Здравствуйте, 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»

**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.

В рамках работы была поставлена **цель** увеличения эффективности процесса отладки ВПО разрабатываемых устройств за счет применения эмулятора, обладающего характеристиками быстродействия и эффективности поддержки.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработка методики исследования быстродействия современных средств проектирования ПО
2. Разработка программного обеспечения для проведения исследования быстродействия современных средств проектирования ПО
3. Разработка архитектуры эмулятора ядра MIPS
4. Разработка эмулятора ядра MIPS с использованием современных средств проектирования ПО
5. Разработка модуля ядра MIPS в эмуляторе Kopycat
6. Разработка методики испытаний быстродействия эмуляторов ядра MIPS

Эмулятор имитирует работу программной и аппаратной части вычислительной системы и ее окружения в другой вычислительной системе. Эмуляторы обладают широким спектром применения: отладка и подтверждение корректности выполнения ПО, сертификационные испытания, тестирование производительности, обратная разработка.

Был проведен обзор и анализ существующих решений по эмуляции встраиваемых систем. Выявлено отсутствие решения, которое обладает характеристикой быстродействия и низкой трудоемкостью реализации новых модулей. Таким образом, возникает потребность в разработке эмулятора, который будет обладать данными характеристиками.

Для решения данной задачи был проведен обзор и анализ средств разработки ПО, основной составляющей которых являются языки программирования. Выбор проведен по критериям быстродействия, распространенности, количества интегрированных абстракций и синтаксиса, а также наличия экосистемы для разработки.

Для проведения сравнительного анализа быстродействия языков программирования была разработана методика, которая позволяет проводить исследование в идентичных условиях.

На основе методики было разработано ПО FPLB для исследования быстродействия языков программирования. Его диаграмма классов представлена на слайде.

Алгоритм работы ПО заключается в запуске для каждого теста идентичного окружения в виде Docker контейнера. Вся последовательность тестов повторяется заданное количество раз, а получаемый результат усредняется. Перед каждой последовательностью тестов генерируются новый набор данных в заданном диапазоне. Полученные результаты визуализируются на графике.

Для описания и конфигурации тестирования быстродействия языков программирования разработан четырехуровневый иерархический дескриптор в нотации JSON.

Для проведения исследования быстродействия языков программирования были выбраны 3 алгоритма. Они содержат математические операции, которые часто выполняет процессор. Это алгоритм умножения матриц, алгоритм «Быстрая сортировка» и алгоритм поиска простых чисел.

Полученные диаграммы представлены на слайде. на вертикальной оси отображается время, а на горизонтальной оси представлены языки программирования.

Результаты исследования коррелируют с результатами анализа языков программирования. Языки программирования C, Rust и Cython показывают наилучшее быстродействие. Для разработки эмулятора ядра MIPS был выбран язык программирования Rust.

MIPS представляет собой систему команд и микропроцессорных архитектур, построенных по принципу RISC систем. Применяется во встраиваемых системах различного назначения: промышленное, полиграфическое и телекоммуникационное оборудование, автомобили, игровые консоли.

Обоснование выбора архитектуры MIPS для реализации в эмуляторе являются низкие трудозатраты по сравнению с архитектурами ARM и x86. А также распространенность на рынке встраиваемых систем.

Для разработки эмулятора ядра MIPS была спроектирована его архитектура и реализована в виде диаграммы классов.

Основной алгоритм работы эмулятора заключается в бесконечном цикле, выполняющим проверку прерываний, выборку инструкции, ее декодирования и выполнение, а также 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.

Для испытания быстродействия эмуляторов ядра MIPS оно также было реализовано в виде модуля в эмуляторе Kopycat.

Для проведения испытания быстродействия эмуляторов ядра MIPS была разработана методика. Также был составлен список существующих эмуляторов ядра MIPS и проведен их анализ. Для проведения каждого из испытаний в исходный код эмуляторов внедрена программная сущность измерения скорости.

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

Основные результаты работы:

1. Разработана методика исследования быстродействия современных средств проектирования ПО
2. Разработано ПО «FPLB» для проведения исследования быстродействия современных средств проектирования ПО. Также приведен алгоритм работы и описана диаграмма классов «FPLB». Разработан иерархический дескриптор конфигурации тестов для исследования
3. Проведено исследование быстродействия современных средств проектирования ПО.
4. Разработана архитектура эмулятора ядра MIPS. Приведена диаграмма классов эмулятора ядра MIPS. Описан алгоритм основного цикла эмулятора
5. Разработан прототип эмулятора ядра MIPS «Rush» с использованием современного средства проектирования ПО – языка программирования «Rust»
6. Разработан модуль ядра MIPS в эмуляторе Kopycat с использованием современных методов проектирования ПО
7. Разработана методика испытания быстродействия эмуляторов ядра MIPS. Выполнен сравнительный анализ результатов проведенных испытаний.

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

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