



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Structured Approach for Local Clustering Organization [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	今野, 陽子
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11745号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58695
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yohko_Konno_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（情報科学） 氏名 今野 陽子

学 位 論 文 題 名

Structured Approach for Local Clustering Organization

（局所クラスタリング組織化法の構造化アプローチ）

組み合わせ最適化問題は、実社会における産業ネットワークから理工系の応用まで様々な状況に出現する重要な問題のひとつであり、実時間で高精度な解を必要とする際の解決策としてメタヒューリスティックが適用される。メタヒューリスティックの一般的な手法設計の指針として、探索の多様化 (Diversification) と集中化 (Intensification) の設計技術が要求される。本学位論文では、組み合わせ最適化問題に対して適用されるメタヒューリスティックのひとつ、局所クラスタリング組織化法 (Local clustering organization: LCO) に着目する。LCO の解法の原理は、自己組織化マップ (Self-Organization map: SOM) による巡回セールスマン問題 (Traveling salesman problem: TSP) の解法がベースである。LCO は他のメタヒューリスティクスとのハイブリッド手法として適用可能であるが、しかし現状において LCO のオペレータである局所クラスタリングの機能が充分であるかどうか分析されていない。本論文では、LCO の多様化と集中化に着目したオペレーションの分析と設計方法について提案し、その有効性を示す。はじめに局所クラスタリングの定義、および λ -opt との比較に基づいて既存のオペレーションの位置づけを分析する。そのうえで検討を 2 段階に分けて、(1) オペレーションのバリエーションを拡張する場合を拡張局所クラスタリング (Extended local clustering)、(2) オペレーションの拡張によってもたらされる解の探索近傍に対して探索の集中化を施す場合を構造化局所クラスタリング (Structured local clustering) とする。それぞれにおいて (1) 拡張局所クラスタリングに対して挿入法 (Insert method: IM) に基づくオペレーションの導入によるアプローチ、(2) 構造化局所クラスタリングに対して問題の改善メカニズムの特徴に応じて近傍を制限するアプローチを行う。それらを TSP とジョブショップ・スケジューリング問題 (Job-shop scheduling problem: JSP) に適用して、ベンチマーク問題において検証実験した結果を示す。

本学位論文では、LCO の課題に対するアプローチや検証の結果について次の構成で述べる。

第 1 章では、LCO の基本的アルゴリズム、利点と課題、および関連研究について述べる。

第 2 章では、LCO の探索オペレータである局所クラスタリングについて、SOM の学習則からクラスタリングオペレーションを定義し、そのバリエーションをマトリクスに展開し、従来のオペレーションの位置づけを明らかにする。さらに λ -opt との対応づけによる分析を通じて、(1) 拡張局所クラスタリングとして IM を提案する。(2) 探索の集中化において、解を構造的にとらえる枠組みとして、解要素集合をノードの部分集合 (ノードセット) とノードセット間をつなぐノード単体の連結 (ブリッジ) から構成されるものとして捉える。そして問題に応じてノードセットを固定化することで探索の近傍範囲を限定し、局所クラスタリングのオペレーションを適用する構造化局所クラスタリングを提案する。

第 3 章では、TSP に対して (1) 拡張局所クラスタリング、(2) 構造化局所クラスタリングの提案と検証実験の結果を示す。(1)LCO が収束した場合の拡張局所クラスタリング IM の有効性、(2-a) 構造化局所クラスタリングにおけるノードセット同士の接続の有効性、(2-b) ノードセットとブリッジによる

構造化局所クラスタリングの探索の集中の有効性について示す.TSP は全都市移動コストを最小化する問題であり,LCO のエンコードは都市番号の順序列である.(2-b) において, 探索過程に現れる局所的に固定化できる部分ツアーを抽出してノードセットとして固定し, 部分ツアー間をつなぐ都市単体の集合をブリッジとみなす解の分割を行う. そしてノードとノードセットの混在する解構造に局所クラスタリングを適用し, ブリッジに対する探索の集中化を実現した.

第 4 章では,JSP に対して (1) 拡張局所クラスタリング,(2) 構造化局所クラスタリングの提案と検証実験の結果を示す.JSP は工程先行関係を持つ複数のジョブを最適順序でリソースに割り当てる問題であり,LCO のエンコードはジョブ番号の多重型の順序列である. 解釈において各リソースのジョブ配列の探索を行っていることを現象的性質の分析からも明らかにし, (1) ジョブ番号に着目した IM を導入し,(2) 解構造をリソース分割の表現形に拡張して同じリソースに探索の近傍を固定する探索の集中化を実現した.

本論文で示した以上の成果により, 局所クラスタリング組織化法に対する構造化アプローチの設計手法を提案し, 性能向上が可能であることを示した.