

Подход к параллельной реализации проверки бинарного отношения покрытия для заданной пары конечных языков

Б.Ф. Мельников¹, Линцянь Мэн²

Совместный университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне¹,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова²

Работа над рассматриваемой тематикой началась с публикации [1], где предлагалось разделение множества конечных формальных языков на специально определенные классы эквивалентности. Для исследования данной эквивалентности требуются алгоритмы для отношения покрытия. В статьях [2, 3] авторы предложили варианты автоматов на основе функции проверки отношения покрытия. При простом покрываемом языке небольшого размера сложность автомата PRI «в худшем» случае растет экспоненциально к длине входа. Нужно параллельный подход к реализации проверки отношения покрытия.

В данной работе рассмотрели параллельные подходы для реализации программы построения автомата PRI, используя технологию OpenMP и MPI. Конкретная реализация параллельного алгоритма равносильна разработке специальной эвристики выбора состояний, декомпозирующей связь между предыдущим и последующим состоянием в переходе.

Рассмотрели два основных подхода. Первый подход разработан для построения полного автомата PRI с известным множеством состояний, позволяющее равномерно распределить вычисление сбалансированной загрузки. Второй подход реализует построение сокращенного автомата тем путем, что в каждом раунде из суммированных результатов «главный» процесс выбирает новые состояния и распределяет нагрузку максимально равномерно.

Основные результаты экспериментов показывает, что нужно оптимизировать эвристики для декомпозиции задачи: первый подход теряет время из-за избыточности вычисления недостижимых состояний; второй подход крайне неэффективен для небольших автоматов из-за времени коммуникации между процессами. Одновременно важный открытый вопрос состоит в непредсказуемости достижимых состояний автомата по форме языков. При небольшом изменении буквы в языке количество состояний может колебаться от самых тривиальных двух (начальное и финальное состояния) до десятков. Эти основные подходы не лишены практической ценности.

Итак, рассматриваемая нами задача достаточно сложна – несмотря на простые ее условия. Можно сделать вывод о необходимости применения при создании алгоритмов решения этой задачи как различных эвристик, так и возможных вариантов распараллеливания. Применение связано с ранее описанными авторами гипотезами теории формальных языков, а также с построением различных алгоритмов автоматизации построения компиляторов.

Литература

1. Melnikov B. The equality condition for infinite catenations of two sets of finite words // International Journal of Foundations of Computer Science. 1993. Vol. 4, no. 3. P. 267–273. DOI: 10.1142/S0129054193000171.
2. Melnikov B., Meng L. Eight variants of finite automata for checking the fulfillment of the iteration coverage ratio of two finite languages. Part I // International Journal of Open Information Technologies. 2023. Vol. 11, no. 11. P. 1–9. (in Russian)
3. Melnikov B., Meng L. Eight variants of finite automata for checking the fulfillment of the iteration coverage ratio of two finite languages. Part II // International Journal of Open Information Technologies. 2024. Vol. 12, no. 2. P. 1–11. (in Russian)