

はじめに

研究背景

- ロボット同士が積極的にフォーメーションを構成することで**作業効率の向上**が期待できる
- フォーメーション形成方法が複数提案されているが、各制御則の**明確な特徴づけ**やそれらの**比較**が進んでいない。



3つの異なる制御則によるシミュレーション結果から**ロボット群の過渡応答**を比較し、実機実験により制御則の**有用性・実装性**を確認

移動ロボットモデルと仮想構造

移動ロボットモデル

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_i \\ \dot{y}_i \\ \dot{\theta}_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta_i & 0 \\ \sin\theta_i & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_i \\ \omega_i \end{bmatrix}$$

仮想構造

ロボットから**一定距離に固定された仮想のロボットを仮想構造**と呼ぶ。フォーメーションを形成するために仮想構造を導入する(Fig.1)。

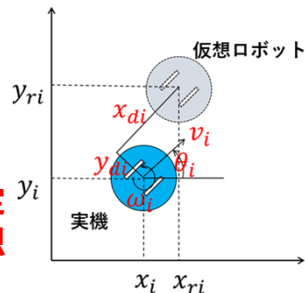


Fig.1 仮想構造

制御則①②

制御則①

フォーメーション形成問題は、各ロボットがその仮想構造の状態を一致させる問題へと帰着させることができる(Fig.2)。

制御則②

r_i を仮想ロボット*i*の現在位置座標とし、 r_i^* を目標のフォーメーション形成時の基準位置からの相対位置とする。 $\hat{r}_i = r_i - r_i^*$ とすると、 **\hat{r}_i をすべてのロボット間で一致させる問題**と考えることができる(Fig.3)。

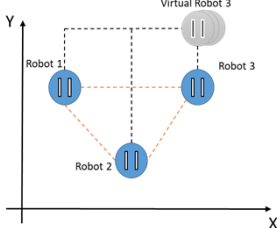


Fig.2 制御則①

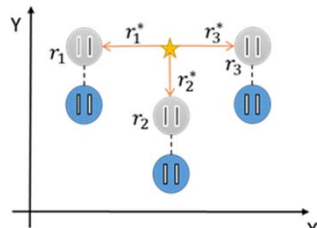


Fig.3 制御則②

リーダー・フォロワー型制御則

リーダーフォロワー型

親ロボットと子ロボットの仮想構造の**追従偏差**
 $z_{ei} = [x_e \ y_e]$ を0にすることでフォーメーションを形成する。

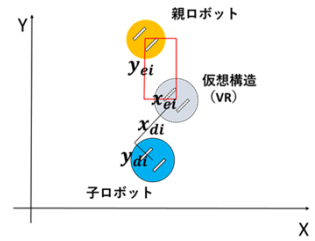


Fig.4 リーダーフォロワー型

シミュレーション・実験結果

Fig.5~7に3つの制御則を用いたシミュレーション結果, Fig.8に制御則②を用いた実機実験結果のxy軌跡を示す。

Fig.5,7では2台のロボットで切り返しが発生しているのに対し, Fig.6ではなめらかにフォーメーションを形成していることから, 制御則②の収束性が高いことがわかる。

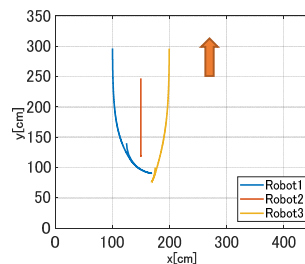


Fig.5 制御則①

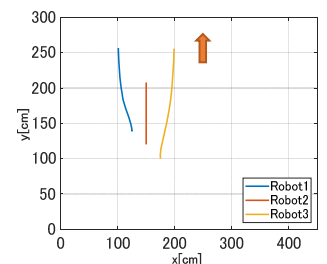


Fig.6 制御則②

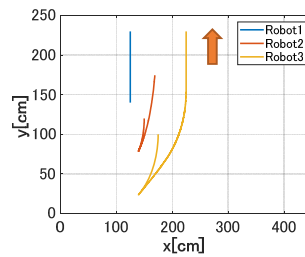


Fig.7 LF型

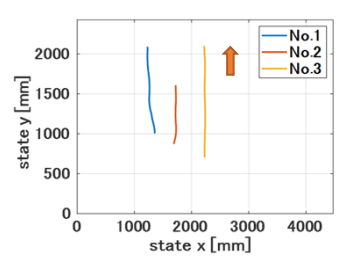


Fig.8 実機実験

まとめ・今後の展望

シミュレーションにより**収束性の高い制御則**を示し、実機実験により**有用性・実装性**を確認した。今後は衝突回避や障害物回避、より迅速で安定な制御のための実機実験環境の改善を検討したい

参考文献

1. 池田 高, J. Jongusuk, 池田 貴, 美多: ノンホロノミック車両のフォーメーション制御, IEEJ Trans. IA, Vol. 124, No. 8, pp. 814-819 (2004)
2. 吉岡, 滑川: 仮想構造を用いたマルチビークルシステムのフォーメーション制御, 第7回制御部門大会 (2007)