

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ AGILE ТЕСТУВАННЯ НЕВЕЛИКИХ ВЕБ ПРОЄКТІВ ЗА НЕЛІНІЙНОЮ РЕГРЕСІЙНОЮ МОДЕЛЛЮ

Приходько С.Б., д.т.н., професор¹; Пухалевич А.В., к.т.н.²; Сорокіна Є.В.³

^{1,2,3} Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

^{1,2,3} Україна, Миколаїв

¹sergiy.prykhodko@nuos.edu.ua; ²andrii.pukhalevych@nuos.edu.ua; ³211266@nuos.edu.ua

Анотація. В роботі виконано математичне моделювання трудомісткості agile тестування невеликих веб проєктів за трифакторною нелінійною регресійною моделлю.

Ключові слова: математичне моделювання; трудомісткість; тестування; веб проєкт; нелінійна регресійна модель.

Вступна частина. Прогнозування трудомісткості тестування програмного забезпечення (ПЗ) є однією з важливих задач розробки ПЗ. Agile тестування — це процес тестування ПЗ, який відповідає принципам гнучкої розробки ПЗ [1]. У порівнянні з каскадним тестуванням, це відносно новий підхід до тестування ПЗ, який призводить до зменшення трудомісткості тестування. Agile тестування добре підходить для невеликих програмних проєктів, включаючи невеликі веб проєкти.

Життєвий цикл agile тестування складається з 5 етапів [2], другим з яких є планування agile тестування, яке включає прогнозування трудомісткості тестування. У свою чергу прогнозування трудомісткості тестування є складною задачею, для вирішення якої застосовуються різноманітні математичні моделі, включаючи і регресійні [3, 4]. Зазначимо, що регресійні моделі містять у своєму складі випадкові складові, що дозволяє здійснювати моделювання трудомісткості тестування програмних проєктів як випадкової величини. В [4] було побудовано декілька нелінійних регресійних моделей для оцінювання трудомісткості agile тестування невеликих веб проєктів, але не були наведені значення оцінок середньоквадратичного відхилення випадкової складової, яка описує залишки. А це не дозволяє здійснювати моделювання трудомісткості agile тестування. Тому виникає потреба в удосконаленні зазначених моделей для моделювання трудомісткості agile тестування невеликих веб проєктів саме як випадкової величини.

Метою дослідження є удосконалення нелінійної регресійної моделі для моделювання трудомісткості agile тестування невеликих веб проєктів саме як випадкової величини.

Основна частина. Розглянемо побудову нелінійної регресійної моделі для моделювання трудомісткості agile тестування невеликих веб проєктів саме як випадкової величини на основі нормалізуючого перетворення у формі десятикового логарифму. Як і в [4], ми брали такі метрики з 40 проєктів: трудомісткість Y у годинах; кількість тестових випадків X_1 ; кількість сторінок програмно-технічної документації X_2 ; кількість дефектів X_3 . Далі ми перевірили чотири вимірні дані на нормальність за допомогою тесту Мардіа (Mardia's test), який базується на багатовимірних асиметрії та ексцесі. Тест показав, що розподіл даних не є гаусівським. Тому для визначення наявності викидів у даних ми використовували тест на основі квадрату відстані Махаланобіса для нормалізованих за десятиковим логарифмом даних зазначених вище метрик. Викидів не було.

Використовуючи зазначені вище дані з 40 проєктів спочатку була побудована лінійна регресійна модель $Y = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 X_1 + \hat{b}_2 X_2 + \hat{b}_3 X_3 + \varepsilon$, де $\hat{b}_0$, $\hat{b}_1$, $\hat{b}_2$ та $\hat{b}_3$ є оцінками параметрів. Причому змінна ε повинна бути випадковою величиною з розподілом Гаусу. Нульова гіпотеза про нормальність розподілу ε була перевірена за критерієм Пірсона. Ця гіпотеза була відкинута для рівня значимості 0,05. Те, що розподіл ε не є гаусівським вказує на відсутність теоретичного обґрунтування застосування лінійної регресійної моделі та на необхідність побудови нелінійної регресійної моделі.

Нелінійна регресійна модель має вигляд $Y = 10^{\varepsilon + \hat{b}_0} X_1^{\hat{b}_1} X_2^{\hat{b}_2} X_3^{\hat{b}_3}$, де ε – гаусівська випадкова величина з нульовим математичним сподіванням та середньоквадратичним відхиленням, оцінка якого дорівнює 0,0294, $\hat{b}_0$, $\hat{b}_1$, $\hat{b}_2$ та $\hat{b}_3$ є оцінками параметрів, які мають відповідно такі значення: -0,45001, 0,78887, 0,00176 та 0,18782. Оцінки параметрів були отримані за допомогою методу найменших квадратів. Ця модель була побудована за методом [5] із врахуванням наявності викидів за даними з 40 програмних проєктів.

Створена нелінійна регресійна модель була перевірена за множинним коефіцієнтом детермінації R^2 , середньою величиною відносної помилки MMRE і відсотком прогнозованих результатів, для яких величини відносної помилки MRE менші за 0,25, PRED(0,25). Допустимі значення MMRE і PRED(0,25) складають не більше 0,25 і не менше 0,75 відповідно. Значення R^2 , MMRE і PRED(0,25) для створеної моделі дорівнюють відповідно 0,981, 0,0503 і 1,000. Це свідчить про добру якість отриманої моделі.

Висновки. В роботі на основі десятичного логарифму була побудована нелінійна регресійна модель для моделювання трудомісткості agile тестування невеликих веб проєктів саме як випадкової величини в залежності від трьох факторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Penmetsa, J.R. (2017). Agile Testing. In H. Mohanty, J. Mohanty, & A. Balakrishnan (Eds), *Trends in Software Testing* (pp. 19-33). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1415-4_2
- [2] ReQtest. (2018, July 18). *Agile Testing – Principles, methods & advantages*. <https://reqtest.com/testing-blog/agile-testing-principles-methods-advantages/>
- [3] Lazić, L., Đokić, I., & Milinković, S. (2014). Challenges in estimating software testing effort. *Proceedings of INFOTEH-JAHORINA, Vol.13*. 637-642.
- [4] Prykhodko N.V., & Prykhodko, S.B. (2019). A multiple non-linear regression model to estimate the agile testing efforts for small Web projects. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2(49). 158-166. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2019-2-17>
- [5] Prykhodko, S., & Prykhodko, N. (2022). A modified technique for constructing nonlinear regression models based on the multivariate normalizing transformations. *Selected Papers of the VIII International Scientific Conference "Information Technology and Implementation" (IT&I-2021). Workshop Proceedings (IT&I-WS-2021), Kyiv, Ukraine, December 1-3, 2021. CEUR Workshop Proceedings*, 3179, 156-166. http://ceur-ws.org/Vol-3179/Paper_15.pdf

Prykhodko S.B., Pukhalevych A.V., Sorokina Y.V.

Mathematical modeling of efforts of agile testing small web projects by a nonlinear regression model

Abstract. In work mathematical modeling of efforts of agile testing small web projects by a three-factor nonlinear regression model has been performed.

Keywords: mathematical modeling; effort; testing; web project; nonlinear regression model.