

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 4 6 0 3 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 若手研究（B） 4. 研究期間 平成19年度～平成22年度
5. 課題番号 1 9 7 0 0 0 1 0
6. 研究課題名 エラー訂正を考慮した効率の良い量子回路設計手法に関する研究

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
3 0 3 6 2 8 3 3	<small>カガナ ヤマシタ, シンケル</small> 山下, 茂	情報科学研究科	准教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
	<small>カガナ</small>		
	<small>カガナ</small>		
	<small>カガナ</small>		
	<small>カガナ</small>		

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

量子アルゴリズムを量子計算機で実際に実行することを考えると、量子回路設計の研究は大変重要である。量子回路設計のために、特に重要な回路の検証手法、また、量子回路をエラーに強くする手法に関して研究を行った。

1. 量子回路の効率的な等価性判定手法
量子回路を設計する際に、回路の最適化や、物理条件（隣接量子ビットしか作用できないなど）に適合するように回路を変形することが多い。そのような変形を行った際に、その変形が正しいかを検証する必要があり、それを等価性判定と呼ぶ。これに対し、従来の回路設計で使われている miter というものに対して、それを可逆回路に拡張した reversible miter というアイデアを用いて、実際に等価性判定アルゴリズムを実装した。ランダムな回路を生成してその等価性判定の性能を評価したところ、従来の手法よりもより効率がいいことが分かった。

2. 耐故障性量子計算におけるエラー訂正回数の削減手法
Shor により各量子ゲートが完全に動作しない状況でもフォールトトレラントに計算を実行する耐故障性量子計算の手法が提案されている。その手法は、演算に用いる量子ビットを量子誤り訂正符号（具体的には Steane 符号）で符号化して、各基本演算の前後で、量子誤り訂正により逐一エラーを訂正する手法である。しかし、量子誤り訂正は計算ステップ数が大きいのに加え、誤り訂正自体で誤りを生じる可能性がある。そのため、全体の計算結果の信頼性を保ったまま、量子誤り訂正回路を挿入する場所を極力少なくする種々の手法を検討した。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- (1) 量子計算 (2) 量子回路設計 (3) 設計検証
- (4) エラー訂正 (5) (6) _____
- (7) (8) _____ (裏面に続く)

11.研究発表（平成19年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計（7）件

著者名	論文標題			
K. Iwama	Unbounded-Error One-Way Classical and Quantum Communication Complexity			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
ICALP 2007	有	LNCS 4596	2007	110-121

著者名	論文標題			
S. Yamashita	A Practical Framework to Utilize Quantum Search			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Proc. of the 2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation	有	CEC2007	2007	CD-ROM

著者名	論文標題			
K. Iwama	Unbounded-error classical and quantum communication complexity			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
ISAAC2007	有	LNCS 4835	2007	100-111

著者名	論文標題			
岩間一雄	非有界誤り一方向量子および古典通信計算量			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
電子情報通信学会 量子情報技術研究会	無	QIT	2007	106-111

著者名	論文標題			
S. Tani	An analysis of quantum communication complexity depending on network topologies			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
電子情報通信学会 量子情報技術研究会	無	QIT	2007	150-153

著者名	論文標題			
Y. Murakami	A quantum secure direct communication protocol for sending a quantum state and its security analysis			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
The 2008 Symposium on Cryptography and Information Security	無	2D1-2	2008	

著者名	論文標題			
本間知教	耐故障性量子計算におけるエラー訂正回数の削減手法			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
電子情報通信学会 2008年総合大会講演論文集	無	DS-1-	2008	

〔学会発表〕 計（0）件

発表者名	発表標題	
学会等名	発表年月日	発表場所

〔図書〕 計（ 0 ）件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	
	！ ！ ！		

12. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別

13. 備考

※ 研究者又は所属研究機関が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。

--