



UNIWERSYTET  
IM. ADAMA MICKIEWICZA  
W POZNANIU

## Inżynieria uczenia maszynowego

### Sylabus zajęć

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>Informatyka<br><b>Specjalność</b><br>-<br><b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Matematyki i Informatyki<br><b>Poziom studiów</b><br>studia drugiego stopnia poinżynierskie<br><b>Forma studiów</b><br>studia niestacjonarne<br><b>Profil studiów</b><br>profil ogólnoakademicki |                                                                                                 | <b>Cykl dydaktyczny</b><br>2024/25<br><b>Kod zajęć</b><br>06INFN.41S.01005.24<br><b>Języki wykładowe</b><br>polski<br><b>Obligatoryjność</b><br>Fakultatywny<br><b>Blok zajęciowy</b><br>Przedmioty specjalnościowe |
| <b>Koordynator zajęć</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Tomasz Ziętkiewicz                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Prowadzący zajęcia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tomasz Ziętkiewicz                                                                              |                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Okres</b><br>Semestr 1                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia</b><br>• Laboratorium: 15, Zaliczenie z oceną | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3                                                                                                                                                                                     |

## Cele kształcenia dla zajęć

| Kod | Cel                                                                                                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1  | Poznanie specyfiki rozwoju modeli uczenia maszynowego.                                                                                           |
| C2  | Poznanie specyfiki technik ciągłej integracji stosowanych do automatyzacji procesów uczenia maszynowego.                                         |
| C3  | Zrozumienie zasad działania konteneryzacji.                                                                                                      |
| C4  | Nabycie umiejętności korzystania z narzędzia konteneryzacji Docker.                                                                              |
| C5  | Poznanie różnych systemów ciągłej integracji.                                                                                                    |
| C6  | Nabycie umiejętności korzystania i konfiguracji środowiska ciągłej integracji Jenkins.                                                           |
| C7  | Poznanie i praktyczne wykorzystanie narzędzi kontroli eksperymentów uczenia maszynowego na przykładzie narzędzi takich jak Sacred, DVC i MLFlow. |

## Wymagania wstępne

Umiejętność programowania na poziomie inżyniera informatyki. Znajomość podstaw inżynierii programowania. Znajomość podstaw systemu kontroli wersji Git. Umiejętność korzystania z systemu typu Linux z wiersza poleceń. Podstawowa znajomość języków programowania Python i Bash.

## 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 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Wiedzy - Student/ka:</b>       |                                                                                                                                       |                                          |                                                              |
| W1                                | Zna specyfikę rozwoju modeli uczenia maszynowego.                                                                                     | INF_K4_W03,<br>INF_K4_W05,<br>INF_K4_W07 | Projekt                                                      |
| W2                                | Zna i rozumie podstawowe pojęcia i koncepcje związane z procesem ciągłej integracji.                                                  | INF_K4_W03,<br>INF_K4_W05                | Projekt                                                      |
| W3                                | Zna popularne biblioteki uczenia maszynowego i różnice między nimi.                                                                   | INF_K4_W03                               | Projekt                                                      |
| W4                                | Rozumie podstawę działania kontenerów w systemie operacyjnym Linux i zna ich zastosowania.                                            | INF_K4_W03                               | Projekt                                                      |
| W5                                | Rozumie, na czym polega proces ciągłej integracji, potrafi podać przykład takiego procesu.                                            | INF_K4_W03                               | Projekt                                                      |
| W6                                | Zna popularne narzędzia do kontroli danych, parametrów i wyników eksperymentów uczenia maszynowego.                                   | INF_K4_W03                               | Projekt                                                      |
| <b>Umiejętności - Student/ka:</b> |                                                                                                                                       |                                          |                                                              |
| U1                                | Potrafi przeprowadzić trening i ewaluację prostego modelu uczenia maszynowego przy użyciu wybranej biblioteki.                        | INF_K4_U04                               | Projekt                                                      |
| U2                                | Potrafi przygotować dane trenujące model uczenia maszynowego i podzielić je na podzbiory i rozumie na czym polega ewaluacja krzyżowa. | INF_K4_U05                               | Projekt                                                      |
| U3                                | Potrafi korzystać z narzędzia konteneryzacji Docker.                                                                                  | INF_K4_U03                               | Projekt                                                      |

| Kod | Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie                                                                                                                                                                             | Efekty uczenia się dla kierunku    | Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| U4  | Potrafi utworzyć i skonfigurować zadanie w systemie ciągłej integracji Jenkins.                                                                                                                                     | INF_K4_U03                         | Projekt                                                      |
| U5  | Potrafi zintegrować system ciągłej integracji z systemem kontroli wersji.                                                                                                                                           | INF_K4_U03                         | Projekt                                                      |
| U6  | Potrafi stworzyć proces ciągłej integracji modelu uczenia maszynowego w systemie ciągłej integracji Jenkins.                                                                                                        | INF_K4_U02, INF_K4_U03             | Projekt                                                      |
| U7  | Potrafi stworzyć wykres wizualizujący wyniki działania modelu uczenia maszynowego.                                                                                                                                  | INF_K4_U05                         | Projekt                                                      |
| U8  | Potrafi zintegrować proces wizualizacji wyników ewaluacji modelu uczenia maszynowego z procesem ciągłej integracji w środowisku Jenkins.                                                                            | INF_K4_U03                         | Projekt                                                      |
| U9  | Potrafi zastosować wybrane narzędzie do kontroli danych, parametrów i wyników eksperymentów uczenia maszynowego.                                                                                                    | INF_K4_U05                         | Projekt                                                      |
| U10 | Potrafi zintegrować wybrane narzędzie do kontroli danych, parametrów i wyników eksperymentów uczenia maszynowego z narzędziem do wizualizacji wyników. Potrafi zinterpretować wyniki przedstawione w tym narzędziu. | INF_K4_U03                         | Projekt                                                      |
| U11 | Potrafi zintegrować wszystkie elementy kompletnego systemu ciągłej integracji uczenia maszynowego i używać tego systemu do rozwoju modeli uczenia maszynowego.                                                      | INF_K4_U03, INF_K4_U04, INF_K4_U05 | Projekt                                                      |

### Treści programowe dla zajęć

| Lp. | Treści programowe dla zajęć                                                                                                                                                                             | Efekty uczenia się dla zajęć | Formy zajęć  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| 1.  | Wprowadzenie podstawowych koncepcji ciągłej integracji, konteneryzacji i uczenia maszynowego. Przedstawienie specyfiki procesów rozwoju, testowania i integracji modeli uczenia maszynowego.            | W1, W2                       | Laboratorium |
| 2.  | Przegląd najpopularniejszych bibliotek używanych w uczeniu maszynowym.                                                                                                                                  | W3                           | Laboratorium |
| 3.  | Sposoby podziału danych trenujących i ewaluacji modeli uczenia maszynowego. Przygotowanie danych i bazowego rozwiązania dla wybranego problemu uczenia maszynowego                                      | U1, U2                       | Laboratorium |
| 4.  | Konteneryzacja przy użyciu narzędzia Docker. Stworzenie obrazu Docker zawierającego środowisko potrzebne do przeprowadzania prostego eksperymentu uczenia maszynowego dla wybranego wcześniej problemu. | W4, U3                       | Laboratorium |

| Lp. | Treści programowe dla zajęć                                                                                                                                                                                                                                                                         | Efekty uczenia się dla zajęć | Formy zajęć  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| 5.  | Wprowadzenie do ciągłej integracji. Przedstawienie istniejących środowisk ciągłej integracji. Zapoznanie z możliwościami i zastosowaniami ciągłej integracji na przykładzie systemu Jenkins. Stworzenie pierwszego zadania w systemie Jenkins uruchamiające prosty eksperyment uczenia maszynowego. | W5, U4, U5                   | Laboratorium |
| 6.  | Połączenie kilku zadań Jenkins ze sobą w całość automatyzującą wielostopniowy proces uczenia maszynowego.                                                                                                                                                                                           | U6                           | Laboratorium |
| 7.  | Wizualizacja wyników eksperymentów za pomocą biblioteki do tworzenia wykresów, np. Matplotlib, stworzenie zadania Jenkins realizującego wizualizację.                                                                                                                                               | U7, U8                       | Laboratorium |
| 8.  | Przegląd narzędzi do kontroli danych, parametrów i wyników eksperymentów: DVC, Sacred, MLFlow.                                                                                                                                                                                                      | W6                           | Laboratorium |
| 9.  | Kontrola parametrów i wyników eksperymentów uczenia maszynowego przy pomocy wybranego narzędzia.                                                                                                                                                                                                    | U9                           | Laboratorium |
| 10. | Wizualizacja wyników eksperymentów uczenia maszynowego przy pomocy wybranego narzędzia.                                                                                                                                                                                                             | U10                          | Laboratorium |
| 11. | Integracja kompletnego procesu trenowania i ewaluacji modelu uczenia maszynowego przy użyciu poznanych wcześniej narzędzi.                                                                                                                                                                          | U11                          | Laboratorium |
| 12. | Podsumowanie wyników pracy podczas kursu.                                                                                                                                                                                                                                                           | W1, U11                      | Laboratorium |

### Informacje dodatkowe

| Forma zajęć  | Metody i formy prowadzenia zajęć                          |
|--------------|-----------------------------------------------------------|
| Laboratorium | Metoda laboratoryjna, Metoda warsztatowa, Metoda projektu |

| Forma zajęć  | Warunki zaliczenia zajęć                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laboratorium | Na końcową ocenę składa się wynik uzyskany z projektu.<br>Skala ocen:<br>1. bardzo dobry (bdb; 5,0) – od 90% punktów,<br>2. dobry plus (db plus; 4,5) – od 80% punktów,<br>3. dobry (db; 4,0) – od 70% punktów,<br>4. dostateczny plus (dst plus; 3,5) – od 60% punktów,<br>5. dostateczny (dst; 3,0) – od 50% punktów,<br>6. niedostateczny (ndst; 2,0) – poniżej 50% punktów. |

## Literatura

### Obowiązkowa

1. Dokumentacja narzędzia konteneryzacji Docker: <https://docs.docker.com/getstarted>, dostęp 08.11.2020
2. Dokumentacja systemu ciągłej integracji Jenkins: <https://jenkins.io/doc>, dostęp 08.11.2020
3. Dokumentacja narzędzia do zarządzania eksperymentami Sacred: <https://github.com/IDSIA/sacred>, dostęp 08.11.2020
4. Dokumentacja narzędzia do zarządzania danymi i eksperymentami DVC: <https://dvc.org/>, dostęp 08.11.2020
5. Dokumentacja narzędzia do zarządzania danymi i eksperymentami MLFlow: <https://mlflow.org/>, dostęp 08.11.2020
6. Dokumentacja narzędzia do rysowania wykresów Matplotlib: <https://matplotlib.org>, dostęp 08.11.2020

### Nakład pracy studenta i punkty ECTS

| Rodzaje zajęć studenta              | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Laboratorium                        | 15                                                                  |
| Czytanie wskazanej literatury       | 30                                                                  |
| Przygotowanie projektu              | 30                                                                  |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>75                                          |
| <b>Liczba punktów ECTS</b>          | <b>ECTS</b><br>3                                                    |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Efekty uczenia się dla kierunku

| Kod        | Treść                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INF_K4_U02 | Absolwent/ka potrafi adaptować istniejące oraz tworzyć nowe metody informatyczne do rozwiązywania nieszablonowych problemów praktycznych i teoretycznych                                                                                                        |
| INF_K4_U03 | Absolwent/ka potrafi stosować zaawansowane metody budowy oprogramowania, rozstrzyga o ich przydatności, w tym podejmuje decyzje dotyczące wyboru technik prowadzących do otrzymania oprogramowania wysokiej jakości                                             |
| INF_K4_U04 | Absolwent/ka potrafi projektować i implementować systemy informatyczne o różnej złożoności i różnych architekturach                                                                                                                                             |
| INF_K4_U05 | Absolwent/ka potrafi formułować i testować nowe algorytmy i metody rozwiązywania problemów w wybranych obszarach informatyki na potrzeby prowadzenia prac badawczo-rozwojowych z uwzględnieniem aktualnego stanu wiedzy                                         |
| INF_K4_W03 | Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu współczesne metody, narzędzia i technologie informatyczne właściwe dla wybranych obszarów zastosowań niezbędne przy budowie złożonych systemów informatycznych oraz przy prowadzeniu prac badawczo-rozwojowych |
| INF_K4_W05 | Absolwent/ka zna i rozumie budowę oraz cykl życia przykładowych systemów informatycznych wykorzystywanych w praktyce oraz zna ograniczenia złożonych systemów informatycznych                                                                                   |
| INF_K4_W07 | Absolwent/ka zna i rozumie zasady rozwoju zaawansowanych produktów informatycznych w celu ich wykorzystania w gospodarce w różnych modelach biznesowych                                                                                                         |