

# SPRAWOZDANIE Z PROJEKTOWANIA ALGORYTMÓW I METOD SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

---

## Gry & AI

---

**Autor:**  
Przemysław Widz

**Prowadzący:**  
Dr inż. Łukasz Jeleń

**Data wykonania ćwiczenia:**  
04.06.2019

**Termin zajęć:**  
ŚRODA 7:30 - 9:00

## 1 Wstęp teoretyczny

### 1.1 Trochę historii

**Sztuczna inteligencja** w grach komputerowych odgrywa wielką rolę. To właśnie dzięki właściwie dopracowanym algorytmom możemy się wspaniale bawić i czerpać przyjemność z rywalizacji z wirtualnymi postaciami. Początki SI sięgają 1951 roku. Było to dzieło matematyka Alana Mathisona Turinga. Stworzył on na papierze projekt zabawy The Imitation Game, która później została nazwana testem Turinga. Pierwotna wersja nie zawierała jeszcze inteligencji komputerowej. Była wzorowana na popularnej wówczas zabawie towarzyskiej, polegającej na odgadnięciu płci dwóch osób ukrytych przed zgadującym (sędzią) na podstawie odpowiedzi na zadawane przez niego pytania.

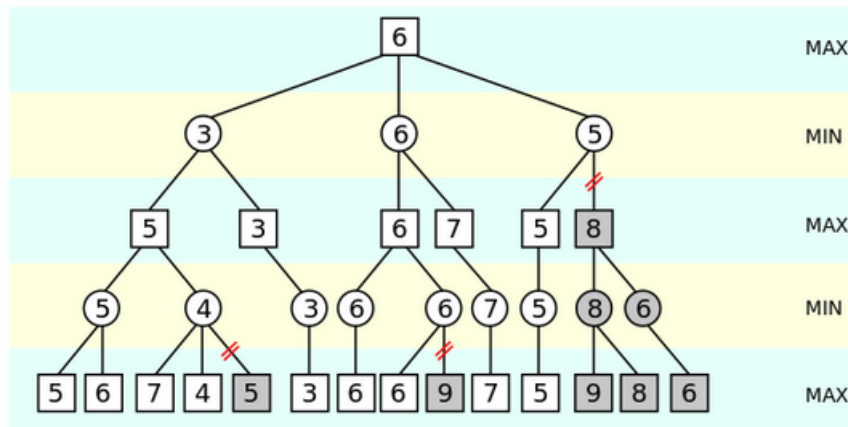
### 1.2 O algorytmie Alfa-Beta

**Algorytm Alfa-Beta** jest to algorytm przeszukujący, redukujący liczbę węzłów, które muszą być rozwiązywane w drzewach przeszukujących przez algorytm min-max. Jest to przeszukiwanie wykorzystywane w grach dwuosobowych, takich jak kółko i krzyżyk, szachy, go. Warunkiem stopu jest znalezienie przynajmniej jednego rozwiązania czyniącego obecnie badaną opcję ruchu gorszą od poprzednio zbadanych opcji. Wybranie takiej opcji ruchu nie przyniosłoby korzyści graczowi ruszającemu się, dlatego też nie ma potrzeby przeszukiwać dalej gałęzi drzewa tej opcji. Ta technika pozwala zaoszczędzić czas poszukiwania bez zmiany wyniku działania algorytmu.

### 1.3 Korzyści wynikające z algorytmu Alfa-Beta

**Korzyść płynąca z algorytmu alfa-beta** leży w fakcie, że niektóre gałęzie drzewa przeszukiwania mogą zostać odcięte. Czas przeszukiwania ograniczony zostaje do przeszukania naj-

bardziej obiecujących poddrzew, w związku z czym możemy zejść głębiej w tym samym czasie. Tak samo jak klasyczny min-max, algorytm należy do algorytmów wykorzystujących metody podziału i ograniczeń (branch and bound). Współczynnik rozgałęzienia jest dwukrotnie mniejszy niż w metodzie min-max. Algorytm staje się wydajniejszy, gdy węzły rozwiązywane są układane w porządku optymalnym lub jemu bliskim.



Rysunek 1: Algorytm alfa-beta

Zaznaczone na szaro poddrzewa nie muszą być przeszukiwane, ponieważ wiemy, że nie wpłyną na poprawę wartości węzła leżącego powyżej odcięcia, toteż ich odrzucenie nie wpłynie na ostateczny ich wynik. Na przykład odcięcie poddrzewa o wartości 8 na trzecim poziomie nie wpłynie na wynik. Gdyby wpływało na zmianę wartości minimalnej gałęzi o wartości 5 na drugim poziomie, to może ją tylko zmniejszyć, zatem nie zmieni wartości korzenia (6), która jest maksymalną wartością spośród wartości wszystkich poddrzew. Odcięcia dokonać możemy jednak dopiero w momencie, gdy znamy wartość 6 drugiego poddrzewa na drugim poziomie.

## 2 Opis tworzonej gry

Wybrana przeze mnie gra to zmodyfikowana wersja klasycznej gry o nazwie "**Kółko i krzyżyk**", w której gracz może definiować rozmiar pola (kwadratowego) wraz z ilością znaków w rzędzie. Gra polega na ułożeniu przez gracza (lub komputera) odpowiedniej, z góry ustalonej ilości znaków obok siebie, w rzędzie, w kolumnie lub po przekątnej.

- Sprawdzanie stanu gry odbywa się poprzez przeszukiwanie tablicy dwuwymiarowej. Reprezentacja gracza i komputera w postaci odpowiednich zmiennych typu int ułatwia przeszukiwanie tablicy w celu znalezienia zwycięzcy. Wystarczy znaleźć w tablicy trzy pola znajdujące się obok siebie, według określonych powyżej warunków, których wartość po pomnożeniu przez siebie wynosi -1 lub 1. Wartości te są przyporządkowane sytuacjom reprezentującym wygraną gracza lub komputera. Funkcja sprawdzająca stan gry posiada do tego celu ostatnie współrzędne wprowadzone przez gracza, lub komputer.
- Funkcja o nazwie *AlphaBetaMiniMax* i typie *Move* zwraca, przy użyciu opisanego powyżej algorytmu i przeszukaniu planszy w celu znalezienia najoptymalniejszego ruchu, wartość tegoż wiersza i kolumny. Współrzędne te są wstawiane w plansze gry, jako współrzędne komputera (sztucznej inteligencji).
- Gra toczy się do momentu, gdy nie zostanie rozstrzygnięta (wygrana gracza lub komputera) lub do momentu kiedy to nastąpi remis, czyli wszystkie pola w planszy są różne od znaku spacji, tj. nie ma już możliwości postawienia kolejnego ruchu.

### 3 Podsumowanie i wnioski

1. Gra działa poprawnie i komputer "odpowiada" dość szybko dla tablicy do rozmiaru 4-5. Przy większych rozmiarach algorytm dość długo szuka optymalnego ruchu, co może mieć związek z głębokością przeszukań dla większych tablic.
2. Gra posiada możliwość wyboru gracza, który zaczyna rozgrywkę.
3. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji pozwala na prowadzenie rozgrywki z komputerem w trybie, który można nazwać *single player*.
4. Algorytm **alfa-beta** jest jednym z najpopularniejszych algorytmów stosowanych od gier takich jak *kółko i krzyżyk*, *szachy*, czy *go*. Bardziej zaawansowane algorytmy, nawet szybsze w obliczaniu dokładnej wartości min-max, są znane jako *Negascout* i *MTD-f*, jednak ich implementacja jest znacznie trudniejsza.

### Literatura

- [1] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Algorytm\\_alfa-beta](https://pl.wikipedia.org/wiki/Algorytm_alfa-beta)
- [2] [https://edufinf.waw.pl/inf/utills/001\\_2008/0415.php](https://edufinf.waw.pl/inf/utills/001_2008/0415.php)
- [3] Cormen T., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C., Wprowadzenie do algorytmów, WNT
- [4] <https://www.geeksforgeeks.org/minimax-algorithm-in-game-theory-set-3-tic-tac-toe-ai-finding-optimal-move/>
- [5] [http://pbeling.w8.pl/game\\_theory/Klewicka\\_Justyna\\_Alpha\\_Beta.pdf](http://pbeling.w8.pl/game_theory/Klewicka_Justyna_Alpha_Beta.pdf)
- [6] <http://lukasz.jelen.staff.iiar.pwr.edu.pl/styled-2/page-2/index.php>