

学位論文題名

経路探索問題における遺伝的アルゴリズムによる 解法に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は確率的組合せ最適化手法である遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: 以下 GA と略記) を用いた経路探索問題の解法に関する研究結果をまとめたものである。

近年、情報通信分野における通信ネットワークの最適経路選択や、ITS 分野における自動車用ナビゲーションシステムを初めとした広範な分野において、経路探索処理に対する要求が高まっている。従来、これらの探索処理は、主に最短経路問題の解法を適用することにより実現されている。

最短経路問題は、グラフ問題の一つであり、各辺にコストが与えられているグラフに対して、任意の 2 頂点を結ぶ経路の中から、辺のコストの総和が最小となる経路を求める問題である。最短経路問題に対する代表的な解法として、全探索に基づく深さ優先探索法や幅優先探索法、幅優先探索の一種である Dijkstra 法等がある。中でも Dijkstra 法は、高速に安定して最短経路が求められることから、この方法を応用した様々な手法が提案されている。

しかしながら、上記の探索手法はいずれも最短経路のみを求めるアルゴリズムであり、距離の短い複数の経路候補や、指定された経由点を通過する最短経路など、最短経路以外の様々な経路探索の要求に応えることができない。これらの問題を解決するために、本論文では組合せ最適化アルゴリズムの一つである GA を用いた経路探索問題の解法を提案する。

GA は生物集団が世代交代を繰り返す、環境に適した個体集団へ進化していく原理に倣ったアルゴリズムで、多点情報を利用した確率的探索手法である。GA は探索空間が広く、従来手法では探索困難であった最適化問題に対して実用解を与えること、解を評価するための評価関数が柔軟に設定できることなどの長所を持つ。これらの長所に着目し、経由点を通る経路に高い適応度を与える評価関数を設計することにより、指定された経由点を通過する最適経路の探索を可能とする。さらに、探索過程で数多くの解候補を生成する GA の特徴を利用し、目的とする最適経路と近い経路候補を記憶させることにより、1 回の探索処理で複数の経路候補を探索することが可能となる。経路探索に対するユーザの要求は多様化しており、本手法はこれらの要求に応えることができる。

点で有用である。本論文では、上記探索手法の実現に関して、GA の遺伝的操作やパラメータの設定に関して検討している。また設定された各操作ならびにパラメータを含む提案手法の有効性に関して種々のシミュレーションを通じて検証を行っている。

本論文は、まず第2章で、従来の最短経路問題に対するいくつかの解法とそれらの問題点について説明する。第3章では、探索手法に用いているGAの概要及び処理手順について説明する。第4章では、多様な最適経路探索を実現するためのGAを用いた経路探索手法の提案を行い、経路探索に適したGAの遺伝的操作の設定手法について検討を行う。第5章では、第4章で提案された経路探索手法を実際の地図情報に適用したシミュレーションを行い、従来法と同様の探索結果が得られることを確認する。第6章では、最短経路に準ずる複数の経路候補の探索手法について説明する。このような経路探索は第4章で設定した遺伝的操作を用いて探索を行い、探索過程で生成される解候補を記憶することにより実現される。また、探索領域の一部に属する経路コストに重みをつけることにより、互いの解候補が酷似することを回避する手法について説明を行う。第7章では、第4章で設計した遺伝子型に改変を加えることにより、あらかじめ指定された経由点を通過する最適経路の探索を可能とする手法に関して述べる。また、本探索手法の問題点について考察する。第8章では、第7章で設計した経由点指定を伴う最適経路探索に関して、その計算コストを削減する手法を提案する。ビルディングブロック仮説に着目し、経由点に応じた重みパラメータを導入した評価関数を導入することにより、より効率的にスキマタを組み合わせ、最適経路を探索することを可能とする。第9章では、論文全体のまとめとして本研究の成果及び将来への展望について述べる。

以上を要約する。本論文は、遺伝的アルゴリズムを用いることにより、従来法では不可能あるいは困難であった多様な最適経路探索を行うことを可能とする経路探索手法を示す。また、実際の地図情報に適用した実験を行うことにより、その有効性・有用性を示す。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 北 島 秀 夫

副 査 教 授 梶 内 香 次

副 査 教 授 青 木 由 直

副 査 助教授 長谷山 美 紀

学 位 論 文 題 名

経路探索問題における遺伝的アルゴリズムによる 解法に関する研究

本論文は確率的組合せ最適化手法である遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた経路探索問題の解法に関する研究結果をまとめたものである。

近年、情報通信分野における通信ネットワークの最適経路選択や、ITS分野における自動車用ナビゲーションシステムを初めとした広範な分野において、経路探索処理に対する要求が高まっている。従来、これらの探索処理は、主に最短経路問題の解法を適用することにより実現されている。

最短経路問題は、グラフ問題の一つであり、各辺にコストが与えられているグラフに対して、任意の2頂点を結ぶ経路の中から、辺のコストの総和が最小となる経路を求める問題である。最短経路問題に対する代表的な解法として、全探索に基づく深さ優先探索法や幅優先探索法、幅優先探索の一種であるDijkstra法等がある。中でもDijkstra法は、高速に安定して最短経路が求められることから、この方法を応用した様々な手法が提案されている。

しかしながら、上記の探索手法はいずれも最短経路のみを求めるアルゴリズムであり、距離の短い複数の経路候補や、指定された経由点を通過する最短経路など、最短経路以外の様々な経路探索の要求に応えることができない。これらの問題を解決するために、著者は組合せ最適化アルゴリズムの一つであるGAを用いた経路探索問題の解法を提案している。

GAは生物集団が世代交代を繰り返す、環境に適した個体集団へ進化していく原理に倣ったアルゴリズムで、多点情報を利用した確率的探索手法である。GAは探索空間が広く、従来手法では探索困難であった最適化問題に対して実用解を与えること、解を評価するための評価関数が柔軟に設定できることなどの長所を持つ。著者はこれらの長所に着目し、経由点を通る経路に高い適応度を与える評価関数を設計することにより、指定された経由点を通過する最適経路の探索が可能であることを示している。さらに、探索過程で数多くの解候補を生成するGAの特徴を利用し、目的とする最適経路と近い経路候補を記憶させることにより、1回の探索処理で複数の経路候補を探索することが可能であることを示している。経路探索に対する要求は多様化しており、

本手法はこれらの要求に応えることができる点で有用である。著者は、上記探索手法の実現に関して、GAの遺伝的操作やパラメータの設定に関して検討している。また設定された各操作ならびにパラメータを含む提案手法の有効性に関して種々のシミュレーションを通じて検証を行っている。

著者は、まず第2章で、従来の最短経路問題に対するいくつかの解法とそれらの問題点を述べ、第3章では、探索手法に用いているGAの概要及び処理手順について説明している。第4章では、多様な最適経路探索を実現するためのGAを用いた経路探索手法の提案を行い、経路探索に適したGAの遺伝的操作の設定手法について検討している。第5章では、第4章で提案された経路探索手法を実際の地図情報に適用したシミュレーションを行い、従来法と同様の探索結果が得られることを確認している。第6章では、最短経路に準ずる複数の経路候補の探索手法について説明し、このような経路探索は第4章で設定した遺伝的操作を用いて探索を行い、探索過程で生成される解候補を記憶することにより実現されることを述べている。また、探索領域の一部に属する経路コストに重みをつけることにより、互いの解候補が酷似することを回避する手法を述べている。第7章では、第4章で設計した遺伝子型に改変を加えることにより、あらかじめ指定された経由点を通過する最適経路の探索を可能とする手法に関して述べている。また、本探索手法の問題点についても考察している。第8章では、第7章で設計した経由点指定を伴う最適経路探索に関して、その計算コストを削減する手法を提案している。ビルディングブロック仮説に着目し、経由点に応じた重みパラメータを導入した評価関数の導入により、より効率的にスキマタを組み合わせ、最適経路を探索することが可能であることを示している。第9章では、論文全体のまとめとして本研究の成果及び将来への展望について述べている。

以上を要するに、著者は遺伝的アルゴリズムを用いることにより、従来は不可能あるいは困難であった、多様な条件下での最適経路探索を行うことを可能とする経路探索手法を得ており、最適化問題解法を通じて情報工学への貢献が大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。