

DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE FUNÇÕES PARA CONTROLABILIDADE SEGURA PELA DIAGNOSE E PROGNOSE NA FERRAMENTA COMPUTACIONAL NADZORU 2 PARA CONTROLE TOLERANTE A FALHAS EM SEDS

Guilherme Tsubahara Horstmann¹, Ana Teruko Yokomizo Watanabe².

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – CCT

² Orientadora, Departamento de Engenharia Elétrica – CCT – ana.watanabe@udesc.br

A controlabilidade segura de um Sistema a Eventos Discretos (SED) está relacionada com a capacidade de, mediante a ocorrência de uma falha, preservar o sistema de tal modo que ele fique longe de regiões proibidas. Isso é feito por meio de ações de controle que podem alterar o comportamento do sistema. A controlabilidade segura de um sistema pode ser realizada através da diagnose, da prognose, ou da combinação das duas.

O projeto de pesquisa tem como proposta realizar melhorias e atualizações no algoritmo *SafeControl-Master* de tal modo que ele fique o mais completo possível para uma posterior implementação do mesmo na ferramenta computacional Nadzoru 2. Esse algoritmo consiste em, a partir de autômatos exportados no formato *.xml* pela ferramenta Nadzoru, verificar se ele é diagnosticável, diagnosticável seguro, prognosticável, prognosticável seguro, controlável seguro pela diagnose, controlável seguro pela prognose e controlável seguro pela diagnose ou pela prognose, caracterizando assim um autômato DP - Controlável Seguro, introduzido por Watanabe (2019). A base do algoritmo foi realizada por Sponchiado (2018) e uma segunda versão do mesmo foi elaborado por Freitas (2019). A versão dita original e tomada como base no projeto de pesquisa foi o algoritmo realizado por Freitas (2019). Dentre as melhorias realizadas no algoritmo, a que mais se destaca é o aprimoramento do código de modo que ele consiga verificar a controlabilidade dos autômatos que tenham mais de uma cadeia para o mesmo evento de falha.

Embora o projeto de pesquisa tenha consistido na atualização do algoritmo inteiro, nesse relatório, para fins de apresentação de resultado, será apresentada apenas a função “*ConsideredStringsPublish*” do módulo “*StringsFunctions*”, comparando-a antes e depois da atualização. Essa função particular foi escolhida pois ela tem como objetivo calcular, para um dado autômato, todas as possíveis cadeias existentes que, a partir do estado inicial, alcança o estado de falha. As cadeias resultantes dessa função são utilizadas para todos os cálculos do autômato, como por exemplo, para a verificação da DP-Controlabilidade segura. Essa função é apresentada como evidência que o algoritmo consegue calcular autômatos que tem mais de uma cadeia para uma determinada falha.

Para ilustrar o problema, considere o autômato G apresentado na Figura 1, onde $\Sigma_{uo} = \{f\}$ e $\Sigma_c = \{c_1, c_2\}$. O conjunto de cadeias proibidas após a falha f é $\Phi = \{g\}$. Ao analisar a Figura 2, identifica-se as cadeias que levam até a falha, sendo estas $s_1 = \{a, c_1, b, g, c_1, f\}$, $s_2 = \{a, c_1, b, e, c_2, a, c_1, b, g, c_1, f\}$, $s_3 = \{a, c_1, f\}$, $s_4 = \{a, c_1, b, e, c_2, a, c_1, f\}$, $s_5 = \{a, c_1, b, g, e, f\}$ e $s_6 = \{a, c_1, b, e, c_2, a, c_1, b, g, e, f\}$. Dito isso, a partir dessas cadeias, podemos comparar com as calculadas no algoritmo. Primeiro calculamos as cadeias a partir do programa original, ou seja, antes da atualização. O resultado do algoritmo original é apresentado na Figura 2, enquanto o atualizado na Figura 3.

Quando comparada a resposta do algoritmo original com a do algoritmo atualizado é nítida a diferença. Assim, conclui-se que a partir desse projeto de pesquisa foi possível aprimorar o algoritmo *SafeControl-Master* de tal modo que ele consiga calcular a diagnosticabilidade, diagnosticabilidade segura, prognosticabilidade, controlabilidade segura pela diagnose, controlabilidade segura pela prognose e a DP – controlabilidade segura para uma gama muito maior de autômatos, abrangendo assim ainda mais o uso do algoritmo.

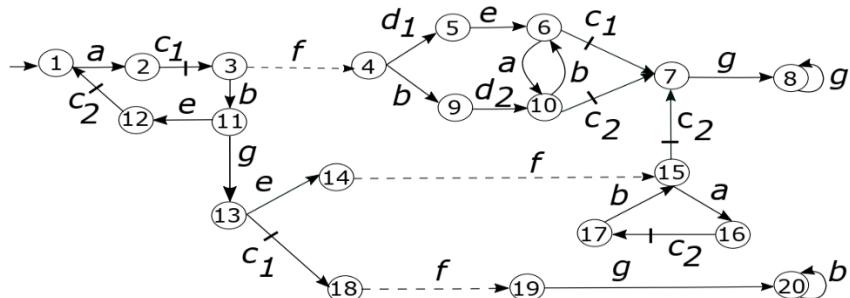


Figura 1. Autômato G .

```
* Serão consideradas 2 cadeias até a falha:  
cadeia 1 = ['a', 'c1', 'f']  
cadeia 2 = ['a', 'c1', 'f']
```

Figura 2. Resposta do algoritmo original.

* Serão consideradas 6 cadeias até a falha:

```
cadeia 1 = ['a', 'c1', 'b', 'g', 'c1', 'f']
cadeia 2 = ['a', 'c1', 'b', 'e', 'c2', 'a', 'c1', 'b', 'g', 'c1', 'f']
cadeia 3 = ['a', 'c1', 'f']
cadeia 4 = ['a', 'c1', 'b', 'e', 'c2', 'a', 'c1', 'f']
cadeia 5 = ['a', 'c1', 'b', 'g', 'e', 'f']
cadeia 6 = ['a', 'c1', 'b', 'e', 'c2', 'a', 'c1', 'b', 'g', 'e', 'f']
```

Figura 3. Resposta do algoritmo atualizado.

Palavras-chave: Sistemas de Eventos Discretos. Controlabilidade Segura. Controle Tolerante a Falhas.

Referências.

FREITAS, L.K.M. Implementação de Algoritmos para Controlabilidade Segura de SEDs pela Diagnose e Prognose de Falhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Udesc, SC, Joinville, Brasil, 2019.

SONCHIADO, G.G. Implementação de Algoritmos para Controle Tolerante a Falhas em Sistemas a Eventos Discretos. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Udesc, SC, Joinville, Brasil, 2018.

WATANABE, A. T. Y. **Controlabilidade Segura de Sistemas a Eventos Discretos utilizando Diagnose e Prognose Online**. Tese (Doutorado) – Udesc, SC, Joinville, Brasil, 2019.