

УДК 004.421.6 УДК 004.421.6

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА БЛОЧНОЙ СОРТИРОВКИ НА ОСНОВЕ ГРАФА ЗАВИСИМОСТЕЙ ЗАДАЧ

© Бобылева И.В., Востокин С.В.

e-mail: ikazakova90@gmail.com

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация

Современные методы параллельной сортировки актуальны при решении различных научных и прикладных задач. Одним из таких методов является блочная параллельная сортировка, которая заключается в упорядочении входных данных, разделенных на заданное количество блоков.

Целью проведенного исследования являлась разработка и анализ применимости параллельного алгоритма блочной сортировки, использующего вычислительную парадигму портфеля задач для организации параллельных вычислений по графу зависимостей задач сортировки и попарного слияния блоков.

Принцип работы портфеля задач заключается в управлении состоянием параллельных вычислений в архитектуре управляющий-рабочие на основе портфеля задач сортировок и слияний в управляющем процессе. Программа сортировки была реализована с применением акторной модели [1]. Все действия параллельного алгоритма описываются как последовательные процедуры обработки сообщений в акторах. Программа имеет два типа акторов: *bag*, который реализует алгоритм управления, и *worker* – это рабочий актор, который выполняет либо сортировку, либо слияние. На рис. 1 приведена схема их взаимодействия.

Вычисления начинают акторы типа *worker*, отправляя сообщения в управляющий актор *bag*. Актор *bag* занимается распределением задач для акторов *worker*. Когда ему

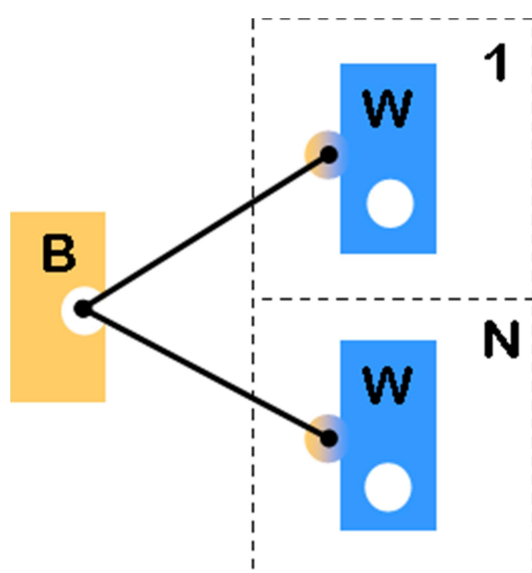


Рис. 1. Схема взаимодействия акторов *bag* и *worker*

поступает сообщение от рабочего актора, то вначале производится проверка, является ли это сообщение первым от данного актора. Если сообщение первое, значит оно не содержит результат предыдущей операции сортировки или слияния блоков, следовательно, с ним ничего делать не нужно. Для всех последующих сообщений выполняется запоминание результата вычисления, содержащегося в сообщении, и происходит обновление списка задач в портфеле. Следующим действием задачи из портфеля распределяются по свободным акторам. Если в конце такого распределения оказывается, что ни один актор не обрабатывает задачу, то выполнение программы останавливается. Рабочие акторы, получив задачу от управляющего актора *bag*, выполняют сортировку или слияние заданных блоков и возвращают результат в ответном сообщении.

Таким образом, алгоритм управления на основе портфеля задач формулируется в терминах очереди задач и в терминах процедур

пополнения этой очереди. В коде программы он реализован двумя функциями и одним объектом: `on_sort_end` (функция обновления очереди задач по завершению задачи сортировки), `on_merge_end` (функция обновления очереди задач по завершению задачи слияния) и `task_queue` (объект очереди задач). В рассматриваемом алгоритме вычислений необходимо заранее определить граф зависимостей задач (рис. 2, цифрами показано, какие блоки сортируются либо сливаются). В коде программы граф представлен таблицами, управляющими сортировками и слияниями. Разработанный алгоритм генерации графа зависимостей задач является универсальным и подходит для любого количества блоков.

Тестирование алгоритма проводилось с разделением массива в 189000000 целых чисел на блоки равного размера (от 2 до 10 блоков с шагом 1). Наилучший результат тестирования параллельной сортировки относительно последовательной, производимой на нескольких персональных компьютерах различной производительности, получен с количеством блоков равным количеству логических процессоров. В экспериментах также наблюдалось сокращение времени вычислений при 90% эффективности использования процессора, что подтверждает применимость исследуемого алгоритма. Эффективность использования модели акторов доказана для моделирования распределённой сортировки вставками [2].

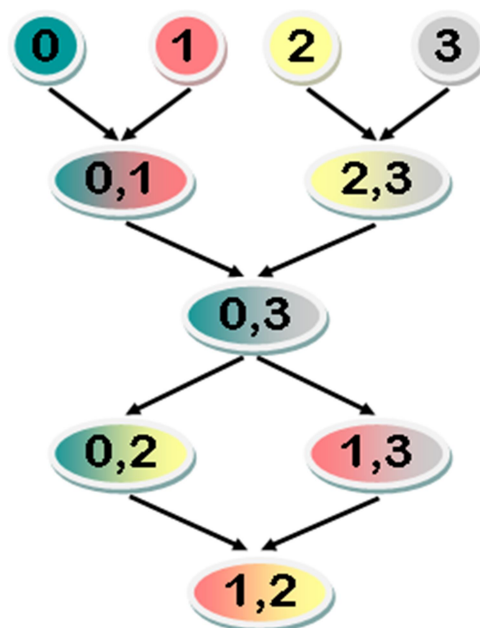


Рис. 2. Граф зависимостей задач

### Библиографический список

1. Хьюитт К., Бишоп П., Штайгер Р. Универсальный модульный формализм акторов для искусственного интеллекта // IJCAI. — 1973.
2. Востокин С.В., Казакова И.В. Реализация потоковых вычислений с использованием формализма акторов для моделирования распределённой сортировки вставками // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2018). – 2018. – С. 2356-2366.