

WYDZIAŁ ARCHITEKTURY, BUDOWNICTWA   
I SZTUK STOSOWANYCH

**OPRACOWANIE GRY KOMPUTEROWEJ WYKORZYSTUJĄCEJ ALGORYTMY GENETYCZNE**

PRACA INŻYNIERSKA

PROMOTOR: AUTOR:

**dr inż. ŁUKASZ WALUSIAK ARTUR PILICHOWSKI**

KIERUNEK: informatyka

TRYB: studia niestacjonarne

NUMER ALBUMU:10256

KATOWICE, 2022

1. WSTĘP

1.1 Gry komputerowe

Gry pełnią przede wszystkim funkcję ludyczną (zapewniając rozrywkę zarówno uczestnikom jak i obserwatorom) i prezentacyjną (ukazując czy to sprawność fizyczną lub intelektualną uczestników). Choć stwierdzenie to wymagałoby dowodu (ang. proof), co mogłoby wiązać się z osobną pracą dyplomową, to nawet pobieżna obserwacja różnego rodzaju gier (od planszowych po różnorakie dyscypliny sportu) dostarczyłaby wielu dowodów (ang. evidence) zdających się je potwierdzać.

Nie inaczej jest w przypadku gier komputerowych, nawet u zarania ich istnienia, tj. w latach 40. i 50. XX wieku. Powstałe wówczas gry takie jak „Tennis for Two” z 1958 roku czy późniejszy „Spacewar” zdecydowanie nie były projektami komercyjnymi, jednak nadawały się do prezentacji działania ówczesnych komputerów publiczności niezaznajomionej z budową i działaniem komputerów ani skomplikowanymi obliczeniami przez nie wykonywanymi.

Współcześnie prezentacyjna funkcja gier komputerowych może być kojarzona z dążeniem do fotorealizmu grafiki 3D renderowanej w czasie rzeczywistym w wysokobudżetowych produkcjach, jednak nie wyczerpuje to dostępnych możliwości.

1.2 Algorytmy

Algorytm definiuje się jako ‘skończony ciąg jednoznacznych działań prowadzących do rozwiązania problemu należącego do danej klasy’ bądź ‘jednoznacznie zdefiniowaną procedurę obliczeniową, która dla otrzymanych danych wejściowych produkuje odpowiednie dane wyjściowe’ lub po prostu przepis na rozwiązanie danego problemu.

Algorytm zaimplementowany w programie komputerowym musi rozwiązywać problem w skończonym czasie i przy wykorzystaniu skończonych zasobów (głównie pamięci). Miarą kosztów jego działania jest złożoność obliczeniowa, odpowiednio: czasowa i pamięciowa, którą opisuje się jako funkcję rozmiaru danych wejściowych.

Dążenie do minimalizacji złożoności obliczeniowej przyczyniło się do opracowania różnorakich paradygmatów tworzenia algorytmów, takich jak metoda „dziel i zwyciężaj”, algorytmy zachłanne lub algorytmy genetyczne.

1.3 Algorytmy genetyczne

Algorytmy genetyczne są rodzajem heurystyki (lub metaheurystyką), inspirowanej biologicznymi procesami ewolucji i doboru naturalnego.

Ogólne działanie algorytmów genetycznych polega na wygenerowaniu zbioru potencjalnych rozwiązań (tzw. populacji) będącego podzbiorem wszystkich możliwych rozwiązań danego problemu, a następnie cyklicznemu przetwarzaniu go za pomocą operacji krzyżowania, mutacji i selekcji (operacje te są zwykle przynajmniej w pewnym stopniu losowe, stąd algorytmy genetyczne klasyfikuje się także jako algorytmy stochastyczne). Kolejne iteracje tych operacji (tzw. pokolenia) powinny powodować polepszenie średnich wyników w populacji.

Algorytmy genetyczne są stosowane w dziedzinach takich jak optymalizacja i przeszukiwanie, gdzie wykazują istotną przewagę nad tradycyjnymi algorytmami analitycznymi, dzięki wysokiej odporności, rozumianej jako równowaga między wydajnością a skutecznością, łatwości zastosowania do szerokiego spektrum problemów oraz niewrażliwości na pułapki stanowione przez rozwiązania pozorne (np. ekstrema lokalne w zadaniach optymalizacyjnych).

2. ZAŁOŻENIA I CEL PRACY

Celem niniejszej pracy jest implementacja algorytmu genetycznego wraz z funkcjonalnościami mającymi umożliwić śledzenie jego działania w trakcie wykonywania programu oraz gromadzić dane pozwalające na późniejszą analizę tegoż działania. Analiza ta powinna przynieść odpowiedź na pytanie: na ile zasadne jest użycie mechanizmu algorytmów genetycznych w taki sposób, jak w opisywanej tutaj aplikacji. Sama analiza jak i odpowiedź na wspomniane pytanie nie należą do zakresu niniejszej pracy.

2.1 Założenia

2.1.1 Mechanizm algorytmów genetycznych

Mechanizm algorytmów genetycznych, rozumianych jako rodzina algorytmów oparta o ideę doboru naturalnego i dziedziczności, posiada szereg elementów stałych, na czele z kluczowymi operacjami selekcji, krzyżowania i mutacji. Sposoby realizacji tych operacji (a także ich kolejność) mogą się jednak znacznie różnić, np. na skutek wymagań narzucanych przez rozwiązywany problem.

2.1.1.1 Tworzenie populacji

Pierwszym krokiem jest stworzenie populacji, czyli zbioru elementów zwanych osobnikami, z których każdy reprezentuje potencjalne rozwiązanie. Każdy osobnik posiada określony genom, czyli jeden lub więcej ciągów wartości odpowiadających (bezpośrednio lub w postaci zakodowanej) danym, z których składa się rozwiązanie. Dla przykładu: w przypadku problemu komiwojażera populacja zawierałaby różne cykle Hamiltona przedstawione jako ciągi wierzchołków lub krawędzi składających się na dany cykl, natomiast w przypadku problemu, którego rozwiązaniem jest pojedyncza wartość liczbowa, populacja może być zbiorem liczb przedstawionych w postaci binarnej, jako ciągi zero-jedynkowe. Niezależnie od przyjętej formy i postaci, populacja powinna być losowym podzbiorem przestrzeni rozwiązań danego problemu. Rozmiar populacji jest ustalany arbitralnie.

2.1.1.2 Selekcja

Selekcja, zwana także reprodukcją, jest procesem mającym na celu wyłonienie z aktualnej populacji najbardziej wartościowych osobników (najlepszych rozwiązań) przy jednoczesnym zapewnieniu różnorodności genetycznej populacji w następnym pokoleniu.

W pierwszej kolejności należy określić jakość każdego z aktualnie rozpatrywanych rozwiązań. Dla każdego z nich obliczana jest jego wartość za pomocą tzw. funkcji celu (zwanej też, w nawiązaniu do teorii ewolucji, funkcją przystosowania). Obliczenia te zazwyczaj uwzględniają wartości zapisane w genomie danego osobnika, ale postać funkcji celu jest zależna od rozwiązywanego problemu i formy, w jakiej zapisane są rozwiązania.

Następnie dokonywana jest selekcja na podstawie wartości osobników. Najprostszym sposobem jej realizacji jest metoda ruletki, czyli losowy wybór, w którym prawdopodobieństwo wybrania danego osobnika jest wprost proporcjonalne do jego wartości. Metoda ta jest wystarczająca do prawidłowego działania algorytmu, choć można ją wzbogacić o mechanizmy przeciwdziałające dominacji jednego z osobników lub zapewniające przetrwanie najlepszego z nich. Bez względu na wybraną metodę, wybrany osobnik zostaje dodany do nowego zbioru, który będzie stanowił następne pokolenie populacji lub podstawę dla jego utworzenia, jednocześnie pozostając w dotychczasowej populacji, co umożliwia jego ponowny wybór. Proces ten jest powtarzany do momentu osiągnięcia założonej liczebności nowego zbioru.

2.1.1.3 Krzyżowanie

W procesie krzyżowania dokonywana jest wymiana informacji genetycznej pomiędzy parami osobników z dotychczasowej populacji. Wymianie mogą podlegać losowe fragmenty genomu lub jego pojedyncze elementy (tzw. geny). Osobniki, które mają zostać skrzyżowanie, są również wybierane losowo, a po zakończeniu wymiany nie biorą udziału w dalszych iteracjach tego procesu. Operacja jest powtarzana dopóki w populacji występuje choć jedna para osobników nie poddanych krzyżowaniu.

2.1.1.4 Mutacja

Operacja mutacji polega na zmianie wartości losowych genów. Podobnie jak w naturze, prawdopodobieństwo zajścia takiej zmiany powinno być bardzo niskie.

2.1.2 Zastosowanie algorytmów genetycznych w grach komputerowych

Gry komputerowe nie są wymieniane wśród czołowych obszarów zastosowań algorytmów genetycznych, co może budzić zdziwienie, zważywszy na istnienie szeregu zagadnień w ramach tego medium, w których ukierunkowana losowość i adaptacyjność, charakterystyczne dla algorytmów genetycznych, wydają się być pożądane. Dotyczą one przede wszystkim dostosowania mechanik gry do działań graczy – czy to w celu zwiększenia realizmu interakcji, czy dla urozmaicenia rozgrywki – czego przykładem może być mechanika dynamicznego poziomu trudności.

Nie jest jednak oczywiste ani pewne czy algorytmy genetyczne zapewniają odpowiednie rozwiązanie w tych kwestiach. Jest to spowodowane kilkoma[?] czynnikami. [???]

2.1.2.1 [Zastosowanie – do jakich problemów się nadają?]

Nawet pobieżna analiza problemów, do rozwiązywania których używane są algorytmy genetyczne, pozwala na wyróżnienie kilku cech wspólnych, które sprzyjają a może nawet są konieczne [by dało się zastosować alg.gen.]

[o funkcji celu]

Wiele z nich opisane jest funkcją matematyczną, która może posłużyć za funkcję celu [dla alg.gen.]

[przykład] zadania optymalizacyjne – poszukiwanie ekstremum wspomnianej funkcji

[cechy funkcji celu] Pozwala ona na jednoznaczne przyporządkowanie wartości osobnika danej kombinacji jego genów. [Dlaczego to ważne?] Jest to istotne dla procesu znajdowania najlepszego rozwiązania – wprowadza element stałości i stabilizacji do tego silnie losowego procesu, ukierunkowuje poszukiwania.

[Jednoznaczność wynika ze „statyczności” problemu]

[…] rozumianej jako niezmienność danych opisujących problem i warunków determinujących rozwiązanie.

[O zastosowaniu w grach – problem interaktywności]

Interaktywność jest źródłem zmienności.

Działania gracze powodują zmianę stanu gry, co może być przeszkodą dla poprawnej pracy algorytmów genetycznych [mechanizmów opartych na AG…?], nawet jeśli [Przewidywalność zmiany? Predefiniowane stany?]

[Problem 2.: nieznany cel i brak ściśle zdefiniowanej metody oceny]

[Terminologia związana z grami i związek z pojęciami dotyczącymi algorytmów genetycznych]

[Uzasadnienie tematu]

[Wykorzystane technologie]

3. OPIS APLIKACJI