

РЕЦЕНЗИЯ
на выпускную квалификационную работу обучающегося СПбГУ
Хечнева Семёна Евгеньевича
по теме «Валидация спецификации RISC-V ISA в LLVM относительно Sail»

Целью данной выпускной квалификационной работы является проверка соответствия двух описаний архитектуры набора команд (ISA) RISC-V: на языке TableGen в рамках фреймворка LLVM и эталонного описания на языке Sail. Поскольку данное описание в LLVM используется для кодогенерации в оптимизирующих компиляторах, то наличие в нём расхождений с эталонным описанием ISA может повлиять как на корректность порождаемого кода, так и на его производительность. За подтверждением актуальности работы и оценки результатов работы я обратился к главному эксперту по разработке ПО ООО «КНС Групп», Петрову Дмитрию Николаевичу. Он подтвердил актуальность данной темы и высоко оценил полученный результат (текст его рецензии прилагаю).

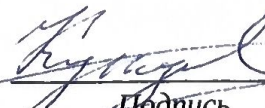
Во введении работы автор описывает проблему несоответствия данных описаний RISC-V ISA, затем формулируется цель работы. В разделе «Постановка задачи» автор сформулировал анализы, которые должен проводить разрабатываемый инструмент, с помощью которого будут сравниваться описания RISC-V ISA. В разделе «Обзор» приводится описание специфики языков TableGen и Sail, их применения для описания инструкций RISC-V. В разделе «Особенности реализации» автор описывает принятые им архитектурные решения и алгоритмические особенности реализованных анализов. В разделе «Найденные расхождения» перечисляются различия в описаниях RISC-V ISA, обнаруженные с помощью разработанного анализатора. Далее следует заключение, содержащее ссылку на исходный код разработанного инструмента.

В качестве недостатков работы отмечу следующее.

- Неочевиден выбор анализов, которые должны быть в разрабатываемом инструменте, и расширений RISC-V, которые планируется исследовать. В тексте они появляются в постановке задач как очевидный выбор.
- Отсутствует анализ корректности и полноты реализованных в инструменте анализов.

Текст работы написан достаточно непонятным для непогружённого в предметную область читателя. Однако полученные результаты невероятно ценны и компенсируют недостатки текста работы. Поэтому считаю, что выпускная квалификационная работа соответствует основным требованиям, предъявляемым к выпускной квалификационной работе бакалавра, и заслуживает оценки «отлично».

«03» _____ июня 2025 г.


Подпись

Кутуев В.А.
ФИО

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу обучающегося СПбГУ

Хечнева Семёна Евгеньевича

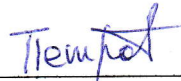
по теме “Валидация спецификации RISC-V ISA в LLVM относительно Sail”

Тема спецификаций архитектуры набора команд (ISA) актуальна в области проектирования и верификации процессоров. В данной работе затронута тема сопоставления спецификаций ISA, используемых в разработке компилятора и при верификации. Эти две области тесно связаны, поскольку при верификации процессора часто используются компиляторы языков высокого уровня и другие средства генерации машинного кода. Компиляторное описание ISA носит декларативный характер и содержит большой объём семантической информации об ISA в готовом виде. В то же время известно, что используемая компилятором спецификация ISA создаётся в первую очередь для решения задач кодогенерации и тестируется исключительно как часть компилятора. Поэтому возникает вопрос: насколько эта спецификация полна и точна? Соответствует ли она официальному эталонному описанию ISA? Для архитектуры RISC-V таким официальным эталонным описанием является спецификация на языке Sail.

Sail - это, по сути, алгоритмический язык. Семантические свойства инструкций в нём описываются исключительно через описание поведения инструкции. В рамках данной работы был предложен и реализован инструмент для проверки описания ISA в компиляторе LLVM против спецификации ISA на языке Sail, использующий методы статического анализа кода для извлечения семантических свойств инструкций из описания их поведения. Работы, связанные с языками спецификации ISA, фокусируются исключительно на вопросах верификации процессоров. Даже кажется несколько странным, что до сих пор никто не обратил внимание на использование аналогичных подходов для проверки компиляторного описания ISA - в чем, на мой взгляд, заключается главное достоинство этой работы. Тема раскрыта достаточно полно. Используемые подходы и сделанные выводы вполне обоснованы. Работа написана доступным языком и содержит достаточно иллюстративного материала.

Считаю, что данная работа заслуживает оценки “отлично”.

31 мая 2025 г.



Петров Д.Н.