



Metody Sztucznej Inteligencji

Algorytmy genetyczne na przykładzie *jsGeneticAlgorithm*

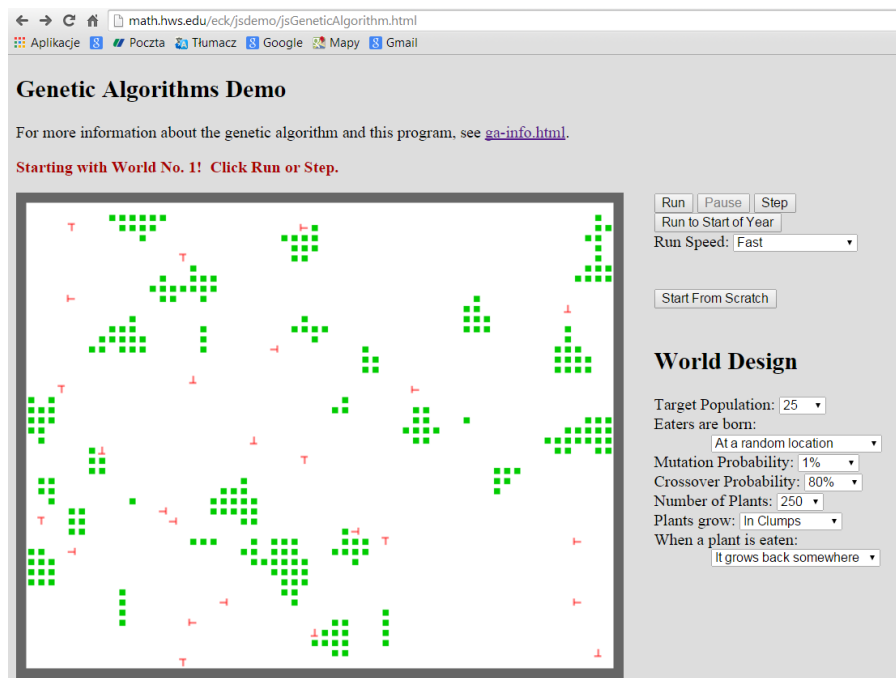
Wstęp

jsGeneticAlgorithm.html jest prostą demonstracją algorytmu genetycznego, napisanego w JavaScript. Program przedstawia algorytm genetyczny, który analogicznie do procesu naturalnej ewolucji jest stosowany w celu rozwiązania problemów na komputerze. Ta "sztuczna ewolucja" używa reprodukcji, mutacji i rekombinacji genetycznej, aby ewoluować i rozwiązać problem.

Algorytmy genetyczne mogą być stosowane w wielu różnych typach problemów, ale program ten demonstruje rozwój symulowanych "organizmów" zwanych Zjadaczami (*Eaters*) w symulowanym świecie roślin, które są zjadane przez Zjadaczy.

Aby uzyskać dostęp do programu otwórz stronę:

<http://math.hws.edu/eck/jsdemo/jsGeneticAlgorithm.html>



Krótką instrukcja:

Czerwone elementy – Zjadacze (*Eaters*), którzy zjadają rośliny;

Zielone kwadraciki – rośliny (*Plants*) zjadane przez zjadaczy.

Rok trwania danej populacji zjadaczy liczy 250 dni, po którym następuje odnowienie populacji poprzez zastąpienie starych zjadaczy nowymi (kolejna populacja może stać się lepszymi zjadaczami).

Zmieniając **szybkość** (*Run Speed*) możesz obserwować zachowania populacji z różną prędkością: **szybko** (*Fast*); **umiarkowanie** (*Moderate*), **wolno** (*Slow*); **tylko roczne statystyki** (*Yearly Stats Only*). Zaznaczając **przechodzenie do początku roku** (*Run to Start of Year*) otrzymasz roczne statystyki (możesz zaobserwować jak zmieniła się populacja w ciągu każdego roku).

Używając menu **projektowanie świata** (*World Design*) możesz zaprojektować różne środowiska dla zjadaczy i zobaczyć jak one wpływają na ich zachowanie.

Początkowo świat zawiera 250 roślin oraz 25 Zjadaczy. Rośliny rosną w grupach, a Zjadacze wykazują nieukierunkowane zachowanie i zjadają je tylko wtedy, kiedy znajdą się na ich pozycji. Po roku populacja Zjadaczy zostaje odnowiona (nowi Zjadacze są kopiami starych, ale odpowiednio zmutowanymi). Im więcej roślin zjedzą Zjadacze, tym większe szanse na nowe potomstwo w nowej generacji. Różnice w danej populacji są powodowane ilością zjadanych roślin, a tym samym przez sprawność populacji.

Występują dwa typy modyfikacji pokoleń: **mutacja** (*mutation*) – zmiany są wprowadzane losowo, a Zjadacze kopiowani; **krzyżowanie** (*crossover*) – nowa populacja jest tworzona poprzez połączenie dwóch poprzednich.

Zasada działania programu

Świat Zjadaczy jest podzielony na małe kwadraty. Każdy kwadrat może posiadać Zjadacza, roślinę lub może być pusty. Kwadrat nie może być zajmowany przez dwa elementy na raz. Zjadacz "widzi" pojedynczy plac tuż przed nim (przód Zjadacza jest w punkcie końca litery T). Zjadacz posiada pamięć wewnętrzną, która zawiera numery od 0 do 15 – każdy numer jest to tzw. „stan” Zjadacza. Na każdym kroku czasowym, Zjadacz może wykonać jedną z czynności:

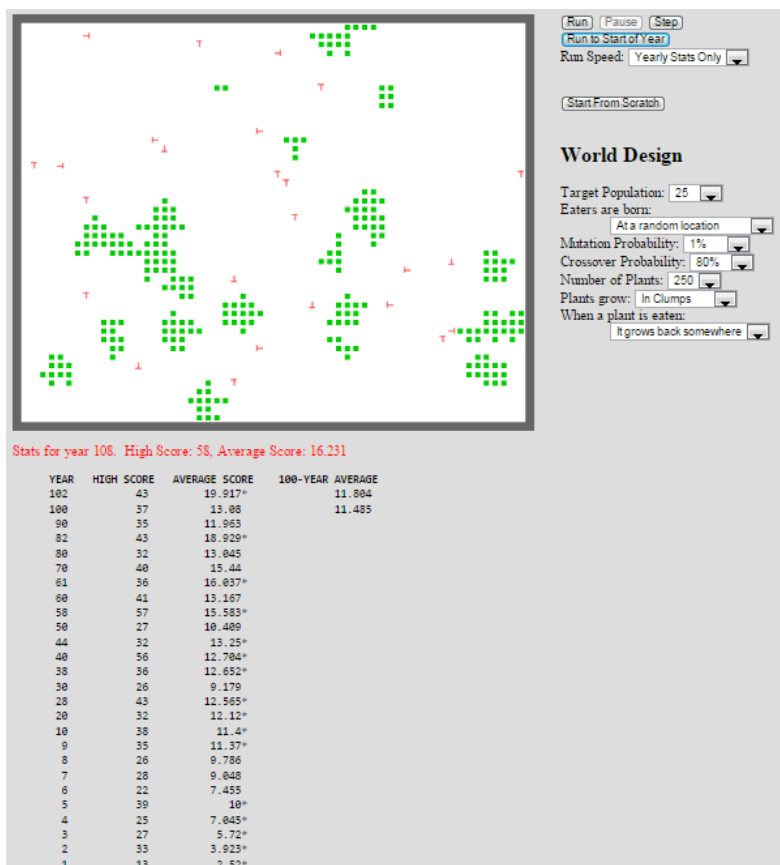
1. Przesunąć się do przodu o jedno pole;
2. Przesunąć się do tyłu o jedno pole;
3. Skręcić w miejscu o 90 stopni w lewo;
4. Skręcić w miejscu o 90 stopni w prawo.

Może również zmienić swój stan, poprzez zmianę liczby w pamięci. Jeśli próbuje się przenieść na ściany lub na pole zajęte przez innego Zjadacza, to nie będzie mógł się poruszać; jednak może zmienić swój stan. Jeśli wejdzie na pole zawierające rośliny, to zjada roślinę i zdobywa punkt. W zależności od ustawień w menu (**Kiedy roślina jest zjedzona** (*When a plant is eaten*), to: **odраста gdziekolwiek** (*It grows back somewhere*); **odраста w pobliżu** (*It grows back nearby*); **ginie** (*It's gone*)), roślina może natychmiast odrastać gdzieś indziej. Pod koniec roku przydatność Zjadaczy, to liczba zjedzonych roślin plus jeden (1 dodaje się, aby uniknąć sprawności równej zero).

Zachowanie Zjadacza jest całkowicie określone przez zbiór zasad, które mówią mu, co zrobić dla każdej możliwej kombinacji stanu i pozycji. Wszystko co robi Zjadacz, to podążanie za zasadami. Zasady

jednego Zjadacza różnią się od drugiego. W rzeczywistości, zasady Zjadacza, które całkowicie determinują jego zachowanie, stanowią genetyczne wyposażenie, które nazwiemy jego "chromosomem". Chromosom składa się z 64 zasad (po jednej dla każdej kombinacji z 16 stanów i jednej z 4 elementów czynności). Każda reguła określa dwie rzeczy: działanie i nowy stan. Chromosomy mogą być uznawane tylko jako lista ze 128 liczbami.

Oto, co dzieje się na końcu każdego roku: obliczona jest średnia sprawność obecnej populacji. Nowa populacja tworzona jest poprzez kopię Zjadaczy z obecnej populacji. Szansa skopiowania danego Zjadacza zależy od jego kondycji. Zjadacze, którzy mają sprawność znacznie poniżej średniej mogą nie być odtwarzane w ogóle (choć zawsze mają jakieś szanse na reprodukcję). Zjadacze o wysokiej sprawności mogą być kopiowane kilka razy. Następnie stosowane są zasady mutacji: każdy ze 128 numerów na każdym chromosomie ma szansę być przypadkowo zmieniony. Ta szansa wynosi domyślnie 1% i można ją zmienić w **Prawdopodobieństwo Mutacji** (*Mutation Probability*). Na koniec, przeprowadza się operację krzyżowania: pary Zjadaczy w nowej populacji są wybierane losowo i mogą ulec procesowi krzyżowania. To prawdopodobieństwo domyślnie wynosi 80% i jest sterowany przez menu **Prawdopodobieństwo Krzyżowania** (*Crossover Probability*). Krzyżowanie oznacza, że chromosomy wymieniają materiał genetyczny – losowo wybierana jest pozycja pomiędzy 1 a 128 i wszystkie dane w chromosomach z tej pozycji są zamienione między dwoma chromosomami. Zauważ, że domyślna częstość mutacji na poziomie 1% jest już dość wysoka – obniżenie stopy mutacji umożliwiłoby długoterminowo, bardziej stabilny rozwój. Po etapie reprodukcji, nowi Zjadacze umieszczani są w nowym świecie z nowym zestawem roślin, i zaczyna się nowy rok. Zjadacze są początkowo w stanie zerowym i stoją w przypadkowych kierunkach.



Średnia sprawność i najwyższa indywidualna przydatność z poprzedniego roku są wyświetlane poniżej "Świata Zjadaczy". Informacje są wyświetlane w tabeli co roku przez pierwsze 10 lat, co dziesiąty rok do 1000-go roku, a co 100-ty powyżej. Ponadto, jeśli nowy wysoki średni wynik został osiągnięty w danym roku, dane za ten rok są dodawane do tabeli, nawet kiedy powinny zostać pominięte. Nowe, wysokie, średnie wyniki są oznaczone gwiazdką. Po pierwszych 100 latach, pokazuje się również średnia ze średnich wyników z poprzednich 100 lat.

Różne aspekty świata są kontrolowane za pomocą różnych

ustawień. Prawdopodobieństwo Mutacji i Prawdopodobieństwo Krzyżowania zostały omówione powyżej. W przypadku wprowadzenia zmian w ustawieniach, stają się one obowiązujące przy pierwszej okazji. Na przykład, jeśli zmienisz ustawienia w **Rośliny rosną** (*Plants grow*), będzie to miało bezpośredni wpływ na miejsce, w którym rośliny będą odrastać po zjedzeniu (**w rzędach** (*In Rows*); **w kępkach** (*In Clumps*); **losowo** (*At Random*); **wzdłuż dolnej ściany** (*Along Bottom*); **wzdłuż krawędzi** (*Along Edges*)). Zmiany ustawień w **Docelowej Populacji** (*Target Population*), wejdzie w życie po zakończeniu bieżącego roku.

Wciskając **Zacznij od podstaw** (*Start from Scratch*) rozpoczniemy od nowej, losowo generowanej populacji Zjadaczy, przy użyciu bieżących ustawień. Wszystkie zebrane dane statystyczne z poprzedniego przebiegu zostaną odrzucone, a świat zacznie się od roku zerowego.

Dodatkowe oznaczenia

Zjadacze się rodzą (*Eaters are born*): **w pobliżu centrum** (*Near the center*);
w pobliżu lewego górnego rogu (*Near the upper-left corner*);
lokalizacja losowa (*At random location*);
na miejscu rodzica (*At a parent's location*).

Zadanie

Dobierz parametry populacji tak, aby w przeciągu 100 lat uzyskać jak najwyższą skuteczność Zjadaczy. Następnie przebadaj jej zachowanie na przestrzeni 1200 lat.