Title	三次元空間における最短経路探索の近似解法に関する研究
Author(s)	松本，昇久
Citation	
Issue Date	2001-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1455
Rights	
Description	Supervisor:浅野 哲夫，情報科学研究科，修士

三次元空間における最短経路探索の近似解法に関する研究

松本 昇久

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2001 年 2 月 15 日

キーワード: 線状ロボット, ロボットの移動計画, d_1-最適性, コンフィギュレーション空間.

近年における計算機のハードウエアの目覚ましい発達は, 飛躍的な計算の実行時間の短縮と利用可能なデータ, メモリなどの資源空間の増大をもたらし, 従来ならば実用的な計算時間, 資源空間で実行が不可能であった非常に計算量の大きいアルゴリズムの実行も計算機上で可能となった. しかし, NP 困難な問題に対しては, 単なるハードウエアの発達による実行時間の短縮や, 利用可能な資源空間の増大のみでの解決は困難であり, その問題の解決には計算量そのものを減少させるような近似解法アルゴリズムの考案が必要となってくる. この NP 困難な問題の 1 つに, ロボットの 2 点間を結ぶ最短な移動経路を探索しその解を求める「ロボットの最短経路問題」がある. この問題は移動の効率という点からみても解決するべき重要な問題である.

本論文においては, このロボットの最短経路問題の中から比較的多くの研究がなされている「点状ロボット[1] の最短経路問題」ではなく, あまり研究がなされていない, 以下の, 問題を取り上げ, その考察を行なうものとする.

- 「線状ロボット[2] の最短経路問題」
  - 全空間 $U \subset \mathbf{R}^2$ を多角形の障害物が存在する有界な空間とする.
  - その全空間 U 内に初期状態 S と終端状態 T を取るものとする.

  このとき, 全空間 U において, 線状ロボットが障害物とぶつからずに初期状態 S から終端状態 T へと至る最短移動経路を求めること.

[1]位置座標点のみをもち, 大きさを持たない抽象的なロボット.
[2]線分によって表現された, 長さを持つ抽象的なロボット.

2 次元空間における線状ロボットの最短経路問題は, NP 困難であることが証明されていることから, その問題の解決のためにはその解として最適解ではなく近似解を用いた近似解法アルゴリズムを考案しなければならない. その際, 線状ロボットが移動を行なう場合には, 線状ロボット自体が長さをもつことから, 障害物との接触個所や接触個数によってその最適な移動経路がそれぞれ異なることとなる. 一方, 点状ロボットが移動を行なう場合には, 点状ロボットは位置座標点のみを持ち, 大きさを持たないことから, 障害物との接触方法によって最適な移動経路が変化することはない. このことから, 線状ロボットの最短経路問題では点状ロボットとは根本的に異なる近似解法アルゴリズムが必要となり, そのための移動の特徴付けが必要となってくる.

本論文においては, 2 次元空間での線状ロボットの位置をその線分の中点を用いて表わし, これを焦点 $F(x, y) \in \mathbf{R}^2$ と呼び, 線状ロボットの向きをその線分と x-軸 とのなす角 $\theta \in \mathbf{R}$ を用いて表わすものとする, さらに, この 焦点 F となす角 θ の組 $(\,(x, y), \theta\,) \in \mathbf{R}^2 \times \mathbf{R}$ を用いることによって一意に表現する. また, この線状ロボットは焦点 F の座標の移動と焦点 F を中心とした回転を, その移動として行なうものとする. これらの定義を用いてこの線状ロボットの移動の特徴付けを行なうものとする.

従来からの手法においては, 2 次元空間での線状ロボットの移動を障害物との相対的な位置関係をもとに場合分けを行うことで, その移動の特徴付けがなされていることから, その場合分けの数えもらしの可能性があり, その特徴付けが線状ロボットの全ての状態を表現しているのかどうかの証明がなされていなかった. 最近になり, $\mathbf{R}^2 \times \mathbf{R}$ で表現される 2 次元空間での線状ロボットの移動を, コンフィギュレーション空間と呼ばれる $\mathbf{R}^3$ の空間での移動と同一視し, この 3 次元コンフィギュレーション空間を特徴付けることで線状ロボットの移動を特徴付け, さらに, この特徴付けを用いた最短経路問題の解を求めるための近似解法アルゴリズムが提案された. この提案された特徴付けによって, 2 次元空間での線状ロボットの移動を, その移動に関して同一視した 3 次元コンフィギュレーション空間を用いて, 非常に簡潔に表現することが可能となったが, この特徴付けでは, 線状ロボットがその端点において障害物に接触する場合に, その両端点ごとに場合分けが行なわれていることから, 線状ロボットの両端点を同一視し, 線状ロボットが方向を持たないとすれば, 特徴付けのための場合分けをさらに減らすことが可能である. よって, 本論文においては, 線状ロボットの両端点を同一視することでさらに少ない場合分けによってその移動を特徴付けできることを示し, さらにその特徴付けが線状ロボットのすべての状態を表現していることの証明を行ない, その特徴付けの正当性を示した.

以上のことが示されたことによって, 2 次元空間での線状ロボットの最短経路問題を, 3 次元空間内での最短経路問題と同一視することが可能となり, 従来から非常に多く研究がなされてきた 3 次元空間内での最短経路問題での有用な手法を利用することで, 本来ならば NP 困難である線状ロボットの 2 次元空間での最短経路問題の解決が可能となる.