

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

## PLANEJAMENTO DE ROTAS PARA ROBÔS UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS

**Fabiana Cristina Bertoni<sup>1</sup>; João Paulo Dias de Almeida<sup>2</sup>**

1. Orientador, Departamento de Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [fcbertoni@gmail.com](mailto:fcbertoni@gmail.com)
2. Bolsista PROBIC, Graduando em Engenharia da Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [jpalmeida.uefs@gmail.com](mailto:jpalmeida.uefs@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** algoritmo, robô, colônia.

### INTRODUÇÃO

De acordo com Salant (1990), a robótica é o estudo feito sobre qualquer tipo de equipamento mecânico, controlado e motorizado por computador. Esses dispositivos podem ser programados para fazer diversas tarefas de modo automático, ou seja, sem a supervisão humana. A robótica móvel é um desafio para os pesquisadores, pois os robôs móveis são autônomos e requerem a integração do sensoriamento, planejamento e execução como um sistema único. A função do sistema de sensoriamento é traduzir a entrada dos sensores em um modelo global. O sistema de planejamento reproduz o modelo global, encontra um destino e gera um plano para chegar ao ponto desejado. Já o sistema de execução, parte do plano e produz as ações que ele executa Kortenkamp *et al* (1988).

Nota-se que, em aplicações de robôs móveis, existe um grande grupo que possui um problema em comum: uma vez que possui um conjunto de tarefas a serem cumpridas, o sistema autônomo deve gerar uma rota que passe por diversos pontos de um mapa, seja o objetivo a entrega de medicamentos em um hospital, seja a inspeção de um sistema de encanamentos. Um fator importante ao se observar um sistema autônomo que objetiva a obtenção de uma flexibilidade necessária para ter sua lista de tarefas reconfigurada a qualquer instante, é que o planejamento do comportamento do robô móvel deve ser realizado com relativa rapidez e melhor otimização possível, com menor custo computacional. Neste contexto, o primeiro problema a ser resolvido é o planejamento da rota a ser seguida pelo robô móvel. Nesta etapa busca-se determinar o trajeto que o robô deve percorrer, evitando ao máximo a redundância e o desperdício de energia, ou seja, otimizando-se a rota com a melhor relação custo-benefício.

Neste contexto, este trabalho tem o objetivo de desenvolver uma abordagem baseada em algoritmos genéticos para planejamento de rotas para um robô autônomo. Algoritmos genéticos são algoritmos de busca baseados no mecanismo da seleção natural e da genética natural, os quais devem sua popularidade à possibilidade de percorrer espaços de busca não-lineares e extensos, explorando-os de forma paralela. Tal abordagem visa encontrar uma solução ótima para o problema de movimentação de um robô móvel em um ambiente desconhecido, iniciando o movimento a partir de uma coordenada, até outra posição de destino conhecida, resolvendo o problema do planejamento da rota de forma autônoma.

### MÉTODOS E METODOLOGIA

No planejamento de rotas, primeiramente deve-se definir o grafo de caminhos possíveis, para então aplicar o algoritmo genético na procura do menor caminho. O grafo

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

gerado neste trabalho possui 100 vértices, e os pesos associados a cada arco são alterados aleatoriamente para cada teste realizado. Em função dessa alteração, o algoritmo de Dijkstra (1959), específico para solução de problemas de caminho mínimo em grafos, foi utilizado para a obtenção da solução ótima em cada teste. Cabe, então, ao algoritmo genético encontrar uma combinação ótima de sub-caminhos, de forma a obter o caminho mais curto de uma origem até um destino.

Para tanto, foi necessária a definição de alguns parâmetros para o algoritmo genético desenvolvido:

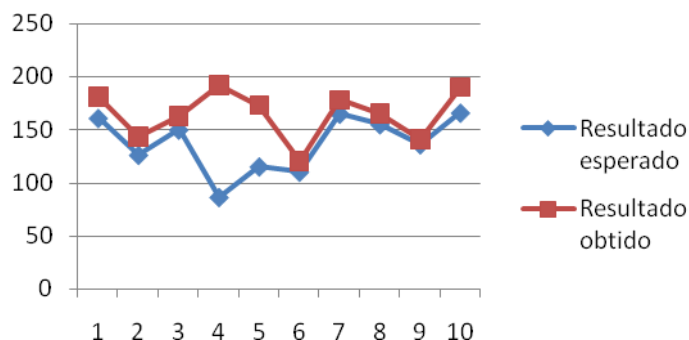
- (1) Representação genética: optou-se pela codificação binária, sendo que cada gene do cromossomo representa um local do caminho (vértice do grafo) e o valor do gene, representado pelos bits 0 e 1, indicam se aquele vértice faz ou não parte de um caminho. Existe também, associado a cada par de vértices  $a$  e  $b$ , um peso, que representa o comprimento do caminho de  $a$  para  $b$ ;
- (2) População inicial: variou-se o tamanho da população entre 10, 100, 1000, 5000 e 7000 cromossomos, para fins de validação e otimização da solução;
- (3) Função de avaliação: para o problema de encontrar o menor caminho entre os disponíveis, a função de avaliação representa a soma dos pesos dos sub-caminhos que compõem o caminho. Será mais apto o indivíduo que possuir o menor valor de aptidão;
- (4) Método de seleção: para selecionar a população intermediária o método utilizado foi o Torneio, no qual  $n$  indivíduos da população são escolhidos aleatoriamente com a mesma probabilidade. O cromossomo com melhor aptidão dentre estes é selecionado para a população intermediária. O processo se repete até que a população intermediária seja preenchida;
- (5) Operadores genéticos: os operadores genéticos utilizados foram o de mutação e o de recombinação ordenada. As taxas de cruzamento e mutação também foram diferentes para cada experimento e serão apresentadas na Seção Resultados e discussão;
- (6) Critério de parada: a finalização da execução ocorre quando o desvio padrão do valor de aptidão não sofre alteração no decorrer das gerações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Três experimentos foram realizados, sendo que em cada um deles, o número de cromossomos e as taxas de cruzamento e mutação foram alteradas para avaliar qual combinação de parâmetros produzia o melhor resultado. Dez testes foram realizados em cada experimento, sendo que em cada teste, os pesos associados aos arcos foram alterados. Em todos os experimentos, duas colunas de valores são apresentadas: a primeira, Resultado esperado, foi obtida com a execução do algoritmo de Dijkstra; a segunda, Resultado obtido, foi formada com a aplicação do algoritmo genético. Alguns testes de cada experimento serão discutidos a seguir.

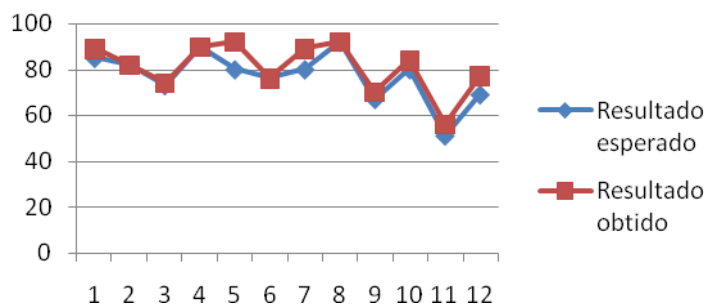
O primeiro experimento considera taxas de mutação e cruzamento de 100%, variando o número de cromossomos em 10, 100, 1000, 5000 e 7000.

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010



**Figura 1:** Experimento 1 - Testes feitos a partir de uma população inicial de 10 cromossomos

No experimento com uma população inicial de 10 cromossomos, ilustrado na Figura 2, a maior parte dos testes apresentou uma diferença de custo entre 10 e 20 entre a solução ótima e a solução obtida como melhor caminho. O pior resultado foi obtido no teste quatro e o melhor no teste nove.



**Figura 2:** Experimento 1- Testes feitos a partir de uma população inicial de 5000 cromossomos

Com uma população inicial de 5000 cromossomos ocorreu uma melhora significativa nos resultados, com a obtenção da solução ótima ou próxima da ótima em 70% dos testes.

O segundo experimento considera taxa de mutação de 10% e taxa de cruzamento de 40%. Com base no Experimento 1, pôde-se perceber uma melhora nas soluções com um número de cromossomos igual a 5000. Assim, neste experimento o número de cromossomos foi fixado em 5000.

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

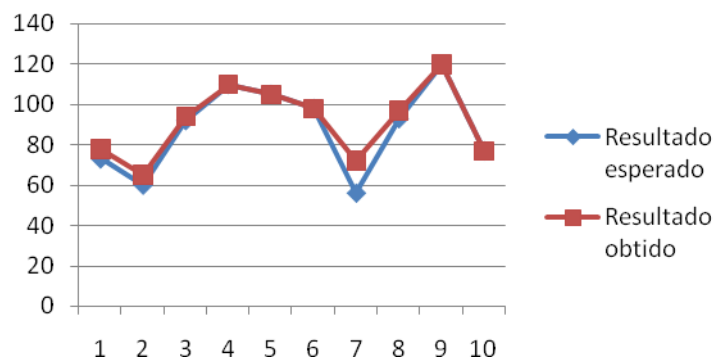


Figura 3: Experimento 2 - Testes feitos a partir de uma população inicial de 5000 cromossomos

Neste experimento, ilustrado na Figura 3, considerando taxas de mutação e cruzamento mais próximas das sugeridas na literatura, os resultados encontrados são melhores que os obtidos no Experimento 1, com 50% de obtenção de soluções ótimas. A maior parte da literatura recomenda uma taxa de cruzamento entre 75% e 95% Mitchell (1996). A literatura ainda recomenda uma taxa de mutação entre 0,5% e 1% Mitchell (1996).

O Experimento 3 também considera uma população de 5000 cromossomos, utilizando taxas de cruzamento e mutação dentro dos limites estipulados pela literatura correlata. A taxa de cruzamento aplicada foi de 75% e a taxa de mutação de 1%. Os resultados dos testes, apresentados na Figura 10, mostram que a solução ótima foi encontrada em quase 100% dos casos.

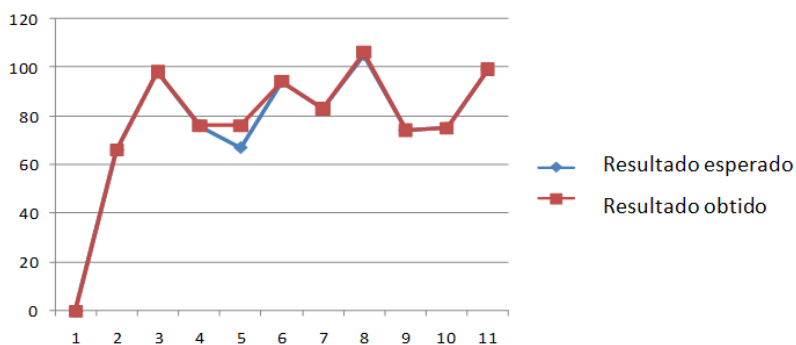


Figura 4: Experimento 3 - Testes feitos a partir de uma população inicial de 5000 cromossomos

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o estudo sobre planejamento de rotas foi possível observar que o algoritmo genético é uma metodologia muito utilizada para o problema de encontrar um menor caminho. Esta difusão do algoritmo genético para resolver este tipo de problema ocorre devido ao baixo custo computacional se comparado aos algoritmos mais tradicionais como os algoritmos de Dijkstra e Floyd. Este baixo custo computacional, medido em uso de memória e tempo de execução, é alcançado em função do algoritmo genético buscar as soluções de forma paralela e sem a necessidade de avaliar todos os caminhos possíveis para encontrar o ótimo, como fazem os algoritmos tradicionais.

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

Além disso, os resultados apresentados comprovam a eficácia e eficiência do algoritmo genético em encontrar o menor caminho em um conjunto de caminhos possíveis e demonstram sua aplicabilidade a problemas com estas características.

### **REFERÊNCIAS**

DIJKSTRA, E. W. A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1959, vol. 1, pp. 269-271.

KORTENKAMP, D.; BONASSO, R.P.; MURPHY, R. *Artificial Intelligence and Mobile Robots*. Massachusetts: The MIT Press, 1988.

MITCHELL, M. *An Introduction to Genetic Algorithms*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.

SALANT, A. MICHAEL. *Introdução à robótica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.