



Kraków 2007-06-01

## **Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Anny Paszyńskiej pt. „Projektowanie wspomagane komputerowo a problemy zbieżności algorytmów genetycznych”**

### **1. Ogólna charakterystyka pracy**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Anny Paszyńskiej pt. „Projektowanie wspomagane komputerowo a problemy zbieżności algorytmów genetycznych” została zrealizowana pod kierunkiem dr hab. Ewy Grabskiej w Zakładzie Projektowania i Grafiki Komputerowej na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej. Praca stanowi obszerny manuskrypt o objętości 124 strony zawierający 54 rysunki i 8 tablic. Tekst pracy podzielono na 9 rozdziałów. Praca zawiera ponadto złożony ze 113 pozycji spis literatury.

Dysertacja dostarcza definicji dwóch nowych, genetycznych algorytmów optymalnego projektowania opartych na grafowym kodowaniu projektów. Autorka przeprowadziła również wnikliwą analizę formalną oraz testową swoich propozycji algorytmicznych.

Zadania naukowe, jakie zrealizowała Autorka w rozprawie scharakteryzować można następująco:

1. Opracowała część monograficzną zawierającą: charakterystyki reprezentacji obiektów trójwymiarowych ze szczególnym uwzględnieniem reprezentacji za pomocą prostopadłościanów z płaszczyzną tnącą oraz grafów hierarchicznych (rozdział 2); przegląd podstawowych technik optymalizacji genetycznej skupiony na algorytmach bazujących na kodach binarnych oraz programowaniu ewolucyjnym operującym na genotypach będących drzewami (rozdziały 3.1 – 3.5); przegląd wyników teoretycznych związanych z analizą algorytmów ewolucyjnych, eksponujący wyniki asymptotyczne dotyczące algorytmów z kodowaniem binarnym uzyskanych przy użyciu modelu Markowa oraz twierdzenia o schematach dla specjalnych przypadków programowania ewolucyjnego (rozdział 4).

2. Zdefiniowała dwa nowe genetyczne algorytmy optymalnego projektowania topologicznego, to znaczy takie, w których nie tylko kształty, ale również topologia projektu może ulegać zmianie w trakcie procesu optymalizacji (rozdziały 3.6.1, 3.6.2). W algorytmach tych projekt jest reprezentowany w postaci odpowiednio zdefiniowanego grafu reprezentacji. Populacje grafów ewoluują z wykorzystaniem specjalnie zdefiniowanych operatorów mutacji i krzyżowania, zachowujących przyjęte założenia strukturalne, co pozwala traktować rozwiązywany problem jako problem optymalizacji bez ograniczeń.
3. Skonstruowała markowowski model dynamiki zdefiniowanych algorytmów genetycznych oraz bazując na jego własnościach ergodycznych wykazała własność asymptotycznej gwarancji sukcesu tych algorytmów. Jednym z elementów niezbędnych dla wykazania dyskutowanej własności była konstrukcja i weryfikacja ergodyczności łańcuchów Markowa będących modelami dynamiki algorytmów genetycznych z kodowaniem binarnym i operatorami przesunięcia i permutacji. Całość wymienionych rozważań zawarto w rozdziałach 5 i 6 dysertacji. Drugim ważnym rezultatem teoretycznym dopełniającym analizy formalnej tych algorytmów jest twierdzenie charakteryzujące wydajność eksploatacji algorytmów optymalnego projektowania osiąganą w pojedynczym kroku ewolucji. Wynik ten bazuje na teorii schematów Poliego (rozdział 7).
4. Przy pomocy zdefiniowanych algorytmów i opracowanej komputerowej aplikacji przeprowadziła obliczenia testowe polegające na optymalizacji kształtu platformy polegający na minimalizacji masy (objętości) tej konstrukcji przy zachowaniu górnych ograniczeń na naprężenia, przy zadanym obciążeniu. Rozkład grubości oraz ilość składowych platformy oraz jej podpór mogła ulegać zmianie.

## 2. Ocena wyników naukowych pracy

Wyniki naukowe ocenianej dysertacji ułożone są w dziedzinie algorytmiki rozwiązywania problemów globalnej optymalizacji topologicznej. Problemy rozwiązywane w tej dziedzinie należą do najtrudniejszych w optymalizacji globalnej. Trudności tutaj występujące polegają nie tylko na typowej dla problemów globalnych wielomodalności i niskiej regularności funkcji celu, ale również na wielkiej wymiarowości, lub/i dużej komplikacji i braku silnych własności (topologicznych, wektorowych) przestrzeni, w której zanurzony jest zbiór rozwiązań dopuszczalnych.

Proponowane przez Autorkę algorytmy stanowią udany kompromis pomiędzy złożonością obliczeniową i pamięciową a stopniem komplikacji formalnej. Zaproponowana przez autorkę grafowa reprezentacja rozwiązania nie pozwala wprawdzie stworzyć przestrzeni rozwiązań o silnych własnościach liniowych i topologicznych (przestrzeni wektorowo-topologicznej), jednak skutkiem dobrze przemyślanej konstrukcji grafów topologii projektów uzyskano znaczne (jak się wydaje o kilka rzędów) zmniejszenie złożoności pamięciowej i w konsekwencji obliczeniowej w stosunku do standardowych reprezentacji parametrycznych odwzorowujących projekt na w przestrzeni wektorów o współrzędnych rzeczywistych. Jednocześnie przyjęte reprezentacje tworzą przestrzeń zamkniętą ze względu na stosowane operatory genetyczne mutacji i krzyżowania przy mało restryktywnych założeniach nieograniczających praktycznych zastosowań. Druga z opisanych własności przestrzeni rozwiązań pozwala traktować rozwiązywane

