



VIII Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica

VIII ENICT

ISSN: 2526-6772

IFSP – Câmpus Araraquara

19 e 20 de outubro de 2023



COMPUTAÇÃO INTELIGENTE APLICADO EM TRENS DE LEVITAÇÃO MAGNÉTICA

LETÍCIA GOMES¹, FÁBIO ROBERTO CHAVARETTE²

¹ Estudante, IFSP - Araraquara, gomes.leticia1@aluno.ifsp.edu.br

² Professor Doutor, UNESP – IQ Araraquara, fabio.chavarette@unesp.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Dinâmica dos Corpos Rígidos, Elásticos e Plásticos – 3.05.03.02-7

RESUMO: Esse trabalho visa a utilização de algoritmos de seleção negativa baseado em sistemas imunológicos artificiais para realizar a análise da integridade estrutural. Logo, dentro das características do Sistema de monitoramento de Integridade estrutural (SHM), uma das principais partes é o processamento dos parâmetros captados e por conseguinte, o diagnóstico. O caminho que dentro da literatura científica, que se apresentou mais eficiente foi a implementação de um Sistema Imunológico Artificial (SIA), oriundo da Computação Inteligente. O SIA representa uma classe de algoritmos que buscam representar mecanismos do Sistema Imunológico Biológico. Através das características de dinâmica estrutural, o Algoritmo de Seleção Negativo (ANS) foi o escolhido para sintetizar o reconhecimento de padrões e a tomada de decisão, fechando a implementação do processo de detecção de falhas experimentais objetivada neste projeto de pesquisa. Assim, na revisão bibliográfica, foi desenvolvido um vasto embasamento na área de Sistemas Imunológicos Artificiais voltado para o Algoritmo de Seleção Negativa.

PALAVRAS-CHAVE: Detecção de Falhas; Sistema Imunológico Artificial; Algoritmo de Seleção Negativa.

INTRODUÇÃO

A tecnologia de trens com levitação magnética chama muito a atenção de pesquisadores pois tem como objetivo a redução dos impactos ambientais e a melhoria da mobilidade motorizada. Contudo para que o funcionamento ocorra da melhor maneira possível é necessário analisar se o veículo não possui nenhuma falha. Para isso, foi utilizado a teoria de sistemas imunológicos biológicos para implementar um sistema de computação inteligente (CI) por meio do ASN, que este por sua vez é baseado no SIA, que gera e reúne dados para realizar a análise e monitoramento dos sinais relacionados com a integridade estrutural (SHM) de um trem de levitação magnética, MAGLEV.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O monitoramento da integridade de estruturas (do Inglês, *Structural Health Monitoring* - SHM) consiste em detectar danos no estado inicial, intervir na propagação e impedir que ocorra parada ou danificação da estrutura. Danos levam às falhas que por sua vez são definidas como modificações no sistema que impossibilitam que o mesmo opere de forma satisfatória e consiga exercer funções.[2]

O corpo humano é constituído por inúmeros sistemas que, em sincronia, mantém o organismo funcionando. Um dos mais importantes é o sistema imunológico, pois sem um mecanismo de defesa os animais estariam à mercê de inúmeros agentes infecciosos e ao invadir o corpo humano causariam o colapso do restante dos sistemas. [1] O sistema Imune Biológico, é a barreira e o combatente que impede os microrganismos de colonizarem o meio intracelular. Esse combate é denominado como uma resposta imune que associa sistemas,

órgãos, tecidos e células em uma defesa passiva extracelular e uma defesa ativa no espaço intracelular aos agentes infecciosos, denominados antígenos. [1]

Esse sistema apresenta algumas particularidades, que chamam a atenção de muitos biólogos e da engenharia: [5,6]

- Unicidade: o sistema imunológico de cada indivíduo é único;

- Detecção distribuída: os detectores usados pelo sistema imunológico são pequenos e eficientes, são altamente distribuídos, e não sujeitos a um controle centralizado.

- Detecção imperfeita: não é necessário que todo agente patogênico seja completamente detectado; o sistema imunológico é mais flexível, podendo haver um compromisso entre os recursos usados na proteção e a abrangência da cobertura;

- Detecção de anomalias: o sistema imunológico pode detectar e reagir a agentes patogênicos com os quais não se encontrou antes.

- Aprendizado e memória: o sistema imunológico pode aprender as estruturas dos agentes patogênicos e lembrar destas estruturas, para que futuras respostas a estes agentes sejam bem mais rápidas.

O sistema imunológico utiliza a detecção distribuída para resolver o problema de distinguir entre o próprio, que são os elementos do organismo, e o não-próprio, que são os elementos estranhos ao organismo. Na verdade, o sucesso do sistema imunológico depende de sua habilidade de detectar elementos não-próprios nocivos. [6]

Pesquisadores especializados em computação começaram a se inspirar em fenômenos da natureza para planejar formas eficientes de resolver problemas em diversas áreas. Destacam-se os que estudam os mecanismos biológicos de defesa do corpo humano, que buscam conceitos e teorias que proporcionam o desenvolvimento e concepção de novos algoritmos e técnicas para solução de problemas. [1] Foram desenvolvidas propostas, arquiteturas e modelos aplicados aos princípios imunológicos no desenvolvimento de ferramentas computacionais, que representam funcionalidades, propriedades e mecanismos dos sistemas imunológicos biológicos. Estas ferramentas são conhecidas como Sistemas Imunológicos Artificiais (SIA). [1]

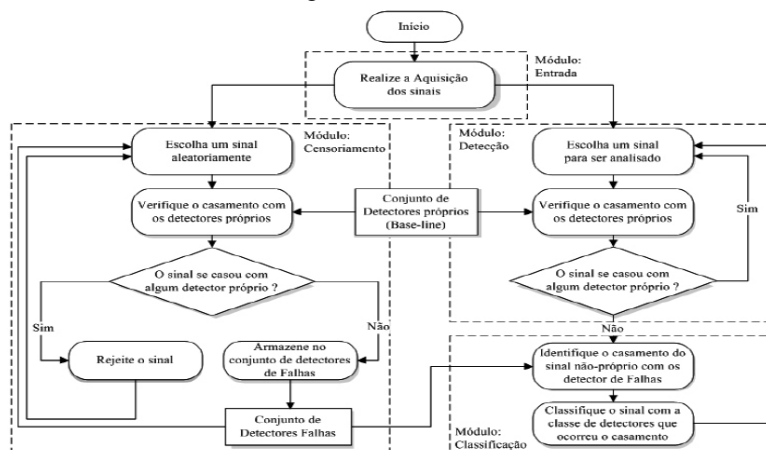
O ASN é o principal método do SIA, para detecção de mudanças em estados de sistemas computacionais. Esta técnica inspira no processo de seleção negativa de linfócitos T, que ocorre no timo, este processo representa a discriminação que o organismo realiza com as células do corpo, entre próprias e não-próprias. O ASN é uma técnica que se baseia no processo de reconhecimento de padrões exercido pelo sistema imunológico biológico, sendo elaborado como um modelo computacional. O algoritmo é executado em duas fases, como descrito na sequência que será mostrada na figura 1. [1]

Para avaliar a afinidade das cadeias (antígeno e anticorpo) e atestar se são semelhantes, utiliza-se um critério conhecido como casamento, que tem o mesmo significado que combinação. O casamento pode ser perfeito ou parcial. O casamento perfeito é quando duas cadeias analisadas são iguais. Neste trabalho, escolheu-se utilizar o conceito do casamento parcial, apenas uma quantidade de posições entre os padrões deve possuir o mesmo valor para se confirmar o casamento. Esta quantidade é conhecida como a taxa de afinidade.

METODOLOGIA

A partir da revisão bibliográfica dos assuntos citados acima, foi gerado um algoritmo de seleção negativa para detectar sinais de falhas e sinais normais, a partir das condições em que o trem de levitação magnética é submetido. Nesta simulação computacional foi incluído um ruído branco gaussiano também com a finalidade de se aproximar ao máximo da realidade.

FIGURA 1. Fluxograma dos módulos do ASN



Fonte: Roberto; Teichrieb; Kelner (2009).

A partir desse fluxograma temos duas principais etapas, sendo elas:

- 1) **Módulo de sensoriamento:** Este procedimento será dividido em duas etapas, leitura dos sinais, que criará os detectores e o módulo de sensoriamento, onde será escolhido os sinais aleatoriamente e será verificado o casamento em relação ao conjunto de detectores próprios. Caso o critério de afinidade seja satisfeito, os sinais serão rejeitados, pois possuíra características próprias. Caso contrário, os sinais serão armazenados no conjunto de detectores de falhas que serão utilizados no monitoramento do sistema.
- 2) **Módulo de monitoramento:** dividida em três etapas: módulo de entrada ou leitura dos sinais (via sistema de aquisição de dados simulados), módulo de detecção, responsável por realizar a discriminação próprio/não-próprio, identificando as falhas, e, finalmente, o módulo de classificação, responsável por caracterizar as falhas estruturais

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No algoritmo de seleção negativa foi utilizado uma taxa de afinidade(TAF) de 70% e 80% para então ser possível realizar a análise física dos sinais gerados. Tabelou-se os dados para encontrar em quais sinais eram assertivos e quais estavam apresentando falha nos seus resultados. Abaixo temos os dados tabelados para análise:

FIGURA 2. Dados das simulações

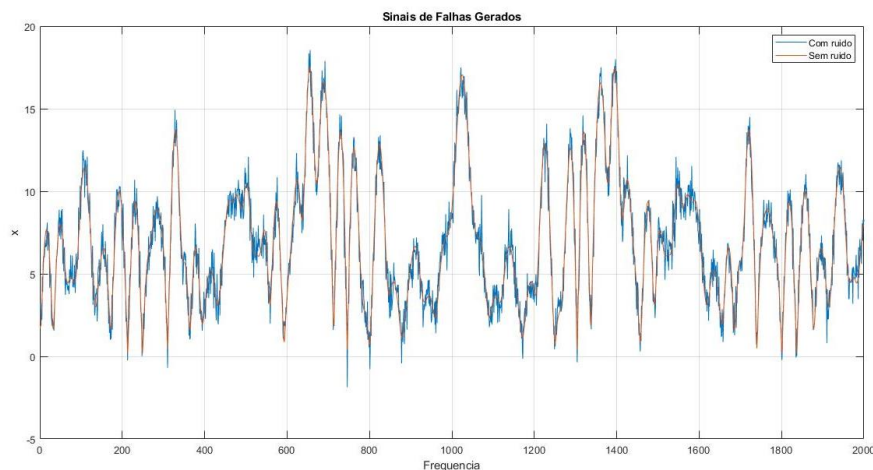
SINAL	QUANTIDADE	TAF	SINAL C/ FALHA	SINAL NORMAL	ACERTO (%)
Falha	200	70	200	110	100
Normal	110				
Falha	150	70	150	60	100
Normal	60				
Falha	100	70	100	10	100
Normal	10				
Falha	130	70	130	80	100
Normal	80				
Falha	199	70	199	109	100
Normal	109				
Falha	200	80	200	107	100,37
Normal	110				
Falha	150	80	150	57	101,43
Normal	60				
Falha	100	80	100	10	100
Normal	10				
Falha	130	80	133	77	101,43
Normal	80				
Falha	199	80	199	106	100,37
Normal	109				
Falha	200	75	200	110	100
Normal	110				
Falha	150	75	150	60	100
Normal	60				
Falha	100	75	100	10	100
Normal	10				
Falha	130	75	130	80	100
Normal	80				
Falha	199	75	199	109	100
Normal	109				

Fonte: Próprio Autor

As células que estão com a cor verde, são sinais aprovados sem erro de simulação, já as que estão em vermelho são sinais que foram reprovados com erros na simulação. Por essa razão podemos notar que quando se coloca uma taxa de afinidade maior que do que 75% a chance de dar erro ao simular os sinais é muito maior, perdendo a credibilidade dos resultados.

Gerou-se também gráficos para a análise adicionando o ruído branco gaussiano (utilizou 20Hz de frequência), com o objetivo de se aproximar da realidade. [4]

FIGURA 3. Gráfico dos sinais com falhas (com e sem ruído)



Fonte: Próprio Autor

CONCLUSÕES

Como o objetivo da inserção do ruído branco era aproximar da realidade, podemos concluir que, os sinais com e sem ruído se aproximam nos dando uma assertividade maior. Assim como vimos na figura 2 a melhor taxa de afinidade para melhores análises da falha por vibração é de 70% a 75%, assim é possível gerar dados mais assertivos e confiáveis para que o monitoramento da integridade estrutural alcance seu objetivo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao professor orientador por todo auxílio nesse tempo, ao Laboratório SISPLEXOS pelo apoio intelectual e estrutural e à FAPESP pelo auxílio financeiro e por nos dar esse voto de confiança. Gostaria de agradecer também ao IFSP por dar a oportunidade de me desenvolver na área de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] De Castro, L. N. and Von Zuben, F. J. (1999). Artificial immune systems: Part i{basic theory and applications. Universidade Estadual de Campinas, Dezembro de, Tech. Rep.
- [2] FARRAR, C. R.; WORDEN, K. An introduction of structural health monitoring: philosophical transactions of the royal society A. 2006.
- [3] FERNANDES, M. G. et al. (1999). Estatística aplicada.
- [4] HAYKIN, S. Sistemas de comunicação: analógicos e digitais. 4ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- [5] LEHNINGER, T. M., NELSON, D. L. & COX, M. M. Princípios de Bioquímica. 6ª Edição, 2014. Ed. Artmed
- [6] NELSON, D. L.; COX, M. M. Leningher Princípios de Bioquímica. 7. Ed. Barcelona Omega, 2015.