

実世界の問題に適用可能な量子特徴マッピング手法の開発

－ 実験の再現性担保とAIによる量子回路自動生成に向けて －

量子機械学習のための実験管理ツール

作花健也（フリーランス）



実験の試行錯誤を再現可能な形で管理
実験条件を容易に変更でき、効率的なモデル開発を実現

データセット

- 自動でダウンロードやデータ生成の実施
- データの前処理をpipelineとして保存し、configで再呼び出し可能

```
openml: name: 'mnist_784'  
id: 554  
return_format: 'numpy'
```

Data Set A Data Set B Data Set C

手法A

デバイス

- 多種多様なシミュレータ、実機を容易に切り替え可能な形で提供

PENNYLANE
IBM Q
Amazon Braket

評価

- 多様な評価指標の結果を実験IDに紐付けて保存
- 主要な可視化方法を提供

run_id	accuracy	f1_score
1	0.45	0.59
2	0.40	0.45

実験サイクルをIDで
管理し再現性を担保

量子特徴マップの設計

- 主要な量子回路をconfig経由で提供
- 独自回路を容易に実装するテンプレートを提供
- パラメータ等の実験条件の変更を容易に対応

実験IDから特徴マップを指定し参照

↓ 独自定義

量子回路構築

Exp1_A
Exp1_B
Exp1_C

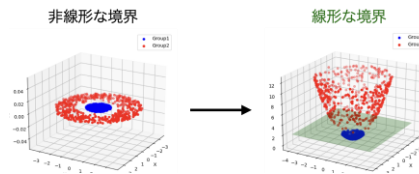
LLMを用いた量子回路の自動生成

量子特徴マップの自動生成

- 量子特徴マップの設計において、LLMを活用し、アイデア出し、プログラムの実装、評価、アイデアの修正という実験における一連のサイクルを自動化
- 開発した実験管理ツールを活用することで、試行錯誤のログをLLMにフィードバックする環境を構築

量子特徴マップ

- データを量子の性質を生かして、高次元空間に変換する方法
- 変換後の値の内積はカーネルとして機能し、カーネルベースの機械学習モデルと容易に接続可能



自動生成の結果

- データセットを高精度で分類可能な量子回路を自動生成できていることを確認
- 精度評価の結果をフィードバックし、LLMをOptimizerとして活用することで量子特徴マップの反復的な改善を実現

