

Program poszukiwania gwiazd zmiennych w Obserwatorium Piwnicach

Gracjan Maciejewski, Andrzej Niedzielski

Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
e-mail: gm@astr.uni.torun.pl

O programie

Od września 2002 roku w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Mikołaja Kopernika realizowany jest projekt badawczy, którego celem jest poszukiwanie gwiazd zmiennych w wybranych obszarach nieba północnego - Semi-Automatic Variability Search (SAVS). Program ten został zainicjowany przez wybitnego polskiego uczonego - prof. Bohdana Paczyńskiego.

W ramach projektu SAVS wykorzystywana jest istniejąca infrastruktura Obserwatorium (kopuła, sieć komputerowa) oraz instrumentarium.

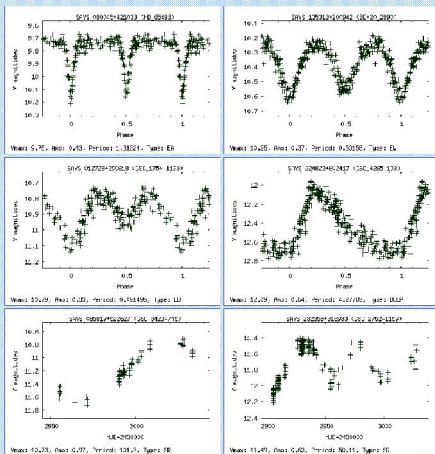
Kamera CCD oraz achromatyczny obiektyw o ogniskowej 135 mm i światłosiłę $f/2.8$ osadzone zostały na tubusie amatorskiego teleskopu Meade LX200. Stworzone w ramach projektu oprogramowanie pozwala nie tylko na zdalną kontrolę teleskopu poprzez lokalną sieć komputerową, ale także na pół-automatyczną redukcję zebranych danych

W pierwszym etapie funkcjonowania projektu prowadzony był on z wykorzystaniem prostej kamery CCD (SBIG ST-7). W kolejnych etapach realizacji projektu SAVS zmieniane były kamery CCD, co powodowało zmiany skali, pola widzenia, zasięgu i dokładności fotometrii. Implementacja projektu na Teleskop Schmidta pozwoliła sięgnąć do bardzo słabych gwiazd w znaczenie mniejszych polach, ale za to z większą dokładnością.

Etap 1: Przegląd monochromatyczny

Od września 2002 do lutego 2004 roku obserwacje prowadzono za pomocą kamery SBIG ST-7 (765 na 510 pikseli), później zmodyfikowaną do modelu ST-7XE. Konfiguracja instrumentu pozwalała na monitorowanie pól o rozmiarach 2 na 3 stopnie. Dane zbierane były wyłącznie w filtrze V, w którym zasięg przy czterominutowych czasach ekspozycji przekraczał 14 mag [1], [2].

W czasie dwóch sezonów obserwacyjnych monitorowano 46 pól o łącznej powierzchni 276 stopni kwadratowych. W zasięgu instrumentu znalazło się 37000 gwiazd. Ponad 120 z badanych obiektów okazało się nowymi zmiennymi. Wśród nich znalazło się 39 układów zaćmieniowych, 10 gwiazd pulsujących regularnie oraz blisko 80 czerwonych zmiennych pól regularnych i nieregularnych. Krzywe blasku niektórych z nich przedstawiono poniżej.

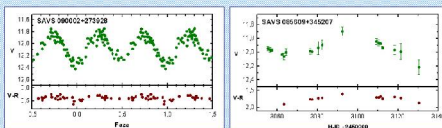


Etap 2: Fotometria wielobarwna

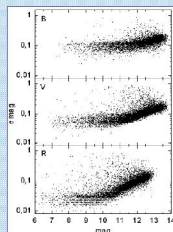
W marcu 2004 roku rozpoczęto obserwacje w trzech barwach BVR nową, większą i bardziej czułą kamerą CCD SBIG ST-8XE (1530 na 1020 pikseli) [2]. Pole widzenia tak zmodyfikowanego instrumentu powiększyło się aż czterokrotnie osiągając rozmiary 6 na 4 stopnie. To z kolei pozwoliło na monitorowanie większej ilości gwiazd w tym samym czasie. Aby zilustrować możliwości instrumentu, poniżej zamieszczono otrzymany nim obraz galaktyki M31 z nanięsioną dla zobrazowania skali tarczą Księżycą.



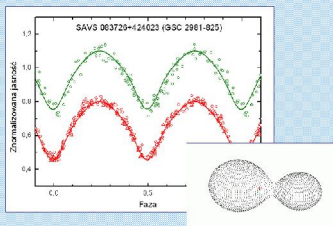
W trzech barwach monitorowano dotąd 18500 gwiazd położonych w 13 wybranych polach o łącznej powierzchni 312 stopni kwadratowych. 26 badanych gwiazd okazało się nowymi zmiennymi. Dla niektórych z nich zaobserwowano zmiany wskaźników barwy skorelowane ze zmianami blasku. Na wykresach poniżej przedstawiono krzywe blasku (w filtrze V) i barwy (V-R) dla dwóch przykładowych nowych zmiennych.



Dokładność fotometrii w poszczególnych filtrach BVR wyniosła odpowiednio 0,06, 0,04 oraz 0,02 mag. Diagramy przedstawiające błąd jasności (odchylenie standardowe średniej) w zależności od średniej jasności dla wszystkich obserwowanych gwiazd zaprezentowane są poniżej.



Dostępność fotometrii wielobarwnej umożliwia przykład modelowanie nowoodkrytych układów zaćmieniowych (tak jak na rysunku poniżej).



Rozbudowane oprogramowanie do automatycznej interpretacji krzywych blasku pozwoliło na klasyfikację następujących typów zmienności: DSCT, RRAB, RRC, DCEP, MIRA, EW, EA, EB ze skutecznością sięgającą 95% [3].

Etap 3: Fotometria głębokich pól

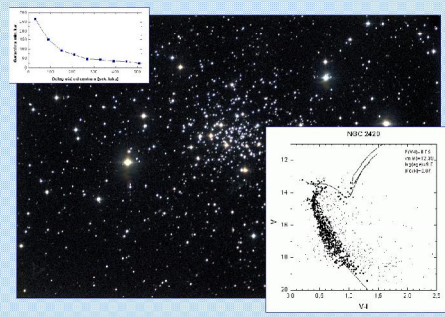
Doświadczenia zebrane w czasie dwóch lat funkcjonowania projektu SAVS, pozwoliły na rozpoczęcie obserwacji głębokich pól za pomocą teleskopu Schmidta (90/60 cm, $f/2$). Instrument ten znajduje się w Obserwatorium w Piwnicach i wyposażony jest w dużych rozmiarów matrycę CCD SBIG STL-11000M (4008 na 2672 pikseli). Za cel programu obserwacyjnego przyjęto monitorowanie kilkudziesięciu gromad otwartych, dla których obecny zasób wiedzy jest niewielki. Na obrazku poniżej przedstawiono zdjęcie gromady Berkeley 59 (67 na 45 minut łuku) wraz z kompleksem mgławicowym wykonane teleskopem Schmidta.

Dzięki swojej uniwersalności oprogramowanie stworzone na potrzeby przeglądu SAVS z powodzeniem wykorzystywane jest do podstawowej redukcji obrazów głębokich pól oraz przeprowadzenia zarówno kalibracji astrometrycznej, jak i pomiarów fotometrycznych metodą aperturową.

Zastosowanie odpowiednich filtrów pozwoliło na uzyskanie systemu fotometrycznego bardzo zbliżonego do standardowego systemu UBVR1 Johnsona-Cousinsa. Fotometria aperturowa prowadzona z wykorzystaniem Teleskopu Schmidta pozwala na badanie gwiazd do 19 mag z zadowalającą dokładnością.



Obserwacje gromady NGC 2420 (na zdjęciu poniżej, obszar 26 na 17 minut łuku) pozwoliły na przeprowadzenie elementarnej analizy struktury przestrzennej gromady poprzez badanie jej profilu gęstościowego. Możliwe stało się także wyznaczenie podstawowych danych astrofizycznych takich jak wiek, odległość i metaliczność za pomocą metody dopasowywania izochron. Otrzymane wartości są w zadowalającym stopniu zgodne z danymi literaturowymi.



Literatura:

1. Niedzielski A., Maciejewski G., Czart K. 2003, *Acta Astronomica*, **53**, 281
2. Maciejewski G., Niedzielski A. 2004, *Baltic Astronomy*, **13**, 700
3. Maciejewski G., Niedzielski A. 2005, *Baltic Astronomy*, **14**, 205

Internet: <http://www.astr.uni.torun.pl/~gm/SAVS>