

Introdução à Robótica

Robótica Móvel – Planejamento e Navegação

Prof. Douglas G. Macharet
douglas.macharet@dcc.ufmg.br

Campos Potenciais

- Planejamento e navegação
 - Uma das abordagens mais utilizadas
- Proposta por Oussama Khatib (80's)
 - Planejamento de caminhos para manipuladores
- Abordagem reativa
 - Também pode ocorrer um pré-planejamento

Campos Potenciais

- Influência de um campo vetorial artificial
 - Induzido pelo alvo e pelos obstáculos
- Modelado por uma função de potencial $U(q)$
- Analogia com a física
 - Campos magnéticos
 - Campos gravitacionais



Campos Potenciais

- Campo vetorial
 - Robô e Obstáculos
 - Cargas de mesmo sinal (repulsão)
 - Robô e Goal
 - Cargas de sinais opostos (atração)
- Movimento em direção ao goal com desvio
 - O que significa o goal no campo de potencial?

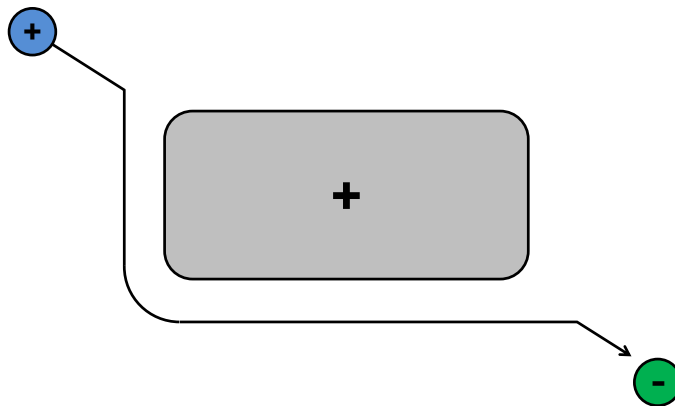


Campos Potenciais

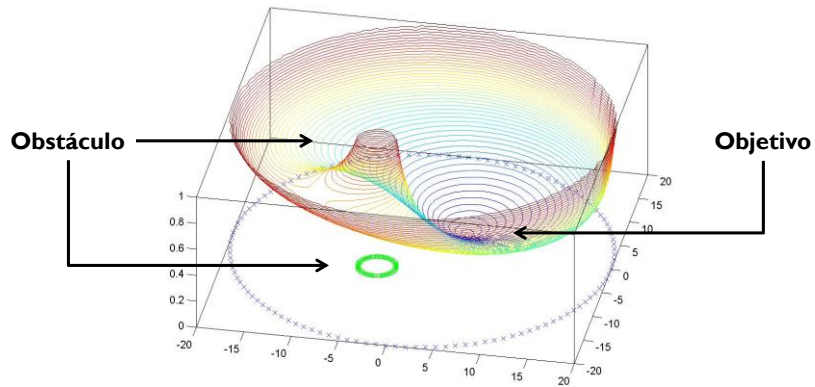
- Robô segue em direção ao valor mínimo
 - A ação de controle é proporcional ao negativo do gradiente da função de potencial
- Gradiente
 - Derivada da função potencial
 - Vetor força (direção e magnitude)



Campos Potenciais



Campos Potenciais

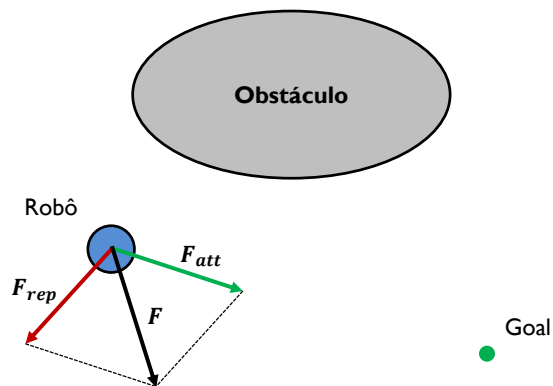


Introdução à Robótica - Planejamento e Navegação

7

Campos Potenciais

Função Potencial

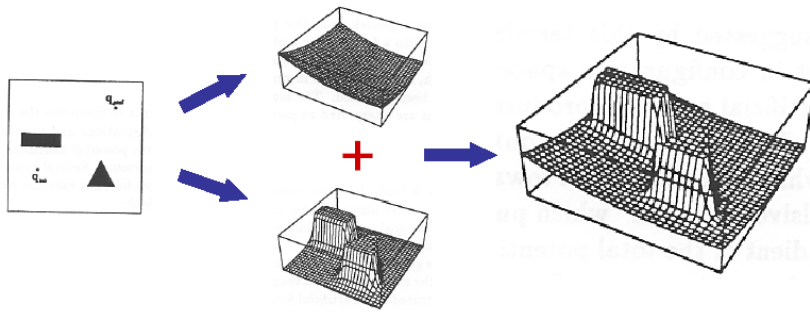


Introdução à Robótica - Planejamento e Navegação

8

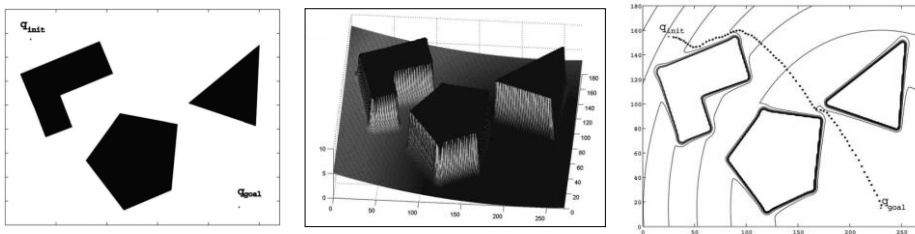
Campos Potenciais

Função Potencial



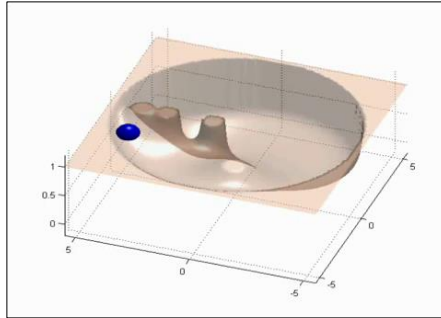
Campos Potenciais

Função Potencial



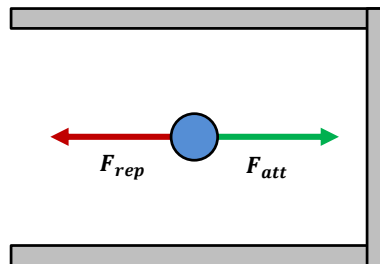
Campos Potenciais

Exemplo



Campos Potenciais

Problema



Campos Potenciais

Problema

- Mínimo local
 - Somatório das forças é nulo em um ponto
- Possíveis soluções
 - Aplicar forças aleatórias
 - Utilizar funções de navegação
 - Funções potenciais sem mínimo local
 - Cooperação



Campos Potenciais

Considerações finais

- Trabalha em espaço contínuo
 - Não é necessária a decomposição do espaço de configurações em células
- A geração de trajetórias é implícita
 - Planejamento e controle simultâneos
- Podem ser calculados durante a execução
 - Posição dos obstáculos não conhecida *a priori*



Wavefront Planner

- Evita o problema dos mínimos locais
- Assume uma discretização do espaço
 - Requer um conhecimento prévio do ambiente
- Valores no grid pela distância do goal
 - Função potencial com mínimo no goal
 - Descida do gradiente leva ao menor caminho

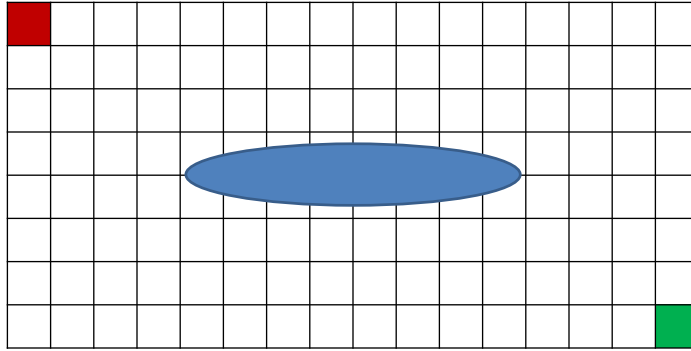


Wavefront Planner

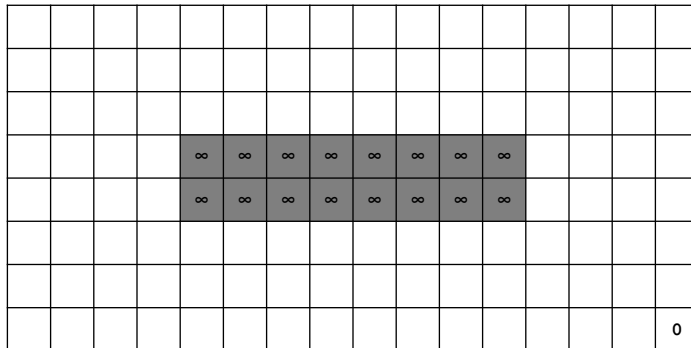
- Funcionamento
 - Marcar o goal com valor inicial 0
 - Marcar as células dos obstáculos com valor ∞
 - Incrementar em uma unidade células vizinhas
 - Repetir a operação até cobrir todo o grid
 - Valor vizinho = Valor atual + 1
 - Conectividade 8 vs. Conectividade 4
- Descida do gradiente encontra o caminho



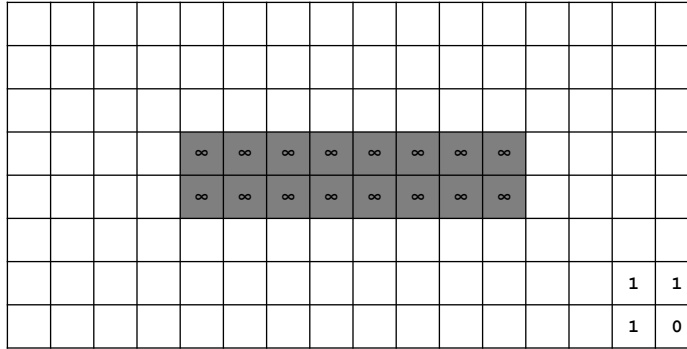
Wavefront Planner



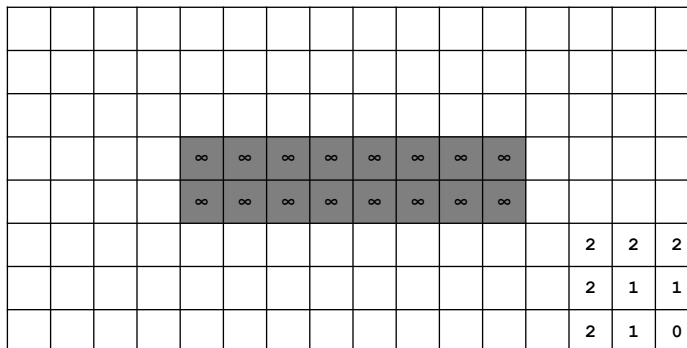
Wavefront Planner



Wavefront Planner



Wavefront Planner



21

Wavefront Planner

22

Wavefront Planner

16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	7	7	7	7	7	7
15	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	6	6	6	6	6
15	14	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	5	5	5	5
15	14	13	13	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	4	4	4	4
15	14	13	12	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	3	3
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	2	2
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

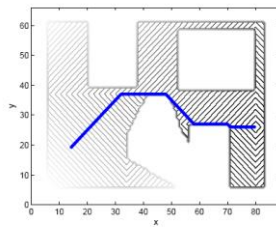
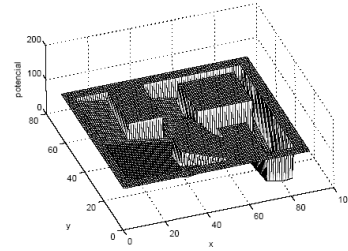
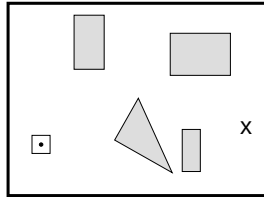


Wavefront Planner

16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	7	7	7	7	7	7
15	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	6	6	6	6	6
15	14	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	5	5	5	5
15	14	13	13	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	4	4	4	4
15	14	13	12	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	3	3
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	2	2
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0



Wavefront Planner



Considerações finais

- Funções de potencial
 - Não é completo
 - Problema dos mínimos locais
 - Espaços de configurações contínuos
- Wavefront planner
 - Completo
 - Espaços de configurações discretizados



Considerações finais

