

自律移動ロボットにおける動的障害物の回避に関する研究

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. まえがき

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、労働者の代わりに人間と共生しながら作業できる自律型ロボットが注目されており、中でも事前に移動コースを設置する必要がなく、オペレーターの操作も不要な自律移動ロボットには、大きな期待が寄せられている。自律移動ロボットには、現在地から目的地まで障害物に接触することなく移動できることが求められるが、屋内工場のような現場では、構造物や什器などの静的障害物の他に、人間や車両、台車など、ロボットの周辺で予期せず動く動的障害物が存在するため、自律移動ロボットの周囲の状況を常時把握しながらリアルタイムに移動経路を算出する必要がある。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、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]などがよく知られており、後者の方が計算コストは低いとされているため、リアルタイムでの処理が期待できる。そこで本研究では、自律移動ロボットの周囲にある障害物の位置情報からポテンシャル場を求めることで、動的障害物を回避する移動経路を得られるか検討する。

2. 実験方法および測定方法

ここでは、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、次式のようなガウス関数からポテンシャル場の分布を求め、移動経路を算出する。

$$p(x) = \sum_{i=1}^N A_i \exp - \left(\frac{r - \mu_i}{2\sigma_i^2} \right) \quad (1)$$

ここで \mathbf{r} は平面上の座標で、 μ_i は目的地又は障害物の位置を表す。 A_i 及び σ_i は定数であり、 A_i は1つの障害物を作るポテンシャル値の最大値、 σ_i は傾きを表す。また、 A_i については目

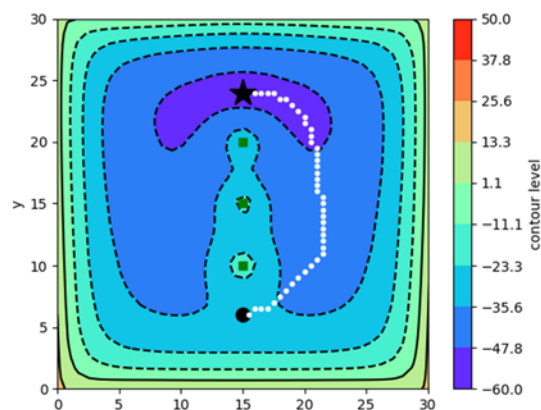


Fig.1 ポテンシャル場の分布と移動経路の推定例

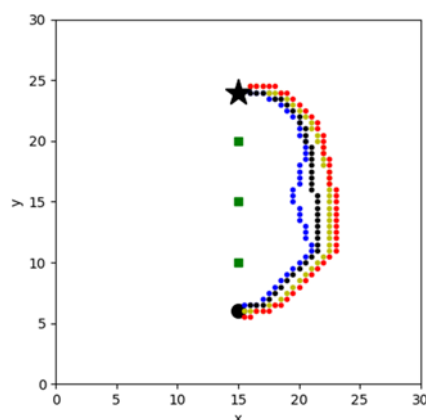


Fig.2 移動経路の推定結果(0.1 ≤ σ₂ ≤ 2)

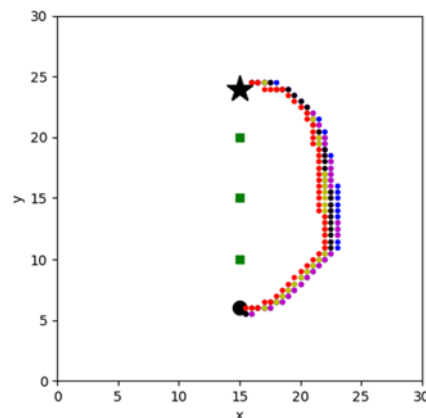


Fig.3 移動経路の推定結果(2 ≤ σ₂ ≤ 4)

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

Tomoyuki KODA, Syota YAZAWA, Kiyozumi NIIZUMA and Takashi KUROIWA

的地の場合は負、障害物の場合は正の値とする。Fig.1に実際に経路生成を行った時の例を示す。黒い丸がスタート地点、星が目的地、緑色の四角形が障害物、白い線が経路である。s

3. 実験結果および検討

ここでは四方を壁とした正方形の空間を考え、中心線上に自律移動ロボットと3つの障害物を等間隔に配置した後、式(1)の定数 A_i 及び σ_i の値を変更した場合の移動経路を求める。Fig.1に示した例では障害物における A_i を30、 σ_i を1としており、この値の前後で変更を行う。Fig.2及びFig.3は、中央の障害物における σ_2 の値を変更した場合の結果である。Fig.2に示した青、紫、黒、黄色、赤の線は、それぞれ $\sigma_2=0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ の場合の経路を示しており、Fig.3に示した青、紫、黒、黄色、赤の線は、それぞれ $\sigma_2=2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0$ の場合の経路を示している。 $\sigma_2 \leq 2.5$ では σ_2 が増えるにつれて経路が外側を通るが、 σ_2 の値が2.5を超えると経路が内側を通るようになる。この理由として、中央の障害物のポテンシャルが、他の障害物や壁によるポテンシャルに強く影響を及ぼしているためと考えられる。一方Fig.4は、中央の障害物において $\sigma_2=1$ とし、 A_2 の値を変更した場合の結果である。Fig.4に示した青、紫、黒、黄色、赤の線は、それぞれ $A_2=10, 30, 50, 70, 90$ の場合の経路を示しており、 A_2 の値が増すにつれて外側の経路を通ることが分かる。一方Fig.5は、 $\sigma_2=2$ とした場合の結果である。この場合は $A_2 > 70$ の時に経路が求まらないことを確認している。またFig.6は $A_2=60$ とした場合の結果である。同図中の青、紫、黒、黄色、赤の線は、それぞれ $\sigma_2=0.1, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0$ の場合の経路を示している。この場合は σ_2 が2.0及び3.0において経路が求められなくなるものの、 $\sigma_2=4$ の時には再び経路が求まることがわかる。

4. まとめ

ガウス関数における定数の σ 及び A の値を変更したときの経路の変化を検討した。定数の値によっては経路が生成できない場合があり、 σ を変えた際に障害物に近い経路を通ることなども確認している。今後は、適切な経路が求められるような定数 σ 及び A の決め方について検討を行う予定である。

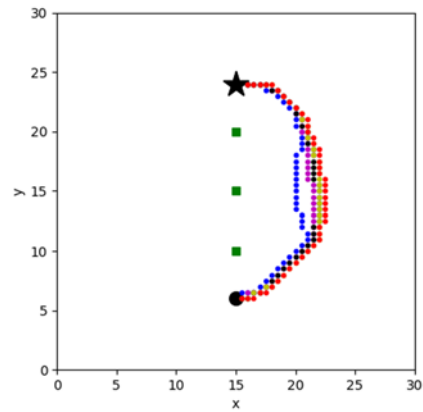


Fig.4 移動経路の推定結果($\sigma_2=1, 10 \leq A_2 \leq 90$)

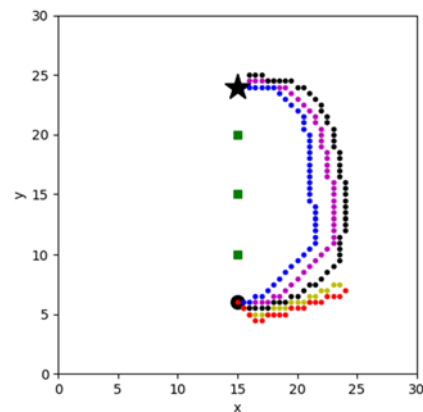


Fig.5 移動経路の推定結果($\sigma_2=2, 10 \leq A_2 \leq 90$)

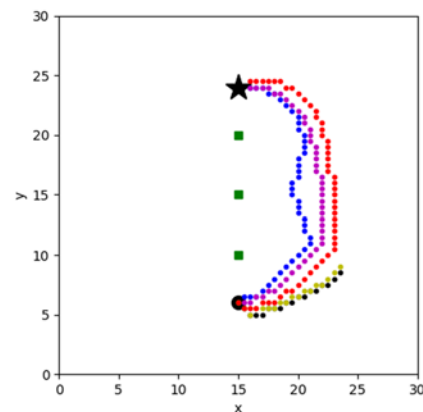


Fig.6 移動経路の推定結果($A_2=60, 0.1 \leq \sigma_2 \leq 4$)

参考文献

- 1) P.E.Hart, N.J.Nilsson and B.Raphael: "A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths", IEEE Trans. on SSC, pp.100-107 (1968)
- 2) 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)