

# Algorytm Decyzyjny dla Rummikub

ALEKSANDER STRZELECKI

Politechnika Gdańska  
s179971@student.pg.edu.pl

13 września 2022

## Streszczenie

### I. WSTĘP

### II. PRACE POWIĄZANE

Rozwiązanie problemu Rummikuba zostało zaproponowane w [5]. Algorytm wyliczał punktację sumy ruchów, przy założeniu rozpoczęcia ruchu od konkretnej płytki. Polegało to na iteracji po wartościach rozpoczynających płytek od 1 do 13. W każdej iteracji układane były maksymalne ciągi przy wykorzystaniu płytek gracza o wartości z aktualnej iteracji. Z płytek o wartości z aktualnej iteracji, których nie można było już wykorzystać do rozbudowywania ciągów były wykorzystywane do rozbudowywania grup. Następnie wartości użytych płytek były sumowane i następowało rekurencyjne wywołanie próby rozbudowywania ciągów dla płytek o wartości z aktualnej iteracji + 1. Pojedyncza iteracja kończyła się w momencie sprawdzenia możliwości rozbudowy ciągów z płytek o wartości = 13. Następnie cała procedura była wywoływana ponownie, ale dla wartości rozpoczynających płytek +1. W ten sposób uzyskiwaliśmy zestaw ruchów dający maksymalną punktację, jednak zakładając brak możliwości manipulowania płytkami dostępnymi na stole.

Rummikub polega na wykonywaniu przekształceń na zbiorach liczbowych. Problem dobierania przekształceń został przedstawiony w artykule [4], gdzie przekształcenia używane są do rozwiązywania całki symbolicznie. Autor podzielił przekształcenia na korzystne i

heurystyczne. Przekształcenia korzystne wykonywane są pierwsze, a heurystyczne w przypadku braku możliwości przekształcenia korzystnego. W miejscach, gdzie możliwe jest kilka przekształceń otrzymujemy rozgałęzienie. Następnie sprawdzana jest złożoność wyrażenia w otrzymanych gałęziach i do dalszego rozwiązywania wybierana jest zawsze gałąź z wyrażeniem o najmniejszej złożoności.

Podczas rozgrywki Rummikuba gracz znając aktualny stan planszy oraz dostępne płytki (stan gry) musi dobrać najlepsze przekształcenia (akcje). Po wykonaniu przekształceń gracz może oszacować wartość przekształceń sumując wartości pozbytych płytek (nagroda). Rozwiązanie tak zdefiniowanego problemu zostało przedstawione w [2]. Agent (jednostka, której akcje dyktowane są przez algorytm) uczy się, które akcje są najlepsze w danym stanie gry, podczas rozgrywania kolejnych partii. W [2] został również przedstawiony sposób na przechowywanie funkcji przejścia  $Q(\text{stan}, \text{akcja}) \rightarrow \text{nagroda}$  za pomocą sieci neuronowej. Połączenie sieci neuronowej z Q-learning tworzy algorytm Deep Q-learning.

Algorytm MinMax przedstawiony w [6] służył do dobierania ruchów gracza przy jednoczesnym uwzględnianiu możliwych ruchów przeciwnika. [6] przedstawia również zoptymalizowaną pod kątem prędkości działania wersję algorytmu MinMax - Alpha-Beta. Algorytm Alpha-Beta został użyty w maszynie Deep Blue<sup>®</sup> [1], która w 1997 pokonała szach

chowego mistrza świata Garryego Kasparova. Dla przypadku, gdy w grze występuje element losowy (np. rzut kością, wylosowanie płytek w Rummikubie) został opracowany algorytm Expectiminimax [3]. Algorytm sumuje wartości ruchów pomnożone przez prawdopodobieństwa ich wystąpień.

### III. PROPONOWANE ROZWIĄZANIE

### IV. WYNIKI

### V. PODSUMOWANIE

### LITERATURA

- [1] Murray Campbell, A. Joseph Hoane, and Feng hsiung Hsu. Deep blue. *Artificial Intelligence*, 134(1):57–83, 2002.
- [2] Leslie Pack Kaelbling, Michael L Littman, and Andrew W Moore. Reinforcement learning: A survey. *Journal of artificial intelligence research*, 4:237–285, 1996.
- [3] Stuart J. Russell; Peter Norvig. Artificial intelligence: A modern approach. pages 177–178, 2009.
- [4] James R. Slagle. A heuristic program that solves symbolic integration problems in freshman calculus. *J. ACM*, 10(4):507–520, oct 1963.
- [5] Jan van Rijn, Frank Takes, and Jonathan Vis. The complexity of rummikub problems. 04 2016.
- [6] Patrick Henry. Winston. Artificial intelligence. pages 101–116, 1992.