

Cel badań/Hipoteza Misja Pierwszych Polskich Satelitów Naukowych BRITE (BRIGHtest Target Explorer), prowadzona przez konsorcjum polsko-austriacko-kanadyjskie, jest jednym z najważniejszych projektów polskiej astronomii. Stworzona konstelacja pięciu nano-satelitów, wyposażona w pełnoklatkowe matryce CCD, okrąży Ziemię kilkunastokrotnie w ciągu dnia rejestrując zmiany jasności najjaśniejszych gwiazd w pasmach światła niebieskiego oraz czerwonego. Obserwacje z orbity pozwalają na eliminację wpływu scyntylacji atmosferycznej, przez co pomiary cechują się zdecydowanie większą precyzją niż te wykonywane z powierzchni Ziemi. Tak wysoka dokładność pomiarów fotometrycznych jest wymagana w celu poznania oraz zrozumienia subtelných zjawisk sejsmologicznych zachodzących na powierzchni rejestrowanych gwiazd.

Największym problemem obserwacji okazała się jednak obecność promieniowania kosmicznego. W wyniku kolizji cząstek wysokoenergetycznych z czujnikami CCD, indukowane są defekty, które są źródłem generacji prądu ciemnego w pikselach. Objawia się to występowaniem szumu impulsowego w obrazach. Dodatkowym problemem okazała się słaba stabilizacja obrazu, dzięki czemu profile gwiazd podlegają losowemu przesuwaniu i rozmywaniu w kolejnych obrazach serii pomiarowych.

Kierownik projektu, dr inż. Adam Popowicz jest twórcą obecnie wykorzystywanego algorytmu przetwarzania obrazów pozyskiwanych przez wszystkie satelity BRITE. Analiza danych wykonywana jest indywidualnie w rastrach obejmujących obraz gwiazd wraz z ich lokalnym otoczeniem. Kolejne kroki algorytmu to: wyznaczenie pozycji centroidów gwiazd, usuwanie szumu impulsowego oraz pomiar fotometryczny z wykorzystaniem apertur kołowych. Szereg zaproponowanych kroków korekcji obrazów pozwolił na przetworzenie początkowych zestawów danych oraz na opublikowanie pierwszych wyników naukowych misji.

Metoda badawcza Kierownik projektu zamierza zaproponować nowe rozwiązania przetwarzania obrazów, mające na celu dalszą poprawę jakości danych uzyskiwanych w misji BRITE. Jako pierwszy opracowany zostanie model rotacji satelity w przestrzeni. Na podstawie położenia najjaśniejszych obiektów w obrazie charakteryzowany będzie ruch teleskopu pomiędzy kolejnymi ekspozycjami. Dzięki takiemu rozwiązaniu pozycje ciemniejszych gwiazd wyznaczane będą precyzyjnie oraz w sposób odporny, co pozwoli zwiększyć ilość gwiazd możliwych do analizy przez instrumenty BRITE.

Kolejnym ważnym elementem nowego algorytmu fotometrycznego będzie analiza obrazów rozmytych w wyniku ruchu satelity podczas ekspozycji. W obecnie wykorzystywanych procedurach obrazy takie są odrzucane, co powoduje zmniejszenie precyzji pomiarowej. W nowym algorytmie planuje się porównywać rozmyty profil gwiazdy z bazą możliwych efektów rozmycia we wszystkich kierunkach, a następnie, korzystając z wcześniej wspomnianego modelu rotacji satelity, estymować obrót teleskopu do jakiego doszło podczas ekspozycji. Pozwoli to na precyzyjne określenie, w których pikselach obrazu rozmytego rejestrowany był strumień świetlny gwiazd.

Innym spośród przewidzianych zadań jest przebadanie efektywności szeregu najważniejszych algorytmów usuwania szumu impulsowego. Obecnie stosowany algorytm przetwarzania danych uzyskiwanych z orbity korzysta z prostego filtra medianowego. Kierownik projektu, po dokonanych przeglądzie literaturowym, wyselekcjonował szereg najważniejszych metod redukcji szumu impulsowego. Rozwiązania te zostaną w projekcie zaimplementowane, a ich skuteczność zostanie sprawdzona najpierw na obrazach syntetycznych, a następnie w oparciu o analizę precyzji uzyskiwanych krzywych blasku gwiazd. Istotnym problemem do rozwiązania będzie również stworzenie modelu profilu gwiazdy w zależności od temperatury oraz od położenia w obrazie.

Ostatnim z ważnych elementów nowej techniki przetwarzania obrazów będzie próba wykorzystania fotometrii profilowej opartej na porównaniu idealnego profilu gwiazd z aktualnie obserwowanym obrazem. Do tej pory metoda ta nie była skuteczna na danych uzyskiwanych w misji BRITE, ze względu na problemy z precyzyjnym wyznaczaniem centroidów gwiazd, obecność szumu impulsowego, a także z uwagi na modulację kształtu profilu gwiazd pod wpływem temperatury toru optycznego. Oczekuje się, iż technika fotometrii profilowej będzie mogła być jednak użyta dzięki wykorzystaniu nowych rozwiązań proponowanych w projekcie. Pozwoli to na poprawę jakości fotometrii ciemniejszych obiektów oraz w obrazach silnie zakłóconych.

Wpływ spodziewanych rezultatów na rozwój nauki, cywilizacji, społeczeństwa Precyzyjna fotometria gwiazd była główną motywacją powstania misji BRITE. Niestety, ze względu na promieniowanie kosmiczne, jakość pomiarów uległa znacznemu pogorszeniu. Opracowanie zaawansowanej techniki przetwarzania obrazów astronomicznych rejestrowanych przez satelity jest obecnie bardzo ważnym technicznym aspektem misji. Nowy, efektywny sposób redukcji szumu, identyfikacja parametrów chwilowego rozmywania obrazu oraz pozostałe metody korekcji danych proponowane w projekcie, umożliwią wykrycie niezwykle słabych fluktuacji jasności gwiazd dzięki czemu przyczynią się do poszerzenia zakresu odkryć, możliwych dzięki misji polskich satelitów naukowych.