量子コンピューティング ユースケース集

量子カーネル学習を用いた通信サービス故障診断システム

ソフトバンク



国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

ソフトバンク：量子カーネル学習を用いた通信サービス故障診断システム【2024/8】 1／3

検証

産業領域	その他
手法	AI
プロセス	モデル学習
技術分類	ゲート*

取組の背景

- 近年、企業のDX（デジタルトランスフォーメーション）の進展やリモートワークの浸透が進んでいることに加え、Beyond 5G/6Gにおいては超高速・大容量の伝送技術とエッジコンピューティング技術の組み合わせによって、データ駆動型社会が実現すると考えられており、それらを支える**通信ネットワークの品質が重要な指標の一つとなっている**
- ネットワーク需要の拡大などにより、通信事業者の機器の構成が大規模・複雑化し、その運用はMLOps*と呼ばれるAI（人工知能）を用いた**高度なコンピューティング技術による自動化の検討が進んでいるが、古典コンピューターではエネルギー消費量や計算複雑性に対する効率・脆弱性に課題があり量子コンピューターによる高度化・高速化が期待されている**

MLIps *：機械学習（ML）と運用（Ops）を合わせた造語で、機械学習を用いた開発運用工程におけるパイプラインをさす

解決したい課題・モチベーション

- 商用ネットワークで稼働するシステムのログから抽出したデータセットを用い、**量子機械学習による通信サービス故障診断システムの実証実験を実施した**

参考：Softbank「量子機械学習による通信サービス故障診断システムの実証実験」（https://www.softbank.jp/corp/technology/research/story-event/062/）
*ゲート（gate-based） = 量子ビットに対して順に演算を適用することで計算を行う方式。通常のコンピュータにおける論理回路に近い考え方で、幅広い問題に対応可能。

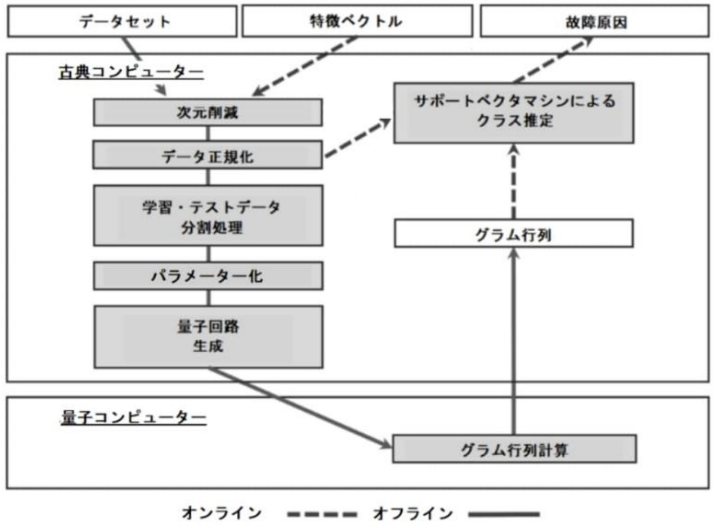
ソフトバンク：量子カーネル学習を用いた通信サービス故障診断システム【2024/8】 2／3

検証

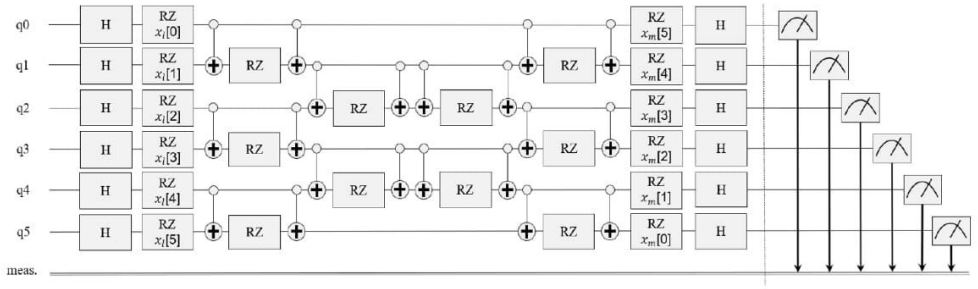
産業領域	その他
手法	AI
プロセス	モデル学習
技術分類	ゲート*

量子コンピューターとしての問題設定

- オフライン処理でデータセットを用いた学習を行い、オンライン処理で未知の特徴ベクトルに対する故障原因を推定する運用動作を行った中で、**量子コンピューターは学習用データの故障パターン数について総当たりで内積計算しながらグラム行列を生成するのに活用**した
- **量子カーネル学習によるカーネル生成において、独自の量子もつれ制御回路を考案（特許出願中）**し、より汎用的なデータに対応して量子コンピューターの性能を引き出した
- HWは**IBM社の超伝導型ゲート式量子コンピューター（IBM Quantum System One：IBM-Kawasaki 127量子ビット）とQ-CTRL社のエラー抑制システム**を活用している



本取組における量子コンピューターの活用範囲



提案量子カーネル学習回路

参考：Softbank「量子機械学習による通信サービス故障診断システムの実証実験」（https://www.softbank.jp/corp/technology/research/story-event/062/）
*ゲート（gate-based） = 量子ビットに対して順に演算を適用することで計算を行う方式。通常のコンピュータにおける論理回路に近い考え方で、幅広い問題に対応可能。

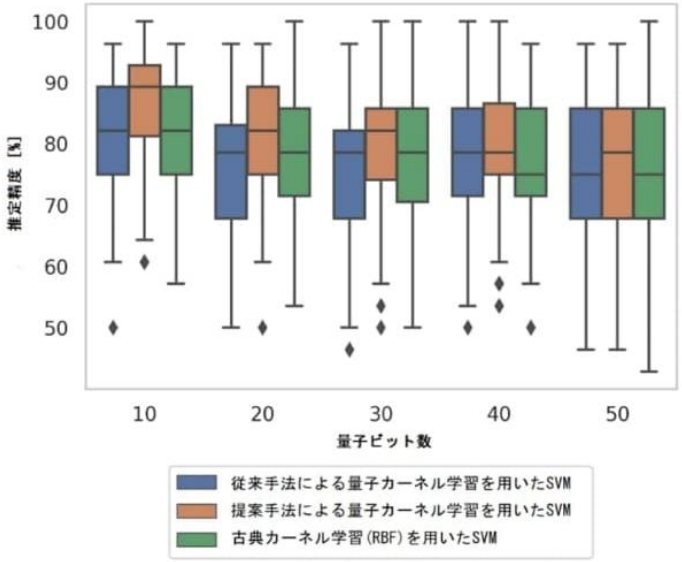
ソフトバンク：量子カーネル学習を用いた通信サービス故障診断システム【2024/8】 3／3

検証

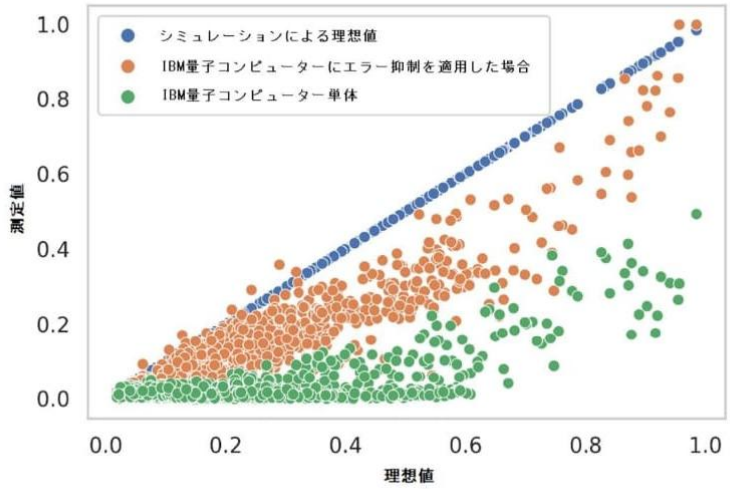
産業領域	その他
手法	AI
プロセス	モデル学習
技術分類	ゲート*

期待されるビジネス効果

- **提案手法は従来の量子カーネル学習を用いたSVMおよび古典カーネル学習を用いたSVMと比較して優れた性能を示した。**全ての量子ビット数における評価結果の平均値で比較すると、従来の量子カーネル学習は77%、提案する量子カーネル学習は81%、古典カーネル学習は78%であり、提案手法がもっともすぐれた結果となった
- **量子カーネル学習アルゴリズムの改良に加えてエラー抑制により、量子コンピューターの実用的な性能を実証した**



テンソルネットワークシミュレーションによる
故障原因推定性能評価の比較



30量子ビット時のグラム行列におけるエラー抑制の効果

参考：Softbank「量子機械学習による通信サービス故障診断システムの実証実験」（https://www.softbank.jp/corp/technology/research/story-event/062/）
*ゲート（gate-based） = 量子ビットに対して順に演算を適用することで計算を行う方式。通常のコンピュータにおける論理回路に近い考え方で、幅広い問題に対応可能。

WEBサイトにて、その他の事例も公開しています。ぜひご覧ください。
https://www.quantum-computing-use-cases.nedo.go.jp

他の事例を見る

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
AI・ロボット部（e-mail：quantum_ai@ml.nedo.go.jp）

本ユースケース集は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO）の委託業務「量子・古典ハイブリッド技術のサイバー・フィジカル開発事業／量子技術に関するユースケース事例調査」および「ポスト５Ｇ情報通信システム基盤強化研究開発事業（量子産業化）／量子コンピュータの産業化促進に向けた包括的調査」の成果として、得られたものです。