

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧ

В статье рассматривается применение генетического алгоритма к задаче составления расписания учебных занятий. Описаны основные положения алгоритма, его требования и область применения, рассмотрен пример использования данного метода к решению задачи.

In this paper the application of genetic algorithm to the problem of schedule planning is considered. There are described fundamentals of algorithm, its requirements and application's area, and there is considered example of solving problem by this method.

Введение

Генетический алгоритм – это эвристический алгоритм поиска. Используется для решения задач оптимизации и моделирования путем случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию. Является разновидностью эволюционных вычислений. Отличительная особенность генетического алгоритма – акцент на использовании оператора «скрещивание», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе.

Задача для применения алгоритма формализуется таким образом, чтобы ее решение могло быть закодировано в виде вектора («генотипа») генов, где каждый ген может быть битом, числом или неким другим объектом. В классических реализациях генетического алгоритма предполагается, что генотип имеет фиксированную длину. Однако существуют вариации генетического алгоритма, свободные от этого ограничения.

Некоторым, обычно случайным образом создается множество генотипов начальной популяции. Они оцениваются с использованием «функции приспособленности», в результате чего с каждым генотипом ассоциируется определенное значение («приспособленность»), которое определяет, насколько хорошо фенотип, им описываемый, решает поставленную задачу.

При выборе «функции приспособленности» (или fitness function в англоязычной литературе) важно отследить, чтобы ее «рельеф» был «гладким».

Из полученного множества решений («поколения»), с учетом значения «приспособленность», выбираются решения (обычно лучшие особи имеют большую вероятность быть выбранными), к которым применяются «генетические операторы» (в большинстве случаев «скрещивание» – crossover и «мутация» – mutation), результат чего – получение новых решений. Для них также вычисляется значение приспособленности, а затем производится отбор («селекция») лучших решений в следующее поколение.

Этот набор действий повторяется итеративно, так моделируется «эволюционный процесс», продолжающийся несколько жизненных циклов (поколений), пока не будет выполнен критерий остановки алгоритма. Таким критерием может быть: нахождение глобального либо субоптимального решения; исчерпание числа поколений, отпущенных на эволюцию; исчерпание времени, отпущенного на эволюцию.

Генетические алгоритмы служат главным образом для поиска решений в многомерных пространствах поиска.

Таким образом, можно выделить следующие этапы генетического алгоритма:

1. Задание целевой функции (приспособленности) для особей популяции.
2. Создание начальной популяции
(Начало цикла)
 1. Размножение (скрещивание).
 2. Мутирование.
 3. Вычисление значения целевой функции для всех особей.
 4. Формирование нового поколения (селекция).
 5. Если выполняются условия останова, то (конец цикла), иначе (начало цикла).

Выбор задачи

Задачей, которую будем решать при помощи данного алгоритма, стала задача составления расписания для систем с большим количеством искомых параметров и ограничений. Она выбрана для решения с помощью генетического алгоритма не случайно, поскольку имеет ряд особенностей, которые затрудняют поиск решения с помощью точных методов.

Являясь эвристическим методом, генетический алгоритм может привести к субоптимальному решению, допустимому в рамках задачи.

Постановка задачи в общем виде

Имеется множество заданий, которые требуется выполнить, и множество исполнителей, которые могут выполнять данные задания. Каждый исполнитель одновременно может выполнять не более одного задания.

Имеются и ограничения на выполнение заданий – такие как невозможность одновременного выполнения некоторых из них или возможность каждого исполнителя выполнять только определенные задания.

Для применения алгоритма приведем задачу к вышеописанному виду:

1. В качестве генов выбирается минимальный набор заданий, не зависящий от других наборов.

2. В качестве функции «скрещивания» выбирается функция, случайным образом совмещающая части уже имеющихся решений. В данном методе можно добавить особенность, чтобы функция проверяла на «возможность» существования такого решения, т.е. исключить заведомо невозможные решения, что уменьшает количество итераций самого метода, но может повлечь за собой некоторые отрицательные последствия.

3. В качестве функции «мутации» выбирается функция, случайным образом меняющая положения элементов в «гене». Что приводит к образованию новых комбинаций, которые могут быть лучше уже имеющихся.

Результаты применения метода к решению задачи

Реализуя данный метод решения рассмотренной задачи с помощью генетического алгоритма в ППП Matlab, получили результаты, представленные в таблице.

Из таблицы видно, что генетический алгоритм дает большой разброс по возможным решениям, но достаточная точность (относительная погрешность менее 5%) достигается относительно быстро по сравнению с алгоритмом полного перебора.

Сравнительные результаты работы алгоритма				
Итоги	Полный перебор	Генетический алгоритм		
Полученный результат:	653	653	663	672
Относительная погрешность	–	–	1,5%	2,9%
Количество вычислений:	40320	2000		

Применение задачи

Применение данной задачи возможно в различных областях, – например, если в качестве исполнителей предложить преподавателей в университете, а в качестве заданий – все занятия, в нем проводимые.

Ограничениями тогда будут служить: ограничение по группам (занятия у любой группы не могут идти одновременно) и ограничения по специальности преподавателя (каждый преподаватель может вести только определенные занятия).

В такой постановке получается задача составления учебного расписания в университете.

1. Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы: учеб. пособие / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – Изд. 2-е. – М.: Физматлит, 2006. – 320 с.

2. Емельянов, В.В. Теория и практика эволюционного моделирования / В.В. Емельянов, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – М.: Физматлит, 2003. – 432 с.