

経路最適化問題のための 効率的な多目的分枝限定法の開発

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ 背景：多目的混合整数計画問題

混合整数計画(Mixed Integer Linear Programming; MILP)問題は、組合せ最適化問題をはじめとした多くの問題として現れる。MILPを多目的化した多目的混合整数計画(Multi-Objective Mixed Integer Linear Programming; MOMILP)問題は、意思決定者が複数の評価指標を同時に考慮できるため、より実用的な面で現れる。

MOMILPの従来解法として、多目的分枝限定法やMulti-Objective Evolutionary Algorithm based on Decomposition(MOEA/D)が知られている。しかし、前者はすべての解を列挙する性質から求解に膨大な時間を要し、後者はヒューリスティック解法のため得られた解の精度保証ができないことが問題点として知られている。

■ 提案手法

そこで研究代表者らは、MOMILPをスカラー化により複数のMILPへ分割し、各部分問題に分枝限定法を適用する手法 Multi-objective Branch and Bound based on Decomposition(MOBB/D)を構築してきている。本手法では、指定した個数のMILPへ分割することで探索時間が膨大になることを防ぎ、かつ各部分問題の求解には厳密解法である分枝限定法を用いることで精度保証が可能である。これに加え、本手法では、各部分問題の類似性に着目し、類似問題を求解し得られた探索情報を活用することでさらなる効率化を図る。

これまでに考案した探索情報の活用方法として、分枝限定法の内部で用いるシンプレックス法(単体法)で扱うシンプレックス表の共有化がある。これによりシンプレックス表の更新回数が大幅に減少し、探索効率の向上が実現されている。

■ 経路最適化のための探索情報

本研究ではさらに、別の探索情報の活用方法として、切除平面法で得られた切除平面の共有化を考案している。切除平面法は、必要に応じて新しい制約条件(切除平面)を追加する手法であり、分枝限定法と組み合わせて用いる分枝カット法が大きな成功を収めている。特に代表的な経路最適化問題である巡回セールスマン問題(Traveling Salesman Problem, TSP)においては、切除平面法による貢献が大きいとされている。

本研究では、切除平面の共有化を用いるMOBB/Dの有効性を多目的経路最適化問題を解くことで検証する。

■ 数値実験：利益付き巡回セールスマン問題

多目的経路最適化問題として、利益付き巡回セールスマン問題(TSPs with Profits, TSPP)を用いる。本問題は、各地点に「利益」が設定され、得られる総利益の最大化と地点を巡る総経路長の最小化を目指す2目的組合せ最適化問題である。通常のTSPと異なり全ての地点を巡る必要はなく、どのように地点集合を選ぶかも合わせた最適化問題である。

Fig.1に、TSPPを解いて得られる解集合および得られるルートの代表例を示す。それぞれのルートは各評価指標の優先度を変更し得られたものである。探索情報の活用による性能評価の具体的な結果については、当日のポスター発表で議論を行う。

■ 今後の課題

現在は簡単なベンチマーク問題で性能評価を行っているが、今後は具体的な実社会上的問題を通じた実用性の評価を行う。そのほか、分枝限定法に列生成法を組み込む分枝価格法といった手法も知られており、提案手法への適用の可能性について検討していきたい。

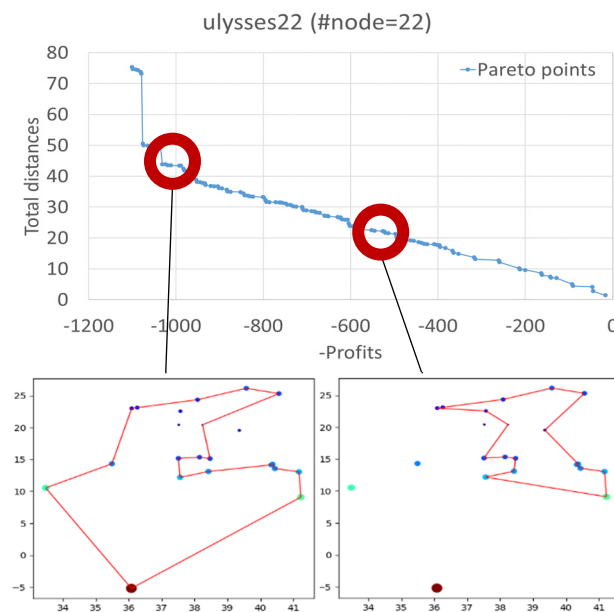


Fig. 1 Solutions and Routes in TSP-P

代表発表者 下保 知輝(かほ ともし)
所 属 室蘭工業大学大学院
問合せ先 〒050-0071 北海道室蘭市水元町 27-1
TEL:0143-46-5000
21096503@mmm.muroran-it.ac.jp

■キーワード: (1)多目的最適化
(2)分枝限定法
(3)切除平面法
■共同研究者: 渡邊 真也(室蘭工業大学)
榊原 一紀(富山県立大学)