

平成23年 5月 31日現在

機関番号：22301
 研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20510124
 研究課題名 (和文) 多期にわたる変化を考慮した設備配置問題のための進化的なアルゴリズムの開発
 研究課題名 (英文) DEVELOPMENT OF EVOLUTIONARY ALGORITHMS FOR FACILITY ARRANGEMENT PROBLEMS CONSIDERING CHANGES WITH MULTIPLE PERIODS
 研究代表者
 鈴木 淳 (SUZUKI ATSUSHI)
 高崎経済大学・経済学部・教授
 研究者番号：30249742

研究成果の概要 (和文) : 多期にわたる変化を考慮した設備配置問題では、単期の設備配置の最適化のみならず、複数の期の設備配置を適正に計画する必要がある。本研究では、需要の変化を考慮し、コスト制約の下、複数の設備の各々の継続と停止と、停止設備における生産の継続設備への統合を決定する生産能力最大化問題として設備再配置を定式化した。遺伝的アルゴリズム、シミュレーテッドアニーリング、タブサーチの適用について数値実験を行って検討し、遺伝的アルゴリズムで効果が高いことが確認された。設備数が20より多く、コスト低減率0.8以下で、難しくなることがわかった。そこで、ヒューリスティックな局所探索法を統合探索に用いて改善することができた。

研究成果の概要 (英文) : For facility layout problems considering changes with multiple periods, facility layout plans in every periods should be planned not only a plan in one period. In this research, the operation/termination of each facility and integration of production in terminated facilities are decided under the cost constraint considering changes of demands of the product to maximize the production capacity of facilities with modeling. In this research, application of genetic algorithm (GA), simulated annealing and tabu search method are considered with numerical experiments and the effectiveness of GA is verified. It is difficult to solve problems of cases of more 20 facilities and ratio of cost reduction is less than 0.8. For solving method of integration of production, searching effectiveness is improved by using heuristic local search.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：経営工学

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学

キーワード：経営工学、設備管理、設備配置、設備再配置、工場計画

1. 研究開始当初の背景

- (1) 設備配置問題は二次割当問題として定式化され、様々な解法が開発・提案されてきた。その多くは設備間の物流を考慮して設備配置位置を決定するものである。しかしながら、それ以外の運用上の配置関係を考慮する必要性も考えられる。
- (2) 生産を取り巻く環境は変化が大きく、時期によって製品の需要が変わりうる。そのため、複数の期における変化を考慮した動的設備配置問題があるが、これは設備数と各期の設備間物流データが与えられているもとの配置の最適化を考える。しかし、実際の変化は前もって予測できる範囲を超えることがあり、期が替わるごとに設備数や統合関係を考える必要がある場合もある。このため、変化を考慮した設備の配置を計画する方法が必要と考えられた。

2. 研究の目的

- (1) 複数の期における需要など社会・経済変化を考慮して、設備数や生産の統合も同時に考慮する設備配置問題を解く方法を開発する。
- (2) 解法として、遺伝的アルゴリズムをはじめとする進化的な計算法の適用を研究する。またタブサーチ、シミュレーテッドアニーリングなど、メタヒューリスティックと呼ばれる手法群を比較検討し、より良い結果を得ることができる手法を明らかにする。
- (3) 複数の配置問題を解く必要が考えられるため、高速なアルゴリズムの開発を行う。
- (4) 既存の動的設備配置問題のモデル化では考慮していない課題を解決する新たなモデル化とその拡張を研究する。

3. 研究の方法

- (1) 問題のモデル化を行う。具体的には混合整数計画モデルとして定式化される。これは組合せ最適化で扱われる問題の一種として、計算の困難性が高く、設備数が20程度で厳密解を見出すことが困難になる問題となることが予想される。
- (2) モデル化された問題に対し数値例を与え、例題を作成する。この例題を用い、開発された解法で解き、その結果を比較検討する。
- (3) 解法としては、遺伝的アルゴリズム、シミュレーテッドアニーリング、タブサーチなどの手法をベースに、独自のヒューリスティクスを開発して組み込む形となる。

4. 研究成果

- (1) 割当型設備配置問題に対し、独自の近傍作成方法を開発した。その近傍作成方法をシミュレーテッドアニーリングをもとにしたアルゴリズムに組み込み、設備数300程度の

問題に対し、従来法より良い解を見出すことができるようになった。

- (2) 近傍を探索する順序について、「F型」「/型」と呼ぶ探索順序を考案した。これらの順序を(1)で開発したアルゴリズムに実装し、設備数250から400程度の問題を解いたところ、従来法の100分の1程度の計算時間で同水準以上の解を見出すことができた。

- (3) 多階層設備配置問題のために、階層間交換確率を考慮した探索法を考案し、問題の特徴による効果の違いを検討した。

- (4) 多階層セル型設備配置問題のために分枝限定アルゴリズムを開発した。三次元での対称性を考慮して、全数列举の200分の1程度の時間で12設備問題の最適配置を見出すことができるようになった。

- (5) 容量を考慮した設備再配置モデルを構築し、進化的な解法を考案した。設備数12から22までの例題を用いて、解法の効果について確認した。

- (6) 需要変動のもとで設備再配置問題に対し、遺伝的アルゴリズム、シミュレーテッドアニーリング、タブサーチを適用した解法をそれぞれ開発し、設備数12から22の例題を解いて解法の比較検討を行った。その結果、設備数18まではタブサーチが優れていたが、それより大きな問題サイズになると遺伝的アルゴリズムの方が良い結果となった。

- (7) 設備再配置問題に対し、遺伝的アルゴリズムを適用したアルゴリズムを開発し、コスト低減率が0.9を下回るケースについて検討した。この結果、設備数が20以上またはコスト低減率が0.8以下の問題では、従来の統合先探索法では効果が発揮できず、新たな手法の必要性が認められた。

- (8) 設備再配置問題に対し、遺伝的アルゴリズムを二段階で用いる方法を開発し、例題を用いて効果を検証した。この結果、従来解法では実行可能解を見出すのが難しかった設備数20以上でコスト低減率0.8以下の問題でも実用的な時間内に実行可能解を発見できるようになった。

- (9) 設備再配置問題に対し、遺伝的アルゴリズムにランダムサーチと数え上げを切り換えて実行する統合探索法を組み合わせた解法を開発した。数値実験の結果、従来法よりも良い解を見出すことが可能になった。

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3件)

- ① 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, Vol. 23, No. 1, 2011, pp. 9-14
- ② 鈴木 淳, 山本久志 : 需要の変動を考慮した設備再配置問題と進化的解法, 日本設備管理学会誌, 査読有, Vol. 22, No. 1, 2010, pp. 21-27
- ③ Tatsuya Fukushi, Hisashi Yamamoto, Atsushi Suzuki, Yasuhiro Tsujimura: Efficient Algorithms for Solving Facility Layout Problem Using a New Neighborhood Generation Method Focusing Adjacent Preference, Industrial Engineering and Management Systems, 査読有, Vol. 8, No. 1, 2009, pp. 22-28

[学会発表] (計 15 件)

- ① Atsushi Suzuki and Hisashi Yamamoto: A Two-step Genetic Algorithm for solving Facility Rearrangement Problem, Proceeding of 11th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2010, ID92, CD-ROM, (2010 年 12 月 9 日 Renaissance Melaka Hotel, Melaka, Malaysia)
- ② Atsushi Suzuki and Hisashi Yamamoto: Two-Step Genetic Algorithm Procedures for Facility Rearrangement Planning with Cost Constraint, Proceeding of The 14th Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems, pp. 131-138, CD-ROM (2010 年 11 月 19 日, 宮島杜の宿)
- ③ 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リズムによる解法の改良, 平成 22 年度日本設備管理学会秋季研究発表大会論文集, pp. 55-59 (2010 年 10 月 28 日, 金沢大学自然科学研究科)
- ④ 鈴木 淳 : 二段階遺伝的アルリズムによる設備再配置問題のための解法, 日本経営工学会平成 22 年度秋季研究大会予稿集, pp. 248-249 (2010 年 10 月 24 日, 福岡工業大学)
- ⑤ 鈴木 淳 : コスト制約下における設備再配置問題のための遺伝的アルリズムによる解法, 日本経営工学会平成 22 年度春季大会予稿集, pp. 104-105 (2010 年 5 月 16 日, 日本大学経済学部)
- ⑥ Atsushi Suzuki and Hisashi Yamamoto : Evolutionary Algorithms for Solving Facility Rearrangement Problem, Proceeding of Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2009, ID224, pp. 1292-1296, CD-ROM, (2009 年 12 月 15 日, 北九州国際会議場)
- ⑦ 鈴木 淳, 山本久志 : 需要の変動を考慮した設備の再配置と進化的なアルリズム, 平成 21 年度日本設備管理学会秋季研究発表大会論文集, pp. 135-138 (2009 年 10 月 29 日, 秋田県産業技術総合研究センター)
- ⑧ 鈴木 淳 : 需要の変動にともなう設備再配置計画と進化的な解法, 日本経営工学会平成 21 年度秋季研究大会予稿集, pp. 202-203 (2009 年 11 月 8 日, 愛知工業大学八草キャンパス)
- ⑨ 鈴木 淳, 山本久志, 辻村泰寛 : 需要変動のもとでの設備再配置問題と進化的なアルリズム, 平成 21 年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp. 1192-1197 (2009 年 9 月 4 日, 徳島大学常三島キャンパス)
- ⑩ Atsushi Suzuki, Hisashi Yamamoto and Yasuhiro Tsujimura: An Efficient Algorithm using New Neighbor Search Procedure for Solving Facility Layout Problems, Proceedings of The 9th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, pp. 381-386, CD-ROM, (2008 年 12 月 3 日, Nusa Dua, Bali, Indonesia)
- ⑪ Daiki Kohara, Hisashi Yamamoto and Atsushi Suzuki : Efficient Algorithms Based on Branch and Bound Methods for Multi Floor Facility Layout Problems, Proceedings of The 9th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, pp. 387-395, CD-ROM (2008 年 12 月 3 日, Nusa Dua, Bali, Indonesia)
- ⑫ 鈴木 淳, 山本久志 : 容量を考慮した設備再配置モデルの構築と進化的な解法, 日本経営工学会平成 20 年度秋季研究大会予稿集, pp. 128-129 (2008 年 10 月 18 日, 大阪府立大学)
- ⑬ 鈴木 淳, 山本久志, 辻村泰寛 : スパースなネットワーク型フロー構造を持つ設備配置問題のための近傍探索手順を考慮した SA アルリズム, 平成 20 年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp. 383-388 (2008 年 8 月 20 日, はこだて未来大学)
- ⑭ 鈴木 淳, 山本久志, 福士達也 : 多階層設備配置問題解法のための階層間設備交換操作確率を考慮したアルリズム, 平成 20 年度日本設備管理学会春季研究発表大会論文集, pp. A16-A19 (2008 年 6 月 5 日, 青山学院大学)
- ⑮ 鈴木 淳, 山本久志 : 大規模な設備配置問題解法のための近傍探索順序を考慮したアルリズム, 日本経営工学会平成 20 年度春季大会予稿集, pp. 144-145

(2008年5月11日, 電気通信大学)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 淳 (SUZUKI ATSUSHI)

高崎経済大学・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・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