

B4-20 仮想連結ロボットに対する連結点の補正による追従システムの構築

知能システム制御研究室 西村 咲恵

1. はじめに

近年、倉庫業界では慢性的な人手不足と、宅配取扱個数の増加により、一人ひとりの負担が大きくなっている。このような場合、移動ロボットが注目されるが、移動ロボットを導入するにおいて対象環境のモデル構築や走行のガイダンスが必要となる。

そこで本研究では、先行車への“追従”をコンセプトに経路生成を行い、追従ロボットが先行車に正確に追従する運搬支援システムを構築する。これにより、荷物運搬の負担を軽減し、労働者一人当たりの負担を軽減させることを目指す。本研究では、仮想連結モデルと光測域センサを用いたハイブリッドな制御を行い、高精度な追従を目的として開発を行う。

2. 追従システムの概要

初めに光測域センサを用いて深度情報を取得し、深度情報から先行車の輪郭を抽出する。先行車の向きは、先行車の背面の傾きを最小二乗法で求める。

追従方法は仮想連結モデル [1] を採用する。(1)、(2) 式より、追従車の目標速度 V_2 および、目標角速度 ω_2 を求めることで追従可能になる。

$$\phi = \theta_1 - \theta_2 \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ \omega_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \phi & l_1 \sin \phi \\ \frac{1}{l_2} \sin \phi & -\frac{l_1}{l_2} \cos \phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ \omega_1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. 仮想連結点の補正

計算によって生じる誤差は、回数を重ねるごとに増加する。そこで、仮想連結点 C を補正しながら追従することで、より高精度な仮想連結モデルを構築することができる。仮想連結点 C の補正とは、先行車側から見た仮想連結点 C1 と、ロボット側から見た仮想連結点 C2 を一致させることである。理解図を

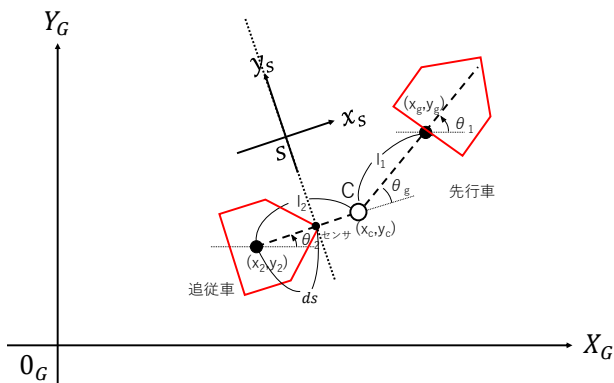


Fig. 1 仮想連結点 C の補正に関する理解図

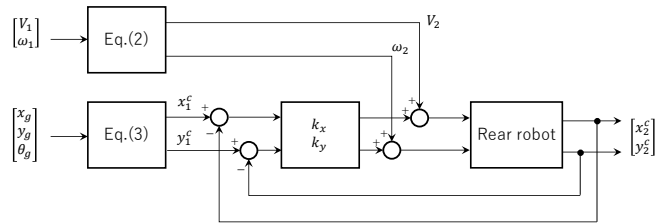


Fig. 2 仮想連結点補正のフィードバック制御則

Fig. 1 に示すととも、C1 の座標を (3) 式、C2 の座標を (4) 式に示す。

C1 の座標 (x_1^c, y_1^c) を目標値としたフィードバック制御により C2 の座標 (x_2^c, y_2^c) を得る (Fig. 2 参照)。

$$\begin{bmatrix} x_1^c \\ y_1^c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_g - l_1 \cos \theta_g \\ y_g - l_1 \sin \theta_g \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d_s \cos \theta_2 \\ d_s \sin \theta_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} x_2^c \\ y_2^c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 + l_2 \cos \theta_2 \\ y_2 + l_2 \sin \theta_2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

4. 実機実験

先行車と追従ロボットの実機を用いた検証実験を行った。仮想棒の比率は $l_1 : l_2 = \alpha : 1 - \alpha$ とし、この実験では $\alpha = 0.5$ とする。先行車側の仮想連結点 C1 と追従ロボット側の仮想連結点 C2 を Fig. 3 に示しているが、(b) では両者が一致しており、正確に先行車を追従できていることがわかる。

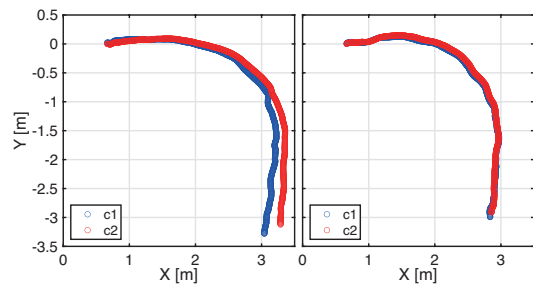


Fig. 3 仮想連結点 C1 および C2 の軌跡比較

5. まとめ

追従ロボットが先行車に正確に追従する運搬支援システムの構築を行った。光測域センサによる仮想連結点 C の補正によって、高精度な追従を実装できた。

参考文献

[1] 古江, 竹森: 重み付き最小二乗法による人の姿勢推定法と仮想連結モデルを応用したロボットの人追従機能, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 2P3-B07, 2021