

学位論文内容の要旨

学位論文題目: A hybrid heuristic algorithm for solving the maximally diverse grouping problem

(最大多様性のグループ化問題を解くためのハイブリッドヒューリスティックアルゴリズム)

数理・ヒューマンシステム科学 専攻

氏名 楊 笑

Combinatorial optimization problems are a class of problems that seek extreme value in discrete state. As a coherent mathematical discipline, combinatorial optimization problems are relatively young. However, along with the industrial and technological revolution and the development of modern management science, especially the rapid progress of computer technology and its wide application in various industries, combinatorial optimization has grown into an independent branch of operational research.

Due to combinatorial optimization problems play an important role in scientific and industrial world, a number of heuristic algorithms used to manage with combinatorial optimization problems have been rapidly developed and improved. This paper introduces a novel hybrid algorithm, called a three-phase search approach with dynamic population size (TPSDP), for solving a combinatorial optimization problem, named the maximally diverse grouping problem (MDGP).

MDGP aims to assign a given set of elements into a number of groups with size restrictions for the sake of maximizing the sum of diversity in these groups. MDGP is an NP-hard combinatorial optimization problem, possessing widespread application world applications, like assignment of students to groups, creation of peer review groups, VLSI design, storage allocation of large programs onto paged memory, and creation of diverse groups in companies so that people from different backgrounds work together, etc.

In view of the practical importance and high computational complexity of MDGP, many exact and heuristic algorithms have been proposed in the literature. At present, the basic idea for the best approach to solve MDGP is to provide a search algorithm that makes a compromise between intensification and diversification. Therefore, this research also plans to propose an algorithm that a compromise between intensification and diversification. Therefore, this research also plans to propose an algorithm that balances intensification and diversification.

The proposed TPSDP devises the search process into three phases with distinct functions. The first phase of this algorithm will consist of an exploration operator, which aims to strongly modify the current solutions to jump out of the current search regions and move to new regions far away. This process increases the diversity of the population and, at the same time, prevents premature convergence. Therefore, this phase can also be seen as a diversification phase. The second phase will use a crossover operator to produce high quality offspring solutions, and to retain the parents' strengths. This phase

maintains the diversity of the population and improves the information interaction among solutions, resulting in high quality solutions. The second phase is the transition phase of the algorithm. In the third phase, a newly proposed exploitation operator will be used to discover solutions with better quality in the regions adjacent to the current solutions. The third phase can be considered as an intensification phase. In addition, a dynamic population size strategy will be used to improve the efficiency of the algorithm. The three phases of the algorithm coordinate with each other and help achieve a desirable balance between diversification and intensification during the search process. We expect that the above method will enable the algorithm to find higher quality solutions.

The above algorithm also adopts a time varying population size strategy to avoid redundant examination of no promising solutions and enable promising solutions to be allocated with more computational resources in a given time budget. In addition, the algorithm presents an extended crossover operator applied not only to exceptional cases like the instances with equal group sizes (EGS) but also to the instances with different group sizes (DGS) in MDGP. The idea of perturbation operators are general and can be applied to other algorithms for MDGP or other related combinatorial optimization problems.

The results of experiments and the Friedman test show that the overall performance of the proposed TPSDP is highly competitive with even better than previous state-of-the-art MDGP algorithms on 500 instances from five popular benchmark sets. Furthermore, an additional experiment of parameter analysis and a discussion of critical ingredients are presented.

【学位申請審査結果の要旨】 (楊 笑)

当博士学位論文審査委員会は、標記の博士学位申請論文を詳細に査読し、投稿された論文の査読プロセスを確認した。本博士論文と従来の論文との類似性指標は18%であり(iThenticate)、剽窃等の問題がないことを確認した。また論文公聴会を令和5年1月27日(金曜日)に公開で開催し、詳細な質疑応答を行って論文の審査を行った。以下に審査結果の要旨を示す。

組み合わせ最適化問題は国防、交通、工業、生活などの各分野に広く存在している。最大多様性のグループ化問題は広く研究されている組み合わせ最適化問題の一種である。最大多様性のグループ化問題は、指定された要素のセットをサイズ制限のある複数のグループに割り当て、これらのグループの多様性の合計を最大化することを目的としている。本論文では、最大多様性のグループ化問題を解決するために、動的な母集団サイズを用いた三相探索アプローチというアルゴリズムを提案した。動的な母集団サイズを用いた三相探索アプローチは検索プロセスを異なる機能を持つ3つの段階に分け、この3つの段階は相互に協調し、検索プロセスにおける多様化と集約化の間の理想的なバランスを実現するのに役立つ。実験と検証の結果より、提案したアルゴリズムの総合性能は、高い競争力を持つ、それ以上であることも実証された。

学位論文は七つの章で構成されている。第1章では、組合せ最適化問題を解決する方法の発展過程と最大多様性のグループ化問題過去の研究を総括した。第2章では、組合せ最適化問題に適用されるいくつかのメタヒューリスティック技術について簡単に紹介した。第3章では、最大多様性のグループ化問題について詳しく紹介した。第4章では、動的な母集団サイズを用いた三相探索アプローチというアルゴリズムを提案した。第5章では、提案された方法を評価し、良好な成績を得た。実験結果から、提案された方法の優れた性能を証明した。第6章では、提案された方法のパラメータを解析とディスカッションした。さらに第7章で、将来の研究の見通しと計画について検討した。

当博士論文審査委員会は、研究内容及び研究成果を慎重に吟味した結果、本博士学位申請論文が博士の学位を授与することに十分に値するものと認め、合格と判断した。