

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 23 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26750115

研究課題名(和文)大域的粒子群最適化に基づく不確実情報下での対話型ファジィ多目的意思決定とその応用

研究課題名(英文)Interactive fuzzy multiobjective decision making through global particle swarm optimization under fuzzy stochastic environment and its applications

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) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、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、一般の非線形等式・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した。

また、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た。ここで、多目的非線形計画問題のパレート最適解を求めるための拡張ミニマックス問題を解くための効率的な対策を考案することにより大域的粒子群最適化手法の開発を行うとともに不確実情報下における多目的非線形計画問題の定式化を試みた。

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：社会・安全システム科学

キーワード：OR 多目的意思決定

1. 研究開始当初の背景

鳥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倣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倣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ふ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に改良する。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。ここで、多目的非線形計画問題のパレート最適解を求めるための拡張ミニマックス問題を解くための効率的な対策を考案することにより大域的粒子群最適化手法の開発を目指す。しかも、不確実情報下における多目的非線形の確率計画問題やファジィ計画問題の定式化を試み、大域的な意思決定者の満足解を高速かつ高精度に導出するという対話型ファジィ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、一般の非線形等式・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大域的粒子群最適化手法の開発と不確実情報下における多目的非線形計画問題の定式化を試み、大域的な意思決定者の満足解を高速かつ高精度に導出するという対話型フ

ァジィ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の定式化と幅広い応用を遂行する。

3. 研究の方法

平成 26 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する。

平成 27 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。

なお、粒子群最適化手法における情報処理は各個体で独立に計算可能で、並列・分散処理に適しているので、並列プログラミング言語 MPC++などを用いた並列・分散計算処理の可能性についても考察する。

4. 研究成果

本研究課題では、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、一般の非線形等式・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した。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に改良を行った。また、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た。ここで、多目的非線形計画問題のパレート最適解を求めるための拡張ミニマックス問題を解くための効率的な対策を考案することにより大域的粒子群最適化手法の開発を行った。特に、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ための拡張ミニマックス問題に対する効率的な大域的粒子群最適化手法の開発と不確実情報下における多目的非線形計画問題の定式化を試み、大域的な意思決定者の満足解を高速かつ高精度に導出するという対話型ファジィ意思決定手法を提案した。さらに、本研究で提案される大域的粒子群最適化手法に基づく非線形計画法、多目的非線形計画法、不確実性や曖昧性の下での対話型多目的非線形計画法を、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試みた。

また、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9件)

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Heat load prediction in district heating and cooling systems through recurrent neural networks, International Journal of Operational Research, 査読有, Vol. 23, No. 3, pp. 284-300, 2015.
DOI:10.1504/IJOR.2015.069623

Hapu Arachchilage Abeyundara, Hiroshi Hamori, Takeshi Matsui, Masatoshi Sakawa, Path Optimization for Line Scanning on Flat Panel Displays Using a Self Organizing Map, Computational Research, 査読有, Vol. 2, No. 4, pp. 63-68, 2014.
DOI:10.13189/cr.2014.020401

Hapu Arachchilage Abeyundara, Hiroshi Hamori, Takeshi Matsui, Masatoshi Sakawa, Defects Detection of TFT Lines of Flat Panel Displays Using an Evolutionary Optimized Recurrent Neural Network, American Journal of Operations Research, 査読有, Vol. 4, No. 3, pp. 113-123, 2014.
DOI:10.4236/ajor.2014.43011

Masatoshi Sakawa, Hideki Katagiri, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy stochastic two-level linear programming with simple recourse, Information Sciences, 査読有, Vol. 278, pp. 67-75, 2014.
DOI:10.1016/j.ins.2014.03.020

Masatoshi Sakawa, Ichiro Nishizaki, Takeshi Matsui, Tomohiro Hayashida, Multi-store food retailing problem with outsourcing purchase operation: a case study in Japan, International Journal of Operational Research, 査読有, Vol. 21, No. 3, pp. 293-321, 2014.
DOI:10.1504/IJOR.2014.065410

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy multiobjective stochastic programming with simple recourse, International Journal of Multicriteria Decision Making, 査読有, Vol. 4, No. 1, pp. 31-46, 2014.
DOI:10.1504/IJMCDM.2014.059962

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Random fuzzy bilevel linear programming through possibility-based fractile model, International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 査読有, Vol. 5, No. 4, pp. 499-507, 2014.
DOI:10.1007/s13042-012-0145-1

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Interactive fuzzy stochastic multi-level 0-1 programming using tabu search and probability maximization, Expert Systems with Applications, 査読有, Vol. 41, No. 6, pp. 2957-2963, 2014.
DOI:10.1016/j.eswa.2013.10.027

Masatoshi Sakawa, Takeshi Matsui, Hideki Katagiri, An Interactive Fuzzy Satisficing Method for Multiobjective Linear Programming Problems with Random Fuzzy Variables Using Possibility-based Probability Model, Computational Research, 査読有, Vol. 2, No. 2, pp. 5-11, 2014.
DOI:10.13189/cr.2014.020102

[学会発表](計2件)

Takeshi Matsui, Yuichi Katagiri, Hideki Katagiri, Kosuke Kato, Automatic Feature Point Selection through Hybrid Metaheuristics based on Tabu Search and Memetic Algorithm for Augmented Reality, Procedia Computer Science (Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 19th Annual Conference, KES-2015, Proceedings), September 7, Marina Bay Sands Convention Centre & Expo, Bayfront Avenue, Singapore, Vol. 60, pp. 1120-1127, 2015.

H. A. Abeyundara, Hiroshi Hamori, Takeshi Matsui, Masatoshi Sakawa, A Multiobjective Evolutionary Optimized Recurrent Neural Network for Defects Detection on Flat Panel Displays, Proceedings of 11th Modeling Decisions for Artificial Intelligence (MDAI 2014), pp. 170-181, October 31, Tokyo Bunkyo School Building, University of Tsukuba, Tokyo, Japan, 2014.

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