

## 1. はじめに

近年、少子高齢化の影響により様々な分野で労働力の低下が問題となっている。労働力の低下に伴い、労働者一人当たりの負担増加が懸念されており、これを解決するために人と一緒に協調作業を行うことができるロボットの需要が高まっている。人が行う作業には様々な種類があるが、特に搬送作業は労働者にかかる肉体的負担が他の作業と比べて高いことからロボットとの協調作業による負担の軽減が期待できる。このような背景から、人とロボットとの協調搬送を可能にするために必要となる人の意図推定に関するシステム構築の実現を目指す。本研究では、大腿部の輪郭抽出で得た平面座標を基に、直進運動における相対距離、および速度の変化に対する閾値を用いた歩行開始・終了時の判断が可能となる意図推定システムを提案する。

## 2. 意図推定システムの概要

まず、光測域センサを用いて大腿部の輪郭抽出を行う。搬送開始前、Fig. 1aのように測定範囲を予め定めることで大腿部の輪郭を抽出する。輪郭の抽出後、抽出した $n$ 個の点群に対する重心点 $(x_g, y_g)$ を以下の式で算出する。

$$x_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad y_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (1)$$

このとき重心点の座標を $(x_g, y_g)$ 、計測点の座標を $(x_k, y_k)$ とすると重心点と計測点との距離 $r_k$ は

$$r_k = \sqrt{(x_k - x_g)^2 + (y_k - y_g)^2} \quad (2)$$

と表せる。Fig. 1aに示すように $r_k$ が重心点を中心とした半径 $r_g$ よりも小さい場合、その計測点を抽出する。これにより、光測域センサの走査時間毎に測定範囲が更新されるため、搬送開始後において人が静止していない場合にも輪郭抽出が可能となる。

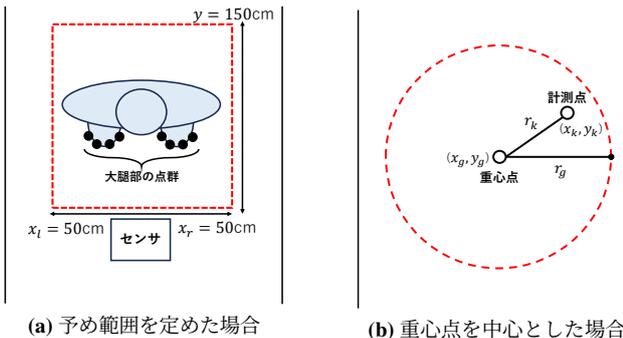


Fig. 1: 光測域センサによる輪郭抽出

次に、算出した重心点を用いて歩行開始・歩行終了時の意図推定を行う。歩行開始時では、相対距離が必ず変化するためこの変化量について閾値を定める。ただし、人が静止状態のときロボット側が歩行を開始したと誤判断をしない変化量を考慮する。これにより、静止状態から歩行に切り替わるタイミングで閾値を超えたときに歩行開始の判断を行う。歩行終了時では、人が歩行中から停止する際にロボットとの相対距離が大きく変化するため、この区間の速度を閾値とすることで歩行終了の判断を行う。

## 3. 検証実験

実際にロボットを用いて実験を行った。人とロボットが搬送物を持った状態で静止し、人が直進運動を行ったときにロボットが歩行開始と判断するか、また歩行中から停止したときに歩行終了と判断するかそれぞれ5回確認を行った。その結果をTable 1に示す。結果から、後進時と前進→後進時において各計測回数に対して全て正常に意図推定が行えたことを確認した。しかし、前進時と後進→前進時において一部失敗がみられた。

Table 1: 試行5回中の成功回数

被験者/方向	前進	後進	前→後	後→前
A	5	5	5	5
B	3	5	5	4
C	5	5	5	4

## 4. まとめ

本研究では、協調搬送時の労働者にかかる負担を軽減することを目的に、直進運動における搬送開始・終了時の意図推定システムの構築を行った。後進時、および前進→後進時において閾値を用いて正常に意図推定が行えたが、特に前進時において失敗がみられた。人と搬送物との距離が近いとき、体の重心移動による瞬間的な速度変化が閾値を超えてしまう場合があるため、今後の課題として物を把持する人の姿勢変化を考慮した意図推定を行う必要があると考えられる。また、現状の意図推定システムでは歩行開始・終了時しか対応していないため、歩行開始後の速度変化を加味したシステムの実装を目指す。

## 参考文献

- [1] 厚生労働省 (2023) 「労働経済動向調査」  
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/koyou/keizai/2305/dl/4kekagaiyo.pdf>(参照日 2024年1月31日)