

**Kierunek:** Informatyka, sem. 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski / I. Czarnowski

## Tematy projektów:

**5. AE do rozwiązywania symetrycznego problemu komiwojażera (TSP).**

(2-3 osoby)

**6. AE do rozwiązywania problemu szeregowania zadań na wielu równoległych procesorach.**

(2-3 osoby)

**7. AE do rozwiązywania problemu przydziału zadań w systemach potokowych.**

(2-3 osoby)

**8. Implementacja wyspowego GA.**

(2-3 osoby)

**9. Implementacja GA optymalizującego 6 funkcji testowych:**

(2-3 osoby)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)

Ackley function, Sphere function, Rosenbrock function, Beale function, Goldstein–Price function, Booth function.

**10. Implementacja GA optymalizującego 6 funkcji testowych:**

(2-3 osoby)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)

Bukin N.6, Matyas, Lévi N.13, Himmelblau's, Three-hump camel, Easom function

**11. Implementacja GA optymalizującego 6 funkcji testowych:**

(2-3 osoby)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)

Cross-in-tray, Eggholder, Hölder table, McCormick, Schaffer N. 2, Schaffer N. 4 function.

**12. Implementacja GA optymalizującego 7 funkcji testowych:**

(4 osoby)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)

Rastrigin function, Styblinski–Tang, Rosenbrock function constrained with a cubic and a line, Rosenbrock function constrained to a disk, Mishra's Bird function - constrained, Townsend function, Simionescu function

**Kierunek:** Informatyka, sem 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski/I. Czarnowski

**Projekt 5. AE do rozwiązywania symetrycznego problemu komiwojażera (TSP – Travelling Salesman Problem; minimum 20 miast).**

**(2-3 osoby)**

Dane jest  $n$  miast, które komiwojażer ma odwiedzić, oraz odległość pomiędzy każdą parą miast. Celem jest znalezienie najkrótszej drogi łączącej wszystkie miasta, zaczynającej się i kończącej się w tym samym punkcie (cykl Hamiltona). Problem jest symetryczny, gdy droga z węzła A do węzła B jest równa drodze z węzła B do A (ilość tras:  $x = (n - 1)!/2$ ).

Miasta	1. Gdańsk	2. Warszawa	3. Poznań	4. Wrocław	5. Kraków
1. Gdańsk	0	341	304	486	584
2. Warszawa	341	0	304	341	299
3. Poznań	304	304	0	280	403
4. Wrocław	486	341	280	0	304
5. Kraków	584	299	403	304	0

**Polecenia:**

- Zaprojektuj algorytm ewolucyjny, którego zadaniem będzie rozwiązanie powyżej sformułowanego problemu. Program powinien umożliwiać rozwiązanie dowolnej instancji problemu, którego parametry będą zawarte w pliku podanym jako argument wejściowy. Znalezione rozwiązanie należy zapisać do pliku, w którym powinna być podana liczba miast do odwiedzenia, sekwencja numerów lub nazw miast składających się na cykl Hamiltona, długość tego cyklu, odległości pomiędzy wyznaczonymi miastami oraz narastająco odległość przebyta przez komiwojażera pomiędzy tymi miastami. Np.: 1; 2; 5; 4; 3; 1; 1528; odległości: 341; 299; 304; 280; 304; odl. narast.: 0; 341; 640; 944; 1224; 1528;
- Przeprowadź eksperymenty weryfikujące wpływ doboru parametrów roboczych algorytmu na jego zbieżność. Założenia eksperymentu należy uzgodnić z prowadzącym laboratorium.
- Należy zaplanować realizację prac w zespole projektowym oraz przedstawić wykaz tych prac wraz z opisem. Na diagramie (wykresie) Gantta należy przedstawić w jakiej kolejności zostaną wykonane poszczególne prace, nazwiska wykonawców oraz czas wykonania poszczególnych prac składających się na projekt.

**Jak rozliczyć projekt?**

1. Należy omówić z prowadzącym zadania do wykonania w projekcie oraz przydzielanie ich do osób w zespole.

**2. Jako rozwiązanie należy przesłać:**

*Projekt „SezAM wiedzy, kompetencji i umiejętności” jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój*



Fundusze  
Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



- a. Pliki programu. **WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach programu jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają.
- b. Sprawozdanie z opisem realizacji projektu, opisem zaplanowanych zadań i wykresem Gantta. W sprawozdaniu przedstaw dyskusję, wykresy oraz wnioski na podstawie wyników eksperymentów związanych z doбором parametrów roboczych algorytmu wpływających na jego zbieżność. **Do sprawozdania dołącz pliki z danymi wynikowymi, na podstawie których zostały zbudowane wykresy.**



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



**Kierunek:** Informatyka, sem 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski/I. Czarnowski

## **Projekt 6. AE do rozwiązywania problemu szeregowania zadań na wielu równoległych procesorach.**

**(2-3 osoby)**

Dany jest zbiór  $J$  składający się z  $n$  zadań i zbiór  $P$  składający się z  $m$  identycznych równoległych procesorów. Czasy wykonania zadań są różne i znane z góry.

**Problem** polega na rozdzieleniu zadań pomiędzy procesory, tak aby ogólny czas wykonywania wszystkich zadań  $J$  na procesorach  $P$  był jak najkrótszy.

Kryterium optymalności uszeregowania jest *długość uszeregowania* (czas wykonania zbioru zadań  $J$ )  $C_{max} = \max\{C_i\}$ , gdzie  $C_i$  – jest momentem zakończenia zadania  $J_i$ .

### **Polecenia:**

- Zaprojektuj algorytm ewolucyjny, którego zadaniem będzie rozwiązanie powyżej sformułowanego problemu. Program powinien umożliwiać rozwiązanie dowolnej instancji problemu, którego parametry będą zawarte w pliku podanym jako argument wejściowy. Znalezione rozwiązanie należy zapisać do pliku, który powinien zawierać przydział zadań do procesorów oraz długość uszeregowania  $C_{max}$  dla tego przydziału. Przykład zapisu uszeregowania 7 zadań na 3 procesorach.: p1; 6; 3; 5; p2; 1; 4; p3; 1; 7; Cmax=; 48;
- Przeprowadź eksperymenty weryfikujące wpływ doboru parametrów roboczych algorytmu na jego zbieżność. Założenia eksperymentu należy uzgodnić z prowadzącym laboratorium.
- Należy zaplanować realizację prac w zespole projektowym oraz przedstawić wykaz tych prac wraz z opisem. Na diagramie (wykresie) Gantta należy przedstawić w jakiej kolejności zostaną wykonane poszczególne prace, nazwiska wykonawców oraz czas wykonania poszczególnych prac składających się na projekt.

### **Jak rozliczyć projekt?**

1. Należy omówić z prowadzącym zadania do wykonania w projekcie oraz przydzielanie ich do osób w zespole.
2. Jako rozwiązanie należy przesłać:
  - a. Pliki programu. **WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach programu jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają.
  - b. Sprawozdanie z opisem realizacji projektu, opisem zaplanowanych zadań i wykresem Gantta. W sprawozdaniu przedstaw dyskusję, wykresy oraz wnioski na podstawie wyników eksperymentów związanych z doбором parametrów



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



**roboczych algorytmu wpływających na jego zbieżność. Do sprawozdania dołącz pliki z danymi wynikowymi, na podstawie których zostały zbudowane wykresy.**



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



**Kierunek:** Informatyka, sem 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski/l. Czarnowski

### **Projekt 7. AE do rozwiązywania problemu przydziału zadań w systemach potokowych. (2-3 osoby)**

Dany jest zbiór  $J$  składający się z  $n$  połączonych sekwencyjnie modułów programowych (jednokierunkowy łańcuch) i zbiór  $P$  składający się z  $m$  identycznych procesorów tworzących system potokowy. W systemie potokowym procesory tworzą jednokierunkowy łańcuch: procesor  $p_1$  jest połączony z procesorem  $p_2$ ,  $p_2$  z  $p_3$ ,  $p_{m-1}$  z  $p_m$ . Moduły programowe przesyłają wyniki swoich obliczeń w taki sposób, że moduł  $J_1$  przesyła swoje wyniki do modułu  $J_2$ ,  $J_2$  do  $J_3$ ,  $J_{n-1}$  do  $J_n$ . Czasy wykonania modułów oraz czasy transmisji danych między modułami są różne i znane z góry. Czas transmisji danych między modułami jest uwzględniany tylko wtedy, gdy moduły są wykonywane na różnych procesorach. Jeżeli moduły są wykonywane na tym samym procesorze przyjmuje się, że czas transmisji danych jest równy zero. Czas działania procesora  $p_j$  oblicza się jako suma czasów przetwarzania wszystkich przydzielonych do tego procesora modułów oraz czasu transmisji danych z modułu  $J_i$  (ostatniego wśród modułów przydzielonych do  $p_j$ ) do modułu  $J_{i+1}$  (pierwszego wśród modułów przydzielonych do procesora  $p_{j+1}$ ). Dane wejściowe tego problemu powinny zawierać wartości  $n$ ,  $m$ , czasy wykonania modułów oraz czasy transmisji danych między modułami dla przypadku, gdy moduły są wykonywane na różnych procesorach.

Czas przetwarzania danych w systemach potokowych jest określony przez procesor, który najdłużej przetwarza przydzielone do niego moduły. Taki procesor tworzy wąskie gardło systemu (*bottle-neck processor*).

**Problem polega na znalezieniu takiego przydziału modułów programowych do procesorów systemu potokowego, który minimalizuje czas najdłużej przetwarzającego procesora.**

#### **Polecenia:**

- Zaprojektuj algorytm ewolucyjny, którego zadaniem będzie rozwiązanie powyżej sformułowanego problemu. Program powinien umożliwiać rozwiązanie dowolnej instancji problemu, którego parametry będą zawarte w pliku podanym jako argument wejściowy. Znalezione rozwiązanie należy zapisać do pliku, który powinien zawierać przydział zadań do procesorów oraz numer i czas przetwarzania  $C_b$  procesora tworzącego wąskie gardło dla tego przydziału. Przykład zapisu przydziału 7 modułów do 3-procesorowego systemu potokowego.:  $p1; 1; 2; 3; p2; 4; p3; 5; 6; 7; p-bot=; 2; Cb=; 38;$
- Przeprowadź eksperymenty weryfikujące wpływ doboru parametrów roboczych algorytmu na jego zbieżność. Założenia eksperymentu należy uzgodnić z prowadzącym laboratorium.
- Należy zaplanować realizację prac w zespole projektowym oraz przedstawić wykaz tych prac wraz z opisem. Na diagramie (wykresie) Gantta należy przedstawić w jakiej kolejności



Fundusze  
Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



zostaną wykonane poszczególne prace, nazwiska wykonawców oraz czas wykonania poszczególnych prac składających się na projekt.

### Jak rozliczyć projekt?

1. Należy omówić z prowadzącym zadania do wykonania w projekcie oraz przydzielanie ich do osób w zespole.
2. Jako rozwiązanie należy przesłać:
  - a. Pliki programu. **WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach programu jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają.
  - b. Sprawozdanie z opisem realizacji projektu, opisem zaplanowanych zadań i wykresem Gantta. W sprawozdaniu przedstaw dyskusję, wykresy oraz wnioski na podstawie wyników eksperymentów związanych z doбором parametrów roboczych algorytmu wpływających na jego zbieżność. **Do sprawozdania dołącz pliki z danymi wynikowymi, na podstawie których zostały zbudowane wykresy.**



**Kierunek:** Informatyka, sem 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski/l. Czarnowski

## **Projekt 8. Implementacja wyspowego GA o różnych rozmiarach wysp. (2-3 osoby)**

### **Polecenia:**

- Zaprojektuj GA w oparciu o model wyspowy. Model wyspowy zakłada podział ogólnej populacji na „wyspy” (pod-populacje) o jednakowych rozmiarach, na których działa ten sam algorytm GA. Wyspy współpracują ze sobą według określonego schematu (*topologia połączeń*), wymieniając się cyklicznie osobnikami zgodnie z określoną polityką migracji. Po spełnieniu kryterium stopu algorytm podaje najlepsze spośród wszystkich wysp rozwiązanie jako rozwiązanie problemu. Jako problem do rozwiązania przez GA wyspowy należy przyjąć minimalizację funkcji Rastrigina.
- Przeprowadź eksperymenty weryfikujące wpływ doboru parametrów roboczych algorytmu na jego zbieżność. Założenia eksperymentu należy uzgodnić z prowadzącym laboratorium.
- Należy zaplanować realizację prac w zespole projektowym oraz przedstawić wykaz tych prac wraz z opisem. Na diagramie (wykresie) Gantta należy przedstawić w jakiej kolejności zostaną wykonane poszczególne prace, nazwiska wykonawców oraz czas wykonania poszczególnych prac składających się na projekt.

### **Jak rozliczyć projekt?**

1. Należy omówić z prowadzącym zadania do wykonania w projekcie oraz przydzielanie ich do osób w zespole.
2. Jako rozwiązanie należy przesłać:
  - a. Pliki programu. **WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach programu jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają.
  - b. Sprawozdanie z opisem realizacji projektu, opisem zaplanowanych zadań i wykresem Gantta. W sprawozdaniu przedstaw dyskusję, wykresy oraz wnioski na podstawie wyników eksperymentów związanych z doбором parametrów roboczych algorytmu wpływających na jego zbieżność. **Do sprawozdania dołącz pliki z danymi wynikowymi, na podstawie których zostały zbudowane wykresy.**



**Kierunek:** Informatyka, sem 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski/I. Czarnowski

## **Projekt 9. Implementacja GA optymalizującego 6 funkcji testowych: Ackley, Sphere, Rosenbrok, Beale, Golstein-Price, Booth.**

**(2-3 osoby)**

### **Polecenia:**

- Zaprojektuj GA optymalizujący podane w tytule projektu funkcje testowe. Opis funkcji znajdziesz pod linkiem: [https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)
- Przeprowadź eksperymenty weryfikujące wpływ doboru parametrów roboczych algorytmu na jego zbieżność. Założenia eksperymentu należy uzgodnić z prowadzącym laboratorium.
- Należy zaplanować realizację prac w zespole projektowym oraz przedstawić wykaz tych prac wraz z opisem. Na diagramie (wykresie) Gantta należy przedstawić w jakiej kolejności zostaną wykonane poszczególne prace, nazwiska wykonawców oraz czas wykonania poszczególnych prac składających się na projekt.

### **Jak rozliczyć projekt?**

1. Należy omówić z prowadzącym zadania do wykonania w projekcie oraz przydzielanie ich do osób w zespole.
2. Jako rozwiązanie należy przesłać:
  - a. Pliki programu. **WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach programu jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają.
  - b. Sprawozdanie z opisem realizacji projektu, opisem zaplanowanych zadań i wykresem Gantta. W sprawozdaniu przedstaw dyskusję, wykresy oraz wnioski na podstawie wyników eksperymentów związanych z doбором parametrów roboczych algorytmu wpływających na jego zbieżność. **Do sprawozdania dołącz pliki z danymi wynikowymi, na podstawie których zostały zbudowane wykresy.**



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



**Kierunek:** Informatyka, sem 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski/l. Czarnowski

**Projekt 10.** Implementacja GA optymalizującego 6 funkcji testowych: Bukin N.6, Matyas, Lévi N.13, Himmelblau's, Three-hump camel, Easom function.

(2-3 osoby)

**Polecenia:**

Zaprojektuj GA optymalizujący podane w tytule projektu funkcje testowe. Opis funkcji znajdziesz pod linkiem: [https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)

- Przeprowadź eksperymenty weryfikujące wpływ doboru parametrów roboczych algorytmu na jego zbieżność. Założenia eksperymentu należy uzgodnić z prowadzącym laboratorium.
- Należy zaplanować realizację prac w zespole projektowym oraz przedstawić wykaz tych prac wraz z opisem. Na diagramie (wykresie) Gantta należy przedstawić w jakiej kolejności zostaną wykonane poszczególne prace, nazwiska wykonawców oraz czas wykonania poszczególnych prac składających się na projekt.

**Jak rozliczyć projekt?**

1. Należy omówić z prowadzącym zadania do wykonania w projekcie oraz przydzielanie ich do osób w zespole.
2. Jako rozwiązanie należy przesłać:
  - a. Pliki programu. **WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach programu jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają.
  - b. Sprawozdanie z opisem realizacji projektu, opisem zaplanowanych zadań i wykresem Gantta. W sprawozdaniu przedstaw dyskusję, wykresy oraz wnioski na podstawie wyników eksperymentów związanych z doбором parametrów roboczych algorytmu wpływających na jego zbieżność. **Do sprawozdania dołącz pliki z danymi wynikowymi, na podstawie których zostały zbudowane wykresy.**

**Kierunek:** Informatyka, sem 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski/I. Czarnowski

**Projekt 11. Implementacja GA optymalizującego 6 funkcji testowych: Cross-in-tray function, Eggholder function, Hölder table function, McCormick function, Schaffer function N. 2, Schaffer function N. 4.**

**(2-3 osoby)**

### **Polecenia:**

Zaprojektuj GA optymalizujący podane w tytule projektu funkcje testowe. Opis funkcji znajdziesz pod linkiem: [https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)

- Przeprowadź eksperymenty weryfikujące wpływ doboru parametrów roboczych algorytmu na jego zbieżność. Założenia eksperymentu należy uzgodnić z prowadzącym laboratorium.
- Należy zaplanować realizację prac w zespole projektowym oraz przedstawić wykaz tych prac wraz z opisem. Na diagramie (wykresie) Gantta należy przedstawić w jakiej kolejności zostaną wykonane poszczególne prace, nazwiska wykonawców oraz czas wykonania poszczególnych prac składających się na projekt.

### **Jak rozliczyć projekt?**

1. Należy omówić z prowadzącym zadania do wykonania w projekcie oraz przydzielanie ich do osób w zespole.
2. Jako rozwiązanie należy przesłać:
  - a. Pliki programu. **WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach programu jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają.
  - b. Sprawozdanie z opisem realizacji projektu, opisem zaplanowanych zadań i wykresem Gantta. W sprawozdaniu przedstaw dyskusję, wykresy oraz wnioski na podstawie wyników eksperymentów związanych z doбором parametrów roboczych algorytmu wpływających na jego zbieżność. **Do sprawozdania dołącz pliki z danymi wynikowymi, na podstawie których zostały zbudowane wykresy.**



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



**Kierunek:** Informatyka, sem 4

**Przedmiot:** Metody i narzędzia sztucznej inteligencji

**Laboratorium nr 8**

**Tematyka projektów:** Zastosowanie AE do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych

**Opracował:** A. Skakovski/l. Czarnowski

**Projekt 12.** Implementacja GA optymalizującego 7 funkcji testowych: Rastrigin function, Styblinski–Tang function, Rosenbrock constrained with a cubic and a line, Rosenbrock constrained to a disk, Mishra's Bird - constrained, Townsend function, Simionescu function (4 osoby)

#### **Polecenia:**

Zaprojektuj GA optymalizujący podane w tytule projektu funkcje testowe. Opis funkcji znajdziesz pod linkiem: [https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)

- Przeprowadź eksperymenty weryfikujące wpływ doboru parametrów roboczych algorytmu na jego zbieżność. Założenia eksperymentu należy uzgodnić z prowadzącym laboratorium.
- Należy zaplanować realizację prac w zespole projektowym oraz przedstawić wykaz tych prac wraz z opisem. Na diagramie (wykresie) Gantta należy przedstawić w jakiej kolejności zostaną wykonane poszczególne prace, nazwiska wykonawców oraz czas wykonania poszczególnych prac składających się na projekt.

#### **Jak rozliczyć projekt?**

1. Należy omówić z prowadzącym zadania do wykonania w projekcie oraz przydzielanie ich do osób w zespole.
2. Jako rozwiązanie należy przesłać:
  - a. Pliki programu. **WAŻNE:** opisz dokładnie w komentarzach programu jakie funkcje, procedury bądź klasy za co odpowiadają.
  - b. Sprawozdanie z opisem realizacji projektu, opisem zaplanowanych zadań i wykresem Gantta. W sprawozdaniu przedstaw dyskusję, wykresy oraz wnioski na podstawie wyników eksperymentów związanych z doбором parametrów roboczych algorytmu wpływających na jego zbieżność. **Do sprawozdania dołącz pliki z danymi wynikowymi, na podstawie których zostały zbudowane wykresy.**