

Integração de Simuladores no Contexto Militar: Análise da Viabilidade de um RTI de Código Aberto

João Rodolfo de Oliveira Rosa ¹, Álvaro Luiz Fazenda ¹

¹ Instituto de Ciência e Tecnologia – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)
Caixa Postal 12247-014 – São José dos Campos – SP – Brasil

{rodolfo.rosa, alvaro.fazenda}@unifesp.br

Abstract. *This research aims to verify the feasibility of using open source RTI for simulator integration in a military context. It is based on the works developed by Gütlein et al. (2020). The RTI is the middleware defined in the High Level Architecture, HLA, which enables the interaction between different simulation systems, based on previously agreed data (FOM)*

Resumo. *Esta pesquisa tem por objetivo verificar a viabilidade de emprego de RTI de código aberto para integração de simuladores em um contexto militar. Baseia-se nos trabalhos desenvolvidos por Gütlein et al (2020). O RTI trata-se do middleware definido na Arquitetura de Alto Nível, HLA, que possibilita a interação entre diferentes sistemas de simulação, a partir de dados previamente acordados (FOM)*

1. Introdução e Justificativa

Alinhada à caracterização de sistemas distribuídos, dada por Tanenbaum e Steen (2007), uma simulação distribuída, viabilizada por meio da Arquitetura de Alto Nível, pode ser definida como um conjunto de simulações independentes que se apresenta a seus usuários como uma simulação única e coerente. A simulação única e coerente, nesse contexto, trata-se da federação, um dos principais conceitos da Arquitetura de Alto Nível. Em uma federação, diversos simuladores são integrados por meio de um *middleware*, denominado RTI (*runtime infrastructure*), sendo este o componente central da Arquitetura de Alto Nível, e compartilham um padrão de dados definido por um documento único, o FOM (*Federation Object Model*). A figura 1, extraída de Kuhl, Weatherly e Dahmann (1999), apresenta uma federação e seus principais componentes. As elipses representam, além de simuladores, outras aplicações que podem vir a ser integradas.

Destaca-se que, a Arquitetura de Alto Nível surgiu de uma demanda do Departamento de Defesa Norte Americano, ainda nos anos 90, permitindo a integração de simuladores de diferentes objetivos, fabricantes, com diferentes tecnologias e características. Atualmente trata-se de um padrão definido pela IEEE de uso geral, conforme pode ser observado na tabela 1, adaptada de Oğuztüzün e Topçu (2017).

A justificativa deste trabalho fundamenta-se em dois pontos, definidos pelo Ministério da Defesa do Brasil (2013), que tratam da determinação do uso de simuladores no preparo das Forças Armadas, com o objetivo de ampliação da sua capacidade operacional e da utilização da Arquitetura de Alto Nível, como padrão a ser utilizado por todos os simuladores desenvolvidos ou adquiridos a partir de 2013. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo implementar uma interface que possibilite a integração de uma aplicação a um RTI de código aberto, submetendo-o a testes de

desempenho e analisando sua robustez. Por aplicação entende-se emuladores baseados em software ou dispositivos físicos. Um dos aspectos a ser observado é o seu comportamento diante da escalabilidade do número de aplicações integradas. Outro objetivo, trata-se da utilização de um RTI de código aberto para integrar uma aplicação utilizada em simulações militares (X Plane 11), analisando de forma qualitativa a sua viabilidade.

Trata-se de um trabalho de pesquisa baseado nos estudos realizados por Gütlein et al (2020), no qual foi analisada a performance de 04 (quatro) RTI, sendo 02 (dois) deles de código aberto. Tal como proposto pelos autores como trabalhos futuros, foi escalado o número de aplicações integradas de forma a serem observados os impactos de uma comunicação *multicast*. O segundo objetivo proposto para este trabalho que também o difere daquele realizado por Gütlein et al (2020), considera o uso de um RTI de código aberto com uma aplicação utilizada para simulações militares.

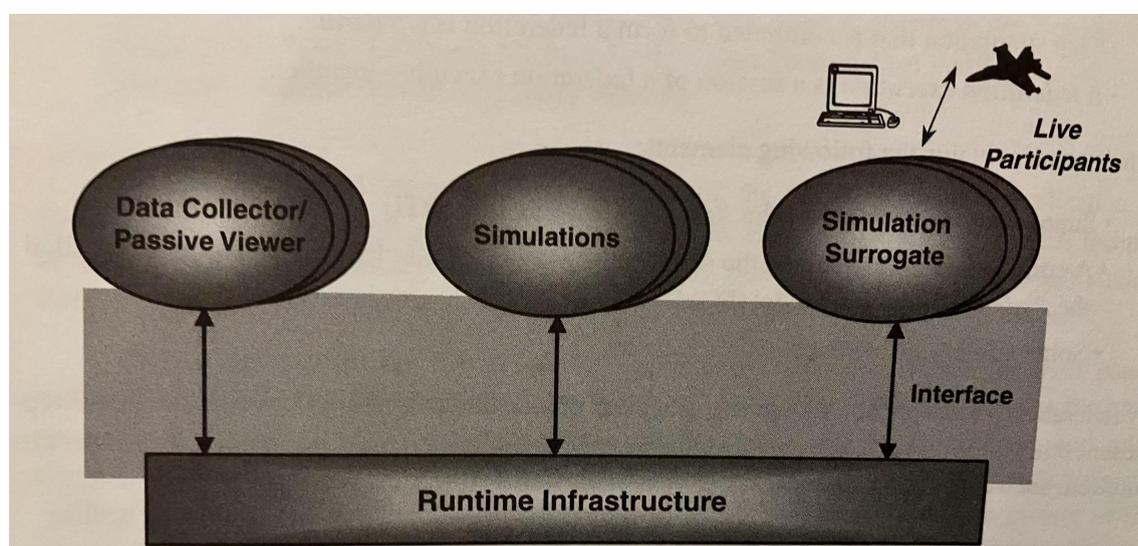


Figura 1. Componentes de software na HLA - Extraída de Kuhl, Weatherly e Dahmann (1999)

2. Metodologia

Foram observados os processos fundamentais definidos por Sampieri et al. (2013), os quais são compostos pelas seguintes etapas: formulação do problema, revisão da literatura, coleta de dados, análise dos dados e relatórios de resultados. Foram concluídas, no estágio atual da pesquisa, duas das etapas: a formulação do problema e a revisão da literatura. Para a formulação do problema também foram observados os elementos propostos por Sampieri et al. (2013), como a definição clara dos objetivos da pesquisa, a elaboração das questões de pesquisa, a sua justificativa e viabilidade, a avaliação das deficiências no conhecimento do problema e as suas consequências. O avanço definitivo para a coleta de dados depende da finalização da implementação dos testes de performance propostos.

A infraestrutura definida e utilizada no projeto consiste de sistemas virtualizados, viabilizados pelas soluções *Oracle VM VirtualBox* e *XCP-ng*, descritos a seguir:

- sistema operacional hospedeiro (*Host*) da solução *Oracle VM VirtualBox: Microsoft Windows 10 Home*;
- sistemas operacionais convidados (*Guest*): *CentOS Linux 8* e *Debian 11 "Bullseye"*;
- RTI: PORTICO 2.1.0 e pRTI 5.4.5.0

Tabela 1. Padrões IEEE 1516 - adaptado de Oğuztüzün e Topçu (2017)

Padrão	Definição
IEEE 1516 - 2010	Padrão IEEE para modelagem e simulação (M & S) - Regras e Estrutura da HLA, 18 de Agosto de 2010
IEEE 1516.1 - 2010	Padrão IEEE para M & S - Especificação ao da Interface de Federado HLA, 18 de Agosto de 2010
IEEE 1516.2 - 2010	Padrão IEEE para M & S - Especificação ao do Template para Modelo de Objeto HLA, 18 de Agosto de 2010
IEEE 1516.3 - 2010	Padrão IEEE para M & S - Práticas recomendadas pela IEEE para desenvolvimento de federação e execução de processos, 23 de Abril de 2003
IEEE 1516.4 - 2010	Padrão IEEE para M & S - Práticas recomendadas pela IEEE para verificação, validação e acreditação de uma federação: uma sobreposição da FEDEP HLA, 20 de Dezembro de 2007

3. Resultados e Discussões

Foram obtidos alguns resultados parciais, considerando tratar-se de uma pesquisa ainda em andamento, e que são apresentados a seguir:

- implementação de uma interface HLA, seguindo os passos descritos por Möller (2012), e utilizando as bibliotecas disponíveis, integrando a aplicação utilizada nos testes a um RTI de código aberto (PORTICO, desenvolvido com financiamento do Departamento de Defesa do Governo Australiano)) e a um RTI comercial disponível no mercado (pRTI desenvolvido pela empresa Pitch Technologies);
- implementação de uma infraestrutura baseada em software livre, incluindo o RTI e os sistemas operacionais utilizados;
- implementação parcial dos testes definidos por Gütlein et al (2020) e a definição das métricas a serem empregadas;
- extração de dados, em tempo de execução, do simulador utilizado no contexto militar (X Plane);
- realizada a revisão sistemática literária, na qual buscou-se responder às seguintes questões de pesquisa: quais os ganhos obtidos com a utilização da Arquitetura de Alto Nível, em quais áreas ela é empregada além do contexto militar, quais os riscos que envolvem a sua adoção e qual a viabilidade de um RTI de código aberto.

Do estado atual do projeto, uma discussão pertinente refere-se à complexidade

da Arquitetura de Alto Nível face à escassez de documentação referente à implementação de um RTI de código aberto. Ainda, como abordar inúmeros sistemas legados que muitas vezes não possuem sequer comunicação com o ambiente externo, quando busca-se integrá-los a uma federação? Por último, outra dificuldade observada, ainda referente a sistemas legados, refere-se ao formato dos dados transferidos para o meio externo. Diferentemente do simulador X Plane 11, cujos dados compartilhados são bem definidos em um padrão de dados denominado *dataref*, tal definição pode não ocorrer em sistemas legados de simulação.

4. Considerações Finais

Espera-se que a utilização de um RTI de código aberto no contexto militar traga economia de recursos financeiros para a administração pública. No entanto, o objetivo ainda mais importante trata-se da aquisição e consolidação do conhecimento na área de integração de simuladores, que ultrapassa o alcance da indústria de defesa.

Por último, o desenvolvimento deste trabalho, vocacionado para a indústria de defesa, em um ambiente acadêmico fortalece, de acordo com Silva e Rohenkohl (2020), a aproximação de dois dos três atores definidos na hélice tríplice da inovação: universidade e governo. Como trabalhos futuros propõe-se investigar aspectos relacionados à segurança da informação dos RTI utilizados, bem como ampliar a infraestrutura física de testes utilizando-se de diferentes arquiteturas com máquinas físicas e virtuais.

Referências

- Kuhl, F., Weatherly, R; Dahmann, J. (1999) “Creating Computer Simulation Systems: An Introduction to the High Level Architecture” In USA: Prentice Hall PTR. ISBN 0130225118.
- Möller, B. (2012). The HLA Tutorial - A Practical Guide for Developing Distributed Simulations. Pitch Technologies.
- Tanenbaum, A. S., Steen, V. M. (2007). “Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas”. In Pearson Prentice Hall.
- Ministério da Defesa do Brasil. (2013). “Portaria Normativa Nr 1873/ MD, de 20 de junho de 2013”. In https://mdlegis.defesa.gov.br/norma_pdf/?NUM=1873&ANO=2013&SER=A, último acesso em 28/05/2023.
- Gütlein, M. et al. (2020). “Performance evaluation of HLA RTI implementations”. In Proceedings of the IEEE/ACM 24th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications. [S.l.]: IEEE Press, 2020. (DS-RT '20),
- Sampieri, C. F. et al. (2013). “Metodologia de Pesquisa”. in McGraw Hill, 2013
- Silva, I. C.; Rohenkohl, J. E. (2020). “Polos de Defesa e Segurança: Estado, Instituições e Inovação” In Editora UFSM
- Topçu, O., OğuztüZün H. (2017). “Guide to Distributed Simulation System with HLA. 1st Ed. In Springer.