

Title	対象のダイナミクスを考慮した最適経路問題に関する研究
Author(s)	湯, 紅偉
Citation	
Issue Date	2007-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/3582
Rights	
Description	Supervisor:平石 邦彦, 情報科学研究科, 修士

対象のダイナミクスを考慮した 最適経路問題に関する研究

湯 紅偉 (510069)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2007 年 2 月 8 日

キーワード: 障害物回避, 最適経路, 区分的線形システム

本研究では, 障害物が複数存在する環境下において, 移動物体の連続ダイナミクスを考慮した最適な衝突回避経路を求める問題を扱う. 従来研究で提案された方法の一つとして, 移動領域を凸多面体の部分領域に分割し, 各部分領域ごとに線形ダイナミクスをもつ区分的線形システム(PieceWise Linear, PWL)システム上の最適制御問題として定式化する方法がある. この方法では, 障害領域の回避は, 部分領域間の離散的状態遷移に制限を加えることで実現しているため, 必ずしも最適解が求められるわけではない. 領域分割を細かくすることで解の精度は向上するが, 計算時間が増えるという問題がある. 本研究では, 領域分割の方法に着目して, 既存研究の状態遷移に新しい種類の遷移を追加することで, 既存研究では禁止されていた移動を可能にする方法を提案する. これにより, 解の精度を向上させることが可能になる.

従来研究に対し, 本研究では以下の二つの処理を新たに追加している.

一つ目は「到達可能領域」に関するものである. 部分領域間の遷移において, 障害物と衝突する可能性があるかどうかにより次の3つの場合に分けることができる. (i) 出発および目的領域内の任意の点を結ぶパスが障害物と衝突しない. (ii) 衝突するパスと衝突しないパスの両方が存在する. (iii) 全てのパスが衝突する. 明らかに, (iii)の遷移は禁止されなければならない, 考慮するのは(i)および(ii)の場合である. 既存研究では(ii)の遷移はすべて禁止されており, パスが障害物と全く衝突しない(i)の遷移しか許可されていなかった. これに対して本研究では, 従来研究で禁止された(ii)の遷移も制限を加えることで許可するように改良した. 具体的には, あらかじめに目的領域内に出発領域内の任意の点から到達可能な領域の範囲を計算し, 出発領域から目的領域全体への遷移ではなく, 出発領域から目的領域内の到達可能範

囲までの遷移を考慮するようにした。こうすることで、(ii)の遷移で一部分の障害物と衝突してないパスを有効にすることができる。これら従来研究では「禁止されてしまったパス」も考慮することで、解の精度を向上させた。

二つ目は「可能領域」に関するものである。移動中の各ステップにおいて、物体の状態方程式により、前の時点の座標範囲から、現時点の座標の存在可能範囲を矩形により近似して計算する。この存在可能領域は一般に出発領域よりも小さいので、出発領域自身を現在の領域として目的領域内の到達可能範囲を計算するよりも、可能領域の頂点を現在の領域として計算したほうが物体の到達可能範囲がより広げられる。結果として得られる解の精度がより高くなる。本研究では、各ステップごとに可能領域と部分領域の共通部分を計算し、それにより到達可能領域を計算する。このとき、部分領域内の任意の矩形領域に対する到達可能範囲をあらかじめパラメトリックに計算しておくことができる。すなわち、矩形領域の各頂点をパラメータとして与え、それに対して到達可能範囲を計算できる。

以上のアイデアを実装し、計算機実験を行った結果、従来法よりも少ない時間でより精度の良い解を求めることができた。

また、実装段階において、以下の二つの改良を行った。

一つ目は、制約ロジックプログラミング言語 (Constraint Logic Programming Language, CLP) のソースコードの作成を自動化する Perl スクリプトを書いたことである。従来研究では、初期データ(移動領域、障害物の数・範囲と物体の運動方程式)を変更して計算したい時には、新たにコーディングしなおさなければならないという問題があった。それに対して、本研究では部分領域間遷移の作成方法をアルゴリズム化した。その結果、初期データを入力するだけで、CLP のコーディングは全て Perl 言語で作ったスクリプトにより自動的に作成される。これを用いることで、より短時間で、より多くの環境で実験・検証することができた。

二つ目は、計算結果のグラフ描画を自動で行う機能の実装である。CLP プログラムで計算出した最適解は、パスの各ステップの x, y 座標の数字データの羅列で、どのようなパスを表しているのか分かりづらく、評価もしにくかった。本研究では科学技術計算ソフトウェア Matlab のグラフ描画機能を介して、これらの数字データをより直観的に把握しやすいグラフに変換し、可視化する手段を与えた。

そして、以上の工夫で手法の実装が容易になり、提案手法を様々な例題で評価することが可能になった。