

平成21年 5月27日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2006～2008

課題番号：18700058

研究課題名 (和文) 余剰計算力を効率的に利用するグリッド計算基盤の開発

研究課題名 (英文) Development of Grid Infrastructure Efficiently Consuming Spare Computing Power

研究代表者

藤本 典幸 (FUJIMOTO NORIYUKI)

大阪府立大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号：90294165

研究成果の概要：

多数の計算機・リソースを1つの仮想的な超高性能計算機として利用するグリッド計算が注目され、病気治療法の発見や治療薬の発見などに成果を挙げている。複雑なシステムのふるまいを調べる手段として重要なものにパラメータ・スイープがある。本研究では研究代表者が開発済みの理論性能がほぼ最適なグリッドスケジューリングアルゴリズムを実装したグリッド計算基盤ソフトウェアを開発した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	800,000	0	800,000
2007年度	2,100,000	0	2,100,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	150,000	3,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・計算機システム・ネットワーク

キーワード：ハイパフォーマンスコンピューティング, グリッドコンピューティング

1. 研究開始当初の背景

多数の計算機・リソースを1つの仮想的な超高性能計算機として利用するグリッド計算が注目され、病気治療法の発見や治療薬の発見などに成果を挙げている。複雑なシステムのふるまいを調べる手段として重要なものにパラメータ・スイープがある。パラメータ・スイープの応用分野には進化ロボティクス、バイオインフォマティクス、オペレーションズ・リサーチ、ネットワークシミュレーション、電気 CAD、経済モデリング、ビ

ジネスプロセスシミュレーションなどがある。

グリッドを構成する計算機のアーキテクチャは様々であること、グリッドを構成する計算機は他の利用者と共有されているため、その負荷は動的に変化すること、の2点がグリッドの特徴である。研究代表者はこれまで、パラメータスイープ型のグリッド計算に対する性能のよいスケジューリング技術を開発することにより、グリッドに接続された膨大な計算資源のより効率のよい利用を実現することを目標として研究を行ってきた。

その結果、グリッドを構成する（難しいと考えられる）計算機の負荷予測をするのではなく、現実的に得られる負荷情報と、負荷の変化のしかたに関わらず成り立つ普遍的な性質を元にスケジューリングを行うことにより、グリッドの負荷予測なしに、その負荷がどのように変化しようともパラメータ・スウィープ型アプリケーションが消費するグリッドの計算パワーを最適スケジュールの $(1+(m \log(m-1)+m)/n)$ 倍以内に抑える近似アルゴリズムを開発した。ここで n はタスク数、 m は計算機台数である。この近似率は n に反比例するので、計算機台数に対してタスク数が十分大きいとほとんど最適となる。開発したアルゴリズムは、グリッドのスケジューリングに関する世界初（かつ今のところ唯一）の近似アルゴリズムである。この結果は並列計算に関する国際会議の中で最も歴史がある国際会議 ICPP（2003年10月）に採録された。また、そのジャーナル版論文が情報処理学会論文誌「数理モデル化と応用」に採録された（研究業績参照）。さらにこの研究成果により、研究代表者は2004年3月に第3回船井情報科学奨励賞を受賞した。国際会議 ICPP に採録された論文など3編の論文は、IEEE Transactions on Computers 他の英語ジャーナル論文5編、IEEE-CS, ACM 発行の国際会議プロシーディングスまたは LNCS の掲載論文21編など、多数の英語論文から引用されている。

2. 研究の目的

本研究は研究代表者が開発済みの理論性能がほぼ最適なグリッドスケジューリングアルゴリズムをより現実的な場合に対応できるよう拡張し、さらにそれを実装したグリッド計算基盤ソフトウェアを開発し、その基盤上でパラメータスウィープ型の重要な応用問題（進化ロボティクス、医用画像計算、人体シミュレーションなど）を解くことにより、開発したスケジューリングアルゴリズムの実用化とその実用性の評価を行うことを目的としている。

3. 研究の方法

(1) 2006年度

これまでの研究で開発済みのグリッドスケジューリングのための近似アルゴリズムを実装したグリッドミドルウェアの設計を行う。3年間の研究期間でミドルウェアの開発および評価を完了させるため、ミドルウェアをゼロから全て手作りするのではなく、既存のオープンソースのグリッドミドルウェアである BOINC (Berkeley Open Infrastructure

for Network Computing, <http://boinc.berkeley.edu/>) のスケジュールを改造する方針をとる。

(2) 2007年度

昨年度に設計したグリッドミドルウェアの開発を行う。

(3) 2008年度

昨年度に開発したグリッドミドルウェアの性能検証実験を進化戦略の分野の計算を応用対象として行う。

4. 研究成果

当初の予定通り、研究代表者が提案した金治アルゴリズムを実装したグリッド計算基盤ソフトウェアを開発し、進化戦略の分野の計算に応用した場合の性能評価を行った。その結果、提案アルゴリズムは進化戦略の世代間計算の間の同期待ち時間の削減に特に効果があることがわかった。さらに提案アルゴリズムをインターネットの通信遅延の隠蔽ができるように拡張したアルゴリズムを共同研究者とともに開発した。また、グリッドスケジューリングのための近似アルゴリズムの研究をさらに進め、余剰計算力の変動が予測できる場合の望みうる性能の限界に関する理論的結果を得た。これらの成果は、5章に記載の通り、査読付き雑誌論文16件に採録された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計16件)

1. 松村嘉之, 大倉和博, 藤本典幸, 進化計算のためのグリッドコンピューティング, システム制御情報学会誌, Vol. 52, pp. 382-289, 2008, 査読有り
2. Noriyuki Fujimoto, On Non-Approximability of Coarse-Grained Workflow Grid Scheduling, Proc. of the International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms, and Networks (I-SPAN), pp.127-132, 2008, 査読有り
3. Eric Martin Heien, Noriyuki Fujimoto, Kenichi Hagihara, Computing Low Latency Batches with Unreliable Workers in Volunteer Computing Environments, Proc. of IEEE International Parallel and

- Distributed Processing Symposium (IPDPS), CD-ROM(8 pages), 2008, 査読有り
4. Noriyuki Fujimoto, Faster Matrix-Vector Multiplication on GeForce 8800GTX, Proc. of IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS), CD-ROM(8 pages), 2008, 査読有り
 5. 大久保宏樹, 藤本典幸, 萩原兼一, GPU向け汎用計算環境CUDAを用いたk-means法の高速化, 第6回先進的計算基盤システムシンポジウム (SACIS2008) 論文集, pp. 97-104, 2008, 査読有り
 6. Masashi Oiso, Yoshiyuki Matsumura, Kazuhiro Ohkura, Noriyuki Fujimoto, Yoshiki Matsuura, Application of Grid Task Scheduling Algorithm R3Q to Evolutionary Multi-Robotics Problem, IEEE Congress on Evolutionary Computation(CEC), pp. 1520-1527, 2008, 査読有り
 7. 松村嘉之, 藤本典幸, 村山佳和, 松田真樹, 大磯正嗣, デスクトップグリッド環境におけるタスクスケジューリングアルゴリズムRR理論の実証と進化戦略の同期待ち時間削減について, システム制御情報学会論文誌, Vol. 21, pp. 300-309, 2008, 査読有り
 8. Noriyuki Fujimoto, Dense Matrix-Vector Multiplication on the CUDA Architecture, Parallel Processing Letters, Vol. 18, pp. 511-530, 2008, 査読有り
 9. Yoshiyuki Matsumura, Kazuhiro Ohkura, Yoshiki Matsuura, Masashi Oiso, Noriyuki Fujimoto, and Kenichi Hagihara, Grid Task Scheduling Algorithm R3Q for Evolution Strategies, Proceedings of the 2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), pp. 1756-1763, 2007, 査読有り
 10. Yoshiyuki Matsumura, Masashi Oiso, Masaki Matsuda, Noriyuki Fujimoto, Kenichi Hagihara, Kazuhiro Ohkura, Jeremy Wyatt, and Xin Yao, Application of Grid Task Scheduling Algorithm RR to Medium-Grained Evolution Strategies, Proceedings of the 3rd International Conference on Natural Computation (ICNC), Vol. IV, pp. 223-227, 2007, 査読有り
 11. Hisaya Mine, Noriyuki Fujimoto, Ryuichi Higashi, Masahiro Susukita, and Kenichi Hagihara, Priority Control to Avoid Job Overtaking in Multiple Job Scheduling for a Desktop Grid, Proceedings of the 2007 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA), Vol. II, pp. 808-813, 2007, 査読有り
 12. Eric Martin Heien, Noriyuki Fujimoto, and Kenichi Hagihara, Static Load Distribution for Communication Intensive Parallel Computing in Multiclusters, Proceedings of the 16th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and network-based Processing (PDP), pp. 321-328, 2008, 査読有り
 13. 森本泰貴, 藤本典幸, 長屋務, 出原博, 萩原兼一, Webを対象としたロボット型住所関連情報検索システムの開発, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J90-D, No. 2, pp. 245-256, 2007, 査読有り
 14. Hiroshi Takeno, Makoto Muto, Noriyuki Fujimoto, Kenichi Hagihara, Developing a Web Crawler for Massive Mobile Search Services, Proceedings of 7th International Conference on Mobile Data Management (MDM 2006), CD-ROM(8 pages), 2006, 査読有り
 15. Noriyuki Fujimoto, Kenichi Hagihara, A 2-Approximation Algorithm for Scheduling Independent Tasks onto a Uniform Parallel Machine and its Extension to a Computational Grid, Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Cluster Computing (CLUSTER 2006), CD-ROM(7 pages), 2006, 査読有り
 16. 松浦芳樹, 大倉和博, 松村嘉之, 藤本典幸, 萩原兼一, R3Qによる進化型計算の中粒度Gridスケジューリング, 情報処理学会論文誌: コンピューティングシステム, Vol. 47, No. SIG12(ACS15), pp. 240-249, 2006, 査読有り
- [学会発表] (計5件)
1. Eric Martin Heien, Tomoyuki Hiroyasu, and Noriyuki Fujimoto, Investigation of Mutation Operators for the Bayesian Optimization Algorithm, Proceedings of the 2007 Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO), 2007年7月7日~11日, ロンドン
 2. 森本泰貴, 藤本典幸, 萩原兼一, ウェブを対象としたロボット型検索による指定地理座標周辺の住所関連情報検索手法の提案, 電子情報通信学会技術研究報告, DE2007-44, 2007年7月4日, 仙

台

3. 薄田昌広, 朝野郁郎, 藤本典幸, 萩原兼一, 企業内イントラグリッドにおけるジョブ管理機構の提案および検証, 第5回先進的計算基盤システムシンポジウム論文集 (SACISIS), 2007年5月23日~25日, 東京
4. 東竜一, 藤本典幸, 萩原兼一, GPUの汎用計算環境CUDAによる主記憶上の大規模なテキストに対する高速な全文検索の検討, 情報処理学会研究報告, 2008-HPC-114, 2007年3月5日~6日, 札幌
5. 藤本典幸, 森本泰貴, 長屋務, 萩原兼一, ウェブ検索APIとトピック主導型クローリングに基づくロボット型住所関連情報検索システム, 電子情報通信学会技術研究報告, WI2-2006-66, 2006年7月3日~4日, 札幌

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤本 典幸 (FUJIMOTO NORIYUKI)

大阪府立大学・大学院理学系研究科・教授
研究者番号: 90294165

様式 C-19 (記入例)

科学研究費補助金研究成果報告書