

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе СПбГУ  
ПЛОНОВ

ml 2018

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Диссертация «Разработка и реализация механизмов сокращения размера Java-приложений для встраиваемых систем в закрытой модели» выполнена на кафедре информатики СПбГУ.

В период подготовки диссертации соискатель Пилипенко Артур Витальевич проходил обучение в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

В 2014 году он окончил Санкт-Петербургский государственный университет, математико-механический факультет по специальности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2017 году федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Научный руководитель – Кияев Владимир Ильич, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры астрономии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

## **Актуальность работы**

Интернет вещей (Internet of Things) является актуальной и быстро развивающейся прикладной областью. Встраиваемые устройства, составляющие интернет вещей, зачастую ограничены в ресурсах, поэтому для разработки программного обеспечения для таких устройств обычно используют низкоуровневые языки программирования, например, С или С++. Такие языки программирования позволяют эффективно использовать ограниченные ресурсы целевых устройств, но отличаются высокой сложностью и стоимостью разработки.

Применение языка Java для разработки программного обеспечения для встраиваемых устройств позволяет упростить и ускорить процесс разработки, однако требует специальных оптимизаций реализации Java-платформы по размеру. В работе рассматривается задача сокращения размера Java-приложений в закрытой модели, когда набор приложений, исполняемых на устройстве, определен заранее. Стандартные алгоритмы в этой области были разработаны в 2000-х годах, однако большинство из них не применимы при использовании отдельной инициализации – механизма ускорения запуска приложений, часто применяемого в реализациях виртуальных машин для встраиваемых применений. Таким образом разработка алгоритмов сокращения размера Java-приложений в закрытой модели, применимых при использовании отдельной инициализации, является актуальной задачей.

## **Цель диссертационной работы**

Целью данной работы является разработка и реализация алгоритмов сокращения размера Java-приложений для встраиваемых систем в закрытой модели, применимых при использовании отдельной инициализации.

## **Теоретическая и практическая значимость результатов**

Теоретическая значимость работы заключается в расширении области применимости существующих алгоритмов понижения избыточности для анализа инициализированного состояния программы, уточнении критериев удалимости неиспользуемых полей для языка Java, а также в новом применении существующих подходов для компактного кодирования Java-программ.

Практическая значимость работы заключается в сокращении размера Java-приложений без нарушения их поведения. Сокращение размера приложений позволяет и снизить аппаратные требования к целевым устройствам, что расширяет область применения языка Java. Применения

языка Java при разработке программного обеспечения для встраиваемых устройств позволяет упростить процесс разработки и повысить качество программного обеспечения.

### **Научная новизна работы**

Научная новизна работы заключается в создании новых алгоритмов понижения избыточности, новом применении существующих подходов к сжатию Java байт-кода. Новые научные результаты, полученные в диссертации:

1. Разработан алгоритм анализа достижимости методов Java-программы, осуществляющий выборочную инициализацию используемых классов. Алгоритм не инициализирует классы, которые не могут быть инициализированы в процессе работы приложения. Подход, используемый ранее, состоит в инициализации всех классов приложения до анализа достижимости методов, что может приводить к нарушению наблюдаемого поведения программы и к увеличению итогового размера инициализированного образа.
2. Разработан алгоритм анализа удалимости ссылочных полей Java-программы, позволяющий удалять инициализируемые, но неиспользуемые поля, не нарушая семантику финализации объектов. Описанные ранее алгоритмы либо не позволяли удалять инициализируемые, но неиспользуемые поля, либо не учитывали, что удаление ссылочных полей может нарушить семантику финализации.
3. Предложен оригинальный механизм автоматического анализа межязыковых зависимостей между кодом на Java и C++. Предыдущие подходы требовали ручного описания таких зависимостей.
4. Предложен алгоритм сжатия Java байт-кода с помощью специализации набора инструкций, осуществляющий свертку и укорачивание аргументов, сворачивание последовательностей инструкций. Ранее описанные алгоритмы сжатия Java байт-кода не используют данные оптимизации совместно.
5. Впервые применено упрощение исходного набора инструкций Java байт-кода для словарного сжатия. Получены экспериментальные результаты, показывающие эффективность такого преобразования для Java байт-кода.

## **Степень достоверности и новизна результатов проведенных исследований**

Обоснованность и достоверность результатов обеспечена анализом опубликованных исследований в данной области, публикацией результатов в рецензируемых изданиях, обсуждением результатов на конференциях, экспериментами и успешным внедрением на практике.

Основные результаты работы докладывались на:

1. всероссийской научной конференции по проблемам информатики СПИСОК-2013;
2. конференции «Технологии Microsoft в теории и практике программирования 2014 (Новые подходы к разработке ПО на примере технологий Microsoft и EMC)»;
3. конференции JavaOne San-Francisco 2014;
4. международной научно-практической конференции «Интеллектуальные и информационные технологии в формировании цифрового общества» 2017.

## **Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации**

Все представленные в диссертации результаты получены автором лично. Программные реализации выполнены соискателем.

## **Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем**

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, 3 из которых опубликованы в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, доктора наук. В опубликованных соискателем работах полно и ясно изложен основной материал диссертации; выполнены требования к публикациям основных научных результатов диссертации, предусмотренные пунктами 11 и 13; соблюдены требования, установленные пунктом 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

## **Публикации автора по теме диссертации**

*В журналах из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, доктора наук:*

1. Пилипенко, А. В. Обзор интерпретации и компиляции в виртуальных машинах / А. В. Пилипенко // Компьютерные инструменты в образовании. — 2012. — Вып. 3. — С. 3—15.
2. Пилипенко, А. В. Анализ достижимости методов при выборочной инициализации классов в программах на языке Java / А. В. Пилипенко, О. А. Плисс // Программная инженерия. — 2014. — Т. 8. — С. 5.
3. Пилипенко, А. В. Понижение избыточности Java-программ при выборочной инициализации классов / А. В. Пилипенко, О. А. Плисс // Программная инженерия. — 2016. — Т. 8. — С. 0.

*В прочих изданиях:*

4. Пилипенко, А. В. Оптимизация представления байт-кода JVM для встраиваемых систем / А. В. Пилипенко // Материалы научной конференции по проблемам информатики СПИСОК-2013. — 2013. — С. 104—106.
5. Пилипенко, А. В. Анализ достижимости методов с помощью межпроцедурного анализа потока данных / А. В. Пилипенко // Материалы учебно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных Северо-Западного федерального округа “Технологии Microsoft в теории и практике программирования (Новые подходы к разработке программного обеспечения на примере технологий Microsoft и EMC)”. — 2014.
6. Пилипенко, А. В. Использование межпроцедурного анализа потока данных для понижения избыточности Java-программ / А. В. Пилипенко, В. И. Кияев // Сборник научных статей международной научно-практической конференции “Интеллектуальные и информационные технологии в формировании цифрового общества”. — 2017. — С. 58—60.
7. Пилипенко, А. В. Словарное сжатие байт-кода JVM с помощью специализации набора инструкций / А. В. Пилипенко, О. А. Плисс // Системное программирование. — 2013. — Т. 8. — С. 97—114.

### **Соответствие специальности**

Диссертация А. В. Пилипенко соответствует Паспорту научной специальности 05.13.11 — «Математическое обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» по пунктам:

1. «Модели, методы и алгоритмы проектирования и анализа программ и программных систем, их эквивалентных преобразований, верификации и тестирования»;

2. «Языки программирования и системы программирования, семантика программ».

Диссертация «Разработка и реализация механизмов сокращения размера Java-приложений для встраиваемых систем в закрытой модели» Пилипенко Артура Витальевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 — «Математическое обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Проект заключения принят на заседании экспертной группы, сформированной решением декана факультета от 19.12.2017 № 79-22-277 в составе 5 человек.

Присутствовало на заседании 5 чел. Результаты голосования: «за» - 5 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 1 от 15 февраля 2018 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись председателя экспертной группы)

(Борис Асенович Новиков,  
доктор физико-математических  
наук, профессор, профессор с  
возложенными обязанностями  
заведующего кафедрой  
информатики)