

Акционерное общество «МЦСТ»
(АО «МЦСТ»)

ул. Нагатинская, д.1, стр.23, Москва, 117105
тел.: (495) 363-96-65 факс: (495) 363-95-99
<http://www.mcst.ru> e-mail: mcst@mcst.ru

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора

Г» по научной работе



В.И. Перекатов

Октябрь 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
АО «МЦСТ»

на диссертационную работу Татарникова Андрея Дмитриевича
**«Автоматизация конструирования генераторов тестовых программ для
микропроцессоров на основе формальных спецификаций»,**
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 корректности работы микропроцессоров является фундаментальной проблемой, для решения которой применяют разные методы функциональной верификации. Суть проблемы состоит в том, что сложность микропроцессоров возрастает быстрее, чем позволяют возможности методов верификации, в результате чего проверка корректности (и так являющаяся самым узким местом процесса проектирования) требует все больше ресурсов. Функциональная верификация на системном уровне осуществляется путем прогона тестовых программ на RTL-модели микропроцессора и сравнения

результатов их выполнения с эталонными результатами, полученными на симуляторе (программной модели микропроцессора).

В большинстве случаев тестовые программы создаются автоматически при помощи генераторов тестовых программ, которые используют знание о системе команд микропроцессора для составления тестов, покрывающих различные ситуации в его работе. При этом для покрытия целевых ситуаций могут применяться разные техники генерации. Так как системы команд и техники генерации постоянно эволюционируют, возникает необходимость расширения возможностей генераторов тестовых программ. Сложность решения этой задачи заключается в том, что подобные инструменты часто разработаны для строго определенных систем команд и ориентированы на применение конкретных техник генерации, а используемое ими описание системы команд неотделимо от реализации техник генерации. Это приводит к тому, что адаптация инструмента к новым системам команд и интеграция новых техник генерации оказывается чрезмерно трудоемкой или вовсе невозможной. В результате инженеры-верификаторы вынуждены использовать несколько инструментов, каждый из которых решает отдельную задачу. Это увеличивает трудозатраты и делает затруднительным совместное использование различных техник генерации.

Татарников А.Д. в своей диссертационной работе предлагает метод автоматизации конструирования генераторов тестовых программ для микропроцессоров на основе формальных спецификаций их систем команд. При таком подходе описание системы команд и реализации техник генерации создаются независимо друг от друга. Это помогает снизить трудоемкость разработки генераторов тестовых программ и дает возможность интегрировать разнообразные техники генерации. Все вышеперечисленное определяет актуальность данной работы.

Научная новизна результатов исследования

Основными научными результатами диссертационной работы Татарникова Андрея Дмитриевича являются:

1. Метод автоматизации конструирования генераторов тестовых программ для микропроцессоров на основе формальных спецификаций.
2. Язык описания шаблонов тестовых программ, позволяющий описывать разнообразные сценарии тестирования на абстрактном уровне.

3. Архитектура генераторов тестовых программ для микропроцессоров, позволяющая интегрировать разные техники генерации и допускающая расширение множества поддерживаемых техник.

Новизна полученных результатов подтверждается сравнением с результатами известных работ по тематике диссертационного исследования.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация имеет общий объем 162 страницы и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, указана научная новизна результатов исследования, раскрыта их научная и практическая значимость и перечислены положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен аналитический обзор существующих методов и средств функциональной верификации микропроцессоров. Основное внимание уделено техникам генерации тестовых программ и реализующим их инструментам. Рассмотрены сильные и слабые стороны основных техник генерации, области их применения и варианты их совместного использования. Выделены ограничения и недостатки, присущие существующим генераторам тестовых программ. На основе проведенного анализа сделан вывод об отсутствии генератора тестовых программ, который был бы применим для широкого спектра микропроцессорных архитектур и допускал бы расширение набора поддерживаемых техник генерации.

Во второй главе автором предложен метод автоматизации конструирования генераторов тестовых программ на основе формальных спецификаций системы команд на языке nML. Для сконструированных генераторов предложена расширяемая архитектура, позволяющая интегрировать различные техники генерации. Также в главе описан расширяемый основанный на Ruby предметно-ориентированный язык, предложенный автором для описания шаблонов тестовых программ, на основе которых будет осуществляться генерация.

В третьей главе приведено описание инструмента MicroTESK, реализующего предложенный автором метод. Данный инструмент конструирует на основе формальных спецификаций генераторы тестовых программ, состоящие из модели, содержащей информацию об архитектуре тестируемого микропроцессора, и архитектурно-независимого ядра, реализующего техники генерации. Первая часть главы посвящена описанию

среды моделирования, которая отвечает за анализ формальных спецификаций и построение модели. Во второй части рассмотрена среда тестирования, которая включает в себя ядро генератора и отвечает за построение тестовых программ на основе шаблонов и модели.

В четвертой главе описаны результаты применения предложенного автором метода автоматизации конструирования генераторов тестовых программ для архитектур MIPS64, ARMv8, PowerPC и RISC-V. В главе приведенные в главе данные о трудоемкости разработки формальных спецификаций и о возможностях сконструированных генераторов тестовых программ. На основе этих данных сделан вывод о применимости предложенного метода к использованию в промышленных проектах по верификации микропроцессоров.

В заключении перечислены основные результаты работы.

Список литературы включает 122 наименования.

Результаты, полученные в диссертационной работе, соответствуют поставленным целям и сформулированным задачам. Диссертационная работа является оригинальным и законченным исследованием. Оформление текста диссертации выполнено в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам.

Автореферат диссертации адекватно отражает ее содержание.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов

Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов обеспечивается непротиворечивостью теоретических выводов и результатов решения практических задач, а также подтверждается экспериментальными данными, представленными в работе.

Основные результаты диссертации докладывались автором и обсуждались на различных научно-технических семинарах.

Подтверждение опубликования основных результатов работы

Основные положения диссертации полно отражены в 15 печатных работах, из которых 7 опубликовано в изданиях перечня ВАК РФ и 8 в материалах российских и международных научно-технических конференций. Из 15 работ 6 опубликовано автором лично и 9 в соавторстве. Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, прошли апробацию на российских и международных научно-технических конференциях и семинарах.

Научная и практическая ценность

Предложенный автором метод позволяет упростить разработку генераторов тестовых программ для микропроцессоров. Используя данный метод, можно сконструировать генераторы тестовых программ для различных микропроцессоров, разработав формальные спецификации их систем команд. Сконструированные генераторы реализуют набор архитектурно-независимых техник генерации, который можно расширять пользовательскими реализациями. Таким образом, предложенный метод может быть использован в качестве основы для разработки новых архитектурно-независимых техник генерации.

Реализация и внедрение

Предложенный автором метод автоматизации конструирования генераторов тестовых программ был реализован в инструменте MicroTESK, который был применен для создания генераторов тестовых программ для микропроцессоров MIPS64, ARMv8, PowerPC и RISC-V.

Генератор тестовых программ для архитектуры MIPS64, сконструированный при помощи инструмента MicroTESK, применяется в проектах по созданию микропроцессоров в ФГУ НФЦ НИИСИ РАН.

Уже выполненное внедрение результатов работы соискателя говорит об их существенной практической значимости.

Рекомендации по практическому применению

Результаты диссертационной работы Татарникова А.Д. могут использоваться не только для функциональной верификации микропроцессоров, но и для тестирования бинарных компиляторов и программных эмуляторов различных систем команд.

Замечания

1. Характеристики предложенного в работе метода оцениваются на основе опыта его применения для конструирования генераторов тестовых программ для нескольких RISC-микропроцессоров. При этом не дается оценка его применимости для микропроцессоров CISC и VLIW, таких как x86 и Эльбрус.

2. Целью решения системы ограничений заявлено увеличение покрытия, при этом явно не описывается, какие именно метрики используются для его измерения. Вместо этого вводится термин

"модель покрытия" как часть генератора, причем неясно, получается ли она только из формальной спецификации или возможно её расширение иным образом.

3. В работе не приводятся сведений о такой характеристике сконструированных генераторов тестовых программ, как скорость генерации. Также нет оценки влияния расширения набора поддерживаемых техник генерации на скорость работы генератора.

4. Не приведена оценка допустимой сложности решаемой системы ограничений.

В целом отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации. Результаты диссертационной работы Татарникова А.Д. являются полезным вкладом в разработку методов функциональной верификации микропроцессоров.

Заключение

Диссертация Татарникова Андрея Дмитриевича является законченной научно-исследовательской работой и удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Татарников Андрей Дмитриевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 — математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Отзыв на диссертацию Татарникова А.Д. заслушан и обсужден на заседании научно-технического совета АО «МЦСТ». Протокол № 3 от «29» 09 2017 года.

Заместитель генерального директора
АО «МЦСТ» по направлению
«Системы программирования»
к.т.н., старший научный сотрудник

В.Ю.Волконский