

В данной работе исследуются существующие методы повышения производительности и масштабируемости параллельных структур данных, посредством ослабления требований к ним. Вводятся гибридные ослабленные очередь, стек и приоритетная очередь, а также предлагаются их реализации с доказательством корректности и последующей оценкой производительности.

Введение. Многие структуры данных, как например очереди и стеки, известны своей неспособностью к хорошему параллелизму, то есть для них не существует эффективной параллельной реализации. Причина кроется в том, что в таких структурах данных различным потокам приходится соперничать за один элемент, что выливается в огромные затраты на синхронизацию. Популярным способом повысить производительность является ослабление семантики этих структур данных, позволяя возвращать элементы не по порядку. К примеру, в k-out-of-order очереди, при вызове последнего элемента очереди, можно получить любой из k элементов с конца. Подобную очередь можно реализовать при помощи k независимых очередей: за счёт ослабления гарантий на возвращаемый элемент, мы получаем заметное улучшение в масштабируемости.

Существуют и другие способы: можно позволять нерегулярное поведение структуры данных в случае возникновения конфликта между потоками. Например, очереди может быть разрешено возвращать один и тот же элемент множество раз. Такую очередь можно реализовать лишь с использованием базовых операций на чтение и запись, что, в общем случае, невозможно для k-out-of-order очередей.

Основная часть. В этом проекте мы рассматриваем *гибридные* релаксации, способные повлиять на увеличение масштабируемости и консистентности. Наша гибридная релаксация является объединением двух описанных выше: k-out-of-order и релаксации с многократным возвращением одного элемента.

Логично считать, что при последовательном выполнении, когда никакие две операции не соревнуются за общие данные, наша реализация гарантирует строгую семантику, то есть создаётся иллюзия атомарного объекта. Однако, когда 2 или более операции выполняются параллельно, мы можем ожидать ослабление порядка возвращаемых элементов (вплоть до k) и числа возвращений одного элемента различными потоками (вплоть до p).

Мы изучаем два подхода реализации гибридных релаксаций на примере очереди, стека и приоритетной очереди. С одной стороны, можно изменить структуру данных, которая уже обладает ослаблением порядка возвращаемых элементов. Позволив возвращать элемент без проверки его корректности, мы получим гибридную релаксацию. С другой стороны, можно модифицировать структуру данных с ослаблением гарантий, разрешив также возвращать элементы не по порядку (например при помощи k независимых очередей).

С использованием этих подходов мы приводим гибридные релаксации существующих популярных реализаций ослабленных структур данных. Мы также доказываем корректность всех полученных алгоритмов.

Выводы. На практике данная работа будет полезна для увеличения эффективности существующих ослабленных структур данных, которые в частности используются на больших серверах для распределения больших потоков данных, логирования и других задач.

Панкратов С.А. (автор)

Подпись

Кузнецов П.В. (научный руководитель)

Подпись