

**Projekt Java**

**Przedmiot Języki i metody programowania 2**

Graficzne rozwiązanie problemu komiwojażera  
przy użyciu algorytmu mrówkowego

**Karol Woźniak 235251**

**[wozniak.karol.marcin@gmail.com](mailto:wozniak.karol.marcin@gmail.com)**

# **1.Specyfikacja funkcjonalna**

## **1.1 Przeznaczenie**

Algorytm mrówkowy to probabilistyczna metoda poszukiwań optymalnego rozwiązania w oparciu o zaobserwowane zachowanie żywych mrówek. Mrówki, po znalezieniu pożywienia oznaczają powrotną drogę feromonem, dzięki któremu inne mrówki mogą znaleźć to miejsce. Mrówki, które wybrały krótszą trasę do pożywienia, szybciej oznakują i nasycą ścieżkę feromonem, który ma wpływ na wybór drogi dla pozostałych mrówek. Feromony po jakimś czasie zaczynają parować, a następnie po rzadko wykorzystywanych trasach zanikają, a mrówki korzystają tylko z najkrótszej znanej drogi prowadzącej do pożywienia. Problem komiwojażera to zadanie optymalizacyjne, które polega na znalezieniu najkrótszej drogi w pełnym grafie. W moim przypadku jest to odnalezienie najkrótszej drogi z punktu startowego ( miasta ), przechodząc przez wszystkie punkty tylko raz oraz zobrazowanie połączenia w grafie.

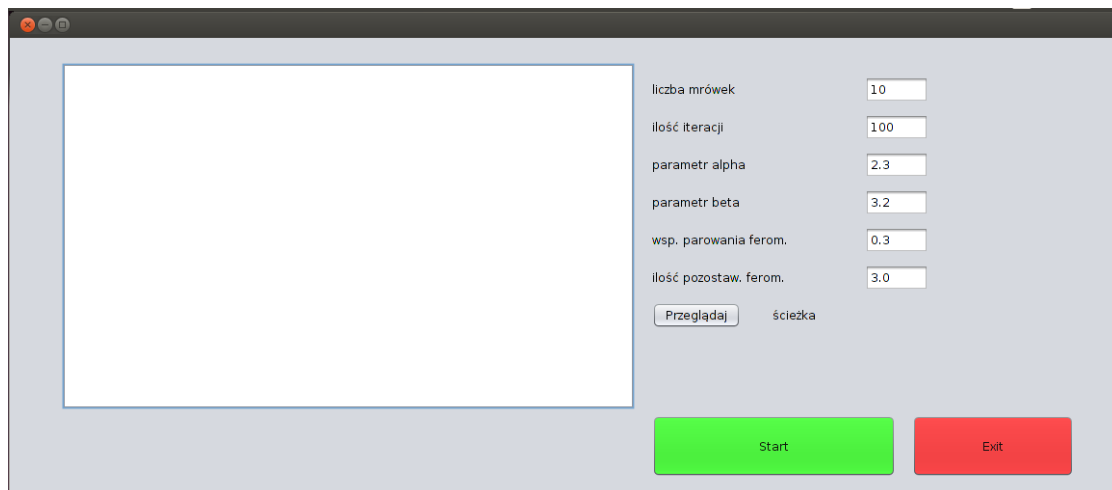
## **1.2 Uruchamianie**

Program testujący będzie uruchamiany w środowisku JRE. Domyślnie uruchamiany będzie projekt w środowisku programistycznym NetBeans, ale również będzie go można uruchomić za pomocą JRE w sposób poniższy. W folderze z klasami pakietu AntsAlgorithmNew uruchamiamy JRE z klasą z Main. Program uruchamiamy bez parametrów.

```
java -jar AntsAlgorithmNew.jar
```

## **1.3 GUI**

Przykładowy interfejs graficzny zbudowany w Netbeans.



## Opis

Parametr  $\alpha$  oraz parametr  $\beta$  to dowolne wartości zmiennoprzecinkowe nieujemne podawane przy pomocy textField. Współczynnik parowania feromonu oraz ilość początkowa feromonu to również wielkości z przedziału  $<0;1>$ . Podajemy je wpisując wartość do okienka textField. Ilość mrówek oraz ilość iteracji przyjmują wartości naturalne, podajemy ich wartość do okienka textField. Po kliknięciu „Przeglądaj” otwiera się okienko File Chooser, w którym wybieramy ścieżkę plików. Plik musi być z końcówką .txt. Wynik przedstawiam w textArea. Wydrukowana zostanie tam zainicjowana początkowa trasa mrówek, później wartości lepszych iteracji oraz końcowa „dość dobra” trasa. Aby uruchomić program naciskamy przycisk „Start”. Wszystkie pola mają podpowiedzi po najechaniu myszką. Każde z pól textField ma ustawioną początkową wartość.

## 2 Specyfikacja implementacyjna

### 2.1 Sposób implementacji

Program składa się z 3 pakietów: default, gui oraz algorithm. Dwa ostatnie pakiety znajdują się w pakiecie default.

#### 2.1.1 Pakiety

1. Default zawiera plik Test.java.
2. Gui zawiera plik GUI.java.
3. Algorithm zawiera pliki:
  - a) Ants.java
  - b) AntsAlgorithm.java

- c) BestLength.java
- d) Matrix.java
- e) Params.java
- f) Pheromon.java

## 2.2 Projekt implementacji

### 2.2.1 Pakiety Klasy oraz Pola klas

Pakiet	default
Klasa	Test
Pola	brak

Pakiet	gui
--------	-----

Klasa	GUI extends JFrame
Pola	<pre> private int numberAnts; private int time; private double alpha; private double beta; private double rho; private double q; private String filename; private boolean read = true; private javax.swing.JButton buttonExit; private javax.swing.JButton buttonFile; private javax.swing.JButton buttonStart; private javax.swing.JLabel jLabel1; private javax.swing.JLabel jLabel2; private javax.swing.JLabel jLabel3; private javax.swing.JLabel jLabel4; private javax.swing.JLabel jLabel5; private javax.swing.JLabel jLabel6; private javax.swing.JLabel jLabel7; private javax.swing.JScrollPane jScrollPane1; private javax.swing.JTextArea jTextArea1; private javax.swing.JTextField textAlpha; private javax.swing.JTextField textBeta; private javax.swing.JTextField textNumberAnts; private javax.swing.JTextField textQ; private javax.swing.JTextField textRho; private javax.swing.JTextField textTime; </pre>

Pakiet	algorithm
--------	-----------

Klasa	Ants
Pola	<pre>private final int numberOfAnts; private int[][] antsTrail; private int[] trail;</pre>

Pakiet	algorithm
Klasa	AntsAlgorithm extends Thread
Pola	<pre>private static boolean theEnd = false; private static String result = new String(); private final Params param; private boolean flag = true; private final Matrix mat;</pre>

Pakiet	algorithm
Klasa	BestLength
Pola	private int[] bestLength;

Pakiet	algorithm
Klasa	Matrix
Pola	private final double[][] matrix; private final int size;

Pakiet	algorithm
Klasa	Params
Pola	private double alpha; private double beta; private double Q; private double rho; private String filename; private int time; private int numberAnts;

Pakiet	algorithm
Klasa	Pheromon
Pola	private double[][] pheromon; private final int n;

### 2.2.2 Opisy metod

Pakiet	gui
Klasa	GUI
Metoda	private void buttonFileActionPerformed
Opis	Po wciśnięciu buttona „Przeglądaj” otwiera JFileChooser. Po wybraniu pliku zapisuje do filename oraz wyświetla w Gui.
Parametry	java.awt.event.ActionEvent evt
Wynik	void



Pakiet	gui
Klasa	GUI
Metoda	private void buttonExitActionPerformed
Opis	Po wciśnięciu buttona „Exit” zamyka program.
Parametry	java.awt.event.ActionEvent evt
Wyniki	void

Pakiet	gui
Klasa	GUI
Metoda	private void buttonStartActionPerformed
Opis	Po wciśnięciu buttona „Start” uruchamia algorytm. Korzysta z pomocniczej metody dataValidation() w celu walidacji parametrów. Po zakończeniu pobiera wynik i wyświetla w TextArea.
Parametry	java.awt.event.ActionEvent evt
Wyniki	void

Pakiet	gui
Klasa	GUI
Metoda	private void dataValidation
Opis	Waliduje parametry wczytywane z GUI.
Parametry	Params param
Wyniki	void

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	public void initAnts
Opis	Metoda inicjalizuje mrówki. Korzysta z pomocniczej metody randomTrail()
Parametry	Int size - ilość miast
Wyniki	void

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	private int[] randomTrail
Opis	Pomocnicza metoda, którą wykorzystujemy przy inicjalizacji mrówek. Zwraca losową trasę mrówki.
Parametry	Int start int size
Wyniki	Tablica int

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	public void updateAnts
Opis	Metoda update'uje trasy mrówek. Korzysta z metody buildTrail.
Parametry	Pheromon phe - Obiekt Pheromon Matrix mat - Obiekt macierz Params param - Obiekt parametry
Wyniki	void

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	private int[] buildTrail
Opis	Zwraca nowe trasy mrówek.
Parametry	Int k - mrówka int start Pheromon phe Matrix mat Params param
Wyniki	Tablica int

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	private int nextCity
Opis	Metoda zwraca kolejne miasta wybrane przy użyciu Algorytmu mrówkowego.
Parametry	Int k - mrówka int city - miasto boolean[] vis - tablica odwiedzonych Pheromon phe

	Matrix mat Params param
Wyniki	Numer miasta ( int)

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	private double[] probs
Opis	W tej metodzie znajduje się ogólny wzór algorytmu, który wylicza prawdopodobieństwo wyboru miast.
Parametry	Int k int city boolean[] vis Pheromon phe Matrix mat Params param
Wyniki	Tablica prawdopodobieństw ( double )

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	public double distance
Opis	Pomocnicza metoda zwracająca odległość miasta A do miasta B z macierzy.
Parametry	Int cityA int cityB Matrix mat
Wyniki	Odległość (double)

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	private int randomInteger
Opis	Pomocnicza metoda zwracająca wartość int z przedziału.
Parametry	Int aStart int aEnd Random aRandom
Wyniki	Losowy int

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	public int indexOf
Opis	Pomocnicza metoda szukająca indeksu w tablicy po wartości.
Parametry	Int[] t int value
Wyniki	Indeks ( int)

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	public String display
Opis	Metoda zwracająca Stringa, który przedstawia ostateczną trasę najlepszej mrówki.
Parametry	Int [] trail
Wyniki	Ścieżka ( String)

Pakiet	default
Klasa	Ants
Metoda	public String showAnts
Opis	Metoda zwraca Stringa, który zawiera początkowo zainicjowane trasy mrówek wraz z ich odległościami.
Parametry	Ants ants Matrix mat Pheromon phe
Wyniki	Napis

Pakiet	default
Klasa	AntsAlgorithm extends Thread
Metoda	public void alg
Opis	Pomocnicza metoda, w której znajduje się główna pętla algorytmu. Update'uje dane.
Parametry	Int size int time - czas startowy int maxTime - ilość iteracji Ants ant Pheromon phe Matrix mat Params par BestLength b - Obiekt BestLength
Wyniki	void

Pakiet	default
Klasa	AntsAlgorithm extends Thread
Metoda	@Override public void run
Opis	Przesłonięta metoda odziedziczona po Thread. Uruchamia wątek. Korzysta z metody alg()
Parametry	brak
Wyniki	void

Pakiet	default
Klasa	BestLength
Metoda	public void bestTrail
Opis	Metoda która wyszukuje najlepszą ścieżkę spośród wszystkich mrówek.
Parametry	Ants ants Matrix mat Pheromon phe
Wyniki	void

Pakiet	default
Klasa	Matrix
Metoda	private List<Points> readPoints
Opis	Metoda zwraca listę wczytanych punktów z pliku.
Parametry	String filename
Wyniki	Lista Punktów - Obiektów

Pakiet	default
Klasa	Matrix
Metoda	private double distance
Opis	Metoda wylicza długość euklidesową między punktami, a następnie ją zwraca.
Parametry	Points p1 Points p2
Wyniki	Odległość double

Pakiet	default
Klasa	Pheromon
Metoda	public void initPheromon
Opis	Metoda inicjalizuje feromon.
Parametry	double value
Wyniki	void

Pakiet	default
Klasa	Pheromon
Metoda	public void updatePheromon
Opis	Metoda update'uje Feromon.
Parametry	Ants ants Matrix mat Params param
Wyniki	void



Pakiet	default
Klasa	Pheromon
Metoda	public double length
Opis	Pomocnicza metoda licząca długość ścieżki.
Parametry	Int[] trail Matrix mat Ants ants
Wyniki	Długość ścieżki ( double)

Pakiet	default
Klasa	Pheromon
Metoda	private boolean isEdge
Opis	Pomocnicza metoda do updatePheromon. Sprawdza czy dwa miasta znajdują się w ścieżce obok siebie. Jeśli tak zwraca true, w przeciwnym wypadku false
Parametry	Int cityA int cityB int[] tr int size
Wyniki	True albo False

### 3. Testy

#### 3.1 Błędy

## Ujemna iteracja.

The screenshot shows a window titled with standard OS icons. On the left is a large white text area containing the message "Ilość iteracji nie może być ujemna". To the right of this area is a list of parameters for an ant colony simulation, each with a corresponding input field:

- liczba mrówek: 10
- ilość iteracji: -100
- parametr alpha: 2.3 (with a yellow tooltip that says "Całkowicie większe od 0")
- parametr beta: 3.2
- wsp. parowania ferom.: 0.3
- ilość pozostaw. ferom.: 3.0

Below these fields is a button labeled "Przeglądaj" followed by the file path "/home/karol/blog/file.txt". At the bottom right are two large buttons: a green "Start" button and a red "Exit" button.

## Ujemna ilość mrówek.

## Ujemny parametr Alfa.

Liczba mrówek nie może być ujemna

liczba mrówek: -10

ilość iteracji: 100

parametr alpha: 2.3

parametr beta: 3.2

wsp. parowania ferom.: 0.3

ilość pozostaw. ferom.: 3.0

Przeglądaj /home/karol/blog/file.txt

Start Exit

Start programu

## Ujemny parametr Beta.

Parametr beta nie może być ujemny

liczba mrówek: 10

ilość iteracji: 100

parametr alpha: 2.3

parametr beta: -3.2

wsp. parowania ferom.: 0.3 Zmiennoprzecinkowe większe od 0

ilość pozostaw. ferom.: 3.0

Przeglądaj /home/karol/blog/file.txt

Start Exit

## Ujemna początkowa ilość feromonu

Ilość pozostawionego feromonu nie może być ujemna

liczba mrówek

10

ilość iteracji

100

parametr alpha

2.3

parametr beta

3.2

wsp. parowania ferom.

0.3

ilość pozostaw. ferom.

-3.0

Przeglądaj

/home/karol/blog/file.t

Zmiennoprzecinkowa większa od 0.

Start

Exit

## Ujemny współczynnik parowania feromonu.

Współczynnik parowania feromonu nie może być ujemny

liczba mrówek

10

ilość iteracji

100

parametr alpha

2.3

parametr beta

3.2

wsp. parowania ferom.

-0.3

ilość pozostaw. ferom.

3.0

Z przedziału (0;1)

Przeglądaj

/home/karol/blog/file.txt

Start

Exit

## Zły przedział współczynnika parowania

Współczynnik parowania feromonu musi być z przedziału (0;1)

liczba mrówek	<input type="text" value="10"/>
ilość iteracji	<input type="text" value="100"/>
parametr alpha	<input type="text" value="2.3"/>
parametr beta	<input type="text" value="3.2"/>
wsp. parowania ferom.	<input type="text" value="1.3"/>
ilość pozostaw. ferom.	<input type="text" value="3.0"/>

/home/karol/blog/file.txt

A yellow tooltip points to the 'wsp. parowania ferom.' input field with the text: "Z przedziału (0;1)".

## Brak pliku

Nie podano pliku

liczba mrówek	<input type="text" value="10"/>
ilość iteracji	<input type="text" value="100"/>
parametr alpha	<input type="text" value="2.3"/>
parametr beta	<input type="text" value="3.2"/>
wsp. parowania ferom.	<input type="text" value="0.3"/>
ilość pozostaw. ferom.	<input type="text" value="3.0"/>

ścieżka

## Zły format pliku.

The screenshot shows a Java Swing window with a light gray background. On the left, there is a large white text area containing the message "Zły format pliku. Podaj z końcówką .txt". To the right of this text area, there are six input fields with labels: "liczba mrówek" (10), "ilość iteracji" (100), "parametr alpha" (2.3), "parametr beta" (3.2), "wsp. parowania ferom." (0.3), and "ilość pozostaw. ferom." (3.0). Below these fields is a "Przeglądaj" button and a text field containing the file path "/home/karol/blog/Gemfile". At the bottom right, there are two buttons: a green "Start" button and a red "Exit" button.

## Błędne dane w pliku

The screenshot shows a Java Swing window with a light gray background. On the left, there is a large white text area containing the message "IOException lub CloneNotSupportedException lub NumberFormatException". To the right of this text area, there are six input fields with labels: "liczba mrówek" (10), "ilość iteracji" (100), "parametr alpha" (2.3), "parametr beta" (3.2), "wsp. parowania ferom." (0.3), and "ilość pozostaw. ferom." (3.0). Below these fields is a "Przeglądaj" button and a text field containing the file path "/home/karol/Dokumenty/jimp2/proj.txt". At the bottom right, there are two buttons: a green "Start" button and a red "Exit" button.

## 3.2 Testy

### Test z pliku file.txt ( 22 miasta )

ants 0: [19 12 8 20 21 5 18 13 11 17 4 16 6 0 7 1 3 15 9 10 2 14] len = 2480.33405506936  
ants 1: [0 14 10 18 8 4 6 21 13 16 3 7 19 15 12 2 20 17 1 9 5 11] len = 2513.69200752776  
ants 2: [20 13 7 10 18 3 21 0 15 16 12 2 17 19 6 11 5 4 9 1 14 8] len = 2224.04660869815  
ants 3: [15 21 20 11 3 12 2 14 4 13 1 16 6 0 18 19 8 17 5 9 10 7] len = 2287.76871604925  
ants 4: [3 7 19 12 13 8 14 21 10 16 9 20 11 15 0 17 5 2 6 1 4 18] len = 2454.17416762842  
ants 5: [10 14 8 16 20 13 7 1 21 15 4 3 19 5 6 9 0 12 17 11 18 2] len = 2395.51505850464  
ants 6: [9 13 10 18 14 1 2 21 0 20 15 7 4 17 8 3 5 12 19 16 6 11] len = 2471.64536970090  
ants 7: [2 5 7 20 14 6 1 17 8 0 4 3 10 12 13 21 16 11 19 15 18 9] len = 2452.34708706299  
ants 8: [3 7 6 4 19 10 20 14 13 0 15 17 21 2 18 16 5 12 9 1 8 11] len = 2065.68785308582  
ants 9: [3 5 14 9 0 4 21 6 17 20 2 11 8 12 13 18 1 16 19 15 10 7] len = 2157.93854638990

New best length of 948.7326013830301 found at time 0  
New best length of 793.5192366864037 found at time 1  
New best length of 770.9202464303772 found at time 2  
New best length of 714.9977030341505 found at time 4  
New best length of 691.5530122104487 found at time 16  
0 11 4 21 19 10 20 6 3 2 9 15 13 1 16 14 7 18 12 8 5 17

liczba mrówek: 10  
ilość iteracji: 100  
parametr alpha: 2.3  
parametr beta: 3.2  
wsp. parowania ferom.: 0.3  
ilość pozostaw. ferom.: 3.0

Przełącznik /home/karol/blog/file.txt

Start Exit

### Test z pliku file1.txt ( 57 miast)

ants 0: [34 3 5 40 37 32 54 44 2 53 30 47 31 21 46 23 13 12 48 22 38 16 14 10 17 9 49 26]  
ants 1: [35 0 44 11 37 51 19 33 3 26 45 43 12 30 16 55 50 4 42 24 10 14 32 28 46 38 2 41]  
ants 2: [33 43 34 52 56 20 44 25 6 35 27 36 4 0 14 1 23 31 40 19 15 16 46 55 54 22 12 51]  
ants 3: [27 43 36 22 9 39 12 21 45 26 52 8 15 18 2 46 30 34 10 55 48 19 23 49 44 16 5 38]  
ants 4: [19 12 52 32 42 51 29 56 36 38 17 6 0 35 1 8 20 24 27 21 39 23 46 16 10 28 40 26]  
ants 5: [3 27 35 6 9 55 18 21 15 56 29 20 28 11 26 24 14 51 46 10 39 47 4 42 22 17 40 31]  
ants 6: [42 11 49 37 25 46 45 32 52 53 7 18 40 2 0 36 22 23 48 19 6 13 50 54 24 15 9 44 2]  
ants 7: [26 24 42 32 9 30 7 48 18 41 13 39 4 11 21 3 29 52 25 53 19 45 6 36 1 31 54 50 23]  
ants 8: [29 39 20 44 10 25 48 16 0 9 43 45 19 12 28 51 13 55 52 31 42 1 4 56 27 3 37 50 2]  
ants 9: [14 18 5 40 35 22 3 1 19 44 28 42 51 15 50 45 32 16 36 43 53 49 8 46 2 33 20 37 4]

New best length of 19383.947792870607 found at time 0  
New best length of 18706.312426295073 found at time 1  
New best length of 16541.494779890258 found at time 2  
New best length of 15726.411535177995 found at time 4  
New best length of 15026.369958814594 found at time 7  
New best length of 14918.224645346942 found at time 9  
New best length of 13801.35073963908 found at time 91  
16 49 37 8 31 32 4 40 13 7 45 19 48 47 42 46 28 39 36 14 56 54 22 34 20 12 27 30 33 29 9

liczba mrówek: 10  
ilość iteracji: 100  
parametr alpha: 2.3  
parametr beta: 3.2  
wsp. parowania ferom.: 0.3  
ilość pozostaw. ferom.: 3.0

Przełącznik /home/karol/blog/file1.txt

Start Exit

## Test z pliku file1.txt zmiana parametrów.

The interface consists of a main window with a title bar. On the left is a text area displaying simulation results for 10 ants. On the right is a control panel with input fields for various parameters and a file path. At the bottom right are two large buttons: 'Start' (green) and 'Exit' (red).

ants 0: [ 21 23 9 48 27 56 17 29 16 0 28 31 25 8 33 38 13 41 5 12 7 3 18 20 36 37 44 39 10  
ants 1: [ 1 39 37 45 26 29 23 49 0 12 31 16 14 19 17 5 40 25 38 55 54 9 3 44 33 51 4 32 36  
ants 2: [ 17 7 5 14 44 21 18 28 26 10 2 54 35 15 13 8 38 24 42 11 55 50 1 31 32 6 43 4 49  
ants 3: [ 56 18 28 23 30 12 14 19 29 33 44 42 49 48 34 41 21 45 10 4 2 0 55 20 24 36 32 5  
ants 4: [ 10 39 19 28 52 23 42 37 25 26 29 32 7 16 44 34 33 17 43 41 13 22 24 31 51 3 15  
ants 5: [ 52 15 26 19 11 39 10 40 6 49 9 56 42 20 24 23 37 0 50 31 48 27 2 55 34 45 54 44  
ants 6: [ 19 46 7 2 8 47 12 41 1 38 15 55 10 37 22 50 29 6 20 28 36 35 49 45 52 33 32 31 2  
ants 7: [ 19 56 9 53 55 5 29 20 47 40 31 32 52 50 37 10 54 25 38 46 30 12 3 33 21 18 6 28  
ants 8: [ 18 7 37 56 22 26 36 47 38 45 27 50 9 29 43 40 2 1 51 12 49 41 5 34 13 16 8 24 42  
ants 9: [ 55 21 56 15 40 29 35 51 12 50 19 38 25 10 48 11 47 5 31 23 1 27 28 33 4 44 41 0

New best length of 14680.234245276135 found at time 0  
New best length of 13155.06190901875 found at time 35  
47 42 46 19 30 22 0 41 44 49 0 15 26 17 21 9 37 36 53 25 3 34 32 40 27 12 20 51 23 1 33

liczba mrówek   
ilość iteracji   
parametr alpha   
parametr beta   
wsp. parowania ferom.   
ilość pozostaw. ferom.   
 /home/karol/blog/file1.txt