

# Optymalizacja problemu 8 hetmanów z użyciem algorytmu genetycznego

Maciej Adamus  
Łukasz Chmielewski  
Jakub Banach

## 1 Cel

Celem projektu jest zastosowanie algorytmu, którego inspiracją jest natura. W naszym projekcie zdecydowaliśmy się na użycie algorytmu genetycznego. To właśnie on posłużył nam do rozwiązania problemu, którego sobie postawiliśmy — znanego od dawna problemu 8 hetmanów. Jest to stara zagadka szachowa polegająca na rozmieszczeniu na szachownicy 8 hetmanów w taki sposób, aby żadne 2 nie atakowały się wzajemnie (czyli nie znajdują się w jednym wierszu, kolumnie ani przekątnej).

## 2 Literatura

Pozycje, które pomogły nam podczas pracy z projektem:

1. <https://medium.com/nerd-for-tech/genetic-algorithm-8-queens-problem-b01730e673fd>
2. [https://www.researchgate.net/publication/294121515\\_Solving\\_8-Queens\\_Problem\\_by\\_Using\\_Gene](https://www.researchgate.net/publication/294121515_Solving_8-Queens_Problem_by_Using_Gene)

Z nich czerpaliśmy wiedzę o problemie oraz o podejściach do jego rozwiązania.

## 3 Metodologia

Algorytmy genetyczne to technika stosowana w dziedzinie sztucznej inteligencji i informatyki ewolucyjnej. Inspiruje się mechanizmami ewolucji genetycznej do generowania kolejnych potencjalnych rozwiązań danego problemu.

Pierwszym etapem działania algorytmu jest **inicjalizacja populacji**, czyli utworzenie początkowej populacji, która będzie poddawana procesowi ewolucji. Tak utworzona populacja składa się z losowych osobników (tak nazywa się w tej dziedzinie potencjalne rozwiązania, w naszym przypadku to ustawienia szachownicy).

Kolejnym etapem jest **ewaluacja osobników** na podstawie zadanej funkcji fitness, określającej w naszym przypadku ilość kolizji. Ustawienia, które osiągnęły najlepsze wyniki, są wybierane do reprodukcji i tworzenia kolejnego pokolenia.

Osobniki trafiające do nowej generacji są pozyskiwane na jeden z dwóch sposobów: **mutacji** lub **krzyżowania**.

- **Mutacja** polega na losowej zmianie niewielkiego fragmentu danego ułożenia. Mutacje mogą pomóc w eksploracji przestrzeni rozwiązań, pozwalając na odkrycie nowych, potencjalnie lepszych rozwiązań.
- **Krzyżowanie** odzwierciedla proces rekombinacji genetycznej w ewolucji biologicznej. Jest procesem „łączącym” dwa osobniki z poprzedniego pokolenia. Polega na wymianie odpowiadających fragmentów szachownicy między dwoma osobnikami.

Proces selekcji, krzyżowania i mutacji jest powtarzany przez wiele generacji, aż do uzyskania satysfakcjonującego rozwiązania problemu lub upływniecia ustalonego limitu iteracji. Po zakończeniu ewolucji końcowa populacja jest oceniana, a najlepsze rozwiązanie jest wybierane jako rezultat.

## 4 Dane oraz Parametry Eksperymentu

Dane w eksperymencie to populacja tablic reprezentujących układ hetmanów na szachownicy o zadanym wymiarze (domyślnie 8x8). Każdy osobnik reprezentuje układ figur na planszy. W eksperymencie wykorzystujemy kilka parametrów sterujących pracą algorytmu:

| Parametr         | Opis  | Wartość Domyślna |
|------------------|---|------------------|
| Liczba rozwiązań | liczba osobników w populacji  | 200              |
| Liczba pokoleń   | maksymalna liczba iteracji algorytmu                                | 500              |
| Liczba mutacji   | liczba mutacji jaka ma zajść w trakcie generowania nowego pokolenia | 5                |

## 5 Opis sprzętu i oprogramowania

Program nie jest wymagający, można go uruchomić na praktycznie każdym urządzeniu, które posiada:

- Python 3 wraz z bibliotekami:
  - pygad
  - numpy
  - kivy
- Program można uruchomić na różnych systemach operacyjnych (Windows, macOS, Linux).

## 6 Wyniki

Wyniki działania procesu ewolucji określa wartość fitness. Gdy wartość fitness osiągnie maksymalną wartość, oznacza to znalezienie najlepszego rozwiązania. Przy domyślnych parametrach rozwiązanie jest znajdowane zazwyczaj między 150 a 250 pokoleniem. Dla  $N = 9$ , rezultaty wciąż były podobne jak opisane powyżej, przy standardowej wersji problemu. Dla  $N$  większego od 9, w pełni poprawne rozwiązanie było trudno osiągalne. Zazwyczaj najlepszym wynikiem było osiągnięcie takiego rozstawienia, gdzie możliwy był jeden atak.

## 7 Wnioski

Algorytm genetyczny umożliwił skuteczne rozwiązanie problemu 8 hetmanów. Zastosowanie mutacji i krzyżowania pozwala na badanie przestrzeni rozwiązań i ostateczne znalezienie optymalnego układu hetmanów bez konfliktów. Dzięki interfejsowi w Kivy użytkownik może zmieniać parametry algorytmu oraz zaobserwować znalezione najlepsze rozwiązanie.