

1. 緒言

近年、災害地などでの活動を目的としたロボットがある。このような場所での活動において懸念されるのは地形の起伏による転倒の可能性である。転倒によりそれ以降の走行が不可能になり活動に支障が起こる。

本研究室では、転倒のリスクを失くすために無方向性ロボットについて研究開発している⁽¹⁾。無方向性ロボットとは方向性の概念を取り除くことで移動が可能なロボットのことである。しかし、実際に走行する場合には障害物により止まる問題もある。先行研究⁽²⁾では無方向性ロボットの1つである無方向性四輪車の超音波センサを用いた制御法が提案された。本報告では無方向性四輪車を対象に経路追従による障害物回避を伴う走行を行わせる制御法を開発し、その有効性を検証する。

2. 制御法

本研究では、ロボットの経路追従誤差を低下するように、PID制御法に基づいて制御則を開発した。開発した制御則を式(1)に示す。

$$F = K_C(\theta)[K_C^T(\theta) \cdot K_C(\theta)]^{-1}U \quad (1)$$

ただし、 $K_C(\theta)[K_C^T(\theta) \cdot K_C(\theta)]^{-1}$ はロボットの非線形に対応するために導入した $K_C^T(\theta)$ の一般化逆行列である⁽³⁾。

$$K_C(\theta)[K_C^T(\theta) \cdot K_C(\theta)]^{-1} = \begin{bmatrix} -(\sin \theta - \pi/4)/2 & (\cos \theta - \pi/4)/2 & 1/4D \\ (\cos \theta - \pi/4)/2 & (\sin \theta - \pi/4)/2 & -1/4D \\ -(\sin \theta - \pi/4)/2 & (\cos \theta - \pi/4)/2 & 1/4D \\ (\cos \theta - \pi/4)/2 & (\sin \theta - \pi/4)/2 & -1/4D \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{Px}e_x + K_{Dx}\dot{e}_x + K_{Ix} \int_0^t e_x dt \\ K_{Py}e_y + K_{Dy}\dot{e}_y + K_{Iy} \int_0^t e_y dt \\ K_{P\theta}e_\theta + K_{D\theta}\dot{e}_\theta + K_{I\theta} \int_0^t e_\theta dt \end{bmatrix}$$

u_x はx軸方向の力、 u_y はy軸方向の力、 u_θ はロボットの姿勢角度に関するトルク、 e_x はx軸座標位置の誤差、 e_y はy軸座標位置の誤差、 e_θ はロボットの姿勢角度の誤差、 $K_{pj}(j=x,y,\theta)$ は比例ゲイン、 K_{Dj} は微分ゲイン、 K_{Ij} は積分ゲインを示す。式(1)より各ホイールの駆動力が算出される。

3. シミュレーション

今回開発した制御法の有効性を検証するためにシミュレーションを行った。シミュレーションでは実際の走行に近い状態を表現するために摩擦を考慮した。目標経路でのシミュレーション結果を図1に示す。図1に制御パラメータも示す。

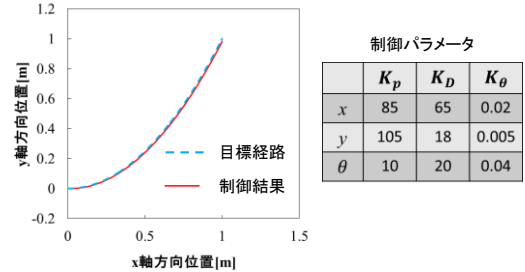


図1 曲線経路でのシミュレーション結果

シミュレーションの段階では提案手法は有効であると考えた。しかし、実際に制御法が使用可能かどうか実機実験を行う必要がある。

4. 実機実験

制御法が実際に使用可能かどうか実機実験を行った。実験は天井に設置されたカメラでロボットの位置を計測しながら行った。実験結果を図2に示す。

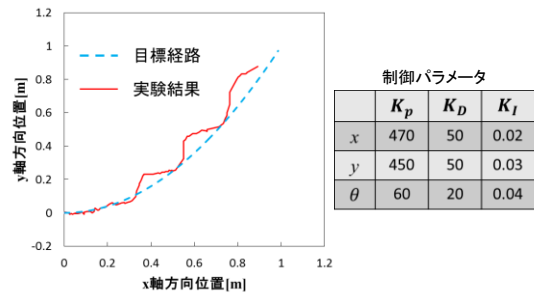


図2 曲線経路での実験結果

実験結果より実際の摩擦は複雑なものであり、そのため経路追従の精度が低下したと考えた。

5. 結言

経路追従による制御法を開発し、その有効性を検証した。実機実験により提案手法は有効でないと考えた。今後は経路追従の精度の向上のために他の制御法を開発する必要がある。

文献

- (1) 田中秀明, 王碩玉, 河田耕一: 非方向指向性ロボット, 第20回日本ロボット学会学術講演論文集, PP.3J24 (2002年) 西元裕人, “超音波センサを用いた全方向移動車の制御”, 高知工科大学システム工学群, 卒業論文, pp. 1-8, 2013.
- (2) 西元裕人, “超音波センサを用いた全方向移動車の制御”, 高知工科大学システム工学群, 卒業論文, pp. 1-8, 2013
- (3) 細矢正廣, 制御対象装置, “メカナムホイールを用いた全方向移動車の製作”, 山形県立産業技術短期大学校紀要 (11), pp. 81-84, 2005