Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 2

по курсу «Архитектура ЭВМ»

на тему: «Изучение принципов работы микропроцессорного ядра RISC-V»

Студент ИУ7-56Б _____ Красильникова А. И.
(Группа) (Подпись, дата) (И. О. Фамилия)

Преподаватель _____ Попов А. Ю.
(Подпись, дата) (И. О. Фамилия)

2023 г.

Оглавление

Эксперимент 1. Исследования расслоения динамической памяти

Цель эксперимента: определение способа трансляции физического адреса, используемого при обращении к динамической памяти.

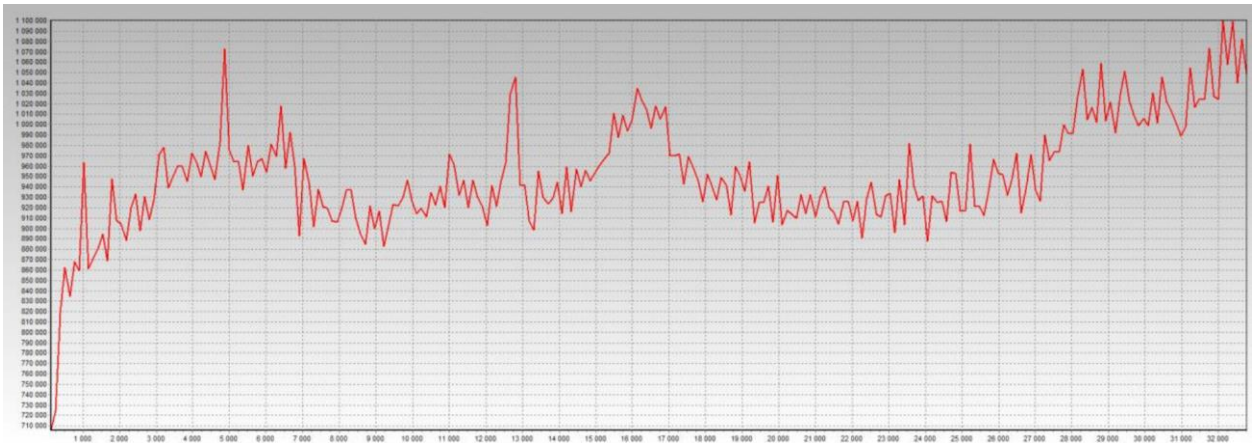
Исходные данные: размер линейки кэш-памяти верхнего уровня; объем физической памяти.

Результаты эксперимента: количество банков динамической памяти; размер одной страницы динамической памяти; количество страниц в динамической памяти.

Описание проблемы. В связи с конструктивной неоднородностью оперативной памяти, обращение к последовательно расположенным данным требует различного времени. В связи с этим, для создания эффективных программ необходимо учитывать расслоение памяти, характеризуемое способом трансляции физического адреса.

Суть эксперимента. Для определения способа трансляции физического адреса при формировании сигналов выборки банка, выборки строки и столбца запоминающего массива применяется процедура замера времени обращения к динамической памяти по последовательным адресам с изменяющимся шагом чтения. Для сравнения времен используется обращение к одинаковому количеству различных ячеек, отстоящих друг от друга на определенный шаг. Результат эксперимента представляется зависимостью времени (или количества тактов процессора), потраченного на чтение ячеек, от шага чтения.

Полученный график:



Эксперимент 2. Сравнение эффективности ссылочных и векторных структур

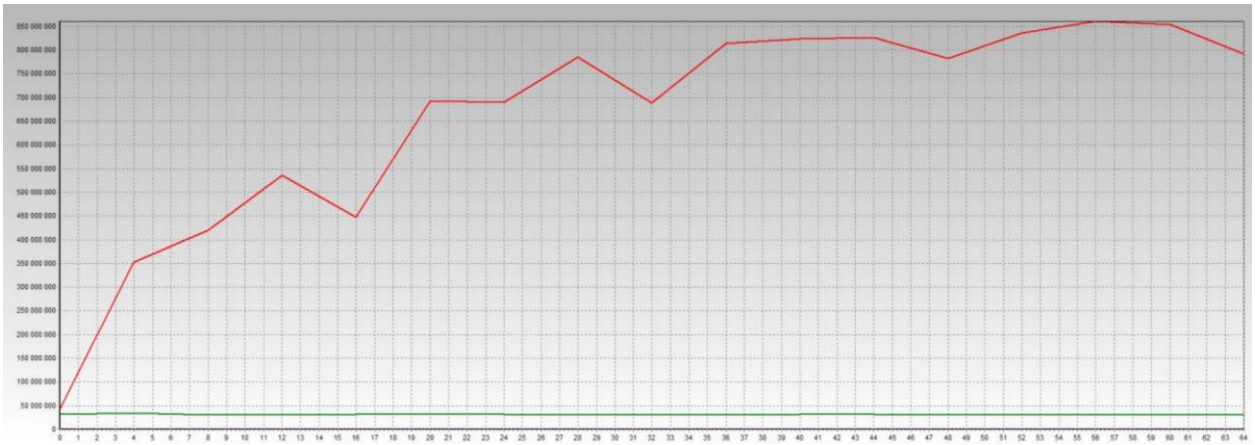
Цель эксперимента: оценка влияния зависимости команд по данным на эффективность вычислений.

Результаты эксперимента: отношение времени работы алгоритма, использующего зависимые данные, ко времени обработки аналогичного алгоритма обработки независимых данных.

Описание проблемы. Обработка зависимых данных происходит в тех случаях, когда результат работы одной команды используется в качестве адреса операнда другой. При программировании на языках высокого уровня такими операндами являются указатели, активно используемые при обработке ссылочных структур данных: списков, деревьев, графов. Обработка данных структур процессорами с длинными конвейерами команд приводит к заметному увеличению времени работы алгоритмов: адрес загружаемого операнда становится известным только после обработки предыдущей команды. В противоположность этому, обработка векторных структур, таких как массивы, позволяет эффективно использовать аппаратные возможности ЭВМ.

Суть эксперимента. Для сравнения эффективности векторных и списковых структур в эксперименте применяется профилировка кода двух алгоритмов поиска минимального значения. Первый алгоритм использует для хранения данных список, в то время как во втором применяется массив. Очевидно, что время работы алгоритма поиска минимального значения в списке зависит от его фрагментации, т.е. от среднего расстояния между элементами списка.

Полученный график:



Эксперимент 3. Исследование эффективности программной предвыборки

Цель эксперимента: выявление способов ускорения вычислений благодаря применению предвыборки данных.

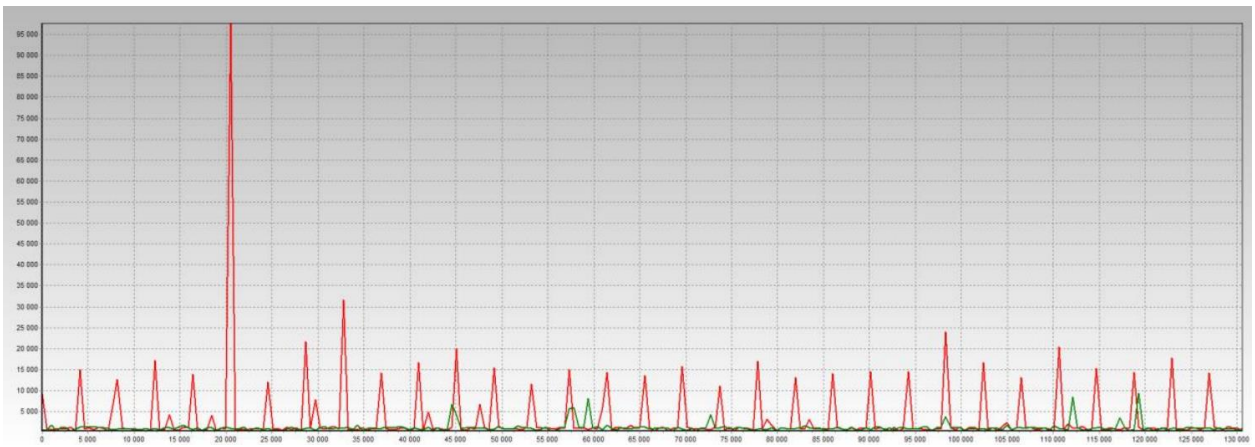
Исходные данные: степень ассоциативности и размер TLB данных.

Результаты эксперимента: отношение времени последовательной обработки блока данных ко времени обработки блока с применением предвыборки; время и количество тактов первого обращения к странице данных.

Описание проблемы. Обработка больших массивов информации сопряжена с открытием большого количества физических страниц памяти. При первом обращении к странице памяти наблюдается увеличенное время доступа к данным. Это связано с необходимостью преобразования логического адреса в физический адрес памяти, а также с открытием страницы динамической памяти и сохранения данных в кэш-памяти. Преобразование выполняется на основе информации о использованных ранее страницах, содержащейся в TLB буфере процессора. Первое обращение к странице при отсутствии информации в TLB вызывает двойное обращение к оперативной памяти: сначала за информацией из таблицы страниц, а далее за востребованными данными. Предвыборка заключается в заблаговременном проведении всех указанных действий благодаря дополнительному запросу небольшого количества данных из оперативной памяти.

Суть эксперимента. Эксперимент основан на замере времени двух вариантов подпрограмм последовательного чтения страниц оперативной памяти. В первом варианте выполняется последовательное чтение без дополнительной оптимизации, что приводит к дополнительным двойным обращениям. Во втором варианте перед циклом чтения страниц используется дополнительный цикл предвыборки, обеспечивающий своевременную загрузку информации в TLB данных.

Полученный график:



Эксперимент 4. Исследование способов эффективного чтения оперативной памяти

Цель эксперимента: исследование возможности ускорения вычислений благодаря использованию структур данных, оптимизирующих механизм чтения оперативной памяти.

Исходные данные: Адресное расстояние между банками памяти, размер буфера чтения.

Результаты эксперимента: отношение времени обработки блока памяти неоптимизированной структуры ко времени обработки блока структуры, обеспечивающей эффективную загрузку и параллельную обработку данных. 1

Описание проблемы. При обработке информации, находящейся в нескольких страницах и банках оперативной памяти возникают задержки, связанные с необходимостью открытия и закрытия страниц DRAM памяти. При программировании на языках высокого уровня такая ситуация наблюдается при интенсивной обработке нескольких массивов данных или обработке многомерных массивов. При этом процессоры, в которых реализованы механизмы аппаратной предвыборки, часто не могут организовать эффективную загрузку данных. Кроме этого, объемы запрошенных данных оказываются заметно меньше размера пакета, передаваемого из оперативной памяти. Таким образом, эффективная обработка нескольких векторных структур данных без их дополнительной оптимизации не использует в должной степени возможности аппаратных ресурсов.

Для создания структур данных, оптимизирующих их обработку современными процессорами, требуется максимально исключить несвоевременную передачу данных, т.е. передавать в каждом пакете только востребованную для вычислений информацию. В результате такой оптимизации снижается количество кэш-промахов, сокращается количество открытий и закрытий страниц DRAM-памяти, обеспечивается параллельная обработка данных и выполнение операций загрузки и выгрузки.

Суть эксперимента. Для сравнения производительности алгоритмов, использующих оптимизированные и неоптимизированные структуры данных используется профилировка кода двух подпрограмм, каждая из которых должна выполнить обработку нескольких блоков оперативной памяти. В алгоритмах обрабатываются двойные слова данных (4 байта), что существенно меньше размера пакета (32 – 128 байт). Неоптимизированный вариант структуры данных представляет собой несколько массивов в оперативной памяти, в то время как оптимизированная структура состоит из чередующихся данных каждого массива.

Полученный график:

Эксперимент 5. Исследование конфликтов в кэш-памяти

Цель эксперимента: исследование влияния конфликтов кэш-памяти на эффективность вычислений.

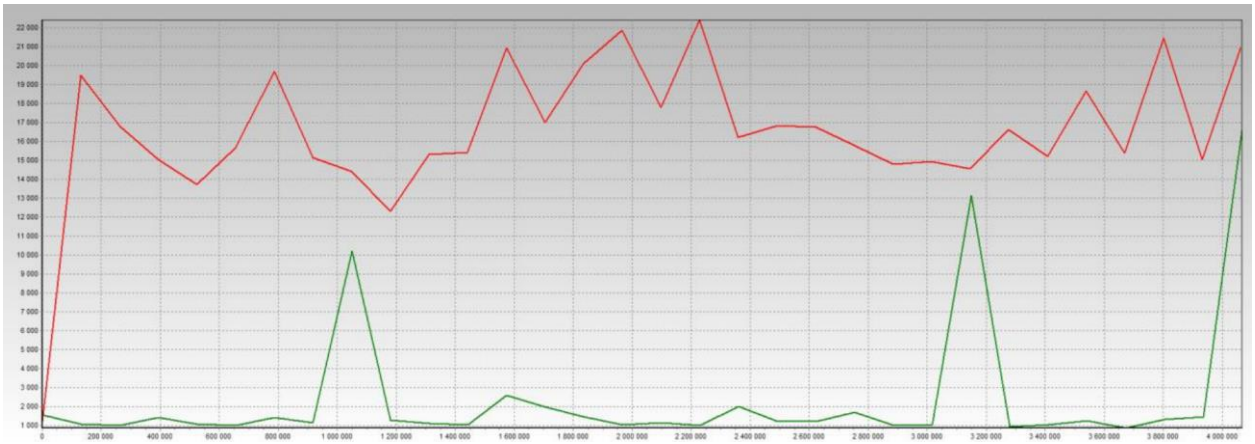
Исходные данные: Размер банка кэш-памяти данных первого и второго уровня, степень ассоциативности кэш-памяти первого и второго уровня, размер линейки кэшпамяти первого и второго уровня.

Результаты эксперимента: отношение времени обработки массива с конфликтами в кэш-памяти ко времени обработки массива без конфликтов.

Описание проблемы. Наборно-ассоциативная кэш-память состоит из линеек данных, организованных в несколько независимых банков. Выбор банка для каждой порции кэшируемых данных выполняется по ассоциативному принципу, т.е. из условия улучшения представительности выборки, в то время как целевая линейка в каждом из банков жестко определяется по младшей части физического адреса. Совокупность таких линеек всех банков принято называть набором. Таким образом, попытка читать данные из оперативной памяти с шагом, кратным размеру банка, приводит к их помещению в один и тот же набор. Если же количество запросов превосходит степень ассоциативности кэш-памяти, т.е. количество банков или количество линеек в наборе, то наблюдается постоянное вытеснение данных из кэш-памяти, причем больший ее объем остается незадействованным.

Суть эксперимента. Для определения степени влияния конфликтов в кэш-памяти на эффективность вычислений используется профилировка двух процедур чтения и обработки данных. Первая процедура построена таким образом, что чтение данных выполняется с шагом, кратным размеру банка. Это порождает постоянные конфликты в кэш-памяти. Вторая процедура оптимизирует размещение данных в кэш с помощью задания смещения востребованных данных на некоторый шаг, достаточный для выбора другого набора. Этот шаг соответствует размеру линейки.

Полученный график:



Эксперимент 6. Сравнение алгоритмов сортировки

Цель эксперимента: исследование способов эффективного использования памяти и выявление наиболее эффективных алгоритмов сортировки, применимых в вычислительных системах.

Исходные данные: количество процессоров вычислительной системы, размер пакета, количество элементов в массиве, разрядность элементов массива.

Результаты эксперимента: отношение времени сортировки массива алгоритмом QuickSort ко времени сортировки алгоритмом Radix-Counting Sort и ко времени сортировки Radix-Counting Sort, оптимизированной под 8-процессорную вычислительную систему.

Описание проблемы. Существует несколько десятков алгоритмов сортировки. Их можно классифицировать по таким критериям, как: назначение (внутренняя и внешняя сортировки), вычислительная сложность (алгоритмы с вычислительными сложностями O(n2), O(n*log(n)), O(n), O(n/log(n))), емкостная сложность (алгоритмы, требующие и не требующие дополнительного массива), возможность распараллеливания (не распараллеливаемые, ограниченно распараллеливаемые, полностью распараллеливаемые), принцип определения порядка (алгоритмы, использующие парные сравнения и не использующие парные сравнения).

Суть эксперимента. Эксперимент основан на замере времени трех вариантов алгоритмов сортировки (Quick Sort, Radix-Counting Sort, Оптимизированный Radix-Counting Sort) .

Полученный график: