

氏 名 前野 良太

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 工 学

学位授与番号 博甲第3883号

学位授与の日付 平成21年 3月25日

学位授与の要件 自然科学研究科 産業創成工学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 分解原理を用いた大規模生産・物流系の効率的最適化の実現

論文審査委員 教授 小西 正躬 教授 村瀬 暁 教授 高橋 則雄

学位論文内容の要旨

ペトリネットモデルは生産システムや搬送システムなどの様々な離散事象システムを視覚的に表現できる汎用性の優れたツールであり、これらのシステムに対する運用最適化問題は、一般的に、ペトリネットに対する最適発火系列問題として定式化できる。しかしながら、大規模なシステムに対する最適発火系列問題では、ネットの構造が極めて複雑となり、最適解を求めるための計算時間も長くなるため、実用化の大きな壁となっていた。そこで、本研究では、大規模システムを表現するペトリネットモデルを複数の部分ネットに分解し、分解前後でのシステムの違いを繰り返しアルゴリズムにより調節することで、解導出の効率化をはかる新たな最適化手法を提案した。本論文ではこの分解法を、半導体工場における搬送計画問題や生産スケジューリング問題、またはそれらを同時に考慮した生産と搬送の同時最適化問題に応用した。これによって、提案法が様々な最適化問題に適用できる汎用性を有する手法であることを示した。また、各例題に適用させた場合の収束性に関する課題についても述べた。汎用性を失うことなく提案法の収束性、最適性および計算効率を向上させるために、いくつかの改善手法を提案し、数値実験によってその有効性を確認した。

本研究論文では、まず、大規模システムに対する運用最適化の現状と課題および本研究の目的について述べた。次に、ペトリネットモデルの概要を示し、その拡張モデルである時間ペトリネットの導入および数学定義を行った。そして、時間ペトリネットに対して与えられる最適化問題である最適発火系列問題の定義を行い、この問題の効率的解法として、時間ペトリネットの分解による最適化手法の提案を行った。提案法では、与えられた対象のシステム全体を表現する時間ペトリネットを各要素に対応するモデルに分解することで、解導出の効率化をはかっている。ここで、分解によって緩和される制約をペナルティ項として目的関数に付加し、これを繰り返しアルゴリズムにより調整することで、最終的に実行可能な解が得られるようにしている。次に、本手法の具体的な応用例として、半導体工場内における搬送計画問題や生産スケジューリング問題への適用を検討した。搬送計画問題では、AGV(自律無人搬送車)の同時並行動作を表現するため、新規なペトリネット表現を提案した。生産スケジューリング問題に関しては、実行可能解が得られる可能性が低いため、ルールによって解の実行可能化を行うアルゴリズムを提案した。本論文ではさらに、生産スケジューリング問題と搬送計画問題を統合した生産と搬送の同時最適化問題についての検討も行った。ここでは、提案法の収束性や最適性を向上させるため、新たなペナルティ決定法を提案した。最後に、提案法の有用性を検証するための数値実験を行った。本論文で提案した手法を、各個別の例題に用いられる従来手法と比較することで、提案法が汎用性を有し、かつ計算効率および最適性の面で優れた手法であるということを示した。

以上に述べたように、本研究は大規模な離散事象システムを対象とした効率的最適化アルゴリズムについての研究である。モデル化手法として時間ペトリネットを用いることで、ある程度の汎用性を有した手法を提案している。数値実験結果から、この分解アルゴリズムを用いることによって効率的に最適性の優れた解が得られることが確認されたため、今後、本手法を各種の大規模な最適化問題に適用できると考えている。

論文審査結果の要旨

本論文では、大規模システムを表現するペトリネットモデルを複数の部分ネットに分解し解導出の効率化を実現する新たな最適化手法を提案している。この提案法を、半導体工場における搬送計画問題や生産スケジューリング問題、およびそれらを同時に考慮した生産と搬送の同時最適化問題に応用した。これにより、提案法が様々な最適化問題に適用できる汎用性を有する手法であることを示した。また、汎用性を失うことなく提案法の収束性、最適性および計算効率を向上させるための具体的な改善手法を提案し、数値実験によってその有効性を確認した。

まず、時間ペトリネットに対して、その最適化問題である最適発火系列問題の定義を行い、この問題の効率的解法として、時間ペトリネットの分解による最適化手法の提案を行った。提案法では、与えられた対象のシステム全体を表現する時間ペトリネットを各要素に対応するモデルに分解することで、解導出の効率化をはかっている。次に、本手法の具体的な応用例として、半導体工場内における搬送計画問題や生産スケジューリング問題への適用を検討した。さらに、生産スケジューリング問題と搬送計画問題を統合した生産と搬送の同時最適化問題についての検討も行った。最後に、提案した手法を各個別の例題に用いられる従来手法と比較することで、提案法が汎用性を有し、かつ計算効率および最適性の面で優れた手法であるということを示した。

以上に述べたように、本研究では大規模な離散事象システムを対象とした効率的最適化アルゴリズムについての新規な提案をおこなった。研究成果の学術性については、論文4編が査読付き学術論文誌に掲載された他、スケジューリング学会から学会賞（学術賞）を受賞している。提案法は実用性にも優れている。よって、本論文は博士（工学）に値する。