

Poznań, 12.11.2014 r.

Dr hab. inż. Krzysztof Chmiel
Instytut Automatyki i Inżynierii Informatycznej
Politechnika Poznańska

Recenzja rozprawy doktorskiej
pana magistra inżyniera Roberta Rychcickiego zatytułowanej
„Hybrydyzacja metod optymalizacyjnych jako narzędzie
poprawy metod optymalizacji
i poszerzenia zbioru klas optymalizowanych funkcji”

1. Wstęp

Niniejsza recenzja została opracowana na wniosek Dziekana Wydziału Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, przedstawiony w piśmie z dnia 2.07.2014 r. informującym o powołaniu mnie w dniu 1.07.2014 r. przez Radę Wydziału Informatyki ZUT na recenzenta rozprawy doktorskiej pana magistra inżyniera Roberta Rychcickiego zatytułowanej „Hybrydyzacja metod optymalizacyjnych jako narzędzie poprawy metod optymalizacji i poszerzenia zbioru klas optymalizowanych funkcji”.

2. Struktura rozprawy

Rozprawa liczy 119 stron i składa się ze streszczenia (w języku angielskim), wprowadzenia (obejmującego uwagi wstępne i punkty od 0.1 do 0.5), czterech rozdziałów (numerowanych od 1 do 4), podziękowań, sześciu załączników (oznaczonych od A do F) oraz bibliografii zawierającej 64 pozycje.

Wprowadzenie rozpoczyna się uwagami ogólnymi (bez punktu) na temat przedmiotu dysertacji, wydajności procesorów, złożoności obliczeniowej i problemów optymalizacyjnych. W następujących po uwagach ogólnych punktach wprowadzenia przedstawiono tematykę rozprawy (punkt 0.1), cel i hipotezę pracy (punkt 0.2), genezę problemu (punkt 0.3), zarządzanie przebiegiem procesu optymalizacji (punkt 0.4) oraz strukturę pracy (punkt 0.5). Najbardziej rozbudowanym jest punkt 0.3 wprowadzenia, w którym między innymi przedstawiono problem plecakowy, jako przykład problemu optymalizacyjnego.

Rozdział 1 poświęcony jest metodom optymalizacji. Przedstawiono w nim przedmiot i metodykę badań (podrozdział 1.1), stan wiedzy (podrozdział 1.2), przegląd algorytmów (podrozdział 1.3) z opisem metod gradientowych i bezgradientowych (punkt 1.3.1), metody Rosenbrocka (punkt 1.3.2), algorytmów genetycznych (punkt 1.3.3), metod losowych i pseudolosowych (punkt 1.3.4) oraz hybrydowe procedury optymalizacji – HPO (podrozdział

1.4) z opisem historii badań HPO (punkt 1.4.1) i uzasadnieniem dla integrowania metod optymalizacji w hybrydę (punkt 1.4.2).

Rozdział 2 dotyczy badania hybrydy szeregowej. Przedstawiono w nim podstawowe rodzaje HPO (podrozdział 2.1) z opisem wariantu szeregowego (punkt 2.1.1), równoległego (punkt 2.1.2) i szeregowo-równoległego (punkt 2.1.3), schemat badań (podrozdział 2.2), dobór danych doświadczalnych (podrozdział 2.3) z opisem funkcji testowych Rosenbrocka (punkt 2.3.1), Shekela (punkt 2.3.2), Rastrigina (punkt 2.3.3), Schwefela (punkt 2.3.4), Ackley'a (punkt 2.3.5) i innych (punkt 2.3.6) oraz weryfikację skuteczności metody (podrozdział 2.4) z definicją wariantu szeregowego (punkt 2.4.1), jego opisem (punkt 2.4.2) i analizą wyników (punkt 2.4.3).

Rozdział 3 poświęcono badaniu problemów optymalizacyjnych. Przedstawiono w nim zarządzanie procesem optymalizacji (podrozdział 3.1) z opisem sterowania (punkt 3.1.1), modułu "Schedulera" (punkt 3.1.2), modułu "Ewaluatora" (punkt 3.1.3), modułu "Profiler" (punkt 3.1.4), cech metaoptymalizacyjnych (punkt 3.1.5), badania hybrydy rozproszonej (punkt 3.1.6), określenie postaci ogólnej HPO (podrozdział 3.2) z opisem narzędzia badawczego (punkt 3.2.1), modelowania wariantów HPO (punkt 3.2.2), synchronizacji obliczeń (punkt 3.2.3), analizy metadanych (punkt 3.2.4), model portfela inwestycyjnego (podrozdział 3.3) z opisem rozwiązania rzeczywistego (punkt 3.3.1), rozwiązania suboptymalnego (punkt 3.3.2), rozwiązania analitycznego (punkt 3.3.3), testowanie skuteczności HPO na problemie portfela inwestycyjnego (podrozdział 3.4) z opisem szablonu wyników (punkt 3.4.1), przypadków charakterystycznych (punkt 3.4.2), problem komiwojażera – TSP (podrozdział 3.5) z opisem problemu TSP (punkt 3.5.1), konwersji problemów klasy NP (punkt 3.5.2), algorytmów heurystycznych i optymalizacyjnych (punkt 3.5.3), eliminacji przecięć (punkt 3.5.4), analizy porównawczej (punkt 3.5.5) i rankingu metod (punkt 3.5.6).

Rozdział 4 zawiera wyniki i wnioski. Przedstawiono w nim wyniki dotyczące funkcji testowych (podrozdział 4.1), wnioski z rozwiązania problemu portfela inwestycyjnego (podrozdział 4.2) i podsumowanie (podrozdział 4.3).

Załączniki zawierają obliczone wartości funkcji testowych (załącznik A), skuteczność osiągnięcia ekstremum funkcji testowych dla zadanego kryterium dokładności (załącznik B), liczbę kroków wymaganych do osiągnięcia zadanego otoczenia minimum globalnego funkcji testowych (załącznik C), porównanie wyników działania algorytmów rozwiązujących euklidesowy problem komiwojażera – ETSP (załącznik D), słowniczek pojęć (załącznik E) oraz wykaz skrótów i oznaczeń (załącznik F).

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Problematyka recenzowanej rozprawy jest nie tylko aktualna, ale nabiera coraz większego znaczenia. Dotyczy konstruowania efektywnych, uniwersalnych algorytmów optymalizacyjnych. Wprawdzie idea hybrydowych algorytmów optymalizacyjnych powstała w latach 60-tych ubiegłego wieku, ale wraz ze wzrostem rozmiaru wymagających

optymalizacji zadań, szybszym od tempa wzrostu możliwości obliczeniowych, rosła oczekiwania co do skuteczności algorytmów optymalizacyjnych.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy należą:

1. Konstrukcja hybrydy szeregowej i badanie jej skuteczności na funkcjach testowych

Hybryda szeregową złożoną jest z trzech następujących po sobie stopni: metody stochastycznej (Monte Carlo), metody genetycznej z selekcją turniejową i metody Rosenbrocka z obrotem współrzędnych według Gramma-Schmidta. Przełączanie stopni następuje po około 1/3 i 2/3 założonej sumarycznej liczby iteracji. Badania przeprowadzono na funkcjach testowych Rosenbrocka (5 zmiennych), De Jonga 1 (2, 5 i 9 zmiennych), Martin-Goody (2 zmienne), Shekela (2 zmienne), Rastrigina (2 i 3 zmienne), Schwefela (2 zmienne) oraz Ackley'a (2 i 4 zmienne). Wyniki potwierdzające skuteczność hybrydy szeregowej na tle metod składowych przedstawiono na rysunku 2.13 (str. 50), na wykresie 2.1 (str. 54) oraz w załącznikach A, B i C.

2. Badanie skuteczności hybrydy szeregowej na problemie portfela inwestycyjnego

Hybryda szeregową zastosowaną została także do rozwiązania praktycznego problemu portfela inwestycyjnego, o modelu zgodnym z teorią Markowitza. W badaniach wykorzystano pełną bazę notowań ciągłych Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie, z lat 2007, 2008 i 2009. Wyniki potwierdzające skuteczność hybrydy szeregowej w porównaniu z metodą analityczną, opartą na mnożnikach Lagrange'a, przedstawiono w tabelach od 3.1 do 3.5 (str. 87-89).

3. Konstrukcja i badanie skuteczności hybrydy równoległej dla euklidesowego problemu komiwojażera

Hybryda równoległa zastosowana do rozwiązania euklidesowego problemu komiwojażera (ETSP) złożona jest z sześciu równoległe wykonywanych metod – trzech heurystycznych i trzech aproksymacyjnych. Jako metody heurystyczne wybrano algorytm genetyczny, algorytm immunologiczny i algorytm mrówkowy. Jako metody aproksymacyjne wybrano algorytm oparty o budowę minimalnego drzewa rozpinającego (algorytm MST), algorytm najbliższego sąsiada i algorytm najbliższego wstawienia. Przygotowano specjalny zestaw 20 testów o liczbie miast w zakresie od 29 (miasta Sahary Zachodniej) do 10698 (miasta Finlandii). Wyniki potwierdzające skuteczność hybrydy równoległej na tle metod składowych przedstawiono na rysunkach 3.18 i 3.19 (str. 95) oraz w załączniku D. Na podstawie wyników sporządzono ranking algorytmów rozwiązujących problem ETSP, przedstawiony w tabeli 3.6 (str. 96). W tabeli tej podano również złożoność czasową algorytmów i ograniczenie teoretyczne dla metod aproksymacyjnych.

4. Projekt menedżera optymalizacji

Menedżer optymalizacji zarządza procesem optymalizacji zgodnie z modelem procedury hybrydowej, a więc między innymi steruje następstwem metod składowych czy też równoległym ich wykonywaniem. Pozwala również na metaoptymalizację rozumianą jako dostrajanie parametrów metod składowych. W strukturze menedżera optymalizacji, przedstawionej na rysunku 3.2 (str. 60), wyodrębniono moduły "Schedulera", "Ewaluatora" i "Profilera", współpracujące z bazą reguł decyzyjnych metaoptymalizacji. Moduł "Schedulera" (rys. 3.4) odpowiedzialny jest za alokację zasobów dla metod składowych. Moduł "Ewaluatora" (rys. 3.5) realizuje obliczenia numeryczne, głównie wartości funkcji celu. Moduł "Profilera" (rys. 3.6) przygotowuje dane potrzebne do modyfikacji bazy reguł decyzyjnych metaoptymalizacji oraz dokumentuje przebieg procesu optymalizacji. Celem dalszej rozbudowy projektu menedżera optymalizacji może być obsługa tzw. hybrydy rozproszonej (rys. 3.9).

5. Opracowanie aplikacji konstruktora hybryd

Konstruktor hybryd służy do graficznego łączenia algorytmów optymalizacyjnych w hybrydę szeregową (rys. 3.12), równoległą (rys. 3.13) lub szeregowo-równoległą (rys. 3.14). Do elementów konstrukcyjnych należą metoda Monte-Carlo, metoda genetyczna, metoda Rosenbrocka, metoda gradientowa, multiplekser zbiorów funkcji, synchronizator, blok końcowy oraz różne funkcje testowe (celu). Parametry metod są właściwościami odpowiadających im bloków (obiektów). Konstruktor hybryd umożliwia także wyświetlenie powierzchni funkcji celu (rys. 3.16). Stanowi użyteczne i elastyczne narzędzie programistyczne – pozwala na dołączanie nowych elementów konstrukcyjnych, w tym metod optymalizacji i funkcji celu.

Za wartościowe w rozprawie uważam również:

- opis stanu wiedzy w świetle literatury przedmiotu (str. 19-20),
- przegląd algorytmów i metod optymalizacji (str. 21-22),
- opis metody Rosenbrocka (str. 23-27),
- opis historii badań HPO (str. 31-33),
- opis doboru danych doświadczalnych - funkcji celu (str. 43-48),
- opis problemu portfela inwestycyjnego i rozwiązania analitycznego (str. 80-85).

Pytania szczegółowe dotyczące rozprawy:

1. Dlaczego na rysunku 2.13 (str. 50) metoda hybrydowa (hybryda szeregową) w zakresie pierwszego stopnia (tj. metody stochastycznej) jest lepsza od metody stochastycznej i odpowiadający jej wykres jest podobny do wykresu metody Rosenbrocka?

Na stronie 52 napisano, że trajektoria metody hybrydowej jest podobna w zakresie pierwszego stopnia do metody stochastycznej, w zakresie drugiego stopnia do metody genetycznej, a w zakresie trzeciego stopnia do metody Rosenbrocka.

2. Dlaczego na wykresie 2.1 (str. 54) metoda hybrydowa (hybryda szeregową) jest wyraźnie skuteczniejsza od metod składowych dla 3 funkcji, tj. Rastrigina (2 zm.), SumPower (2 zm.) i Ackley'a (2 zm.), a dla pozostałych funkcji nie?

Na stronie 104 w dodatku B napisano, że rezultatem jest odsetek przypadków, w których osiągnięto zadaną dokładność dla 20 badań. Na wykresie 2.1 nie podano jakiej dokładności ten wykres dotyczy (jest w tekście), a podano błędną informację, że 100% oznacza osiągnięcie ekstremum. Być może 20 badań to zbyt mało do wyciągnięcia wniosków.

3. Dlaczego na wykresie 3.19 (str. 95) metoda hybrydowa (hybryda równoległa) jest lepsza od metod składowych w zakresie liczby miast od 7000 do 8000, a wyraźnie od nich gorsza w większym zakresie od 5000 do 7000?

Na wykresie 3.19, począwszy od 4000 miast, wszystkie algorytmy (oprócz MST) osiągają zbliżoną wielokrotność trasy optymalnej, a w całym zakresie ta wielokrotność nie przekracza wartości 1.3. W tabeli 3.6 (str. 96), z rankingiem, algorytm hybrydowy osiąga wielokrotność 1.2, a inne 1.3 lub więcej. Nie podano dla jakiej liczby miast i jakiej liczby iteracji sporządzono ranking. Moim zdaniem nie ma podstaw by uznać algorytm hybrydowy za lepszy od metod składowych.

Najważniejsze uwagi krytyczne o rozprawie:

1. Skuteczność hybrydy szeregową była do przewidzenia

W ogólności wynik metody stochastycznej musi być poprawiony przez metodę genetyczną, a wynik metody genetycznej musi być poprawiony przez metodę Rosenbrocka. Konstrukcja trzystopniowej hybrydy szeregową tego samego typu została przedstawiona w pracy doktorskiej pana doktora inżyniera Michała Twardochleba z 2005 roku (pozycja 56 spisu literatury). W recenzowanej rozprawie wybrano zatem algorytmy składowe takiej konstrukcji i potwierdzono jej skuteczność na funkcjach testowych i problemie portfela inwestycyjnego.

2. Skuteczność hybrydy równoległej nie została wykazana

Hybryda równoległa zastosowana została w przypadku euklidesowego problemu komiwojażera (ETSP). Jak napisano na stronie 93 rozprawy, informacje o sześciu algorytmach składowych (wymienionych w rozprawie), ich implementacji i konfiguracji dla zadania ETSP można znaleźć w pracy magisterskiej (R. Rychcicki, 2014). Napisano również, że wykorzystano hybrydę równoległą bez dodatkowych modyfikacji na potrzeby zadania. Być może właśnie to jest przyczyną, że hybryda równoległa nie okazała się lepsza od jej metod składowych (uzasadnienie w komentarzu do pytania szczegółowego numer 3).

3. Mała rola konstruktora hybryd i menedżera optymalizacji w eksperymentach

Hybryda szeregową odpowiada w programie komputerowym sekwencji wywołań odpowiednich algorytmów (procedur), a funkcja celu może być ich parametrem.

Możliwość graficznego ustalania sekwencji wywołań i określania parametru w konstruktorze hybryd jest atrakcyjna, ale nie jest wiele szybsza. To samo dotyczy zmiany kolejności wywołań algorytmów (co w rozważanym przypadku nie ma większego sensu). Podobnie jest z realizacją hybrydy równoległej w programie sekwencyjnym. Zaawansowane możliwości menedżera optymalizacji nie były wykorzystywane w hybrydzie szeregowej, gdzie każdemu stopniowi przydzielano około 1/3 sumarycznej liczby iteracji. W hybrydzie równoległej prawdopodobnie również nie (brak informacji w rozprawie).

4. Brak możliwości weryfikacji wyników eksperymentów

Nie przedstawiono w rozprawie algorytmów składowych hybrydy szeregowej, ani wartości parametrów, przy których przeprowadzono eksperymenty. Nie jest więc możliwe potwierdzenie wyników uzyskanych w rozprawie dla badanych funkcji testowych i danych giełdowych, które są dostępne. W przypadku euklidesowego problemu komiwojażera dla potrzeb rozprawy przygotowano autorski zestaw 20 zbiorów miast. Gdyby jednak przedstawiono w rozprawie stosowane algorytmy, ich parametry i sposób działania hybrydy równoległej, to możliwa by była weryfikacja prezentowanych wyników i rankingu metod.

5. Brak informacji o nakładzie pracy Autora dla potrzeb rozprawy

W odniesieniu do hybrydy szeregowej nie podano w rozprawie informacji czy korzystano z gotowych implementacji algorytmów składowych czy własnych implementacji, przygotowanych specjalnie dla potrzeb rozprawy. Brak takiej informacji także odnośnie implementacji funkcji testowych. Nie wiadomo też czy aplikacja konstruktora hybryd jest autorska czy współautorska. Nie podano także czy menedżer optymalizacji został zaimplementowany, a jeśli tak to w jakim zakresie i czy jest to implementacja własna. Brak również dokładnej informacji o udziale Autora we współautorskich badaniach skuteczności hybrydy szeregowej na problemie portfela inwestycyjnego. Odnośnie implementacji hybrydy równoległej i jej algorytmów składowych jest odwołanie do pracy magisterskiej (R. Rychcicki, 2014). Brakuje informacji czy korzystano z gotowych implementacji algorytmów składowych czy własnych.

4. Ocena redakcji rozprawy

Rozprawa pod względem redakcji posiada wiele pozytywnych, godnych podkreślenia cech. Jest napisana dobrym językiem. Ma wyodrębnione, numerowane podrozdziały, a w wielu z nich wyodrębnione, numerowane punkty – jest strukturalnie zorganizowana. Tekst podzielony jest na logicznie wyodrębnione akapity, a w wielu miejscach stosowane jest wypunktowanie – jest czytelny (rozprawa nie). Rozprawa jest także bogato ilustrowana – zawiera 40 rysunków, 11 tabel i 8 wykresów. Formuły z reguły są numerowane. Posiada ozdobne streszczenie i podziękowania (ukryte na stronie 101). Główne wyniki eksperymentów przedstawione są w tekście, a wyniki szczegółowe w załącznikach (od A do

D). Wyposażona jest w słowniczek pojęć (załącznik E) i indeks (załącznik F). Ma bogatą bibliografię (64 pozycje) i liczne do niej odwołania w tekście.

Za uchybienia redakcyjne w rozprawie uważam:

1. Traktowanie wprowadzenia jako rozdziału zerowego. Wprowadzeniu nie przypisano numeru, ale punkty wprowadzenia numerowane są od 0.1 do 0.5. Obecność rozdziału zerowego sprawia wrażenie, że został on dopisany po ukończeniu pracy i nie zadano sobie trudu przenieumerowania rozdziałów.
2. Obecność tzw. wiszących tekstów, tj. bez numeracji, na początku rozdziału z numerowanymi podrozdziałami. Wiszący tekst występuje we wprowadzeniu, a nie występuje w rozdziałach od 1 do 4. Występuje też na przykład w podrozdziałach 2.1 i 2.3, a nie występuje w podrozdziale 2.4.
3. Obecność bardzo krótkich podrozdziałów. Np. podrozdział 2.2 zajmuje pół strony wobec 7 stron podrozdziału 2.1 i 8 stron podrozdziału 2.3. Punkt 2.3.6 zawiera 4 linie tekstu. Uważam, że nie ma racji bytu.
4. Obecność mało czytelnych nagłówków. Np. załącznik A ma nagłówek "Obliczone wartości funkcji dla hybrydy szeregowej". Załącznik B ma nagłówek "Skuteczność osiągnięcia ekstremum", choć dotyczy także hybrydy szeregowej. Podobnie jest z załącznikiem C. Istotne jest to, że załącznik D nie dotyczy hybrydy szeregowej. Czego dotyczy załącznik D nie wiadomo. W nagłówku jest mowa o problemie TSP, a w rzeczywistości dotyczy problemu ETSP, czyli euklidesowej wersji problemu komiwojażera. Skrót ETSP wprowadzono w tekście podrozdziału 3.5.2 (str. 92). Nie wiadomo więc czego dotyczą wykresy załącznika D, podobnie jak wykresy 3.18 i 3.19 (str. 95). Co ciekawe, ranking metod w tabeli 3.6 (str. 96) dotyczy ETSP w tekście na tej samej stronie, a TSP w nagłówku tabeli.
5. Obecność nieobjaśnionych wykresów. Np. na wykresach w załączniku D występują serie punktów i krzywe dla dwóch wariantów każdego algorytmu: wariantu podstawowego i wariantu ulepszanego oznaczonego symbolem "+" (np. MST i MST+). W punkcie 3.5.5, gdzie jest odesłanie do załącznika D (str. 94), nie ma o tym mowy. Punkt 3.5.4, na tej samej stronie, dotyczy eliminacji przecięć. Należy się więc domyślać, że ulepszony wariant zawiera eliminację przecięć. Nie wiadomo jednak czy wykresy 3.18 i 3.19 (str. 95) dotyczą wariantów podstawowych czy ulepszonych (w legendzie obu wykresów występuje algorytm MST).
6. Obecność nieobjaśnionych formuł. Np. w formule (0.1), na stronie 11, nie objaśniono symboli v_i oraz w_i . Formuła występuje w definicji problemu plecakowego. W rezultacie nie podano definicji problemu plecakowego, a poświęcono mu całą stronę. Miał to być dla czytelnika przykład problemu optymalizacyjnego. Podobnie jest w formule (2.2) w definicji funkcji Shekela (str. 45). Nie jest objaśniona zmienna d , a objaśnione m w formule nie występuje. W nienumerowanej formule poniżej znajduje się nieobjaśnione a_i . W formule (3.15) na stronie 93 litera C oznacza raczej koszt rozwiązania, a nie samo rozwiązanie, np. długość trasy, a nie sekwencję miast w problemie ETSP. Symbol ρ w tej formule nie jest objaśniony.

7. Obecność niekonsekwentnych oznaczeń. Np. w punkcie 3.1.2 (str. 23) przy opisie metody Rosenbrocka: współczynniki korekcyjne a i b raz są pisane bez kursywy, innym razem kursywą (np str. 26), a na rysunku 1.1 występują jako α i β (na rysunku 1.1 występują też nieobjaśnione, bez kursywy F_0 i F , a także angielskie "Yes" obok polskiego "Tak"). Z kursywą i bez kursywy pisane są też zmienne: S_1 .. S_n , x_0 , e i niektóre liczby.
8. Obecność trudnych i łatwych do przeoczenia błędów, w tym językowych. Np. w punkcie 2.3.6 (str. 49) znajduje się zdanie "Informacje o pozostałych użytych funkcjach zawiera Obliczone wartości funkcji dla hybrydy szeregowej", a w punkcie 2.4.3 (str. 54) mamy zdanie "Szczegółowe tabelaryczne zestawienia zawiera Obliczone wartości funkcji dla hybrydy szeregowej". Jest to odesłanie do załącznika A. W streszczeniu (str. 3-4) występuje "remains" zamiast "remained" i "that" zamiast "than". Na stronie 8 występuje "wielowymiarowych" zamiast "wielowymiarowym", na stronie 24 występuje "e" zamiast "e_j", na stronie 31 występuje błędne odwołanie do podrozdziału 0.2, na stronie 32 występuje "sposób" zamiast "sposobu", na stronie 59 występuje "da" zamiast "do" oraz błędne odwołanie do podrozdziału 3.1.2, na stronach 63 i 64 występuje "Schedulera" zamiast "Profilera", na stronie 66 występuje "met-optymalizację" zamiast "metaoptymalizację", na stronie 80 występuje odwołanie "podrozdział Rozdział 2" zamiast chyba "podrozdział 2.4.2" (bardzo niefortunny błąd), na stronie 83 występuje "Lagrange" zamiast "Lagrange'a", na stronie 87 występuje "na czerwono oznaczone zostały" w odniesieniu do czarno-białej tabeli 3.1, na stronie 90 występuje "NP" zamiast "NP-trudnych" w cytacie zajmującym pół strony (długi cytat występuje też w pierwszym akapicie strony 92), na stronie 91 dwukrotnie występuje "e" zamiast "ε", na stronie 92 występuje "waga" zamiast "wadze", na stronie 93 występuje "P!=NP" zamiast "P≠NP", na stronie 93 występuje też "Badaniu został również algorytm" zamiast "Badaniu został poddany również algorytm", na stronie 99 występuje "rozwiązać" zamiast "rozwiązań", na stronie 102 występuje "pozowała" zamiast "pozwala", na stronie 119 występuje "brak miejsca".

5. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa ma charakter konstrukcyjno-eksperymentalny. Część konstrukcyjna dotyczy budowy menedżera optymalizacji. Zaproponowano jego strukturę i określono zadania bloków funkcjonalnych. Menedżer optymalizacji ma sterować współpracą metod składowych hybrydowego algorytmu optymalizacyjnego i dostrajać ich parametry. W rozprawie rozważa się wiele sposobów jego ingerencji w proces obliczeń, ale nie podaje się kiedy jaki stosować.

W części eksperymentalnej porównuje się skuteczność algorytmów hybrydowych i ich metod składowych, w zastosowaniu do funkcji testowych, problemu portfela inwestycyjnego i euklidesowego problemu komiwojażera. Uzyskane wyniki są lepsze w przypadku algorytmów hybrydowych, ale nie są obiecujące.

Redakcja rozprawy nie jest staranna. Występują liczne błędy i brak precyzji, także matematycznej. Brakuje wielu informacji. Jest jednak również dużo dobrych cech. Moja generalna ocena redakcji rozprawy jest pozytywna.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska pana magistra inżyniera Roberta Rychcickiego zatytułowana „Hybrydyzacja metod optymalizacyjnych jako narzędzie poprawy metod optymalizacji i poszerzenia zbioru klas optymalizowanych funkcji” spełnia, w stopniu dostatecznym, wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595).

.....
Krzysztof Chmiel