



UNIwersYTET
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU

Metody eksploracji danych w astronomii

Sylabus zajęć

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Astronomia		Cykl dydaktyczny 2023/24	
Specjalność -		Kod zajęć 04ASTS.24K.02191.23	
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki		Języki wykładowe polski	
Poziom studiów studia drugiego stopnia		Obligatoryjność Obowiązkowy	
Forma studiów studia stacjonarne		Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe	
Profil studiów profil ogólnoakademicki			
Koordynator zajęć	Tomasz Kwiatkowski		
Prowadzący zajęcia	Tomasz Kwiatkowski		
Okres Semestr 3	Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia • Laboratorium: 45, Zaliczenie z oceną		Liczba punktów ECTS 5

Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Zapoznanie studentek/studentów z rolą "Big Data" w rozwoju współczesnej nauki i techniki
C2	Uświadomienie studentkom/studentom zalet i wad uczenia maszynowego w analizie Big Data
C3	Zapoznanie studentek/studentów z biblioteką AstroML jako przykładem implementacji algorytmów uczenia maszynowego w astronomii
C4	Uświadomienie studentkom/studentom znaczenia wizualizacji danych i doboru właściwych modeli w analizie Big Data
C5	Uświadomienie studentkom/studentom konieczności oceny niepewności wyników uzyskiwanych z analizy Big Data

Wymagania wstępne

- znajomość podstaw astronomii i astrofizyki
- znajomość rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej
- umiejętność programowania w pythonie na poziomie podstawowym
- umiejętność obsługi stacji roboczej w systemie GNU/Linux

Efekty uczenia się dla zajęć

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
Wiedzy - Student/ka:			
W1	zna zastosowania metod eksploracji danych w różnych dziedzinach nauki i techniki	AST_K2_W07, AST_K2_W08, AST_K2_W10	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)
W2	zna podstawowe pojęcia uczenia maszynowego, takie jak wielowymiarowość danych, klasyfikacja nadzorowana i nienadzorowana, analiza głównych składników (PCA), drzewo decyzyjne, sieci neuronowe, itp.	AST_K2_W06, AST_K2_W07	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)
W3	zna metody analizy szeregów czasowych: szeregi Fouriera, FFT, metoda Lomb-Scargle, filtry cyfrowe	AST_K2_W06, AST_K2_W07	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)
W4	zna zagrożenia związane z przetwarzaniem dużych zbiorów danych osobowych	AST_K2_W08, AST_K2_W10	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)
Umiejętności - Student/ka:			
U1	rozpoznaje zagadnienia astronomiczne, które wymagają stosowania metod uczenia maszynowego i właściwie dobiera algorytmy do analizy przykładowych danych	AST_K2_U01, AST_K2_U02, AST_K2_U06, AST_K2_U08	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)
U2	stosuje w praktyce bibliotekę AstroML w odniesieniu do wybranych przykładów danych astronomicznych	AST_K2_U01, AST_K2_U02, AST_K2_U05, AST_K2_U06, AST_K2_U08	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)
U3	analizuje wyniki stosowanych metod uczenia maszynowego, oceniając niepewność uzyskanych modeli	AST_K2_U02, AST_K2_U03	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
U4	dokonuje wizualizacji danych źródłowych i dopasowanych modeli przy wykorzystaniu biblioteki Matplotlib	AST_K2_U02, AST_K2_U03	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)
Kompetencji społecznych - Student/ka:			
K1	potrafi rozpoznawać dziedziny zastosowań uczenia maszynowego i jego wpływu na rozwój biznesu	AST_K2_K01, AST_K2_K02, AST_K2_K04	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)
K2	chroni dane osobowe swoje i osób, z którymi współpracuje na zajęciach	AST_K2_K01, AST_K2_K02, AST_K2_K04	Zaliczenie praktyczne (analiza wykonawstwa)

Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	Wstęp do astroML: numpy, scipy, matplotlib, źródła danych do analizy, tworzenie wykresów w przestrzeniach cztero- i więcej wymiarowych, różne reprezentacje sfery niebieskiej na wykresach	W2, U1, U2	Laboratorium
2.	Eksploracja struktur w rozkładach danych wielowymiarowych: wyznaczanie rozkładów gęstości (PDF), poszukiwanie klastrow, opis statystyczny odnalezionych struktur danych	W2, U1, U2, U3	Laboratorium
3.	Wielowymiarowość danych i metody jej redukcji: analiza głównych składników (PCA)	W2, U2, U4	Laboratorium
4.	Regresja i dopasowanie modelu do danych: dane z niepewnościami w x i y, wykrywanie wartości odstających, overfitting i underfitting	W2, U1, U2, U3, U4	Laboratorium
5.	Klasyfikacja nadzorowana: drzewo decyzyjne, metoda k najbliższych sąsiadów, podstawy sieci neuronowych	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U4, K1, K2	Laboratorium
6.	Analiza szeregów czasowych: szeregi Fouriera, FFT, filtry cyfrowe	W1, W3, U1, U2, U4	Laboratorium
7.	Okresowe szeregi czasowe: metoda Lomb-Scargle, metoda obciętych szeregów Fouriera, klasyfikacja krzywych jasności	W3, U1, U2, U3, U4	Laboratorium
8.	Zastosowanie metod eksploracji danych w różnych dziedzinach nauki i techniki	W1, W4, K1, K2	Laboratorium

Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Laboratorium	Metoda analizy przypadków, Metoda ćwiczeniowa, Praca w grupach

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Laboratorium	Do zaliczenia zajęć wymagana jest demonstracja działających programów obliczeniowych i uzyskanych dzięki nim wykresów.

Literatura

Obowiązkowa

1. Ivezić, Z., Connolly, J.A., Vanderplas, J.T., Gray, A. (2020) Statistics, data mining, and machine learning in astronomy, Updated edition, Princeton University Press

Dodatkowa

1. Data Science Tutorials, <https://www.datacamp.com/tutorial>, data ostatniego dostępu: 2023-03-11
2. Pasha, I., Agostino, C. (2016), Python for Astronomers. An Introduction to Scientific Computing, Department of astronomy, University of California, Berkeley
3. Vanderplas, J.T. and AstroML developers, AstroML: Machine Learning and Data Mining for Astronomy, <http://www.astroml.org/>, data ostatniego dostępu 2021-02-14

Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Laboratorium	45
Przygotowanie demonstracji	45
Przygotowanie do zajęć	10
Czytanie wskazanej literatury	50
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba punktów ECTS	ECTS 5

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
AST_K2_K01	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści
AST_K2_K02	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy
AST_K2_K04	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad
AST_K2_U01	Absolwent/ka potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do planowania i wykonywania badań i obserwacji dotyczących zagadnień poznawczych z zakresu astronomii i fizyki, przy użyciu właściwie obranych metod i narzędzi
AST_K2_U02	Absolwent/ka potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi, w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe
AST_K2_U03	Absolwent/ka potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach w tym kierować pracą zespołu
AST_K2_U05	Absolwent/ka potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się, rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie oraz potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób
AST_K2_U06	Absolwent/ka potrafi samodzielnie wyszukiwać fachowe informacje, dane astronomiczne i fizyczne, zna najważniejsze czasopisma naukowe z dziedziny astronomii i fizyki oraz astronomiczne bazy danych co pozwala na właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących wykorzystywanych do rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów badawczych
AST_K2_U08	Absolwent/ka potrafi korzystać z umiejętności językowych w zakresie astronomii - zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego
AST_K2_W06	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu metody matematyki wyższej w zakresie niezbędnym do ilościowego opisu, zrozumienia i modelowania zjawisk oraz rozwiązywania problemów z zakresu astronomii i fizyki
AST_K2_W07	Absolwent/ka zna i rozumie metody obliczeniowe, techniki informatyczne i wybrane profesjonalne pakiety oprogramowania stosowane do rozwiązywania złożonych problemów astronomicznych i fizycznych oraz opracowania i interpretacji współczesnych obserwacji astronomicznych
AST_K2_W08	Absolwent/ka zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji, uwarunkowania prawne i etyczne związane z działalnością naukową i dydaktyczną w zakresie astronomii i fizyki w tym zasady ochrony prawa autorskiego
AST_K2_W10	Absolwent/ka zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, zna przykłady zastosowań wyników badań i technik astronomicznych i fizycznych w gospodarce i innych dziedzinach nauk