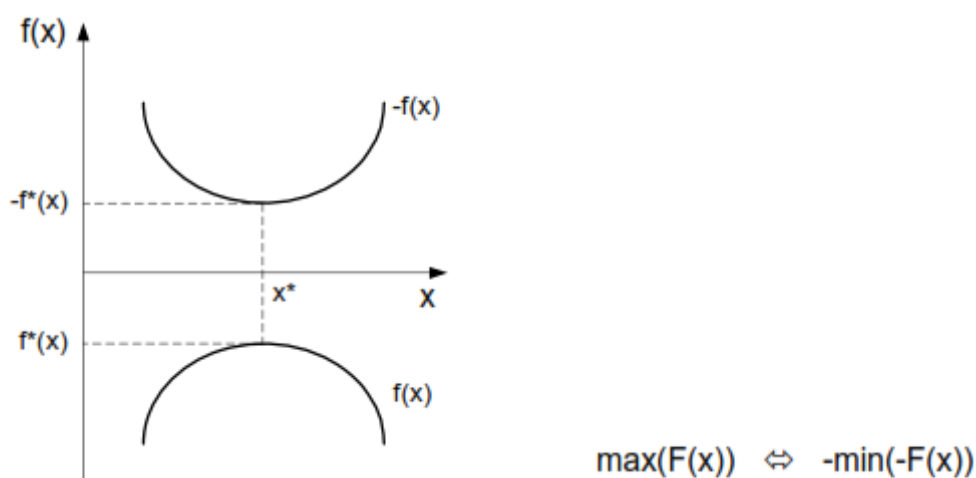




Тема Области на приложение на генетичните алгоритми

Генетичните алгоритми са пряк, стохастичен метод за оптимизация. Тъй като използват поколения от допустими решения (индивиди) те спадат към групата на паралелните алгоритми. Поради стохастичният характер на търсене се налага поставяне на ограничения поне по условие на параметрите на оптимизация (неизвестните променливи).

Тук ще бъдат разгледани само задачи за минимизация ($\min(F(x))$), тъй като задачите за максимизация могат да се представят като задачи за минимизация



Фиг. 1 Преобразуване на задача за \max в задача за \min

Тук ще бъдат разгледани основните характеристики на генетичните алгоритми, от гледна точка на различните категории оптимизационни алгоритми в които могат да бъдат класифицирани.

www.eufunds.bg

Проект BG05M2OP001-2.016-0003 „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез

Европейските структурни и инвестиционни фондове.



2.1 Преки методи

Преки са тези методи за оптимизация, при които се изчислява само стойността на функцията, но не и нейните производни. Преките методи, каквито са генетичните алгоритми са подходящи за решаване на негладки и нелинейни задачи. Това е особено подходящо в задачите за управление, тъй като реалните обекти са нелинейни. За разлика от класическата теория за управление, където обектите се линеаризират, регулаторите се настройват по линеаризираните модели и след това се проверява поведението на системата с регулатора, при използването на генетични алгоритми е възможно да се използва направо нелинейният модел.

2.2 Стохастични методи

Стохастични са тези методи за търсене на решение, при които се използват случайни оператори и няма повтораемост на процеса на намиране на решение. Такъв е например методът Монте-Карло.

Генетичните алгоритми са стохастични методи, поради характера на използваните операции (селекция, рекомбинация и мутация). Въпреки стохастичният характер на търсене чрез вериги на Марков е доказано, че при използване на елитарен подход сходимостта е гарантирана с вероятност 1. Въпреки това достигането до глобалният екстремум може да не стане в рамките на разумно време. Ето защо при всички еволюционни алгоритми основният критерий за спиране е максимален брой от поколения.

Стохастичното търсене налага промени и в метода на сравнение между алгоритми и/или техните настройки. Използват се статистически методи, като за целта минимизацията се пуска няколко пъти и получените резултати се разглеждат статистически.

Едно- и многопараметрични задачи

В зависимост от броя на оптимизационните параметри задачите биват:

----- www.eufunds.bg -----

Проект BG05M2OP001-2.016-0003 „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез



- Еднопараметрични $\min_{x \in \mathbb{R}^1} f(x)$ (1)
- Многопараметрични $\min_{x \in \mathbb{R}^n} F(x)$ (2)

Въпреки че стандартните генетичните алгоритми са създадени за многопараметрична оптимизация има модификации позволяващи еднопараметрична оптимизация. Всеки ген, представящ променлива с реална стойност се разделя на под-гени, кодиращи различните степени на числото 10. Всеки от тези под-гени се променя независимо от другите. Например генът кодиращ числото 437,5391 се разделя на 7 под-гена: 4, 3, 7, 5, 3, 9, 1. Друг начин за представяне е двоичният, където генът се разделя на под-гени, които са степени на двойката. Недостатък на това представяне е нелинейното преобразуване на двете пространства. При това е възможно близки в едното пространство стойности да са раздалечени в другото. Пример за това е разликата в представянето на 15 и 16 в десетична и двоична бройна система. В литературата това е известно като дупки на Хеминг1.

число	десетична система	двоична система
15	15	[0 1 1 1 1]
16	16	[1 0 0 0 0]

• табл. 1

Едно- и многокритериални задачи

Инженерните задачи, често изискват удовлетворяване на няколко противоречиви изисквания. Ето защо е подходящо инженерните задачи да се разглеждат като многокритериални задачи. Пример за такава задача в теория на управлението е синтезът на регулатор, при което искаме да имаме както минимална разлика между заданието и изхода на системата, така и минимална стойност на управлението

----- www.eufunds.bg -----

Проект BG05M2OP001-2.016-0003 „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез



Един метод за решаване на многокритериални задачи е свеждането им до еднокритериални. Това може да стане например чрез метод на тегловните функции, но по този начин решението става функция на тегловните коефициенти.

Генетичните алгоритми се оказват подходящи за едновременно минимизиране на няколко критерии, тъй като при тях се работи с набор от решения (поколение), а не с единствено решение ([3]).

2.5 Задачи с ограничения

Много често в практиката, при решаване на оптимизационни задачи, се оказва че се налага поставяне на ограничения върху различни величини. В задачите за управление подобно ограничение се оказва стойността на управляващият сигнал (управляващият орган няма неограничена енергия).

Ограниченията бива от тип равенство и неравенство:

- Ограничение от тип равенство

$$c_i(x) = 0 \quad (3)$$

- Ограничение от тип неравенство

$$c_i(x) \geq 0 \quad (4)$$

В зависимост от това, дали $c_i(x)$ е линейна или нелинейна функция, то и ограниченията биват линейни и нелинейни.

Най-често при използването на генетични алгоритми за оптимизация ограниченията се задават чрез метода на наказателните функции (при излизане от ограничение се задава голяма стойност на функцията)

Един тип ограничение, което почти всички разработени генетични алгоритми използват е ограничението върху стойностите на параметрите за

----- www.eufunds.bg -----

Проект BG05M2OP001-2.016-0003 „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез



оптимизация. Това се налага поради използването на генератор на случайни числа (rand в MATLAB) генериращ стойност в интервала (0,1). За да се мащабира и премести тази стойност да съответните величини се налага познаване не долната и горна граница на съответната променлива.

2.6 Реално времеви задачи

Генетичните алгоритми са трудно приложими за реално времеви задачи, тъй като на всяка итерация се налага изчисляване на целевите функции на всеки набор параметри в поколението. Въпреки това в [9] се съобщава за постигнати резултати при замяна на метод Монте-Карло с ГА с адаптивни параметри.

2.7 Адаптивни алгоритми

В зависимост от използваните променливи, често ГА могат да се окажат неефекасни. При използване на булево представяне на 100 променливи с точност до 6 знак хромозомата става с над 2000 гена, а при използване на целочислено представяне на променливите гените могат да заемат безкраен брой състояния.

Един начин за решаване на тези проблеми е използването на адаптивни генетични алгоритми ([7], [9], [10]). Повечето адаптивни алгоритми използват адаптация на параметрите на ГА (размер на поколението, мутация, рекомбинация ([9])) или стесняване на търсената област ([7]). В [10] е предложена структура на ГА, при която се работи не с хромозоми, а с клетки. Всяка клетка съдържа както набор от хромозоми, така и инструкциите, които извършват декодирането им, и параметрите на ГА. В процеса на рекомбинация се променят не само хромозомите, но и параметрите на ГА.

2.8 Паралелни алгоритми

----- www.eufunds.bg -----

Проект BG05M2OP001-2.016-0003 „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез



Тъй като генетичните алгоритми наподобяват еволюцията в природата, където търсенето на решение е паралелен процес, те могат лесно да бъдат пуснати на паралелни машини. Съществуват 3 основни начина за паралелното им изпълнение:

- Обща популация, но паралелно изчисляване на целевите функции – целевата функция на всеки индивид се изчислява на отделен процесор (slave), а генетичните оператори се изпълняват на отделен (master). Когато изчисляването на целевите функции е бавен процес, тази master-slave архитектура е оказва много подходяща.

- Разделяне на под-популации – цялото поколение се разделя на под-поколения (популации), всяко едно от които се изчислява на отделен процесор. Тези методи може да са по-робастни от стандартните, тъй като отделните популации са независими и могат да изследват различни области.

- Разпределяне на генетичните операции – този метод се явява като разширение на горният. Генетичните операции се прилагат само между съседни популации, като по този начин се запазва разнообразието на индивидите.