

2. Построение графа совместимости вершин дерева сценариев.
3. Построение ограничений на целочисленные переменные, задающей требования к раскраске построенного графа и выражающей непротиворечивость и полноту системы переходов результирующего автомата.
4. Запуск сторонней программы, решающей задачу удовлетворения построенным ограничениям (constraint satisfaction problem, CSP).
5. Построение автомата по найденной выполняющей подстановке.

Основной результат. Разработан метод автоматизированного построения управляющих конечных автоматов по сценариям работы. Этот метод основан на сведении указанной задачи к задаче выполнимости ограничений. Работоспособность метода проверена на специально сгенерированных случайных входных данных. Искомый автомат содержал от четырех до десяти состояний, а суммарная длина тестов составляла от 800 до 1200 элементов сценариев работы. Результаты экспериментов показали наличие большого числа входных данных, для которых ранее предложенный метод находил управляющий автомат, не удовлетворяющий требованию полноты, в то время как разработанный метод справлялся с задачей, пусть и с меньшей производительностью.

Литература

1. Ulyantsev V., Tsarev F. Extended Finite-State Machine Induction using SAT-Solver // Proceedings of the Tenth International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2011, Honolulu, HI, USA. IEEE Computer Society. – 2011. – V. 2. – P. 346–349.

УДК 004.4'242

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ С АДАПТИВНЫМ ПАРАМЕТРОМ НА ОСНОВЕ СВОЙСТВ ЛАНДШАФТА ФУНКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ

Д.С. Чивилихин

Научный руководитель – ассистент Ф.Н. Царев

В области эволюционных вычислений вводится понятие ландшафта функции приспособленности (fitness landscape). В простейшем случае двухпараметрического пространства поиска ландшафт функции приспособленности (ФП) можно представить как поверхность, задающую график ФП, где абсцисса и ордината обозначают значения параметров особи, а аппликата соответствует значению ФП этой особи. Оценка свойств ландшафта ФП может проводиться как для оценки сложности решения задачи эволюционным алгоритмом, так и для настройки параметров эволюционных алгоритмов.

Существует несколько стандартных методов оценки сложности задач, основанных на ландшафте ФП. В методе fitness-distance correlation (*fdc*) строится случайная выборка решений из пространства поиска и оценивается расстояние между каждым из этих решений и априорно известным глобально оптимальным решением. Далее вычисляется коэффициент корреляции между набором значений ФП и набором расстояний до глобально оптимального решения. В зависимости от значения этого коэффициента можно определить, насколько сложно будет эволюционному алгоритму, начав работу от некоторого случайного решения, достичь до глобально оптимального решения. Хотя данный метод и позволяет достаточно адекватно оценивать сложность задач, его использование для настройки алгоритмов невозможно, так как для оценки коэффициента корреляции требуется знание глобально оптимального решения.

Второй из наиболее распространенных методов, negative slope coefficient (*nsc*), основан на понятии облаков фитнеса (fitness clouds). При построении облаков фитнеса

рассматривается некоторая выборка решений из пространства поиска. Для каждого решения из выборки вычисляется его значение ФП f_i . С помощью оператора мутации из решения получают несколько других и выбирают из их числа решение с наибольшим значением ФП f_i' . Для построения облака фитнеса на плоскость наносятся точки с координатами (f_i, f_i') . Точки облака разделяются по абсциссам на несколько непересекающихся множеств, для каждого множества вычисляется точка его центра масс. Наконец, центры масс соседних множеств соединяются отрезками. Коэффициент nsc пропорционален сумме уклонов всех отрезков с отрицательной производной. Задачи, для которых nsc отрицателен, считаются сложными для эволюционных алгоритмов.

Целью работы является разработка метода оценки свойств ландшафта ФП для динамической настройки параметров эволюционных алгоритмов. В данной работе описанные методы fdc и nsc применяются для исследования сложности построения конечных автоматов для известной задачи об «Умном муравье». Показывается, что коэффициент nsc для рассматриваемой задачи указывает на то, что задача является простой для эволюционных алгоритмов, в то время как коэффициент fdc и экспериментальные исследования утверждают обратное. Также предлагается новый метод оценки свойств ландшафта ФП, позволяющий использовать вычисленные оценки для динамической настройки параметров эволюционных алгоритмов.

Основные положения исследования. Основой предлагаемого метода является построение распределения $M_s(f_0)$ числа успешных мутаций особей по значениям ФП. Для этого перед запуском эволюционного алгоритма генерируется случайная выборка решений из пространства поиска. Для каждого решения с помощью операторов мутации строится множество всех его соседей и рассматривается значение ФП исходного решения f_c и значения ФП каждого из соседей f_i . Если $f_i > f_c$, то значения $M_s(f_c)$ и $M(f_c)$ увеличиваются на единицу ($M(f_c)$ – число мутаций особей со значением ФП, равным f_c), в противном случае увеличивается только значение $M(f_c)$. В процессе работы эволюционного алгоритма распределения $M_s(f_c)$ и $M(f_c)$ обновляются аналогичным образом.

Результаты. Полученные распределения могут быть использованы для динамического выбора значений некоторых параметров эволюционных алгоритмов в процессе их работы. В качестве примера рассматривается $(1, \lambda)$ -эволюционная стратегия, являющаяся одним из простейших эволюционных алгоритмов. В этом алгоритме популяция состоит из единственного решения. На каждой итерации из него строится λ соседей, лучший из которых заменяет текущее решение. В предложенной адаптивной модификации эволюционной стратегии значения параметра λ выбираются пропорционально отношению $M_s(f_c)$ и $M(f_c)$, где f_c – значение ФП текущего решения.

Тестирование предложенного алгоритма проводилось на примере построения конечных автоматов для задачи об «Умном муравье». Результаты запусков адаптивной эволюционной стратегии сравнивались с результатами запусков эволюционных стратегий с различными фиксированными значениями λ . Эксперименты показали, что ЭС с адаптивным параметром позволяет найти решение в среднем быстрее, чем ЭС с фиксированным параметром.