

# WSI - ćwiczenie 3.

## Dwuosobowe gry deterministyczne

31 marca 2026

### 1 Sprawy organizacyjne

1. Ćwiczenie realizowane jest samodzielnie, w języku Python.
2. Ćwiczenie powinno zostać wysłane do prowadzącego najpóźniej w dniu 7. zajęć. W ramach oddawania ćwiczenia należy zademonstrować prowadzącemu działanie kodu oraz wysłać na maila kod oraz dokumentację.
3. Dokumentacja powinna być w postaci pliku .pdf albo być częścią notebooka Jupyter. Powinna zawierać opis eksperymentów, uzyskane wyniki wraz z komentarzem oraz wnioski.
4. Na ocenę wpływają poprawność oraz jakość kodu i dokumentacji.
5. Można korzystać z pakietów do obliczeń numerycznych, takich jak *numpy*.
6. Implementacja algorytmów powinna być ogólna.

### 2 Ćwiczenie

Celem ćwiczenia jest implementacja algorytmu minimax dla dwuosobowej gry deterministycznej o następujących zasadach:

- Na początku gry dany jest zbiór  $N$  identycznych żetonów, z którego gracze na zmianę zabierają żetony.
- Dwóch graczy wykonuje ruchy na zmianę. Podczas swojej tury gracz usuwa od 1 do  $K$  żetonów – przegrywa gracz, który zabierze ostatni żeton.
- Eksperymenty powinny uwzględniać sytuację, w której  $K = 3$ , a  $N$  to liczba losowana z zakresu  $[N_l, N_u] = [8, 20]$  (z rozkładem jednostajnym).

Implementację należy wykorzystać do porównania skuteczności i kosztu obliczeniowego dla różnych głębokości przeszukiwania, w tym:

1. Należy zaimplementować pełny minimax i minimax z obcinaniem  $\alpha - \beta$  (ze wspólnym interfejsem wywołania obu wariantów).
2. Należy umożliwić konfigurację głębokości przeszukiwania  $d$ . Dla każdej z głębokości  $d \in \{2, 3, 4, 5\}$  należy rozegrać co najmniej 100 partii (z różnymi losowaniami  $N$ ).
3. Funkcja oceny stanu powinna działać również dla stanów niekońcowych przy ograniczonej głębokości. Dla różnych ruchów o tej samej jakości algorytm powinien zwracać losowy z nich.
4. Należy porównać oba warianty algorytmu pod względem: odsetka wygranych partii, średniego czasu wyboru ruchu, średniej liczby odwiedzonych węzłów drzewa gry. Wyniki należy zaprezentować w formie tabelarycznej lub wykresów i krótko zinterpretować.
5. W dokumentacji należy dodatkowo krótko opisać:
  - sposób reprezentacji stanu gry,
  - zastosowaną funkcję oceny,
  - wpływ obcinania  $\alpha - \beta$  na wydajność dla różnych głębokości.