

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr i Aleksandra Kurka pt. „Towards advanced astronomical imaging: new techniques of data reduction and their applications.”

Przedstawiona mi do oceny rozprawa składa się z czterech rozdziałów i podsumowania w języku angielskim oraz streszczenia w języku polskim. Praca oparta jest o wyniki uzyskane przez autora wraz z zespołem, opublikowane w czterech artykułach, w tym dwóch w uznanych periodykach astronomicznych MNRAS i PASP. Przy omawianiu wyników zawartych w każdej z prac autor określił swój w niej udział. Tym samym rozprawa spełnia warunki Ustawy z 14 marca 2003 art. 13.2 i 13.4.

Pierwszy rozdział ma charakter wprowadzenia w tematykę rozprawy, zaś rozdziały 3 i 4 wydają się być rodzajem planu naukowego autora na przyszłość, bowiem omawiają spodziewany postęp naukowy w dziedzinie rozprawy. Najważniejsze wyniki, tezy złożonej rozprawy, umieszczone zostały w rozdziale 2.

Dysertacja jest stosunkowo obszerna i liczy, wraz ze spisem literatury, 114 stron, jest bardzo dobrze przygotowana od strony graficznej, bogato ilustrowana i robi bardzo dobre wrażenie estetyczne.

Rozprawa ma szczególny charakter, bowiem składa się na nią szereg etiud numerycznych, w wyniku których przedstawiono propozycje bardziej efektywnych procedur standardowej analizy obrazów cyfrowych stosowanych w astronomii obserwacyjnej.

Opis pracy i uzyskane wyniki

Po wprowadzeniu do tematyki zawartym w rozdziałach pierwszym, w kolejnych podrozdziałach rozdziału drugiego autor prezentuje wyniki czterech opublikowanych prac.

W rozdziale 2.1 zaprezentowano popularne metody korekty, interpolacji, nieaktywnych pikseli spotykane w zastosowaniach astronomicznych, oraz wyniki własnej modyfikacji jednej z nich, interpolacji biharmonicznej, prowadzące do mniejszych niepewności estymowanego sygnału, szczególnie w przypadku zastosowania informacji z wielu obrazów. Do analizy zastosowano obrazy archiwalne projektu SDSS, na podstawie których pokazano, że w przypadku analizy wielu obrazów można średnią niepewność estymacji proponowaną metodą poprawić około dwukrotnie w porównaniu ze standardową metodą interpolacji biharmonicznej. W przypadku analizy pojedynczego obrazu poprawa jakości estymacji wydaje się być nieznaczająca, stąd oczywistym adresatem proponowanego algorytmu są rozbudowane bazy obrazów cyfrowych istniejących i przyszłych przeglądów nieba. Rozdział ten bazuje na wynikach pracy opublikowanej w PASP.

W rozdziale 2.2 przedstawiono wyniki przeglądu i oceny efektywności szeregu znanych metod usuwania defektów typu przejścia przez detektor cząsteczek promieniowania kosmicznego. Testy przeprowadzono w oparciu o własny materiał obserwacyjny zebrany szeregiem instrumentów. Wyniki, na tyle interesujące, że zostały opublikowane w czasopiśmie recenzowanym (MNRAS) nie wskazują jednak jednego optymalnego algorytmu, jako, że dla różnego typu zastosowań ich efektywność okazuje się być różna.

Przedstawiony w rozdziale 2.3 problem to optymalizacja czasu ekspozycji w przypadku obserwacji gęstego pola z obiektami w szerokim zakresie jasności obserwowanych. Niestety poza ogólnym opisem problemu i wynikami dla konkretnego przypadku brak jakiegokolwiek opisu zastosowanej metody. Trudno zatem odnieść się do merytorycznej zawartości tej części rozprawy.

Rozdział 2.4 zawiera interesującą adaptację algorytmu genetycznego do obserwacji typu *lucky imaging*. Przedstawiona procedura pozwoliła na odtworzenie z symulowanych obserwacji obrazu obiektu z bardzo niskim stosunkiem sygnału do szumu. Choć, jak sam autor pisze (str. 54), trudno ocenić efektywność tej procedury wydaje się ona być ciekawym narzędziem do obserwacji bardzo słabych źródeł techniką *lucky imaging*.

Przedstawiona rozprawa jest nietypowa. Nie zawiera ona bowiem rozwiązania konkretnego naukowego problemu astronomicznego, a raczej dotyczy rozwoju techniki badań w zakresie astronomii obserwacyjnej. Uzyskane wyniki to nowe procedury analizy obrazów cyfrowych stosowanych powszechnie w astronomii, pozwalające na uzyskanie lepszych wyników z wykorzystaniem nowych, czy już zebranych danych. W tym sensie

rozprawa spełnia, w moim przekonaniu, wymagania stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie (art. 13.1 i 13.3).

Praca napisana jest sprawnie, i dobrym naukowym językiem. Jej forma (kompletność, referencje, rysunki, tabele etc.) są poprawne. Liczne, szczegółowe uwagi merytoryczne i redakcyjne zamieszczam poniżej.

Uwagi

Uwagi o charakterze ogólnym.

1. Mam szereg uwag do przedstawionej rozprawy. W pierwszej kolejności uważam, że układ pracy jest nieprzemyślany i mylący. Zasadnicze wyniki pracy zawarto w rozdziale 2, liczącym 43 strony. Rozdziały 3 i 4 (32 strony) są z tematem rozprawy związane dość luźno i nie zawierają wyników dla niej istotnych. Choć ilustrują szerokie zainteresowania i ambicje doktoranta powinny one, w mojej ocenie, w znacznie skróconej postaci, dołączyć do wstępu (13 stron) zamieszczonego w rozdziale 1.
2. Jeśli chodzi o zawartość merytoryczną to moim zdaniem najciekawsze wyniki zawierają rozdziały 2.1, 2.2 i 2.4. Niestety praca bardzo traci na wartości poprzez szereg istotnych usterek. Po pierwsze doktorant sprowadza tekst rozprawy do słownego opisu problemu, sposobu jego rozwiązania i wyników nie podając szczegółów zastosowanej metodologii naukowej, w tym wypadku szczegółów warsztatu stosowanego w eksperymentach numerycznych. Czytelnik nie jest w stanie ocenić umiejętności doktoranta nie wiedząc czy samodzielnie przygotowywał procedury numeryczne do swoich eksperymentów, czy też korzystał z istniejących pakietów dedykowanych analizie danych. Po drugie, choć wyniki, szczególnie te zawarte w rozdziałach 2.1 i 2.4, wydają się być przekonujące, brak podstaw matematycznych takiego, a nie innego modelowania danych zdecydowanie obniża obiektywną wartość uzyskanych wyników. Największym jednak merytorycznym mankamentem pracy jest moim zdaniem brak próby zastosowań uzyskanych wyników do realnych obserwacji, a tym samym ich weryfikacji poprzez zastosowanie do konkretnego problemu badawczego. Zważywszy na fakt, iż od

momentu publikacji najciekawszych wyników do chwili złożenia rozprawy minęło kilka lat nie jest to najwyraźniej spowodowane brakiem szczęścia w aplikacji o czas obserwacyjny na stosowanych urządzeniach lecz planowanym działaniem. Niestety powoduje to, że rozprawa jest w mojej ocenie dość słaba.

3. Od strony formalnej uważam dodatkowo, że w pracy wyraźnie powinien być określony udział pierwszego autora większości wykorzystanych w rozprawie opublikowanych prac, skoro nie jest on ani promotorem, ani promotorem pomocniczym.

Uwagi szczegółowe merytoryczne.

1. We wstępie do rozprawy zamieszczono dla ilustracji problemu rozdzielonych przestrzennie obserwacji egzoplanet dwa histogramy (rys. 1.2 i 1.4) z rozkładem ich „rozmiarów” kątowych opierając się na danych pochodzących z różnych źródeł. Pojawiają się w tym miejscu trzy pytania: (1) co to jest rozmiar kątowy? (2) Co autor ma na myśli odwołując się w opisie tych histogramów do towarzyszących rysunków 1.1 i 1.3 skoro i kolorystyka i podział obiektów są na nich inne? (3) Skąd taka różnica w rozkładzie egzoplanet na tych histogramach?
2. W rozdziale 2.1 do testów metod usuwania wadliwych pikseli przyjęto obrazy o wymiarach 7x7 pikseli. Czemu akurat taki rozmiar? Czemu z analizy wykluczono pola zawierające jedynie tło nieba? W uzasadnieniu modyfikacji zastosowanej metody (str. 20) doktorant cytuje podręcznik McLean (2008) za którym wprowadza pojęcie „seeing” i „point-spread function” jako wyniku rozmazania obrazu gwiazdy na płaszczyźnie ogniskowej teleskopu przez atmosferę ziemską. Ten opis, a w szczególności oczekiwanie punktowego obrazu, wydaje się być nietypowym rozumieniem procesu powstawania obrazu w teleskopie naziemnym. Czy mógłbym poprosić o szersze wyjaśnienie na temat powstawania obrazu w teleskopie naziemnym w kontekście lokalnych właściwości atmosfery, jego średnicy i czasu ekspozycji?
3. W pracy Popowicz, Kurek i inni (2016), będącej, jak się wydaje, podstawą rozdziału 2.2 zaprezentowano ciekawe wyniki w oparciu o oryginalne obserwacje wykonane

szeregiem różnych urzędów. Czemu ten wątek nie został wykorzystany w rozprawie?

4. W rozdziale 2.3 (str. 46) autor stwierdza, że problem wyznaczenia optymalnego czasu obserwacji w opisywanym tam przypadku jest wysoce nieliniowy. Na czy polega ta nieliniowość?
5. Modyfikacja metody analizy obrazów typu *lucky imaging* zaprezentowana w rozdziale 2.4 bazuje na syntetycznych obrazach, na których najjaśniejsza plamka, jak pisze autor „jest nierozróżnialna” (albo „niewidoczna” na str. 56). Jak to rozumieć? Jaki konkretnie jest stosunek sygnału do szumu na tych obrazach? Czy oceniono na ile uzyskane wyniki są jednoznaczne? Na ile wpływa na nie obecność w polu innego obiektu? W opisie eksperymentu zilustrowanego na rysunku 2.21 autor stwierdza, że odpowiada on powstawaniu obrazu w teleskopu, o „wielkości soczewki” równej parametrowi Frieda, co wydaje się przeczyć podstawowemu założeniu techniki *lucky imaging* zaprezentowanemu na stronie 50 ($D/r_0 \geq 3.5$).

Uwagi stylistyczne.

Najbardziej irytującą dla mnie przywarą tekstu rozprawy jest nieokiełznana maniera autora do wprowadzania skrótów dla przeróżnych terminów. Jeszcze przed wstępem autor zamieszcza listę wielu skrótów dla ułatwienia, jak rozumiem, lektury tekstu. Tymczasem w trakcie lektury czytelnik jest wciąż zasypywany nowymi skrótami, jak na przykład na stronach 36-37 gdzie pojawia się kolejnych 11. Nie koniec na tym. Mimo wprowadzenia np. skrótu „PCB” (Proxima Centauri B) już na stronie 2 pojawia się ponownie „Proxima Centauri B” i znów zostaje zdefiniowana jako PCB. Ponownie na stronie 4 (teraz PCB oznacza Proxima Centauri). Ale i tak w pracy co i rusz pojawiać się będzie pełna nazwa, w różnych, zresztą, wariantach. Dotyczy to oczywiście także innych skrótów, wciąż na nowo w tekście definiowanych. Zupełnym już absurdem jest wprowadzenie ponownie skrótu „LI” (Lucky Imaging) na stronie 93. Zresztą, w podsumowaniu rozprawy czytelnik znajdzie więcej definicji skrótów.

Konkluzja

Uważam, że wyniki zawarte w pracy, są interesujące oraz oryginalne. Autor wykazał się znajomością warsztatu w dziedzinie modelowania obserwacji cyfrowymi detektorami stosowanymi w astronomii obserwacyjnej. Przedstawiona rozprawa spełnia zwyczajowe i ustawowe wymagania stawiane pracom doktorskim z zakresu astronomii. Wnoszę zatem o dopuszczenie mgr Aleksandra Kurka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. Andrzej Niedzielski

Centrum Astronomii UMK

