

Toruń, 6.03.2018

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Łukasza Obar pt. „Poszukiwanie gwiazd zmiennych w eksperymencie Pi of the Sky.”

Przedstawiona mi do oceny rozprawa składa się ze wstępu, siedmiu rozdziałów i podsumowania, oraz trzech załączników. Tekst poprzedzony jest streszczeniem w językach polskim i angielskim. Praca oparta jest o wyniki obserwacji uzyskanych w ramach projektu Pi of the Sky.

Opis pracy i uwagi

Pierwszy rozdział ma charakter wprowadzenia w tematykę rozprawy, krótko opisany jest tam problem zmienności jasności widomej obiektów astronomicznych, który szerzej przedstawiony jest w załącznikach A i B.

Rozdział drugi poświęcony jest opisowi projektu Pi of the Sky, zaś w rozdziale trzecim przedstawiony jest sposób gromadzenia i analizy, a w zasadzie redukcji oraz katalogowania obserwacji gromadzonych w tym projekcie. Rozdział czwarty poświęcono opisowi środowiska Luiza, wykorzystywanego dla redukcji i kalibracji obserwacji danych projektu sieci naukowej Gloria, złożonej z 17 obserwatoriów, w skład której wchodzi projekt Pi of the Sky. Szereg parametrów środowiska Luiza przedstawiono w załączniku (dodatku) C. W szczególności w rozdziale 3 opisano algorytm fotometrii off-line zaczerpnięty z projektu ASAS, a zaimplementowany na potrzeby Pi of the Sky przez autora rozprawy.

Rozdział piąty zawiera opis i wyniki testów porównujących procedury redukcji i kalibracji obserwacji fotometrycznych Pi of the Sky wykonanych w Hiszpanii (INTA) w środowisku Luiza. Opisane testy pokazały, że spośród trzech porównywanych algorytmów najlepsze wyniki daje algorytm Weighted Aperture Photometry, zaś implementowany przez autora rozprawy algorytm Aperture Magnitudo ASAS daje wyniki porównywalne, lecz nieznacznie gorsze, szczególnie dla gwiazd słabszych niż ok. 10 mag.

W rozdziale szóstym opisano ogólny proces detekcji gwiazd zmiennych w danych Pi of the Sky. W rozdziale tym zaproponowany i przetestowany został także algorytm poszukiwań gwiazd zmiennych okresowych w danych tego projektu, na podstawie analizy

wielu zmiennych (pakiet TMVA). Zastosowano metodę wzmacnianych drzew decyzyjnych (BDT), dla gwiazd w dwóch przedziałach jasności: jasnych (6.5-9.5 mag) i ciemnych (9.5-12.5 mag). Dla gwiazd jasnych i ciemnych stosowano odmienną ilość drzew decyzyjnych oraz odmienną ich maksymalną głębokość dla uzyskania najlepszych rezultatów. W pracy brak szerszej dyskusji na ten temat.

Niestety przedstawiony w rozdziale 6.3 opis materiału na którym prowadzono symulacje detekcji jest bardzo nieprecyzyjny. Z opisu wynika, że stanowiło go „kilkaset” klatek CCD, na których „uzmienniono” gwiazdy, upodabniając je do gwiazd zmiennych okresowych jednego z 8 wybranych typów, nadając im okresy z zakresu 0.5-3 dni i amplitudy zmian 0.08-0.5 mag. Nic nie wiemy o przedziale czasu jaki obejmowały symulowane obserwacje, odstępach między obserwacjami, jakości danych na poszczególnych klatkach itd. Nieznane pozostają także szczegóły procedury „uzmienniania” oraz wybrany algorytm redukcji i kalibracji fotometrii.

W wyniku przeprowadzonych analiz autor wykazuje wyższą efektywność nowego algorytmu w stosunku do trzech innych znanych z literatury, w tym do algorytmu RMS/RMSprof stosowanego dotąd w projekcie Pi of the Sky. W szczególności dla gwiazd jasnych, dla założonej wartości wyciętego tła (gwiazdy stałe) 95%, zaproponowany algorytm zwraca najwyższy odsetek sygnału (gwiazd zmiennych) – 88%, w porównaniu do 50-70% (RMS/RMSprof) zwracanych przez metody wykorzystane w porównaniu.

Rozdział siódmy zawiera wyniki zastosowania zaprezentowanego algorytmu detekcji gwiazd zmiennych do realnych danych Pi of the Sky. Wykorzystano znaczną ilość obserwacji zgromadzonych z obu stacji obserwacyjnych, jednak sam materiał opisany jest bardzo zdawkowo: pola obserwowane „przynajmniej 300 razy”, obserwacje obejmowały „przynajmniej kilka nocy” (niekoniecznie kolejnych), część klatek została „wykonana na przestrzeni 1.5 roku” (choć na końcu rozdziału 7.2 dowiadujemy się, że analizowane klatki „wykonane zostały na przestrzeni ok. 4 miesięcy”). Nie wiemy, który z algorytmów opisanych w rozdziale 5 został wykorzystany. Ostatecznie do poszukiwania gwiazd zmiennych wykorzystano wyniki dla 82505 gwiazd w zakresie 6-12.5 mag, których jasności zostały wyznaczone na min 150 klatkach CCD. Nie udało się jednak zastosować planowanego dla algorytmu BDT poziomu wyciętego tła 95% i, jak wydaje się wynikać z nieprecyzyjnego tekstu na końcu wstępu do rozdziału 7, w przypadku gwiazd ciemnych obniżono go do poziomu 70-75%, czyli faktycznie poniżej poziomu, na którym prowadzono testy opisane w rozdziale 6.3. Autorowi udało się znaleźć w analizowanym materiale 3 gwiazdy zmienne, których detekcji nie potwierdza jednak materiał zgromadzony w bazie

obserwacji archiwalnych Pi of the Sky z lat 2006-2009. Mimo, że omawiane obiekty są stosunkowo jasne, autor nie pogłębia ich analizy korzystając z danych literaturowych ani nie podejmuje dalszych ich obserwacji innym instrumentem. Tymczasem IRAS 19152+0839, według bazy danych Simbad, nie posiada optycznego odpowiednika, co dla tak jasnego (według autora) obiektu wydaje się intrygujące, a gwiazda BD-08 4612, dla której na wykresie 7.9 widzimy kalibrowane do katalogu TYCHO jasności V w zakresie ok. 9-9.5 mag, według bazy danych Simbad jest obiektem o jasności $V=10.27$ mag, skatalogowanym jako gwiazda zmienna. Podobna rozbieżność występuje też w przypadku IRAS 19041-0957, dla której katalog Tycho podaje $V=10.34 \pm 0.06$ mag.

Niestety podobnym brakiem wyników zakończyła się próba poszukiwań za pomocą nowego algorytmu gwiazd zmiennych o okresach rzędu kilkudziesięciu minut. W rozdziale 7.3 pokazano, że wśród analizowanych 59715 gwiazd nie znaleziono ani jednego obiektu tego typu. Bardzo pobieżny sposób podsumowania wyników tytułowych poszukiwań gwiazd zmiennych wydaje się wskazywać na niewielki stopień dociekliwości autora i sugeruje brak rzeczywistego zainteresowania wynikami naukowymi projektu.

Dysertacja jest stosunkowo obszerna i liczy, wraz ze spisem literatury, 133 strony, jest bardzo dobrze przygotowana od strony graficznej, bogato ilustrowana i robi bardzo dobre wrażenie estetyczne. Praca napisana jest sprawnie, niezłym naukowym językiem. Jej forma (kompletność, referencje, rysunki, tabele etc.) jest poprawna. Autor nie ustrzegł się jednak przed szeregiem wpadek językowych i nieścisłości, jak choćby zmiana „dodatków” na „załączniki”. Rozbłyśki czasem są „gamma”, a innym razem „Gamma” (str. 5), pola mogą być „mniejsze od zera” (str. 23), a skrótem dla Fal Grawitacyjnych jest GW (wykorzystanym, zresztą jedynie kilka razy w dodatku (załączniku) A). Jest to jednak normalna sytuacja w przypadku tak dużego objętościowo tekstu.

Podsumowanie

Największym mankamentem przedstawionej pracy jest całkowity brak jakichkolwiek wyników naukowych. Z tekstu rozprawy wynika, że praca autora sprowadziła się do:

- (1) implementacji algorytmu ASAS do środowiska LUIZA oraz testów trzech metod redukcji i kalibracji ramek CCD wykorzystywanych w projekcie Pi of the Sky,
- (2) przygotowania nowego algorytmu detekcji gwiazd zmiennych na bazie pakietu TMVA i jego przetestowania,

(3) nieudanej próby detekcji nowych gwiazd zmiennych opracowanym algorytmem.

Implementacja algorytmu ASAS to raczej praca o charakterze technicznym, która mogłaby stanowić przygotowanie do dalszych badań, lecz przeprowadzone przez autora testy wykazały, iż w projekcie Pi of the Sky funkcjonuje już lepszy algorytm. Nowa metoda detekcji gwiazd zmiennych przygotowana w oparciu o analizę wielu zmiennych jest z pewnością ciekawa, jednak wykonane przez autora próby analizy realnych danych zakończyły się brakiem nowych wyników naukowych co trudno uznać za obiektywne potwierdzenie jej skuteczności. Subiektywne testy wskazujące na wyższość nowej metody przeprowadzono w sposób budzący szereg pytań i wątpliwości, oraz bez głębszej dyskusji fizycznej zastosowanej metodologii. Z uwagi na ograniczony zakres stosowalności tej metody (dane pochodzące z projektu Pi of the Sky) nie wydaje się, by możliwa była kontynuacja zaproponowanych badań na innym materiale.

Istotną inną wadą przedstawionej pracy jest brak spójności. Trudno zrozumieć po co w pracy tyle miejsca poświęcono implementacji algorytmu ASAS do środowiska Luiza, skoro okazał się on dostarczać mniej precyzyjnych wyników niż algorytm już tam stosowany. Nie jest też jasne czy (a jeśli tak, po co?) był on stosowany w dalszej części pracy doktorskiej. W rozdziale 7 okazało się, że stosowane parametry algorytmu BDT detekcji gwiazd zmiennych (wartość wyciętego tła) będą inne (a nawet poza badanym zakresem), niż te dla których prowadzono testy i analizę skuteczności tego algorytmu w rozdziale 6.3. Czemu zatem wybrano takie parametry do testów? Czy w realnym zakresie parametrów zastosowany algorytm jest nadal najbardziej skuteczny?

Po lekturze rozprawy pozostaje wrażenie, że stanowi ona raczej rodzaj pamiętnika, zapisków autora dotyczących jego poczynąń, niż opis przemyślanego projektu naukowego.

Konkluzja

W mojej opinii przedstawiona rozprawa, choć interesująca, nie zawiera oryginalnego rozwiązania problemu naukowego, a zatem nie spełnia zwyczajowych i ustawowych wymogów stawianych pracom doktorskim z zakresu astronomii.

Prof. Andrzej Niedzielski

Centrum Astronomii UMK

