

Obserwacje gwiazd zmiennych kamerą internetową

Kamera CCD to obiekt marzeń niejednego amatora astronomii. Najczęściej pozostaje ono niestety na zawsze w sferze marzeń, gdyż ceny nawet amatorskich kamer startują w okolicach 1000 dolarów i szybko rosną w górę z jakością. Pomysłowość ludzka nie zna jednak granic i coraz więcej amatorów wykorzystuje do swych obserwacji kamery wideo, aparaty cyfrowe, kamery internetowe itp. W *Uranii* 6/2000 opisano zastosowanie kamery wideo. W numerze 1/2001 zaprezentowano zdjęcia planet wykonane za pomocą kamery internetowej. Zwłaszcza kamery internetowe cieszą się dużą popularnością ze względu na niską cenę (200-400 zł) i łatwość współpracy z komputerem. Oczywiście parametry tego typu urządzeń daleko odbiegają od niskoszumowych, chłodzonych CCD, z możliwością długich czasów naświetlania. Poszerzają jednak bardzo znacznie możliwości amatora astronomii. Znakomicie nadają się do fotografowania Księżyca, planet i plam słonecznych. Mogą służyć do rejestrowania meteorów i sztucznych satelitów. Tak też wykorzystuje je większość amatorów.

Te proste CCD można jednak wykorzystać do bardziej ambitnych obserwacji. Świetnie nadają się do rejestracji zakryć i śledzenia jaśniejszych planetoid. Najbardziej atrakcyjne jest chyba jednak obserwowanie gwiazd zmiennych. Pomimo słabych parametrów CCD kamer internetowych możliwe jest uzyskanie większej dokładności niż w obserwacjach gołym okiem. Zwłaszcza mniej doświadczeni obserwatorzy mogą się w ten sposób uwolnić od subiektywnych błędów. Używając szerokokątnego obiektywu można obserwować wiele gwiazd jednocześnie, a przy okazji nietrudno odkryć nowo pojawiający się obiekt.

Łatwość współpracy z komputerem stwarza możliwość daleko posuniętej automatyzacji. Amatorzy z „informatyczną żyłką” mogą się więc pokusić o stworzenie balkonowej wersji automatycznego obserwatorium gwiazd zmiennych, czerpiąc inspirację z prowadzonych przez polskich astronomów eksperymentów ASAS i OGLE.

Dla przykładu opiszę najprostszy zestaw umożliwiający obserwację gwiazd zmiennych o jasności rzędu 5^m - 7^m z dokładnością do ok. 0.1^m . Zachęcam jednak gorąco do samodzielnego eksperymentowania i jestem przekonany, że inwencja ambitniejszych amatorów pozwoli na osiągnięcie lepszych rezultatów.

Jako sensor CCD wykorzystałem kamerę internetową *Philips Vesta PCVC675K*. Był to jednak wybór dość przypadkowy, gdyż producenci prawie nigdy nie podają parametrów istotnych dla obserwacji astronomicznych. Kamera *Philips Vesta PCVC675K* wyposażona jest w matrycę CCD *Sony ICX098AK* o przekątnej 1/4 cala o wymiarach użytecznych 640×480 piksli. Rozmiar piksła wynosi $5,6 \mu m \times 5,6 \mu m$. Najpoważniejszym ograniczeniem jest krótki czas naświetlania. Maksymalnie można osiągnąć 1/5 s ustawiając w modzie automatycznym prędkość 5 klatek/s i maksymalną jasność (*brightness*). Tak krótki czas naświetlania ma jednak jedną zaletę. Przy obiektywie o stosunkowo krótkiej ogniskowej nie jest potrzebny żaden mechanizm prowadzenia, co czyni zestaw niezwykle prostym i tanim.

Praktyczną cechą kamer *Philips* jest wykręcany obiektyw, co umożliwia jego wymianę bez demontażu kamery. Gwint o średnicy 12 mm i skoku 0,5 mm daleki jest od wszelkich standardów, ale prosty konwerter (np. wytoczony z aluminium) wystarczy do przymocowania wybranego obiektywu. W swoim zestawie wykorzystałem obiektyw 50 mm f/2 od aparatu *Zenith*. Daje on pole widzenia ok. $4^\circ \times 3^\circ$. Przy tej ogniskowej i czasie naświetlania 1/5 s maksymalne przesunięcie obrazu gwiazdy nie przekracza rozmiaru piksła. Kamera w czasie ekspozycji może więc pozostać nieruchoma. Można nawet pozostawić kamerę nieruchomą na całą noc i fotografować niebo co kilka minut tak, by wraz z obrotem Ziemi śledziła pas nieba o szerokości 3° - 4° . Każda gwiazda będzie fotografowana tylko raz w ciągu nocy, a więc na otrzymanie krzywych blasku trzeba będzie poczekać co najmniej kilka tygodni. Za to będziemy mieć od razu wyniki dla wielu gwiazd.

Bardziej niecierpliwi mogą w kilka nocy otrzymać pełną krzywą blasku jakiejś gwiazdy szybkozmiennej robiąc zdjęcia co kilka - kilkanaście minut. W tym przypadku śledzenie gwiazdy ułatwi montaż paralaktyczny. Jeśli jednak używamy napędu, na czas ekspozycji należy go wyłączyć! Dlaczego? Otóż kamery internetowe charakteryzują się zwykle dużym szumem. W opisywanym zestawie na pojedynczej klatce nawet po odjęciu „ciemnej klatki” z szumu można wyróżnić gwiazdy tylko do 6^m - 7^m . Nałożenie 20 klatek przesuwają zasięg do 8^m , 60 klatek do 9^m , a 120 prawie do 10^m . Dość krótki czas odczytu pozwala na zapisanie do 2 klatek/s. Zapisanie 120 klatek zajmie więc ok. minuty. W tym czasie obrazy gwiazd przesuną się o kilkadziesiąt piksli. Nałożenie obrazów na siebie (oczywiście po przesunięciu kompensującym obrót Ziemi) spowoduje dodatkowe uśrednienie szumu, które znacznie poprawia jakość obrazu. Szczegół-

nie skutecznie procedura ta eliminuje „gorące piksele”, które ze względu na duże wahania jasności pozostają nawet po odjęciu „ciemnej klatki”.

Opisany zestaw najlepiej nadaje się do fotometrii gwiazd rzędu 6^m - 7^m . W polu widzenia znajdzie się zwykle kilka gwiazd o takiej jasności, których możemy użyć jako gwiazd porównania. Przed wykonaniem fotometrii warto obciąć brzegi obrazu nierównomiernie naświetlone wskutek przesunięcia.

Do przetestowania opisanego zestawu wybrałem gwiazdę *U Oph*. Jest to gwiazda zaćmieniowa (EA) o krótkim okresie wynoszącym 1.7^d . Wykres przedstawia krzywą blasku uzyskaną w ciągu zaledwie trzech nocy. Poszczególne ekspozycje wykonywane były w odstępach kilkunastominutowych. Ciemne kółka oznaczają pomiary bezpośrednie, zaś jasne kółka to ich lustrzane odbicie względem minimum. Jak widać, punkty w obszarze plateau mieszczą się w granicach $\pm 0.1^m$, co pozwala na wyraźne zaobserwowanie minimum o amplitudzie w tym przypadku rzędu 1^m . Z pewnością nie jest to kres możliwości opisanego sprzętu i starannejsza obróbka danych mogłaby jeszcze poprawić uzyskaną dokładność. Zachęcam więc do eksperymentowania i dzielenia się swoimi osiągnięciami z innymi użytkownikami „astrocam’ów”. Zapraszam do odwiedzenia strony <http://hep.fuw.edu.pl/~wrochna/astro> gdzie zebrałem odnośniki do użytecznego oprogramowania, opisów kamer itp.

