

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19760273

研究課題名 (和文) 加法的コストを持つ生産スケジューリング問題に対する汎用最適解法の研究

研究課題名 (英文) A Study on exact algorithms for general scheduling problems with additive costs

研究代表者 田中 俊二 (SHUNJI TANAKA)

京都大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：90324657

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・システム工学

キーワード：システム最適化, 組合せ最適化, 生産スケジューリング, 最適解法, Lagrange 緩和

### 1. 研究計画の概要

本研究の目的は、仕事に関する加法的コストを持つ生産スケジューリング問題に対し、高速な汎用最適解法を構成することである。研究代表者らはすでに、Lagrange 緩和と動的計画法を組み合わせた最適解法を提案しているが、適用可能な問題のクラスが限定されていた。そこで本研究では、本解法の枠組をもとに、より広範な生産スケジューリング問題に適用可能な汎用最適解法の構成を目指す。具体的には、

- (1) 機械に遊休時間が存在する場合、
- (2) 仕事間に処理順序の先行制約が存在する場合、
- (3) 複数の機械が並列されている場合、

を扱える解法を構成する。そして、研究成果をソースコードの閲覧が可能なオープンソースのソフトウェアとして公開することを目指す。

### 2. 研究の進捗状況

まず、(1) の遊休時間が存在する場合については、遊休時間に対応するコスト0の仮想的な仕事を導入することで、遊休時間が存在しない問題に対する解法の拡張を行った。そして、数値実験を行って、重み付き納期ずれ和最小化問題や、最早開始可能時刻に制限のある重み付き完了時刻和最小化問題などに対し、汎用解法である提案解法が、各問題に特化した従来の解法よりも高速であることを示した。

つぎに、(2) については、まず、先行制

約を Lagrange 緩和して下界値を計算する方法を示した。つぎに、緩和した先行制約を徐々に戻していくことで、最終的に先行制約を満足する解を求めるという解法を提案した。そして、数値実験により、重み付き納期遅れ和最小化問題などに対し、高速に最適解を求めることができることを示した。

一方、(3) の等価並列機械型問題については、2008年に海外の研究グループが、本研究と同様の考え方に基づいた解法を提案しているため、この解法の改善を試みた。その結果、従来の解法では解くことができなかった問題に対して、最適解を求めることに成功した。

また、解法の基本的な枠組の見直しも行った。具体的には、Lagrange 乗数の調整に共役劣勾配法を用いる、緩和問題を解く際の動的計画法の状態を制約伝播の考え方を用いて削減する、状態を圧縮して記憶することでメモリ使用量を削減する、などを行った。これにより、解法の高速度・効率化に成功した。

さらに、ベンチマーク問題や計算結果など、本研究で得られた成果をホームページで公開している。

### 3. 現在までの達成度

- ②おおむね順調に進展している。

研究目的の(1)～(3)について、いずれも一定の成果を挙げていると考えられる。とくに、(1)の遊休時間が存在する問題に対する解法は、適用範囲が広いうえ、従来の解法よりも大幅に高速であるため、重要な成果が得られたと考える。

#### 4. 今後の研究の推進方策

最終年度にあたる 2010 年度は、これまでの成果、なかでもとくに重要性が高いと考えられる、1 機械スケジューリング問題に対する解法のプログラムを、オープンソースのソフトウェアとして公開することを目指す。これにより、本研究の当初の目的がすべて達成されることになる。

#### 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 1 件)

- ① Shunji Tanaka, Shuji Fujikuma, Mituhiko Araki, An exact algorithm for single-machine scheduling without machine idle time, Journal of Scheduling, Vol. 12, No. 6, pp. 575-593, 2009, 査読有

[学会発表] (計 8 件)

- ① Shunji Tanaka, Shun Sato, An exact algorithm for the precedence-constrained single-machine scheduling problem, 4th Multidisciplinary International Scheduling Conference: Theory & Applications (MISTA 2009), pp. 216-226, 2009/8/10, ダブリン(アイルランド)
- ② 佐藤 俊, 田中 俊二, 先行制約を考慮した1機械スケジューリング問題に対する厳密解法, スケジューリング・シンポジウム2008, pp. 101-106, 2008/9/19, 東京
- ③ Shunji Tanaka, Shuji Fujikuma, An efficient exact algorithm for general single-machine scheduling with machine idle time, 4th IEEE Conference on Automation Science and Engineering, pp. 371-376, 2008/8/25, ワシントンDC. (アメリカ合衆国)

- ④ 藤熊 修司, 田中 俊二, 遊休時間を考慮した1機械重み付き納期ずれ和最小化問題に対する厳密解法, スケジューリング・シンポジウム2007, pp. 255-260, 2007/9/30, 京都

- ⑤ Shunji Tanaka, An exact algorithm for single-machine scheduling without idle time, 3rd Multidisciplinary International Scheduling Conference: Theory and Applications (MISTA 2007), pp. 314-317, 2007/8/28, パリ(フランス)

[その他]

ホームページ

<http://turbine.kuee.kyoto-u.ac.jp/~tanaka/SiPS/>