

量子ソフトウェアのための 契約プログラミングフレームワーク

富士通株式会社

山口真央生

y.masaomi@fujitsu.com

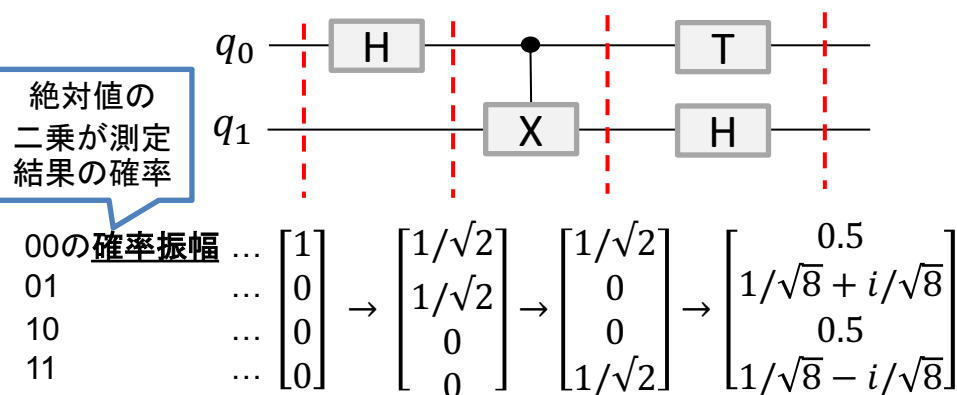
量子計算の検証の難しさ

- 量子固有の性質:
重ね合わせ、干渉、量子もつれ
- 量子回路を構築→実行→統計処理
という異なる仕組みの手順が必要
- 量子回路は低水準で、理解困難

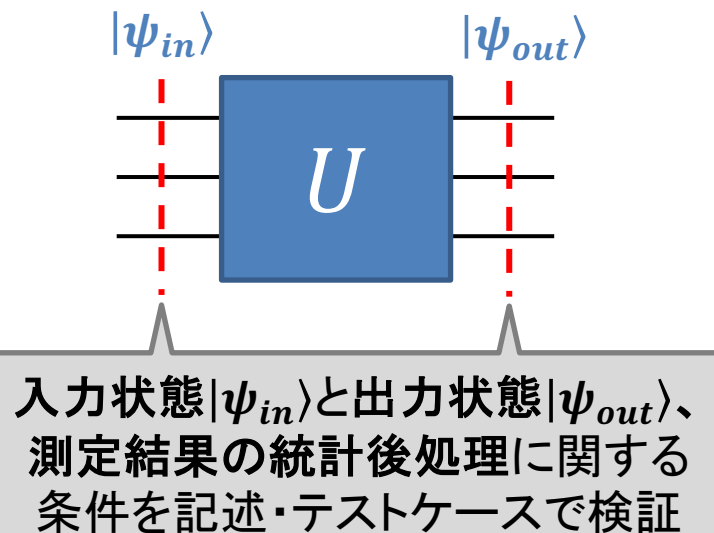
契約プログラミングを応用

量子回路の構築から測定結果の統計後処理まで含めた、量子計算全体の
手続きの正しさをシミュレータ上でテスト
ケースに関して検証する契約プロ
グラミングフレームワークを提案・実装

背景: 量子回路モデル

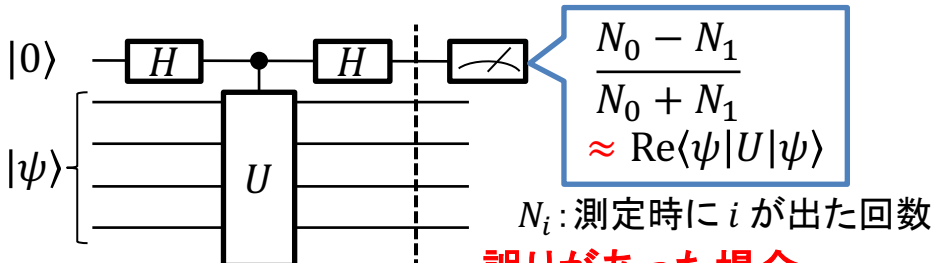


提案手法



実施例: アダマールテスト

パラメータ U から $\langle \psi | U | \psi \rangle$ を推定する回路を構築
既存研究で扱えない手順「ゲート分解」を含む



検証

誤りがあった場合

StateConditionError:
Condition Error occurred.
[Info]
condition_name=...
pre_state=...
post_state=...

$$\left(\frac{|\psi\rangle + U|\psi\rangle}{2} \right) \otimes |0\rangle + \left(\frac{|\psi\rangle - U|\psi\rangle}{2} \right) \otimes |1\rangle$$

評価

広く使われる回路について性質を記述

- アダマールテスト
- Quantum Fourier Transform (QFT):
離散フーリエ変換を量子コンピュータ上で実行
- Quantum Phase Estimation (QPE):
固有値固有ベクトルの推定

量子計算全体の正しさを保証するために
十分な表現力がある事を確認

- 既存研究では扱えない複雑な回路構築の
手続きや統計後処理を検証できる事を確認