímkov**.
- **Inicializácia objektov** na začiatku:
 - Možnosť **rozšíriť na trojice snímkov** pre robustnejšiu inicializáciu.
 - Využiť napríklad **Kalman filter** na postupné sledovanie už inicializovaných objektov.
 - Vytvorenie pravdepodobnostného **modelu** na detekciu, ktoré objekty párovať k sebe

Ďakujem za pozornosť