

1. はじめに

最近、新型コロナウイルス (COVID-19) の流行により、在宅ワーク化が進んだり、外出を自粛する人が増加したことにより自宅への配達が増え、配達員が不足する懸念がある。そこで、自宅への配達を自律移動ロボットにより行うことで、人手不足を解消することができるだけでなく、重たい荷物も楽に運ぶことができる。配達をロボットが行うにあたり、マンション等に存在する階段環境に対応する必要がある。階段環境に対応するにあたり、階段に存在している狭い踊り場をロボットが進む必要がある。

そこで、本研究では、光測域センサを用いた踊り場の認識、極座標表現による5次多項式にて、自動搬送ロボットが階段環境へ対応するために必要な、階段環境に存在する踊り場の最適な経路計画を行う。極座標表現による5次多項式は始点および終点の座標、姿勢角、曲率の情報より曲線を生成する方法である。この方法により、すべての姿勢角に対応した経路計画を行うことができる。

2. 経路計画のシステム

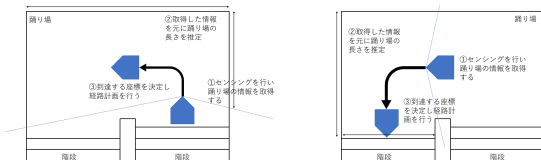
本研究では、自律移動ロボットの階段環境における踊り場の経路計画を行うシステムを構築する。

経路計画のイメージを Fig. 1 に示す。まず、光測域センサを用いて踊り場の情報を取得する。取得した情報を元に踊り場の前方の壁および側方の壁の寸法を求めことでロボットが到達したい座標点を決定する。

階段を昇り踊り場に到達した直後のセンシングでは次の階段の正確な座標を取得することができない。そこで、踊り場の真ん中辺りに中間地点を設けて2段階に分けて経路計画を行う。そして、決定した座標を元に以下に示す極座標表現による5次多項式を用いることで経路計画を行う。

$$r(\phi) = a_0 + a_1\phi + a_2\phi^2 + a_3\phi^3 + a_4\phi^4 + a_5\phi^5 \quad (1)$$

$$\begin{cases} x = r \cos \phi \\ y = r \sin \phi \end{cases} \quad (2)$$



(a) 踊り場における前半部分の経路計画 (b) 踊り場における後半部分の経路計画

Fig. 1 経路計画のシステム

3. シミュレーション結果

Fig. 2, にシミュレーション結果を示す。Fig. 2 は工学部棟 J 棟におけるシミュレーション結果である。

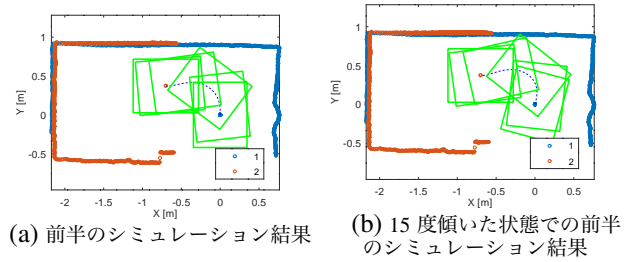


Fig. 2 工学部棟 J 棟におけるシミュレーション結果

Fig. 2(a) ではギリギリぶつからずに中間地点に到達できているが、踊り場のような狭小空間では、Fig. 2(b) のようにロボットが15度傾いただけでぶつかってしまう。そこで、以下に示す衝突回避システムにより、この問題を解決する。これにより、踊り場に限らず様々な狭小空間へ対応することができる。

4. 衝突回避システム

衝突回避システムのイメージを Fig. 3 に示す。まず、障害物との距離データを図のようなグリッドによりロボットとの座標に変換する。これにより、ロボットは、空いているスペースを把握することができ、その空いているスペースの重心を求め、その重心を目指す速度 V と角速度 ω をロボットに与えることで衝突を回避する。衝突回避を行った結果を Fig. 5 に示す。Fig. 5 を見ると、ロボットが空いている左側のスペースを選択し、壁との衝突を回避していることが分かる。

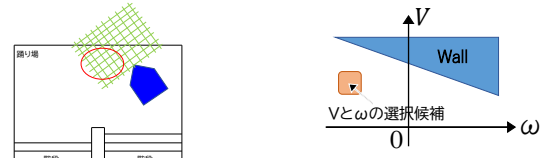
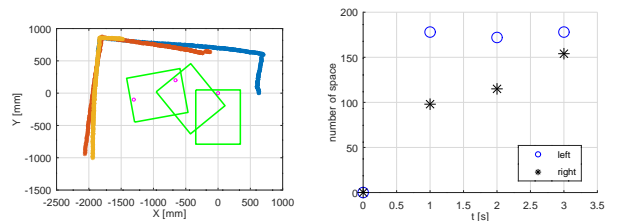


Fig. 3 衝突回避システム Fig. 4 V と ω の決定について



(a) ロボットの位置 (b) 左右のスペースの比較

Fig. 5 衝突回避

5. まとめ

極座標表現による5次多項式を用いることで自動搬送ロボットの経路計画を行えた。しかし、踊り場のような狭小空間では障害物との衝突の危険性が高いため、衝突を回避するシステムによりこの問題を解決した。このシステムにより、搬送ロボットの障害となる様々な狭小空間に対応可能となり、自動搬送ロボットの屋内での実用化に期待できる。