



XXV Congresso de Iniciação Científica da Unicamp

18 a 20 Outubro Campinas | Brasil



Aplicação técnicas de identificação de sistemas e algoritmos evolutivos para a identificação de sistemas SISO variantes no tempo.

Caio Guerriero Morata*, Mateus Giesbrecht.

Resumo

Neste trabalho se tem como objetivo a identificação dos parâmetros de um sistema linear de segunda ordem. Para resolver este problema, foram utilizadas duas técnicas. Uma delas é o método dos mínimos quadrados e a segunda é o conceito de algoritmo evolutivo. A partir dos resultados obtidos se conclui que se torna importante o estudo de várias técnicas para se identificar sistemas de segunda ordem.

Palavras-chave:

Identificação de sistemas, algoritmos evolutivos, identificação de parâmetros.

Introdução

A área de identificação de sistema, possui relevância no cenário de entendimento do sistema em estudo. Recentemente, algumas técnicas de computação natural têm sido empregadas nessa área, aumentando a importância do seu estudo.

O objetivo da pesquisa realizada é a identificação dos parâmetros de um sistema linear de segunda ordem. Para isso, a equação diferencial que modela o sistema foi discretizada resultando em uma equação a diferenças, cujos parâmetros foram identificados utilizando, dois algoritmos distintos, sendo o primeiro o método dos mínimos quadrados e o segundo o algoritmo evolutivo. Foram estudados dois casos: no primeiro o sistema foi considerado invariante no tempo e no segundo foi simulada a variação de um dos parâmetros.

Resultados e Discussão

Inicialmente, a equação diferencial que modela o sistema foi discretizada. A partir da equação a diferenças, a seguinte equação matricial pôde ser escrita:

$$\begin{bmatrix} x(2 * T) \\ x(3 * T) \\ \vdots \\ x(N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F(0) & x(T) & x(0) \\ F(T) & x(2 * T) & x(T) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ F(N - 2 * T) & x(N - T) & x(N - 2 * T) \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \frac{T^2}{2 * M} B * T \\ \frac{B * T - M * K * T^2}{M} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Na equação acima, o vetor do lado esquerdo do sinal de igualdade e a matriz posterior a ele, apresentam as saídas e entradas do sistema. Por fim, o último vetor do lado direito, apresenta os parâmetros que se pretende calcular, conhecendo-se o período de amostragem.

Em seguida, a partir dos parâmetros conhecidos, foram simuladas entradas e saídas, que foram amostradas com o mesmo período de amostragem. A partir das medidas, os parâmetros do sistema foram determinados como sendo aqueles que minimizam o erro quadrático médio entre as saídas simuladas e as saídas do modelo, definido como:

$$eqm = \frac{\sqrt{\sum_N (x_{disc}(t) - x_{real}(t))^2}}{N} \quad (2)$$

Onde $x_{disc}(t)$ é a saída do modelo, $x_{real}(t)$ é a saída da simulação e N é o número de amostras de cada ensaio.

Para determinar os parâmetros que minimizam o erro quadrático médio, foram utilizados o método mínimos quadrados e um algoritmo evolutivo. Para o primeiro método foram encontrados os parâmetros da equação a diferenças e para o segundo método foram evoluídos os parâmetros físicos do sistema, que em seguida foram transformados nos parâmetros da equação a diferenças para o cálculo do erro quadrático médio.

Nos experimentos foi adotado um período de amostragem de 0,0625s e o ruído foi adicionado na saída do sistema com o propósito de deixá-lo mais próximo de um sistema real. Desta forma, foram obtidos os seguintes resultados apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1. Experimentos realizados.

	Sistema invariante no tempo	Sistema variante no tempo
Mínimos quadrados	0,9642 %	3,35 %
Algoritmo Evolutivo	0,9612 %	2,83 %

Comparando-se os dois métodos, percebe-se que o erro quadrático médio do algoritmo evolutivo é menor que o erro do método dos mínimos quadrados, contradizendo o que é esperado. Isto ocorreu, pois, uma vez que os dados simulados são adicionados de um ruído de saída, houve um overfitting do modelo, quando o algoritmo evolutivo foi empregado. Apesar disso, o algoritmo evolutivo possui uma relação direta com os parâmetros físicos do sistema, enquanto que o método dos mínimos quadrados é limitado à determinação dos coeficientes da equação a diferenças, que não apresentam uma relação biunívoca com os parâmetros do sistema.

Conclusões

A pesquisa, se baseou em aplicar uma técnica específica de inteligência computacional na identificação de sistemas, variantes e invariantes no tempo que é o algoritmo evolutivo. Também, foi utilizada uma técnica mais tradicional que é o método dos mínimos quadrados.

Desta forma, conseguiu-se obter os parâmetros do sistema massa-mola a partir da equação a diferenças utilizando o método evolutivo, ressaltando a importância de se estudar vários métodos de identificação.

Ljung, L. System identification: Theory for the user.1987.