

Московский Физико-Технический Институт

Микроархитектура современных микропроцессоров

# Branch Predictors

**Автор:**

Овсянников Михаил

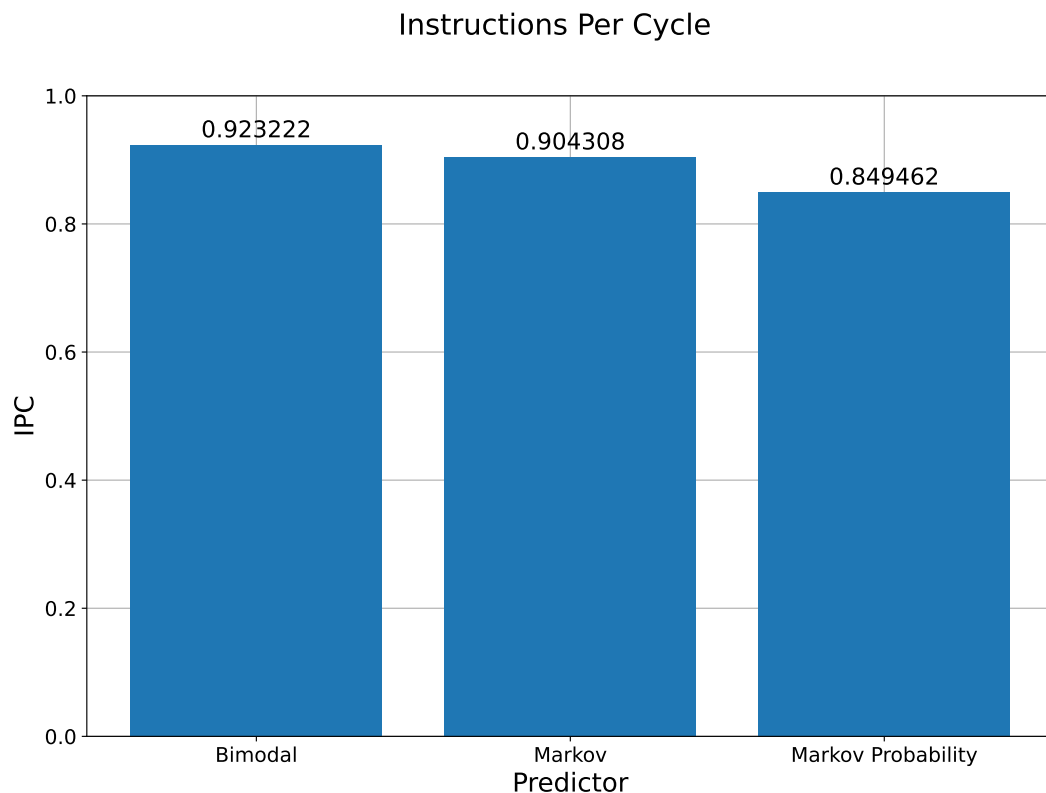
Долгопрудный, 2025

# Предсказатели переходов

В качестве первого задания необходимо было исследовать различные предсказатели переходов (branch predictors). Для бенчмаркинга использовался симулятор ChampSim и некоторый набор трасс SPEC CPU 2017 из DPC-3, предназначенный специально для него.

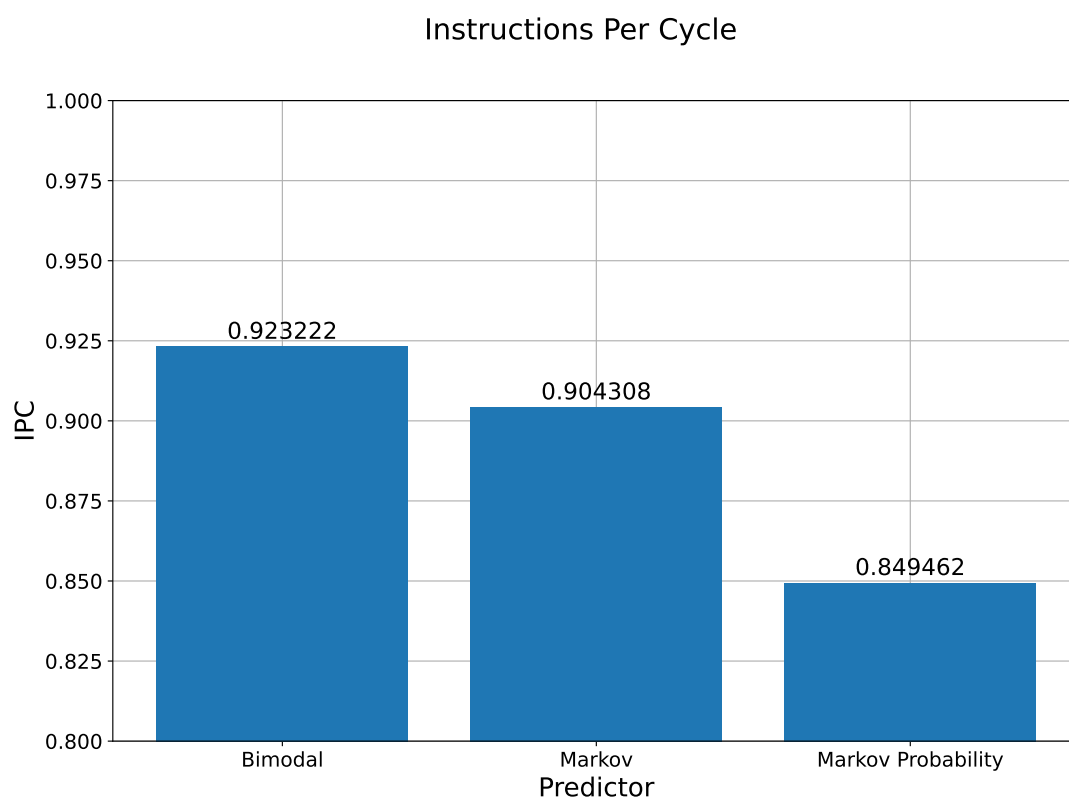
Для оценки производительности предсказателей использовались показатели IPC (Instructions Per Cycle) и МРКИ (Mispredictions Per Kilo Instruction), усредненный по всем используемым трассам с помощью геометрического среднего.

Всего сравнивались три предсказателя: Bimodal Predictor, Markov Predictor и Markov Probability Predictor. Ниже представлены результаты замеров IPC бенчмарков. Заметно, что Bimodal лучше Markov, а он в свою очередь – лучше Markov Probability.



**Рис. 1.** IPC предсказателей

Увеличим масштаб, чтобы более детально рассмотреть отличия.



**Рис. 2.** IPC предсказателей (увеличено)

Теперь посмотрим на показатели МРКІ для предсказателей

Mispredictions Per Kilo Instruction

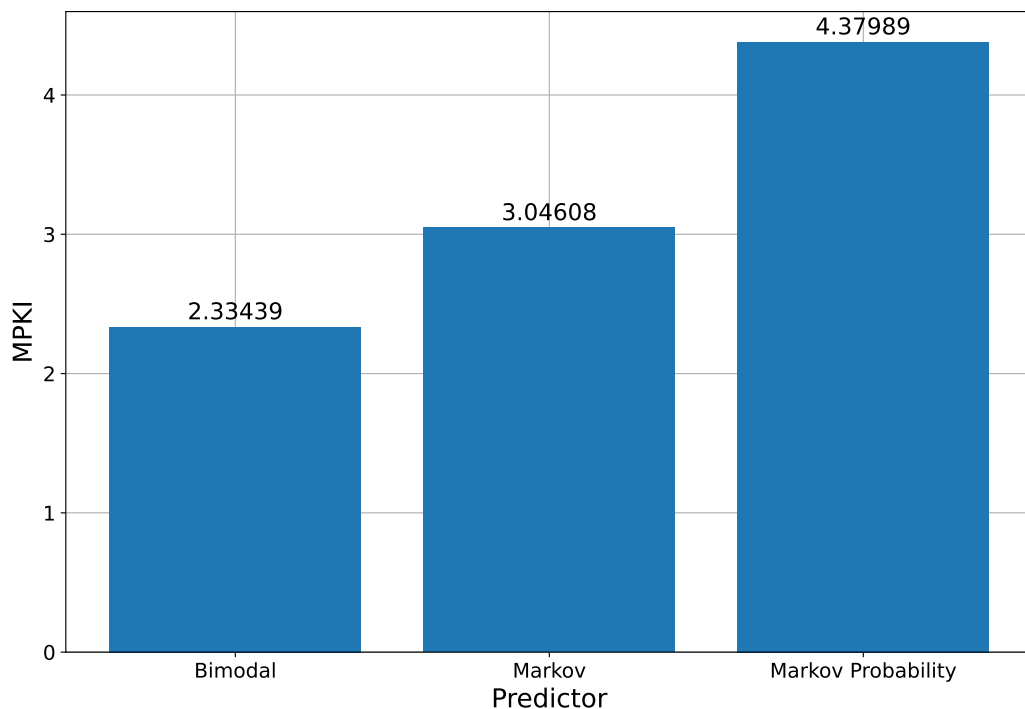


Рис. 3. МРКІ предсказателей

Здесь видим ту же картину с точки зрения производительности: Bimodal лучше Markov, а тот – лучше Markov Probability.

Одно из объяснений, почему так происходит, заключается в том, что Bimodal Predictor в реализации имеет счётчики с насыщением. Причём, количество состояний этих счётчиков довольно мало. Благодаря этому данный предсказатель имеет низкую инерционность – он быстро подстраивается под новую фазу программы с новым поведением переходов. В то же время Markov и Markov Probability предсказатели оперируют обычными счётчиками, ничем не ограниченными, поэтому при изменении поведения переходов в программе они дольше будут подстраиваться под них.

Markov Probability выдаёт показатели хуже, чем просто Markov, потому, что периодически он предсказывает противоположный от него результат. В период перестройки счётчиков, когда программа меняет поведение, это оправдано, поскольку таким образом снижается негативный эффект инерционности Markov предсказателя. Однако в остальное время данное свойство лишь ухудшает картину.

## Вывод

В этом задании были исследованы различные предсказатели переходов. Проведено сравнение следующих трёх: Bimodal Predictor, Markov Predictor и Markov Probability Predictor. По результатам бенчмаркинга оказалось, что Bimodal лучше Markov, а он в свою очередь – лучше Markov Probability.