Задача 1

Научиться моделировать «универсальный» генетический алгоритм (ГА) расстановки избыточного числа опорных точек (ОТ) в сложном помещении.

Терминология и описание см. в пособии «Генетические алгоритмы», В.А. Панченко, 2007 г.

Под «универсальным» УГА понимается ГА с таким набором параметров, с помощью настройки которого можно охватить основные модификации ГА как его частные случаи. (На следующем шаге из этих параметров будут составлены «мета-хромосомы» (мета-векторы состояния) для их оптимизации с помощью мета-ГА. Но пока не будем об этом.)

Хромосома УГА представляет собой набор планарных координат опорных точек:

где – планарные координаты -ой ОТ, выраженные действительными числами (как вариант, дискретной сеткой возможных значений); – число ОТ; – операция транспонирования.

Число итераций и усреднённый по пространству и времени геометрический фактор составляют двумерный показатель качества, по которому будут анализироваться те или иные комбинации свободных параметров УГА. Но пока это тут не обсуждается, это следующая задача.

Набор универсальных параметров:

1. Численность особей

– число особей в популяции. В общем случае численность может варьироваться от итерации к итерации: вначале быть большим, чтобы покрыть максимальное число альтернатив на первом шаге случайного задания; а затем по мере концентрации вокруг оптимумов снижаться для снижения вычислительной нагрузки:

где , и – начальная, текущая и установившаяся численность популяции соответственно; – индекс итерации алгоритма; – параметр скорости снижения численности популяции; – операция округления до целых.

– число новых потомков на отдельной итерации:

где , и – начальная, текущая и установившаяся численность популяции соответственно; – параметр скорости снижения численности новых потомков на итерации.

2. Размножение

К размножению отбирать родителей возможно различными алгоритмами:

1. равновероятно;
2. с вероятностью, пропорциональной непохожести генотипа, – для разнообразия генотипа потомков (хорошо подходит на начальной стадии беглого обзора всей карты возможных вариантов);
3. с вероятностью, обратно пропорциональной среднему геометрическому фактору, – то есть среди самых успешных (хорошо подходит на финальной стадии уточнения лучшего экстремума).

Вероятности соответствующих алгоритмов:

где – вероятность выбора алгоритма равновероятного подбора родителей; – параметр скорости переключения между алгоритмом 2) и 3).

При размножении на итерации с вероятностями , и выбирается вариант алгоритма 1), 2) или 3) по подбору родителей соответственно.

В случае выбора алгоритма 1) подбор родителей тривиален.

В случае выбора алгоритма 2) вероятность выбора для размножения родителя номер в пару к случайно равновероятно выбираемому родителю номер равна:

где евклидово расстояние:

В случае выбора алгоритма 3) вероятность выбора родителя для размножения:

При размножении в любом случае должны участвовать разные особи-родители, одного и того же родителя нельзя брать более одного раза в одном размножении.

Число особей-родителей, участвующих в размножении . В биологии животных, растений и грибов (*как известно, простейшие и вирусы постоянно беспорядочно обмениваются фрагментами ДНК*). Однако в ГА вполне возможно установить и выше.

Число точек разрыва хромосомы *.* Хромосомы родителей разрываются на частей в одинаковых местах, выбираемых случайно равновероятно. Хромосома потомка набирается случайным равновероятным образом из соответствующих фрагментов хромосом родителей.

При каждом размножении получается потомков, хромосомы которых собираются независимо друг от друга. (При есть вероятность случайно собрать близнецов с одинаковыми хромосомами.)

3. Мутации

Присоединение не используется (на отдельной реализации ГА численность ОТ не меняется).

Удаление-вставка, то есть замена старого гена-координаты новым . Случайным образом определяется число генов-координат , в которые подлежат замене:

где – операция генерации случайного числа с нормальным законом распределения, нулевым средним и СКО .

Порядковый номер заменяемого гена определяется случайным равновероятным образом по всей длине хромосомы.

Новое значение заменяемого гена определяется случайным образом по нормальному закону, центрированному относительно старого значения :

где – длина помещения по заменяемой координате; – коэффициент СКО, свободный параметр, характеризующий разброс новых значений относительно старых вследствие мутации-замены.

Обмен генами в хромосоме. Случайным образом определяется число пар генов-координат , в которые подлежат замене:

где – операция генерации случайного числа с нормальным законом распределения, нулевым средним и СКО .

Порядковые номера и меняющихся местами генов определяются случайным равновероятным образом по всей длине хромосомы.

4. Отбор особей (родителей и потомков) в новую популяцию

Задействуются следующие алгоритмы отбора:

1. усечением;
2. элитарный;
3. вытеснением;
4. отжига.

На разных итерациях ГА одни алгоритмы отбора оказываются предпочтительнее других. Заранее затруднительно указать, каким вариантам на каких итерациях следует отдавать предпочтение. Поэтому в УГА вводится вероятностная модель выбора того или иного варианта алгоритма отбора.

Вероятность предпочтения того или иного варианта алгоритма отбора задаётся следующим образом:

где – номер варианта алгоритма отбора; – индекс итерации УГА; – начальное значение вероятности «включения» того или иного варианта алгоритма отбора, для простоты начальные значения могут быть установлены равными; – коэффициент скорости переключения вариантов алгоритма отбора; – бинарный элемент четырёхмерного свободного параметра , может принимать одно из двух значений:

Единичные значения опосредуют повышение вероятности переключения на -ый вариант алгоритма отбора, а нулевые – понижение. Повышение вероятности одних вариантов возможно только за счёт понижения вероятности других.

На каждой итерации должно выполняться условие нормировки:

Один из вариантов алгоритма отбора можно выбрать жёстко, зафиксировав соответствующие и , в этом в том числе проявляется универсальность рассматриваемого ГА.

Ниже представлены параметры различных алгоритмов отбора в новое поколение популяции из особей-родителей и особей-потомков.

1. Отбор усечением:

* порог – доля лучших особей, начиная с самой пригодной (с самым малым значением усреднённого геометрического фактора)

1. Элитарный отбор:

* доля элитных особей в популяции, переходящих в следующее поколение; остальная часть нового поколения популяции формируется случайным образом для каждого нового поколения

1. Отбор вытеснением:

* коэффициент терпимости к ухудшению показателя качества (усреднённого геометрического фактора ) ; следующее поколение отбирается из совокупности особей-кандидатов , чей , где текущее минимальное значение усреднённого геометрического фактора, достигнутое текущим чемпионом ; при этом вероятность кандидата быть отобранным в следующее поколение пропорциональна евклидову расстоянию между кандидатом и чемпионом и принимается равной

где

1. Отбор методом отжига (экспоненциальное охлаждение):

* начальное значение температуры
* установившееся значение температуры
* параметр скорости остывания в алгоритме отбора методом отжига

где текущая температура:

а вероятность отбора определяется выражением

где и – значения усреднённых геометрических факторов особей-кандидатов на отбор под номерами и соответственно, выбираемых случайно; если окажется больше значения случайного числа с равномерным законом распределения на интервале , то в новую популяцию попадёт особь , иначе – особь .

Таким образом, перечень свободных параметров УГА:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **обозначение** | **тип** | **содержание** |
| 1 |  | целое  >0 | начальная численность популяции |
| 2 |  | целое  >0 | установившаяся численность популяции |
| 3 |  | ≥0 | параметр скорости снижения численности популяции |
| 4 |  | целое  >0 | начальная численность потомков |
| 5 |  | целое  >0 | установившаяся численность потомков |
| 6 |  | ≥0 | параметр скорости снижения численности потомков |
|  |  | ≥0 | параметр скорости переключения между алгоритмом 2) и 3) подбора родителей |
| 7 |  | целое  >0 | число особей-родителей, участвующих в размножении |
| 8 |  | целое  >0 | число точек разрыва хромосомы при размножении |
| 9 |  | целое  >0 | число потомков в одном размножении |
| 10 |  | >0 | СКО числа заменяемых генов |
| 11 |  | >0 | СКО вариации координаты |
| 12 |  | >0 | СКО числа обменивающихся пар генов |
| 13 |  | 0..1 | четыре начальные вероятности вариантов алгоритмов отбора |
| 14 |  | ≥0 | параметр скорости изменения вероятности включения вариантов алгоритмов отбора |
| 15 |  |  | параметр включения снижения / повышения вероятностей вариантов алгоритмов отбора |
| 16 |  | 0..1 | порог алгоритма отбора усечением |
| 17 |  | 0..1 | доля элитных особей в элитарном отборе |
| 18 |  | ≥1 | коэффициент терпимости к ухудшению показателя качества алгоритма отбора вытеснением |
| 19 |  | ≥0 | параметр скорости остывания в алгоритме отбора методом отжига |
| 20 |  | ≥0 | начальное значение температуры в алгоритме отбора методом отжига |
| 21 |  | ≥0 | установившееся значение температуры в алгоритме отбора методом отжига |

Утверждается, что с помощью этого набора параметров возможно задать все основные ГА. В этом смысле, выше задан универсальный ГА – УГА. Это стало возможным за счёт избыточного числа свободных параметров, которые в частных случаях ГА устанавливаются волевым решением.

Не рассмотрены стратегии применения ГА вроде островов и т.п.

Пока не очень понятно, нужно ли. Следует подумать и принять решение на будущее.