

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Брестер К. Ю.

научный руководитель д-р техн. наук Семенкин Е. С.

Сибирский государственный аэрокосмический университет

им. М. Ф. Решетнева

Использование классических методов для решения задач оптимизации предполагает наличие информации о свойствах целевых функций. Этим объясняется широкое применение эволюционных методов, а именно генетических алгоритмов (ГА), не обладающих данным недостатком.

При решении практических задач нередко приходится делать выбор из множества имеющихся альтернатив, руководствуясь не одним, а сразу несколькими критериями. Поэтому наибольший интерес и практическую ценность представляют методы многокритериальной оптимизации.

Этапы работы стандартного ГА соответствуют следующим генетическим операторам: селекция (различают пропорциональную, турнирную и ранговую), скрещивание (бывает одноточечным, двухточечным и равномерным), мутация (слабая, средняя, сильная).

Выделяют также несколько способов формирования нового поколения: согласно одному из них, фиксированный процент лучших родителей переходит в следующее поколение, другой способ предполагает заполнение новой популяции исключительно потомками (либо с переходом только лучшего индивида в следующее поколение).

Для решения задач многокритериальной оптимизации применяется метод SPEA, основанный на идее Парето-доминирования. Результатом его работы является множество точек – аппроксимация паретовского множества. На каждом поколении недоминируемые относительно текущей популяции индивиды копируются во внешнее множество. После данного шага алгоритма следует удалить доминируемые точки из внешнего множества, и, если мощность последнего превышает допустимое значение, перейти к кластеризации. Стоит также отметить, что в методе SPEA оператор селекции отличается от вышеупомянутых стандартных типов возможностью отбора индивидов не только из текущей популяции, но и из внешнего множества.

В среде Builder 6 на языке C++ была разработана программная система, реализующая стандартный ГА для решения задач многокритериальной оптимизации методом SPEA. Для исследования эффективности алгоритма и работоспособности программной системы использовались тестовые задачи с оптимизируемыми критериями тридцати переменных.

Результат работы алгоритма оценивался метрикой *IGD*:

$$IGD(A, P^*) = \frac{\sum_{v \in P^*} d(v, A)}{|P^*|},$$

где P^* – фронт Парето, A – аппроксимация фронта Парето (результат работы алгоритма), v – точка фронта Парето, $d(v, A)$ – минимальное расстояние между точкой $v \in P^*$ и множеством A , вычисленное по евклидовой метрике.

Тестирование проводилось для различных комбинаций типов операторов, результат усреднялся по тридцати прогонам. При выделенном количестве ресурсов (число вычислений функции не более 300 тыс.) доля просматриваемого поискового пространства не превышала $\frac{3 \cdot 10^5}{1024^{30}}$.

Анализ полученных результатов показал, что эффективность метода SPEA для разных функций не одинакова. На рисунке 1 представлены фронт Парето одной из тестовых задач и его аппроксимация:

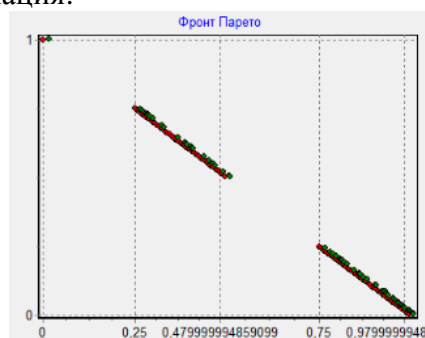


Рисунок 1 – Фронт Парето тестовой задачи

Сравнительный анализ выявил высокую эффективность ГА не только на данной тестовой задаче, но и на ряде других задач: ГА успешно конкурировал с выбранными для сравнения алгоритмами.

Несмотря на это, были замечены и случаи значительного снижения эффективности ГА (рисунок 2). Для данных тестовых задач результирующее внешнее множество – аппроксимация фронта Парето – отличалось малой мощностью, чем и объяснялось большое значение метрики *IGD*:

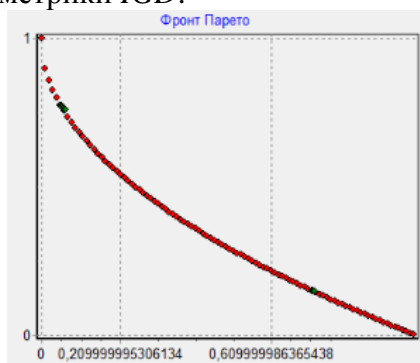


Рисунок 2 – Фронт Парето тестовой задачи

На одном из примеров было установлено, что на последних поколениях работы ГА находятся новые недоминируемые решения, которые, соответственно, сохраняются во внешнее множество. При этом следующим шагом является удаление всех доминируемых (относительно внешнего множества) индивидов, что и приводит к значительному сокращению мощности результирующего множества.

Стоит обратить внимание на то, что удаление доминируемых индивидов – этап, обязательный к выполнению, поскольку в результате работы алгоритма кластеризации эти точки (или их часть) будут выбраны в качестве репрезентативных и скопированы во внешнее множество. Таким образом, в результирующее множество попадут индивиды, отобранные еще на первых поколениях, что также ухудшит качество аппроксимации множества Парето.

Альтернативным вариантом может быть некоторая модификация метода SPEA. Целесообразно, как и в SPEA2, после удаления доминируемых индивидов доукомплектовывать текущее внешнее множество лучшими доминируемыми индивидами из популяции. Предполагается, что данный прием обеспечит уменьшение значений введенной метрики, а значит, приведет к повышению эффективности ГА. В настоящее время проводится тестирование метода SPEA, подверженного вышеизложенным изменениям.