УДК 004.412:519.237.5

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДНОСТІ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЧЕРЕЗ ІДЕНТИФІКАЦІЮ КЛАСІВ ВЕБ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ PHP ФРЕЙМВОРКІВ

Приходько А.С.[1]
[1] Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
[1] Україна, Одеса
[1]whiterandrek@gmail.com

Анотація. *В роботі для оцінювання складності об'єктно-орієнтованого проектування через ідентифікацію класів веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків, на основі тривимірного перетворення Бокса-Кокса було побудовано математичну модель у вигляді еліпсоїду прогнозування для нормалізованих метрик WMC, DIT та NOC.*
Ключові слова: *математична модель; еліпсоїд прогнозування; тривимірне перетворення Бокса-Кокса; веб застосунок; PHP фреймворк.*

Вступна частина. Як відомо [1], метрики WMC (Weighted Methods Per Class), DIT (Depth of Inheritance Tree) та NOC (Number of Children) відноситься до першого кроку (ідентифікація класів) в об'єктно-орієнтованому проєктуванні (ООП), оскільки WMC є аспектом складності класу, і як DIT, так і NOC безпосередньо пов'язані з компонуванням ієрархії класів. Тому зазначені метрики можуть бути використані для оцінювання складності ООП через ідентифікацію класів програмних застосунків. Але на практиці, як правило, ці метрики аналізуються окремо без врахування кореляції між ними, а прийнятні їх значення визначаються як на рівні класу, так і на рівні застосунку [2]. Так для класу, мінімальне значення DIT становить 1. Значення DIT 0 вказує на корінь, тоді як значення 2 і 3 вказують на вищий ступінь повторного використання. Якщо більшість значень DIT менше 2, це може означати погане використання переваг ООП. Рекомендується мати максимальне значення DIT 5, оскільки глибші дерева становлять більшу складність ООП тому, що задіяно більше методів і класів (https://www.cachequality.com/docs/metrics/depth-inheritance-tree).

Зараз багато веб застосунків створюються за допомогою різних фреймворків, які прискорюють розробку програмного забезпечення (ПЗ), у тому числі і PHP фреймворків. А це потребує побудови відповідних математичних моделей для оцінювання складності ООП у тому числі через ідентифікацію класів веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків.

Метою дослідження є побудова математичної моделі для оцінювання складності ООП через ідентифікацію класів веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків.

Основна частина. На теперішний час відома математична модель для оцінювання складності ООП через зв'язки між класами, яка побудована у вигляді еліпсу прогнозування в залежності від нормалізованих метрик RFC (the Response for Class) та CBO (Coupling Between Objects) [3]. Беручи за основу запропонований в [3] підхід щодо оцінювання складності ООП, у якості математичної моделі для оцінювання складності ООП через ідентифікацію класів веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків,

використовуються еліпсоїди прогнозування в залежності від нормалізованих метрик WMC, DIT та NOC.

Для побудови зазначеної математичної моделі за допомогою інструменту PhpMetrics (https://phpmetrics.org/) ми отримали дані з метрик WMC, DIT та NOC для 122 веб застосунків, що були створені за допомогою наступних популярних PHP фреймворків: CakePHP, Laravel, Symfony, CodeIgniter та Yii. Ці застосунки розміщені на сайті GitHub (https://github.com). Далі ми перевірили тривимірні 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 даних [4]. Як і в [5], нормалізацію даних ми здійснювали за допомогою тривимірного перетворення Бокса-Кокса, оцінювання параметрів якого виконувалося за методом максимальної правдоподібності. В результаті одна точка даних виявилася тривимірним викидом – це застосунок Grocery CRUD (https://github.com/scoumbourdis/grocery-crud), який є бібліотекою PHP і фреймворку Codeigniter, яка створює повнофункціональну систему CRUD без необхідності налаштування JavaScript або CSS. Зазначена точка даних була відкинута і остаточно ми побудували математичну модель для відповідних метрик з 121 веб застосунку. Для веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків, невисока складність ООП через ідентифікацію класів характеризується виконанням наступної умови: квадрат відстані Махаланобісу для нормалізованих за допомогою тривимірного перетворення Бокса-Кокса метрик WMC, DIT та NOC на рівні застосунку менше або дорівнює 7,82. У разі, якщо зазначений квадрат відстані Махаланобісу більше 7,82 та менше або дорівнює 12,84, то це висока складність ООП через ідентифікацію класів. Якщо вказаний квадрат відстані Махаланобісу більше за 12,84 (значення квантилю розподілу Хі-квадрат для трьох ступенів свободи та рівня значимості 0,005), то у цьому разі отримана математична модель не може бути застосована для відповідного оцінювання. Зазначимо, що параметри тривимірного перетворення Бокса-Кокса для нормалізації метрик WMC, DIT та NOC відповідно дорівнюють –0,17788, –1,27219, 1,81164. Для обчислення значення квадрату відстані Махаланобіса для нормалізованих за допомогою тривимірного перетворення Бокса-Кокса метрик WMC, DIT та NOC їх вибіркові середні відповідно дорівнюють 1,869, 0,284, –0,265, а зворотня матриця до коваріаційної матриці є такою:

$$\mathbf{S}_N^{-1} = \begin{pmatrix} 3.8768 & 8.3980 & -9.4109 \\ 8.3980 & 139.516 & -111.477 \\ -9.4109 & -111.477 & 194.605 \end{pmatrix}.$$

Застосовуючи побудовану математичну модель для відповідних метрик з 121 веб застосунку, маємо наступні результати щодо оцінювання складності ООП через ідентифікацію класів: 119 застосунків мають невисоку складність ООП, а складність двох застосунків (Apiato та Ilios) є високою. Apiato (https://github.com/apiato/apiato) – це платформа для створення масштабованих і тестованих програм, орієнтованих на API, за допомогою PHP, створених на основі Laravel. Ilios – це система управління навчальним планом для медичних професій, створена на основі Symfony. Для Apiato та Ilios значення квадрату відстані Махаланобіса для нормалізованих за допомогою тривимірного перетворення Бокса-Кокса метрик WMC, DIT та NOC на рівні застосунку дорівнюють 9,63 та 8,59 відповідно.

Висновки. В роботі на основі тривимірного перетворення Бокса-Кокса було побудовано математичну модель для оцінювання складності ООП через ідентифікацію класів веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків. Ця модель представляє собою два еліпсоїди прогнозування в залежності від нормалізованих метрик WMC, DIT та NOC. Ліві частини рівнянь цих еліпсоїдів однакові і містять квадрат відстані Махаланобісу для нормалізованих метрик WMC, DIT та NOC. Ці рівняння розрізняються правими частинами, які відповідно дорівнюють 7,82 та 12,84. В подальшому планується побудова математичних моделей для оцінювання складності ООП завдяки семантиці класів та через зв'язки між класами веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Chidamber, S., & Kemerer, C. (1994). A metrics suite for object oriented design. *IEEE Transactions on Software Engineering*, *20*(6), 476-493.

[2] Prykhodko, S., Prykhodko, N., & Smykodub, T. (2021). A Statistical Evaluation of the Depth of Inheritance Tree Metric for Open-Source Applications Developed in Java. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, *46*(2), 159-172. DOI: https://doi.org/10.2478/fcds-2021-0011

[3] Prykhodko, S., Prykhodko, N., & Smykodub, T. (2022). A Joint Statistical Estimation of the RFC and CBO Metrics for Open-Source Applications Developed in Java. *Computer Sciences and Information Technologies : 2022 IEEE 17th International Conference (CSIT)* (pp. 442-445). Lviv, Ukraine. DOI: https://doi.org/10.1109/CSIT56902.2022.10000457

[4] Prykhodko, S., Prykhodko, N., Makarova, L., & Pukhalevych, A. (2018). Application of the squared Mahalanobis distance for detecting outliers in multivariate non-Gaussian data. *Advanced Trends in Radioelecrtronics, Telecommunications and Computer Engineering : 2018 14th International Conference (TCSET)* (pp. 962-965). Lviv-Slavske, Ukraine. DOI: https://doi.org/10.1109/TCSET.2018.8336353

[5] Prykhodko, S., & Prykhodko, N. (2022). A Technique for Detecting Software Quality Based on the Confidence and Prediction Intervals of Nonlinear Regression for RFC Metric. *Computer Sciences and Information Technologies : 2022 IEEE 17th International Conference (CSIT)* (pp. 499-502). Lviv, Ukraine. DOI: https://doi.org/10.1109/CSIT56902.2022.10000532

Prykhodko A.S.

A mathematical model for assessing the complexity of object-oriented design through the identification of classes of web applications created using PHP frameworks

Abstract. *In the work, to assess the complexity of object-oriented design through the identification of classes of web applications created using PHP frameworks, a mathematical model in the form of a prediction ellipsoid for normalized WMC, DIT, and NOC metrics was built based on the three-variate Box-Cox transformation.*

Keywords: *mathematical model; prediction ellipsoid; three-variate Box-Cox transformation; web application; PHP framework.*