

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：32406

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23510174

研究課題名(和文)設備再配置問題のための解法アルゴリズムの研究

研究課題名(英文)A STUDY OF SOLVING ALGORITHMS FOR FACILITY REARRANGEMENT PROBLEM

研究代表者

鈴木 淳(SUZUKI, Atsushi)

獨協大学・経済学部・教授

研究者番号：30249742

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文):本研究では、経済状況の変化による需要変動とコスト制約を考慮して生産設備の稼働と停止および生産移転を決定する設備再配置問題を定式化し、優れた再配置案を見出すための解法について進化的計算法を適用したアルゴリズムを考案して、数値実験を通じて探索効果を検討した。その結果、設備の稼働か停止を探索する処理には遺伝的アルゴリズムを、また停止設備での生産の移転先探索にはシミュレーテッドアニーリング法を、それぞれ適用したハイブリッドな進化的計算法の効果が高いことがわかった。また、コスト制約が厳しい条件の場合には、移転先探索にタブーサーチを適用する場合の方がより良い再配置案を見出すことがわかった。

研究成果の概要(英文): In this study, the facility rearrangement problem including decision of running or stopping of production facilities and the shifting of production operation from stopped facility into running facility under the cost constraints to adapt changes of demand due to the economic situation is formulated. Solving algorithms by using evolutionary computing techniques were developed for searching the excellent rearrangement alternatives, and effectiveness of searching was demonstrated by numerical experiments. As the result, a hybrid evolutionary algorithm using genetic algorithm and simulated annealing and was effective. The genetic algorithm was effective for search of stopping or running of facilities and simulated annealing method was useful to search the shifting of production operations. Moreover, in the some cases of tight constrain for cost, hybrid genetic algorithm with the tabu search technique was effective for search excellent alternatives of facility rearrangement.

研究分野：経営工学

キーワード：設備再配置 アルゴリズム 配置問題 遺伝的アルゴリズム シミュレーテッドアニーリング タブーサーチ ローカルサーチ

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年の経済状況の変化により需要変動が生じ、生産設備の能力が過剰になることもある。そのような状況に対応するため、生産設備の稼働状況を変動に応じて再編する必要がある。

(2) 従来研究では、多期間を通して評価し、運用コスト最小となる設備配置を決定する動的設備配置問題がある。しかしながら、この問題設定においては設備数が固定されており、各期の需要や設備間物流量は機知であるとの前提の下で最適配置を探索するもので、稼働する設備数の増減は考慮されていない。また需要変動は前もって予測できるものではなく、各期の終わりに次期の需要の大勢が判明して予算削減の制約が与えられるものであり、需要変動に応じて次期の設備構成を切り替える計画の方法は研究がほとんど見られない状況であった。

(3) そこで、経済環境の変化に応じて次期の需要量とその都度予測され、それに対応するために複数の設備のうちいずれを停止するか決定する設備再配置問題をモデル化し、優れた再配置案を探索するためのアルゴリズムの開発が必要であると考えられた。

(4) 再配置された生産設備では、従来の需要とは異なる生産操作が行われることが予想される。これに対応するため各設備での多階層設備ユニット配置問題を期間が替わることにより検討する必要があり、迅速な意思決定のために多階層設備配置問題のための高速な解法アルゴリズムが必要となると考えられた。

2. 研究の目的

(1) 設備再配置問題のモデル化を行う。モデルは運用コストや設備の稼働状況、生産の統合状況などを、数式を用いて表現するものとする。

(2) 設備再配置問題を解くためのアルゴリズムの考案を行う。アルゴリズムとしては、メタヒューリスティックと呼ばれる探索の考え方に着想を得た進化的計算法を基調としたものを複数考案する。

(3) 解法のアルゴリズムについて数値例を用いた計算機実験を行い、アルゴリズムの探索効果について検証を行う。

(4) 再編された設備に対して、多階層設備配置問題に対しレイアウトを高速に探索し評価を行う技法およびアルゴリズムを考案し、探索効果を検討する。

3. 研究の方法

(1) 問題について検討の結果、設備再配置問

題は混合整数計画問題として定式化する。

(2) 遺伝的アルゴリズム、シミュレーテッドアニーリング(「擬似焼きなまし法」とも呼ぶ)、タブーサーチ(「禁断探索法」とも呼ぶ)などのメタヒューリスティックスの枠組みに、問題の構造を考慮した局所探索や近傍探索のヒューリスティックスを組み込み、アルゴリズムを複数開発する。

(3) 先行研究により設備数 20 未満の問題では単純な逐次改善法で探索が可能であることがわかっているが、それより設備数が多い問題の研究が必要であるため、設備数 = 20, 22, 24, 26, 28 などの数値例を作成し、また、予算削減によるコスト制約を前期比 95%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50% の各場合についても考慮する。それらをベンチマーク問題として考案したアルゴリズムを実装したプログラムで解くことで計算機実験を行う。

(4) 多階層設備配置問題の解法として、シミュレーテッドアニーリングをベースにしたアルゴリズムを考案し、数値例を用いて効果を検証する。

4. 研究成果

(1) 設備再配置問題のモデル化として混合整数計画モデルに表現することができた。このモデルでは、コスト制約の下で統合後の生産能力を目的関数としてこれを最大化する問題とした。ただし、目的関数値が同値の場合はコストが小さい再配置案をより良い案として評価するものとした。つまり、既往研究におけるパレート最適のような同等な二基準の多目的問題とはせず、生産能力最大化を第一、コスト最小化を第二とする優先順のある多目的問題として扱う点が、他の研究と異なる点である。

(2) どの設備を稼働または停止とするかを決定する部分と、停止設備の生産を他のどの稼働設備に移転するかを決定する部分に問題全体を分割し、二段階探索戦略を採用して計算手順を検討した。この結果、遺伝的アルゴリズムにヒューリスティックローカルサーチ、シミュレーテッドアニーリング、タブーサーチなどを組み込んだアルゴリズムを開発した。

(3) 開発された各アルゴリズムに同じ数値例を解かせて結果を比較することで、各アルゴリズムの性能評価を行った。この結果、遺伝的アルゴリズムにシミュレーテッドアニーリングを組み合わせたハイブリッドアルゴリズムで最も探索効果が高いことがわかった。ただし、コスト制約がタイトな場合は、遺伝的アルゴリズムにタブーサーチを組み合わせたアルゴリズムで優れた結果を見いだす場合もあることがわかった。

(4) 多階層設備配置問題のための解法アルゴリズムとしてシミュレーテッドアニーリングに階層間交換確率制御を伴う探索方法を開発した。数値実験の結果、温度パラメータの初期値とクーリング制御について知見が得られた。また近傍探索として階層内と階層間の交換操作の動的変化についても検討した結果、大きな相違は見られないことが現時点での結論として得られた。

(5) 今後の課題として、設備再配置問題のための解法アルゴリズムについては単段階探索戦略の可能性を確認することと、多階層設備配置問題についてはシミュレーテッドアニーリングにおけるパラメータ設定について検証を行うことが考えられる。

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5件)

鈴木淳, 施設再配置のための GA/TS ハイブリッド計算法について, 獨協大学情報学研究, 査読有, 4 巻, 2015, 148 - 155

鈴木淳, 多階層設備配置問題のための SA アルゴリズムにおけるパラメータ設定に関する考察, 日本設備管理学会平成 26 年度秋季研究発表大会論文集, 査読無, 2014, 1 - 4

鈴木淳, 山本久志, 個体群を用いたメタヒューリスティックアルゴリズムによる設備再編計画, 平成 26 年度電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, 査読無, 2014, 1522 - 1526

Atsushi Suzuki, Hisashi Yamamoto, Solving Facility Rearrangement Problem Using a Genetic Algorithm and a Heuristic Local Search, Industrial Engineering and Management Systems, 査読有, Vol. 11, 2012, 170 - 175

doi:10.7232/iems.2012.11.2.170

鈴木淳, コスト制約をもつ設備再配置問題のための遺伝的アルゴリズムによる解法の改良, 日本設備管理学会誌, 査読有, 23 巻, 1 号, 2011, 9 - 14

[学会発表](計16件)

Atsushi Suzuki, Multi-floor Facility Layout Planning by using Simulated Annealing-based Procedures, SIBR-UniKL 2015 Conference on Interdisciplinary Business and Economics Research, 2015 年 2 月 16 日, Federal Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia

鈴木淳, 多階層設備配置問題のための SA アルゴリズムにおけるパラメータ設

定に関する考察, 日本設備管理学会平成 26 年度秋季研究発表大会, 2014 年 11 月 11 日, 秋田県立大学本荘キャンパス
鈴木淳, 山本久志, 個体群を用いたメタヒューリスティックアルゴリズムによる設備再編計画, 平成 26 年度電気学会電子・情報・システム部門大会, 2014 年 9 月 3 日, 島根大学松江キャンパス
Atsushi Suzuki, Hisashi Yamamoto, Hybrid Genetic Algorithms for solving Facility Rearrangement Problem, SIBR-KL 2014 Conference on Interdisciplinary Business and Economics Research, 2014 年 2 月 7 日, Royale Bintang, Kuala Lumpur, Malaysia

Atsushi Suzuki, Hisashi Yamamoto, An Experimental Comparison of Hybrid Algorithms for Facility Rearrangement Problem, 14th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2013 年 12 月 5 日, Radison Blu, Cebu, Philippines

鈴木淳, 設備再配置問題のための遺伝的アルゴリズムにタブーサーチを組み込んだ解法, 日本設備管理学会平成 25 年度秋季研究発表大会, 2013 年 11 月 21 日, 北九州市西日本総合展示場 AIM ビル 3 階会議室

鈴木淳, 設備再配置問題のためのハイブリッド解法の性能比較, 平成 25 年度日本経営工学会秋季研究大会, 2013 年 11 月 16 日, 日本工業大学

鈴木淳, 山本久志, ハイブリッド遺伝的アルゴリズムによる設備再編計画, 平成 25 年度電気学会電子・情報・システム部門大会, 2013 年 9 月 5 日, 北見工業大学

Atsushi Suzuki, Hisashi Yamamoto, A Hybrid GA/SA Algorithm for solving Facility Rearrangement Problem, 13th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 2012 年 12 月 3 日, Millennium Resort Patong, Phuket, Thailand

鈴木淳, 設備再配置問題のための GA に SA を組み込んだ解法, 日本設備管理学会平成 24 年度秋季研究発表大会, 2012 年 11 月 17 日, 名城大学天白キャンパス
鈴木淳, 山本久志, 遺伝的アルゴリズムと擬似焼きなまし法を用いた設備再編計画, 平成 24 年度電気学会電子・情報・システム部門大会, 2012 年 9 月 7 日, 弘前大学文京町キャンパス

鈴木淳, 設備再配置問題のためのハイブリッド GA/SA 解法, 平成 24 年度日本経営工学会春季大会, 2012 年 5 月 26 日, 法政大学市ヶ谷キャンパス

鈴木淳, 設備再配置問題解法のためのハイブリッドアルゴリズム, 日本設備管理学会平成 23 年度秋季研究発表大会, 2011

年 12 月 15 日，大阪市立大学
Atsushi Suzuki Hisashi Yamamoto ,Solving
Facility Rearrangement Problem using a
Genetic Algorithm and a Heuristic Local
Search , 12th Asia Pacific Industrial
Engineering and Management Systems
Conference 2011 年 10 月 16 日 ,Friendship
Hotel, Beijing, China
鈴木淳，山本久志，遺伝的アルゴリズム
とヒューリスティックローカルサーチ
を用いた設備再編計画，平成 23 年度電
気学会 電子・情報・システム部門大会，
2011 年 9 月 7 日，富山大学
鈴木淳，遺伝的アルゴリズムとヒューリ
スティックローカルサーチを用いた設
備再配置計画，平成 23 年度日本経営工
学会春季大会，2011 年 5 月 28 日，愛知
学院大学

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 淳 (SUZUKI, Atsushi)
獨協大学・経済学部・教授
研究者番号：30249742

(2) 研究分担者

山本 久志 (YAMAMOTO, Hisashi)
首都大学東京・大学院システムデザイン研
究科・教授
研究者番号：60231677

(3) 連携研究者

なし