



Title	粒子群最適化に基づく巡回セールスマン問題に対する近似解法に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	本庄, 将也
Citation	北海道大学. 博士(情報科学) 甲第12400号
Issue Date	2016-09-26
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/63267">http://hdl.handle.net/2115/63267</a>
Rights(URL)	<a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/</a>
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Masaya_Honjo_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

## 学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 本庄 将也

審査担当者 主査教授 山本 雅人  
副査教授 栗原 正仁  
副査教授 小野 哲雄  
副査教授 川村 秀憲  
副査准教授 飯塚 博幸

### 学位論文題名

粒子群最適化に基づく巡回セールスマン問題に対する近似解法に関する研究  
( Studies on Search Heuristics for Solving Traveling Salesman Problem Based on Particle Swarm Optimization )

実社会における経路計画問題をより抽象化した組合せ最適化問題として、巡回セールスマン問題 (Traveling Salesman Problem, 以下,TSP) が、古くより計算機科学およびオペレーションズ・リサーチなど数多くの分野において研究が行われている。TSP は計算複雑性の上では、NP 困難に属する問題であるため、その解法として近似解法を扱うものが多く、擬似焼き鈍し法 (Simulated Annealing, SA) や遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm, GA) を基礎とする解法が有効であること示されている。しかしながら、大規模な問題に対して高精度な解を得るためには莫大な時間が必要であり、従来手法より効率良く探索する手法の開発が求められている。一方、実数値の最適化問題に対して、高速に最適解もしくは準最適解を求める手法として、粒子群最適化 (Particle Swarm Optimization, 以下,PSO) が提案されている。PSO は群知能をもとにした多点探索法で、探索で得られた最良解を群全体で共有し、探索単位である粒子が最良解の周辺を集中的に探索するため、高速に高精度の解を発見可能である。しかし、PSO は実数値最適化手法として提案されたものであるため、組合せ最適化問題の TSP に対して、そのまま適用することは困難である。

以上の背景のもと、本学位論文では、PSO にもとづいた探索戦略を TSP に対して適用する新しい手法を提案し、従来手法と比較して、短時間で高精度な解を発見可能であることをベンチマーク問題に対する各手法の比較から示している。また、提案手法が効率良く並列計算が可能であるという特徴をもっていることに着目し、数値計算実験からマルチスレッドプログラミングによる並列化によって、探索時間を大幅に削減可能であることを示している。これらの研究成果について、各章では以下の点について述べている。

第 1 章では、研究背景および目的を述べ、提案手法のアプローチについて説明している。

第 2 章では、TSP に関する基本的な定義と特徴、および、TSP に対する従来解法について述べている。

第 3 章では、提案手法のベースとなっている粒子群最適化、および、粒子群最適化をもとにした巡回セールスマン問題の解法についての従来研究について説明し、それぞれの従来手法の問題点を挙げている。

第 4 章では、提案手法である挿入操作 PSO 戦略について詳細に説明し、数値計算実験からパラ

メータチューニングや既存の代表的な近似解法と比較から提案手法の有効性の評価を行っている。パラメータチューニングでは、部分経路挿入に用いる部分経路の長さや群全体の振る舞いの関係性を明らかにし、提案手法が高速に良い解を見つけることができる理由や、さらに高精度な解を得るために必要な項目についての考察を行っている。既存の近似解法との比較では、制限時間を設ける場合に提案手法が最も良い解を得ることができることを示している。

第5章では、提案手法がより高精度な解を発見するために改良を行っている。4章で得られた群が粒子の多様性を維持できているときに高精度な解が得られるという実験結果をもとに、粒子間に通信制限を設けることで粒子が同一の解へと収束してしまうことを防いでいる。数値計算実験から、改良前と比較して、粒子の多様性を長く維持すること、得られる解の精度も良くなっていることを示されている。

第6章では、提案手法をスレッドプログラミングにより並列実装し、数値計算実験から大幅に計算時間を減少可能であることを示している。また、各粒子間で共有する最適解の更新についての同期の有無による考察を行っている。

第7章では、本論文の結論を述べている。

これを要するに、著者は TSP をより高速に解くために、複数の探索単位が最良解を共有しながら探索を行う PSO の戦略を用いた近似解法を提案し、その有効性について検証を行った。また、この手法を並列計算することで、さらなる高速化が可能であることを示した。これらの成果は、TSP の解法に関する有益な知見を得たものであり、情報科学の基本的かつ重要な問題の一つである最適化問題の解法研究に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格あるものと認める。