Здравствуйте уважаемые члены комиссии, я студент группы ИУ4-41М Кутаев Кирилл

Представляю вашему вниманию выпускную квалификационную работу магистра на тему: «Разработка эмулятора ядра MIPS с использованием современных средств и методов проектирования ПО»

Цель работы заключается в исследовании современных средств и методов проектирования ПО, а также их применение для реализации эмулятора встраиваемых систем, позволяющего повысить быстродействие эмуляции ПО и уменьшить трудозатраты на реализацию составляющих эмулируемой системы

**Актуальность:** Увеличение интеграции встраиваемых систем во многие сферы промышленности и повседневной жизни привело к взрывному росту количества устройств и к расширению их функциональности. В процессе разработки ВПО требуется проводить тестирование, отладку и динамический анализ его выполнения. Использование данных процессов является важным критерием для разработки надежных, отказоустойчивых и безопасных встраиваемых систем. Проводить эти процессы на разрабатываемом устройстве не всегда является возможным по ряду причин.

Одним из способов решения данной проблемы является использование эмулятора. Был проведен обзор и анализ существующих решений по эмуляции ядра MIPS. Выявлено отсутствие решения, которое обладает характеристикой быстродействия и низкими трудозатратами на реализацию составляющих эмулируемой системы. Таким образом, применяемые в существующих решениях средства разработки ПО не позволяют добиться высокого быстродействия эмуляции и низких трудозатрат на реализацию составляющих эмулируемой системы.

Для решения данной проблемы был проведен обзор и анализ современных средств разработки ПО. Для повышения быстродействия ПО можно использовать новые стремительно набирающие популярность средства разработки ПО, такие как Rust, Cython, Go.

Для проведения оценки трудоемкости разработки с использованием определенного средства проектирования ПО использовался метод COCOMO 2. Для обозреваемых современных средств проектирования ПО приведены средние значения количества строк одной функциональной точки ПО. Для снижения трудозатрат на разработку ПО можно использовать современные средства разработки ПО с наименьшими значениями количества строк исходного кода на одну функциональную точку

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решены следующие задачи:

1. Разработка методики исследования быстродействия средств проектирования ПО, отличающейся от существующих стабильным окружением, а также иерархическим дескриптором описания конфигурации.
2. Реализация разработанной методики исследования быстродействия средств проектирования ПО в виде программного комплекса. Проведение исследований быстродействия современных средств проектирования ПО.
3. Разработка архитектуры эмулятора ядра MIPS. Реализация эмулятора ядра MIPS с использованием выбранных современных средств проектирования ПО.
4. Проведение испытаний быстродействия эмуляторов ядра MIPS для подтверждения эффективности разработанного решения. Проведение расчета для оценки трудозатрат.

В процессе исследования существующих решений по измерению быстродействия средств проектирования ПО было установлено, что не существует решения с возможностью снижения влияния процессов, происходящих в ОС. Использование контейнеризации с помощью Docker позволит снизить систематическую погрешность от влияния окружения, в котором проводится исследование, за счет создания идентичных условий для каждого из измерений. На слайде представлен предложенный алгоритм работы такого ПО.

Также для эффективной конфигурации исследования быстродействия был разработан четырехуровневый иерархический дескриптор в нотации JSON.

Для проведения исследования быстродействия языков программирования были выбраны 3 алгоритма, представленные на слайде. Исследуемые алгоритмы содержат операции, которые вычислительное в основном выполняет в процессе своей работы. Это базовые математические операции и логические операции булевой алгебры. А также операции взаимодействия с памятью на запись и чтение.

Полученные результаты исследования коррелируют с результатами анализа средств проектирования ПО. C, Rust и Cython показывают наилучшее быстродействие. Таким образом, для разработки эмулятора ядра MIPS выбрано средство проектирования ПО Rust, показавшее высокое быстродействие по результатам проведенного исследования.

Для разработки эмулятора ядра MIPS была спроектирована его архитектура, представленная на слайде. Также представлен основной алгоритм работы эмулятора, состоящий из бесконечного цикла, выполняющего проверку прерываний, выполнение инструкции и обновление системного таймера.

В результате был разработан прототип эмулятора ядра MIPS Rush на языке программирования Rust. Он поддерживать архитектуру набора команд MIPS32, в нем реализовано 54 нативные и 74 псевдо-инструкции.

На данном слайде представлен пример эмуляции алгоритма поиска простых чисел методом перебора. Слева исходный код на языке Си, посередине результат его компиляции в ассемблерные инструкции, справа листинг запуска данного алгоритма в разработанном эмуляторе.

На данном слайде представлено сравнение реализации процессорной инструкции в нескольких эмуляторах. Таким образом, современные средства проектирования ПО позволяют уменьшить количество строк кода, необходимых для описание программной сущности, таким образом снижая трудозатраты на реализацию ПО

Результаты проведенных испытаний показывают, что разработанный эмулятор ядра MIPS показывает высокое быстродействие по сравнению с аналогами.

Основные результаты работы:

1. Разработана методика исследования быстродействия современных средств проектирования ПО для разработки эмулятора встраиваемых систем, отличающейся от существующих стабильным окружением за счет применения контейнеризации в Docker.
2. Реализована разработанная методика исследования быстродействия современных средств проектирования ПО в виде программного комплекса «FPLB». Проведено исследование быстродействия современных средств проектирования ПО. Современные средства проектирования ПО Rust и Cython показали высокое быстродействие.
3. Разработана архитектура эмулятора ядра MIPS. Реализован эмулятор ядра MIPS с использованием современного средства проектирования ПО Rust, который позволит повысить быстродействие выполнения эмулируемого ПО и снизить трудозатраты на реализацию составляющих эмулируемой системы.
4. Проведено испытание быстродействия эмуляторов ядра MIPS которое показало увеличение быстродействия на X раз. Проведен расчет и сравнение средних значений количества строк исходного кода одной функциональной точки ПО эмуляторов ядра MIPS, которое показало уменьшение трудозатрат на разработку ПО эмулятора при использовании средства проектирования ПО Rust.

За время обучения были выпущены публикации. Из них несколько непосредственно по результатам проведенной работы.

Благодарю за внимание. Доклад окончен, готов ответить на ваши вопросы.