

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯК ЗАДАЧА ОБЕРНЕНОГО ВИВЕДЕННЯ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ ПРОЦЕС-ОРІЄНТОВАНИХ МОДЕЛЕЙ НАДІЙНОСТІ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглядається задача оберненого виведення на основі нечітких процес-орієнтованих моделей надійності ПЗ. Модель надійності процесу розробки будується на основі логіко-алгоритмічного опису в системі алгебри алгоритмів В.М. Глушкова. Задача аналізу надійності зводиться до задачі оберненого виведення і потребує розв'язання системи нечітких логічних рівнянь (СНЛР), що випливає із логіко-алгоритмічного опису. Множина розв'язків СНЛР дозволяє відновити послідовність процесів та подій, що спричинили наявний стан системи. Розглядається задача аналізу безпеки збереження даних у Flutter додатках, де процесами, що забезпечують захист даних є: шифрування даних; процеси аутентифікації користувачів і надання їм доступу до захищених ресурсів в додатку або на сервері.

Ключові слова: надійність програмного забезпечення, нечіткі процес-орієнтовані моделі, обернене виведення, розв'язання системи нечітких логічних рівнянь.

Abstract

The problem of inverse inference based on fuzzy process-oriented software reliability models is considered. The reliability model of the development process is built on the basis of a logical-algorithmic description in the system of V.M. Hlushkov's algebra of algorithms. The problem of reliability analysis is reduced to the problem of inverse inference and requires the solution of the system of fuzzy relation equations (SFRE), which follows from the logic-algorithmic description. The set of SFRE solutions allows us to restore the sequence of processes and events that caused the current state of the system. The task of analyzing the security of data storage in Flutter applications is considered, where the processes that ensure data protection are: data encryption; processes for authenticating users and giving them access to protected resources in the application or on the server.

Keywords: reliability of software, fuzzy process-oriented models, inverse inference, solving a system of fuzzy logic equations.

Постановка задачі

Розглядається обернена задача надійності програмного забезпечення (ПЗ) на основі нечітких процес-орієнтованих моделей, яка полягає у виявленні елементів функціональної мережі, що спричинили невідповідність спостережуваного стану системи вимогам. Якщо виникають проблеми, необхідно з'ясувати що відбувається, у чому причини і вжити заходів щодо усунення проблеми. Розуміння взаємозалежності подій шляхом здобування закономірностей із експериментальних даних потребує застосування методів інтелектуального аналізу процесів [1, 2]. Використання нечітких моделей надійності зумовлене необхідністю врахування невизначеності та факторів ризику [3, 4].

Метод оберненого виведення на основі нечітких процес-орієнтованих моделей

Модель надійності процесу розробки системи будується на основі логіко-алгоритмічного опису в модифікованій системі алгебри алгоритмів В.М. Глушкова [3-5]. Послідовність подій, що пов'язані з внесенням, виявленням і видаленням помилок описується за допомогою нечіткої бази знань, що відповідає логіко-алгоритмічному опису процесу розробки [3, 4]. Послідовність етапів без зворотних зв'язків описується лінійною структурою. Процеси тестування та налагодження описуються альтернативною та ітераційною структурами, коли виявлені помилки одразу видаляються, а нові помилки не вносяться, або під час виправлення помилок можуть бути внесені нові помилки. Входами процес-орієнтованої моделі надійності є нечіткі рівні правильності виконання робочих, контрольних і доробочних операторів; на виході моделі визначається ступінь належності до двох класів рішень - правильного (μ^1) і неправильного ($\mu^0=1-\mu^1$) виконання задачі [3, 4]. З метою управління ризиками, в логіко-алгоритмічну модель вводяться поліпшувальні підстановки, які інтерпретуються як кратність або ретельність виконання робочих, контрольних та доробочних операцій [3, 4]. Із нечіткої бази знань, що відповідає логіко-алгоритмічній моделі, впливає система нечітких логічних рівнянь (СНЛР). Матри-

ця нечітких відношень «причини (процеси) — наслідки (події)» зв'язує міри нечіткої правильності виконання процесу та його елементів. Задача аналізу надійності процесу розробки зводиться до задачі оберненого виведення і потребує розв'язання СНЛР [6]. Множина розв'язків СНЛР дозволяє відновити послідовність процесів та подій, що спричинили наявний стан системи, та встановити пріоритет факторів ризику відмови ПЗ.

Приклад: аналіз надійності збереження даних у Flutter-додатках

Розглядається задача аналізу безпеки збереження даних у мобільних додатках, розроблених з використанням Flutter [7]. Задача оберненого виведення ставиться так. Нехай стався витік даних. Необхідно відновити послідовність процесів і подій, що призвела до спостережуваного стану системи.

Процесами, що забезпечують захист даних є: шифрування даних (паролі, токени доступу, конфіденційні дані або кешована інформація), процеси аутентифікації користувачів та надання їм доступу до захищених ресурсів в додатку або на сервері [8, 9]. У Flutter-додатках для забезпечення безпеки даних використовують такі методи шифрування як Advanced Encryption Standard (AES) або Rivest–Shamir–Adleman (RSA). У Flutter використовують пакети, такі як encrypt або pointycastle для реалізації шифрування даних. В Android використовують Android Keystore для збереження ключів і токенів, а в iOS - Secure Enclave для сховища ключів. Щоб запобігти несанкціонованому доступу, сучасні методи аутентифікації передбачають двофакторну аутентифікацію, входження за допомогою відбитків пальців або розпізнавання обличчя. Щоб забезпечити безпеку та прозорість взаємодії з ресурсами, обираються методи автентифікації з використанням токенів, такі як OAuth.

Висновки

Запропоновано підхід до управління якістю ПЗ на основі алгебри алгоритмів і нечіткої логіки. Зростання функції надійності забезпечується введенням в логіко-алгоритмічний опис поліпшувальних підстановок, що інтерпретуються як кратність або ретельність виконання робочих, контрольних і доробочних операторів. Система нечітких логічних рівнянь (СНЛР) зв'язує міри нечіткої правильності виконання процесу та його елементів. Задача аналізу надійності процесу розробки зводиться до задачі оберненого виведення та потребує розв'язання СНЛР. Множина розв'язків СНЛР дозволяє відновити послідовність процесів та подій, що спричинили наявний стан системи. Логіко-алгоритмічна модель надійності ПЗ дозволяє проектувати додатки з необхідними рівнями безпеки збереження даних на основі надійніших характеристик методів розробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Pradhan V., Kumar A., Dhar J. Emerging trends and future directions in software reliability growth modeling. In: Ed(s): H. Garg, M. Ram, In *Advances in Reliability Science, Engineering Reliability and Risk Assessment*, Elsevier, 2023, P. 131-144.
2. Macak M., Daubner L., Sani M.F., Buhnova V. Process mining usage in cybersecurity and software reliability analysis: A systematic literature review, *Array*, Vol. 13, 2022, 100120.
3. Rotshtein A. *System Reliability Analysis*. In: *Fuzzy evidence in identification, forecasting and diagnosis* / Rotshtein A., Rakytyanska H. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, Vol. 275, Springer: Heidelberg, 2012.
4. Ротштейн О.П., Штовба С.Д., Козачко О.М. Моделювання та оптимізація надійності багатовимірних алгоритмічних процесів. Вінниця: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2007.
5. Алгеброалгоритмічні основи програмування / Дорошенко А.Ю., Фінін Г.С., Цейтлін Г.О. // К.: Наукова думка, 2004. – 256 с.
6. Rakytyanska H. Inverse inference based on interpretable constrained solutions of fuzzy relational equations with extended max–min composition. *Soft Computing*, Springer, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-09301-7>
7. Flutter [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://flutter.dev> Дата звернення: 12 лютого 2024.
8. D. Chell, T. Erasmus, Sh. Colley, O. Whitehouse. (2015). *The Mobile Application Hacker's Handbook*, Wiley — 816 p.
9. T. Speed, D. Nykamp, M. Heiser, J. Anderson. (2013). *Mobile Security: How to Secure, Privatize, and Recover Your Devices*, Packt Pub Ltd. — 242 p.

Ракитянська Ганна Борисівна — канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, rakit@vntu.edu.ua

Прус Богдан Вікторович — аспірант кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, bohdan.prus.vntu@gmail.com

Rakytyanska Hanna Borisovna — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Soft Ware Design Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, rakit@vntu.edu.ua

Prus Bohdan Viktorovych — PhD student of Soft Ware Design Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, bohdan.prus.vntu@gmail.com