



Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Relatório da disciplina CM-202: Planejamento e Controle para Robótica Móvel

Laboratório 1: Campos potenciais

Guilherme Müller Bertolino

1. Introdução

O planejamento de trajetória com campos potenciais é uma técnica bastante empregada em problemas de robótica, como por exemplo, no jogo de futebol de robôs VSSS (*very small size soccer*), consiste basicamente em gerar um campo potencial levando em conta a posição do robô, o objetivo e os obstáculos que estão no caminho. Dessa forma, a cada ponto do espaço é atribuído um potencial conforme um conjunto de equações e a trajetória obtida é o caminho que mais diminui o potencial do robô, ou seja, o sentido inverso do gradiente do campo potencial.

Essa técnica possui como principais pontos positivos:

- É fácil de entender e implementar;
- Baixo custo computacional.

Entretanto, entre seus principais problemas, encontram-se:

- É uma estratégia “gulosa” (não pensa no futuro);
- Pode ficar presa em mínimos locais;
- É difícil ajustar seus parâmetros.

2. Metodologia

A simulação dos campos potenciais foi implementada em **Matlab**.

2.1. Potencial atrativo

Para o potencial atrativo do objetivo do robô, tomou-se uma combinação de potencial cônico e parabólico, conforme a Equação 1.

$$U_{att}(q) = \begin{cases} \frac{1}{2}k_{att}d^2(q), & d(q) \leq d_0 \\ d_0k_{att}d(q) - \frac{1}{2}k_{att}d^2(q), & d(q) > d_0 \end{cases} \quad (1)$$

O gradiente desse potencial é dado pela Equação 2.

$$\nabla U_{att}(q) = \begin{cases} k_{att}(q - q_{goal}), d(q) \leq d_0 \\ \frac{d_0}{d(q)} k_{att}(q - q_{goal}), d(q) > d_0 \end{cases} \quad (2)$$

Nas equações apresentadas, $d(q)$ representa a distância do robô até o objetivo, e k_{att} e d_0 são parâmetros a ser definidos.

2.2. Potencial repulsivo

O potencial repulsivo só é considerado a uma distância suficientemente pequena do obstáculo, pois quando o robô está distante do obstáculo, a influência do obstáculo em sua trajetória é mínima.

$$U_{rep}(q) = \begin{cases} \frac{1}{2} k_{rep} (1/d(q) - 1/d_0)^2, d(q) < d_0 \\ 0, d(q) > d_0 \end{cases} \quad (3)$$

O gradiente associado a esse potencial é dado pela Equação 4.

$$\nabla U_{rep}(q) = \begin{cases} k_{rep} (1/d_0 - 1/d(q)) \cdot (1/d^2(q)) \cdot (q - q_{obs})/d(q), d(q) < d_0 \\ 0, d(q) > d_0 \end{cases} \quad (4)$$

Nas equações apresentadas, q_{obs} é a coordenada do objetivo, e k_{rep} é um parâmetro a ser definido.

3. Resultados

Ao adicionar no código as equações correspondentes ao cálculo dos potenciais atrativo e repulsivo, a técnica de campos potenciais foi simulada para três situações:

3.1. Situação sem obstáculos

Para um espaço sem obstáculos, obtiveram-se as Figuras 1, 2 e 3.

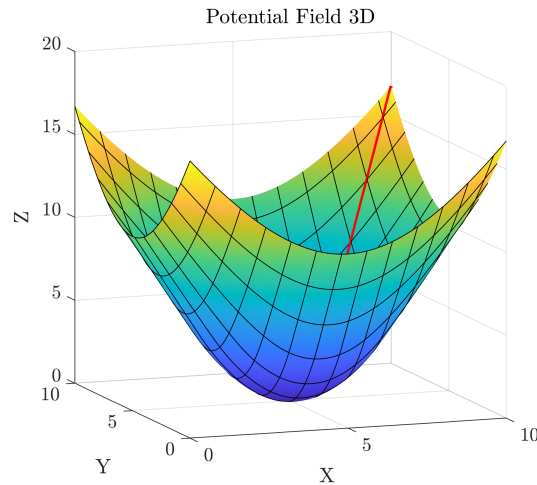


Figura 1: Representação 3D do potencial na situação sem obstáculos.

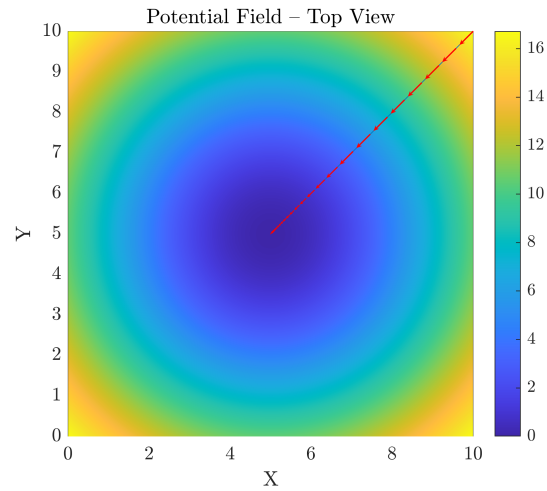


Figura 2: Vista de cima do potencial na situação sem obstáculos.

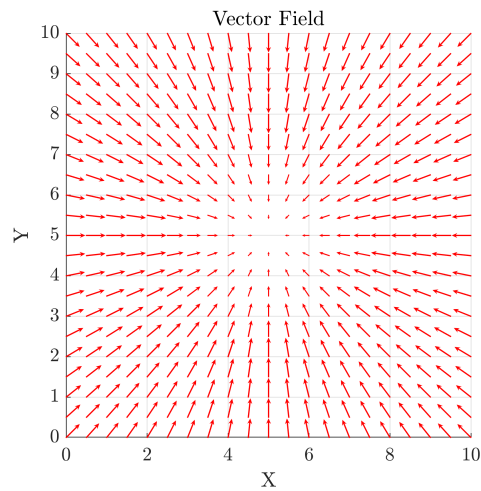


Figura 3: Campo vetorial obtido pelo gradiente do potencial na situação sem obstáculos

A partir das figuras, observa-se que nesse caso simples o planejamento de trajetória leva o robô até o objetivo pelo melhor caminho sem complicações.

3.2. Situação com obstáculos

Para um espaço com alguns obstáculos esparsos, obtiveram-se as Figuras 4, 5 e 6.

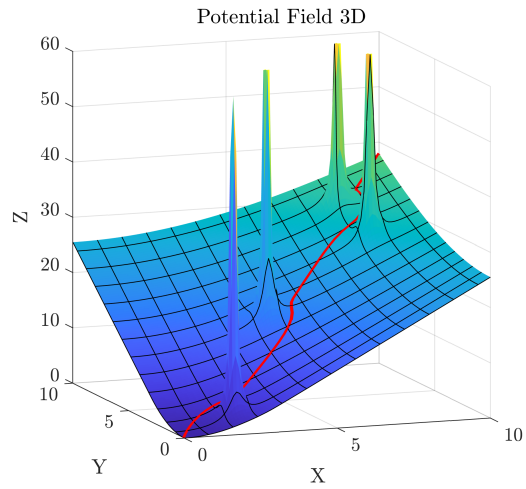


Figura 4: Representação 3D do potencial na situação sem obstáculos.

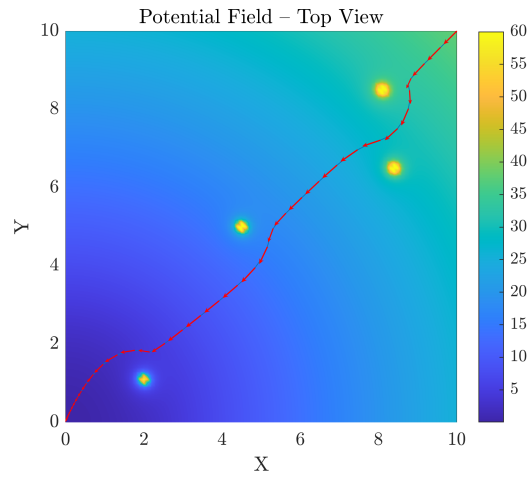


Figura 5: Vista de cima do potencial na situação sem obstáculos.

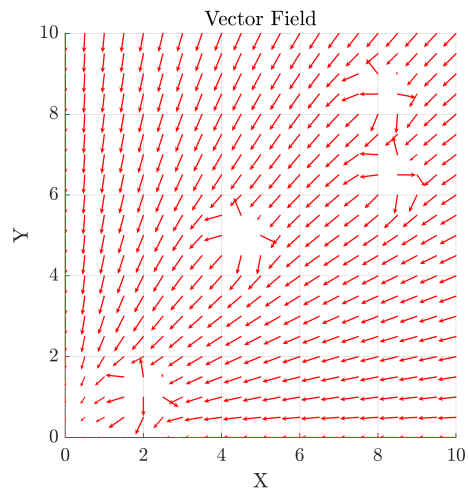


Figura 6: Campo vetorial obtido pelo gradiente do potencial na situação sem obstáculos

A partir das figuras, observa-se que mesmo adicionando alguns obstáculos, o planejamento de trajetória com campos potenciais foi capaz de levar o robô até seu objetivo sem colidir com os obstáculos.

3.3. Situação com obstáculos simétricos

Para um espaço com dois obstáculos simétricos, obtiveram-se as Figuras 7, 8 e 9.

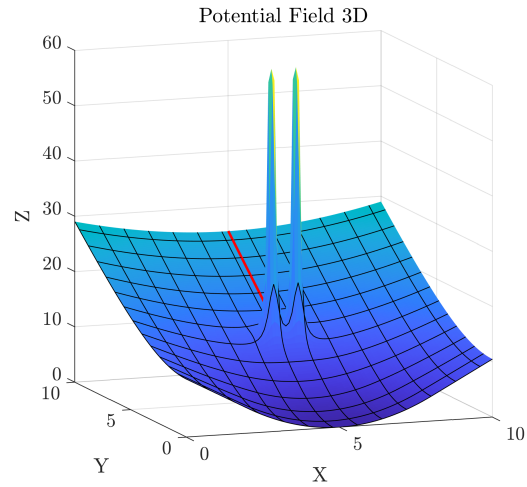


Figura 7: Representação 3D do potencial na situação sem obstáculos.

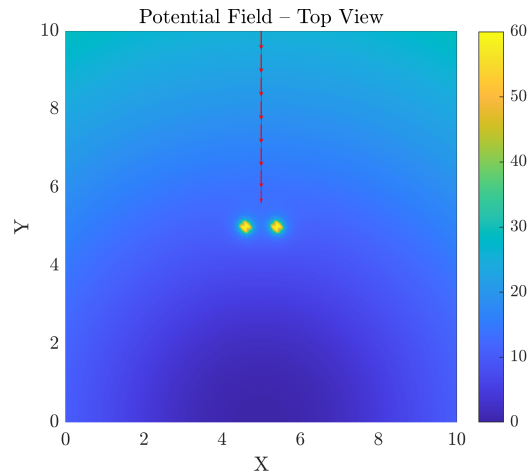


Figura 8: Vista de cima do potencial na situação sem obstáculos.

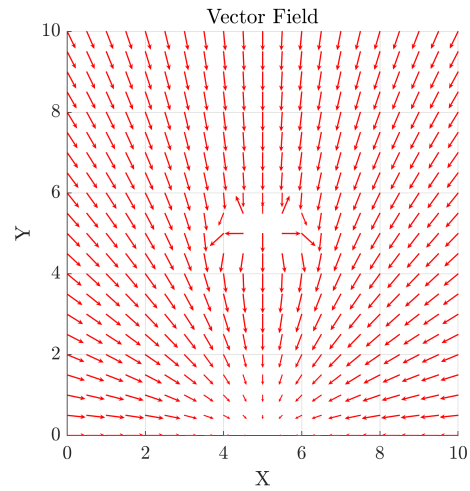


Figura 9: Campo vetorial obtido pelo gradiente do potencial na situação sem obstáculos

A partir das figuras, observa-se que nesse caso para o conjunto de obstáculos fornecido, o robô fica preso em um mínimo local, este é um problema característico da técnica de campos potenciais, conforme discutido na seção de introdução.