

Отзыв официального оппонента
на диссертационную работу Пилипенко Артура Витальевича
**«Разработка и реализация механизмов сокращения размера Java-приложений для
встраиваемых систем в закрытой модели»,**
представленную к защите в диссертационный совет Д 002.199.01 на базе Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института
информатики и автоматизации Российской академии наук
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11
«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и
компьютерных сетей»

Актуальность темы исследования. В диссертации исследуется общая проблема программирования встраиваемых вычислительных устройств с использованием высокоуровневых языков программирования. Число и разнообразие таких устройств в настоящее время подвержено существенному росту, в частности, затрагивая бытовую электронику, персональные мобильные устройства, системы производственного оборудования. Наблюдается переход от традиционных для такой аппаратуры языков программирования (специализированные языки, ассемблер, С и С++) к более высокоуровневому языку Java. В то же время, высокоуровневый язык программирования предъявляет повышенные требования к аппаратной платформе. Возникает конкретная прикладная проблема — применение языка Java для ресурсно-ограниченных вычислительных устройств требует перехода от открытой модели к закрытой (т.е. для устройства заранее фиксируется заданный набор приложений) и разработки программных механизмов специализации Java-платформы для сокращения аппаратных требований в условиях заданного набора приложений. Таким образом, в диссертации решается актуальная научная задача по разработке и реализации программных механизмов сокращения размера Java-приложений для встраиваемых аппаратных систем в закрытой модели.

Цель диссертационной работы состоит в получении комплекса научно-технических решений, применение которых позволит сократить аппаратные требования Java-платформы для встраиваемых систем при исполнении заданного набора приложений. Для достижения цели исследуются конкретные задачи по разработке алгоритмов и методов анализа Java-программ.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем. Разработанный алгоритм анализа Java-программ для определения удалимости Java-классов, в отличие от существующих, не нарушает поведения приложения и позволяет сократить размер

инициализированного образа. Разработанный алгоритм анализа Java-программ для определения удалимости ссылочных Java-полей, в отличие от существующих, использует новый сформулированный критерий удалимости и позволяет удалять инициализируемые, но неиспользуемые поля, не нарушая семантику финализации объектов. Разработанный метод анализа программ для выявления межъязыковых зависимостей между программным кодом на языках Java и C++, в отличие от существующих, использует оригинальные способы автоматизации для описания зависимостей и позволяет ускорить процесс понижения избыточности в программе. Разработанный алгоритм эквивалентного преобразования Java-программы и интерпретатора, в отличие от существующих, позволяет использовать свертку и укорачивание аргументов совместно со сворачиванием последовательностей инструкций.

Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается за счет анализа состояния исследований в данной области, корректного применения математических методов, согласованности теоретических свойств предложенных алгоритмов с результатами экспериментального исследования, апробацией основных положений диссертации в научных публикациях и докладах на российских и международных научных конференциях, а также внедрением полученных результатов в практику проектирования Java-платформы.

Практическую ценность в работе представляют предложенные алгоритмы и метод анализа программ. Эти результаты ориентированы на практическое использование при реализации Java-платформы для ресурсно-ограниченных устройств. Если реализация виртуальной Java-машины использует отдельную инициализацию, то предложенные алгоритмы приводят к достаточному для практического применения снижению избыточности в закрытой модели. Сжатие Java байт-кода можно использовать в тех случаях, когда целевое устройство не обладает ресурсами для распаковки исполняемого кода. Совместное применение предложенных алгоритмов и метода позволяет в автоматическом режиме специализировать реализацию Java-платформы для заданного набора приложений в закрытой модели. Предложенные алгоритмы и методы реализованы в программном инструменте для автоматической специализации Java-платформы Oracle Java ME Embedded.

Общая характеристика диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений. Полный объем диссертации составляет 150 страниц, включая 20 рисунков и 16 таблиц. Список литературы содержит 111 источников.

Во введении отражена актуальность работы, приведен краткий обзор разработанности темы диссертации, поставлена цель исследования, обоснована новизна работы и ее практическая ценность, сформулированы положения, выносимые на защиту, описана апробация работы и дано краткое резюме структуры работы.

В первой главе приведен обзор существующих механизмов сокращения размера приложений. Рассматривается задача понижения избыточности за счет удаления неиспользуемых методов, полей и классов. Также приведен обзор существующих механизмов для специализации набора инструкций. Отмечаются ограничения существующих алгоритмов понижения избыточности и существующих алгоритмов специализации Java байт-кода. На основании выводов из выполненного обзора существующих решений формулируются задачи для дальнейшего исследования.

Во второй главе предлагаются алгоритмы понижения избыточности Java-программ, применимые при отдельной инициализации. Описан алгоритм анализа достижимости методов, который расширяет алгоритм RTA выборочной инициализацией используемых классов. Также предложены алгоритмы анализа удалимости полей и классов в Java-программах с учетом объектов, создаваемых при инициализации Java-классов.

В третьей главе предлагается алгоритм сжатия Java байт-кода, который порождает компактное исполняемое представление путем специализации набора инструкций для заданного приложения. Предложенный алгоритм выполняет свертку и укорачивание аргументов в процессе выбора словаря шаблонов. Также предложенный алгоритм предварительно упрощает исходный набор инструкций, удаляя из него инструкции, которые могут быть представлены с помощью других инструкций. Такое преобразование освобождает дополнительные опкоды для специализированных инструкций.

В четвертой главе приводится описание программной реализации и ее экспериментального исследования. Помимо возможности применения результатов для программирования ресурсно-ограниченных устройств выполняется и экспериментальное сравнение существующими решениями. На основе таких экспериментов выделяются недостатки и ограничения предложенных решений и определяются направления для дальнейшего исследования и разработки.

Основные результаты. В качестве основных положений диссертационного исследования, выносимых на защиту, представлены следующие.

- 1) Алгоритм анализа Java-программ, определяющий достижимость методов Java-классов и осуществляющий выборочную инициализацию используемых классов.
- 2) Алгоритм анализа Java-программ, определяющий удалимость полей Java-классов и применимый при отдельной инициализации.
- 3) Алгоритм анализа Java-программ, определяющий удалимость Java-классов и применимый при отдельной инициализации.
- 4) Метод анализа программ, выявляющий межъязыковые зависимости между кодом на языках Java и C++ для алгоритмов понижения избыточности.

5) Алгоритм эквивалентного преобразования Java-программы и интерпретатора, необходимого для ее выполнения, сокращающий их суммарный размер за счет специализации набора инструкций интерпретатора.

Основные результаты по теме диссертации изложены в 7 работах, 3 из которых изданы в журналах из перечня российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Замечания. По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1) В главе 1 представлен обзор существующих способов сокращения размера программных приложений в виде перечисления алгоритмов и методов других авторов. В то же время, не представлено "системного взгляда на проблему", например, в виде сводной таблицы, определяющей конкретные открытые задачи по разработке новых алгоритмов и методов анализа программ. В выводах к главе 1 соответствующая информация представлена в недостаточно систематизированном виде.

2) Предлагаемые алгоритмы в недостаточной степени формализованы. Их представление переполнено словесными описаниями, что для стороннего эксперта-программиста может потребовать проведения дополнительного исследования при программной реализации некоторых шагов алгоритма. Описание алгоритма должно быть компактным, а дополнительные пояснения должны отделяться от описания выполняемых на шаге алгоритма действий. В приложении приведены не алгоритмы, а их реализация в виде соответствующих алгоритмам фрагментов программного кода.

3) В качестве теоретического обоснования алгоритмов приводятся, как правило, правдоподобные рассуждения. Например, в конце главы 3 заявляется о применимости алгоритма "для встраиваемых систем с ограниченными ресурсами", хотя в самом тексте главы нет достаточно строгого обоснования применимости (да и границ этой применимости). В то же время, следует отметить, что далее в главе 4 приводится экспериментальное обоснование.

Заключение. В целом, отмеченные недостатки не уменьшают положительную оценку диссертационной работы. Диссертация представляет собой целостную и законченную научно-исследовательскую работу на хорошем научно-техническом уровне, в которой решается актуальная научная задача по разработке и реализации программных механизмов сокращения размера Java-приложений для встраиваемых аппаратных систем в закрытой модели, имеющая важное значение для развития теории и практики программирования встраиваемых вычислительных устройств. Основные выводы по результатам исследований

достоверны и обоснованы. Автореферат и опубликованные научные работы достаточно полно и подробно отражают основное содержание диссертации и полученные выводы.

Диссертационная работа Пилипенко Артура Витальевича «Разработка и реализация механизмов сокращения размера Java-приложений для встраиваемых систем в закрытой модели» по теоретическому уровню и практической значимости соответствуют требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 28.08.2017 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Пилипенко Артур Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 — «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Официальный оппонент:

кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры информатики
и математического обеспечения института математики
и информационных технологий ПетрГУ,
ведущий научный сотрудник ПетрГУ

Корзун Д. Ж.

"06" сентября 2018 г.

Сведения о составителе отзыва:

Фамилия, имя, отчество: Корзун Дмитрий Жоржевич

Ученая степень: кандидат физико-математических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет»

Должность: доцент кафедры информатики и математического обеспечения

Почтовый адрес: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Телефон: + 7 (8142) 711084

E-mail: dkorzun@cs.kare