

グラフ上の反応拡散方程式を用いた境界を有する障害物環境における移動ロボットの探索

グラフ上の反応拡散方程式 (Reaction-Diffusion on a Graph, 以降 RDEG と略す) を用いた, 障害物環境における移動ロボットの探索動作の新しいフレームワークを提案している. ロボットの動作生成において, 対象とする未知環境領域全体を掃引する経路を生成する必要がある. この問題に対して, 本手法では, より効率的な経路生成のために, 探索対象環境領域の境界情報を利用している. 探索対象環境内には未知障害物が存在しているため, 経路上をロボットが走行している最中に, 未知障害物に遭遇する可能性がある. 当初計画した経路を通行できない場合には, その経路を変更して新しい経路を生成しなければならない. 経路再生成のアルゴリズムの概要を Fig. 1 に示す. ロボットが全周を見渡す距離センサを有し, ある場所に立ち止まって観測する場合には, 掃引問題はロボットが周囲を見渡す点 (観測点) を領域内のどの部分に設定し, それらをどう連結するかという問題に帰結する. まず, できるだけ少ない数の観測点を環境内に分散させる方法論としては RDEG 法を用いる. 観測点が配置できたなら, それらの点を最短経路で結ぶ問題は巡回セールスマン問題 (Traveling Salesman Problem, 以降 TSP と略す) [1] となる. ここでは解法として広く用いられている Lin-kernighan heuristic (LKH) 法を用いる. また近接した 2 つの観測点を結ぶ経路生成が必要であるが, それについては A* 法を用いる.

また地図表現には, 正方形で表現された均一セル表現法を用いる. 各セルは三種類の状態から構成される (Fig. 2). **unexplored cell** は未探索のセル (Fig. 2 では灰色で表現), **occupied cell** は探索の結果障害物領域とみなせるセル (黒色), **free cell** は探索の結果障害物がないと解釈できるセル (白色) である.

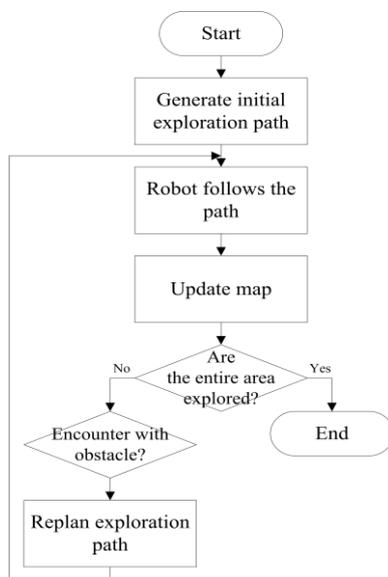


Fig.1. Overview exploration plan flowchart

このような空間表現より, 障害物領域を判断するために画像処理の分野で用いられている connected component analysis を用いる. 障害物領域を発見した場合には, 前述の観測点群を unexplored cell と free cell で表現された環境内で RDEG を用いることで再度配置しなおす. かつまた TSP を再度解くことで対処する. Fig. 3 の左図が探索対象領域で, 右図がロボットが辿った経路を表している. 結果として, ジグザグ走行等の他の手法と経路長等を比較することで, 提案手法の有効性を示した.

Keywords: 移動ロボット, 探索, 境界領域

Reference

- [1] Zhaojia Liu, Lounell B. Gueta, and Jun Ota, Feature Extraction from Partial Shape Information for Fast Grasping of Unknown Objects, Proceedings of the 2011 IEEE Int. Conf. Robotics and Biomimetics (ROBIO2011), 1332/1337 (2011).

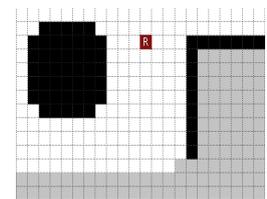


Fig.2. Occupied cell (Black), Unexplored cell (Grey), Free cell (White).

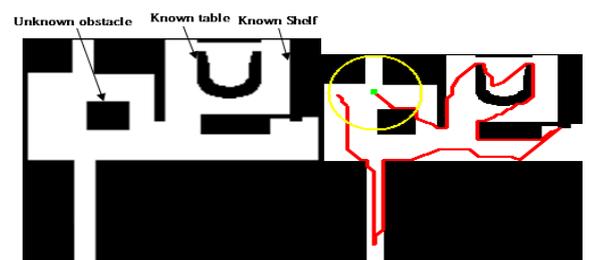


Fig.3. Simulation's practical experiment map and RDEG (proposed)