

How I Quantised Data Analysis

Sebastian Zając¹ and Jacob L. Cybulski²

¹ SGH Warsaw School of Economics, Warsaw, Poland

² Enquanted / Deakin University, Melbourne, Australia

Abstract

Modern quantum computers can already perform analytical tasks on real data from financial option pricing [1] and credit risk assessment [2] to classification and regression of time series [3]. The results of these experiments, however, lead to an uncomfortable question: how do we know whether a quantum model is actually doing something that a classical one cannot? In this seminar I will show that the answer depends not on the quantum hardware but on the way in which data are embedded into Hilbert space that is, on the choice of the quantum feature map. It turns out that the most popular embedding method, which encodes a probability distribution as quantum state amplitudes ($\psi_i = \sqrt{p_i}$) yields a model equivalent to a classical inner-product kernel regardless of the complexity of the subsequent quantum circuit [4]. I will introduce two measures the Wigner non-classicality index Q and quantum mutual information I that allow one to assess a priori whether a given data embedding gives the model access to structures that are classically inaccessible. I will show when and which embeddings can genuinely aid information extraction from data, illustrating this with numerical experiments on classification tasks. The seminar requires no knowledge of quantum mechanics all constructions will be presented in the language of linear algebra and statistics.

References

- [1] S. Zając, R. Pracht, Option Pricing on Noisy Intermediate-Scale Quantum Computers: A Quantum Neural Network Approach, arXiv:2604.19832, 2026.
 - [2] S. Zając, K. Kuba, Quantum Neural Networks: Application for Credit Risk Assessment, in: Quantum Technologies in Finance, 2026.
 - [3] J. L. Cybulski, S. Zając, Design Considerations for Denoising Quantum Time Series Autoencoder, in: Computational Science ICCS 2024, LNCS, pp. 252-267, Springer, 2024.
 - [4] S. Zając, J. L. Cybulski, B. Dziewit, T. Kulpa, The Inverse Born Rule Fallacy: On the Informational Limits of Phase-Locked Amplitude Encoding, arXiv:2602.21350, 2026.
-

Jak skwantowałem analizę danych

Sebastian Zając¹ and Jacob L. Cybulski²

¹ SGH Warsaw School of Economics, Warszawa

² Enquanted / Deakin University, Melbourne, Australia

Abstrakt

Współczesne komputery kwantowe potrafią już realizować zadania analityczne na prawdziwych danych od wyceny opcji finansowych [1] i oceny ryzyka kredytowego [2] po klasyfikację i regresję szeregów czasowych [3]. Wyniki tych eksperymentów prowadzą jednak do niewygodnego pytania: skąd mamy wiedzieć, czy kwantowy model faktycznie robi coś, czego nie potrafi klasyczny? Na seminarium pokażę, że odpowiedź zależy nie od sprzętu kwantowego, lecz od sposobu, w jaki dane zostają zanurzone w przestrzeni Hilberta czyli od wyboru kwantowej mapy cech. Okazuje się, że najpopularniejsza metoda zanurzenia, polegająca na zakodowaniu rozkładu prawdopodobieństwa jako amplitud stanu kwantowego ($\psi_i = \sqrt{p_i}$) prowadzi do modelu równoważnego klasycznemu jądru iloczynu skalarnego niezależnie od złożoności późniejszego obwodu kwantowego [4]. Zaproponuję dwie miary kwantową ujemność Wignera Q i kwantową informację wzajemną I które pozwalają z góry ocenić, czy dany sposób zanurzenia danych daje modelowi dostęp do struktur niedostępnych klasycznie. Pokażę, kiedy i jakie zanurzenia mogą faktycznie wspomagać wydobywanie informacji z danych, ilustrując to eksperymentami numerycznymi na zadaniach klasyfikacyjnych. Seminarium nie wymaga znajomości mechaniki kwantowej konstrukcje zostaną przedstawione w języku algebry liniowej i statystyki.

Literatura

- [1] S. Zając, R. Pracht, Option Pricing on Noisy Intermediate-Scale Quantum Computers: A Quantum Neural Network Approach, arXiv:2604.19832, 2026.
- [2] S. Zając, K. Kuba, Quantum Neural Networks: Application for Credit Risk Assessment, in: Quantum Technologies in Finance, 2026.
- [3] J. L. Cybulski, S. Zając, Design Considerations for Denoising Quantum Time Series Autoencoder, in: Computational Science ICCS 2024, LNCS, pp. 252-267, Springer, 2024.
- [4] S. Zając, J. L. Cybulski, B. Dziewit, T. Kulpa, The Inverse Born Rule Fallacy: On the Informational Limits of Phase-Locked Amplitude Encoding, arXiv:2602.21350, 2026.