

重心位置を考慮した適応制御法の精度向上

知能ロボティクス研究室

松下勇樹

1. 緒言

現在の日本では、少子高齢化による高齢人口割合の増加、さらに若年層人口・労働人口の減少が問題となっている⁽¹⁾。従って、自宅や施設においてロボットによる高齢者の支援が必要となる。そこで、本研究室では、特に歩行支援に注目し「インテリジェント歩行支援機」を開発した。この歩行支援機は、メカナムホイールを搭載することにより、全方向移動を可能にしている。しかし、高精度な経路追従制御結果を得るために、先行研究⁽²⁾において適応制御法が開発された。しかし、この制御法には、使用者が決定する 12 個のパラメータが使われており、これらのパラメータの値を適切に入力しなければ、制御の精度が確保できない。本研究では、適応制御法における、パラメータの簡素かつ精度の高い設定を行うために、RCGA(Real Coded Genetic Algorithms)を用いて、パラメータの自動設定法を開発する。

2. 実験装置および方法

RCGA として JGG+REX⁽³⁾⁽⁴⁾を使用する。JGG+REX は、多親世代交代モデル JGG と多親交叉 REX を組み合わせた RCGA であり、アルゴリズムが単純で実装が簡単であり、かつ探索能力に優れている。とりうるパラメータの値を 1 から 100 までとする。JGG+REX にて式(5)を用いて評価し、最適解に近づけてゆく。RCGA のパラメータとして、評価回数を 10000 回、集団数 300 個、親個体群 12 個、子個体群 100 個として評価を行った。

適応度の計算のために評価関数として、式(1)を与える。この式は、“目標位置”と“現在位置”の誤差が小さくなればなるほど、評価値も小さくなるように定めている。これによってパラメータの適応度の評価を行う。

$$fit = \int_0^{0.02t_0} \left\{ |x_d - x_c| + |y_d - y_c| + |\theta_d - \theta_c| \right\} \quad (1)$$

支援機は、幅 600[mm]、長さ 550[mm]、重量 80[kg]、慣性モーメント $1.3[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$ とした。

支援機に加わる荷重は、重心からの距離 0.2[m] の位置で 10[kg]とする。姿勢角度は 0[rad]で一定とする

適応制御法のパラメータに対し、評価を行う際の条件として、初期位置を原点とし、x 軸、y 軸方向の目標軌道は、x 軸方向に 10[m]、y 軸方向に 10[m]の距離を、最初は速度を加速し(x,y)=(5m,5m)に到達後、減速する軌道を設定した。この目標経路を追従し、評価値である式(5)を用い JGG+REX により解の探索を行った。

結果、得られた解を用いて、適応制御法による円経路のシミュレーションでの検討を行う。

初期位置を(9,5)とし、半径 r=4 を目標経路としてシミュレーションを行う。支援機や付加荷重、姿勢角度の条件は上記と同じとした。初期位置を離れた後、徐々に加速し(x,y)=(1m,5m)に到達後、減速していく軌道を設定した。

3. 実験結果および考察

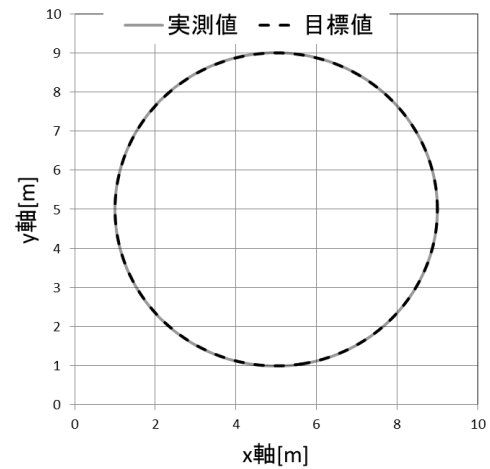


図 1 円経路追従

図 1 より、RCGA を用いて探索した解を使用した適応制御法においては、目標経路をきちんと追従していることが分かる。

以上の結果から、RCGA による適応制御法のパラメータ設定の簡素化及び、精度向上が有効であると言える。

今後の展開として、シミュレーションで得られた結果を参考に実機実験を行い、実機においても有効性を示す。

文献

- (1) 総務省，“平成 25 年度版高齢社会白書”，内閣府
- (2) 王 義娜，王碩玉，姜銀来，石田健司，小林洋，藤江正克，安藤健，“インテリジェント歩行支援機の走行制御：適応制御を用いた重心変化への対応”，第 31 回日本ロボット学会学術講演会講演論文集，RSJ2013AC3C2-05，東京，(2013)
- (3) 小林重信，“実数値 GA のフロンティア”，人工知能学会誌 Vol.24, No.1, (2009), pp.128--143
- (4) 木村元，“実数値遺伝的アルゴリズム (JGG+REX) による多次元連続パラメータの最適化”，九州大学大学院工学研究院海洋システム工学