

Dekodowanie Wszechświata: Badanie systemów absorpcji kwazarów za pomocą uczenia maszynowego

Wszechświat jest rozległy, tajemniczy i nieustannie ewoluuje. Jednym z najskuteczniejszych sposobów, w jaki astronomowie badają jego historię, jest **analiza systemów absorpcji kwazarów (QAS)**, czyli śladów pozostawionych, gdy światło z odległych kwazarów przechodzi przez rozległą przestrzeń między galaktykami, tj., **ośrodek międzygalaktyczny (IGM)**. Te cechy absorpcji pomagają naukowcom badać **temperaturę i stan jonizacji IGM** oraz badać **problem brakujących barionów**, który od dawna stanowi zagadkę dotyczącą lokalizacji prawie połowy zwykłej materii we Wszechświecie. Tradycyjnie, badanie linii absorpcyjnych kwazarów wymaga **złożonego i czasochłonnego modelowania matematycznego**, w którym naukowcy dopasowują profile Voigta w celu wyodrębnienia krytycznych parametrów fizycznych. Proces ten jest jednak podatny na błędy spowodowane szumem w obserwacjach, nakładaniem się cech widmowych i ograniczeniami obliczeniowymi. Ponieważ przeglądy astronomiczne, takie jak **SDSS, DESI i 4MOST**, nadal generują ogromne ilości danych, tradycyjne metody stają się coraz bardziej nieefektywne. Projekt ten proponuje przełomową zmianę: integrację **uczenia maszynowego (ML)** i sztucznej inteligencji (AI) ze spektroskopią absorpcji kwazarów. Zamiast polegać na ręcznych technikach dopasowywania, modele głębokiego uczenia mogą być szkolone w celu **automatycznej klasyfikacji systemów absorpcyjnych i dokładnego określania ich właściwości fizycznych**. Podejście to obejmuje: (i) **Odkrywanie linii absorpcyjnych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji**: Modele ML będą szybko identyfikować i klasyfikować cechy absorpcji w widmach kwazarów, rozróżniając różne pierwiastki chemiczne i stany jonizacji, (ii) **Zautomatyzowane dopasowanie profilu Voigta**: Zamiast korzystać z powolnych i kosztownych metod obliczeniowych, sieci neuronowe zostaną przeszkolone w zakresie wydajnego dopasowywania linii widmowych, dzięki czemu analiza będzie szybsza i bardziej niezawodna, (iii) **Modele AI oparte na fizyce**: W przeciwieństwie do podejść ML typu black-box, nasze modele będą uwzględniać rzeczywistą wiedzę astrofizyczną, zapewniając fizycznie znaczące i interpretowalne wyniki, oraz (iv) **Możliwość adaptacji do różnych badań**: Ramy sztucznej inteligencji zostaną zaprojektowane do pracy z wieloma teleskopami i zestawami danych, umożliwiając solidną i uniwersalną analizę widm kwazarów. Dzięki zastosowaniu tych najnowocześniejszych technik sztucznej inteligencji, projekt ten zmieni sposób, w jaki badamy wszechświat. Badania zapewnią dokładniejsze pomiary rozkładu zawartości barionów, poprawią nasze zrozumienie tego, jak IGM ewoluuje w czasie kosmicznym oraz udoskonalą modele formowania się struktur i rejonizacji. Poza astrofizyką, praca ta stanowi ważny krok w szerszej integracji sztucznej inteligencji z odkryciami naukowymi, przygotowując grunt pod bardziej zautomatyzowaną, precyzyjną i zakrojoną na szeroką skalę eksplorację kosmosu. Aby zmaksymalizować wpływ, publicznie udostępnimy naszą strukturę ML, umożliwiając naukowcom na całym świecie wykorzystanie analizy

widmowej opartej na sztucznej inteligencji do własnych badań. To pionierskie podejście nie tylko pomoże nam odkryć brakującą materię we wszechświecie, ale także utoruje drogę dla przyszłych postępów w naukach kosmicznych opartych na sztucznej inteligencji.

Sztuczna inteligencja nie tylko przekształca technologię - odkrywa najgłębsze tajemnice kosmosu!