

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24710167

研究課題名(和文) 粒子群最適化に基づく大域的多目的非線形計画とファジィ・ランダム環境への拡張

研究課題名(英文) Global multiobjective nonlinear programming through particle swarm optimization and its extensions in fuzzy stochastic environment

研究代表者

松井 猛 (Matsui, Takeshi)

広島大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：50512505

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,200,000円、(間接経費) 360,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、近年の社会的要求の多様化にともない、単一目的の非線形計画法よりはむしろ相競合する複数の目的をもつ多目的非線形計画法への需要が高まってきていることを考慮して、非線形計画問題に対する粒子群最適化手法を、相競合する複数の目的をもつ多目的非線形計画問題へ一般化することを試みるとともに、確率論的不確実性とファジィ論的曖昧性を同時に取り入れた、ファジィ・ランダム環境下でのさまざまな多目的非線形計画問題の拡張を行った。

研究成果の概要(英文)：In this research project, keeping up with soaring demand for multiobjective nonlinear programming which has several conflict objectives rather than single objective nonlinear one, we generalize a particle swarm optimization method for nonlinear programming problems to multiobjective one. In addition, we expand several multiobjective nonlinear programming problems under fuzziness and randomness introducing fuzzy ambiguity and stochastic uncertainty.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会システム工学・安全システム

キーワード：OR 多基準意思決定

1. 研究開始当初の背景

近年、鳥の群れや魚の群れにおける個体は自身の情報だけでなく群れの情報も用いて行動していることに注目し、群れをなしながら集団としてよりよい点を探すように振る舞う点を模擬した探索手法である粒子群最適化(PSO: Particle Swarm Optimization)手法が、Kennedy らによって提案され、高速で高精度な近似最適化手法として注目されてきている。生物の進化のメカニズムを模擬する人工モデルとして提唱された遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithm)は、染色体の一部の交換あるいは変化といった操作に基づくため、基本的には離散的な探索手法であるのに対して、生物群の生息空間における最良点の移動を模倣した粒子群最適化手法は個体の最良点への方向ベクトルや個体群の最良点への方向ベクトルなどの加重和による移動に基づくため、連続的な探索手法となっており、決定変数が連続である一般の非線形計画問題に対する大域的近似最適化手法として期待されている。しかし、Kennedy らの提案した手法には、制約のある問題にそのまま適用できないことや局所的な最適解に留まってしまうという問題点があった。このような問題点に対処するため、本研究では、粒子群最適化手法における初期個体群の生成方法や個体の移動方法ならびに評価関数に検討を加えることにより、制約条件を考慮した探索を可能にするとともに、局所的最適解に留まることなく大域的な探索が可能となるような改良を試みる。さらに、相競合する複数個の目的を同時に考慮するという多目的非線形計画問題への一般化を試みる。特に、パレート最適解を求めるための拡張ミニマックス問題に対する効率的な対策を提案して、ファジィ環境やランダム環境における多目的非線形計画問題に対する粒子群最適化に基づく意思決定者の満足解を高速かつ高精度で導出するという対話型意思決定手法を提案し、現実のさまざまな状況における意思決定問題への幅広い応用を遂行する。

2. 研究の目的

本研究では、制約のない多峰性の非線形最適化問題に対する近似解法として注目されている粒子群最適化(PSO)に対して、上下制限約のみならず一般の等式制約と不等式制約をも考慮した探索と大域的最適性を目指した改良を施すとともに、相競合する複数個の目的を同時に考慮するという多目的非線形計画問題への一般化を試みる。特に、パレート最適解を求めるための拡張ミニマックス問題に対する効率的な対策を提案し、ファジィ環境やランダム環境における多目的非線形計画問題に対する粒子群最適化に基づく高速かつ高精度な意思決定者の満足解を導出するという対話型意思決定手法を提案し、現実のさまざまな状況における意思決定問題への幅広い応用を行う。

3. 研究の方法

平成 24 年度には、制約のない多峰性の非線形最適化問題に対する近似解法として提案された粒子群最適化(PSO)に基づく一般の非線形計画問題に対する高速で高精度な近似最適化手法の提案と多目的非線形計画問題への一般化を実施し、平成 25 年度以降には、粒子群最適化に基づくファジィ多目的非線形計画問題から開始して、ランダム多目的非線形計画問題に対する意思決定者の満足解を効率よく導出するという対話型意思決定手法の提案を試みる。さらに、ファジィ環境とランダム環境を同時に考慮した多目的非線形計画問題への拡張も考察する。しかも、現実のさまざまな状況における意思決定問題への幅広い応用を目指す。

4. 研究成果

本研究課題では、近年の社会的要求の多様化にともない、単一目的の非線形計画法よりはむしろ相競合する複数の目的をもつ多目的非線形計画法への需要が高まってきていることを考慮して、非線形計画問題に対する粒子群最適化手法を、相競合する複数の目的をもつ多目的非線形計画問題へ一般化することを試みるとともに、確率論的不確実性とファジィ論的曖昧性を同時に取り入れた、ファジィ・ランダム環境下でのさまざまな多目的非線形計画問題の拡張を行った。特に、多目的非線形計画問題におけるパレート最適解を求めるための拡張ミニマックス問題に注目して、目的関数の最適性に関する探索とともにパレート最適性に関する探索をも同時に行うという生物群最適化手法の効率的な手法を提案した。さらに、意思決定者との対話により意思決定者の局所的な選好情報を引き出し、最終的に意思決定者が満足できるパレート最適解を求めるという対話型意思決定手法を開発するとともに、関連分野への研究成果や応用も得られ、内外の学術雑誌に掲載された。

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 17 件)

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Hideki Katagiri, An interactive fuzzy satisficing method for random fuzzy multiobjective integer programming problems through probability maximization with possibility, Fuzzy Information and Engineering, 査読有, Vol. 5, No. 3, pp. 335-350, 2013. DOI:10.1007/s12543-013-0146-0

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Hideki Katagiri, An interactive fuzzy satisficing method for random fuzzy

multiobjective linear programming problems through fractile criteria optimization with possibility, *Artificial Intelligence Research*, 査読有, Vol. 2, No. 4, pp. 75-86, 2013. DOI:10.5430/air.v2n4p75

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Tabu Search-Based Interactive Fuzzy Stochastic Multi-Level 0-1 Programming, *Computational Research*, 査読有, Vol. 1, No. 1, pp. 10-17, 2013. DOI:10.13189/cr.2013.010102

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Fuzzy multiobjective nonlinear operation planning in district heating and cooling plants, *Fuzzy Sets and Systems*, 査読有, Vol. 231, pp. 58-69, 2013. DOI:10.1016/j.fss.2011.10.020

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Fuzzy random noncooperative two-level linear programming through fractile models with possibility and necessity, *Engineering Optimization*, 査読有, Vol. 45, No. 7, pp. 811-833, 2013. DOI:10.1080/0305215X.2012.709512

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy programming for stochastic two-level linear programming problems through probability maximization, *Artificial Intelligence Research*, 査読有, Vol. 2, No. 2, pp. 109-124, 2013. DOI:10.5430/air.v2n2p109

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Interactive random fuzzy two-level programming through possibility-based probability model, *Information Sciences*, 査読有, Vol. 239, No. 1, pp. 191-200, 2013. DOI:10.1016/j.ins.2013.03.024

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy random two-level linear programming based on level sets and fractile criterion optimization, *Information Sciences*, 査読有, Vol. 238, No. 20, pp. 163-175, 2013. DOI:10.1016/j.ins.2013.03.003

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy programming for fuzzy random two-level linear programming problems through probability maximization with possibility, *Expert Systems with Applications*, 査読有, Vol. 40, No. 7, pp. 2487-2492, 2013. DOI:10.1016/j.eswa.2012.10.052

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy random cooperative two-level linear programming through level sets based probability

maximization, *Expert Systems with Applications*, 査読有, Vol. 40, No. 4, pp. 1400-1406, 2013. DOI:10.1016/j.eswa.2012.08.048

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, An Interactive Fuzzy Satisficing Method for Multiobjective Stochastic Integer Programming with Simple Recourse, *Applied Mathematics*, 査読有, Vol. 3, No. 10A, pp. 1245-1251, 2012. DOI:10.4236/am.2012.330180

Masatoshi Sakawa, Hideki Katagiri, Takeshi Matsui, Fuzzy random bilevel linear programming through expectation optimization using possibility and necessity, *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 査読有, Vol. 3, No. 3, pp. 183-192, 2012. DOI:10.1007/s13042-011-0055-7

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy programming for random fuzzy two-level programming problems through possibility-based fractile model, *Expert Systems with Applications*, 査読有, Vol. 39, No. 16, pp. 12599-12604, 2012. DOI:10.1016/j.eswa.2012.05.024

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Stackelberg solutions for random fuzzy two-level linear programming through possibility-based probability model, *Expert Systems with Applications*, 査読有, Vol. 39, No. 12, pp. 10898-10903, 2012. DOI:10.1016/j.eswa.2012.03.001

Masatoshi Sakawa, Hideki Katagiri, Takeshi Matsui, Stackelberg solutions for fuzzy random two-level linear programming through probability maximization with possibility, *Fuzzy Sets and Systems*, 査読有, Vol. 188, No. 1, pp. 45-57, 2012. DOI:10.1016/j.fss.2011.07.006

Masatoshi Sakawa, Hideki Katagiri, Takeshi Matsui, Stackelberg solutions for fuzzy random bilevel linear programming through level sets and probability maximization, *Operational Research*, 査読有, Vol. 12, No. 3, pp. 271-286, 2012. DOI:10.1007/s12351-010-0090-2

Masatoshi Sakawa, Hideki Katagiri, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy stochastic two-level integer programming through fractile criterion optimization, *Operational Research*, 査読有, Vol. 12, No. 2, pp. 209-227, 2012. DOI:10.1007/s12351-010-0085-z

[学会発表](計2件)

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui,
Interactive Fuzzy Stochastic
Multilevel 0-1 Programming through
Probability Maximization, Proceedings
of International Conference on Fuzzy
Computation Theory and Applications
(FCTA2012), pp. 383-388, October 6,
Barcelo Sants, Barcelona, Spain, 2012.
Takeshi Matsui, Masatoshi Sakawa,
Particle swarm optimization combining
diversification and intensification
through complex networks for nonlinear
programming problems, Proceedings of
Joint 6th International Conference on
Soft Computing and Intelligent Systems
and 13th International Symposium on
advanced Intelligent Systems (SCIS &
ISIS 2012), pp. 1363-1367, November 23,
Kobe Convention Center (Kobe Portopia
Hotel), Kobe, Japan, 2012.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松井 猛 (MATSUI, Takeshi)

広島大学・大学院工学研究院・助教

研究者番号：50512505