УДК 004.412

ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ НАТИВНИХ ANDROID ЗАСТОСУНКІВ, РЕАЛІЗОВАНИХ МОВОЮ JAVA

Макарова Л.М., к.т.н, доц.[1]; Татаренко М.А.[2]
[1,2] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
[1,2] Україна, Миколаїв
[1] lidiia.makarova@nuos.edu.ua; [2] multi3volume@gmail.com

Анотація. *В роботі розглянуто побудову нелінійних регресійних моделей для оцінювання кількості рядків коду нативних мобільних застосунків для ОС Android, реалізованих мовою Java. Побудовані багатофакторні моделі на основі нормалізуючого перетворення десяткового логарифму та чотири-вимірного перетворення Бокса-Кокса. Проведено порівняння побудованих моделей. Показано, що модель на основі чотири-вимірного перетворення Бокса-Кокса має кращі показники якості.*

Ключові слова: *нелінійна регресійна модель; нормалізуюче перетворення; оцінювання розміру ПЗ; кількість рядків коду; мобільний застосунок; Android; Java.*

Вступна частина. Рання оцінка розміру програмних проєктів, виражена у рядках коду (LOC) є важливою задачею програмної інженерії, оскільки вона безпосередньо впливає на прогнозування зусиль розробки, охоплюючи спектр різних мов програмування, зокрема, і нативних мобільних застосунків для ОС Android, реалізованих мовою Java, які до того ж відрізняються від звичайних десктопних або інших програм. Інформація про розмір програмного проєкту використовується для прогнозування трудомісткості його створення за допомогою математичних моделей, наприклад, таких як COCOMO II.

На теперішній час відомі математичні моделі для оцінювання розміру Java застосунків в залежності від метрик, що можуть бути визначені за діаграмою класів [1, 2]. Але багатофакторні нелінійні регресійні моделі для нативних мобільних Android застосунків, реалізованих мовою Java, які враховують тип мобільного застосунку не були знайдені. Тому виникає потреба у побудові відповідних моделей для оцінювання кількості рядків коду нативних Android застосунків, розроблених мовою Java.

Мета роботи. Побудова нелінійних регресійних моделей з трьома предикторами для раннього оцінювання розміру нативних мобільних Android застосунків, реалізованих мовою програмування Java.

Основна частина. Розглянемо процес побудови нелінійних регресійних моделей для оцінювання розміру нативних мобільних Android застосунків, реалізованих мовою Java, в залежності від трьох предикторів: X_1, X_2, X_3 за метриками NC, WMC та DIT відповідно. В якості залежної змінної Y була обрана метрика kLOC. Для побудови моделей був застосований набір програмних проєктів нативних Android застосунків типу аудіо-плеєри, реалізованих мовою Java.

У роботі [3] приведений приклад виконання основних етапів попередньої обробки даних для побудови моделі: вихідний набір даних був перевірений на мультиколінеарність, на відповідність нормальному закону розподілу, був виконаний пошук викидів.

Була побудована нелінійна регресійна модель на основі нормалізуючого перетворення десяткового логарифма. Перед побудовою моделі було знайдено і вилучено 19 викидів. Таким чином, залишається 81 програмний проект. Оцінки параметрів моделі наступні:

$\hat{b}_0 = -1{,}9234$, $\hat{b}_1 = 1{,}0041$, $\hat{b}_2 = -0{,}2352$, $\hat{b}_3 = 0{,}6841$. Показники якості R^2, R^2_{Adjusted}, *MMRE* та *PRED*(0,25) моделі наступні: 0,9936; 0,9933; 0,0801; 1,00.

Далі була побудована модель на основі чотирьох-вимірного нормалізуючого перетворення Бокса-Кокса яка має вигляд:

$$Y = \left[\hat{\lambda}_Y\left(\hat{Z}_Y + \varepsilon\right) + 1\right)^{1/\hat{\lambda}_Y},$$

де: $\hat{Z}_Y = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 Z_1 + \hat{b}_2 Z_2 + \hat{b}_3 Z_3$.

Було знайдено і вилучено 6 викидів. Оцінки параметрів моделі на основі чотирьох-вимірного перетворення Бокса-Кокса наступні: $\hat{\lambda}_Y = 0{,}0172$, $\hat{\lambda}_1 = 0{,}0104$, $\hat{\lambda}_2 = -1{,}9637$, $\hat{\lambda}_3 = 0{,}4527$. Оцінки параметрів рівняння лінійної регресії для нормалізованих даних наступні: $\hat{b}_0 = -3{,}9125$, $\hat{b}_1 = 0{,}9733$, $\hat{b}_2 = -0{,}3324$, $\hat{b}_3 = 0{,}2693$. Показники якості моделі на основі чотирьох-вимірного перетворення Бокса-Кокса: R^2, $R^2_{Adjusted}$, *MMRE* та *PRED*(0,25) дорівнюють відповідно 0,9939; 0,9937; 0,0956; 0,9574.

Аналізуючи показники якості побудованих моделей можна зробити наступні висновки: у обох моделей показники R^2, $R^2_{Adjusted}$ майже однакові, показник *MMRE* майже на 20% краще у моделі на основі чотирьох-вимірного перетворення Бокса-Кокса, а *PRED*(0,25) навпаки, трохи краще для моделі на основі перетворення десяткового логарифму. Крім того, слід також відзначити менші ширини інтервалів прогнозування моделі на основі чотири-вимірного перетворення Бокса-Кокса. Як підсумок, саме модель на основі чотири-вимірного перетворення Бокса-Кокса має кращу якість.

Висновки. В роботі побудовані трьох-факторні нелінійні регресійні моделі для оцінювання кількості рядків коду нативних мобільних застосунків для ОС Android, реалізованих мовою Java, в залежності від метрик діаграми класів на основі нормалізуючого перетворення десяткового логарифму та чотири-вимірного нормалізуючого перетворення Бокса-Кокса. Порівняння отриманих моделей показало більшу адекватність моделі на основі чотири-вимірного перетворення Бокс-Кокса. В подальшому дослідженні планується побудова моделей на основі інших видів нормалізуючих перетворень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Орєхов, О.С., & Фаріонова, Т.А. (2024). Математичні моделі для оцінювання розміру Java-застосунків. *Вісник Херсонського Національного Технічного Університету*, 2(89), 196–203. https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.2.28

[2] Макарова, Л.М., Приходько, Н.В., & Кудін, О.О. (2019). Побудова нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java. *Вісник Херсонського Національного Технічного Університету*. 2(69), 145-153.

[3] Макарова, Л.М., & Татаренко, М.А. (2025). Попередня обробка даних з метрик нативних Android застосунків, реалізованих мовою Java. *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: зб. матеріалів XVI Міжнародної науково-технічної конференції.* (Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 25–26 вересня 2025 р.). Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова, 2025. 658-661.

Makarova L.M., Tatarenko M.A.

Size estimation of native Android applications implemented the Java language

Abstract. *The work considers build of nonlinear regression models for estimating the number of lines of code (LOC) of native mobile applications for the Android OS implemented in Java language. Multifactor models are built based on normalizing transformation of the decimal logarithm and the four-dimensional Box-Cox transformation. The built models are compared. It is shown that the model based on the four-dimensional Box-Cox transformation has a better quality values.*

Keywords: *nonlinear regression model; normalizing transformation; software size estimation; number of lines of code; mobile application; Android; Java.*