|  |
| --- |
| Sztuczna Inteligencja i inż. wiedzy |
| Algorytmy genetyczne w rozwiązywaniu problemu harmonogramowania projektu |
| MS-RCPSP |

|  |
| --- |
| Jagoda Marszałek  2017-03-23 |

Spis treści

[1. Wstęp 2](#_Toc478119869)

[2. Zbadanie działania na plikach testowych 2](#_Toc478119870)

[2.1. Małe pliki testowe – 10 zadań 2](#_Toc478119871)

[2.1.1. Wpływ prawdopodobieństwa krzyżowania 3](#_Toc478119872)

[2.1.2. Wpływ prawdopodobieństwa mutacji 4](#_Toc478119873)

[2.1.3. Wpływ rozmiaru populacji 4](#_Toc478119874)

[2.1.4. Wpływ liczby pokoleń 4](#_Toc478119875)

[2.1.5. Wpływ selekcji 5](#_Toc478119876)

[2.1.6. Wyniki 6](#_Toc478119877)

[2.2. Małe pliki testowe – 15 zadań 7](#_Toc478119878)

[2.2.1. Wpływ prawdopodobieństwa krzyżowania 8](#_Toc478119879)

[2.2.2. Wpływ prawdopodobieństwa mutacji 8](#_Toc478119880)

[2.2.3. Wpływ rozmiaru populacji 8](#_Toc478119881)

[2.2.4. Wpływ liczby pokoleń 8](#_Toc478119882)

[2.2.5. Wpływ selekcji 8](#_Toc478119883)

[2.2.6. Wyniki 8](#_Toc478119884)

[2.3. Duże pliki testowe – 100 i 200 zadań 10](#_Toc478119885)

[2.3.6. Wpływ prawdopodobieństwa krzyżowania 11](#_Toc478119886)

[2.3.7. Wpływ prawdopodobieństwa mutacji 11](#_Toc478119887)

[2.3.8. Wpływ rozmiaru populacji 11](#_Toc478119888)

[2.3.9. Wpływ liczby pokoleń 11](#_Toc478119889)

[2.3.10. Wpływ selekcji 11](#_Toc478119890)

[2.3.11. Wyniki 11](#_Toc478119891)

# Wstęp

Celem zadania było zapoznanie się z metaheurystyką algorytmów genetycznych poprzez samodzielną implementację. Problemem optymalizacyjnym do rozwiązania była minimalizacja czasu realizacji harmonogramu w problemie MS-RCPSP.

Zadanie zostało przeze mnie zaimplementowane w języku Java z użyciem załączonej biblioteki.

**Osobnikiem** jest u mnie obiekt klasy Individual, która zawiera w sobie harmonogram (Schedule) oraz fitness, które jest czasem wykonania całego harmonogramu.

**Mutację** przeprowadzam na losowym genie (losuję z określonym prawdopodobieństwem czy osobnik zostanie zmutowany).

Losuję także z określonym prawdopodobieństwem czy osobnik będzie **krzyżowany**. Jeśli tak – losuję ze zbioru osobników z poprzedniego pokolenia kolejnego osobnika i przeprowadzam krzyżowanie.

Do przeprowadzenia selekcji używam **metody turniejowej**.

# Zbadanie działania na plikach testowych

## Małe pliki testowe – 10 zadań

Ciężko było ustalić parametry dzięki którym wynik najlepszego osobnika będzie się znacząco poprawiał.

Główna konfiguracja:

Rozmiar populacji=**300**,  
liczba pokoleń=**30**,  
prawdopodobieństwo mutacji=**0.7**,  
prawdopodobieństwo krzyżowania=**0.5**,  
wielkość turnieju=**3**

Rysunek . 10\_3\_5\_3.def. MS-RCPSP. Rozmiar populacji=300, liczba pokoleń=30, prawdopodobieństwo mutacji=0.7, prawdopodobieństwo krzyżowania=0.5, wielkość turnieju=3

Rysunek . 10\_5\_8\_5.def. MS-RCPSP. Wartości główne.

Wykres niestety jest bardzo „płaski”.

Rysunek . 10\_7\_10\_7.def. MS-RCPSP. Wartości główne.

### Wpływ prawdopodobieństwa krzyżowania

Przy mojej implementacji zadania zmiana prawdopodobieństwa krzyżowania na małym pliku testowym nie sprawiała większych różnic. Przy zmianie prawdopodobieństwa krzyżowania na mniejsze wykres wykazywał mniejszą różnorodność osobników, w przypadku zwiększenia prawdopodobieństwa – nieco większą.

### Wpływ prawdopodobieństwa mutacji

Rysunek . 10\_3\_5\_3.def. MS-RCPSP. Zmiana prawdopodobieństwa mutacji na 0.1

Przy mojej implementacji mutacja odgrywa bardzo dużą rolę. Zmniejszenie prawdopodobieństwa mutacji znacząco zmniejszyło różnorodność w populacji. Zdecydowana większość osobników uzyskuje podobny bądź taki sam współczynnik dopasowania.  
Zwiększenie mutacji sprawia, że różnorodność staje się większa – graficznie, linia odpowiadająca za średniego osobnika staje się bardziej oddalona od linii najlepszego.

Przy mojej implementacji mutacja występuje dla losowego genu, przy czym losuję jedynie prawdopodobieństwo czy osobnik w ogóle weźmie udział w mutacji. Takie rozwiązanie sprawdzało się u mnie lepiej niż decyzja dla każdego genu z osobna czy zostanie zmutowany – przy takim rozwiązaniu (przy różnych konfiguracjach) na ogół uzyskiwałam gorsze wyniki najlepszego osobnika.

### Wpływ rozmiaru populacji

Przy ograniczeniu populacji do 30 osobników uzyskałam znacząco gorszy czas najlepszego osobnika. Przy zwiększeniu populacji do 500 osobników nie zauważyłam znaczącej poprawy wyników.

### Wpływ liczby pokoleń

W przypadku tego pliku testowego liczba pokoleń może być ustalona na mniejszą np. 30 – otrzymuję ten sam wynik najlepszego osobnika jak w przypadku większej liczby pokoleń.

### Wpływ selekcji

Rysunek . 10\_3\_5\_3.def. MS-RCPSP. Zmiana selekcji na turniej 2 osobników

W przypadku selekcji jako turniej dwóch osobników występują znaczne różnice przy najgorszym osobniku w danym pokoleniu. Można także zaobserwować, że dochodzi do zagubienia najlepszego osobnika.

Rysunek . 10\_5\_8\_5.def. MS-RCPSP. Selekcja ustalona jako turniej 1 osobnika - brak selekcji.

### Wyniki

Wyniki dla ostatniego pokolenia w każdym z testów (dla konfiguracji podanej jako główna):

#### 10\_3\_5\_3.def

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **Najlepszy** | **Najgorszy** | **Średni** |
| **1** | 93 | 130 | 101.0567 |
| **2** | 93 | 130 | 102.0167 |
| **3** | 93 | 142 | 103.7033 |
| **4** | 93 | 139 | 101.0633 |
| **5** | 93 | 130 | 101.8067 |
| **6** | 93 | 130 | 100.8467 |
| **7** | 93 | 143 | 100.44 |
| **8** | 93 | 130 | 101.03 |
| **9** | 93 | 130 | 102.42 |
| **10** | 93 | 130 | 101.5833 |
|  | 93 | 133.4 | 101.5967 |

#### 10\_3\_5\_3.def

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **Najlepszy** | **Najgorszy** | **Średni** |
| **1** | 100 | 129 | 101.0867 |
| **2** | 100 | 129 | 102.1633 |
| **3** | 100 | 129 | 101.3367 |
| **4** | 100 | 129 | 101.6 |
| **5** | 100 | 129 | 101.4167 |
| **6** | 100 | 129 | 101.7533 |
| **7** | 100 | 129 | 101.5267 |
| **8** | 100 | 129 | 101.75 |
| **9** | 100 | 129 | 102.5 |
| **10** | 100 | 129 | 102.0633 |
|  | 100 | 129 | 101.7197 |

#### 10\_7\_10\_7.def

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **Najlepszy** | **Najgorszy** | **Średni** |
| **1** | 104 | 128 | 105.0733 |
| **2** | 104 | 129 | 104.9367 |
| **3** | 104 | 152 | 105.6333 |
| **4** | 104 | 128 | 105.2733 |
| **5** | 104 | 143 | 105.81 |
| **6** | 104 | 128 | 105.4833 |
| **7** | 104 | 129 | 105.2133 |
| **8** | 104 | 128 | 104.9167 |
| **9** | 104 | 128 | 104.86 |
| **10** | 104 | 128 | 105.3 |
|  | 104 | 132.1 | 105.25 |

## Małe pliki testowe – 15 zadań

Główna konfiguracja taka sama jak dla małych plików testowych – 10 zadań.

Rysunek . 15\_3\_5\_3.def. MS-RCPSP. Wykres zmiany w pokoleniach dla głównej konfiguracji.

Tak samo jak w przypadku innych małych plików testowych, tutaj także optimum jest osiągane od razu, wykres jest „płaski” – zmiana parametrów nie powoduje zmian na lepsze.

Rysunek . 15\_6\_10\_6.def. MS-RCPSP.

Rysunek . 15\_9\_12\_9.def. MS-RCPSP.

### Wpływ prawdopodobieństwa krzyżowania

### Wpływ prawdopodobieństwa mutacji

### Wpływ rozmiaru populacji

### Wpływ liczby pokoleń

### Wpływ selekcji

### Wyniki

#### 15\_3\_5\_3.def

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **Najlepszy** | **Najgorszy** | **Średni** |
| **1** | 230 | 263 | 233.0833 |
| **2** | 230 | 259 | 231.93 |
| **3** | 230 | 259 | 232.5867 |
| **4** | 230 | 259 | 233.17 |
| **5** | 230 | 259 | 231.5767 |
| **6** | 230 | 259 | 232.89 |
| **7** | 230 | 259 | 232.1167 |
| **8** | 230 | 259 | 231.5067 |
| **9** | 230 | 259 | 232.3167 |
| **10** | 230 | 259 | 232.79 |
|  | 230 | 259.4 | 232.3967 |

#### 2.2.6.2. 15\_6\_10\_6.def

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **Najlepszy** | **Najgorszy** | **Średni** |
| **1** | 102 | 155 | 105.1667 |
| **2** | 102 | 149 | 104.81 |
| **3** | 102 | 155 | 105.5533 |
| **4** | 102 | 149 | 105.5567 |
| **5** | 102 | 149 | 104.3133 |
| **6** | 102 | 149 | 104.8467 |
| **7** | 102 | 172 | 106.0967 |
| **8** | 102 | 149 | 105.5567 |
| **9** | 102 | 149 | 104.9867 |
| **10** | 102 | 166 | 105.8433 |
|  | 102 | 154.2 | 105.273 |

#### 15\_9\_12\_9.def

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **Najlepszy** | **Najgorszy** | **Średni** |
| **1** | 90 | 155 | 94.03333 |
| **2** | 90 | 155 | 94.50333 |
| **3** | 90 | 155 | 93.16667 |
| **4** | 90 | 155 | 94.63667 |
| **5** | 90 | 155 | 92.62667 |
| **6** | 90 | 192 | 95.62667 |
| **7** | 90 | 155 | 95.84333 |
| **8** | 90 | 155 | 93.18667 |
| **9** | 90 | 167 | 93.00667 |
| **10** | 90 | 155 | 94.24333 |
|  | 90 | 159.9 | 94.08733 |

## Duże pliki testowe – 100 i 200 zadań

Główna konfiguracja:

Rozmiar populacji=**1000**,  
liczba pokoleń=**100**,  
prawdopodobieństwo mutacji=**0.7**,  
prawdopodobieństwo krzyżowania=**0.2**,  
wielkość turnieju=**6**

Rysunek . 100\_10\_26\_15.def. MS-RCPSP. Wykres zmiany w pokoleniach dla głównych parametrów.

Rysunek . 200\_20\_55\_9.def. MS-RCPSP. Wykres zmiany w pokoleniach dla głównych parametrów.

Przy tak dużej wielkości populacji już przy około 50 pokoleniu wykres osiąga optimum, tak więc wystarczyłoby aby pokoleń było np. 50 lub można zmniejszyć wielkość populacji.

### Wpływ prawdopodobieństwa krzyżowania

Wykres po usunięciu krzyżowania dla pliku 100\_10\_26\_15.def

Rysunek . 100\_10\_26\_15.def

W przypadku mojej implementacji całkowite usunięcie krzyżowania nie zmieniło wyniku w sposób znaczący.

Rysunek . 100\_10\_26\_15.def. MS-RCPSP. Prawdopodobieństwo krzyżowania 0.99.

Po zwiększeniu krzyżowania widać większe „skoki”, w szczególności dla najgorszego osobnika w populacji.

### Wpływ prawdopodobieństwa mutacji

Wykres w przypadku znacznego zmniejszenia mutacji.

Rysunek . 100\_10\_26\_15.def. MS-RCPSP.

Po zmniejszeniu mutacji wynik najgorszego osobnika dużo częściej się zmienia, ogólne wyniki są nieco gorsze.

### Wpływ rozmiaru populacji

Zmniejszyłam rozmiar populacji do 100 osobników.

Rysunek . 100\_10\_16\_15.def. MS-RCPSP.

Okazuje się, że populacja może być znacząco mniejsza – po zmniejszeniu jej do 100 osobników na populację wyniki są równie dobre.

Zmniejszony rozmiar populacji do 20 osobników:

Rysunek .100\_10\_26\_15.def. MS-RCPSP.

### Wpływ liczby pokoleń

Rysunek . 100\_10\_26\_15.def. MS-RCPSP.

Przy wielkości populacji 1000 liczba pokoleń może być mniejsza – tutaj zmniejszyłam do 15 pokoleń i już otrzymuję dość dobre wyniki.

Rysunek . 100\_10\_26\_15.def

Przy małej wielkości populacji i małej liczbie generacji bardzo szybko „utykamy” w lokalnym optimum.

### Wpływ selekcji

### Wyniki

#### 100\_10\_26\_15.def

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **Najlepszy** | **Najgorszy** | **Średni** |
| **1** | 242 | 310 | 248.764 |
| **2** | 242 | 287 | 248.369 |
| **3** | 236 | 293 | 244.259 |
| **4** | 239 | 275 | 245.952 |
| **5** | 243 | 310 | 249.782 |
| **6** | 238 | 291 | 244.786 |
| **7** | 241 | 296 | 248.742 |
| **8** | 242 | 288 | 248.628 |
| **9** | 237 | 277 | 244.806 |
| **10** | 244 | 295 | 249.444 |
|  | 240.4 | 292.2 | 247.3532 |

#### 200\_20\_55\_9.def

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Test** | **Najlepszy** | **Najgorszy** | **Średni** |
| **1** | 249 | 307 | 261.889 |
| **2** | 254 | 318 | 265.396 |
| **3** | 252 | 323 | 263.924 |
| **4** | 251 | 308 | 262.859 |
| **5** | 252 | 330 | 262.855 |
| **6** | 253 | 318 | 266.013 |
| **7** | 253 | 357 | 264.838 |
| **8** | 255 | 339 | 266.034 |
| **9** | 254 | 331 | 265.593 |
| **10** | 253 | 334 | 264.816 |
|  | 252.6 | 326.5 | 264.4217 |