

Narzędzia do szukania okresowości w AGN w erze “Big Data”

A. Markowitz, A. Schwarzenberg-Czerny, & P. Uttley

W centrum każdej większej galaktyki znajduje się supermasywna czarna dziura, milion do miliarda razy masywniejsza niż Słońce. Gdy gaz i pył osiadają na czarnej dziurze i wpadają pod jej horyzont zdarzeń, tworzy ona Aktywne Jądro Galaktyczne (AJG) które stale wysyła olbrzymie ilości promieniowania w całym zakresie widma elektromagnetycznego oraz wąskie strugi gazu wypływającego na zewnątrz. Astronomowie starają się zrozumieć związek między dopływem masy i wzrostem czarnej dziury a zawartością gazu i pyłu w otaczającej galaktyce.

Niezależnie fizykę czarnych dziur poznajemy badając podwójne źródła rentgenowskie z czarną dziurą rozsiadane w naszej Drodze Mlecznej (PŻRCD). Składają się one z czarnej dziury o masie gwiazdy na którą splywa materiał dostarczany przez wiatr z obiegającego ją towarzysza - zwykłej gwiazdy. Oba rodzaje czarnych dziur umożliwiają sprawdzanie przewidywań Ogólnej Teorii Względności poprzez badanie zachowania się silnego strumienia wpływającej materii w ekstremalnym polu grawitacyjnym, tuż przed osiągnięciem horyzontu zdarzeń. Promieniowanie rentgenowskie PŻRCD typowo podlega okresowej modulacji, prawdopodobnie wzbudzonej przez rozmaite rodzaje globalnych oscylacji przepływu, i zapewne niesie informację o masie i rotacji (spinie) czarnej dziury.

Z powodu oddalenia promieniowanie AJG jest słabsze zatem i jakość gromadzonych danych jest gorsza, co nie przeszkodziło w pojawieniu się doniesień o obecności ściśle- lub prawie-okresowych oscylacji w promieniowaniu AJG w najróżniejszych przedziałach widma elektromagnetycznego, mimo, że wiarygodność statystyczna większości tych oscylacji jest wątpliwa. Nie przeszkodziło to w snuciu na tej podstawie wniosków, że okresowe oscylacje świadczą o istnieniu *podwójnych* supermasywnych czarnych dziur, potencjalnych źródeł niedawno odkrytego promieniowania grawitacyjnego. Niestety, zwykłe procesy odpowiedzialne za dopływ materii jak i jej część wyrzucana jako wąska struga mogą powodować ”losowe”, nie-okresowe fluktuacje obserwowanego promieniowania we wszelkich zakresach z typowym czasem zmian od minut do dziesięcioleci. Chociaż takie zmiany niosą pewną informację o zachodzących fizycznych zjawiskach, to są one w stanie całkowicie zagłuszyć obecność oscylacji okresowych, nie pozwalając na ich wiarygodne stwierdzenie.

Astronomowie posługują się różnymi metodami statystycznymi usiłując wyłowić spośród silnego szumu słabszy sygnał okresowy, lecz ich czułość może cierpieć z powodu ograniczonej ilości, regularności i częstości pomiarów, i z powodu braku lepszej informacji o dominującym szumie, który czasem sam z siebie może powodować kilka cykli oscylacji.

W naszym projekcie proponujemy ilościowe zbadanie wydajności czterech metod statystycznych często stosowanych do poszukiwania tych sygnałów okresowych i prawdopodobieństwa, że losowe fluktuacje mogą je ’oszukać’ powodując fałszywy alarm wykrycia sygnału okresowego. Postaramy się określić ile cykli należy zaobserwować, by wiarygodnie wykryć sygnał okresowy, jeśli taki rzeczywiście jest.

Pilność wykonania tej pracy wynika z pojawienia się zautomatyzowanych przeglądów stale monitorujących duże obszary nieba, typu PanSTARRS i Palomar Transient Factory. Wypływają one od tysięcy do milionów krzywych blasku AJG, umożliwiając masowe poszukiwania w nich sygnałów okresowych. W 2017 dołączy do nich Zwicky Transient Factory a w ciągu dekady jeszcze więcej danych dostarczą Large Synoptic Survey Telescope i Square Kilometer Array. Jako że nastąpiła era wielkich danych (“big data”), planujemy znaleźć właściwe recepty pozwalające astronomom właściwie używać metody detekcji i poprawnie interpretować statystycznie ich wyniki, w zastosowaniu do poszukiwań okresowości w szerokiej gamie AJG.

W ten sposób pomożemy badaczom w odsianiu wiarygodnych detekcji oscylacji AJG — w pojedynczych krzywych blasku jak i w całych grupach AJG z masowych projektów — co pozwoli na rozstrzygnięcie, czy w ogóle okresowe oscylacje mają miejsce w AJG. Gdy tak się stanie, to nasze wyniki pomogą wiarygodnie ocenić procent galaktyk z podwójnymi supermasywnymi czarnymi. Dalej, możliwe będzie dokładniejsze określenie podobieństwa procesów osiadania materii na supermasywne czarne dziury w galaktykach i na gwiazdowe czarne dziury w rentgenowskich układach podwójnych w naszej Drodze Mlecznej.