

Toruń, 25.09.2024

Prof. dr hab. Andrzej T. Niedzielski
Instytut Astronomii UMK w Toruniu

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Emila Wilawera zatytułowanej „Asteroid phase curves using dense ground-based lightcurves and sparse survey data”.

Rozprawa została przygotowana w języku angielskim i ma formę przewodnika po trzech powiązanych tematycznie recenzowanych publikacjach naukowych, które zawierają wyniki rozprawy. Składa się ona ze streszczeń w językach angielskim i polskim, listy publikacji stanowiących merytoryczną treść rozprawy, wprowadzenia do tematyki doktoratu, opisu celów pracy, metodologii i wyników uzyskanych w kolejnych publikacjach, spisu wykorzystanej literatury, oraz kopii trzech publikacji recenzowanych. Rozprawa jest stosunkowo zwięzła, wraz z bibliografią liczy 42 strony, po których następują w formie załączników kopie trzech publikacji naukowych stanowiących merytoryczną treść doktoratu.

Do rozprawy dołączono opinię o rozprawie Pani Promotor, oświadczenia współautorów prac wieloautorских oraz oświadczenie doktoranta, z których jasno wynika wkład poszczególnych współautorów we wszystkie publikacje stanowiące podstawę prezentowanej rozprawy. W szczególności wkład mgr Wilawera w prace drugą i trzecią jest wiodący.

Rozprawa dotyczy aktualnej tematyki naukowej, jaką są badania właściwości małych ciał Układu Słonecznego, jedyne spośród ponad pięciu tysięcy układów planetarnych, który możemy obserwować tak szczegółowo. Dociekania na temat własności fizycznych małych ciał Układu Słonecznego w oparciu o obserwacje naziemne, kosmiczne czy też bezpośrednie próbkowanie dostarczają bezcennych danych dla zrozumienia powstawania i ewolucji planet. W tym kontekście taktyka rozprawy wpisuje się w aktualne trendy w badaniach naukowych.

Opis pracy oraz uzyskane wyniki.

Tematyka rozprawy jest zgodna z jej tytułem. Rozprawę rozpoczyna *Wstęp* w którym autor wprowadza nas w problematykę rozprawy, krótko podsumowuje dostępne dane obserwacyjne zgromadzone w dużych przeglądach obserwacyjnych oraz wyjaśnia cel prowadzonych w ramach rozprawy badań.

W *Rozdziale drugim* autor prezentuje warsztat naukowy i metodologię przyjętą w pracy. W pierwszej kolejności opisuje automatyczny system redukcji obserwacji fotometrycznych Photometry Pipeline (PP, Mommert, 2017) i jego implementację dla wykorzystywanych teleskopów. Następnie prezentuje zmodyfikowany format danych fotometrycznych dla planetoid ATLAS6 (Wilawer i Kwiatkowski 2017) oraz PerFit (Kwiatkowski i inni 2009) wykorzystywany do wyznaczania krzywych blasku i synodycznych okresów rotacji planetoid. W dalszej części tego rozdziału znajdziemy opis

stosowanych modeli krzywych fazowych: H , G (Bowell i inni 1989); H , G_1 , G_2 (Muinonen i inni 2010); H , G_{12} oraz model liniowo-wykładniczy. W kolejnych podrozdziałach mgr Wilawer prezentuje metodologię modelowania krzywych fazowych w oparciu o gęste naziemne obserwacje fotometryczne, jak i w oparciu o mieszane dane: intensywne obserwacje naziemne wzbogacone o sporadyczne obserwacje z przeglądu Gaia. Ten problem, stanowiący nowe podejście do analizy takich danych został omówiony szerzej, wraz z jego implementacją superkomputerową.

Wyniki naukowe uzyskane w rozprawie przedstawiono w *Rozdziale trzecim*, w którym omówiono rezultaty kolejnych trzech recenzowanych publikacji.

Praca I (Oszkiewicz i inni 2021) poświęcona jest analizie 20 asteroid z rodziny Vesty, dla których, na podstawie własnych naziemnych obserwacji autorów, wymodelowano po raz pierwszy krzywe fazowe dla tego typu obiektów. W wyniku projektu nie stwierdzono, wbrew oczekiwaniom, niejednorodnego rozkładu parametrów wymodelowanych krzywych fazowych ani odmiennego ich charakteru w porównaniu do planetoid o średnich czy wysokich wartościach albedo.

Praca II (Wilawer i inni 2022) oświeca jest prezentacji opracowanego przez doktoranta algorytmu wykorzystania równocześnie gęstych danych z obserwacji naziemnych (w tym wypadku własnych obserwacji grupy poznańskiej) jak i sporadycznych obserwacji satelity Gaia do modelowania krzywych fazowych. Możliwości nowego algorytmu zaprezentowano na przykładzie 26 planetoid.

W *Pracy III* (Wilawer i inni 2024) zastosowano nową metodę modelowania krzywych fazowych bazując na własnych naziemnych gęstych obserwacjach oraz dodatkowych, sporadycznych obserwacjach projektu ATLAS. Przedstawiono wyniki dla 35 planetoid i zaprezentowano adaptację algorytmu na superkomputer. Uzyskano krzywe fazowe w dwóch barwach identyfikując dwie grupy obiektów. Wyniki pracy zdają się sugerować, że obiekty o większych wartościach albedo wykazują płaskie krzywe fazowe, zaś te o mniejszych wartościach albedo krzywe bardziej strome.

Uwagi

Wyniki naukowe uzyskane przez doktoranta z całą pewnością są oryginalne i wartościowe. Za najbardziej interesujące, poza nowym algorytmem modelowania krzywych fazowych (*Praca II*), uznałbym te zawarte w *Pracy III*. W szczególności analiza wyników dla poszczególnych obiektów w tej pracy bardzo dobrze ilustruje ogólną wiedzę doktoranta oraz dokumentuje umiejętność prowadzenia badań naukowych.

W mojej ocenie tekst rozprawy nadmiernie eksponuje część techniczną zagadnienia, pozostawiając problem naukowy nieco w tyle. W szczególności brakuje mi próby wyjaśnienia w jaki sposób uzyskane wyniki wpływają na nasze zrozumienie budowy i ewolucji Układu Słonecznego i innych układów planetarnych, o czym mowa we wstępie.

Praca jest ogólnie przygotowana bardzo dobrze zarówno od strony technicznej jak i merytorycznej. Układ jest logiczny co ułatwia lekturę. Autor nie uniknął jednak szeregu drobnych usterek, z których pozwolę sobie wymienić tylko kilka:

1. W opisie kodu PerFit (Rozdział 2.1.3) w opisie równania (1) nie wyjaśniono co oznaczają indeksy k i n ?

2. Opisy modeli krzywych fazowych H, G₁₂ i liniowo-wykładniczego nie zawierają odnośników literaturowych. Czy są to modele autora rozprawy?
3. Termin *error* chyba nie jest najlepszym określeniem tego, co autor najpewniej ma na myśli, czyli niepewności (uncertainty).
4. Język pracy jest miejscami zdecydowanie techniczny, z tendencjami do hermetycznego żargonu (magnitude phase curve; lightcurve at random points; strona 16, 4 akapit: co oznacza „accurate fit on y-axis“?).

Podsumowanie i konkluzja

Powyższe uwagi nie umniejszają jakości rozprawy czy wartości wyników uzyskanych w przedstawionej rozprawie. Mgr Emil Wilawer w swojej rozprawie doktorskiej zaprezentował ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Przedmiotem jej rozprawy jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Przedstawiona rozprawa spełnia w mojej ocenie zwyczajowe i ustawowe wymogi stawiane pracom doktorskim z zakresu astronomii. Wnoszę zatem o dopuszczenie mgr Emila Wilawera do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



