

CÁLCULO DE CINEMÁTICA INFERSA PARA MANIPULADORES UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS

Wedson G. SILVEIRA JUNIOR¹

ABSTRACT

Inverse Kinematic is a big mathematic problem when is necessary to find different angles of different joints of a robotic arm. Calculating theta different angles values is not a simple question, because is necessary to use different matrix conversions and linear expressions to define the right results. When the use of mathematical techniques spends much effort another way to find this answer is use computing resources like Genetic Algorithms. This paper aim use Genetics Algorithms to define each theta values to 5 different values of robotics join arm.

INTRODUÇÃO

O início da era da automação industrial remonta ao século XVIII, numa altura em que as máquinas dedicadas começavam a fazer parte do processo produtivo das indústrias. O desenvolvimento das técnicas de produção veio criar novas necessidades só possíveis de satisfazer com máquinas programáveis e flexíveis, dando origem aos primeiros robôs industriais [1].

Nos últimos anos tem -se notado um crescente interesse pelas áreas da automação industrial e da robótica, pela necessidade do aumentos de produtividade, redução de horários e segurança no trabalho. Esse interesse tem motivado a pesquisa por parte de empresas e universidades a desenvolver aplicações para essa área.

As máquinas robóticas podem ser classificadas segundo critérios distintos, podem ser agrupadas quanto à aplicação, quanto à cadeia cinemática, quanto ao tipo de atuadores, quanto à anatomia, etc. Em sua grande maioria, máquinas projetadas para substituir o trabalho humano em situações de desgaste físico ou mental, ou ainda situações perigosas e restritivas no processo produtivo em indústrias.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Passos. Passos/MG, email: wedson.junior@ifsuldeminas.edu.br;

O braço robótico consiste de elementos denominados elos unidos por juntas de movimento relativo, onde são acoplados os acionadores para realizarem estes movimentos individualmente, dotados de capacidade sensorial, e instruídos por um sistema de controle. O braço é fixado à base por um lado e o efetuador pelo outro. O efetuador consiste de várias juntas entre si, que permitem a orientação do órgão terminal nas posições que correspondem à tarefa a ser realizada.

A Figura 1 abaixo apresenta o exemplo de um braço robótico genérico, com juntas e elos.

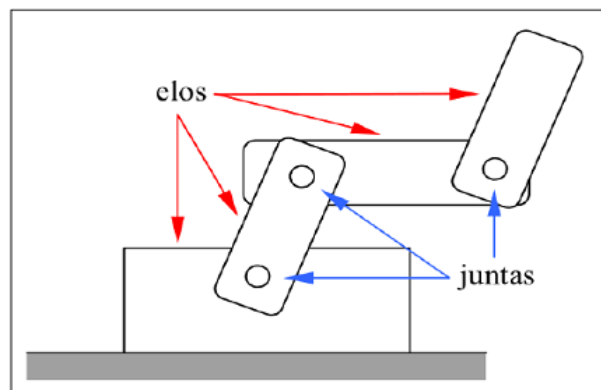


Figura 1 - Braço Robótico

1.1 Graus de liberdade

Os graus de liberdade determinam os movimentos que o braço robótico no espaço bidimensional. Cada junta define um ou dois graus de liberdade, sendo assim o número de graus de liberdade de um robô é igual a somatório dos graus de liberdade de suas juntas. Por exemplo, quando o braço robótico possui apenas uma junta seu grau de liberdade será apenas um, ou seja, possui sérias restrições quanto à movimentação, como mostra a Figura 2a a baixo, a Figura 2b também apresenta dois graus de liberdade podendo alcançar vários pontos no espaço e realizar diferentes movimentos.

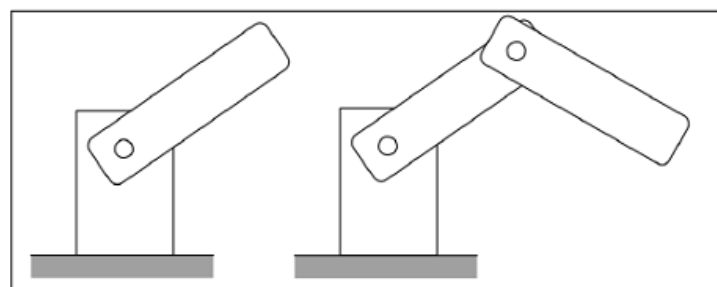


Figura 2 - a.) Braço com 1 grau de liberdade b.) Braço com 2 graus de liberdade

1.2 Cinemática e Dinâmica de Manipuladores

A cinemática trata do estudo dos movimentos dos robôs sem considerar as causas que lhes dão origem [2]. A dinâmica é o estudo dos movimentos levando-se em conta as forças e torques que os causam. Para tratar os movimentos de manipuladores devem-se desenvolver técnicas para representar a posição de determinado ponto do braço no tempo. Dependendo da posição de cada junta o efetuador alcança certo ponto no espaço, tendo a base como referência.

Os manipuladores compostos de juntas rotacional tem a cinemática complexa. Independentemente da geometria do manipulador, a solução da cinemática requer conhecimento de geometria, trigonometria e cálculo vetorial.

Existem dois tipos de cinemática, a Cinemática Direta e a Cinemática Inversa [3]. Na cinemática direta nós possuímos os ângulos de cada junta e queremos saber o ponto que o efetuador atinge, e na cinemática inversa nós possuímos somente o ponto que gostaríamos que o efetuador estivesse e calculamos os ângulos, como é representado na Figura 3.

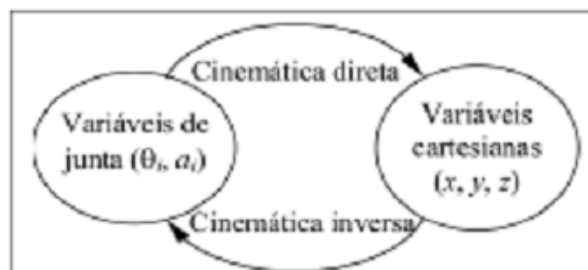


Figura 3 - Transformações entre variáveis de juntas e variáveis cartesianas

1.3 Descrição do Cromossomo

Um dos problemas ao se elaborar um algoritmo genético é o estabelecimento do seu cromossomo. Ele deve possuir as características necessárias ao problema em estudo, para que durante a evolução das gerações os valores possam ser otimizados [4]. À medida que os Métodos de Seleção e Operações Genéticas são aplicados, o mesmo evolui gradativamente, otimizando ou minimizando a resposta de acordo com a Função de Ativação definida.

Para este problema utilizamos a representação do cromossomo exibido pela Figura 4 abaixo.

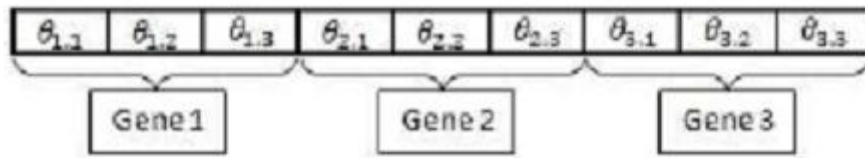


Figura 4 - Representação do Cromossomo

Baseado na imagem do braço robótico apresentado pela Figura 5, obtêm-se o cromossomo representado anteriormente. Este cromossomo será sempre composto por um grupo de três conjuntos de genes, cada conjunto de genes possui um número de ângulo teta igual ao número de juntas do braço, que conforme mostrado no exemplo, são três juntas, ou seja, nosso cromossomo será representado por um conjunto total de 9 genes agrupados em três grupos de três [2].

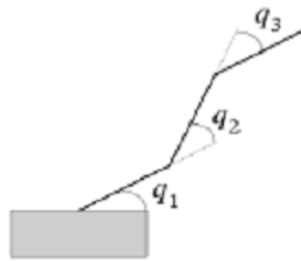


Figura 5 - Representação do braço robótico

MATERIAL E MÉTODOS

Antes de iniciar o desenvolvimento do Algoritmo Genético, deve-se respeitar algumas restrições relacionadas à área de trabalho do robô em relação aos pontos do efetuador.

Como um dos objetivos do trabalho é utilizar o Algoritmo Genético para determinar quais serão os valores otimizados de teta para cada junta. Deve-se então respeitar a condição de que os valores aleatórios gerados sempre devem possuir 10% de tolerância tanto para cima e para baixo em relação ao valor real do efetuador. Esta tolerância foi adotada para facilitar o processamento das equações 1 e 2 abaixo, utilizada para determinar cada um dos novos valores de teta do cromossomo gerado.

$$P_e(x) = [L1.\cos \theta_1 + L2.\cos(\theta_1 + \theta_2)] \quad (1)$$

$$P_e(y) = [L1.\sin \theta_1 + L2.\sin(\theta_1 + \theta_2)] \quad (2)$$

2.1 Cálculo do Fitness

Para cada conjunto de gene é calculado o seu fitness representado pela equação 3 abaixo.

$$fitness_i = \sum_{j=1}^n \frac{fitness_{i,j}}{teta.Efetuator} \quad (3)$$

Como cada cromossomo possui três conjuntos de tetas de acordo com o número de juntas, então obtêm-se 3 valores de fitness, um para cada conjunto de fitness, onde será guardado para as gerações posteriores, somente o maior dentre os três.

Para ilustrar a proposta desenvolvida, foi criado a interface ilustrada pela Figura 6 abaixo.

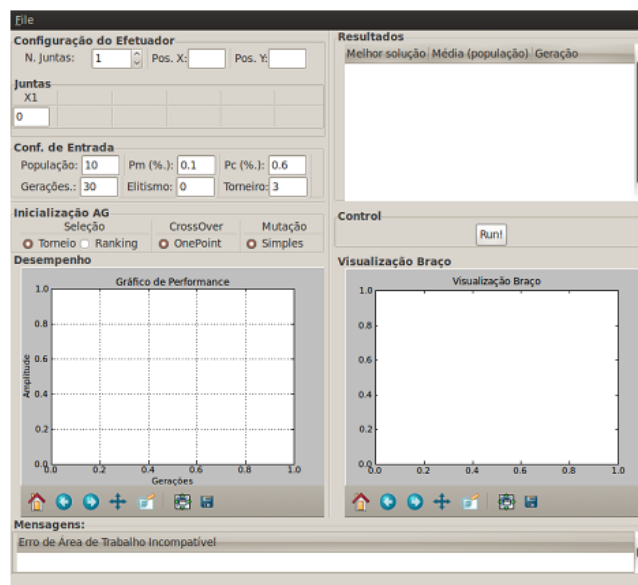


Figura 6 - Interface do Sistema

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descreve a referência bibliográfica utilizada, para este estudo de caso, foi implementado o Método de Seleção Elitista, com o objetivo de guardar sempre os n melhores indivíduos dentro de uma geração, evitando que os mesmos fossem perdidos durante a aplicação dos Operadores de Seleção, Cruzamento e Mutação.

O Método de Seleção implementado foi o Torneio mesmo sabendo que ele descarta os indivíduos piores da população inicial gerada. O Método de Cruzamento de um ponto foi utilizado para que pudesse trocar um conjunto de gene entre os pares de cromossomos da população.

Por fim o Método de Mutação Simples também foi adotado, todas as vezes que o percentual de cruzamento é aceito ele realiza a troca não de um dos genes de cada grupo, mas sim, de todo um grupo com valores de tetas diferentes.

CONCLUSÕES

Os Algoritmos Genéticos são sempre utilizados quando um determinado problema matemático, possui uma resolução analítica impraticável, ou seja, é de certa maneira difícil de se obter analiticamente. Portanto através do estudo de caso da utilização de Cinemática Inversa para determinação dos ângulos tetas das juntas de um braço robótico em relação ao seu efetuador, pode-se confirmar que AG podem sempre ser utilizados com a finalidade de otimizar diversos valores de uma população heurística gerada.

Com a aplicação de valores de pC e pM adequados e de uma seleção correta dos Operadores Genéticos e Métodos de Seleção Genéticos, pode-se obter resultados satisfatórios. A amostragem dos resultados se fez através de um gráfico em 2D que exhibe claramente os elos e a juntas do braço robótico com suas variações.

Como proposta de trabalho futuro, pode-se ainda implementar a exibição destes valores em um ambiente virtual em 3D, realizar a comparação dos resultados obtidos com a de um robô manipulador físico real e especificar diferentes tipos de juntas como por exemplo, juntas do tipo prismática diferentes do caso em estudo que são rotacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Klafter, R., Chmielewski, T., Negin, M., 1989, “**Robotic Engineering, an Integrated Approach**”, Prentice-Hall International Editions, London;
- [2] M. Groover. **Robótica: Tecnologia e Programação**. McGraw-Hill, 1998;
- [3] M. da Silva Hounsell. **Cinemática Inversa para Controle da Abordagem de órgãos Terminais de Robôs Manipuladores**, UDESC, 2004;
- [4] R. Linden. **Algoritmos Genéticos: Uma importante ferramenta da Inteligência Computacional**. BraSport, 2006.
- [5] E. Pires. **Algoritmos Genéticos: Aplicação à Robótica**. PhD thesis, Universidade do Porto, 1998;