

Akademia Sztuki Kwantowej – podsumowanie bloku ML

Przemysław Głomb

Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej Polskiej Akademii Nauk

1 kwietnia 2026 r.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



❖ Cel/założenia bloku

- ▶ Przygotowanie i realizacja bloku szkoleniowego z zakresu ML
- ▶ Zamkniętego („self contained”) – wszystkie najważniejsze elementy
- ▶ Zaadaptowanego do różnych poziomów doświadczenia uczestników
- ▶ Łączącego teorię i praktykę
- ▶ Powiązanego z tematami ASK
- ▶ Trzymającego się struktury ASK (wykłady/warsztaty)

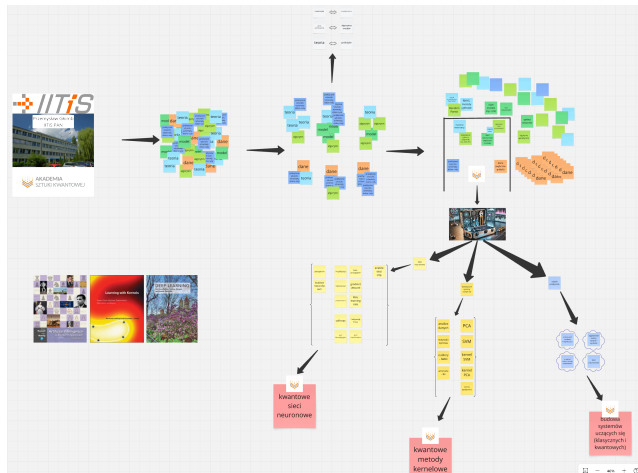


❖ Powiązanie z innymi blokami ASK

- ▶ Wykłady wprowadzające (Podstawy matematyczne obliczeń kwantowych i SI, Wprowadzenie do obliczeń kwantowych i algorytmów kwantowych)
- ▶ Kwantowy perceptron
- ▶ Kwantowe uczenie maszynowe i kwantowe metody jądrowe
- ▶ Kwantowe wyznaczanie kombinatorycznych problemów optymalizacyjnych



❖ Droga do celu



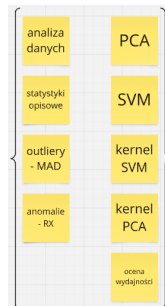
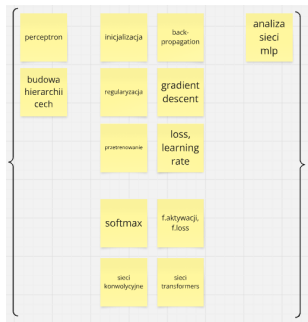


❖ Droga do celu

- ▶ Modele klasyczne i sieci neuronowe
- ▶ Pełen cykl (od analizy danych, przez przygotowanie modelu, do interpretacji wyników)
- ▶ Wykłady i warsztaty uzupełniają się
- ▶ Wybrane przykłady danych – i modeli
- ▶ Podstawy teoretyczne – i schematy użycia
- ▶ Matematyka – i programowanie



❖ Droga do celu – wykłady



❖ Droga do celu – warsztaty



- ▶ 4 obszary:
 1. Analiza i przygotowanie zbiorów danych
 2. Procedura eksperymentu klasyfikacji
 3. Podstawy sieci neuronowych
 4. Modele głębokiego uczenia
- ▶ Miks demonstracji i zadań do wykonania
- ▶ Cele: (a) znajomość metod podstawowych, (b) umiejętność ich zakodowania, (c) podstawy teoretyczne i zasady działania metod/procedur



✚ Realizacja – wykłady

- ▶ Proporcje zakres/szczegółowość (RL: exploration vs exploitation)
- ▶ Płynność przejścia i powiązanie między elementami
- ▶ Dobór ilustracji, przykładów, wzorów, wyprowadzeń. . .
- ▶ Ciekawostki
 - ▶ 1_perceptron – jak neurony budują hierarchiczną ekstrakcję cech
 - ▶ 2_mlp – „pakiet podstawowy” sieci neuronowych
 - ▶ 4_covariance – „podróż z macierzą kowariancji”
 - ▶ 5_stats – SVM, konstrukcja eksperymentu
- ▶ Ciężko się nagrywa, lepiej mówić, a najlepiej mówić na żywo :)
- ▶ Refleksje po czasie – podział między filmikami, animacje slajdów, proporcje materiału



Realizacja – warsztaty

- ▶ Różnorodność uczestników – kalibracja poziomu trudności
- ▶ Podróż przez wybrane zbiory danych, np. obrazowanie hiperspektralne (wybór metod podyktowany założeniami)
- ▶ „Zadanie na 10 minut” – trudne do ukończenia ale wystarczające do ćwiczeń, kompromis ile zadań/jak obszernych
- ▶ Zadania z nagrodami :)
- ▶ Zadania oraz interaktywne tutoriale (z możliwością samodzielnej realizacji)



Uwagi uczestników (ankiety)

- ▶ Łatwiejsze elementy – „Teoria była OK - przyswajalna”, „Ćwiczenia praktyczne, ale z pomocą ChatGPT - sam nie byłbym w stanie ich zrobić”, „Koncepcje, ponieważ nie wymagały dużego doświadczenia programistycznego”
- ▶ Trudniejsze elementy – PyTorch, programowanie
- ▶ Znajomość tematu u uczestników – podstawowa („Ogólne koncepcje”, „Głębsze aspekty były dla mnie nowe.”)
- ▶ Co można było wynieść, co się przyda – praktyczne elementy (używanie bibliotek, implementacja i parametryzacja modeli, ćwiczenia, zebranie zagadnień)
- ▶ Uwagi – warsztaty spełniły zadanie, plus uwagi „mniej ale dokładniej”



❖ Kierunki rozwoju, warsztaty z perspektywy czasu

Jak przygotowywałbym warsztaty teraz, w świecie pełnym LLM?

- ▶ Bardzo podobnie (+więcej ćwiczeń z modelami w chmurze, -obsługa lokalnego LLM)
- ▶ Szczegółowo:
 1. Analiza i przygotowanie danych – proces się nie zmienił; z ChatGPT jest dużo łatwiej. . .
... ale wciąż inżynier powinien rozumieć mechanikę działania metod i procesu analizy
 2. Klasyfikacja – znajomość i rozumienie konstrukcji eksperymentu jest podstawowe, nawet jeżeli kod pisze nam Copilot
 3. Podstawy sieci neuronowych – warto znać intuicję i podstawy ich działania (i implementacji), nawet jeżeli korzystamy z Claude Code czy Antigravity
 4. Modele głębokiego uczenia – aktualizacja (ale wymagana byłaby i tak)
- ▶ Co jest siłą modeli językowych (poza kodowaniem, dokumentacją, znajdowaniem artykułów)
 - ▶ Konstrukcja i uzasadnienie ścieżki przetwarzania do konkretnego obszaru problemowego (np. ECG)



❖ Kierunki rozwoju, warsztaty z perspektywy czasu

Jak przygotowywałbym warsztaty teraz, w świecie pełnym LLM?

- ▶ Bardzo podobnie (+więcej ćwiczeń z modelami w chmurze, -obsługa lokalnego LLM)
- ▶ Szczegółowo:
 1. Analiza i przygotowanie danych – proces się nie zmienił; z ChatGPT jest dużo łatwiej. . .
... ale wciąż inżynier powinien rozumieć mechanikę działania metod i procesu analizy
 2. Klasyfikacja – znajomość i rozumienie konstrukcji eksperymentu jest podstawowe, nawet jeżeli kod pisze nam Copilot
 3. Podstawy sieci neuronowych – warto znać intuicję i podstawy ich działania (i implementacji), nawet jeżeli korzystamy z Claude Code czy Antigravity
 4. Modele głębokiego uczenia – aktualizacja (ale wymagana byłaby i tak)
- ▶ Co jest siłą modeli językowych (poza kodowaniem, dokumentacją, znajdowaniem artykułów)
 - ▶ Konstrukcja i uzasadnienie ścieżki przetwarzania do konkretnego obszaru problemowego (np. ECG)



Podsumowanie

Dziękuję za uwagę, udział w warsztatach, wysłuchanie wykładów :)

Wasze pytania? Uwagi? Komentarze?

Ostatnie słowo – ML idzie do przodu (nie biegnie, nie stoi), polecam iść w równym tempie

