



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Algorytmy kwantowe [S2ETI2>AK]

Przedmiot

Kierunek studiów

Edukacja techniczno-informatyczna

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

3,00

Koordynatorzy

dr Gustaw Szawiola

gustaw.szawiola@put.poznan.pl

Wykładowcy

dr Gustaw Szawiola

gustaw.szawiola@put.poznan.pl

Wymagania wstępne

Kompetencje programistyczne, informatyczne, matematyczne zgodne z kierunkowymi efektami kształcenia studiów inżynierskich na kierunku edukacja techniczno-informatyczna (I stopnia kształcenia), w szczególności z zakresu: informatyki kwantowej, matematyki wyższej (algebry liniowej, rachunku prawdopodobieństwa). Otwartość na poszerzenie swoich kompetencji w zakresie nowych technologii. Umiejętność pracy w zespole.

Cel przedmiotu

Moduł przedstawia kluczowe algorytmy kwantowe, implementacje programistyczne tych algorytmów oraz wybrane ich zastosowania. Dyskutowane są również perspektywy rozwoju i fundamentalne ograniczenia algorytmiki kwantowej uwarunkowane postępowaniem w zakresie hardware'u kwantowego.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. ma zaawansowaną wiedzę ogólną i szczegółową w zakresie kanonu oraz wybranych specjalistycznych rozwiązań algorytmiki kwantowej
2. zna wybrane, kluczowe kwantowe środowiska i platformy programistyczne stosowane

w implementacji algorytmów kwantowych

3. ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach i ograniczeniach informatyki kwantowej w szczególności w zakresie algorytmiki kwantowej

Umiejętności:

1. potrafi ocenić użyteczność i zaproponować implementację algorytmów kwantowych w rozwiązaniu wybranych problemów programistycznych z zakresu techniki czy nauk ścisłych

2. potrafi planować i przeprowadzać proste badawcze eksperymenty programistyczne z zakresu algorytmiki kwantowej, integrujące wykorzystanie wybranych otwartych platform i bibliotek programistycznych, zarówno kwantowych jak klasycznych, w tym metod analizy danych

3. potrafi ocenić użytkową wartość i ograniczenia komputerów, platform i programistycznych bibliotek kwantowych, w rozwiązywaniu wybranych zadań z prostym komponentem eksperymentalnym z zakresu zastosowań informatyki kwantowej w technice i naukach ścisłych

Kompetencje społeczne:

1. rozumie powiązania między rozwojem w obszarze informatyki a dynamiką kwantowych technologii i metod informatycznych

2. rozumie potencjał wykorzystania najnowszej wiedzy z zakresu technologii kwantowych inteligencji w rozwiązywaniu problemów badawczych i praktycznych

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

1. Wykład:

- forma i składniki oceny (udział procentowy):

kolokwium podsumowujące obejmujące część testową (waga 60%) i część problemową (waga 40%); na poczet części problemowej zaliczany jest wynik średni z laboratorium

- kryteria oceny /ocena: zgodnie z regulaminem studiów.

2. Laboratorium

- forma i składniki oceny: merytoryczna ocena realizacji poszczególnych ćwiczeń w skali punktowej 0-5 punktów/ćwiczenie

Treści programowe

I Narzędzia matematycznego opisu i implementacji programistycznej algorytmów kwantowych.

II Wybrane zagadnienia kanonu algorytmów kwantowych.

III. Wybrane zastosowania i ograniczenia algorytmiki kwantowej.

Tematyka zajęć

Wykłady

Część I Narzędzia matematycznego opisu i implementacji programistycznej algorytmów kwantowych.

I.1 Charakterystyka wybranych kwantowych platform sprzętowych (komputerów kwantowych) i kwantowych środowisk programistycznych (Q-SDK).

I.2 Matematyczna reprezentacja stanów rejestrów kwantowych i pomiarów kwantowych oraz ich programistyczna implementacja w wybranym kwantowym środowisku programistycznym (Q-SDK)

I.3 Matematyczna reprezentacja oraz programistyczna implementacja bramek kwantowych w wybranym kwantowym środowisku programistycznym (Q-SDK).

I.4 Synteza i dekompozycji kwantowych operacji unitarnych. Konstrukcja i programistyczna i implementacja obwodów kwantowych jako modeli algorytmów kwantowych..

Część II. Kanon algorytmów kwantowych

II.1 Implementacja algorytmów: Deutscha-Jozsa, Bernstaina-Vaziraniego, Simona

II.2 Implementacja algorytmu Grovera.

II.3 Implementacja algorytm kwantowej transformaty Fouriera.

II.4 Implementacja algorytmu kwantowej estymacji fazy.

Część III Wybrane zastosowania i implementacyjne ograniczenia algorytmiki kwantowej.

III.1 Algorytm Harrowa-Hassidima-Lloyda rozwiązywania układu równań liniowych.

III.2 Wybrane algorytmy kryptografii kwantowej - implementacja Algorytmu Shora.

III.3 Kwantowe algorytmy wariacyjne.

III.4 Wybrane algorytmy kwantowego uczenia maszynowego.

III.5 Problemy i wybrane algorytmy kwantowej korekty błędów.

Laboratorium

1. Konfiguracja kwantowego środowiska programistycznego. Implementacja programistyczna obwodu kwantowego testu CHSH.
2. Testy wydajności komputera (symulatora) kwantowego. Implementacja programistyczna algorytmu Deutsch-Jozsy.
3. Implementacja i badanie złożoności algorytmu Grovera.
4. Implementacja algorytm kwantowej transformaty Fouriera.
5. Implementacja i badanie dokładności algorytmu kwantowej estymacji fazy.
6. Wybrane zastosowania kwantowego algorytmu wariacyjnego .

Metody dydaktyczne

- Wykłady: prowadzone są zarówno w formie klasycznej (prezentacje multimedialne, przykłady na tablicy) jak i problemowej (indywidualna i zespołowa dyskusja nad postawionym problemem, quizy).
- Zajęcia laboratoryjne: realizowane z wykorzystaniem elementów metody bazującej na projekcie realizowanym w zespołach.

Literatura

Podstawowa:

1. R. S. Sutor, Dancing with Qubits, Second Edition, Packt Publishing, Birmingham-Mumbai, 2024
2. R. S. Sutor, Dancing with Python. Learn to code with Python and Quantum Computing. Packt Publishing, Birmingham-Mumbai, 2021
3. Zasoby: <https://quantum.cloud.ibm.com/learning/en> oraz <https://quantum.cloud.ibm.com/docs/en>
4. publikacje oryginalne i przeglądowe z czasopism naukowe

Uzupełniająca:

1. E. F. Combarro S. González-Castillo, A Practical Guide to Quantum Machine Learning and Quantum Optimization. Hands-on Approach to Modern Quantum Algorithms, Packt Publishing, Birmingham-Mumbai, 2023
2. B. Zygelman, A First Introduction to Quantum Computing and Information, Springer Cham 2018
3. S. Pattanayak, Quantum Machine Learning with Python, Apress Berkeley, CA, 2021
4. E. R. Johnston, N. Harrigan, M. Gimeno-Segovia, Programming Quantum Computers: Essential Algorithms and Code Samples, O'Reilly Media, Inc., 2019
5. M. Schuld, F. Petruccione, Machine Learning with Quantum Computers (Quantum Science and Technology) 2nd ed., Springer Cham, 2021
6. M. A. Nielsen (Autor), I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition, Cambridge University Press, 2010
8. N. S. Yanofsky (Autor), M. A. Mannucci, Quantum Computing for Computer Scientists, Cambridge University Press, 2008
9. Zasoby: <https://pennylane.ai/>

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	30	1,00