|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| Федеральное государственное бюджетное  образовательное учреждение высшего образования FPMI_ngtu_neti_rgb_polya«Новосибирский государственный технический университет» | | |
|  | | |
|  | | |
| Практическое задание № 3 | | |
| по дисциплине «Методы оптимизации» | | |
| МЕТОД ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ | | |
|  | | |
|  | Вариант 8 | Барсукова наталья |
| Группа ПМ-91 | Грибова Александра  Затолоцкая юлия |
|  |  |
|  |
|  |
|  |
| Преподаватели | Филиппова елена владимировна |
|  |  |
| Новосибирск, 2022 | | |

1. Цель работы

Ознакомиться с методами штрафных функций при решении задач нелинейного программирования. Изучить типы штрафных и барьерных функций, их особенности, способы и области применения, влияние штрафных функций на сходимость алгоритмов, зависимость точности решения задачи нелинейного программирования от величины коэффициента штрафа.

# Постановка задачи

* Применяя методы поиска минимума 0-го порядка, реализовать программу для решения задачи нелинейного программирования с использованием метода штрафных функций
* Исследовать сходимость метода штрафных функций в зависимости − от выбора штрафных функций, − начальной величины коэффициента штрафа, − стратегии изменения коэффициента штрафа, − начальной точки, − задаваемой точности ε. Сформулировать выводы
* Применяя методы поиска минимума 0-го порядка, реализовать программу для решения задачи нелинейного программирования с ограничением типа неравенства (только задача а) с использованием метода барьерных функций
* Исследовать сходимость метода барьерных функций (только задача а) в зависимости − от выбора барьерных функций, − начальной величины коэффициента штрафа, − стратегии изменения коэффициента штрафа, − начального приближения, − задаваемой точности ε. Сформулировать выводы

Тестовые функции:

Задача a:

Задача b:

# Результаты исследований

Исследования при выборе разных штрафных функций:

Задача а:

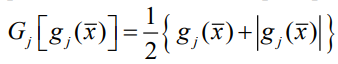
r0=1

Начальная точка (1,1)

r=r\*2

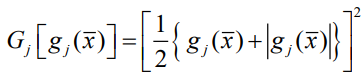
eps=10-6

Функция штрафа:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 2 | 1 | ( 2.000000, -1.900000) | 0.050000 | 0.900000 |
| 12 | 2048 | ( 2.400000, -1.400000) | 5.160000 | -0.000000 |

Функция штрафа:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 2 | 1 | ( 1.999974, -1.833303) | 0.138895 | 0.833330 |
| 32 | 1073741824 | ( 2.366595, -1.366595) | 5.134392 | -0.000000 |

Задача б:

r0=1

Начальная точка (1,2)

r=r\*2

eps=10-6

Функция штрафа:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 1 | ( 0.999948, -0.899942) | 1.050111 | 1.899889 |
| 22 | 1048576 | ( 0.096310, 0.096310) | 3.809548 | 0.000000 |

Функция штрафа:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 1 | ( 0.461539, -0.307694) | 2.485203 | 0.769233 |
| 22 | 1048576 | ( 0.097555, 0.097554) | 3.809635 | 0.000001 |

Исследование начальной величины коэффициента штрафа:

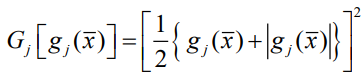
Задача а:

Начальная точка (1,2)

r=r\*10

eps=10-6

Функция штрафа:



=5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 5 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 4 | 50000 | ( 2.258350, -1.255072) | 5.099581 | -0.003278 |

=100

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 100 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 6 | 10000000000 | ( 1.993944, -0.993944) | 5.000037 | -0.000000 |

=10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 10.000000 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 4 | 1000.000000 | ( 2.169361, -1.163972) | 5.082722 | -0.005389 |

Задача б:

Начальная точка (1,2)

r=r\*100

eps=10-6

Функция штрафа:



=5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ietr | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 5 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 5 | ( 0.181818, 0.000000) | 3.471074 | 0.181818 |
| 22 | 50000000000000000310004322520389159747584 | ( 0.095228, 0.095228) | 3.809524 | 0.000000 |

=100

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 100 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 100 | ( 0.099766, 0.090258) | 3.791435 | 0.009508 |
| 22 | 1000000000000000044885712678075916785549312 | ( 0.090258, 0.090258) | 3.810045 | 0.000000 |

=10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 10.000000 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 22 | 1000000000000000000000.000000 | ( 0.092546, 0.092546) | 3.809676 | 0.000000 |

Исследование стратегии изменения коэффициента штрафа:

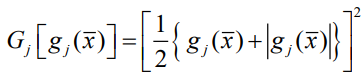
Задача а:

Начальная точка (1,2)

eps=10-6

=1

Функция штрафа:



r\*2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 2 | 1 | ( 2.000000, -1.900002) | 0.049998 | 0.900002 |
| 12 | 1024 | ( 2.099875, -1.099875) | 5.009975 | -0.000000 |

r+100

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 2 | 1 | ( 2.000000, -1.833336) | 0.138884 | 0.833336 |
| 62 | 6001 | ( 2.004036, -1.004870) | 4.991688 | 0.000833 |

r\*r

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 2.000000 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 6 | 65536.000000 | ( 2.360653, -1.353632) | 5.200530 | -0.007021 |

r\*4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 2.000000 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 18 | 8589934592.000000 | ( 2.359545, -1.359545) | 5.129273 | -0.000000 |

Задача б:



r\*2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 1 | ( 0.999948, -0.899942) | 1.050111 | 1.899889 |
| 22 | 1048576 | ( 0.096310, 0.096310) | 3.809548 | 0.000000 |

r+100

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 1 | ( 0.461539, -0.307694) | 2.485203 | 0.769233 |
| 22 | 2001 | ( 0.092237, 0.091780) | 3.808870 | 0.000458 |

r\*r

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 2.000000 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 9 | 340282366920938463463374607431768211456 | ( 0.084902, 0.084902) | 3.811767 | 0.000000 |

r\*4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 2.000000 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 22 | 2199023255552.000000 | ( 0.089443, 0.089443) | 3.810229 | 0.000000 |

Исследование начальной точки:

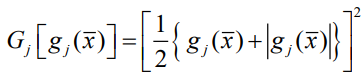
Задача а:

eps=10-6

=1

r\*2

Функция штрафа:



(1; 2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 2 | 1 | ( 2.000000, -1.900002) | 0.049998 | 0.900002 |
| 12 | 1024 | ( 2.099875, -1.099875) | 5.009975 | -0.000000 |

(1; 1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1 | 1 | ( 2.000000, -1.900000) | 0.050000 | 0.900000 |
| 13 | 2048 | ( 2.400000, -1.400000) | 5.160000 | -0.000000 |

(0; -1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 0.000000, -1.000000) | 9.000000 | 2.000000 |
| 41 | 549755813888 | ( 2.193673, -1.193673) | 5.037509 | -0.000000 |

Задача б:



(1; 2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 1 | ( 0.999948, -0.899942) | 1.050111 | 1.899889 |
| 22 | 1048576 | ( 0.096310, 0.096310) | 3.809548 | 0.000000 |

(1; 1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 1 | ( 1.000000, 1.000000) | 21.000000 | 0.000000 |
| 2 | 1 | ( 1.000000, -0.900000) | 1.050000 | 1.900000 |
| 22 | 1048576 | ( 0.096313, 0.096313) | 3.809548 | -0.000000 |

(0; 0.09)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 1.000000 | ( 0.000000, 0.090000) | 4.040500 | -0.090000 |
| 22 | 1048576.000000 | ( 0.085070, 0.085069) | 3.811693 | 0.000001 |

Исследование задаваемой точности ε:

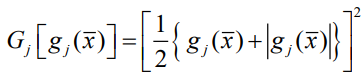
Задача а:

Начальная точка (1,2)

r=r\*100

=100

Функция штрафа:



ε=1,00E-06

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 100 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 2 | 100 | ( 2.000014, -1.047633) | 4.535146 | 0.047619 |
| 6 | 10000000000 | ( 1.993944, -0.993944) | 5.000037 | -0.000000 |

ε=1,00E-03

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 100 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 2 | 100 | ( 2.000014, -1.047633) | 4.535146 | 0.047619 |
| 6 | 10000000000 | ( 1.993944, -0.993944) | 5.000037 | -0.000000 |

ε=1,00E-07

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1 | 100.000000 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -2.000000 |
| 6 | 10000000000.000000 | ( 1.993944, -0.993944) | 5.000037 | -0.000000 |

Задача б:



ε=1,00E-06

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 100 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 100 | ( 0.099766, 0.090258) | 3.791435 | 0.009508 |
| 12 | 100000… | ( 0.090258, 0.090258) | 3.810045 | 0.000000 |

ε=1,00E-03

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 100 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 2 | 100 | ( 0.099766, 0.090258) | 3.791435 | 0.009508 |
| 12 | 10000… | ( 0.090258, 0.090258) | 3.810045 | 0.000000 |

ε=1,00E-07

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| iter | r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | h(Xi,Yi) |
| 1 | 100.000000 | ( 1.000000, 2.000000) | 46.000000 | -1.000000 |
| 12 | 10000000000000000000000.000000 | ( 0.090258, 0.090258) | 3.810045 | 0.000000 |

**Для метода барьерных функций**

Исследования при выборе разных штрафных функций:

Функция дробная степени:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.001257,-0.721700) | 8.186331 | -0.279557 |
| 1. 0.500000 | (1.999719,-0.795913) | 7.245744 | -0.203806 |

Функция ln степени:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.500000 | (1.973156,-0.935236) | 5.387119 | -0.037921 |

Исследование начальной величины коэффициента штрафа

r = 0.5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 0.500000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 0.500000 | (2.000000,-0.952277) | 5.488613 | -0.047723 |
| 1. 0.250000 | (1.986578,-0.965699) | 5.211150 | -0.020879 |
| 1. 0.125000 | (1.978100,-0.965699) | 5.125254 | -0.012401 |
| 1. 0.062500 | (1.971389,-0.965699) | 5.057877 | -0.005690 |

r = 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.500000 | (1.973156,-0.935236) | 5.387119 | -0.037921 |
| 1. 0.250000 | (1.959735,-0.935236) | 5.249613 | -0.024499 |
| 1. 0.125000 | (1.946313,-0.935236) | 5.114269 | -0.011077 |
| 1. 0.062500 | (1.941520,-0.935236) | 5.066458 | -0.006284 |

r = 5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 5.000000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 5.000000 | (2.000000,-0.633975) | 9.330127 | -0.366025 |
| 1. 2.500000 | (2.000000,-0.792893) | 7.285534 | -0.207107 |
| 1. 1.250000 | (2.000056,-0.887684) | 6.186851 | -0.112371 |
| 1. 0.625000 | (1.999827,-0.940810) | 5.607585 | -0.059017 |
| 1. 0.312500 | (1.999961,-0.969628) | 5.307923 | -0.030332 |
| 1. 0.156250 | (2.000008,-0.984619) | 5.155066 | -0.015388 |
| 1. 0.078125 | (2.000000,-0.992245) | 5.077854 | -0.007755 |

Исследование стратегии изменения коэффициента штрафа

1/2r

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.500000 | (1.973156,-0.935236) | 5.387119 | -0.037921 |
| 1. 0.250000 | (1.959735,-0.935236) | 5.249613 | -0.024499 |
| 1. 0.125000 | (1.946313,-0.935236) | 5.114269 | -0.011077 |
| 1. 0.062500 | (1.941520,-0.935236) | 5.066458 | -0.006284 |

1/10r

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.100000 | (1.959167,-0.949225) | 5.101579 | -0.009942 |

1/100r

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.010000 | (1.954698,-0.953694) | 5.012093 | -0.001004 |

Исследование начального приближения

(1,1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (1.000000,1.000000) | 21.000000 | -1.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.500000 | (1.973156,-0.935236) | 5.387119 | -0.037921 |
| 1. 0.250000 | (1.959735,-0.935236) | 5.249613 | -0.024499 |
| 1. 0.125000 | (1.946313,-0.935236) | 5.114269 | -0.011077 |
| 1. 0.062500 | (1.941520,-0.935236) | 5.066458 | -0.006284 |

(10,10)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (10.000000,10.000000) | 2064.000000 | -19.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.500000 | (1.973156,-0.935236) | 5.387119 | -0.037921 |
| 1. 0.250000 | (1.959735,-0.935236) | 5.249613 | -0.024499 |
| 1. 0.125000 | (1.946313,-0.935236) | 5.114269 | -0.011077 |
| 1. 0.062500 | (1.941520,-0.935236) | 5.066458 | -0.006284 |

Исследование задаваемой точности ε

ε=10-3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (10.000000,10.000000) | 2064.000000 | -19.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.500000 | (1.973156,-0.935236) | 5.387119 | -0.037921 |

ε=10-6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi) | g(Xi,Yi) |
| 1. 1.000000 | (10.000000,10.000000) | 2064.000000 | -19.000000 |
| 1. 1.000000 | (2.000000,-0.908392) | 5.958040 | -0.091608 |
| 1. 0.500000 | (1.973156,-0.935236) | 5.387119 | -0.037921 |
| 1. 0.250000 | (1.959735,-0.935236) | 5.249613 | -0.024499 |
| 1. 0.125000 | (1.946313,-0.935236) | 5.114269 | -0.011077 |
| 1. 0.062500 | (1.941520,-0.935236) | 5.066458 | -0.006284 |

1. Выводы

Об объеме вычислений в зависимости от требуемой точности:

Для штрафных функций не влияет на число вычислений

Об объеме вычислений в зависимости от начального приближения: нет зависимости

Об объеме вычислений в зависимости от начальной величины штрафа и коэффициента изменения штрафа: оптимальная стратегия – увеличение коэффициента в 2 раза, начальная величина – 1.

Об объеме вычислений в зависимости от выбора штрафных функций: функция практически никак не повлияла на сходимость и объем вычислений. Для задачи а объем вычислений меньше при .

Для барьерных функций можем заметить, что при более плавном уменьшении коэффициента штрафа решение получается более точным, но количество итераций увеличивается.

Точность решения зависит от выбранное штрафной функции и лучше всего себя показала логарифмическая.

Было выявлено, что чем выше выбрано начальное значение коэффициента штрафа, тем больше итераций потребуется методу для сходимости.

С увеличением точности происходит увеличение итераций, а также увеличение точности найденного ответа.

1. Код

3laba.cpp

#include"Method\_variable\_metric.cpp"

#include"Method\_0.cpp"

#include"HookJ.cpp"

double r; //коэфф штрафа

double k = 100; //коэфф увеличения штрафа

double g\_restriction(point p)

{

double x = p.x;

double y = p.y;

return -x - y + 1;

}

double h\_restriction(point p)

{

double x = p.x;

double y = p.y;

return x - y;

//return (2 \* x \* x + y \* y - 5);

}

double f(point p)

{

double x = p.x;

double y = p.y;

return 5 \* (x + y) \* (x + y) + (x - 2) \* (x - 2);

//return x + y;

}

double H(double h)

{

return pow(abs(h),2);

}

double G(double g)

{

return pow((g + abs(g)) / 2, 2);

}

double Q\_b(point p)

{

return f(p) + r \* H(h\_restriction(p));

}

double Q\_a(point p)

{

return f(p) + r \* G(g\_restriction(p));

}

void Penalty\_h() {

HookJ h;

FILE\* out;

fopen\_s(&out, "problem\_b.txt", "w");

point p = point(1,2);

r = 5;

if (out)

{

fprintf(out, "| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi)| h(Xi,Yi)|\n");

fprintf(out, "|%- 7f|(%- 7f, %- 7f)|%- 7f|%- 7f|\n", r, p.x, p.y, f(p), h\_restriction(p));

}

//method\_variable\_metric create\_metod\_variable(p, 1e-6, Q\_b, "test\_b\_1e-6.txt");

//method\_0 m = method\_0(p, 1e-6, Q\_b, "test\_b\_1e-6.txt");

h.HookeJeeves(p, Q\_b, 1e-3);

if (out)

{

fprintf(out, "|%- 7f|(%- 7f, %- 7f)|%- 7f|%- 7f|\n", r, p.x, p.y, f(p), h\_restriction(p));

}

for (int i = 0; i < 20; ++i) {

r \*= k;

//method\_variable\_metric create\_metod\_variable(p, 1e-6, Q\_b, "test\_b\_1e-6.txt");

//method\_0 m = method\_0(p, 1e-6, Q\_b, "test\_b\_1e-6.txt");

h.HookeJeeves(p, Q\_b, 1e-6);

if (out)

{

fprintf(out, "|%- 7f|(%- 7f, %- 7f)|%- 7f|%- 7f|\n", r, p.x, p.y, f(p), h\_restriction(p));

}

if ( k\*abs(h\_restriction(p)) < 1e-14)

break;

}

if (out)

fclose(out);

}

void Penalty\_g() {

HookJ h;

FILE\* out;

fopen\_s(&out, "problem\_a.txt", "w");

point p = point(1,2);

r = 5;

if (out)

{

fprintf(out, "| r | (Xi,Yi) | f(Xi,Yi)| g(Xi,Yi)|\n");

fprintf(out, "|%- 7f|(%- 7f, %- 7f)|%- 7f|%- 7f|\n", r, p.x, p.y, f(p), g\_restriction(p));

}

//method\_variable\_metric create\_metod\_variable(p, 1e-6, Q\_b, "test\_b\_1e-6.txt");

//method\_0 m = method\_0(p, 1e-6, Q\_b, "test\_b\_1e-6.txt");

h.HookeJeeves(p, Q\_a, 1e-3);

if (out)

{

fprintf(out, "|%- 7f|(%- 7f, %- 7f)|%- 7f|%- 7f|\n", r, p.x, p.y, f(p), g\_restriction(p));

}

for (int i = 0; i < 60; ++i) {

r \*= k;

//method\_variable\_metric create\_metod\_variable(p, 1e-6, Q\_b, "test\_b\_1e-6.txt");

//method\_0 m = method\_0(p, 1e-6, Q\_b, "test\_b\_1e-6.txt");

h.HookeJeeves(p, Q\_a, 1e-6);

if (out)

{

fprintf(out, "|%- 7f|(%- 7f, %- 7f)|%- 7f|%- 7f|\n", r, p.x, p.y, f(p), g\_restriction(p));

}

if (k\*g\_restriction(p) < 1e-14)

break;

}

if (out)

fclose(out);

}

int main()

{

Penalty\_h();

Penalty\_g();

}

hookj.cpp

#pragma once

#include "lib.h"

class HookJ

{

OneDimensionFunction function;

double delta = 1E-8;

double diff\_x(point point1) //маcсив аргументов/по какой переменной/в какую функцию подставляем/шаг

{

double h = 10E-7;

double d0 = point1.x;

point1.x += h;

double f\_right = function(point1);

point1.x = d0 - h;

double f\_left = function(point1);

count\_f += 2;

point1.x = d0;

return (f\_right - f\_left) / (2 \* h);

}

double diff\_y(point point1) //маcсив аргументов/по какой переменной/в какую функцию подставляем/шаг

{

double h = 10E-7;

double d0 = point1.y;

point1.y += h;

double f\_right = function(point1);

point1.y = d0 - h;

double f\_left = function(point1);

count\_f += 2;

point1.y = d0;

return (f\_right - f\_left) / (2 \* h);

}

point find\_grad(point p)

{

point grad;

grad.x = diff\_x(p);

grad.y = diff\_y(p);

grad.f = function(grad);

return grad;

}

void IntervalSearch(double lymbda, double\* a, double\* b, point point1, point p0)

{

double h = 0;

double lymbda\_previous = lymbda;

//шаг 1. определяем направление поиска.

point x1 = point1 + lymbda \* p0;

point x2 = point1 + (lymbda + delta) \* p0;

double f1 = function(x1);

if (f1 > function(x2))

{

lymbda += delta;

h = delta;

}

else

{

lymbda -= delta;

h = -delta;

}

h \*= 2;

lymbda\_previous = lymbda;

lymbda = lymbda + h;

double f2 = function(point1 + lymbda \* p0);

count\_f += 3;

while (f1 > f2)

{

h \*= 2;

lymbda\_previous = lymbda;

lymbda = lymbda + h;

f1 = f2;

f2 = function(point1 + lymbda \* p0);

count\_f++;

}

\*a = lymbda\_previous;

\*b = lymbda;

}

double GoldenSectionMethod(double a, double b, point point1, point pk)

{

int i;

const double A\_COEFF = ((3 - sqrt(5.0)) / 2);

const double B\_COEFF = ((sqrt(5.0) - 1) / 2);

double x1 = a + A\_COEFF \* (b - a);

double x2 = a + B\_COEFF \* (b - a);

point p1 = point1 + x1 \* pk;

point p2 = point1 + x2 \* pk;

double f1 = function(p1);

double f2 = function(p2);

count\_f += 2;

for (i = 0; abs(b - a) > 1e-7; i++)

{

if (f1 > f2)

{

a = x1;

x1 = x2;

f1 = f2;

x2 = a + B\_COEFF \* (b - a);

p2 = point1 + x2 \* pk;

f2 = function(p2);

}

else

{

b = x2;

x2 = x1;

f2 = f1;

x1 = a + A\_COEFF \* (b - a);

p1 = point1 + x1 \* pk;

f1 = function(p1);

}

count\_f++;

if (i > 100) break;

}

return (a + b) / 2.0;

}

double search\_lambd(double lambd, point point1, point pk)

{

double a = -1, b = 1;

IntervalSearch(lambd, &a, &b, point1, pk);

lambd = GoldenSectionMethod(a, b, point1, pk);

return lambd;

}

public:

int count\_f = 0;

int iterations = 0;

void HookeJeeves(point& x0, OneDimensionFunction function, double eps) {

this->function = function;

point x = x0;

point x1 = x0;

point s = x0;// direction to 1D minimization

double f0 = function(x0), flast = f0;// start f value

double f1val = 0;// value in next finding point

// optimization:

while (true) {

// examining search

bool succesfulStep = false;

double dx = 1e-2; // start dx value

int localIterations = 0;

do {

//шаг по x

double fp = 0; // value in x + dx point

double fm = 0; // value in x - dx point

double temp = x1.x;

x1.x += dx;

fp = function(x1);

if (fp > f0) {

x1.x = temp - dx;

fm = function(x1);

if (fm > f0) x1.x = temp; // x1[i] not changed

else f0 = fm;

}

else f0 = fp;

//шаг по y

fp = 0; // value in x + dx point

fm = 0; // value in x - dx point

temp = x1.y;

x1.y += dx;

fp = function(x1);

if (fp > f0) {

x1.y = temp - dx;

fm = function(x1);

if (fm > f0) x1.y = temp; // x1[i] not changed

else f0 = fm;

}

else f0 = fp;

if (norm(x1 - x) < 1e-13) dx /= 2;

else succesfulStep = true;

localIterations++;

if (localIterations > 100) break;

} while (!succesfulStep);

// minimization in finded direction

s = x1 - x; // direction

double lambda = 0;

lambda = search\_lambd(lambda, x, s);

x1 = x + lambda \* s;

f1val = function(x1);

iterations++;

double sub = norm(x - x1);

double fsub = fabs(f1val - flast);

double gg = fsub / sub;

if (gg < eps || iterations > 100) break;

else { // prepare next iteration:

f0 = f1val;

flast = f0;

x = x1;

}

}

x0 = x1;

}

};