

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Сердюкова Константина Евгеньевича на тему «**Разработка систем интеллектуальной поддержки анализа и тестирования программ**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Актуальность

Обеспечение высокого качества тестирования программного обеспечения существенно затрудняется с ростом масштабов разработки и повышением требований к его функциональности, но является необходимым при создании отказоустойчивых систем. Поэтому использование интеллектуальных технологий, позволяющих автоматизировать процессы тестирования, является актуальной исследовательской задачей.

Одним из процессов тестирования, для которых целесообразно использование интеллектуальных технологий, является создание наборов тестовых данных, применяемых при подготовке тестов. Связано это с высокой сложностью ручного подбора тестовых данных, требующего дополнительных компетенций от разработчиков и тестировщиков программных продуктов.

Современные исследования в области генерации тестовых данных показывают, что наилучшие результаты в данной области достигаются с помощью применения эволюционных методов, в частности генетического алгоритма (ГА). Эти методы позволяют автоматизировать процесс получения тестовых данных и обеспечить выполнение критериев покрытия тестируемого кода. Тем не менее, многие методы предполагают генерацию тестовых данных для определенных путей кода, где выполнение критериев покрытия производится случайным образом, а результат работы генетического алгоритма обеспечивается при большом количестве поколений и значительном размере популяции.

Поэтому метод генерации тестовых данных, предлагаемый Сердюковым К. Е. и направленный на достижение полного покрытия кода при

использовании генетического алгоритма (с небольшой длительностью эволюции и малым размером популяции), является актуальной исследовательской задачей.

Краткое содержание работы

Диссертационная работа Сердюкова К. Е. состоит из введения, 4 глав основного содержания, заключения, списка литературы, содержащего 110 наименований, и 4 приложений. Работа включает 10 таблиц и 50 рисунков.

В первой главе приводится описание жизненного цикла разработки ПО, включающего процессы верификации и этап тестирования. Рассматриваются основные подходы к тестированию, выделяется подзадача генерации тестовых данных. Вводятся понятия графа потоков управления и критериев покрытия тестируемого кода. Обосновывается использование генетического алгоритма для решения поставленных задач.

Вторая глава посвящена описанию использования генетического алгоритма в процессе генерации тестовых данных. В главе подробно рассмотрены основные эволюционные операции ГА, реализованные в специфике решаемой задачи. Вводится математическое описание функции приспособленности для генерации наборов тестовых данных для одного сложного пути. Автором предлагается обеспечить достижение полного покрытия многократным запуском процесса генерации данных для одного пути. Представленные в данной главе исследования показывают, что алгоритм позволяет достигнуть полного покрытия, но требует для этого многократного применения (множества запусков).

В третьей главе предлагаются модификации изложенного во второй главе метода для обеспечения максимального покрытия кода однократным применением алгоритма. Первая модификация позволяет учитывать отличие путей хромосом в популяции, что позволяет перенаправить процесс генерации данных на достижение большего разнообразия. Вторая модификация используется для смещения акцента при подборе тестовых данных на еще непокрытые пути. Проведенные в данной главе исследования показывают, что

автору удалось обеспечить более высокое совокупное покрытие кода при относительно малых количествах поколений и размерах популяции ГА.

Четвертая глава содержит описание разработанной программы, в которой реализованы предлагаемые автором методы. Приводится общая структура программы, подробно рассматривается реализация отдельных модулей.

Оформление диссертационной работы соответствует существующим требованиям. Работа написана на грамотном научном языке и в полной мере раскрывает поставленные цель и задачи исследования.

Оценка научной новизны результатов и практической значимости

Научной новизной обладают следующие результаты исследований.

1. С использованием генетического алгоритма предложена формальная постановка задачи генерации тестовых данных, применены метрики оценки сложности кода для математического описания функции приспособленности.

2. Предложены модификации функции приспособленности, направленные на увеличение покрытия кода. В первую модификацию функции приспособленности добавлена аддитивная компонента, позволяющая увеличить разнообразие популяции. Вторая модификация функции приспособленности учитывает покрытие кода в предыдущем поколении для динамического изменения весов операторов, что позволяет учитывать непокрытые пути.

3. На основе предложенных формальных постановок задач и математического вида функции приспособленности были разработаны эвристические алгоритмы генерации тестовых данных.

4. Модифицированные методы генерации данных были реализованы в виде приложения, обеспечивающего подбор тестовых данных для тестируемой программы.

Теоретическая значимость исследования состоит в применении интеллектуальных технологий на основе ГА в процессе генерации тестовых данных с целью достижения наибольшего покрытия кода.

Практическая значимость заключается в использовании предложенного подхода для решения проблемы генерации данных в процессе разработки и тестирования программ. Применение генетического алгоритма исключает необходимость ручного подбора данных, а использование модификаций позволяет обеспечить высокую скорость работы, что в реальной среде разработки является важным фактором.

Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует п. 1 «Модели, методы и алгоритмы проектирования и анализа программ и программных систем, их эквивалентных преобразований, верификации и тестирования» паспорта специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Обоснованность и достоверность полученных результатов обусловлена корректным применением математического аппарата, согласованности новых результатов с известными теоретическими положениями, а также подтверждены результатами внедрения программного обеспечения.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе автор использует генетический алгоритм для генерации тестовых данных, но не приводит обоснования своего выбора (отсутствует сравнение выбранного метода с другими интеллектуальными технологиями).
2. При описании основных этапов генетического алгоритма автором отдельно выделяется эволюционная операция смешивания (рисунок 2.2). В дальнейшем при описании эволюционных операций смешивание описывается уже как часть скрещивания, то есть, отдельно не выделяется.
3. При изложении материала исследования автор не разделяет понятия «особь» и «хромосома», говоря в обоих случаях о наборе тестовых данных. Например, на стр. 56: «В каждом поколении происходит отбор *особей* популяции в пул элитных *хромосом*».

4. В работе автор исследует возможные соотношения между компонентами функции приспособленности F_1 и F_2 и экспериментально определяют влияние параметра k (веса коэффициента) на качество покрытия кода. Представляется целесообразным рассмотреть эту оптимизационную задачу как двухкритериальную (для каждого из частных критериев F_1 и F_2), выполнить построение множества эффективных решений (фронта Парето на плоскости критериев), а затем выбрать лучший вариант на основе привлечения третьего критерия, определяющего полноту покрытия кода. В этом случае выбор параметра k (веса коэффициента в выражении функции приспособленности – свертке критериев F_1 и F_2) был бы теоретически обоснован.

Приведённые выше замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования К.Е.Сердюкова.

Общее заключение. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и российских конференциях, представлены в 23 публикациях, в том числе в 2-х изданиях, рекомендованном ВАК РФ, а также в 10 публикациях в изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus. Имеется 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации и результаты проведенных исследований.

Уровень решаемых задач представляется соответствующим требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Содержание диссертации соответствует специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Диссертационное исследование **Сердюкова Константина Евгеньевича** на тему **«Разработка систем интеллектуальной поддержки анализа и тестирования программ»** является завершённой научно-квалификационной работой, которая по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и

достоверности выводов соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК Минобрнауки Российской Федерации в части, касающейся присвоения ученой степени кандидата технических наук. Считаю, что диссертант, Сердюков Константин Евгеньевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры автоматизированных
систем обработки информации и управления
ФГАОУ ВО «ОмГТУ»

«25» 07 2022 г.

Денисова Людмила Альбертовна

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»

Почтовый адрес: 644050, г. Омск, пр-т Мира, д. 11

Телефон: +7 (3812) 65-34-07

Я, Денисова Людмила Альбертовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Денисова

Ученый секретарь

Получила в совет
27.07.22. председатель
[подпись]

А. Ф. Немцова

Созывом озвучено
27.07.22. [подпись]