

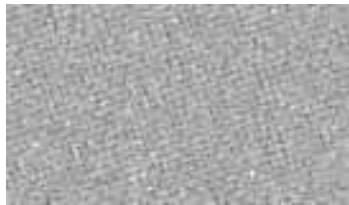
„Wywoływanie” astronomicznego zdjęcia cyfrowego

Grzegorz WROCHNA

W *Delcie* 2/2002 zachęcałem do fotografowania nieba kamerami internetowymi. Przekonywałem, że do wykonania ciekawych obserwacji gwiazd nie trzeba nawet teleskopu. Po przymocowaniu do kamery obiektywu, umieszczeniu całości na statywie i podłączeniu do komputera można rozpocząć obserwacje. Wydawałoby się, że wystarczy tylko przycisnąć guzik i gotowe. Nic bardziej błędnego! Astronomiczne zdjęcie cyfrowe trzeba jeszcze „wywołać”.



Zdjęcie 1. Pojedyncze cyfrowe zdjęcie nocnego nieba. Pokazany jest fragment 135 × 79 pikseli, odpowiadający obszarowi 50' × 30'.



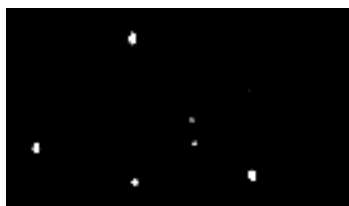
Zdjęcie 2. Rozjaśnianie nie pomaga.



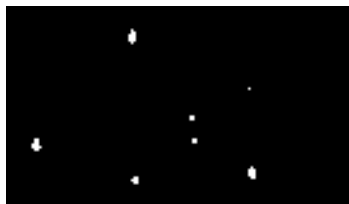
Zdjęcie 3. To samo zdjęcie po odjęciu tła instrumentalnego.



Zdjęcie 4. Nałożenie sekwencji 120 zdjęć bez uwzględnienia ruchu obrotowego Ziemi.



Zdjęcie 5. Ostateczny wynik „cyfrowego wywoływania”. Ile gwiazd widać na tym zdjęciu?



Zdjęcie 6. Sztuczne poprawienie kontrastu. Najsłabsza gwiazda staje się wyraźnie widoczna.

Na pojedynczej klatce, jeżeli szczęście nam dopisze, pojawi się najwyżej jedna gwiazda 5 mag lub jaśniejsza (zdjęcie 1). Jeśli rozjaśnimy obraz jakimś programem graficznym, to ukaże się mnóstwo jasnych kropek i nie zgadniemy, które z nich są gwiazdami, a które szumem (zdjęcie 2). Żeby osiągnąć lepsze rezultaty, musimy podpatrzeć, co robią prawdziwi astronomowie.

Każdy piksel sensora CCD generuje sygnał w postaci pewnej ilości ładunku proporcjonalnej do liczby rejestrowanych fotonów. Przy odczycie jego wartość przetwarzana jest do postaci cyfrowej. W tańszych CCD mamy zwykle do dyspozycji 8 bitów, czyli wartości od 0 do 255. Rejestrowany obraz może być zaburzony na różne sposoby. Poszczególne elementy obrazu mogą być prześwietlone lub niedoświetlone. Różne piksele mogą mieć różne wzmocnienia. Zerowemu naświetleniu może odpowiadać różna od zera wartość odczytana. Jest to tzw. tło instrumentalne (ang. *offset*). Wreszcie odczytana wartość może być zwiększona lub zmniejszona przez szum, który ma dwie składowe: o stałej dyspersji – będącą skutkiem odczytu, oraz statystyczną – proporcjonalną do pierwiastka z czasu naświetlania.

Ponieważ wartość interesującego nas sygnału rośnie proporcjonalnie do czasu naświetlania, a szum jedynie jak jego pierwiastek, to długie czasy poprawiają stosunek sygnału do szumu. Ponieważ jednak czas naświetlania pojedynczej klatki w kamerach internetowych jest bardzo ograniczony (zwykle poniżej 1 s), stosuje się trik polegający na sumowaniu wielu klatek. W używanym przeze mnie zestawie (kamera *Philips Vesta PCVC675K*, obiektyw *Zenith 50 mm, f/2*) nałożenie 20, 60 czy 120 klatek pozwala sięgnąć odpowiednio do 8 mag, 9 mag i prawie 10 mag. Jeżeli jednak używamy montażu z napędem, to nie zapomnijmy wyłączyć go na czas ekspozycji. Na skutek obrotu Ziemi obraz danej gwiazdy będzie rejestrowany przez różne piksele. Po nałożeniu klatek spowoduje to dodatkowe uśrednienie szumów.

Obróbkę zdjęcia (wywoływanie) zaczynamy od odjęcia tła instrumentalnego. W tym celu należy przygotować specjalną tzw. *ciemną klatkę* (ang. *dark frame*), będącą mapą tego tła. Uzyskujemy ją, rejestrując sekwencję klatek z zasłoniętym obiektywem, w warunkach możliwie zbliżonych do analizowanych zdjęć (wzmocnienie, czas ekspozycji, temperatura otoczenia itp.) i uśredniając ją. Otrzymaną w ten sposób mapę tła odejmujemy od każdej klatki analizowanej sekwencji.

Wyniki, po tej wstępnej obróbce, przedstawiają zdjęcia 3 i 4. Na pierwszym z nich pokazana jest pojedyncza klatka, a na drugim efekt nałożenia wielu klatek bez uwzględnienia obrotu Ziemi.

Kolejnym krokiem jest nałożenie klatek opracowywanej sekwencji z takim przesunięciem, aby obraz danej gwiazdy znalazł się zawsze w tym samym miejscu. Ręczne przesuwanie byłoby bardzo żmudne. Na szczęście można ten proces zautomatyzować, stosując odpowiednie oprogramowanie. Po przesunięciu obrazy dodajemy albo liczymy ich średnią lub medianę.

W tym momencie mamy już gotowe zdjęcie, które można wykorzystać do analizy astrometrycznej lub fotometrycznej (zdjęcie 5).

Do prezentacji wizualnej warto uwypuklić słabsze obiekty (zdjęcie 6). Można to zrobić rozciągając skalę 0–255 przez wyświetlanie tylko przedziału np. 3–50 i przypisanie 50 wyższym wartościom. Można też zastosować skalę logarytmiczną.

Analizę fotometryczną najlepiej przeprowadzić jednym z gotowych programów dostępnych w internecie. Więcej szczegółów można znaleźć na stronie <http://hep.fuw.edu.pl/~urochna/astro>.