

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 519.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

ГВОЗДИНСКИЙ А.Н., СЕРИК Е.Э.

Исследуются возможности использования методов эволюционной оптимизации для решения задач в производительных системах управления. В качестве объектов исследования рассматриваются системы интеллектуального анализа данных и объекты производственной деятельности предприятий и фирм различного назначения.

1. Введение

В данной работе приводится формальная постановка задачи, на решение которой изначально был направлен первый генетический алгоритм и общая схема работы самого алгоритма. Описываются составляющие генетического алгоритма и их назначение. Для решения конкретной задачи исследователь может сконструировать схему работы генетического алгоритма из его составляющих.

Генетический алгоритм получен в процессе обобщения и имитации в искусственных системах свойств живой природы. Это приспособляемость к изменению среды, наследование потомками наиболее «ценных» свойств родителей и естественный отбор.

С его помощью можно улучшить работу поисковых систем, которые требуют обработки больших массивов информации. Среди основных трудностей использования генетического алгоритма – возможность эффективно сформулировать задачу, определить рациональный выбор функции приспособленности и хромосом, которые описывают особей популяции, являются эвристическими, что под силу только специалисту.

Цель работы – исследование возможности использования генетического алгоритма для решения многокритериальных задач в производительных системах управления.

Актуальность исследования – отход от традиционной схемы «размножения», применяемый в большинстве реализованных ГА-тах к использованию фиксированного числа брачных пар на каждом поколении.

Сущность исследования. В качестве основного аппарата для разработки систем производственного планирования используется многокритериальная оптимизация.

2. Анализ метода исследования

Решение задач комбинаторной оптимизации является одной из основных областей применения ГА. Генетические алгоритмы имитируют процесс естественного отбора в природе. Для нахождения более оптимального с точки зрения некоторого критерия все решения описываются набором чисел или величин нечисловой природы. Поиск оптимального решения похож на эволюцию популяции индивидов, которые представлены наборами их хромосом. В этой эволюции действует три механизма:

- отбор сильнейших наборов хромосом, которым соответствуют наиболее оптимальные решения;
- скрещивание – получение новых индивидов при помощи смешивания хромосомных наборов отобранных индивидов;
- мутация – преобразование хромосомы, случайное изменение одного или несколько генов (чаще – одного).

Чтобы реализовать генетический алгоритм, надо сначала выбрать структуру для представления этих решений. Структура данных ГА состоит из одной или большего количества хромосом. После проведенных в ходе применения ГА операций осуществляем декодирование и получаем подмножество значений, которые соответствуют субоптимальному решению задач. Генетический алгоритм оптимизации является множественно-вероятностным, т.е. он позволяет находить множество значений, которые примерно соответствуют искомому условию. Это существенно для решения задач с неявно выраженными максимумами или минимумами.

Существует множество модификаций генетического алгоритма, которые отличаются методами отбора, скрещивания, хромосомной кодировки. Традиционный (основной) ГА работает с двоичной строкой определенной длины, использует следующие свойства:

- на каждом поколении реализуется отбор пропорционально функции приспособленности;
- одноточечный кроссовер (скрещивание);
- мутация.

Как метод оптимизации ГА обладает внутренним параллелизмом: различные существенные комбинации генов отыскиваются параллельным образом, одновременно для всех комбинаций. Чем меньше комбинация, тем легче ее определить. В связи с тем, что алгоритм в процессе поиска использует некоторую кодировку значений, а не сами значения, он эффективно может применяться для решения задач дискретной оптимизации, которые могут быть определены как на числовых, так и на конечных множествах произвольной природы. Так как в качестве информации об оптимизируемой функции для работы

алгоритма используются лишь значения в рассматриваемых точках пространства поиска, то данный алгоритм применим к широкому классу функций. Генетический алгоритм успешно справляется с поставленной задачей даже там, где не существует общеизвестных алгоритмов решения или высока степень априорной неопределенности.

Достоинство – метод удобен для решения различных задач комбинаторики и оптимизации, предпочтителен больше как инструмент научного исследования.

Недостаток – возможность эффективно сформулировать задачу, определить критерий отбора хромосом, и сама процедура отбора является эвристической и под силу только специалисту. Постановка задачи в терминах не дает возможности проанализировать статическую значимость получаемого с их помощью решения.

3. Формализация задачи исследования

Для построения математической модели за основу возьмем один из методов интеллектуального анализа данных - генетические алгоритмы, и на их базе будем решать поставленную задачу.

Формально генетический алгоритм - это любой алгоритм поиска приближенного решения поставленной задачи, построенный по следующей схеме.

Шаг 0. Создать случайную начальную популяцию $\{S_k(0)\}$.

Шаг 1. Вычислить приспособленность $f(S_k)$ каждой особи (S_k) популяции $\{S_k(t)\}$.

Шаг 2. Производя отбор особей из $\{S_k(t)\}$ в соответствии с их приспособленностями $f(S_k)$ и применяя генетические операторы (скрещивания и мутации) к отобранным особям для получения потомства, сформировать популяцию следующего поколения $\{S_k(t+1)\}$.

Шаг 3. Повторять шаги 1,2 для $t = 0, 1, 2, \dots$ до тех пор, пока не выполнится некоторое условие окончания эволюционного поиска (прекращается рост максимальной приспособленности в популяции, число поколений t достигает заданного предела).

Возможны различные варианты генетического алгоритма, которые отличаются по схемам отбора особей из текущего поколения в новое, операторам скрещивания и мутации хромосом особей, по форме представления хромосом и т.д. Традиционный вид генетического алгоритма базируется на следующей частотной схеме:

- цепочки символов в хромосомах бинарные (символы $S_{ki j}$ принимают значения 0 либо 1), длина цепочек постоянна ($N = \text{const}$);
- метод отбора пропорционально-вероятностный;

– скрещивание производится по одноточечной схеме.

Рассмотрим задачу распределения ресурсов на примере решения задачи оптимального раскроя. На заготовочный участок радиоцеха поступили листы фольгированного гетинакса размеров $l_1 * l_2$ мм. Его необходимо разрезать на заготовки для печатных плат: Π_1 размером $l_3 * l_4$ мм, $\Pi_2 - l_5 * l_6$ мм, $\Pi_3 - l_7 * l_8$ мм, $\Pi_4 - l_9 * l_{10}$ мм, необходимость в которых $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ единиц соответственно (таблица).

Построить модель и на ее основании составить экстремальную задачу, решение которой дает минимальное количество разрезанных выходных листов. Найти решение задачи в условиях минимализации отходов раскроя. Предусмотреть возможность максимизации количества комплектов печатных плат при условии выполнения комплектности

$$\Pi_1 : \Pi_2 : \Pi_3 : \Pi_4 = k_1 : k_2 : k_3 : k_4 .$$

Параметры	Значение
l_1	136
l_2	158
l_3	92
l_4	36
l_5	51
l_6	88
l_7	46
l_8	40
l_9	50
l_{10}	50
Π_1	270
Π_2	200
Π_3	310
Π_4	90
Комплектность	3 : 2 : 1 : 5

Исходные данные: $l_1 * l_2, \Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, k_1, k_2, k_3, k_4$.

Используемые переменные:

$\Pi_i = A_i$ – необходимое количество заготовок и i -го типа;

C_j – отход при раскрое единиц исходного материала j -м способом;

$j = \overline{1, m}$ – количество вариантов раскроя;

a_{ij} – количество заготовок i -го типа ($i = \overline{1, 4}$), полученных при раскрое единицы исходного материала j -м вариантом;

i – вид заготовки;

q – количество изделий ($\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$);

a – количество разрезанных листов;

K – количество типов листов, поступающих на раскрой ($K = 1$);

l_i – компетентность – количество заготовок i -го вида в одном комплекте;

x_j – количество единиц исходного материала, который раскраивается j -м вариантом.
Сформируем ограничения для данной задачи:

$$\sum_{j=1}^m x_j = a,$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, m},$$

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_j = \Pi_i.$$

Функция цели имеет вид:

$$F(x) = \sum_{j=1}^m x_j \rightarrow \min,$$

$$F(x) = a \rightarrow \min.$$

Минимизация отходов. Функция цели имеет вид:

$$\sum_{j=1}^n C_j x_j \rightarrow \min.$$

Максимизация комплектов. Необходимо предусмотреть возможность максимизации количества комплектов печатных плат при условии выполнения комплектности

$$\Pi_1 : \Pi_2 : \Pi_3 : \Pi_4 = k_1 : k_2 : k_3 : k_4.$$

Функция цели имеет вид:

$$F(x) = X \rightarrow \max,$$

$$\text{где } X = \frac{1}{\Pi_1 k_1} \left(\sum_{j=1}^m a_{j1} x_j \right).$$

А ограничения примут следующий вид:

$$\sum_{j=1}^p a_{j1} x_j = \Pi_1 k_1 X,$$

$$\sum_{j=1}^p a_{j2} x_j = \Pi_2 k_2 X,$$

$$\sum_{j=1}^p a_{j3} x_j = \Pi_3 k_3 X,$$

$$\sum_{j=1}^p a_{j4} x_j = \Pi_4 k_4 X.$$

4. Выводы

При разработке проектов сложных систем, в частности автоматических систем управления АСУ, перед проектировщиком возникает проблема принятия решений при наличии нескольких показателей качества.

Поэтому разработка методов принятия решений при нескольких критериях оптимальности в условиях неопределенности по-прежнему остается одной из главных задач исследования операций.

Исследование операций как наука располагает разнообразными средствами моделирования целенаправленной деятельности. Существующие и развиваемые подходы к анализу прикладных программ проникают в новые области автоматизированного управления.

Научная новизна: результатом проведенного исследования является решение многокритериальной задачи с использованием генетического алгоритма.

Полученные результаты не только позволяют рационально расходовать ограниченные ресурсы, но и развивают наши представления о возможностях изучаемой науки.

Литература: 1. *Гвоздинский А.Н.* Принципы и методы оптимизации в современных организационных системах управления / А.Н.Гвоздинский, А.Е.Козлова, А.О.Дроздов // X: Бионика интеллекта, 2013. №2 (81). С.66-70. 2. *Гвоздинский А.Н.* Методы оптимизации в системах принятия решений / А.Н. Гвоздинский, Н.А. Якимова, В.О. Губин // X: ХНУРЕ, 2006. 327 с. 3. *Гвоздинский А.Н., Климко Е.Г.* Применение генетических алгоритмов для решения оптимизационных задач // Сб. Научных трудов 7-й Международной конференции „Теория и техника передачи, приема и обработки информации”. 2016.

Transliterated bibliography:

1. *Gvozdinskiy A.N.* Printsipy i metody optimizatsii v sovremennyih organizatsionnyih sistemah upravleniya / A.N. Gvozdinskiy, A.E. Kozlova, A.O.Drozdo / H: Bionika intellekta, 2013. #2 (81). S. 66-70.

2. *Gvozdinskiy A.N.* Metody optimizatsii v sistemah prinyatiya resheniy / A.N. Gvozdinskiy, N.A. Yakimova, V.O. Gubin // H: HNURE, 2006. 327 s.

3. *Gvozdinskiy A.N., Klimko E.G.* Primenenie geneticheskikh algoritmov dlya resheniya optimizatsionnykh zadach // Sb. Nauchnykh trudov 7-y Mezhdunarodnoy konferentsii „Teoriya i tehnika peredachi, priema i ob-rabotki informatsii”. 2016.

Поступила в редколлегию 07.09.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Пуятин Е.П.

Гвоздинский Анатолий Николаевич, канд. техн. наук, профессор кафедры искусственного интеллекта ХНУРЭ. Научные интересы: оптимизация процедур принятия решения в сложных системах управления. Адрес: Украина, 61166, Харьков, ул. Академика Ляпунова, 7, кв. 9, тел. 702-38-23

Серик Екатерина Эдуардовна, студентка группы КН-13-6 кафедры искусственного интеллекта ХНУРЭ. Научные интересы: методы принятия решения в системах искусственного интеллекта. Адрес: Украина, Харьков, пер. Афанасьевский, 36, тел. 066-340-08-76.

Gvozdinsky Anatoly Nikolayevich, PhD, professor of Artificial Intelligence Dept., KNURE. Scientific interests: optimization of decision-making procedures in complex management systems. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, st. Acad. Lyapunova, 7-9, tel.702-38-23

Serik Ekaterina Eduardovna, student, KNURE. Scientific interests: methods of decision making in systems of artificial intelligence. Address: Ukraine, Kharkov, lane. Afanasyevsky, 36, tel. 066-340-08-76.