

Полуян Анна Юрьевна

канд. техн. наук, доцент

Панасенко Наталья Дмитриевна

ассистент

ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ БИОИНСПИРИРОВАННЫЙ ПОИСК ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБ ЭКСТРЕМАЛЬНОМ ПУТИ

***Аннотация:** в работе представлено построение параллельного биоинспирированного поиска на основе модели островов решения задач об экстремальном пути. Разработка методов и алгоритмов для решения задач об экстремальном пути осуществляется на протяжении многих лет, но по-прежнему является актуальной. Это связано, в первую очередь, с тем, что эта задача является NP-полной и разработать универсальный алгоритм, позволяющий находить точное оптимальное решение за приемлемое время, затруднительно. Биоинспирированный поиск доказал свою эффективность при решении трудоемких задач оптимизации, аппроксимации и интеллектуальной обработки данных. К его преимуществам относятся адаптивность, способность к обучению, параллелизм и возможность построения гибридных систем на основе комбинирования.*

***Ключевые слова:** задача об экстремальном пути, эффективность, вычислительная сложность, эволюционный, адаптация, параллельный биоинспирированный поиск.*

Введение

Известно достаточное число методов решения задач оптимизации в различных областях знаний. В последнее время для решений задач оптимизации разрабатываются на основе биоинспирированного поиска, который по своей вычислительной сложности имеют в основном номинальную оценку. Решения задач об

экстремальном пути осуществляется на протяжении многих лет, но по-прежнему является актуальной проблемой. Это связано, в первую очередь, с тем, что эта задача является NP-полной, и разработать универсальный алгоритм, позволяющий находить точное оптимальное решение за приемлемое время затруднительно. При решении задач об экстремальных путях, эффективно используют стратегии, концепции, методы и механизмы эволюционного моделирования на основе различных стратегий адаптации. Основные цели адаптации связаны с экстремальными требованиями, предъявляемыми к объекту адаптации в виде максимизации эффективности его функционирования.

Основная часть статьи. Задача об экстремальном пути в графе в общем виде может быть сформулирована как задача о кратчайшем пути, следующим образом. Дан граф $G = (X, U)$. Каждому ребру этого графа приписаны веса, задаваемые матрицей $C = [c_{i,j}]$. Задача о кратчайшем пути состоит в нахождении кратчайшего пути от заданной начальной вершины $s \in X$ до заданной конечной вершины $t \in X$, при условии, что такой путь существует, т.е. при условии $t \in R(s)$. $R(s)$ – множество, достижимое из вершины s .

$$\sum_{i=1}^n c_{ij}(x_{ij}) \rightarrow \min$$

Предлагается использовать методы биоинспирированного поиска (БП), для нахождения оптимального решения задач, связанным с построением экстремальных путей, т.е. определения наименьшего (наибольшего). БП как метод решения оптимизационных задач является мощным, гибким и универсальным вычислительным средством, он совместно моделирует биологическую эволюцию и эвристические алгоритмы, которые позволяют решать проблемы предварительной сходимости и получать наборы эффективных решений, оперативно проводить анализ полученных результатов, исследовать влияние различных ограничений на получаемый результат, помимо того, сокращают время поиска квазиоптимальных и оптимальных решений [1].

Наиболее эффективным средством достижения результативности биоинспирированного поиска является разбиение общей популяции на подпопуляции

и параллельное применение к ним модифицированных генетических операторов. Такой способ снижает временную сложность и опасность попадания в докальный оптимум.

При выполнении биоинспирированного поиска нахождения экстремального пути, предлагается использовать микро-, макро-, мета – эволюцию. При использовании мета – эволюции, создается не одна, а некоторое множество подпуляций. Нахождение наилучших решений происходит при объединении хромосом в различных подпуляциях, формирующих множество, называемое популяцией, поискового пространства.

Предлагается использовать подход для биоинспирированного поиска решения задачи об экстремальном пути на основе модели островов. В данном случае используются идеи интеграции различных моделей эволюции. За счет применения модифицированных генетических операторов на основе различных эволюционных стратегий и поисковых методов, иерархического управления биоинспирированным поиском, происходит адаптация к внешней среде и активное взаимодействие с ней.

Применение адаптации в БП состоит в том, что быопределять эволюцию в объединении связей между наследственной изменчивостью подпуляции и внешней средой, т.е. изменение порядка использования и применения различных модифицированных генетических операторов и схем эволюционного поиска [3].

Биоинспирированные поиски для частей подпопуляций, работают на основе модели островов, а именно развиваются параллельно и независимо. На определенном этапе работы происходит обмен хромосом между частями подпопуляции на основе улучшенного оператора мутации.

Одной из основных трудностей при работе параллельного биоинспирированного поиска является определение необходимого оптимального количества хромосом из подпопуляций для миграции [2]. От выбранного оптимального количества хромосом в популяции зависит время и экономичность работы алгоритма, для этого применена формула отбора необходимой численности хромосом в популяции:

$$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2}$$

где n – количество отобранных хромосом для миграции;

Δ – предельная ошибка выборки, представляет собой предел, которым ограничена сверху абсолютная величина $|\varepsilon| < \Delta$;

σ – среднеквадратичное отклонение;

t – коэффициент, определяемый по таблице Лапласа, $\Phi(t) = p$, где p – заданная вероятность оператора миграции, определяемая лицом принимаемым решение.

Проведенные тестирования показали, что при применении улучшенного оператора миграции, возможно уменьшить время работы бионического алгоритма.

Выполняемая сортировка текущей популяции альтернативных решений позволяет улучшить эффективность БП за счет большей структурированности множества альтернативных решений и позволяет направлено регулировать элементы бионического поиска. Исходя из этого, появился еще один инструмент для настройки параметров эволюционного поиска и самоадаптации.

На последнем этапе работы алгоритма проводится «анализ полученных решений», который формирует и анализирует полученные в процессе выполнения БП результаты. Выполняется сортировка решений, по результатам анализа. С целью улучшения качества полученных решений, к неперспективным решениям применяется эволюционные алгоритмы.

Заключение

Построен параллельный биоинспирированный поиск для задачи об экстремальном пути. По результатам экспериментальных исследований БП показал лучшие результаты в сравнении с последовательными методами (ПА) и простыми генетическими алгоритмами (ПГА) и позволил повысить качество полученных решений на 18–25%.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ – проекты 15–01–05129, 16–01–00390, 16–01–00391.

Список литературы

1. Чернышев Ю.О. Решение задачи оптимизации на основе параллельного бионического поиска / Ю. О.Чернышев, А.Ю. Полуян // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – №4 (93). – С. 34–39.
2. Чернышев Ю.О. Адаптивный бионический алгоритм решения задачи о потоке данных минимальной стоимости / Ю.О. Чернышев, А.Ю. Полуян, Н.Н. Венцов // Инженерный вестник Дона. – 2015. – №1.
3. Чернышев Ю.О. Применение бионических алгоритмов для решения задачи о назначении / Ю. О.Чернышев, А.Ю. Полуян // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – №9.