

Московский Физико-Технический Институт

Микроархитектура современных микропроцессоров

Replacement Policies

Автор:

Овсянников Михаил

Долгопрудный, 2025

Политики замещения

В качестве второго задания необходимо было исследовать различные политики замещения для кэшей (replacement policies). Для бенчмаркинга использовался симулятор ChampSim и некоторый набор трасс SPEC CPU 2017 из DPC-3, предназначенный специально для него.

Для оценки производительности политик замещения использовался процент промахов в кэш (Miss Rate), усредненный по всем используемым трассам с помощью геометрического среднего. Рассматриваемый кэш – L2 кэш (кэш второго уровня).

В качестве базовых политик замещения использовались LRU и DRRIP. Самостоятельно были реализованы политики Pseudo-LRU, MRU и LFU. Было проведено сравнение всех пяти политик. Ожидания по результатам следующие:

- DRRIP лучше, чем LRU
- LRU совсем немного лучше, чем Pseudo-LRU
- MRU в целом покажет достаточно плохие результаты
- LFU выдаёт результаты на уровне LRU

Ниже представлены результаты замеров Miss Rate в L2 кэш для разных политик замещения.

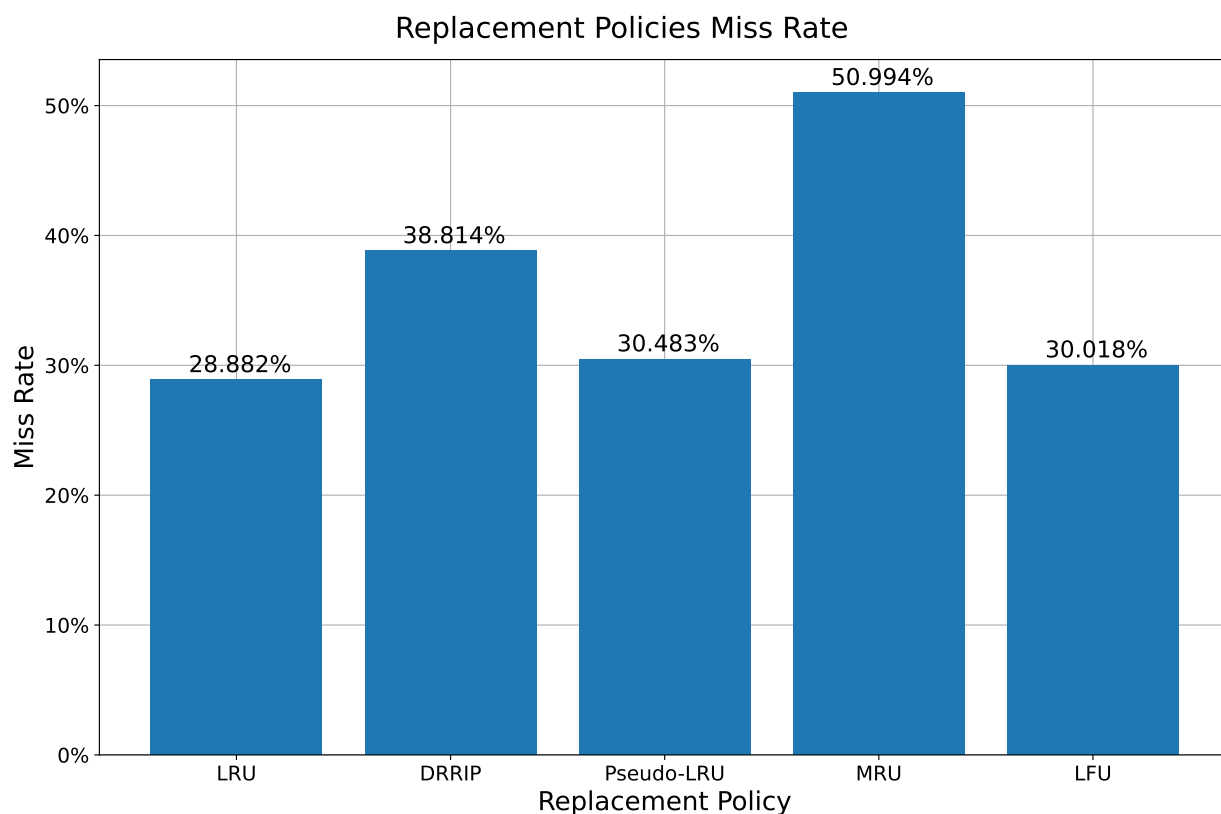


Рис. 1. Miss Rate в L2 кэш разных политик замещения

Заметим, что ожидания по результатам лишь частично оправдались.

DRRIP оказался сильно хуже, чем LRU – полная противоположность ожидаемому результату. Поскольку ни одна из этих политик замещения не была реализована самостоятельно, то это можно объяснить лишь несостоятельной реализацией DRRIP в симуляторе ChampSim.

Предсказание о том, что LRU лишь немного лучше Pseudo-LRU, сбылось. Разница лишь $\sim 5\%$. Объяснение – Pseudo-LRU является лишь приближением истинного LRU. В LRU вытесняется всегда самая старая ячейка, а в Pseudo-LRU – не самая поздняя. В этом и состоит приближение. Если часто происходит обращение к нескольким ячейкам, то в LRU они не будут вытеснены, а в Pseudo-LRU такой гарантии нет.

Также можно заметить, что политика MRU действительно оказалась достаточно плохой. Более половины обращений в кэш – это промах! Очевидное объяснение этого – MRU вытесняет самые поздние ячейки, что полностью противоречит необходимому действию в присутствии временной локальности (которая почти всегда имеет место быть).

Ожидания по поводу LFU также оправдались – данная политика дей-

ствительно показала себя на уровне обычного LRU, уступая ей всего лишь на $\sim 4\%$.

Вывод

В этом задании были исследованы различные политики замещения кэшей. Проведено сравнение следующих: LRU, DRRIP, Pseudo-LRU, MRU и LFU. По результатам бенчмаркинга оказалось следующее:

- DRRIP сильно уступает стандартному LRU
- Pseudo-LRU немного хуже LRU и является хорошим его приближением
- MRU показал ожидаемо плохие результаты
- LFU показал ожидаемо хорошие результаты

Приложение

Ниже представлен график Miss Rate в L2 кэш для каждой трассы для более детального рассмотрения результатов. Номер по оси абсцисс – это номер трассы.

Replacement Policies Miss Rate

