67-72-33/2
21.03.19

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента
Мельничина Андрія Володимировича на дисертаційну роботу
Чопея Ратібора Степановича
на тему:
“ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ”,
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю
01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем

Актуальність теми дисертаційного дослідження

На сьогодні, стрімке зростання потреби вбудованих систем призвело до необхідності удосконалення методів та засобів їхнього проектування, розроблення та тестування. Окремим підкласом вбудованих систем є вбудовані системи реального часу, що характеризуються не лише жорсткими вимогами до енергоспоживання, апаратних ресурсів, а й більш жорсткими вимогами до надійності та безпечності. Саме це, призвело до більш жорсткого контролю на усіх етапах розробки вбудованих систем, зокрема: розроблення технічного завдання, розроблення архітектури вбудованої системи, розроблення апаратного та програмного забезпечення та тестування. Одним з найважливіших етапів розроблення вбудованих системи є етап тестування, адже він займає близько 70% часу розроблення вбудованої систем.

Особливо складним етапом тестування є тестування тривалості виконання програмного коду, адже передбачає необхідність пошуку набору вхідних даних та умов, що призведуть до виконання певного фрагменту програми з найбільшою тривалістю. Цей напрямок дослідження є перспективним, оскільки такий вид тестування характеризується не лише високою складність пошуку найгіршого сценарію виконання програми, а й складністю проведення тестування для мікроконтролерних вбудованих систем.

Дисертаційна робота Чопея Р. С. націлена на розв’язання актуального наукового завдання розроблення методів аналізу та тестування тривалості виконання програмного коду мікроконтролерних вбудованих систем реального часу.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеності

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів із висновками, загального висновку, списку використаних літературних джерел та додатків, і є завершеною науковою працею.

У вступі обґрунтовано актуальність досліджень, сформульовано мету та основні задачі досліджень, подано короткий зміст роботи.

У першому розділі проведено огляд сучасних методів тестування тривалості виконання програмного коду, які використовуються для тестування мікроконтролерних вбудованих системи. Обґрунтовано необхідність розроблення нових методів тестування тривалості виконання програмного коду.

У другому розділі встановлено ключові принципи, яких необхідно притримуватись при розробленні нових засобів тестування вбудованих систем. На основі сформульованих принципів розроблено та верифіковано методи динамічного тестування тривалості виконання програмного коду.

Третій розділ присвячено розробленню методу формування плану тестування, який враховує поведінку периферійних пристроїв, що включає у себе розроблений автором алгоритм побудови графу потоку керування та удосконалений метод статичного аналізу тривалості виконання програмного коду.

У четвертому розділі розглянуто вплив зовнішніх та внутрішніх чинників на периферійні пристрої вбудованої системи та тривалість виконання програмного коду. Наведено метод аналізу тривалості виконання програмного коду та дослідження можливості його застосування для прогнозування значення тривалості виконання програмного коду. Проведено порівняльний аналіз впливу зовнішніх чинників на тривалість виконання програмного коду.

У п'ятому розділі розроблено архітектуру програмного засобу для автоматизованого тестування тривалості виконання програмного коду мікроконтролерних вбудованих систем. Наведено результати реалізації практичного використання розроблених методів.

У додатках наведено акти впровадження результатів дисертаційної роботи та список праць автора.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їхня достовірність

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації повною мірою обґрунтовані, оскільки вони логічно випливають

із результатів отриманих за допомогою теорії ймовірності та математичної статистики, теорії системного аналізу та теорії математичного моделювання, теорії алгоритмів.

Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується експериментальними дослідженнями, зокрема їхньому впровадженню у практичну діяльність двох компаній, що займаються розробленням вбудованих систем, а також використанню у науково-дослідній роботі та навчальному процесі кафедри програмного забезпечення Національного університету «Львівська політехніка».

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному:

- вперше розроблено метод прогнозування тривалості виконання програмного коду, який враховує вплив зовнішніх і внутрішніх чинників на периферійні пристрої вбудованої системи реального часу, що дає змогу забезпечити заданий рівень їхньої надійності та безпечності;
- удосконалено метод статичного аналізу тривалості виконання програмного коду для мікроконтролерних вбудованих систем, який на відміну від наявних враховує швидкість обміну даними між внутрішніми модулями мікроконтролера, що дає змогу підвищити точність отриманих результатів;
- отримав подальший розвиток метод формування плану тестування програмних функцій вбудованої системи, у якому, на відміну від відомого, враховано поведінку її периферійних пристроїв, що дає змогу оцінити важливість тестування кожної програмної функції, і в такий спосіб підвищити ефективність процесу автоматизованого тестування;
- отримав подальший розвиток метод динамічного тестування програмного забезпечення вбудованих систем з використанням інтерфейсу відлагодження, в якому, на відміну від відомого, враховано особливості мікроконтролерів з архітектурою ARM, що дає змогу виконувати тестування тривалості виконання програмних функцій вбудованої системи без внесення змін до її програмного чи апаратного забезпечення.

Практична цінність одержаних результатів

Розроблений метод побудови засобів автоматизованого тестування тривалості виконання програмного коду, який включає сформульовані концептуальні принципи побудови засобів тестування є корисним для

розроблення аналогічних засобів автоматизованого тестування програмного забезпечення.

Розроблений програмний засіб дає змогу проводити не лише тестування тривалості виконання програмного коду, а й прогнозувати тривалість виконання програмного коду при зміні впливу зовнішніх та внутрішніх чинників на компоненти вбудованої системи. На сьогодні, це питання є дійсно актуальним, адже підвищення ефективності процесу тестування та аналізу тривалості виконання програмного коду є запорукою розроблення надійних та безпечних вбудованих системи за мінімальних затратах часу, що робить їх більш конкуренто спроможними на ринку вбудованих систем.

Практичне значення одержаних результатів підтверджено низкою актів впровадження, які наведено у додатках дисертаційної роботи.

Повнота викладу наукових результатів в опублікованих працях

За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 12 наукових праць, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у в науковому виданні України, що внесене до міжнародної наукометричної бази Scopus, 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав та 6 публікацій у збірниках праць міжнародних конференцій (2 публікації входять Scopus).

Відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота Чопея Р. С. "Засоби автоматизованого тестування спеціалізованого програмного забезпечення вбудованих систем" за оформленням відповідає вимогам МОН України, що пред'являються до дисертаційних робіт. Автореферат і дисертація та їх оформлення, кількість публікацій та повнота відображення результатів дисертаційного дослідження відповідають вимогам п.п.9, 11 і 12 "Порядку присудження наукових ступенів" щодо кандидатських дисертацій.

Автореферат дисертації розкриває її основні положення та висновки, є ідентичним за структурою та змістом із дисертацією.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. У роботі часто використовується терміни надійність та безпечність, однак відсутні дані, про підвищення показників надійності та безпечності при використанні розроблених методів тестування тривалості виконання програмного коду, а також дані,

що відображають зміну цих показників при використанні та без використання розроблених методів тестування тривалості виконання програмного коду.

2. Автор досить коректно і повно описує припущення для моделей функціонування програмного забезпечення, що аналізуються та пропонуються. Однак, для розроблення моделі прогнозування використовується малий обсяг вхідних даних, що дає низьку точність результатів прогнозування. Доцільно було б провести додаткові експериментальні дослідження впливу старіння компонентів на їхній час відгуку, що дало б можливість підвищити точність прогнозуючої моделі.
3. У науковій чи практичній новизні не відзначено, що автором розроблено метод побудови засобу для автоматизованого тестування тривалості виконання програмного коду вбудованих систем, хоча цей метод опублікований, та використовувався при розробленні ним архітектури програмного засобу представленого у дисертаційній роботі.
4. Дисертаційна робота націлена на створення засобів автоматизованого тестування, що дають змогу скоротити часові, а відтак і фінансові витрати на тестування вбудованих систем. Однак, у дисертації відсутні числові розрахунки зменшення загальних витрат часу та коштів на тестування вбудованих систем.
5. Є певна неузгодженість у використанні окремих термінів, які іноді не обґрунтовано синонімізуються (аналіз тривалості виконання програмного коду, тестування тривалості виконання програмного коду,...), також присутні незначні граматичні та орфографічні помилки у тексті роботи та автореферату.

Незважаючи на ці недоліки, автором досягнута основна мета роботи: розроблення методів та засобів для автоматизованого тестування спеціалізованого програмного забезпечення вбудованих систем.

Відзначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Чопея Р. С. "Засоби автоматизованого тестування спеціалізованого програмного забезпечення вбудованих систем" є завершеною науковою працею, у якій отримані нові науково

обґрунтовані результати, а саме розроблено ряд методів аналізу та тестування тривалості виконання програмного коду вбудованих систем.

Вважаю, що за науковим рівнем та повнотою опублікування основних наукових результатів дисертація відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України щодо присудження наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема, п. 11 "Порядку присудження наукових ступенів".

Дисертаційна робота Чопея Ратібора Степановича "Засоби автоматизованого тестування спеціалізованого програмного забезпечення вбудованих систем" містить всі необхідні результати для присудження її автору наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем.

Офіційний опонент:

к.т.н., доцент, доцент кафедри
теорії оптимальних процесів,
Львівського національного університету
імені Івана Франка МОН України Мельничин А. В.

Підпис доц. Мельничина А. В. засвідчую:

Вчений секретар
Львівського національного
університету імені Івана Франка доц. Грабовецька О. С.