

## Algorytmy Heurystyczne – kolokwium 2

Czas pisania: 60 minut.

Dozwolone korzystanie z pisemnych pomocy – notatek i książek. Ściąganie skutkuje oceną zero!

Zadań proszę nie przepisywać. Proszę podpisać wszystkie oddawane kartki.

Proszę jednoznacznie określić zadania do sprawdzenia. Suma punktów wybranych zadań nie może przekraczać 25.

---

### Zad. 1 (10)

Rozważmy mutacyjny algorytm ewolucyjny, maksymalizujący na płaszczyźnie funkcję celu

$$q(x) = \sum_{i=1,2} -(x_i - 8.5)^2 \text{ przy ograniczeniach kostkowych } -10 \leq x_i \leq 10 \quad i=1,2$$

Ograniczenia są uwzględniane poprzez rzutowanie. Metoda naprawy zapisuje w logu wynik swojego działania zamiast oryginalnego, niedopuszczalnego punktu.

Algorytm wykorzystuje mutację gaussowską, standaryzowanym rozkładem normalnym. Reprodukowane punkty są wybierane przez selekcję turniejową binarną, sukcesja jest generacyjna. Populacja, która zawiera 100 punktów, jest inicjowana rozkładem jednostajnym w zbiorze  $-10 \leq x_i \leq -9 \quad i=1,2$ . Algorytm działa bardzo długo (np. 1 000 000 iteracji).

Proszę naszkicować:

- przebieg zmian położenia punktu środkowego populacji na tle poziomic funkcji celu i zbioru dopuszczalnego
- orientacyjny przebieg zmian wartości rekordowego rozwiązania w funkcji numeru iteracji,
- orientacyjny histogram jednej, dowolnie wybranej współrzędnej wszystkich punktów wygenerowanych przez rozważany algorytm,
- orientacyjny histogram jednej, dowolnie wybranej współrzędnej wszystkich punktów wygenerowanych przez rozważany algorytm w sytuacji, gdyby zbiór dopuszczalny był tożsamy z płaszczyzną,

Odpowiedzi proszę uzasadnić.

---

### Zad. 2 (5)

Dla algorytmu ewolucji różnicowej w odmianie DE/rand/1/bin oraz DE/best/1/bin, proszę scharakteryzować ją jako metaheurystykę, ograniczając się do następujących elementów:

- który element algorytmu pełni rolę selekcji,
- liczbę punktów podlegających selekcji,
- determinizm selekcji
- który element algorytmu odpowiada za wariację,
- postać modelu.

Odpowiedzi proszę krótko uzasadnić.

---

### Zad. 3 (5)

W czasie testowania badano trzy algorytmy: A, B i C. W 10 niezależnych uruchomieniach, najlepsze rozwiązania przez nie uzyskiwane były równe, odpowiednio:

A: { 0.68 0.86 0.40 0.36 0.51 0.73 0.16 0.79 0.12 0.37 }

B: { 1.80 2.96 2.69 1.49 2.01 2.59 2.51 3.64 2.67 1.49 }

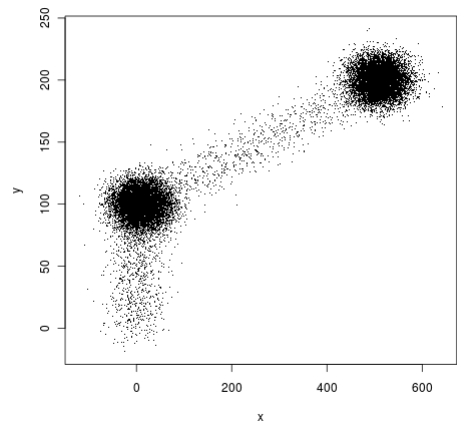
C: { 2.35 2.27 1.99 2.25 1.66 2.01 2.18 1.87 2.40 2.49 }

Co można powiedzieć o wzajemnej przewadze algorytmów (w sposób wiarygodny statystycznie) jeśli funkcja celu podlega maksymalizacji? Odpowiedź proszę uzasadnić.

---

### Zad. 4 (5)

Typowy przebieg ewolucji populacji algorytmu ewolucyjnego prowadzi do tego, że punkty populacji są rozproszone w przestrzeni tworząc swoistą „chmurę”. Załóżmy, że w wyniku jednorazowego uruchomienia algorytmu ewolucyjnego zaobserwowaliśmy, że zbiór wszystkich wygenerowanych utworzył sumę takich „chmur” wyglądającą jak na rysunku obok.



a) W jaki sposób zaobserwowany kształt świadczy o fazach eksploracji i eksploatacji, zakładając, że populacja algorytmu, która zawiera 10 punktów, została zainicjowana wokół punktu (0,0)? Proszę na rysunku obok zakreślić zbiory punktów, które zostały wygenerowane w fazie eksploracji i eksploatacji.

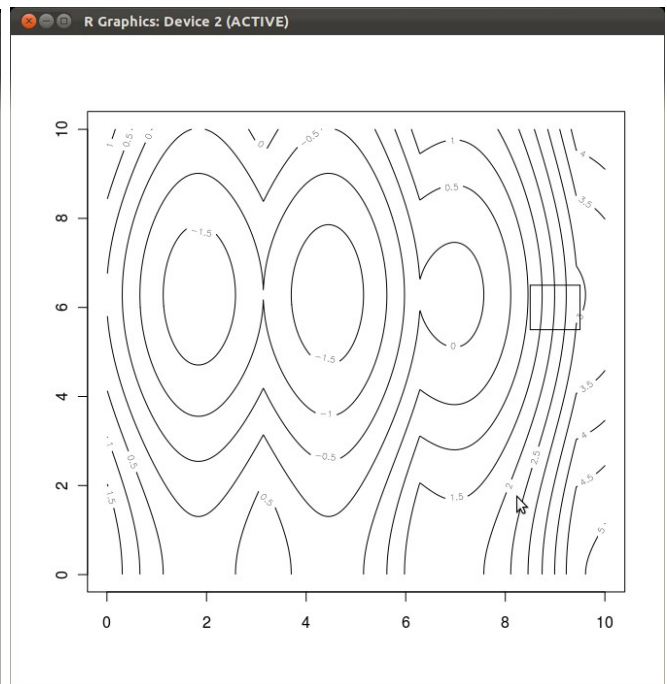
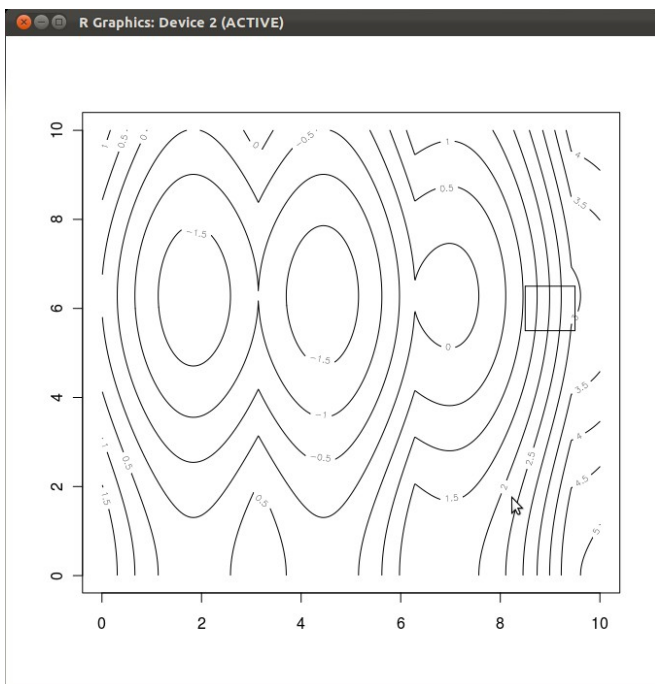
b) Czy na podstawie tego rysunku można wskazać przypuszczalne położenia optimów lokalnych funkcji celu? Jeśli tak, proszę je zaznaczyć na rysunku obok.

### Zad. 5 (5)

Rozważmy funkcję celu, podlegającą minimalizacji, której poziomice wyglądają jak na poniższych rysunkach. Zbiór początkowych punktów jest wygenerowany w kwadracie zaznaczonym na rysunkach:

EDA

CMAES



Proszę o narysowanie spodziewanego sposobu zmian położenia wartości oczekiwanej i macierzy kowariancji rozkładu generującego punkty, szkicując w kilku kolejnych iteracjach kształt i położenie poziomicy funkcji gęstości prawdopodobieństwa dla tego rozkładu. Rysunki proszę sporządzić dla algorytmów:

- EDA w wariancie z dowolną macierzą kowariancji, z rozkładem normalnym generującym punkty,
- CMAES.

Proszę zaniebać wpływ ograniczeń kostkowych.