

# ソフトバンク株式会社先端技術研究所

## 山内 啓嗣

論文名：Parametrized Energy-Efficient Quantum Kernels for Network Service Fault Diagnosis  
著者名：山内 啓嗣（ソフトバンク株式会社）、曾我部 東馬（国立大学法人電気通信大学）、ロドニーバンミーター（慶應義塾大学）

論文発表：IEEE International Conference on Quantum Computing and Engineering (QCE24)  
<https://qce.quantum.ieee.org/2024/>

プレプリント：<https://arxiv.org/abs/2405.09724>

概要：量子カーネル学習において、量子コンピュータを用いて特徴ベクトル間の内積を計算し、これによって得られたグラム行列をサポートベクターマシン（SVM）などの機械学習モデルのカーネルとして利用します。しかし、安定して高い性能を達成するための方法はまだ確立されていません。本研究では、量子カーネル学習に注目し、通信事業者が使用するネットワークサービス故障診断システムの商用データセットを使用して診断精度を調査し、安定して高い性能を達成するための方法を提案しました。一般的な量子回路の一部でカーネルを生成する際に、量子もつれを適用し、入力データのパラメータマッピングや相対位相角に関連するパラメータ調整を行うことで、従来の方法に比べて大幅な性能向上と効率的な高性能の達成が可能であることを示しました。さらに、IBMの超伝導量子コンピュータIBM-Kawasakiを使用した量子カーネル学習の実験的検証を行い、Q-CTRLのFire Opalのエラー抑制機能を適用することでその実用性を確認しました。

# Research Institute of Advanced Technology, SoftBank Corp. Hiroshi Yamauchi

Title : Parametrized Energy-Efficient Quantum Kernels for Network Service Fault Diagnosis

Author : Hiroshi Yamauchi (SoftBank Corp.), Tomah Sogabe (The University of Electro-Communications), Rodney Van Meter (Keio University)

Publication : IEEE International Conference on Quantum Computing and Engineering (QCE24)  
<https://qce.quantum.ieee.org/2024/>

Pre-print : <https://arxiv.org/abs/2405.09724>

Abstract : In quantum kernel learning, the primary method involves using a quantum computer to calculate the inner product between feature vectors, thereby obtaining a Gram matrix used as a kernel in machine learning models such as support vector machines (SVMs). However, a method for consistently achieving high performance has not been established. In this study, we investigate the diagnostic accuracy using a commercial dataset of a network service fault diagnosis system used by telecommunications carriers, focusing on quantum kernel learning, and propose a method to stably achieve high performance. We show significant performance improvements and an efficient achievement of high performance over conventional methods can be attained by applying quantum entanglement in the portion of the general quantum circuit used to create the quantum kernel, through input data parameter mapping and parameter tuning related to relative phase angles. Furthermore, experimental validation of the quantum kernel was conducted using IBM's superconducting quantum computer IBM-Kawasaki, and its practicality was verified while applying the error suppression feature of Q-CTRL's Fire Opal.