

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА

О. Д. Кравчук, О. И. Наранович

Кафедра информационных систем и технологий, Барановичский государственный университет

Барановичи, Республика Беларусь

E-mail: lolka.007@mail.ru, narok@tut.by

В данной статье рассматривается один из способов решения задач оптимизации сложных объектов. Произведен программный статистический анализ эффективности алгоритма случайного поиска в зависимости от вида целевой функции. Результаты обоснованы и приведены в виде диаграммы.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое внедрение вычислительных методов в практику инженерных расчетов обеспечило возможность решения задач оптимизации сложных многопараметрических объектов. Среди различных методов решения задач оптимизации большое распространение получили поисковые методы оптимизации, из которых значительный интерес вызывают методы случайного поиска [1].

Исторически задача поисковой оптимизации сложных многопараметрических систем сложилась в результате возрастания сложности проблем оптимизации, которые перестали решаться путем приравнивания нулю частных производных показателя качества по оптимизируемым параметрам [2].

I. ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА

Алгоритм случайного поиска относится к алгоритмам нелинейного математического программирования. Он имеет большую эффективность и значительно превосходит обычные методы поиска в случае дискретно-непрерывной оптимизации, не требует дополнительного исследования функции и применяется в случае большого количества параметров. В подобных алгоритмах нахождение точного минимума не требуется – решением может считаться любое значение, которое лучше некоторой заданной величины. Случайность может проявляться в следующем:

- закон распределения направления спуска;
- закон распределения длины шага спуска;
- координаты вектора $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$;
- размер окрестности поиска [3].

Алгоритм случайного поиска является прямым развитием известного метода проб и ошибок, когда решение ищется случайно, и при удаче принимается, а при неудаче отвергается с тем, чтобы немедленно снова обратиться к случайности как к источнику возможностей. Такое случайное поведение разумно опирается на уверенность, что случайность содержит в себе все возможности, в том числе и искомое решение во всех его вариантах.

Идея метода случайного поиска состоит в следующем. Пусть задача минимизации решается для некоторой ограниченной области параметров. Если это возможно, то эта область соответствующим преобразованием координат переводится в единичный гиперкуб. Если такое преобразование неосуществимо, то производится замена координат таким образом, чтобы область поиска лежала внутри единичного гиперкуба. В этом случае эффективность поиска будет сильно зависеть от соотношения объемов единичного гиперкуба и области поиска в нем [4]. Далее алгоритм опирается на ряд общих шагов:

1. организация такого поиска, чтобы по результатам вычислений было бы удобно проводить статистические выводы;
2. определение поведения системы и выбор следующих точек в окрестностях тех из предыдущих, в которых значения целевой функции относительно малы;
3. просматривание всего множества оптимизации;
4. последовательное вероятностное или детерминированное сужение области поиска.

II. РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОИСКА

Весь поиск разбивается на задаваемое пользователем число шагов n_{step} . На каждом шаге по определенному закону случайным образом выбираются значения вектора параметров x^j (j – номер шага), и подсчитывается значение целевой функции $F^j = F(x^j)$. Далее по формуле:

$$F_{min}^j = \min \{ F^j, F_{min}^{j-1} \}$$

определяется наименьшее значение, полученное за j шагов процесса поиска. После каждого расчета, закон, по которому выбираются значения переменных x^j , изменяется таким образом, чтобы вероятность попадания в окрестность глобального минимума, исходя из требуемой точности решения задачи, увеличилась бы. Для этого используется информация, полученная на предыдущих шагах поиска [5].

III. ОБЗОР МЕТОДОВ СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА

Существует огромное разнообразие алгоритмов случайного поиска, и все они с успехом

применяются на практике ввиду их простоты, устойчивой работы, отсутствия необходимости вычисления производных, наглядности и удовлетворительной и хорошей сходимости, особенно на задачах большой размерности.

Всю совокупность методов случайного поиска можно разделить на две группы:

1. Ненаправленный случайный поиск. При таком поиске все последующие испытания проводят совершенно независимо от результатов предыдущих. Сходимость такого поиска очень мала, но имеется важное преимущество, связанное с возможностью решения многоэкстремальных задач. Примером является простой случайный поиск [6].
2. Направленный случайный поиск. В этом случае отдельные испытания связаны между собой. Результаты проведенных испытаний используются для формирования последующих. Сходимость таких методов, как правило, выше, но сами методы обычно приводят только к локальным экстремумам. Примерами служат: адаптивный случайный поиск, случайный поиск с возвратом при неудачном шаге, метод наилучшей пробы, метод наилучшей пробы с направляющим гиперквадратом и др. [7].

IV. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА

На основе теоретического исследования алгоритма случайного поиска разработано программное приложение, путем расчётов в котором произведена оценка эффективности рассматриваемого алгоритма. Для исследования выбран адаптивный метод случайного поиска, который характеризуется тем, что в процессе работы накапливает информацию о целевой функции и использует ее для увеличения вероятности сходимости к оптимуму.

В качестве критерия эффективности выбрана зависимость вероятности нахождения глобального минимума от числа обращений к функции цели. За оценку вероятности выбран предел частоты наблюдений сходимости случайного поиска, предполагая однородность наблюдений:

$$P = \lim_{n_{step} \rightarrow \infty} \frac{N}{n_{step}},$$

где n_{step} — количество наблюдений;

N — количество наступлений события сходимости случайного поиска.

Поиск везде осуществляется в единичном измерении гиперкубе. При тестировании случайного поиска были использованы различные тестовые функции, отличающиеся друг от друга такими характеристиками, как многоэкстремальность, овражность и унимодальность. На рисун-

ке 1 представлена сравнительная диаграмма этого исследования.

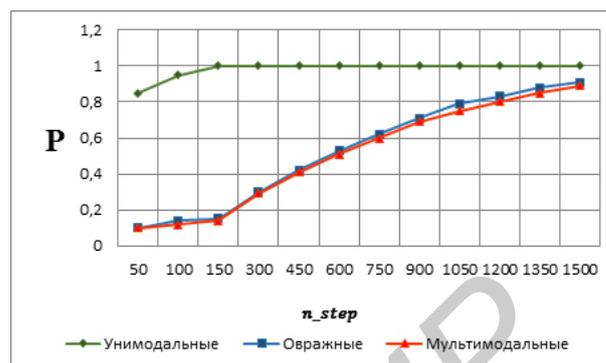


Рис. 1 – Сравнительная диаграмма эффективности работы алгоритма случайного поиска

Таким образом, можно сделать вывод, что наилучшая сходимость случайного поиска достигается у унимодальных функций, т.к. логично относительно немного шагов потратить на нащупывание минимума, а остальное число шагов использовать для его уточнения.

При оптимизации овражных функций, для достижения вероятности, близкой к 1, понадобилось сделать достаточно большое число вычислений. Это объясняется прежде всего большими затратами алгоритма на то, чтобы спуститься к минимуму вдоль оврага.

Для мультимодальных функций эффективность случайного поиска оказалась наименьшей, что обуславливается наличием у функции нескольких экстремумов.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что алгоритм случайного поиска дает результат, достаточно близкий к истинному, а с помощью изменения параметров алгоритма его можно улучшить.

V. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гатчин, Ю. А., Коробейников, А. Г. Проектирование интегрированных автоматизированных технологических комплексов / Ю. А. Гатчин, А. Г. Коробейников. – СПб: СПб ГИТМО (ТУ), 2000. – 171 с.
2. Бахарев, А. Т., Зуев, А. К., Камиллов, М. М. Теория и применение случайного поиска / Под ред, Л. А. Растргина. – Изд-во «Зинатне», Рига, 1969. – 309 с.
3. Жиглявский, А. А. Математическая теория глобального случайного поиска / А. А. Жиглявский. – М.: Изд-во. ЛГУ, 1985. – 289 с.
4. Сушков, Ю. А. Об одном способе организации случайного поиска / Ю. А. Сушков // Исследование операций и статистическое моделирование. – Л. ЛГУ. – 1972. – Вып.1. – 256 с.
5. Растргин, Л. А. Статистические методы поиска / Л. А. Растргин. – М.: Наука, 1968. – 307 с.
6. Загоруйко, Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н. Г. Загоруйко. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999. – 270 с.
7. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособ. / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.