

自律移動ロボットにおける動的障害物回避に関する研究

日大生産工(院)

○幸田 朋侑

日大生産工

矢澤 翔大

日大生産工

新妻 清純

日大生産工

黒岩 孝

1. はじめに

近年、少子高齢化に伴い、国内での労働力不足は大きな社会問題になりつつある。その解決策として、人間と共生しながら補助を行えるロボットの開発が切望されており、中でもオペレーターの操作が不要で、自律的に移動しながら各種の作業を行うことができる自律移動ロボットには大きな期待が寄せられている。この様なロボットを運用する際に問題となるのは、人間や車両、他のロボットなど、周辺で予告なしに動き回る動的障害物の存在である。自律移動ロボットは、現在地から目標地点まで動的障害物に接触することなく移動しなければならないため、時々刻々と変化する周囲の状況を把握しながら、リアルタイムに最適な経路を求める必要がある。本研究では、その様な問題の解決方法について検討を行う。

2. 検討結果

自律ロボットが障害物との衝突を回避するには、周辺の深度情報(周囲の物体までの距離から得られる点群データ)が必要である。図1に、深度情報を測定する装置の例を示す。同図(a)はToF(Time Of Flight)カメラで、比較的近距离での測定に使用される。一方、同図(b)はLiDAR(Light Detection and Ranging)で、遠距離での測定が可能である。ToFカメラは3次元、LiDARは2次元あるいは3次元の深度情報を取得するのに用いる。



(a) ToF カメラ (Intel 社 Realsense D435i)



(b) LiDAR (Livox製mid-40)

図1 深度情報の測定装置

Study on Collision Avoidance among Moving Obstacles for the Autonomous Mobile Robot

Tomoyuki KODA, Syota YAZAWA, Kiyozumi NIIZUMA and Takashi KUROIWA

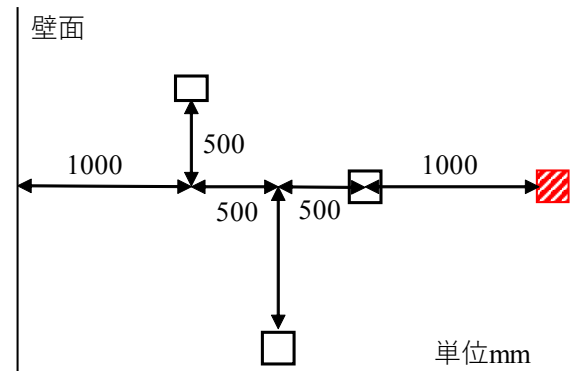
図2は、LiDARによる深度情報の測定例を示す。同図(a)は3つの障害物(同図中の四角形)と、斜線の場所に設置したLiDARとの位置関係を表し、同図(b)はその際の深度情報の分布を示す。同図より、障害物の側面や後方にはレーザが照射されないので、深度情報が欠落していることがわかる。現在地から目的地までの経路を求めるアルゴリズムとして良く知られているのは、走行可能経路をグリッドマップで表し、最短経路を求めるA*探索法¹⁾や、ポテンシャル場を用いる方法²⁾などがあり、後者の方が計算コストが低いとされている。ここではリアルタイムに経路を求める必要があるので、ポテンシャル場を用いる方法について検討を行う。この場合は、仮想的に目的地から受ける引力と障害物から受ける斥力を考え、適切なポテンシャル関数を用いてそれぞれのポテンシャル場の分布を求めることで経路を探索する方法である。ポテンシャル分布を作成するのに良く用いられるのは、次式の様なガウス関数による表現である。

$$p(x) = \sum_{i=1}^N A_i \exp\left(-\frac{\|\mathbf{r} - \boldsymbol{\mu}_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad \dots\dots\dots(1)$$

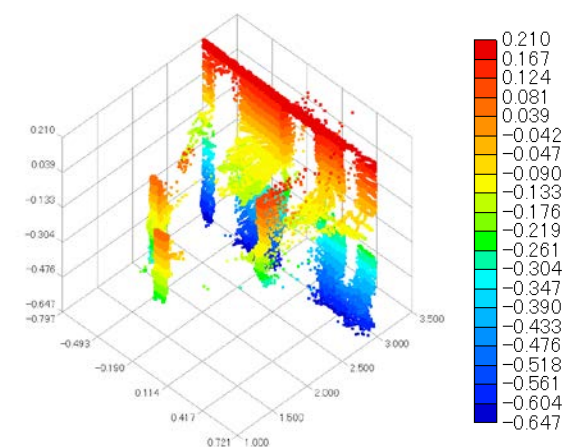
ここで $\mathbf{r}$ は平面上の座標で、 $\boldsymbol{\mu}_i$ は目的地又は障害物の位置を表す。 A_i 及び σ_i は適当な定数で、 A_i については目的地の場合は負、障害物の場合は正の値とする。また、 N は目的地及び障害物の総数を表す。障害物が動く場合については、該当のポテンシャル関数を変形させる方法が検討されており、例えば確率変数を角度の関数として表す von Mises 分布等³⁾が用いられている。

3. まとめ

自律移動ロボットが動的障害物に接触することなく移動できる様、リアルタイムに最適な経路を求める方法について検討を行った。今後は、シミュレーションや実験により手法の有効性を確認する予定である。



(a) 障害物と LiDAR との位置関係



(b) 深度情報の分布

図2 LiDARによる深度情報の測定例

参考文献

- 1) P.E.Hart,N.J.Nilson and B.Raphael:”A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths”, IEEE Trans.on SSC,pp.100-107(1968)
Y. Koren; J. Borenstein:”Potential field methods and their inherent limitations for mobile robot navigation”,1991 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.9-11 (1991)
- 2) 星野智史, 牧幸一郎:” 人の動特性とロボットの混雑を考慮した人工ポテンシャル法の提案”, 26th 自律分散システム・シンポジウム, 1A1-4 (2014)