

**Решение сложных задач оптимизации алгоритмическими композициями с нечетким контроллером**

Широко известные методы математического программирования для решения задач многомерной оптимизации представляют собой детерминированную итерационную процедуру пошагового улучшения одного текущего решения. Эффективность таких алгоритмов основывается на полном использовании удобных с точки зрения оптимизации свойств аналитически заданных функций, которые полагаются известными заранее: выпуклость, гладкость и т.д. Однако на практике приходится часто решать более сложные задачи с алгоритмически заданными функциями смешанных переменных, когда применение методов матпрограммирования нецелесообразно или невозможно. Для решения таких сложных задач в настоящее время используются недетерминированные популяционные (работающие одновременно с большим количеством текущих решений) алгоритмы, являющиеся более эффективными и универсальными. К таким алгоритмам относятся обычно эволюционные алгоритмы и алгоритмы стайного интеллекта.

Одна из наиболее сложных проблем применения указанных алгоритмов при решении сложных задач оптимизации заключается в необходимости управления размером популяции, т.е. определения количества текущих решений на каждой итерации алгоритмов, что существенно влияет на длительность их работы и на конечный результат. Предлагается проектировать алгоритмы таким образом, чтобы число текущих решений менялось в ходе его работы в зависимости от получаемых значений целевой функции. Кроме того, известно, что при решении сложных задач оптимизации часто возникает ситуация, когда ни один конкретный алгоритм не может быть признан достаточно эффективным. В таких случаях имеет смысл объединять несколько различных алгоритмов в одну алгоритмическую композицию, что позволит на разных этапах решения задачи компенсировать недостатки одних алгоритмов достоинствами других. Реализация этой идеи также порождает ряд проблем, решение которых позволило бы повысить эффективность подхода.

Ранее была разработана алгоритмическая композиция для решения однокритериальных задач многомерной безусловной оптимизации функций вещественных переменных, названная Co-Operation of Biology Related Algorithms (COBRA). В качестве полигона для экспериментов алгоритмической композиции COBRA было выбрано множество однокритериальных задач безусловной оптимизации функций вещественных переменных, признанное в мировом научном сообществе и предложенное для конкурса на Всемирном конгрессе по вычислительному интеллекту (CEC'2013). Было установлено, что предлагаемый подход успешно справляется с решением всего спектра сложных задач оптимизации, причем метод COBRA превосходит по результатам другие широко используемые алгоритмы. Класс решаемых задач в дальнейшем был расширен: алгоритмическая композиция COBRA применялась для решения одно- и многокритериальных задач безусловной и условной оптимизации функций вещественных и/или дискретных переменных. Результаты исследований были статистически обоснованы и опубликованы, а также докладывались на профильных международных конференциях в Китае, Японии, Франции и др.

В настоящий момент остаются нерешенными следующие задачи: сколько базовых алгоритмов использовать в композиции, какие именно алгоритмы должны использоваться, как определять настройки алгоритмической композиции (корректирующую операцию и решающее правило). Для их решения в рамках данного проекта предлагается использовать теорию нечетких множеств и увеличить число алгоритмических операторов с использованием вывода по Мамдани и новым способом оценки успешности алгоритмических операторов. Нечеткие множества и нечеткие правила формируют базу знаний системы нечеткого логического вывода для алгоритмических операторов, используя сведения об успешности их работы. Таким образом, корректирующая операция сводится к трем первым этапам нечеткого вывода – фазификации, импликации и композиции; а решающее правило к последнему этапу нечеткого вывода – дефазификации центроидным методом. В результате подобного построения алгоритмической композиции можно установить необходимое число алгоритмических операторов и определить число текущих решений для них (размер популяции).

Итак, в первый год работы по проекту описанная алгоритмическая композиция будет реализована и исследована на однокритериальных задачах безусловной оптимизации функций вещественных и/или дискретных переменных. Во второй и третий годы работа будет направлена на решение однокритериальных задач условной оптимизации и решение многокритериальных задач оптимизации соответственно.