

平成25年度北海道大学情報基盤センター共同研究成果報告書

1. 研究領域番号 A2 大規模問題解決の基盤技術
2. 研究課題名 メニーコアに対応した進化計算並列化技術による大規模問題解決
3. 研究期間 平成25年 4月1日 ~ 平成26年 3月31日
4. 研究代表者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
佐藤 裕二	法政大学情報科学部コンピュータ科学科	教授	

5. 研究分担者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
筒井 茂義	大阪府立大学大学院理学系研究科	客員研究員	
藤本 典幸	大阪府立大学理学部情報数理科学科	教授	
棟朝 雅晴	北海道大学情報基盤センター	教授	
佐藤 未来子	東京農工大学大学院工学府	特任助教	

6. 共同研究の成果

下欄には、当該研究期間内に実施した共同研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、共同研究申請書に記載した「研究目的」と「研究計画・方法」に照らし、800字~1,000字で、できるだけ分かりやすく記載願います。文章の他に、研究成果を端的に表す図表を貼り付けても構いません。なお、研究成果の論文・学会発表等を行った実績（発表等の予定を含む。）があれば、あわせて記載して下さい。

本共同研究の目的は、幾つかの異なる応用分野（特に大規模問題）を対象として、最適な並列度、進化計算を実装する適切な装置、進化計算を並列化するための技術を確立することである。今年度も昨年までに引き続き「メニーコアに対応した進化計算並列化技術による大規模問題解決」に関して、工学分野、バイオ分野、ゲーム分野に関して並行して研究を進め、本共同研究テーマに関するスペシャルセッションを2014年7月に北京で開催のIEEE主催の国際会議 World Congress on Computational Intelligence (WCCI)に提案し受理された。また、各グループ間の連携を深め情報交換を行う場として2014年2月に北大情報基盤センターにおいてミニシンポジウムを開催し、研究経過の報告と意見交換を行った。

具体的な研究成果は以下の通りである。

1) GPGPUによる組み合わせ最適化問題の高速解法の研究を継続し、2013年度には遺伝的オペレータの高速化の研究を行い巡回セールスマン問題（TSP）の解法に適用して効果を確認した[1]。また、2次割り当て問題（QAP）の高速解法に4つのGPUを用いて行う方式の提案に関して、GECCO-2013のCompetitionセッションにおいて優勝した[2]。

2) クラウド環境化におけるPaaS(Platform as a Service)基盤上におけるインタラクティブ進化計算の大規模並列化に関する論文を公表した[3]。さらに、クラシファイアシステムのHadoopによ

る並列化[4]、非線形混合整数計画問題の大規模並列化について検討した[5]。

3) ゲーム分野の実応用の一例として数独を取り上げ、制約充足問題としての条件やメモリーコア上での並列化のし易さの観点から、提案した遺伝子座間のリンケージを考慮した数独解法のための遺伝的操作がデータ並列化に有効であり NVIDIA 社の GeForce 590 で 2 倍程度の高速化が見込まれること、およびタスク並列とのハイブリッド化によりさらなる高速化が期待されることを示した[6]。また、本並列化が性能向上の他に縮退故障に有効であること、ノイズなどが原因で生じる過渡的な故障に対しても頑強であること、および並列度を上げることで耐故障能力も向上することを SM (Streaming Multi-processor)間で通信を行うモデルで示した[7]。

4) GPGPU に関する書籍[8]を Springer から出版し、本プロジェクトの成果に係る研究内容を 4 つの章として掲載した。

『研究成果の公表』

- [1] Noriyuki Fujimoto and Shigeyoshi Tsutsui. Parallelizing a genetic operator for GPUs, IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC 2013), pp. 1271-1277, IEEE Press, 2013 20-23, 2013, 2013.6.
- [2] Shigeyoshi Tsutsui and Noriyuki Fujimoto. Fast QAP Solver with ACO and Taboo Search on Multiple GPUs with the Move-Cost Adjusted Thread Assignment, GPUs for GEC Competition at GECCO 2013, **WINNER**.
- [3] Masaharu Munetomo, Shintaro Bando: A Scalable Infrastructure of Interactive Evolutionary Computation to Evolve Services Online with Data, Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Big Data (CD-ROM), 2013.
- [4] Masataka Mizukoshi, Shitaro Bando, Martin Schlueter, Masaharu Munetomo: Implementation of Multiple Classifier System on MapReduce Framework for Intrusion Detection, Proceedings of the 2013 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, 2013.
- [5] Martin Schlueter, Masaharu Munetomo: Parallelization Strategies for Evolutionary Algorithms for MINLP, Proceedings of the 2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp.635-641, 2013.
- [6] Yuji Sato, Naohiro Hasegawa and Mikiko Sato. Acceleration of Genetic Algorithms for Sudoku Solution on Many-core Processors. Massively Parallel Evolutionary Computation on GPGPUs (Natural Computing Series), S. Tsutsui and P. Collet (Eds.), pp. 421-444, Springer 2013.
- [7] Yuji Sato and Mikiko Sato. Parallelization and fault-tolerance of evolutionary computation on many-core processors. Proceedings of the 2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC-2013), pp. 2602-2609, IEEE Press, 2013.
- [8] S. Tsutsui and P. Collet (Eds.). Massively Parallel Evolutionary Computation on GPGPUs, Natural Computing Series, Springer, Berlin/Heidelberg/New York, 2013.