

УДК 004.052.42

Шкарупило В.В.¹, Душеба В.В.²

¹ канд. техн. наук, доц., НУБіП України, ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України

² канд. техн. наук, доц., ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України

СПАДКОВІСТЬ АРТЕФАКТІВ У КОНТЕКСТІ БАГАТОВИМІРНОЇ ВЕРИФІКАЦІЇ

У наш час системи критичного призначення мають широкий спектр сфер застосування. Це і енергетика, і залізнична, і космічна галузі тощо. Для сприяння досягненню заданого рівня функційної безпечності при розробленні названих систем останнім часом активно залучаються формальні методи та засоби: у атомній енергетиці Фінляндії – застосування досягло індустріального рівня [1]; при проектуванні модулів системи керування рухом залізничного транспорту [2]; при перевірці формальної специфікації системи управління режимом роботи супутника [3] тощо. Застосування названих методів типово має місце на етапі проектування процесу розроблення. Разом із тим, подібні кроки орієнтовані, як правило, на перевірку програмно-алгоритмічної складової, що обумовлює реалізацію заданої функціональної характеристики (ФХ) розроблюваної системи. При цьому перевірка показників супутніх реалізації ФХ нефункціональних характеристик (НФХ) типово здійснюється на заключному етапі валідації

процесу розроблення. Недолік такого підходу проявляється у збільшенні часових і матеріальних витрат на усунення помилок прийнятих проєктних рішень у випадку, якщо отримане значення заданого показника НФХ виявилось незадовільним. У даному контексті актуальності набуває підхід, покладений в основу поняття «багатовимірної верифікації», згідно якого вже на етапі проєктування процесу розроблення пропонується здійснювати контроль показників і ФХ, і НФХ [4].

Для здійснення вищеназваного контролю в автоматизованому режимі, із залученням формальних методів та засобів, оперують формалізованими поданнями досліджуваних характеристик. Названі подання називатимемо «артефактами» [5]. При тому, що ФХ-артефакти типово базуються на основі певної темпоральної логіки, де задається лише порядок виникнення подій – без потреби фіксації модельного часу, що минув між заданими подіями, для НФХ-артефактів важливості набувають засоби фіксації і просування модельного часу. Попередні дослідження показали дієвість залучення темпоральної логіки TLA (Temporal Logic of Actions), відповідних формалізмів TLA+ і PlusCal, а також методу перевірки на моделі TLC у якості засобів контролю ФХ-артефактів [6]. При цьому математичний апарат DEVS (Discrete Event System Specification) було успішно застосовано для контролю показника НФХ – часових витрат [7]. Разом із тим, згідно поняття багатовимірної верифікації, виникає потреба розроблення механізму забезпечення спадковості архітектурної складової ФХ-артефактів по відношенню до НФХ-артефактів.

Дослідження проведено згідно планів наступних науково-дослідних робіт, що проводяться Інститутом проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України: «Розроблення спеціалізованих комп'ютерних технологій моделювання та опрацювання оперативної інформації в задачах енергетики» (Державний реєстраційний номер: 0120U102683; 2020-2024); «Розроблення методів та засобів верифікації артефактів процесу проєктування систем критичного призначення» (Державний реєстраційний номер: 0121U110615; 2021-2022).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Practical applications of model checking in the Finnish nuclear industry. / Pakonen A., Tahvonnen T., Hartikainen M., Pihlanko M. // Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human Machine Interface Technologies : Proc. 10th International Topical Meeting - San Francisco, CA, USA, - 11-15 June 2017. - P. 1342-1352.
2. Resch S., Using TLA+ in the Development of a Safety-Critical Fault-Tolerant Middleware. / Resch S., Paulitsch M. // Software Reliability Engineering

Workshops : Proc. 2017 IEEE International Symposium - Toulouse, France, 23-26 October 2017. - P. 146-152. DOI: <https://doi.org/10.1109/ISSREW.2017.43>

3. Model checking techniques applied to satellite operational mode management / Nardone V., Santone A., Tipaldi M., Liuzza D., Glielmo L // IEEE Systems Journal. - 2019. - Vol. 13, No. 1. - P. 1018-1029. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSYST.2018.2793665>

4. Towards multidimensional verification: where functional meets non-functional. / Jenihhin M., Lai X., Ghasempouri T., Raik J. // NORCHIP and International Symposium of System-on-Chip (SoC) : 2018 IEEE Nordic Circuits and Systems Conference - Tallinn, Estonia, 30-31 Oct. 2018. - P. 1-7. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1908/1908.00314.pdf>

5. Broy M. A logical approach to systems engineering artifacts and traceability: from requirements to functional and architectural views. / Broy M. A // Engineering dependable software systems : NATO Science for Peace and Security Series - D: Information and Communication Security / eds. M. Broy, D. Peled, G. Kalus. Amsterdam : IOS Press, - 2013. - Vol. 34. - P. 1-48. DOI: <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-207-3-1>

6. A technique for checking the adequacy of formal model. / Shkarupilo V., Alsayaydeh J.A.J, Tomićić I., Chemeris A., Dusheba V. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - August 2021. - Vol. 16, No. 16. - P. 1707-1719. URL: http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2021/jeas_0821_8670.pdf

7. Шкарупило В.В., DEVS-орієнтована методика валідації композитних веб-сервісів. / Шкарупило В.В., Кудерметов Р.К., Польська О.В. // Радіоелектроніка, інформатика, управління. - 2015. - № 4. - С. 79-86. DOI: 10.15588/1607-3274-2015-4-12