



# Projekt zaliczeniowy UzW gra karciana Pan

Jeremiasz Wołoszuk



## Pan - zasady

Pan to prosta Polska gra karciana, w której celem jest pozbycie się wszystkich posiadanych na ręce kart. Na początku rozgrywki potasowane karty (od 9 do asa - 24 karty) dzieli się po równo pomiędzy graczy. Rozpoczyna gracz posiadający kartę 9 kier i wyklada ją na stos, kończąc ruch. Następnie tury rozgrywają kolejni gracze w kolejności zgodnej ze wskazówkami zegara.

Gracz w swojej turze może albo wyłożyć karty z ręki na stos, albo wziąć do ręki trzy górne karty ze stosu (oprócz 9 kier, która zawsze leży na stole).

Kartę położyć można:

- pojedynczą, albo w zestawie 3 lub 4 kart o jednakowej figurze (nigdy dwie)
- tylko gdy na górze stosu znajduje się karta o wartości niższej bądź równej karcie wykładanej

Gdy jeden z graczy nie ma już kart na ręce, gra się kończy.



## Pan w projekcie - wariant dwuosobowy

- wszystkie karty są rozdzielone pomiędzy pierwszego gracza, stos oraz drugiego gracza, więc mimo że ręka drugiego gracza jest niejawna, to można obliczyć jej zawartość  
więc jest to gra typu **perfect information**
- każda rozgrywka kończy się zwycięstwem pierwszego lub drugiego gracza  
więc jest to gra typu **zero-sum**



# Rozmiar gry Pan - liczba stanów

Istotne fakty:

- każda karta jest albo u pierwszego gracza, albo na stacku, albo u drugiego gracza
- kolor karty nie ma znaczenia - tylko figura
- ręka drugiego gracza wynika z ręki pierwszego gracza i stacka

Wobec tego:

- można uprościć stan gry do zliczania figur w ręce pierwszego gracza i na stacku



## Rozmiar gry Pan - liczba stanów c.d.

Stan gry:

6 counterów każdej figury dla pierwszego gracza + 6 counterów każdej figury na stacku  
= krotka 12 liczb. Warunek poprawności krotki: suma counterów dla danej figury  $\leq 4$

Liczba stanów:

$$N = 15^6 = 11\,390\,625$$

6 - bo dla każdej figury osobno

15 - liczba par liczb naturalnych, których suma  $\leq 4$

$N^2$ , jeśli liczymy gracza przy turze



# Rozmiar gry Pan - liczba stanów początkowych

Warunki dla stanu początkowego:

- stack jest pusty
- suma kart gracza = 12
- max liczba kart danej figury = 4

= 6 counterów każdej figury dla pierwszego gracza = krotka 6 liczb



# Rozmiar gry Pan - liczba stanów początkowych

Liczba stanów początkowych:

$$N = 1751$$

(policzone komputerowo)

$N \cdot 2$ , jeśli rozróżniamy gracza rozpoczynającego



# AI do Pana

- heurystyki
- SimpleMCTS
- MCTS - Monte Carlo Tree Search
- Q-learning





## AI do Pana - heurystyki

1. FlowAgent - kładzie najniższą kartę jaką może, w maksymalnej liczbie. Jeśli nie może nic położyć, dobiera
2. FlowAgentOnDebtAttack - j.w., ale jeśli ma dług (ma kartę niższą niż najwyższa na stacku) kładzie najwyższą kartą jaką ma (żeby zmusić przeciwnika do dobrania)
3. FlowAgentOnDebtTake - j.w., ale jeśli ma dług dobiera



# SimpleMCTS

Wykonuje MCTS o głębokości 1 - dla każdej możliwej akcji wykonuje N symulacji i wybiera akcję która wygrywała najczęściej i najszybciej.

Symulacje używają poprzednich heurystyk.



# Q learning

Niestety, wielkość gry (18 możliwych akcji, ponad 11 mln stanów) nie pozwoliła na wyuczenie agenta wykorzystującego algorytm tabular Q learning wykorzystując dostępny mi sprzęt. (w kontekście wymaganego zbyt dużego czasu uczenia)

Nawet przeprowadzenie nauki przy stałym rozdaniu początkowym nie zawęziło rozmiaru gry wystarczająco, aby wyuczony algorytm był w stanie pokonać bardziej skomplikowane heurystyki.

Future work: Deep Q learning



# Wyniki

stosunek zwycięstw agenta wierszowego z agentem kolumnowym

	RandomAgent	FlowAgent	FlowAgentTake	FlowAgentAttack	SimpleMCTS	MCTS (1s)	MCTS (10s)
RandomAgent	-	0	0.55	0	0.7	0	0
FlowAgent	0.45	-	0.5	0.35	0.05	0.1	0
FlowAgentTake	0.45	0.5	-	0.4	0.05	0.05	0.15
FlowAgentAttack	0.9	0.65	0.6	-	0.1	0	0.05
SimpleMCTS	0.2	0.95	0.95	0.9	-	0	0.2
MCTS (1s)	0.35	0.15	0.95	0.05	1	-	0
MCTS (10s)	0.5	0.25	0.85	0.15	0.8	0.05	-



# Zagadki

- czy gra ma strategię wygrywającą?
- maksymalny rozmiar “sensownego” drzewa gry, gdy żaden z graczy nie dobiera kart bez sensu?
- czy jest możliwe przejście z dowolnego stanu gry do dowolnego innego?
- dużo w grze zależy od stanu podstawowego. Czy da się wybrać stany podstawowe, dla których rozgrywka ma sens?  
Przykład beznadziejnej sytuacji: pierwszy gracz dostaje 4x9, 4x10, 4xJ, drugi 4xQ, 4xK, 4xA
- jak określić podzbiór stanów gry, dla których któryś z graczy ma strategię wygrywającą?



# Dowód, że można przejść z dowolnego stanu gry do dowolnego innego - szkic

Gracz pierwszy - P1. Gracz drugi - P2. Tura gracza P1.

**Zgrubne założenie co do stanu początkowego:** P1 oraz P2 mają conajmniej 2 karty.

Wtedy zawsze można uniknąć zakończenia gry.

**Transfer kart od gracza przy turze do drugiego gracza, przy pustym stacku:**

Można wykonać transfer dowolnych kart od P1 do P2, gdy P1 wystawia jedną kartę, a P2 bierze ją na rękę. W ten sposób kończymy turę P1, który ma jedną kartę mniej.



## Dowód c.d.

**Zmiana gracza przy turze bez zmiany rozkładu kart, przy pustym stacku, gdy ma conajmniej 3 karty:**

P1 wystawia najwyższą figurę jaką posiada. P2 bierze. P1 wystawia dowolną figurę. P2 wystawia kartę, którą wziął poprzednio. P1 zabiera dwie figury ze stacka. Tura P2. W ten sposób zmieniliśmy turę gracza, pozostając przy tym samym stanie kart.

**Gdy gracz przy turze nie ma trzech kart, przy pustym stacku:**

P1 kładzie dowolną kartę. P2 kładzie asa (na pewno ma). P1 bierze. W ten sposób P1 ma trzy karty, tura P1.



## Dowód c.d.

Dla każdego stanu  $S$  istnieje rozkład kart o pustym stacku, który pozwala na dojście do stanu  $S$  poprzez wystawianie na zmianę po jednej karcie przez obu graczy + ewentualnie zmiana gracza przy turze.

Wykorzystując ten fakt oraz powyższe operacje można przejść z dowolnego stanu gry do dowolnego innego (pamiętając o założeniach stanu początkowego)



---

# Dziękuję za uwagę

Jeremiasz Wołoszuk