

自己評価報告書

平成23年 4月15日現在

機関番号：14501
研究種目：基盤研究 (A)
研究期間：2008～2011
課題番号：20240003
研究課題名 (和文) 制約最適化問題の SAT 変換による解法とその並列分散処理に関する研究
研究課題名 (英文) Study of SAT-based constraint optimization problem solving and its parallel distributed processing
研究代表者
田村 直之 (TAMURA NAOYUKI)
神戸大学・情報基盤センター・教授
研究者番号：60207248

研究分野：計算機科学
科研費の分科・細目：情報学・ソフトウェア
キーワード：SAT, 制約最適化問題, 並列処理・分散処理

1. 研究計画の概要

(1) 制約最適化問題と制約充足問題(以下まとめて CSP と呼ぶ), SAT 変換に基づく並列 SAT ソルバーによる解法に着目し, 実用的規模の問題を高速に解くための手法の研究, 実証ソフトウェアの開発, および評価を目的とした.

(2) 既存 SAT 技術の CSP への適用について, 適用分野の拡大, 大規模な問題への対応, 高速な求解の実現を研究課題とし, 対応する研究グループを組織して研究を進めた.

2. 研究の進捗状況

以下の特筆すべき成果を得るとともに, 3年間で 73 編の学術論文(うち 32 件が査読有の海外国際会議論文), 47 件の学会発表(うち 3 件の招待講演)を行った.

(1) SAT 型制約ソルバー Sugar :

新しい SAT 符号化方法である順序符号化を用いた制約ソルバーを開発し, 2008, 2009 年の制約ソルバー競技会の複数部門で優勝した.

(2) MaxSAT ソルバー QMaxSAT :

MaxSAT Evaluation 2010 の Partial MaxSAT 部門において Industrial で優勝, Crafted で準優勝という優れた成績をおさめた.

(3) 並列 SAT ソルバー c-sat :

並列 SAT ソルバー c-sat を開発し, 31 Pe での並列実行で 23 倍以上の速度向上を得た.

(4) SAT 技術の応用 :

SAT 技術の応用として, 次の問題について既知の最良解を更新するなど, 新しい結果を得た: ジョブショップ・スケジューリング, オープンショップ・スケジューリング, テストケース自動生成, 2 次元パッキング問題, 準群の存在問題, システム生物学.

(5) 解説論文の共同執筆 :

2010 年 1 月の人工知能学会誌において, 既存 SAT の理論・実装・応用および次世代 SAT について特集「最近の SAT 技術の発展」を編集・分担執筆した.

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

研究の進捗状況に述べたように, 既存 SAT 技術の CSP への応用に関し, 当初の研究課題である適用分野の拡大, 大規模な問題への対応, 高速な求解の実現について, 優れた研究成果を得ており, 3 年目ではあるが当初の目標をほぼ達成できたといえる.

4. 今後の研究の推進方策

研究課題では既存 SAT 技術に焦点を当て研究を進めが, 世界中で次世代 SAT 技術に向けた研究が始まりつつある. 本研究課題でも次世代 SAT 技術の一部を研究テーマとして取り上げ, これらについても一定の成果を得た(Max-SAT, モデル発見, 並列 SAT, 分散 SAT など). しかし, 中心テーマとしては設定しておらず, 当初の計画のまま研究を進めた場合, 次世代 SAT 技術に関する研究開発の大幅

な進展は困難と考える。

そこで、研究組織を再編成し、これら次世代 SAT ソルバーの研究開発を早急に進めるため、研究計画最終年度に応募した。

5. 代表的な研究成果

(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 73 件)

① N. Tamura, A. Taga, S. Kitagawa, M. Banbara, Compiling Finite Linear CSP into SAT, Constraints, Vol. 27, pp. 254-272, 2009, 査読有.

② 田村直之, 丹生智也, 番原睦則, SAT変換に基づく制約ソルバーとその性能評価, コンピュータソフトウェア, 27 巻, pp. 183-196, 2010, 査読有.

③ M. Koshimura, H. Nabeshima, H. Fujita, R. Hasegawa, Solving Open Job-Shop Scheduling Problems by SAT Encoding, IEICE Trans. on Information and Systems, Vol. E93-D, pp. 2316-2318, 2010, 査読有.

④ T. Soh, K. Inoue, N. Tamura, M. Banbara, H. Nabeshima, A SAT-based Method for Solving the Two-dimensional Strip Packing Problem, Fundamenta Informaticae, Vol. 102, pp. 467-487, 2010, 査読有.

⑤ 松井俊浩, M. C. Silaghi, 平山勝敏, 横尾真, 松尾啓志, 分散制約最適化問題へのソフトウェア統合の適用, 人工知能学会論文誌, 25 巻, pp. 410-422, 2010, 査読有.

[学会発表] (計 47 件)

① N. Tamura, T. Tanjo, M. Banbara, 招待講演 Solving Constraint Satisfaction Problems with SAT Technology, 10th Int'l Symp. on Functional and Logic Programming, 2010 年 4 月 19 日, 東北大学 (宮城県).

② N. Tamura, T. Tanjo, M. Banbara, 招待講演 Solving Constraint Satisfaction Problems by a SAT Solver, Joint Workshop on Implementation of Constraint Logic Programming Systems and Logic-based Methods in Programming Environments, 2010 年 7 月 15 日, Edinburgh (Scotland).

③ 田村直之, 丹生智也, 番原睦則, 招待講演 SAT型制約ソルバーSugarについて, 第 81

回人工知能学会人工知能基本問題研究会, 2011 年 1 月 31 日, 山梨大学.

④ K. Ohmura, K. Ueda, c-sat: A Parallel SAT Solver for Clusters, 12th Int'l Conf. on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT 2009), 2009 年 7 月 3 日, Swansea (Wales).

⑤ 高見明秀, 鍋島英知, 岩沼宏治, 並列分散型 SAT ソルバにおける探索空間の分割手法の提案, 電子情報通信学会 IEICE-SS-444, 2009 年 3 月 2 日, 佐賀大学.

[図書] (計 0 件)

[その他]

ホームページ

<http://www.edu.kobe-u.ac.jp/istc-tamlab/cspsat/>