

UCZENIE MASZYNOWE W BADANIU FAL GRAWITACYJNYCH. INNE SPOJRZENIE NA SUPERNOWE

Międzynarodowy zespół naukowców z polskim udziałem zaproponował nowy sposób poszukiwania fal grawitacyjnych, których źródłem emisji są wybuchy supernowych typu Core Collapse (ang. Core-Collapse Supernova, CCSN). Metoda zakłada wykorzystanie zaawansowanej techniki uczenia maszynowego z zastosowaniem konwolucyjnej sieci neuronowej (CNN) - umożliwiającej cyfrowe rozpoznawanie sygnału w oparciu o algorytm i specyficzną formułę analizy matematycznej: mnożenie splotowe.

Wyniki dotyczące postulowanej nowej metody wykrywania fal grawitacyjnych emitowanych przez supernowe CCSN (ang. Core-Collapse Supernova), [zostały przedstawione](#) w periodyku naukowym "Machine Learning Science and Technology". Za ich opracowanie jest odpowiedzialny międzynarodowy zespół naukowców, w którego skład wszedł również Polak - doktorant Centrum Astronomicznego Mikołaja Kopernika PAN, Filip Morawski. Oprócz niego, uczestnikami prac byli specjaliści z Europejskiego Obserwatorium Grawitacyjnego we włoskiej Pizie (European Gravitational Observatory, EGO), rzymskiego Uniwersytetu Tor Vergata oraz australijskiej politechniki Swinburne University of Technology.

Jak wyjaśnia w swoim komunikacie CAMK PAN, wybuchy CCSN należą do jednych z najbardziej spektakularnych zjawisk we Wszechświecie - są źródłem niektórych ciężkich pierwiastków obecnie spotykanych w kosmosie i na Ziemi. Podkreśla się, że wybuchy te są tak potężne, że można je zaobserwować nawet za dnia (zakładając wystąpienie eksplozji w obrębie naszej galaktyki).

Czytaj też: [Nowe perspektywy w badaniach fal grawitacyjnych. Ważne wyliczenia Polaków](#)

CCSN są przy tym jednak zjawiskiem trudnym do zbadania. "Przede wszystkim są niezwykle rzadkie - w Drodze Mlecznej zachodzą jedynie 2-3 wybuchy na stulecie" - wskazują przedstawiciele CAMK. Jak wyjaśniają dalej, obserwacje elektromagnetyczne dostarczają jedynie informacji o prekursorze wybuchu, co nie wystarcza to do wytłumaczenia procesu zachodzącego w centrum umierającej gwiazdy: zapaści rdzenia (ang. Core-Collapse), który odpowiada za rozpoczęcie sekwencji prowadzących do wybuchu. "Ponieważ światło nie może przedostać się przez materię otaczającą gwiazdę, informacja o zapadającym się rdzeniu jest niedostępna dla obserwacji elektromagnetycznych - nie dotyczy to jednak fal grawitacyjnych, które mogą się przedostać przez zewnętrzne warstwy gwiazdy nie ulegając rozproszeniu lub pochłonięciu" - zaznaczono w komunikacie CAMK.

Czytaj też: [Cztery nowe przypadki obserwacji fal grawitacyjnych](#)

Detekcja tego typu sygnałów grawitacyjnych jest spodziewana w najbliższej przyszłości z wykorzystaniem zaawansowanych detektorów LIGO i Virgo. W projekcie CCSN-CNN natomiast badane są najnowsze modele supernowych, wygenerowane na podstawie symulacji hydrodynamicznych procesu zapadania się rdzenia gwiazdy napędzanego neutronami. Fale grawitacyjne otrzymane w ten sposób "są następnie dodawane do zasymulowanego niestacjonarnego szumu detektorów Virgo oraz Teleskopu Einsteina (planowany detektor fal grawitacyjnych)".

Tym, co charakteryzuje postulowaną nową metodę poszukiwania sygnałów CCSN, jest zastosowanie konwolucyjnej sieci neuronowej (CNN) w połączeniu z algorytmem poszukującym sygnałów w szumie, o nazwie Wavelet Detection Filter (WDF). Zjawisko konwolucji odnosi się w tym przypadku do działu analizy matematycznej i metody liczenia działań bazujących na zestawieniu dwóch funkcji dających w rezultacie mnożenia splotowego inną, która może być postrzegana jako syntetyczna wersja obu funkcji wejściowych. Sprawdza się ono jako podstawa układów uczenia maszynowego, których zadaniem jest cyfrowe przetwarzanie i rozpoznawanie różnego rodzaju sygnałów, takich jak fale grawitacyjne.

Deklarując wykorzystywanie po raz pierwszy w badaniach CCSN uczenia maszynowego, autorzy uwzględnili też kompensację artefaktów (ang. glitches) rejestrowanych w detektorze, które mogą imitować sygnały astrofizyczne. Analiza ta pozwoliła na ocenę wiarygodności proponowanej metody pod kątem fałszywych alarmów wywołanych sygnałami pochodzenia nieastrofizycznego.

Czytaj też: [Ulepszone VIRGO wesprze LIGO. Europa w poszukiwaniach fal grawitacyjnych](#)

Źródło: CAMK PAN