

Katowice, dnia 25.05.2016r

Dr hab. inż. Dariusz Badura
prof. Wyższej Szkoły Biznesu
Katedra Informatyki
Wyższa Szkoła Biznesu
w Dąbrowie Górniczej

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr Grzegorza Tadeusza Machnika p.t. „Algorytmy ewolucyjne w projektowaniu fraktalnych wzorów użytkowych”

W produkowanych obecnie towarach producenci przywiązują dużą wagę do wzornictwa, co wynika z oczekiwań współczesnego rynku. Wybór jakiego dokonuje klient oparty jest nie tylko o funkcjonalność produktu, ale także o wygląd charakteryzowany kształtem i zdobieniami. Poszukiwanie nowych coraz to oryginalniejszych wzorów prowadzi do stosowania narzędzi głównie informatycznych do tworzenia, utrwalania i realizacji grafiki na potrzeby wzornictwa. Nie można wyobrazić sobie dzisiaj realizacji nowych produktów bez stosowania systemów komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania (odpowiednio CAD i CAM). Narzędzia te w znacznej mierze odciążają projektanta od żmudnych elementów prac związanych z zaprojektowaniem nowego produktu i przygotowaniem go do produkcji. Tam, gdzie komputer może przyspieszyć etapy twórczego działania, a często realizować je bardziej precyzyjnie, przejmuje funkcje twórcy.

W ostatnich dwudziestu latach udział metod sztucznej inteligencji w rozwoju narzędzi informatycznych silnie wzrasta. Przeszukiwanie przestrzeni w celu znalezienia optymalnych lub quasi optymalnych rozwiązań dla produktów lub realizacji usług z ich wykorzystaniem jest już wręcz normą. Komputer wyposażony w narzędzia sztucznej inteligencji coraz śmieiej wypiera rolę umysłu twórcy. Dotyczy to nie tylko obszarów techniki ale również dziedzin artystycznych: muzyki i grafiki. Opisem stosowanym w grafice i muzyce są obecnie struktury fraktalne. Jednakże ocena estetyki utworów pozostaje nadal domeną umysłu człowieka. By więc skutecznie zautomatyzować proces wytwarzania wzorów użytkowych należałoby opracować skuteczną metodę oceny estetyki generowanych wzorców, zastępującą niezależną często subiektywną ocenę wydawaną przez człowieka.

Recenzowana praca dotyczy opisywanych wyżej zagadnień.

Problem naukowy rozprawy. Trafność i jasność jego sformułowania.

Autor wymienił dwa cele rozprawy: dostosowanie algorytmów genetycznych dla modyfikacji struktur fraktalnych oraz opracowanie metody oceny walorów estetycznych generowanych wzorów fraktalnych. Pierwszy cel jest wyjściowym zagadnieniem do zastosowania algorytmów ewolucyjnych w poszukiwaniu odpowiednich - „najlepszych” wzorów fraktalnych. Dostosowanie algorytmów ewolucyjnych, do których należy algorytm genetyczny, do wybranego problemu obejmuje zasady kodowania problemu, metody selekcji, krzyżowania i mutacji.

Zaprezentowana metoda oceny walorów estetycznych wzorów fraktalnych przeznaczona jest przede wszystkim do realizacji procesu selekcji rozwiązań. Stanowi więc wyróżniony element pierwszego celu pracy.

Teza pracy odnosi się do skuteczności stosowania algorytmów genetycznych do optymalnego wyboru wartości parametrów przekształceń wykorzystywanych do generowania estetycznych wzorów użytkowych. Teza zatem zakłada możliwość właściwego doboru parametrów algorytmów genetycznych, a przede wszystkim opracowania odpowiedniej funkcji oceny wzorów.

Rozwiązanie postawionego problemu. Użyte metody i ich ocena.

• Funkcja oceny, ocena estetyki

W celu wyznaczenia funkcji oceny, autor przeprowadził badania ankietowe polegające na prezentacji i ocenie 30 wzorów fraktalnych oraz dziewięciu pytań dotyczących cech charakterystycznych prezentowanych wzorów, aby określić, które z cech decydowały u respondentów o ocenie wzorców.

Funkcja oceny została przez autora opracowana z wykorzystaniem wielowymiarowej regresji liniowej. Na ocenę wpływają jedynie trzy parametry: wymiar pudełkowy, wartość szacująca symetrię wzoru oraz wartość charakteryzująca ostrość krawędzi wzoru.

• Dobór metod selekcji, krzyżowania, mutacji

Metody selekcji zastosowane w badaniach ograniczone zostały do selekcji z wykorzystaniem koła ruletki i metody opartej na rankingu. Metody krzyżowania autor zredukował do dwóch: krzyżowania wymieniającego i uśredniającego, dopasowując je jednocześnie do przyjętego formatu genomu. W pracy zastosowano metody mutacji binarnej i dziesiętnej.

Stosowana w eksperymentach strategia wyznaczania kolejnej populacji jest niejasno opisana. Trudno odczytać zastosowany model strategii. Autor dopuszcza tworzenie nowej populacji między innymi przez powielanie osobników, co tak naprawdę zwielokrotnia prawdopodobieństwo wylosowania osobnika. Autor nie precyzuje, czy osobniki z poprzedniej populacji są przenoszone do następnej, jeżeli tak to na jakiej zasadzie.

Kolejno opisane przeprowadzone przez autora eksperymenty miały na celu znalezienie najlepszych parametrów algorytmu genetycznego, w tym odpowiedniego doboru metod selekcji, krzyżowania i mutacji.

W opisie eksperymentu badania *losowości populacji początkowej*, komentarz jest niejasny. Ponadto, budzi wątpliwości przyjęcia ograniczenia eksperymentu do 100 iteracji, podczas gdy przy 100 iteracjach obserwowany jest ciągły wzrost funkcji oceny najlepszych osobników i średniej ze 100 populacji (rysunki 55 – 58).

W eksperymencie badania *operatora krzyżowania* dla krzyżowania nazywanego przez autora „uśredniającym” przerwano badania przy wzroście wartości funkcji oceny. Poza tym, dla lepszej oceny metod krzyżowania, warto byłoby sprawdzić również inne operatory krzyżowania.

W eksperymencie badania *operatora mutacji w badaniach* operatora „mutacji dziesiętnej” zmieniano jedynie prawdopodobieństwo. Wydaje się potrzebne zbadanie zakresu mutacji.

Eksperyment połączenia *obu operatorów krzyżowania i mutacji* uwzględniający dwa poprzednie badania wskazuje tendencje wzrostowe ocen w przebiegu kolejnych iteracji algorytmu genetycznego.

Kolejnym eksperymentem była obserwacja *zmian pojedynczej populacji* dla wzorca Gumowskiego-Miry. Celem tego eksperymentu była obserwacja zmian fenotypów w czasie działania algorytmu genetycznego.

W eksperymencie *oddzielne badania różnych typów systemów generowania fraktali* okazało się, że nie wszystkie systemy fraktalne są podatne na działanie algorytmu genetycznego. Przyczyną mogą być różne: nieskuteczność samego algorytmu, niewłaściwie dobrane kodowanie, niewłaściwy dobór operatorów genetycznych. Autor nie spróbował odpowiedzieć na to pytanie, pozostawiając ten obszar badań bez rozstrzygnięcia. Nie wskazał też dalszych kierunków prac, pomagających odpowiedzieć na problem uzasadnienia dla poszukiwania metod automatycznej generacji wzorców z wykorzystaniem algorytmów ewolucyjnych.

Tytuł rozprawy sugeruje zastosowanie algorytmów ewolucyjnych, które są pojęciem szerszym od algorytmów genetycznych do których odnosi się teza pracy. Oprócz algorytmów genetycznych istnieją inne algorytmy ewolucyjne np. strategie ewolucyjne bądź ewolucja różnicowa (ang. differential evolution).

Czy tematyka rozprawy jest aktualna lub dostatecznie ważna?

Z przeglądu literatury wynika, że tematyka pracy jest aktualna, a także, jak zaznaczyłem we wstępie do recenzji jest ważna ze względu na potrzeby komputerowego wsparcia procesu projektowania wzorów użytkowych.

Na czym polega oryginalny dorobek autora i jakie jest jego znaczenie dla nauki bądź techniki?

Oryginalny dorobek autora polega na opracowaniu metody oceny wzorów fraktalnych generowanych automatycznie oraz dostosowanie algorytmu genetycznego do wyznaczania użytkowych wzorów fraktalnych. Autor częściowo zahacza o strategie ewolucyjne. Ale mógłby poszerzyć swoje badania o inne metody ewolucyjne, co sugeruje tytuł rozprawy.

Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy autora i znajomości współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, którą dotyczy?

Praca pokrywa dwa obszary z zakresu informatyki: grafikę komputerową (struktury fraktalne) oraz metody sztucznej inteligencji. (algorytmy ewolucyjne). W obu tych obszarach autor wykazał dostateczną wiedzę. Nie do końca jednak jest ona odzwierciedlona w podanym spisie literatury. Na przykład z zakresu algorytmów ewolucyjnych autor powołuje się głównie na starsze pozycje w tym na „klasykę” w tym zakresie.

Wady i słabe strony rozprawy.

1. Słabą stroną pracy jest styl i ujęcie tematyki pracy. Styl wielu zdań jest niewłaściwy, przez co ich sensu czytelnik musi się domyślać.

2. W pracy powinien autor zastosować większy formalizm. Dotyczy to wyjaśniania, bądź definiowania pojęć, które w pracy mają często mało formalny charakter, raczej opisowy. Stąd trudno się domyślać na przykład jak autor rozumie selekcję rangową. (ponieważ oparta jest o ranking, zatem moim zdaniem powinna nosić nazwę rankingową). W pracy jest ona przedstawiona jako kontrpropozycja do takich metod selekcji jak koło ruletki bądź selekcja turniejowa. Natomiast metoda rankingu opiera się na liniowym bądź ekwipotencjalnym przydziale prawdopodobieństwa osobnikom populacji przed procesem selekcji opartym na wykorzystaniu rozkładzie prawdopodobieństwa osobników, np. w metodzie koła ruletki. W tradycyjnym podejściu to prawdopodobieństwo jest proporcjonalne do wartości funkcji oceny/przystosowania. W pracy pojęcie selekcji jest nazbyt wąsko potraktowane.
3. Błędne używanie nazw lub wprowadzanie własnych
Pojęcie *mutacji dziesiętnej* nie jest stosowane w literaturze. Z opisu wynika, że dotyczy ono mutacji wartości rzeczywistej, której przypisuje się pewne granice zmian. Uwaga ta dotyczy również takich pojęć jak *krzyżowanie uśredniające*, *krzyżowanie cyfrowe*.
4. Algorytm *krzyżowania uśredniającego* (nazwa autora - ang. intermediate recombination) jest słabo opisana. Powinna była być zapisana wzorem, zaś rysunek 44 może sugerować błędną jej interpretację. Warto zaznaczyć, iż istnieje kilka metod rekombinacji pośredniej.
5. *Krzyżowanie cyfrowe*. *Krzyżowanie-rekombinacja*. Krzyżowanie jest pojęciem pochodzącym z biologii jak i z tradycyjnych algorytmów genetycznych. Przy założeniu, że genem może być nie tylko bit, bądź wartość zbioru wielowartościowego, a nawet liczba rzeczywista, to krzyżowanie oznacza tylko przejście całej wartości rzeczywistej jednego z rodziców (rekombinacja dyskretna) – autor używa pojęcia krzyżowania wymieniającego. Zatem w złożonej postaci chromosomów, w których geny (wybrane lub wszystkie) przyjmować mogą wartości rzeczywiste mówimy o rekombinacji. Metod rekombinacji jest kilka, nie tylko „uśredniająca”: liniowa (ang. line recombination¹) i rozszerzona liniowa (ang. extended line recombination²). „Uśredniająca” nie jest właściwą nazwą – bo nie mamy do czynienia z uśrednianiem wartości, a przyjęciem wartości pośredniej z zakresu opisanego przez geny rodziców.

Podsumowanie oceny pracy doktorskiej

Wymienione zastrzeżenia nie wpływają na pozytywną ocenę recenzowanej rozprawy. Wyszczególnione powyżej oryginalne osiągnięcia autora stanowią istotny wkład w dziedzinę grafiki komputerowej z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji. Ponadto poziom merytoryczny rozprawy świadczy o tym, że autor posiadał umiejętność samodzielnego rozwiązywania postawionych sobie problemów naukowych.

¹ Mühlenbein, H. and Schlierkamp-Voosen, D.: Predictive Models for the Breeder Genetic Algorithm: I. Continuous Parameter Optimization. Evolutionary Computation, 1 (1), pp. 25-49, 1993.

² Mühlenbein, H.: The Breeder Genetic Algorithm - a provable optimal search algorithm and its application. Colloquium on Applications of Genetic Algorithms, IEE 94/067, London, 1994.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wymogi ustawy o tytułach i stopniach naukowych, i dlatego wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long tail, positioned in the upper right quadrant of the page.