

Nazwa kursu: Projektowanie Algorytmów i Metody Sztucznej Inteligencji

Tytuł: Projekt 3 (gra)

Data oddania: 05.06.2019 r.

Termin zajęć: Środa, 11-13

Prowadzący: dr inż. Łukasz Jeleń

Dane studenta: Patryk Szczygiel 241578

1. Cel ćwiczenia i wstęp teoretyczny

Celem projektu było napisanie gry „kółko i krzyżyk” opartej o strategię MinMax. Gra miała posiadać możliwość definiowania rozmiaru pola (kwadratowego) wraz z ilością znaków w rzędzie.

Gra to tak naprawdę dowolna sytuacja konfliktowa prowadzona przez jej uczestników zgodnie z ustalonymi zasadami. Każdy z graczy ma do wyboru pewną liczbę możliwych strategii, określających dokładnie sposób jego postępowania w rozgrywce, którego celem jest osiągnięcie określonego rezultatu, czyli zazwyczaj wygranej. Gry mogą być klasyfikowane według kilku kryteriów. Często spotyka się następujące klasyfikacje:

- Według liczby graczy: 1, 2 lub więcej graczy. W przypadku co najmniej dwóch graczy należy wziąć pod uwagę możliwość powstania koalicji, czyli współpracy. Wówczas dokonujemy podziału na gry ze współpracą (kooperacyjne) i gry bez współpracy (niekooperacyjne).
- Według sumy wypłat: ważnym podziałem gier jest podział na gry o sumie stałej (w szczególnym przypadku są to gry o sumie zerowej; zresztą często mówiąc o nich ma się na myśli gry o sumie stałej), gdzie mamy do czynienia z konfliktem, gdyż wypłata jednego gracza może się zwiększyć jedynie kosztem wypłaty innych graczy, oraz gry o sumie niezerowej, w przypadku których wypłaty dla graczy niekoniecznie muszą mieć różne znaki, zaś gra nie musi być konfliktem (każdy gracz może zyskać w tej grze).
- Według reprezentacji: jest to podział na gry ekstensywne (o postaci rozwiniętej – czyli drzewa) oraz gry strategiczne (o postaci normalnej – czyli macierzy).
- Według dostępnej informacji: są to gry w których gracze dysponują pełną (kompletną) lub niepełną (niekompletną) informacją.
- Według liczby ruchów: jednoruchowe i wieloruchowe.
- Według występowania elementu losowości: całkowicie losowe (np. ruletka), częściowo losowe (np. brydż, domino, chińczyk), deterministyczne (warcaby, szachy).

Kółko i krzyżyk jest przykładem gry dwuosobowej, o sumie zerowej, o pełnej informacji, o reprezentacji drzewa, wieloruchowej oraz deterministycznej.

2. Opis zastosowanych algorytmów sztucznej inteligencji

Twierdzenie o Minimaksie mówi, że dla każdej skończonej gry dwuosobowej o sumie zero, istnieje przynajmniej jedna optymalna strategia mieszana. Tym samym istnieje wartość gry V , taka że gracz pierwszy, stosując optymalną strategię gwarantuje sobie oczekiwaną wypłatę nie gorszą niż V , natomiast jego przeciwnik, gracz drugi, stosując optymalną strategię gwarantuje sobie wypłatę nie gorszą niż $-V$.

Algorytm Minimaksowy to klasyczny algorytm stosowanym w prostych grach logicznych do wyznaczania optymalnego ruchu. Jest algorytmem rekurencyjnym, który wywołuje sam siebie do analizy kolejnych ruchów w grze. Oparty jest na funkcji, oceniającej wartość stanu gry w dowolnym momencie. Zakłada on istnienie dwóch graczy. Gracz pierwszy, określany dalej jako gracz dąży do zmaksymalizowania stanu, a gracz drugi, określany dalej jako przeciwnik dąży do zminimalizowania stanu. Oznacza to, że gracz stara się wykonać ruch najkorzystniejszy dla siebie i najmniej korzystny dla przeciwnika, i odwrotnie - przeciwnik stara się wykonać ruch najkorzystniejszy dla siebie i najmniej korzystny dla gracza.

Funkcja zostaje wykorzystana do obliczenia drzewa wszystkich możliwych stanów w grze do pewnej głębokości, ograniczonej przez moc obliczeniową. Drzewo gry jest spójnym, acyklicznym grafem. Węzły drzewa reprezentują możliwe stany gry na planszy. Korzeń drzewa jest stanem początkowym gry, czyli stanem w którym poszukujemy najlepszego ruchu dla gracza. Krawędzie drzewa reprezentują ruchy gracza i przeciwnika, prowadzące z jednego stanu do drugiego. Gałęzie drzewa wychodzące z każdego węzła reprezentują wszystkie możliwe ruchy odpowiednio gracza i przeciwnika. Każda z tych gałęzi prowadzi do węzła potomnego związanego z kolejną sytuacją na planszy, osiąganą po wykonaniu odpowiedniego ruchu, w której ruch będzie wykonywać drugi z graczy.

Złożoność klasycznej gry w „Kółko i krzyżyk” czyli 3×3 nie jest aż tak wielka. Drzewo tej gry jest więc w miarę łatwe do przeszukania. W pełnym drzewie liście, czyli gałęzie terminalne reprezentują sytuacje, w których partia gry jest rozstrzygnięta. Mając kompletne drzewo gry, można w pełni rozwiązać tę grę, to znaczy znaleźć sekwencję ruchów, które zawsze gwarantują zwycięstwo lub remis. Po rozszerzeniu klasycznej wersji gry, to znaczy zwiększeniu rozmiaru planszy lub modyfikacji zasad rozgrywki, zastosowanie zasady Minimax wprost jest niemożliwe. Kompletne drzewo takiej gry byłoby zbyt duże. Konieczne jest więc przejście okrojonej wersji drzewa gry, stosując funkcje oceniające wartościujące jego liście w sposób heurystyczny.

Funkcja oceniająca przyporządkowuje danej pozycji wartość z pewnego zbioru, w przypadku algorytmu Minimax jest to wartość liczbowa. Idealną funkcją oceniającą jest więc funkcja, która zawsze zwraca jako wynik dokładną wartość minimaksowej pozycji. Skonstruowanie takiej funkcji jest na ogół niemożliwe. Konieczne jest skonstruowanie funkcji oceniających opartych na przesłankach heurystycznych. Węzłom przypisuje się liczbową ocenę ich użyteczności z punktu widzenia bieżącego gracza w następujący sposób: ocena dodatnia 1 w przypadku wygranej gracza, ocena ujemna -1 w przypadku wygranej przeciwnika i ocena neutralna 0 w przypadku remisu. Im większa jest wartość węzła, tym korzystniejsza z punktu widzenia bieżącego gracza jest sytuacja, której ten węzeł odpowiada. Po dokonaniu w opisany sposób oceny wszystkich węzłów terminalnych drzewa gry, przystępuje się do oceny węzłów wewnętrznych. Na poziomie gracza węzeł otrzymuje ocenę równą maksimum ocen jego węzłów potomnych, a na poziomie przeciwnika węzeł otrzymuje ocenę równą minimum ocen jego węzłów potomnych.

3. Zasady gry

- Gra „Kółko i krzyżyk” rozgrywana jest na kwadratowej planszy o dowolnych rozmiarach (może to być 3x3 jak i 7x7) i dowolnej ilości znaków w linii prowadzących do wygranej
- Początkowy stan gry to pusta plansza podzielona jest na pola, na których gracz będą stawiać swoje znaki (gracz ‘O’, komputer ‘X’)
- Grę rozpoczyna gracz wybierając pole, na którym ma zostać postawione kółko (‘O’) podając numer pole (numerki są podane na ściadze nad planszą gry)
- Po wykonaniu ruchu przez gracza, program wyświetla aktualny stan planszy, a następnie ruch wykonuje komputer stawiając automatycznie krzyżyk (‘X’), znów wyświetlany jest stan planszy, ruch gracza itd...
- Nie można postawić symbolu na polu zajęтым przez przeciwnika. Pole zajęte przez jednego gracza, nie zmienia swojego właściciela do końca rozgrywki.
- Nie można wybrać pola poza zakresem planszy
- Celem gry jest postawienie przez gracza na planszy linii jego znaków, w wybranej wcześniej w ustawieniach ilości odpowiednich dla niego symboli (krzyżyków lub kółek). Symbole mogą być ustawione w linii pionowej, poziomej lub ukośnej.
- Gdy wszystkie pola na planszy zostaną wypełnione i żaden gracz nie wygra gry, rozgrywka kończy się remisem.

4. Specyfikacja komputera, na którym prowadzono pomiary

Procesor: Intel Core i5-7300HQ (2.5 GHz, 3.5 GHz Turbo, 6 MB Cache)

Ram: 8GB

5. Wnioski

Zaprojektowana gra „Kółko i krzyżyk” działa poprawnie, można ustawić dowolny rozmiar planszy oraz ilość znaków w linii prowadzących do wygranej. Jeżeli chodzi o jakość podejmowanych decyzji przez komputer to zależy ona głównie od algorytmu minimaxowego. Algorytm na pewno zawsze wykrywa możliwe ruchy wygrywające i stosuje je w swojej strategii lub blokuje je w strategii przeciwnika. Pozostałe ruchy są dobre, ale nie są zawsze wybierane jako najlepsze. Wynika to głównie ze stosowanego poziomu analizy ruchów do przodu.

Przy małych rozmiarach planszy gra zazwyczaj kończy się remisem, natomiast przy większych wygrana staje się dużo bardziej realna. Dla mniejszych rozmiarów także, komputer dużo szybciej podejmuje decyzje, a dla większych trochę dłużej. Wynika to oczywiście z liczby pól, które musi przeanalizować.

6. Literatura

- 1) https://pl.wikipedia.org/wiki/Teoria_gier
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)
- 2) http://dariusz.banasiak.staff.iiar.pwr.wroc.pl/si/SI_wyklad4.pdf
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)
- 3) https://pl.wikipedia.org/wiki/K%C3%B3%C5%82ko_i_krzy%C5%BCyk
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)
- 4) https://pl.wikipedia.org/wiki/Algorytm_min-max
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)
- 5) https://www.fuw.edu.pl/~kostecki/teoria_gier.pdf
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)
- 6) <http://mst.mimuw.edu.pl/lecture.php?lecture=wtg&part=Ch1>
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)
- 7) https://edufinf.waw.pl/inf/utills/002_roz/p011.php
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)
- 8) http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna_inteligencja/SI_Modu%C5%82_8_-_Gry_dwuosobowe
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)
- 9) <https://neo.dmcs.pl/mjp4/2003/warcaby/algorytm.html>
(korzystano 27.05 - 02.06.2019)