

UNIwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego
w Warszawie

Wydział Matematyczno-Przyrodniczy
Szkoła Nauk Ścisłych

Hari Seldon

Nr alb.: 123456

Kierunek studiów: informatyka

Temat pracy magisterskiej która zajęła dużo czasu
ale była tego warta

Praca magisterska wykonana
pod kierunkiem naukowym
Prof. UKSW, dr hab. inż. Yugo Amaryl

Warszawa, 2016

Tekst na prawach manuskryptu. Ostatnia aktualizacja: 29 września 2016 r.

Uwaga: nie jest to oficjalny dokument Wydziału Matematyczno Przyrodniczego. Szkoła Nauk Ścisłych UKSW. Nie definiuje on wymagań co do formy i treści prac dyplomowych składanych na tym Wydziale.

Krzysztof Trojanowski

Przed spisami treści a tuż za kartką ze stroną tytułową należy wkleić kartkę zawierającą oświadczenie o autorze pracy dyplomowej. Treść i format tego oświadczenia jest szczegółowo podany na stronie [www Działu Kształcenia UKSW](http://www.DziałuKształceniaUKSW) w zakładce "Dokumentacja przebiegu studiów"¹ w sekcji 6. "Archiwizacja prac dyplomowych (APD)".

¹ <http://ksztalcenie.uksw.edu.pl/content/dokumentacja-przebiegu-studiow>

Spis treści

Spis rysunków	4
Spis tabel	5
Spis algorytmów	6
Wykaz stosowanych oznaczeń	7
Wstęp	8
Rozdział 1. Zdefiniowanie problemu badawczego	11
Rozdział 2. Przyjęte postępowanie	12
Rozdział 3. Metodologia badań	14
Rozdział 4. Wyniki	16
Podsumowanie	17
Bibliografia	18
Dodatek A – Opis Klas	19

Spis rysunków

Spis tabel

3.1. Wybrane funkcje testowe	15
--	----

Spis algorytmów

1	Algorytm Ewolucji Różnicowej	12
---	--	----

Wykaz stosowanych oznaczeń

R Zbiór liczb rzeczywistych.

R^n Zbiór punktów o n współrzędnych rzeczywistych.

n Liczba wymiarów przestrzeni (liczba argumentów funkcji celu).

Wstęp

We wstępie pracy należy umieścić następujące informacje:

1. **misja** — uzasadnienie, dlaczego tematyka pracy była warta poświęconej jej uwagi, podanie przykładów praktycznych sytuacji, gdzie ujawniłby się pożytek z zastosowania wiedzy prezentowanej w pracy (*co najmniej jeden akapit*).
2. **dziedzina** — po zasygnalizowaniu misji dobrze jest napisać parę zdań przybliżających recenzentowi tę dziedzinę wiedzy, w której mieści się tematyka pracy. To musi być pisane już z myślą o następnym fragmencie, tj. powinno wprowadzać recenzenta do zbioru zagadnień i związanych z nimi określeń, które pojawią się w następnym podpunkcie.
3. **hipoteza badawcza** — wyraźnie zamknięty w formie jednego akapitu fragment, określający w bardzo precyzyjny sposób co planowano wykazać w pracy. Ten tekst będzie czytany przez recenzenta wielokrotnie, kiedy będzie się zastanawiał po przeczytaniu całości, czy może on z czystym sumieniem stwierdzić w recenzji, że autorowi udało się wykazać prawdziwość postawionej hipotezy. Dlatego tutaj należy ważyć każde słowo. Hipotezę badawczą w zależności od rodzaju pracy jest:
 - **dla badań eksperymentalnych** — teza, której potwierdzenie lub zaprzeczenie przyniosą wyniki eksperymentalne,
 - **dla badań teoretycznych** — teza, której potwierdzenie lub zaprzeczenie przyniesie analiza przeprowadzona w pracy (dowody, lematy, etc),
 - **dla implementacji systemu lub programu komputerowego** — specyfikacja systemu ze wskazaniem, na czym polega nowatorstwo (wtedy opis wyniku obejmuje m.in. instrukcję obsługi programu, przykłady użycia, wyniki testów obciążeniowych – o ile to możliwe)
 - **dla porównania systemów komputerowych, metod programowania czy projektowania lub algorytmów** — wykazanie przewagi jednego nad drugim,
 - **dla zastosowania systemu komputerowego, metody bądź algorytmu do rozwiązania zadania praktycznego** — wykazanie, że system nadaje się do rozwiązania określonego zadania.
4. **cele prowadzące do wykazania prawdziwości hipotezy** — szeroki opis celów pracy (może być ich więcej niż jeden). Jest to opis dość swobodny, rysuje ramy pracy, tj. objaśnia, co było niezbędne do wykonania, aby udało się zweryfikować prawdziwość postawionej hipotezy. Lokuje wykonaną pracę w kontekście dziedziny (coś o tym, że *dziedzina jest szeroka, a autor pracy skupił się na jej pewnym niewielkim, ale ważnym fragmencie*). W przypadku pracy, w której była część eksperymentalna, objaśnia też,

jaką przyjęto metodologię badań. Dla pracy, która polegała na zaimplementowaniu serwisu internetowego, lub innego programu o charakterze usługi, należy opisać jaką metodą weryfikowano poprawność działania serwisu po zakończeniu jego budowy.

5. **zakres pracy** — omawia zakres, w ramach którego zajęto się wykazywaniem hipotezy badawczej. Ten fragment jest ważny, ponieważ ratuje dyplomanta przed ewentualnymi zarzutami o pominięcie czy niezauważenie różnych możliwości działania: w tym miejscu dyplomant sam ustala i oficjalnie deklaruje co robi, a czego nie.
6. **przedstawienie układu pracy** — fragment składający się z kilku akapitów, w których kolejno opisane są poszczególne rozdziały pracy. Tutaj znajdują się zdania zaczynające się od zwrotów: Rozdział pierwszy zawiera..., W rozdziale drugim zaprezentowano..., Rozdział trzeci omawia..., itp.
7. **podsumowanie** — zawarcie w jednym, ewentualnie w dwóch akapitach (ale nie więcej) w sposób skondensowany najważniejszych spostrzeżeń, wniosków i odkryć, jakie udało się poczynić w trakcie pracy, a które można znaleźć w podsumowaniu pracy. Ten fragment jest ostatni we wstępie, a jego ostatnie zdanie powinno brzmieć: udało się wykazać prawdziwość postawionej hipotezy.

Uwaga: nie należy zmieniać zaproponowanej powyżej kolejności, ani pomijać żadnego z podpunktów. Jeżeli ich napisanie stanowi dużą trudność, można się w ostateczności ograniczyć do jednego, treściwego zdania. Jeżeli kompletnie nie wiadomo, co napisać, należy pójść z tym do promotora i on wytłumaczy.

Inne istotne zasady obecne w tekstach informatycznych i stosowane również w pracach dyplomowych z informatyki:

- Nie ma praktyki umieszczania we Wstępie referencji do pozycji bibliograficznych. W drodze wyjątku jedna lub dwie referencje do pozycji "monumentalnych" dla całej dziedziny mogą zostać zaakceptowane.
- Nie ma praktyki umieszczania w tekście odwołań do objaśnień na dole strony. Wszystko należy objaśniać wprost, tj. bezpośrednio w tekście, albo należy umieszczać odnośniki do pozycji bibliograficznych.
- We Wstępie, jak i w całej pracy, nie umieszcza się zdań napisanych w pierwszej osobie liczby pojedynczej, np. "Do testów wybrałem zadania należące do klasy...". Generalnie należy wyrażać się bezosobowo, np. "Do testów wybrano zadania należące do klasy..." lub w trzeciej osobie, np. "Zbiory rozwiązań pozostają puste do pierwszego wystąpienia.." lub "Mianownik wyrażenia nie może przyjmować wartości zero, dlatego w części eksperymentalnej przyjęto...". Nie trzeba się przy tym obawiać, że w wyniku tych zabiegów literackich zostanie rozmyta granica między własnym wkładem autora w pracę dyplomową, a rozwiązaniami pochodzącymi z literatury. W podsumowaniu musi znaleźć się bowiem specjalny akapit, w którym wymienione zostaną wszystkie, nawet najdrobniejsze elementy, które mają charakter oryginalny. Tego oczekuje recenzent.
- Nie stosuje się zwrotów sugerujących niepewność autora ani trybu przypuszczającego, kiedy mowa o celu i zakresie wykonanej pracy. Przykład: zdanie "W pracy rozważano, czy zaproponowana modyfikacja algorytmu przyniesie poprawę.." należy zamienić na "W pracy pokazano, że zaproponowana modyfikacja algorytmu przynosi poprawę..".

Wynika to z logiki wydarzeń. Kiedy zaczynamy badania, to przypuszczamy, że nas do czegoś ciekawego doprowadzą. Natomiast kiedy opisujemy wykonane badania, wszystko jest już wiadome. A poza tym praca dyplomowa to nie powieść sensacyjna, w której autor do ostatniej strony stara się trzymać czytelnika w niepewności.

Rozdział 1

Zdefiniowanie problemu badawczego

Tutaj jest miejsce na sprecyzowanie dziedziny, do której należy wykonana praca. Tu musi też znaleźć się przegląd literatury związanej z tą dziedziną. Tu również należy wstawić jak najwięcej referencji do bibliografii [2, 1].

Przez przegląd literatury należy rozumieć wymienienie i krótkie omówienie listy różnych podejść do tego samego zadania innych, niż to przedstawione w pracy [2, 1]. Np. dla pracy polegającej na napisaniu nowego algorytmu należy tu zamieścić przegląd znanych podejść algorytmicznych do danego problemu. Jeżeli praca dotyczy implementacji określonego systemu [2, 1], to należy podać przegląd istniejących implementacji (np. dostępnych na rynku) realizujących podobną funkcjonalność. Jeżeli praca dotyczy implementacji wykorzystujących specyficzną technologię, należy podać istniejące inne technologie, które realizują podobną funkcjonalność. Jeżeli tematyka pracy obejmuje badania eksperymentalne, należy ten rozdział podzielić na dwa: jeden zawierający opis klas problemu, jaki będzie podlegał badaniom oraz drugi, zawierający opis wybranych narzędzi na poziomie koncepcyjnym, tj. bez szczegółów technologicznych.

Wszystko, każdy algorytm, wzór, czy nazwa własna powinna być “podparta” odpowiednim odniesieniem bibliograficznym, o ile nie jest własnym oryginalnym pomysłem dyplomanta.

Zawarty tutaj przegląd może a nawet powinien być krytyczny, tj. można wskazać wady lub braki istniejących podejść i na tym tle pokazać aktualne potrzeby dalszych prac rozwojowych oraz zalety własnego rozwiązania, które (w pewnym zakresie) odpowiada na te potrzeby.

Rozdział 2

Przyjęte postępowanie

Tutaj należy w szczegółach opisać, jak konkretnie został zrealizowany zakres prac o charakterze praktycznym: w przypadku implementacji ogólny schemat aplikacji, pseudokody i schematy blokowe, przepływ sterowania, przepływ danych, struktura bazy danych, lista bibliotek zewnętrznych, jakie zostały wykorzystane, oraz wymagania platformy systemowej niezbędnej do uruchomienia aplikacji, pełna lista parametrów sterujących oraz wyniki testów obciążeniowych. Bardzo ważne jest uzasadnienie dokonanego wyboru w przypadku wykorzystania rozwiązań już istniejących (bibliotek kodu bądź gotowych aplikacji).

Dla badań eksperymentalnych należy opisać w szczegółach nową metodę, algorytm lub nowy mechanizm w już istniejącym algorytmie, jaki został stworzony w ramach pracy. Wszelkie pseudokody i schematy blokowe objaśniające, na czym ta propozycja autorska polega, są jak najbardziej na miejscu. Dobrym pomysłem może być zamknięcie opisu tej nowinki w oddzielnym podrozdziale mającym tytuł "propozycja autorska".

Uwaga natury ogólnej: w pseudokodzie nie podaje się wartości progowych, np. 0.45 albo 0.9, tylko stosuje się symbole reprezentujące stałe. Natomiast w tekście, omawiającym ten pseudokod, piszemy np., że w eksperymentach przyjęto, że stałe ... będą miały przypisane zawsze następujące wartości, odpowiednio:

Tak samo jak rysunki i tabele, również wszystkie pseudokody muszą być wykorzystane w tekście, tj. w tekście muszą występować zdania, które odwołują się do tych pseudokodów. Uwaga: w pracy dyplomowej technicznej nie stosuje się zwrotów "na Rysunku poniżej.." lub "W Tabeli powyżej.." tylko korzysta z numerów (w dokumencie latex'owym wszystkie tabele, rysunki i algorytmy mają automatycznie nadawane numery). Przykłady:

Algorytm 1 reprezentuje ogólny schemat **DE**.

Algorytm 1 Algorytm Ewolucji Różnicowej

$P_{\mathbf{x}} \leftarrow$ populacja początkowa

ewaluacja (P)

repeat

$P_{\mathbf{v}} \leftarrow$ mutacja($P_{\mathbf{x}}$)

▷ mutacja różnicowa

$P_{\mathbf{u}} \leftarrow$ rekombinacja($P_{\mathbf{x}}, P_{\mathbf{v}}$)

▷ 'mieszanie' osobników populacji z mutantami

evaluate($P_{\mathbf{u}}$)

$P_{\mathbf{x}} \leftarrow$ selekcja($P_{\mathbf{x}}, P_{\mathbf{u}}$)

until spełniony warunek wyjścia

Miara acc jest obliczana za pomocą wzoru (2.1):

$$acc(\mathbf{x}_j) = \frac{F(\mathbf{x}_j) - f_{\min,j}}{f_{\max,j} - f_{\min,j}}, \quad (2.1)$$

gdzie $f_{\max,j}$ and $f_{\min,j}$ reprezentują odpowiednio najlepszą i najgorszą znaną wartość dla j -tego kształtu krajobrazu dopasowania opisanego funkcją F .

Uwaga: w przypadku wzorów przyjęta jest konwencja, w której symbol reprezentujący wartość skalarną pisany jest kursywą, np. x , y , $f_{\min,j}$, natomiast symbol reprezentujący wektor liczb (np. współrzędne punktu) pisany jest czcionką pogrubioną, np. \mathbf{x}_j . Istnieje też druga konwencja, według której indeksy pisane kursywą reprezentują nr kolejny elementu, natomiast bez kursywy pisane są indeksy, które są częścią symbolu. Np. $f_{\max,j}$ i $f_{\min,j}$ reprezentują wartości maksymalną i minimalną f w j -tej generacji pewnego procesu.

Rozdział 3

Metodologia badań

Ten rozdział jest niezwykle ważny w przypadku pracy o charakterze eksperymentalnym, tj. dla takich badań, w których wykazanie prawdziwości postawionej tezy badawczej sprowadza się do empirycznego pokazania, że nowy lub autorsko zmodyfikowany algorytm radzi sobie na pewnym zbiorze zadań testowych lepiej, niż inny, już istniejący algorytm. W tym rozdziale należy w poszczególnych podrozdziałach podać:

1. **definicje cech**, których pomiary były wykonywane podczas eksperymentów (np. czas odpowiedzi systemu, wartość najlepszego znalezionej rozwiązania, błąd odpowiedzi, itp.),
2. **sposób statystycznej obróbki zebranych pomiarów** (np. dla każdej serii pomiarów została policzona średnia z uzyskanych wartości, wariancja, mediana, wartości min i max, współczynnik korelacji, itp.). Uwaga: jeżeli zebrane wyniki dla różnych eksperymentów mają bardzo podobne wartości, należy tutaj opisać, jakie testy statystyczne zastosowano dla sprawdzenia, czy obserwowana różnica jest statystycznie istotna.
3. **zakres badań**, tj. opisać zbiór instancji problemów, dla jakich zostały przeprowadzone testy:
 - a) zakres i rozmiar problemów; można tu zamieścić np. listę funkcji testowych (Tabela 3.1) wraz z (niewielkimi!) wizualizacjami w 2D,
 - b) składnia plików z danymi (jeżeli była nietrywialna),
 - c) pochodzenie (jeżeli pochodzą np. z biblioteki problemów określonej klasy dostępnej w internecie),
 - d) wskazówki dotyczące ich obróbki wstępnej (jeżeli taka była konieczna),
 - e) modyfikacje lub adaptacje danych wejściowych (jeżeli były konieczne),
4. **konfiguracje algorytmów i zadań testowych**, tj. podać listę stałych oraz zmiennych parametrów instancji problemu oraz parametrów algorytmu bądź systemu, dla których zostały przeprowadzone eksperymenty, oraz dla każdego podać, jakie były te stałe wartości oraz do jakich przedziałów należały te wartości, które zmieniały się w kolejnych eksperymentach. Można też tutaj podać plan eksperymentów, jeżeli było ich dużo, albo obejmowały bardzo różnorodne przypadki (istotnie różne klasy zadań benchmarkowych, różne algorytmy optymalizacyjne). Np. wyjaśnić, że część eksperymentalną można podzielić na kilka etapów, po czym opisać, jakie przypadki zadań testowych bądź algorytmów obejmował pierwszy etap, jakie drugi, etc.

Jeżeli zawartość podrozdziałów miałyby być bardzo krótka, np. tylko jedno albo dwa krótkie zdania (z różnych powodów, np. ponieważ większość została już szczegółowo i sta-

Tabela 3.1. Wybrane funkcje testowe

nazwa	wzór	dziedzina
Pik (F_1)	$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^n x_j^2}$	$[-100, 100]$
Stożek (F_2)	$f(\mathbf{x}) = 1 - \sqrt{\sum_{j=1}^n x_j^2}$	$[-100, 100]$
Sfera (F_3)	$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n x_i^2$	$[-100, 100]$
Rastrigin (F_4)	$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10)$	$[-5, 5]$
Griewank (F_5)	$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^n (x_i)^2 - \prod_{i=1}^n \cos(\frac{x_i}{\sqrt{i}}) + 1$	$[-100, 100]$
Ackley (F_6)	$f(\mathbf{x}) = -20 \exp(-0.2 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}) - \exp(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(2\pi x_i)) + 20 + e$	$[-32, 32]$

rannie opisana we wcześniejszym rozdziale i nie ma potrzeby tego powtarzać), to można zamiast podrozdziałów zrobić akapity.

Dla pracy, w której celem jest implementacja np. przysłowiowego sklepu internetowego, a nie badania eksperymentalne, zamiast powyższej listy podrozdziałów należy tutaj podać warunki, których spełnienie będzie jednoznaczne z uznaniem, że wykonana aplikacja spełniła postawiony przed nią cel, inaczej mówiąc, jak poznać, że udało się dobrze i prawidłowo zrobić dany system, serwis, interfejs, etc.

Rozdział 4

Wyniki

Tu jest miejsce na tabelki wykresy i zrzuty z ekranu. Uwaga: zrzuty z ekranu okien aplikacji nie powinny być przypadkowe: ich dobór musi być związany z przyjętą metodologią oceny wykonanej aplikacji i powinien potwierdzać spełnienie początkowych założeń.

Dla ułatwienia interpretacji zawartości tabelki i wykresów wszystkie zawarte w nich wyniki powinny być skomentowane w tekście pracy. Wartości liczbowe w tabelkach podajemy tylko do tego miejsca po przecinku, kiedy zaczynają się pojawiać różnice między wartościami (np. dla liczb 1.23456789 i 1.23498765 wystarczy dokładność do 4. lub 5. miejsca po przecinku, czyli: 1.2346 i 1.2350). Żaden rysunek, tabelka ani zrzut z ekranu nie może pozostać bez odwołania do niego w tekście. Oprócz referencji do rysunku bądź tabelki musi być też jawnie napisane, na co należy zwrócić uwagę patrząc na daną grafikę.

Na koniec tego rozdziału, lub, jeżeli testy zostały podzielone na kilka dużych grup, to po każdej grupie wyników testów, konieczna jest dyskusja: ocena wiarygodności wyników, ich oryginalności, porównanie z poprzednimi albo z innymi, znanymi z literatury, itp. Przy czym, pisząc taką dyskusję, nie wolno nadużywać słowa "wynik". To dobre słowo, ale nic nie znaczy. Dlatego kiedy komentowane są liczby, należy pisać konkretnie, co ta liczba reprezentuje: czy jest to najlepsza znaleziona wartość funkcji ewaluacyjnej, czy może średnia liczba wywołań funkcji ewaluacji potrzebna do spełnienia warunku stopu algorytmu, czy wartość maksymalna w serii najlepszych znalezionych wartości funkcji ewaluacyjnej, czy też jeszcze inna wartość. Pisanie zdań o treści "Wariant A algorytmu dał średni wynik 0.265 dla benchmarku 1 oraz 0.541 dla benchmarku 2" sprawia, że tekst jest niejasny: który wynik? jaki wynik? co za wynik?

Uwaga: określenie "ilość" stosujemy wyłącznie dla rzeczowników niepoliczalnych, np. "ilość mleka", czy "ilość mąki" ("liczba mąki" nie ma sensu). Natomiast dla policzalnych stosujemy "liczba" (np. liczba powtórzeń).

Podsumowanie

Tutaj należy opisać jeszcze raz całą wykonaną pracę (nie tę napisaną na poprzednich stronach, ale tę wykonaną, tj. albo eksperymentalną, albo implementacyjną). Ten opis powinien zająć około pół strony. Należy go pisać z myślą o recenzencie, który już jest po lekturze całości, tj. z perspektywy osoby, która podsumowuje i zbiera w całość tak jakby najważniejsze wydarzenia z dopiero co wspólnie odbytej podróży. Należy też w oddzielnym akapicie bardzo wyraźnie – jeżeli ktoś chce, to nawet w podpunktach – podkreślić wszystkie elementy stanowiące oryginalny wkład autora pracy. Następnie należy rozwinąć wszystkie spostrzeżenia, wnioski i odkrycia, jakie udało się poczynić podczas realizacji pracy. To rozwinięcie musi być bardzo staranne i niczego, żadnej, nawet najdrobniejszej rzeczy nie należy pominąć. Prawie na pewno niektóre spostrzeżenia poczynione w poprzednim rozdziale powtórzą się, ale to nic nie szkodzi.

Na koniec należy przypomnieć hipotezę badawczą i jeszcze raz potwierdzić, że udało się wykazać jej prawdziwość.

Całość tekstu podsumowania nie powinna przekroczyć dwóch stron.

PS: Pisząc pracę, należy się liczyć z tym, że recenzent nie będzie miał ochoty jej czytać całej (teoretycznie nie wolno recenzentom tak postępować, ale w praktyce – kto zabroni?..). W taki sposób czyta np. recenzent, który już trochę zna temat (wie co nieco na temat typowych problemów testowych oraz rodziny algorytmów, które zostały użyte w pracy) i nie chce mu się czytać opisów tego, co dobrze zna. Dlatego praca musi zachowywać sens nawet jeżeli czytana jest fragmentami. Typowe dwa schematy czytania przez leniwego albo zabieganego recenzenta to:

- 1. Wstęp i zakończenie.*
 - 2. Wstęp, autorska modyfikacja algorytmu, podsumowanie wyników, zakończenie*
- Proszę na koniec zrobić test i przeczytać swój tekst wg tych dwóch schematów. Jeżeli to, co się przeczytało, jest niezrozumiałe, ponieważ narracja się rwie i brak jakichś kluczowych informacji, to znaczy, że jest źle napisane. Trzeba uzupełnić.*

Bibliografia

- [1] Stanisław Urban i Wiesław Ładoński. *Jak napisać dobrą pracę magisterską, wydanie czwarte uzupełnione*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, 2001.
- [2] David Lindsay. *Dobre rady dla piszących teksty naukowe*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1995.

Dodatek A – Opis Klas

W przypadku implementacji obiektowej lub modularnej należy podać opis klas lub modułów jakie współtworzą program.