

MUTATION TESTLASH TEXNOLOGIYASINING PEDAGOGIK TALQINI: DASTURIY VOSITADAN DIAGNOSTIKA VOSITASIGA

Xamrayev Xurshidbek Komiljon o'g'li

University of Business and Science stajor – o'qituvchisi

xamrayevbek96@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada mutatsion testlash (mutation testing) texnologiyasining pedagogik talqini berilgan. An'anaviy holda dasturiy ta'minot muhandisligida test to'plamining sifatini baholash uchun qo'llaniladigan ushbu texnologiyani talabaning o'quv-bilish kompetentligini diagnostika qiluvchi vositaga aylantirish imkoniyati asoslangan. Mutatsion testlashning ikki vazifasi — muhandislik (test sifatini o'lchash) va pedagogik (tushunish chuqurligini diagnostika qilish) vazifalari farqlangan. Talaba yozgan testlar tomonidan "o'ldirilgan" mutantlar ulushi (mutation score) talabaning xatolarni oldindan ko'ra olish qobiliyati indikatori sifatida talqin qilingan. Mutantlar sonini cheklab, ularni keng tarqalgan tushunmovchiliklarga bog'lash pedagogik samarani oshirishi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: mutatsion testlash, mutant, mutation score, o'quv-bilish kompetentligi, pedagogik diagnostika, tushunish chuqurligi, coupling effect, test to'plami sifati.

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МУТАЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ: ОТ ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТА К СРЕДСТВУ ДИАГНОСТИКИ

Аннотация: В статье предлагается педагогическая интерпретация технологии мутационного тестирования.

Обоснована возможность преобразования этой технологии, традиционно применяемой в программной инженерии для оценки качества набора тестов, в средство диагностики учебно-познавательной компетентности студента. Разграничены две функции мутационного тестирования — инженерная (измерение качества тестов) и педагогическая (диагностика глубины понимания). Доля «убитых» тестами студента мутантов (mutation score) интерпретируется как индикатор способности студента предвидеть ошибки. Показано, что ограничение числа мутантов и их привязка к типичным заблуждениям повышают педагогический эффект.

Ключевые слова: *мутационное тестирование, мутант, mutation score, учебно-познавательная компетентность, педагогическая диагностика, глубина понимания, эффект сцепления, качество набора тестов.*

A PEDAGOGICAL INTERPRETATION OF MUTATION TESTING: FROM A SOFTWARE TOOL TO A DIAGNOSTIC INSTRUMENT

Abstract: *This article proposes a pedagogical interpretation of mutation testing. It substantiates the possibility of transforming this technology — traditionally used in software engineering to evaluate test-suite quality — into an instrument for diagnosing a student's learning competency. Two functions of mutation testing are distinguished: the engineering function (measuring test quality) and the pedagogical function (diagnosing depth of understanding). The proportion of mutants "killed" by a student's tests (the mutation score) is interpreted as an*

indicator of the student's ability to anticipate faults. It is shown that limiting the number of mutants and linking them to common misconceptions increases the pedagogical effect.

Keywords: *mutation testing, mutant, mutation score, learning competency, pedagogical diagnostics, depth of understanding, coupling effect, test-suite quality.*

Kirish (Introduction)

Mutatsion testlash — dasturiy ta'minot muhandisligida test to'plamining sifatini baholash uchun kodga sun'iy xatolar (mutantlar) kiritishga asoslangan fault-based texnologiya. Uning nazariy asoslari DeMillo, Lipton va Sayward tomonidan ilgari surilgan bo'lib, "coupling effect" (oddiy xatolarni tutadigan testlar murakkab xatolarni ham tutadi) tamoyiliga tayanadi (DeMillo, Lipton & Sayward, 1978). Texnologiya keyingi o'n yilliklarda yetuklik darajasiga yetdi (Jia & Harman, 2011).

An'anaviy baholash tizimlari talaba kodining natijasini tekshiradi, ammo uning tushunish chuqurligini o'lchamaydi. Shu o'rinda mutatsion testlash yangi imkoniyat ochadi: u talaba yozgan testlarning sifatini o'lchash orqali bilish chuqurligini bilvosita diagnostika qilishi mumkin. Tadqiqotning maqsadi — mutatsion testlashning pedagogik talqinini berish, ya'ni uni dasturiy vositadan talabaning o'quv-bilish kompetentligini diagnostika qiluvchi vositaga aylantirish imkoniyatini asoslashdan iborat.

Metodlar (Methods)

Tadqiqotda mutatsion testlash nazariyasi (coupling effect, mutation score, mutant operatorlari) o'rganildi; ta'lim sohasida mutatsion tahlilni qo'llash bo'yicha empirik ishlar qiyosiy tahlil qilindi; texnologiyaning

muhandislik va pedagogik vazifalarini farqlovchi pedagogik talqin modeli qurildi (Wrenn & Krishnamurthi, 2024).

Natijalar (Results)

Tahlil natijasida mutatsion testlashning ikki vazifasi farqlandi va asoslandi.

1) Muhandislik vazifasi: test to'plami kodlardagi xatolarni qanchalik tuta olishini o'lchaydi; bu — texnologiyaning klassik maqsadi.

2) Pedagogik vazifasi: talaba testlari o'ldirgan mutantlar ulushi (mutation score) uning xatolarni oldindan ko'ra olish, mantiqiy tahlil qilish va tushunish chuqurligi indikatori sifatida talqin qilinadi.

Talabaning testlari ko'proq mutantni o'ldirsa, u kodning mumkin bo'lgan xato holatlarini chuqurroq tasavvur qilayotgani anglashiladi. Shuningdek, mutantlar sonini cheklab, har birini keng tarqalgan o'quv tushunmovchiligiga bog'lash talabaning aniq konseptual xatolarini diagnostika qilishga imkon berishi aniqlandi (Wrenn & Krishnamurthi, 2024). Talaba test to'plami sifatini mutatsion tahlil orqali baholash empirik tadqiqotlarda ham samarali ekanligi tasdiqlangan (ISSTA, 2022). Bundan tashqari, modifikatsiyalangan teskari aloqa va o'qitish bilan birga mutatsion testlash talabalarning test yozish malakasini sezilarli oshirishi ko'rsatilgan (Improving students' testing skill, 2026).

Muhokama (Discussion)

Pedagogik talqin mutatsion testlashni baho qo'yish vositasidan diagnostika vositasiga aylantiradi: u talabaning nimani bilishini emas, balki kodni qanchalik chuqur tushunishini ko'rsatadi. Bu dissertatsiyaning markaziy g'oyasi — texnologiyani o'quv-bilish kompetentligini o'lchovchi ilmiy asoslangan vositaga aylantirishni mustahkamlaydi.

Ayni paytda texnologiyaning ikki muhim cheklovi saqlanadi: ekvivalent mutantlar muammosi (asl dastur bilan bir xil ishlaydigan, ammo sintaktik jihatdan farqli mutantlar) va yuqori hisoblash xarajatlari (Jia & Harman, 2011). Bu cheklovlar mutatsion testlashni ta'limda qo'llashda sun'iy intellekt va avtomatlashtirishni talab qiladi — bu masalalar keyingi tadqiqotlarda ko'rib chiqiladi.

Xulosa (Conclusion)

Mutatsion testlash texnologiyasi pedagogik talqin orqali talabaning o'quv-bilish kompetentligini diagnostika qiluvchi samarali vositaga aylanishi mumkin. Mutation score talabaning tushunish chuqurligi indikatori sifatida, mutantlar esa konseptual xatolarni aniqlash vositasi sifatida xizmat qiladi. Ekvivalent mutantlar va hisoblash xarajatlari muammosini bartaraf etish texnologiyani ta'limga to'liq joriy etishning keyingi sharti bo'lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar (References)

1. DeMillo, R. A., Lipton, R. J., & Sayward, F. G. (1978). Hints on Test Data Selection: Help for the Practicing Programmer. *IEEE Computer*, 11(4), 34–41.
2. Improving students' testing skill through mutation testing with modified feedback and training. (2026). *Computer Science Education*. <https://doi.org/10.1080/08993408.2026.2671830>
3. Jia, Y., & Harman, M. (2011). An Analysis and Survey of the Development of Mutation Testing. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 37(5), 649–678.
4. On the use of mutation analysis for evaluating student test suite quality. (2022). *Proceedings of the 31st ACM SIGSOFT International*

Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA), 263–275.

<https://doi.org/10.1145/3533767.3534217>

5. Wrenn, J., & Krishnamurthi, S. (2024). Conceptual Mutation Testing for Student Programming Misconceptions. arXiv:2401.00021.