

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

## Detecção de falhas experimentais em um rotor dinâmico utilizando computação natural

Adriano Berchol Matias<sup>1</sup>

Fábio Roberto Chavarette<sup>2</sup>

UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, 15385-000, Ilha Solteira-SP

Roberto Outa<sup>3</sup>

FATEC Araçatuba-Departamento de Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Av. Prestes Maia, 1764 - Jd. Ipanema, 16052-045, Araçatuba-SP

### 1 Introdução

O presente trabalho propõe a análise e monitoramento da integridade estrutural de mancais fixados a um rotor dinâmico partindo da obtenção e processamento de sinais experimentais, de forma a obter com antecedência dados quanto a falhas estruturais, resultando na diminuição de eventos catastróficos que, de outra forma, poderiam causar grande prejuízo econômico e de tempo.

A metodologia se baseia no desenvolvimento de Sistemas de Monitoramento de Integridade Estrutural (SHM), que, conforme [1], se trata de uma avaliação não-destrutiva que visa obter um diagnóstico constante do estado de determinada estrutura - ou de seus devidos componentes, por meio de integrações de sensores, transmissão e processamento de dados dentro destes. O trabalho constante de análise e coleta de dados permite uma prognose da evolução de danos e vida residual do objeto de estudo.

A modelagem do SHM se deu pela acoplagem de um motor elétrico a um conjunto polia-eixo, com este apoiado a mancais comuns e livres de desbalanceamento - de forma a definir seus detectores próprios - e, em seguida, em condições de desbalanceamento e desgaste destes. Os dados experimentais coletados puderam ser processados pelo algoritmo utilizado, permitindo a detecção das respectivas falhas.

Realiza-se o sensoriamento da estrutura em condições sem falha (também chamada de *base-line*), os quais formam um conjunto de detectores próprios, que serão utilizados em uma fase de monitoramento em que, para dados em condições de falhas adquiridos, estes farão a detecção destas.

Para tanto, utiliza-se conceitos estatísticos de critérios de casamento, como a afinidade entre os sinais, em que é possível classificar os dados coletados como a condição padrão da estrutura ou uma condição anormal. Neste caso, divide-se este casamento entre os sinais

---

<sup>1</sup>adriano.matias01@etec.sp.gov.br

<sup>2</sup>fabio.chavarette@unesp.br

<sup>3</sup>roberto.outa@gmail.com

como perfeito ou parcial, de acordo com [2] - para o primeiro, os sinais são exatamente iguais em qualquer posição apresentada, enquanto que para o casamento parcial, a porcentagem de posições que possuem o mesmo valor deve ser igual ou maior que o valor definido anteriormente, denominado de taxa de afinidade.

A taxa de afinidade  $TA_f$  é dada, conforme casamento parcial e afinidade propostos por [3] para valores reais, por:

$$TA_f = \left( \frac{A_n}{A_t} \right) \times 100 \quad (1)$$

onde  $A_n$  é o número de cadeias normais no problema (cadeias próprias) e  $A_t$  o número total de cadeias (próprias e não-próprias).

De forma a atender as características para o SHM, os Sistemas Imunológicos Artificiais (SIA), de acordo com [4], em especial utilizando-se do Algoritmo de Seleção Negativa (ANS), o qual detecta mudanças nos comportamentos de dados por meio dos detectores próprios ([5]), definindo os sinais analisados como próprios ou não-próprios, mostrou-se eficiente ao representar mecanismos do sistema biológico humano na detecção de problemas, permitindo uma abordagem.

## 2 Conclusões

A aplicação do SHM por intermédio do algoritmo de seleção negativa para o aparato experimental utilizado gerou resultados positivos e de alta eficácia na detecção de sinais fora da *base-line* pré-determinada, apontando condições de falha com um acerto em porcentagem de 100% para diversas taxas de afinidade e número de sinais analisados, demonstrando a eficiência do método utilizado.

## Agradecimentos

A realização deste trabalho conta com o apoio financeiro oferecido pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica (PIBIC-UNESP) através do Processo No. 45991/2018.

## Referências

- [1] D. Balageas, C. Fritzen and A. Güemes. *Structural Health Monitoring, 1st. ed.* ISTE Ltd, Londres, 2006.
- [2] F. P. A. Lima. *Monitoramento e identificação de falhas em estruturas aeronáuticas e mecânicas utilizando técnicas de computação inteligente.* Ilha Solteira, 2014.
- [3] D. W. Bradley, A. M. Tyrrel. (2002), *Immunotronics - novel finite-state-machine architectures with built-in self-test using self-nonsel self-differentiation*, IEEE Transaction on Evolutionary Computation **6**, 227-238.
- [4] Hunt, John E., and Denise E. Cooke. *Learning using an artificial immune system.* Journal of network and computer applications 19.2 (1996): 189-212.
- [5] F. Gonzalez, D. Dasgupta and L. F. Niño. *A Randomized Real-Valued Negative Selection Algorithm.* Edinburgh, UK, 2003. DOI: 10.1007/978-3-540-45192-1.25.