

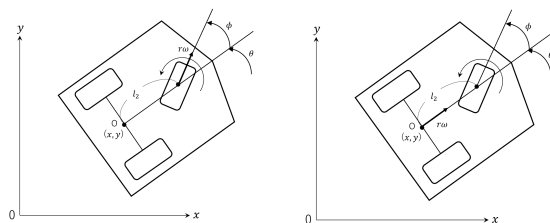
1. はじめに

近年、物流業界で労働力不足が問題となっている。宅配取扱個数の増加による、従業員一人当たりの負担の増加から労働時間削減と稼働率向上により労働効率性を向上させることが求められている。そのような背景から、本研究ではロボットが人に追従する運搬支援システムを構築することによって労働効率性を向上し、荷物運搬の負荷を軽減し、従業員一人当たりの負担を軽減させることを目的に人追従ロボットの開発を行う。人追従ロボットの実装において、先導する人の姿勢推定を高精度に行うことは重要である。本研究では、追従対象である人の姿勢をテンプレートマッチングにより推定し、前輪操舵前輪駆動モデル及び前輪操舵後輪駆動モデルを応用した人追従システムを提案する。

2. 追従システム概要

始めに光測域センサを用いて深度情報を取得し、深度情報から人の輪郭を抽出する。人の姿勢推定はテンプレートマッチングを用いて求める。あらかじめ人の外郭の形状をテンプレートとして生成しておき、測定された人の輪郭の左端の測定点と右端の測定点の midpoint を中心とする $8 \times 8\text{cm}$ の範囲内で順にテンプレートを配置し、 1° ずつ $-90 \sim 90^\circ$ 回転させそれぞれの類似度を求める。最も類似度が高い場合の位置と角度を人の姿勢推定結果とする。

追従方法は前輪操舵前輪駆動モデル及び前輪操舵後輪駆動モデルを採用する。それぞれのモデル式を(1)、(2)式に示す。追従車の速度 \dot{x} 、 \dot{y} と角速度 $\dot{\theta}$ を求めることで追従可能になる。



(a) 前輪駆動モデル (b) 後輪駆動モデル

Fig. 1 前輪操舵駆動モデルの概要図

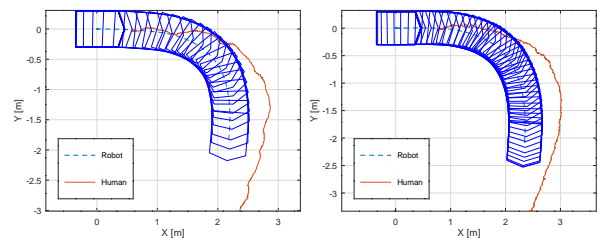
$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \phi \cos \theta & 0 \\ \cos \phi \sin \theta & 0 \\ \frac{\sin \phi}{l_2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r\omega \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 \\ \sin \theta & 0 \\ \frac{\tan \phi}{l_2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r\omega \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. 実機実験

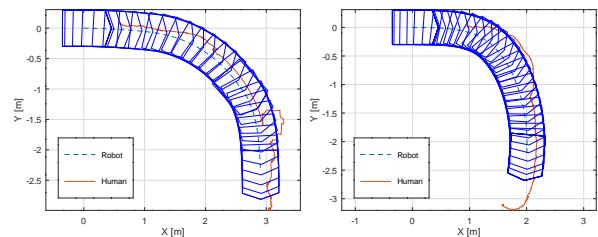
実際にロボットを動かして実験を行った。実験の追従対象は人型の段ボールと人で行い、追従対象が直進後少ししたら右に旋回してロボットが追従するか確認した。その結果を Fig. 2, Fig. 3 に示す。

Fig. 2 より前輪操舵前輪駆動モデルの場合、追従できているが、内輪差によりロボットの軌跡が人の軌跡よりも内側を通っていることが確認できる。一方で Fig. 3 より前輪操舵後輪駆動モデルの場合、内輪差の影響が少なく人の歩行した軌跡に沿って追従できていることが確認できる。



(a) 対象：人 (b) 対象：人型段ボール

Fig. 2 前輪操舵前輪駆動モデルの場合



(a) 対象：人 (b) 対象：人型段ボール

Fig. 3 前輪操舵後輪駆動モデルの場合

4. まとめ

本研究は従業員の負担を削減することを一人当たりの負担を軽減することを目的に、人追従ロボットの構築を行った。ロボットでの追従は行えたが、センサで測定されたデータ数や環境要因等によって一時的にはずれた姿勢推定値が取得されたとき、追従が困難になってしまうため、今後の課題として、追従を継続できるシステムの構築を目指す。

参考文献

- [1] 中野, 小森谷, 米田, 高橋: 高知能移動ロボティクス, 2章, 講談社サイエンティフィック (2004)