

Эволюционные алгоритмы с параллельными операторами для задачи составления расписаний выполнения заказов клиентов*

П.А. Борисовский, Ю.В. Захарова, А.О. Захаров

Омский филиал Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН

Рассматривается NP-трудная задача составления расписаний выполнения заказов n клиентов [1, 2]. Заказы клиентов включают в себя часть или все m продуктов. Задана длительность производства продукта j в заказе i , обозначаемая через $p_{ij} \geq 0$, $i \in I$, $j \in J$. Критерием оптимизации выступает сумма моментов завершения выполнения заказов.

Исследуется два варианта задачи: когда для производства всех продуктов используется одна производственная единица с учетом переналадки оборудования и когда каждый продукт производится на специализированном устройстве.

Для решения задачи предлагается два эволюционных алгоритма. Одним из таких алгоритмов выступает генетический алгоритм с оптимальной рекомбинацией [3]. Здесь в операторе кроссинговера решается задача оптимальной рекомбинации, которая формулируется с учетом свойства передачи генов и направлена на построение такого потомка, который является лучшим по целевой функции и наследует свойства родительских особей. Для решения задачи оптимальной рекомбинации (как точного, так и приближенного) используется распараллеленная на CPU версия алгоритма перебора совершенных паросочетаний в специальном двудольном графе. В операторе мутации используется $(1+\lambda)$ [4] эволюционная стратегия. Второй алгоритм предназначен для выполнения на GPU и представляет собой параллельную реализацию вероятностного итеративного локального поиска с использованием схемы «иди с победителями» [4] для отбора решений.

Генетический алгоритм тестировался на сервере AMD EPYC 7502 CPU, а итеративный локальный поиск – на компьютере Tesla V100 GPU. Результаты экспериментального исследования на сериях примеров из известных библиотек [1, 2] показали, что генетический алгоритм дает конкурентоспособные результаты по сравнению с известными в литературе алгоритмами [1, 2], а итеративный локальный поиск с распараллеливанием на GPU демонстрирует статистически значимое преимущество и позволил найти новые рекордные решения для задач с $n = 100, 200$ из библиотеки [2].

Литература

1. Hazir O., Gunalay Y., Erel E. Customer order scheduling problem: a comparative metaheuristics study // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2008. Vol. 37. P. 589–598. DOI: 10.1007/s00170-007-0998-8.
2. Shi Zh., Ma H., Ren M., Wu T., Yu A.J. A learning-based two-stage optimization method for customer order scheduling // Comput. Oper. Res. 2021. Vol. 136. 18 p.
3. Ereemeev A., Kovalenko Y. Optimal recombination in genetic algorithms for combinatorial optimization problems: part II // Yugoslav. J. Oper. Res. 2014. Vol. 24, no. 2. P. 165–186. DOI: 10.2298/YJOR131030041E.
4. Borisovsky P.A. A parallel “Go with the winners” algorithm for some scheduling problems // Jour. Appl. Indust. Math. 2023. Vol. 17, no. 4. P. 687–697. DOI: 10.1134/S1990478923040014.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-71-10015, <https://rscf.ru/project/22-71-10015/>.