

氏 名	ブリズエラ ロドリゲス カルロス アルベルト Brizuela Rodriguez Carlos Alberto
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 251 号
学位授与の日付	平成 13 年 3 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学科学研究科 情報・生産科学専攻
学位論文題目	Genetic Algorithms for Shop-scheduling Problems: Partial Enumeration and Stochastic Heuristics
審 査 委 員	(主査) 教 授 三 宮 信 夫 教 授 森 武 宏 教 授 木 瀬 洋

論 文 内 容 の 要 旨

情報技術 (IT) の発展が現在の高度で多様な生産システムの運用に重点的に寄与していることはいうまでもないが、IT による情報の収集と変化の激しいマーケットの要求に基づいてシステムの運用計画を策定するとき、その中心的役割を果たすのはスケジューリング理論である。しかし、この理論は数理的には NP 完全な問題を扱い、現在および将来において有効なアルゴリズムの開発が望まれている。

上述の問題背景のもとで、本研究は方法論として遺伝アルゴリズム (GA) を取り上げ、これを新たに発展させて、困難なスケジューリング問題を解くことを目的としている。対象とする問題はジョブショップスケジューリング問題、実際のスケジューリング問題と多目的フローショップ問題で、これらの問題に対していくつかの新しい結果が得られた。

本論文は、6 章で構成されている。第 1 章は序論であり、本研究の目的と意義が述べられている。第 2 章では、本論文で扱う 3 つの問題の数学的モデルを記述している。また、解法として本論文で取り上げる GA の基本的枠組みと従来提案されている方法 (標準型 GA と呼ぶ) について説明し、標準型 GA の問題点を指摘している。

第 3 章は、本論文の主要な部分で、GA の新しい選択方法が提案されている。この方法は、世代が進んでも多様な個体群を保持できるように考案されたもので、個体のランダムサンプリングとその個体の近傍解の部分列挙という操作で構成されている。多くのジョブショップベンチマーク問題で数値実験を行った結果、提案する方法は標準型 GA に比べて、個体群の多様性と準最適解の精度の両方の観点から優れていることが示されている。

第 4 章では、大規模で複雑なジョブショップ工程 (金型組立工程) の実際のスケジューリング問題を考察し、新しいデコーディング法を提案している。このデコーディング法は個体表現に問題特有の知識を導入することによる遺伝子型の部分に特色がある。提案した方法で現実のジョブデータに基づく数値実験を行った結果、短い計算時間で精度の比較的良好な結果が得られた。

第 5 章では、多目的フローショップ問題に GA を適用するときに、遺伝演算子を適正に選択するための解析法が提示されている。基本的な考え方は、単目的問題ですでに知られているランドスケープの解析法を多目的問題に拡張したものである。既存の方法に対する提案法の優越性が数値実験により示されている。

第 6 章は、全体のまとめと今後の検討問題が述べられている。

論文審査の結果の要旨

GAは、生物の進化過程を模擬するための計算方法であるが、1989年Goldbergが発表した成書により、これを最適化手法として利用できることが示された。ただし、このアルゴリズムにはパラメータや演算要素に多くの任意性を含んでおり、複雑な組み合わせ最適化問題を解くにはそれらをデザインしなければならない。申請者はジョブショップ問題に有効な新しいアルゴリズムのデザイン法を提案した。一般にGAでは解集合の多様性と解の精度はトレードオフの関係にあるが、提案した方法は、従来の方法に比べて両者を同時に改善することができる。この点は、スケジューリング問題の最適解を単に求めるだけでなく、環境条件が変化したときの再スケジューリング手法に現場で利用できるという意味で、特筆すべきである。また、アルゴリズムのロバスト性が多様性や精度に単独に依存するのではなく、両者が密接にかかわっているということを示した点に新規性が見られる。さらに、申請者は大規模で複雑な実在のスケジューリング問題や多目的フローショップ問題に関しても上記のデザイン手法を拡張して適用し、従来の方法より優れた結果が得られることを数値実験によって示した。

以上のように、本論文は生産システムの最適スケジューリング問題をGAで解く場合に生ずる多くの難点を解決する新しい方法を提示しベンチマーク問題や生産現場の実データに基づく数値実験でその有効性を検証しており、生産システムのスケジューリングのための計算機援用技術の基礎として高く評価できる。

なお、本論文の内容は、以下の7編の学術論文として公表または掲載決定済みであり、申請者が7編すべての筆頭著者である。

- (1) C. Brizuela and N. Sannomiya. Controlling Selection Pressure and Diversity in GA's by Partial Enumeration. Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers, Vol.36, No.4, pp:367-369 (2000)
- (2) C. Brizuela and N. Sannomiya. A Better Encoding Scheme for the Partial Enumeration Selection Method in Genetic Algorithms. Transactions of the Institute of Systems, Control and Information Engineers, Vol.13, No.11, pp:526-528 (2000)
- (3) C. Brizuela and N. Sannomiya. Robustness and Diversity in Genetic Algorithms for a Complex Combinatorial Optimization Problem. To be published in International Journal of Systems Science (2001)
- (4) C. Brizuela and N. Sannomiya. A Diversity Study of Genetic Algorithms for Job Shop Scheduling Problems. Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO'99), Vol.1, pp:75-82 (1999)
- (5) C. Brizuela and N. Sannomiya. A Genetic Algorithm for Tough Scheduling Problems. Proceedings of the IASTED International Conference on Intelligent Systems and Control, pp:57-63 (2000)
- (6) C. Brizuela and N. Sannomiya. From the Classical Job Shop to a Real Problem; A Genetic Algorithm Approach. Proceedings of 39th IEEE Conference on Decision and Control, pp:4174-4180 (2000)
- (7) C. Brizuela, N. Sannomiya, and Y. Zhao. Multi-objective Flow-shop; Preliminary Results. Proceedings of the First International Conference on Evolutionary Multi-Criterion Optimization, pp:443-457 (2001)