

Badanie gier kooperacyjnych z niepełną informacją na przykładzie gry Hanabi

(A study on cooperative games with incomplete information based on the game of Hanabi)

Wojciech Jarząbek

Jacek Leja

Praca inżynierska

Promotor: dr Paweł Rychlikowski

Uniwersytet Wrocławski
Wydział Matematyki i Informatyki
Instytut Informatyki

11 stycznia 2020

Streszczenie

...



...

Spis treści

1. Wprowadzenie	7
1.1. Czym jest Hanabi?	7
1.2. Hanabi a sztuczna inteligencja	8
2. Zasady gry	9
2.1. Wyjaśnienie zasad	10
2.2. Niepisane obserwacje	11

Rozdział 1.

Wprowadzenie

1.1. Czym jest Hanabi?

Gry planszowe to forma rozrywki, która towarzyszy człowiekowi od tysięcy lat. Były one popularne już za czasów antycznych, czego dowodzi chociażby malowidło z 3300 r. p.n.e, pochodzące z grobowca Merknery, na którym ukazano rozgrywkę Seneta. Przykładem może być także Królewska Gra z Ur, której egzemplarze odnaleziono w trakcie badań nad starożytną Mezopotamią. Choć zostały one w dzisiejszych czasach w znacznej mierze zapomniane, nie sposób nie wspomnieć o innych grach z podobnego okresu, takich jak warcaby czy Go, a także o nieco młodszych szachach, które wciąż cieszą się ogromną i niesłabnącą popularnością.

Każdą z tych gier łączy aspekt rywalizacji: pod koniec rozgrywki jednoznacznie wyszczególnia się jednego lub więcej graczy, których określamy mianem zwycięzców, zaś reszta - przegrywa. Zgoła inne podejście prezentują gry kooperacyjne, w których zadaniem nie jest pokonanie innych uczestników zabawy, a osiągnięcie wspólnego celu, który gwarantuje wygraną. Można powiedzieć, że przeciwnikiem graczy jest w tym przypadku sama gra, która swoją konstrukcją skłania do współpracy. Co może zaskakiwać, pierwsze gry tego typu powstały dopiero w drugiej połowie XX wieku i początkowo miały wyłącznie charakter edukacyjny. Wraz z popularyzacją tzw. "planszówek" gry kooperacyjne w znacznym stopniu zyskały na popularności, a ich forma ewoluowała w kierunku zabawy stawiającej na aspekty towarzyskie, które w znacznym stopniu ograniczają, lub wręcz odrzucają współzawodnictwo. Przykładami takiego podejścia mogą być Pandemic, Martwa Zima, a także Hanabi, na którym skupia się nasza praca.

Hanabi (jap. fajerwerki) to w pełni kooperacyjna gra planszowa, która w 2013 roku wygrała prestiżową nagrodę Spiel des Jahres. Gracze wcielają się w niej w pracowników fabryki fajerwerków, w której to pomieszane zostały rodzaje prochu. Celem jest złożenie w odpowiedniej kolejności możliwie jak największej ilości sztucznych ogni, które gracze otrzymują poprzez dobieranie kart z potasowanej talii. Uczestnicy

rozgrywki widzą karty, które są w posiadaniu innych graczy, lecz nie mogą przyglądać się tym, którymi sami dysponują. Dodatkowo, komunikacja odnosząca się do treści kart podlega restrykcyjnym zasadom i jest w znacznym stopniu ograniczona, co w oczywisty sposób czyni rozgrywkę niebanalną. Jakie strategie należy zatem zastosować, by wygrać? Jak można przełożyć je na świat algorytmów?

1.2. Hanabi a sztuczna inteligencja

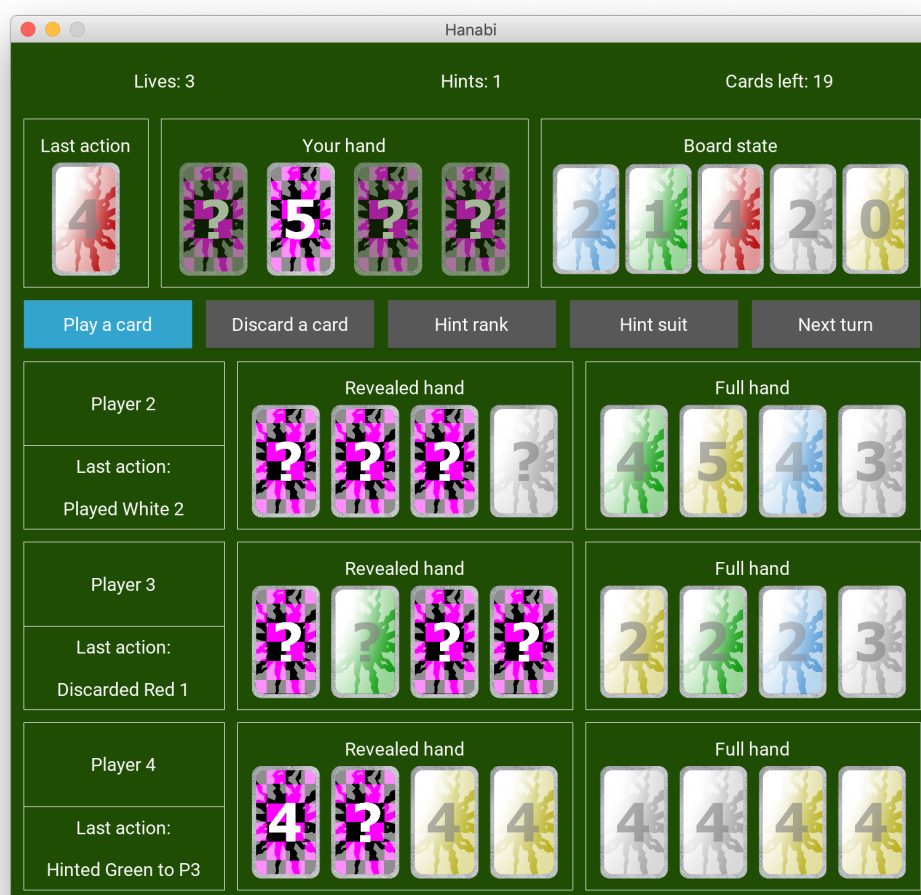
W teorii gier istnieje pojęcie perfekcyjnego zagrania, czyli pojedynczego ruchu zależnego od aktualnego etapu gry, który prowadzi do stanu rozgrywki maksymalizującego oczekiwany wynik, niezależnie od ruchów, które mogą w odpowiedzi wykonać inni gracze. Perfekcyjne zagrania są podstawą optymalnego planu działania, który minimalizuje możliwe straty ponoszone w trakcie rozgrywania danej partii. Niestety, tak silna strategia w przypadku złożonych gier jest nieprawdopodobnie trudna do uzyskania ze względu na ogromną rozpiętość drzewa możliwych do uzyskania stanów rozgrywki. W praktyce używa się algorytmów: heurystycznych, regułowych, opartych na technikach uczących, nadużywających zasad gry lub siłowych. Przykładowo, słynny komputer Deep Blue, który w maju 1997 roku pokonał ówczesnego mistrza świata w szachach, Garrego Kasparova, nie posiadał optymalnej strategii. Używał on w zamian metody siłowej, wspomaganej algorytmem przeszukującym alfa-beta, rozpatrując wszystkie możliwe zagrania i wybierając te, które dawały mu największą przewagę lokalną. Takie podejście było możliwe z racji na ogromną moc superkomputera, który potrafił rozpatrywać 200 milionów ruchów na sekundę.

Stworzenie sztucznej inteligencji do Hanabi to zadanie, które wymaga pokonania trudności niespotykanych w innych grach. Jest to następstwo kilku czynników: niepełnej informacji, losowości dobieranych kart, a także ograniczonych zasobów, m.in. w postaci odpowiedzi dla innych graczy. Agenci muszą sobie ufać, gdyż gracz, który nie chce współpracować, może w kilku ruchach doprowadzić do przegranej całej grupy. Ważne jest, by nie marnować zasobów, a zatem sztuczna inteligencja musi być odpowiednio skoordynowana z innymi graczami. Ponadto, znikoma ilość kart w talii nie pozwala na wygraną w sytuacji, w której zagrywane są wyłącznie karty z pełną informacją. Oznacza to zatem, że agenci muszą posiadać protokół komunikacji, który pozwala im na przekazywanie w obrębie zasad gry dodatkowych, implicytnych informacji, rozumianych przez pozostałych jej uczestników.

Niniejsza praca ma na celu zbadanie Hanabi jako gry kooperacyjnej z niepełną informacją. Przedstawimy techniki tworzenia agentów sztucznej inteligencji grających w Hanabi, którzy wykonują możliwie najbardziej efektywne i zrozumiałe dla ludzi ruchy na tyle szybko, by umożliwić komfortową rozgrywkę z człowiekiem na zwykłych komputerach.

Rozdział 2.

Zasady gry



Rysunek 1: Interfejs graficzny do gry Hanabi, utworzony na potrzeby projektu

2.1. Wyjaśnienie zasad

Talia do gry składa się z pięćdziesięciu kart. Każda karta jest oznaczona jednym z pięciu kolorów (czerwony, żółty, niebieski, biały, zielony) oraz jedną z wartości z zakresu od 1 do 5. Dla każdego koloru istnieją po trzy karty o numerze 1, po dwie karty o numerach 2, 3 i 4, a także po jednej karcie o numerze 5.

Na początku gry talia jest tasowana. Gracze rozpoczynają rozgrywkę z ośmioma żetonami podpowiedzi i trzema żetonami życia. Żetony te są wspólne dla wszystkich uczestników rozgrywki. Jeżeli graczy jest dwóch lub trzech, każdy z nich dobiera po pięć zakrytych kart. Jeżeli jest ich czterech lub pięciu, dobierają po cztery zakryte karty. Następnie gracze po kolei wykonują swoje ruchy. Ruch to wykonanie jednej z trzech dostępnych akcji (ruchu nie można pominąć):

1. Zagranie karty:

Gracz deklaruje chęć zagrania karty, wybiera zakrytą kartę ze swojej ręki, a następnie wyklada ją na stół w pozycji odkrytej. Karty muszą być zagrywane w kolejności rosnącej, zaczynając od jedynki, inaczej zagranie uważa się za niepoprawne. Przykładowo, jeśli na stole nie ma żadnych kart, można zagrać tylko te oznaczone numerem 1. Jeżeli na stole znajduje się wyłącznie niebieska karta o numerze 1 i żółta karta o numerze 4, można zagrać niebieską kartę o numerze 2, żółtą kartę o numerze 5, lub dowolną kartę innego koloru o numerze 1. Jeżeli karta została zagrana poprawnie, jest ona dodawana do stosu o odpowiednim kolorze, lub też rozpoczyna stos swojego koloru. Jeżeli karta została zagrana niepoprawnie, jest ona usuwana z gry, a gracze tracą jeden z żetonów życia. Dodatkowo, jeżeli zagrana karta ma numer 5, gracze otrzymują jeden żeton podpowiedzi (chyba, że mają ich już osiem). Po rozpatrzeniu efektów akcji gracz dobiera zakrytą kartę z talii (jeżeli nie jest ona pusta).

2. Odrzucenie karty:

Gracz deklaruje chęć odrzucenia karty, wybiera zakrytą kartę ze swojej ręki, a następnie wyklada ją na stół w pozycji odkrytej. Karta ta jest usuwana z gry, bez dokładania do któregośkolwiek ze stosów, a gracze otrzymują jeden żeton podpowiedzi, jeżeli aktualna ilość żetonów podpowiedzi jest mniejsza niż osiem. W przeciwnym wypadku odrzucenie karty nie ma żadnego dodatkowego efektu. Po rozpatrzeniu efektów akcji gracz dobiera zakrytą kartę z talii (jeżeli nie jest ona pusta).

3. Udzielenie podpowiedzi innemu graczowi:

Gracz usuwa jeden z żetonów podpowiedzi, wybiera innego uczestnika rozgrywki, a następnie może udzielić mu jednej z dwóch informacji: wskazać wszystkie jego karty o wybranym kolorze, lub wszystkie jego karty o wybranym numerze. Akcji tej nie można wykonać, jeśli w grze nie ma żadnych żetonów podpowiedzi.

Jeżeli któryś z graczy dobierze ostatnią kartę z talii, każdy uczestnik rozgrywa jedną dodatkową turę (wraz z graczem, który dobrał ostatnią kartę), po czym gra się kończy.

Gra natychmiast kończy się, gdy zostanie utracony ostatni żeton życia, lub gdy wszystkie stosy odpowiednich kolorów zostały skompletowane (na każdy z nich położono kartę o numerze 5).

Po zakończeniu gry ilość uzyskanych punktów oblicza się poprzez zsumowanie wartości najwyższych kart z każdego ze stosów odpowiedniego koloru, można zatem uzyskać maksymalnie dwadzieścia pięć punktów.

2.2. Niepisane obserwacje

...