



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Kwantowe uczenie maszynowe, PG_00064604						
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2027 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2027/2028		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	1	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	2	Liczba punktów ECTS			3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Fizyki i Informatyki Stosowanej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr inż. Marcin Nowakowski				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	30.0	0.0	0.0	45
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach	Praca własna studenta	RAZEM	
	Liczba godzin pracy studenta	45		5.0	25.0	75	
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z fundamentalnymi zagadnieniami dotyczącymi współczesnych metod kwantowego uczenia maszynowego, w szczególności metod wykorzystujących algorytmy kwantowe do efektywnego przetwarzania i analizy danych. Studenci zdobędą wiedzę na temat teoretycznych podstaw kwantowego przetwarzania informacji, w tym superpozycji, splątania kwantowego oraz pomiarów kwantowych, a także nauczą się, jak te zjawiska mogą być wykorzystane do tworzenia nowych, bardziej efektywnych modeli uczenia maszynowego.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_W01] posiada pogłębioną wiedzę w zakresie wiodących działów fizyki, w tym mechaniki kwantowej i elektroniki molekularnej.	Posiada wiedzę w zakresie obliczeń kwantowych oraz mechaniki kwantowej.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K7_W04] posiada pogłębioną znajomość metod matematycznych, numerycznych i symulacyjnych stosowanych przy opisie i modelowaniu zjawisk fizycznych.	Posiada wiedzę w zakresie kwantowych modeli uczenia maszynowego zarówno dla układów klasycznych, jak i kwantowych.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K7_K02] jest gotów do twórczego wykorzystania swoich kompetencji dla dobra ogółu, również w sposób przedsiębiorczy.	Posiada umiejętność efektywnej pracy zespołowej, obejmującej wspólne realizowanie projektu zgodnie z ustalonymi celami i harmonogramem.	[SK1] Ocena umiejętności pracy w grupie
[K7_U05] potrafi samodzielnie lub w zespole, w tym jako jego lider, planować i przeprowadzać zaawansowane obliczenia teoretyczne, badania eksperymentalne i symulacje komputerowe w celu rozwiązania złożonych i nietypowych problemów naukowych i inżynierskich, krytycznie analizować ich wyniki, wyciągać wnioski i formułować umotywowane opinie.	Posiada wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania dla wybranych zagadnień na środowisku kwantowym.	[SU1] Ocena realizacji zadania	
Treści przedmiotu	<p>Treści przedmiotu - wykład O czym jest QML? QM i QC: stany kwantowe, ewolucja w zamkniętych systemach, pomiary i bramki (w kierunku qCNN). Algorytmy kwantowe (Kwantowa Transformata Fouriera, Kwantowa Estymacja Fazy, Odwrotność Macierzy Kwantowej). Otwarte systemy kwantowe: klasyczny model Isinga. Kwantowa fizyka wielu ciał i metody QML. Strategie ML do rozwiązywania problemów wielu ciał. Adyabatyczne obliczenia kwantowe. Próbkowanie stanów termicznych. Kwantowe wyżarzanie i implementacje. Kwantowy Przybliżony Algorytm Optymalizacji (QAOA). Obwody i metody wariacyjne. Kodowanie informacji kwantowej. Uczenie zespołowe. Klasteryzacja przez kwantową optymalizację. (Kwantowo ulepszone) metody jądrowe. Modele grafów probabilistycznych. Optymalizacja i próbkowanie. Kwantowo wspomagane procesy Gaussa. Kwantowe sieci CNN, GANy. W kierunku kwantowych metod generatywnych. Perspektywy na przyszłość: trendy technologiczne i rynkowe.</p> <p>Treści przedmiotu - laboratoria Symulacje algorytmów kwantowych oraz kwantowych algorytmów uczenia maszynowego w Qiskit.</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	<p>Matematyka dyskretna, Algebra liniowa, Rachunek prawdopodobieństwa, Mechanika kwantowa - podstawy, Podstawowe metody sztucznej inteligencji. Znajomość programowania w językach obiektowych.</p>		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Projekt laboratoryjny	60.0%	100.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<p>1. E. R. Johnston et al., Komputer Kwantowy, Helion, 2020.</p> <p>2. I. Goodfellow, Deep Learning, MIT, 2020</p> <p>3. M. Le Bellac, Wstęp do Informatyki Kwantowej, PWN, 2018</p>	
	Uzupełniająca lista lektur	<p>4. M. Ekman, Learning Deep Learning, NVidia DL Institute, 2023.</p> <p>5. M. Schuld, F. Petruccione, Machine Learning with Quantum Computers, Springer, 2021.</p>	
	Adresy eZasobów		
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Symulacja kwantowej sieci neuronowej dokonującej rozwarstwienia wybranej przestrzeni cech.		
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.