



Уральский
федеральный
университет

Решение задачи о многомерном рюкзаке с помощью генетического алгоритма

Докладчик
Островский Сергей Витальевич

Научный руководитель
**старший преподаватель кафедры
ВМиУМФ
Лукач Юрий Саулович**

Постановка задачи

Пусть существует N предметов, каждый из которых имеет стоимость c_i и размеры s_{ij} , где

$$i \in \{1, 2, \dots, N\}, j \in \{1, 2, \dots, M\}.$$

Пусть также существует рюкзак с ограничениями по вместимости по измерениям r_j . Требуется максимизировать сумму

$$\sum_{i=1}^N c_i x_i$$

где $x_i \in \{0, 1\}$ при условии

$$\sum_{i=1}^N s_{ij} x_i < r_j$$

для всех $j \in \{1, 2, \dots, M\}$.

Цель и задачи

Цель работы – решение задачи о многомерном рюкзаке применением генетического алгоритма

Задачи:

- Исследовать генетические алгоритмы
- Реализовать алгоритм с использованием одного из языков программирования
- Провести оценку эффективности генетического алгоритма в решении поставленной задачи

Актуальность

Многие прикладные проблемы могут быть реализованы в виде рассматриваемой задачи.

Например:

- размещение процессоров и баз данных в системе распределенных вычислений
- погрузка груза и контроль бюджета
- задачи раскройки

Описание работы алгоритма

- Создается пул генотипов с использованием заданного алгоритма начального приближения
- Запускается итерационный процесс
 - Случайным образом выбирается часть пула, которая подвергнется мутации
 - Выбранная часть пула генотипов мутируется
 - Мутировавшие генотипы замещают собой исходные в пуле, немутировавшие остаются без изменений
 - Из пула генотипов выбираются пары для скрещивания
 - Производится скрещивание
 - Из результатов скрещивания выбираются лучшие
 - Если выполнено условие останова, то итерационный процесс завершается, в противном случае начинается следующая итерация.
- Результат итерационного процесса отдается пользователю

Выбор параметров

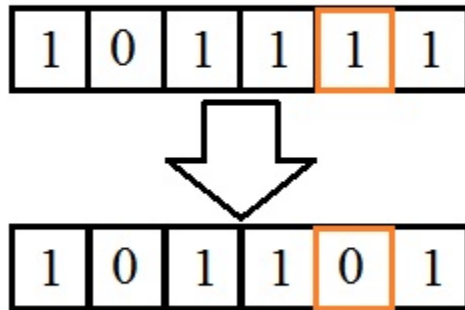
Кодирование генотипа – упорядоченная бинарная последовательность индикаторов вхождения предметов в рюкзак.

Оценка генотипа – сумма стоимостей всех предметов, входящих в описанный генотипом рюкзак

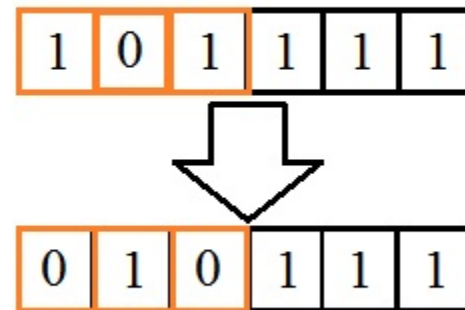
Начальное приближение – жадный алгоритм

Мутации

Одноточечная

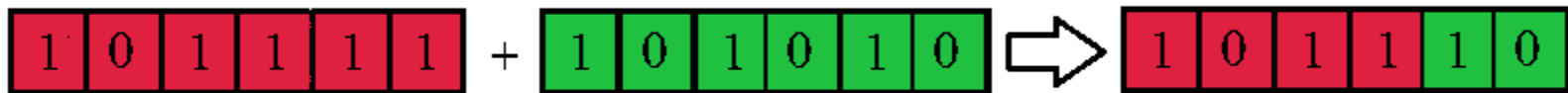


Половинная



Выбор параметров - скрещивание

Одноточечное



Двухточечное



Побитовое



Введенные модификации

- Проверка корректности генотипов
- Пул лучших конфигураций и возврат к нему
- Сброс алгоритма при попадании в локальный максимум

Параметры тестов

Первый набор тестов взят из книги С.С.Petersen:

"Computational experience with variants of the Balas algorithm applied to the selection of R&D projects"

Второй набор тестов взят из статьи P.C.Chu and J.E.Beasley *"A genetic algorithm for the multidimensional knapsack problem"* и содержит в себе 30 задач с одинаковыми параметрами: размерность рюкзака равна **5**, рассматривается **100** различных предметов.

| № теста | Число предметов | Размерность рюкзака |
|---------|-----------------|---------------------|
| 1 | 6 | 10 |
| 2 | 10 | 10 |
| 3 | 15 | 10 |
| 4 | 20 | 10 |
| 5 | 28 | 10 |
| 6 | 39 | 5 |
| 7 | 50 | 5 |

Конфигурация оборудования

- Процессор: Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU @ 2.60GHz (4 CPUs), ~2.6GHz
- Количество оперативной памяти: 6144MB RAM
- Фреймворк: .NET Framework 4.5.2

Результаты на 1 наборе тестов

| Точечная мутация | | | | Половинная мутация | | |
|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | Одноточечное скрещивание | Двухточечное скрещивание | Побитовое скрещивание | Одноточечное скрещивание | Двухточечное скрещивание | Побитовое скрещивание |
| № теста | Время, с | Время, с | Время, с | Время, с | Время, с | Время, с |
| 1 | 0,008 | 0,009 | 0,009 | 0,006 | 0,01 | 0,01 |
| 2 | 2,694 | 1,697 | 33,017 | 0,002 | 0,001 | 0,001 |
| 3 | 0,018 | 0,022 | 0,049 | 0,002 | 0,019 | 0,052 |
| 4 | 0,092 | 0,067 | 0,219 | 0,560 | 0,422 | 12,189 |
| 5 | 0,097 | 0,095 | 0,074 | - | - | - |
| 6 | 13,481 | 8,181 | 10,013 | - | - | - |
| 7 | 396,644 | 199,461 | 13,940 | - | - | - |

Результаты на 2 наборе текстов

- Задача была решена успешно решена в **13 из 30(43,3%)** случаев.
- Среднее время решения – **5 минут 25 секунд**, лучшее время – **5 секунд**, худшее – **12,5 минут**.
- Для задач, где оптимальное решение не было найдено, расхождение найденного решения с максимальным не превышает **0,21%**

Спасибо за внимание!