

MAC0318 - Projeto 5

Gabriel Kuribara Lasso - 9298016 e Guilherme Shützer - 8658544

October 7, 2017

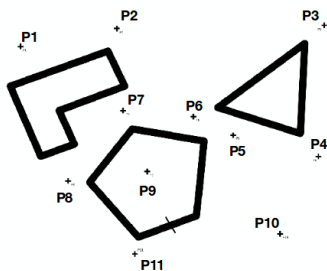
Introdução

Aqui discutiremos três métodos de planejamento de caminhos por busca cega para robôs móveis utilizando um mapa de linhas como entrada: uso de um mapa topológico, um mapa de ocupação e um mapa de visibilidade e mostraremos alguns resultados experimentais.

Parte A - Testes de navegação

Como sugerido nos slides, realizamos alguns testes de trajetórias de P1 a P10, e observamos que quanto mais direta a trajetória e por menos pontos intermediários o robô passar, menor é o erro.

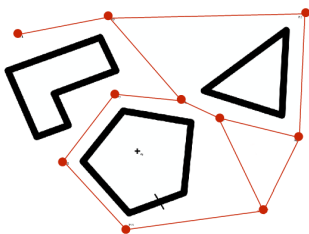
Por exemplo, o caminho P1, P2, P6, P5, P10 tinha resultados bem melhores que o P1, P2, P6, P7, P8, P11, P10.



Parte B - Mapa topológico

Essa parte foi a mais simples de implementar. Simplesmente criamos um grafo com cada vértice associado a um ponto e cada aresta com peso igual a distância desses pontos e, então, usamos um algoritmo de busca nesse grafo.

O grafo criado foi o seguinte:

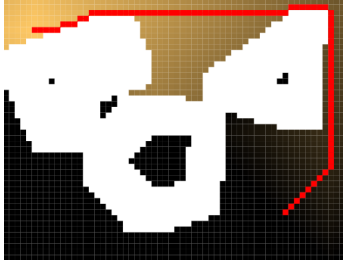


Os resultados do teste seguem:

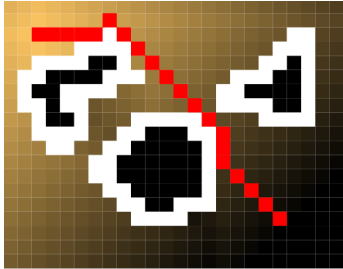
Trajetoória	Erro
P1 - P10	3.5cm
P11 - P1	2.5cm

Parte C - Mapa de ocupação

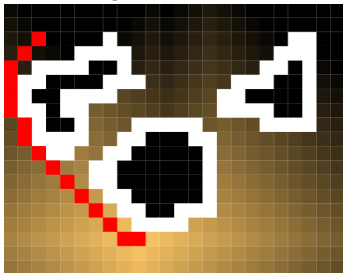
Aqui já tivemos que nos preocupar com a dilatação dos obstáculos. Para dilatação de 5cm alguns caminhos já foram fechados, como se pode ver na seguinte imagem da trajetória de P1 a P10 (com dilatação de 5cm e células de 2cmx2cm):



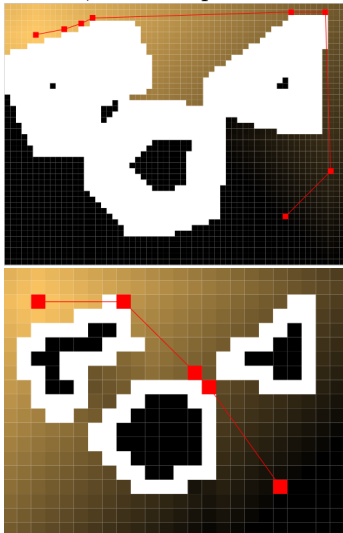
Foi observado que com células menores (como essas de 2cmx2cm) a resolução é maior, mas o erro de medida também aumenta, já que o robô precisou passar por muitos mais pontos. Assim, com células de 5cmx5cm e sem dilatação dos obstáculos se obteve um erro bem menor:

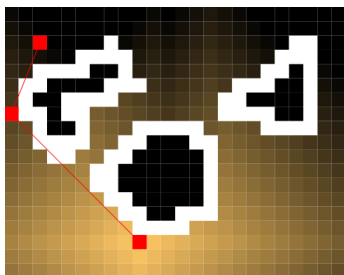


Também, com esses mesmos dados iniciais, foi-se testado outra trajetória, de P11 a P1, mas com a dilatação não foi encontrado caminho (porque o ponto 11 caiu em cima de um obstáculo):



O mais difícil dessa parte foi implementar a linearização da trajetória. Para isso foram pegos os segmentos maximais com extremidades no caminho achado que não interceptam obstáculos, mas mesmo assim em alguns casos foi observado que os segmentos interceptam as pontas de alguns obstáculos, como se pode ver:





Os resultados dos testes seguem nas tabelas:

Sem linearizar, com células 2cmx2cm e com dilatação de 5cm:

Trajetoória	Erro
P1 - P10	47cm
P11 - P1	Caminho não encontrado

Sem linearizar, com células 5cmx5cm e sem dilatação:

Trajetoória	Erro
P1 - P10	15.5cm
P11 - P1	7.5cm

Linearizando, com células 2cmx2cm e com dilatação de 5cm:

Trajetoória	Erro
P1 - P10	12cm
P11 - P1	Caminho não encontrado

Linearizando, com células 5cmx5cm e sem dilatação:

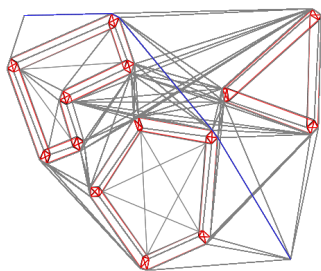
Trajetoória	Erro
P1 - P10	6.5cm
P11 - P1	2.5cm

Parte D - Mapa de visibilidade

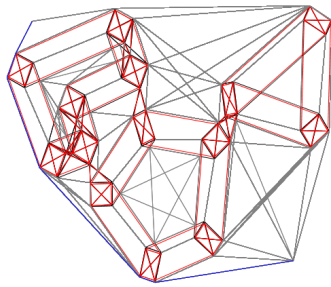
A construção do mapa de visibilidade foi bem complicada. Na primeira solução, encontramos problemas como o robô ir para um vértice de um polígono e, a partir dele, entrar para o interior do polígono, como se estivesse atravessando suas paredes. Isso ocorreu porque para cada fim de segmento de linha ou interseção de duas linhas foi criado um vértice num grafo, e dois vértices estão conectados se a interseção do segmento delimitado por eles não tiver interseção com outros segmentos além dos pontos correspondentes aos vértices, e isso tornava os vértices penetráveis.

A solução para isso foi, no momento da dilatação dos obstáculos, criar paredes falsas 1,1 mais próxima das linhas originais a entrada, as quais não geram vértices. Nas imagens, elas vão estar representadas de vermelho.

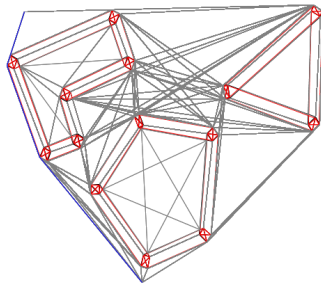
Para a trajetória de P1 a P10, com dilatação de 2cm, o resultado foi o seguinte:



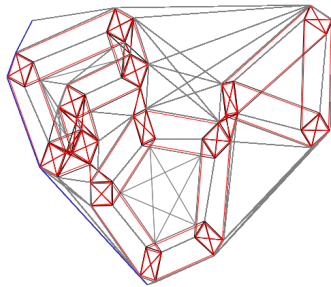
Para a trajetória de P1 a P10, com dilatação de 5cm, o resultado foi o seguinte:



Novamente, assim como no mapa de ocupação, alguns caminhos foram fechados pela dilatação. Para a trajetória de P11 a P1, com dilatação de 2cm, o resultado foi o seguinte:



Para a trajetória de P11 a P1, com dilatação de 5cm, o resultado foi o seguinte:



Dessa vez o ponto P11 não estava dentro de um obstáculo, embora muito perto de um. Os erros foram os seguintes:

Dilatação de 2cm:

Trajetoária	Erro
P1 - P10	6.5cm
P11 - P1	3cm

Dilatação de 5cm:

Trajetoária	Erro
P1 - P10	11cm
P11 - P1	2.5cm

Conclusão

Podemos observar que os erros se tornam maiores quanto mais complicado é o caminho. Um caso extremo foi no mapa de ocupação sem a linearização da trajetória, no qual o robo tinha caminho que passava por dezenas ou até centenas de pontos, fazendo caminhos muito imprecisos.

A dilatação dos obstáculos também foi um fator importante: quanto maior a dilatação, os caminhos se tornavam mais complicados, aumentando o erro, mas por outro lado, com dilatações pequenas o robo andava bastante por cima das linhas com uma das rodas dele.

O método com menores erros foi o de mapa topológico, mas em contrapartida ele necessita de, além de um mapa de linhas, um conjunto de pontos pelos quais o robo pode passar, o que nem sempre é possível de ter.

Uma possível evolução disso seria colocar vários pontos no mapa aleatoriamente uniformemente distribuídos, mas isso evoluiria naturalmente para o mapa de visibilidade, já que só os pontos próximos aos vértices seriam escolhidos.

Naturalmente, o método do mapa de visibilidade também obteve ótimos resultados, embora a maior dificuldade para progredir ele e por ser mais pesado computacionalmente.

O mapa de ocupação, quando sem linearização, é inviável de ser aplicado em um caso real. Mas linearizando a trajetória também obteve resultados decentes.