



Politechnika Łódzka

Institut Informatyki

PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

Optymalizacja struktury sieci drogowej

Structure optimization of road networks

Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej

Promotor: dr hab. inż. Aneta Poniszewska-Marańda

Kopromotor: mgr inż. Łukasz Chomątek

Dyplomant: inż. Michał Siatkowski

Nr albumu: 186865

Kierunek: Informatyka

Specjalność: Sztuczna Inteligencja i Inżynieria Oprogramowania

Łódź 20.01.2015



Institut Informatyki

90-924 Łódź, ul. Wólczańska 215, *budynek B9*

tel. 042 631 27 97, 042 632 97 57, fax 042 630 34 14 email: office@ics.p.lodz.pl

Spis treści

1	Wstęp	5
1.1	Problematyka i zakres pracy	5
1.2	Cele pracy	6
1.3	Metoda badawcza	7
1.4	Przegląd literatury w dziedzinie	7
1.5	Układ pracy	7
2	Tytuł części teoretycznej	8
2.1	Podstawowe definicje	8
2.2	Istniejące rozwiązania w dziedzinie	8
2.2.1	Sprzęt	8
2.2.2	Oprogramowanie i wdrożone systemy	8
2.2.3	8
2.3	Wady i słabe punkty istniejących rozwiązań	8
2.3.1	Efektywność	8
2.3.2	Utrudniony dostęp	8
2.3.3	Wysokie koszty	9
3	Technologie i metody użyte...	10
3.1	Sprzęt	10
3.1.1	Element 1	10
3.1.2	Element 2	10
3.2	Oprogramowanie	10
3.2.1	Serwer baz danych	10
3.2.2	Środowisko zintegrowane	10
3.2.3	Oprogramowanie klienckie	11
3.3	Technologie i metodologie programistyczne	11
3.3.1	Język programowania	11
3.3.2	Biblioteki	11
3.3.3	Wzorce projektowe	11
3.4	Inne, np. narzędzia i metody symulacji,	11
4	Aplikacja/system/projekt "XYZ"	12
4.1	Analiza wymagań	12
4.1.1	Studium możliwości	12
4.1.2	Wymagania funkcjonalne	12
4.1.3	Ograniczenia projektu	12
4.2	Projekt	12
4.2.1	Projekt warstwy danych	12

4.2.2	Projekt warstwy logiki	12
4.2.3	Projekt warstwy interfejsu użytkownika	13
4.3	Implementacja: punkty kluczowe	13
4.4	Testy i wdrożenie	13
4.4.1	Testy wydajności	13
4.4.2	Testy regresyjne	13
4.4.3	Testy bezpieczeństwa	13
4.4.4	Dalsze testy	13
4.4.5	Testy...	13
4.5	Konserwacja i inżynieria wtórna	13
5	Podsumowanie	14
5.1	Dyskusja wyników	14
5.2	Ocena możliwości wdrożenia...	14
5.3	Perspektywy dalszych badań w dziedzinie	14
5.4	Definicje i wyrażenia matematyczne	14
	Spis rysunków	14
	Spis tabel	16
	Spis listingów	17
	Bibliografia	18
	Załączniki	19

Rozdział 1

Wstęp

1.1 Problematyka i zakres pracy

Niniejsza praca obejmuje zagadnienia z zakresu inżynierii oprogramowania i sztucznej inteligencji. Głównym jej celem jest stworzenie aplikacji optymalizującej strukturę sieci drogowej.

Problemy komunikacji w dzisiejszych miastach są wszystkim znane. Zatory drogowe i korki w godzinach szczytu są chlebem powszednim. Pomimo wielu prób i sposobów, wciąż nie istnieje metoda jednoznacznie rozwiązująca tę kwestię. Bezspornie, dotyczy to wszystkich miast na świecie. Z teoretycznego punktu widzenia, jedynym rozwiązaniem jest komunikacja publiczna. Oczywistym jest jednak, że nigdy nie doprowadzimy do sytuacji, gdy wszyscy mieszkańcy zrezygnują ze swoich pojazdów. Dodatkowo, wiele usług wymaga oddzielnej formy transportu. W obliczu tych faktów wiele miast decyduje się na rozwój swojej infrastruktury drogowej. Budowa nowych tras oraz poszerzanie starych przynosi nadzieję mniejszych zatorów a co za tym idzie, szybszego przejazdu do celu. Niestety, historia pokazuje, że takie inwestycje nie zawsze przynoszą oczekiwane korzyści.

Teorii próbujących wytłumaczyć te zjawiska, jak również dowodów, które je popierają lub obalają jest wiele. Jedną z najpopularniejszych oraz taką która została wykorzystana w niektórych miastach na świecie jest paradoks Braessa[14]. Jest to twierdzenie matematyczne orzekające, że w pewnym modelu ruchu drogowego czasy podróży pojazdów mogą ulec wydłużeniu po dodaniu do sieci drogowej nowego połączenia. Ma ono również zastosowanie w przypadku sieci komputerowych oraz istnieją jego analogie dla doświadczeń fizycznych.

Moim celem jest opracowanie metody, która dla danej struktury sieci drogowej zmodyfikuje ją wykorzystując powyższy paradoks. W efekcie poprzez zamknięcie wybranych ulic czas podróży dla całego modelu powinien ulec skróceniu.

1.2 Cele pracy

Studia literaturowe.

Moje badania rozpocząłem od poszukiwania źródeł traktujących o opisywanym przeze mnie problemie. Paradoks Braessa został sformułowany w 1970 roku i był od tego czasu wykorzystywany przy planowaniu przestrzeni i infrastruktury wielu miast, np:

- Korea, Seul, likwidacja m.in. estakad Cheonggyecheon,
- Niemcy, Stuttgart, likwidacja dróg zbudowanych w latach 60,
- USA, Nowy Jork, czasowe zamknięcie ulicy 42,
- USA, Winnipeg.[15]

Propozycja rozwiązania problemu.

Oczywistym rozwiązaniem problemu komunikacji mogłoby być stworzenie idealnej sieci odpowiadającej potrzebom danego miasta. Jednak rozbudowa lub modyfikacja tej infrastruktury jest kosztowna i czasochłonna. Dlatego zdecydowałem się na przetestowanie rozwiązania zaproponowane przez Braessa. Istnieją jednak prace negujące lub podważające paradoks[2], zatem przy potwierdzaniu wyniku optymalizacji nie będę kierował się wyłącznie założeniami zawartymi w twierdzeniu.

Opis zastosowania algorytmów genetycznych.

Ponieważ nie znalazłem żadnych przesłanek wykazujących jednoznaczną ocenę co do słuszności zamknięcia danej ulicy, zdecydowałem się losowe przeszukiwanie przestrzeni rozwiązań. Idealnym przykładem w przypadku takich poszukiwań są algorytmy genetyczne.

Przedstawienie oceny optymalizacji.

Paradoks Braessa zakłada dość oczywiste potwierdzenie swojej wiarygodności. Zdecydowałem się więc na zastosowanie zewnętrznego systemu oceny. Taką rolę spełniają systemy symulacji. System, który wybrałem działa zupełnie oddzielnie od metody twierdzenia analizując zadane rozwiązanie - sieć drogową. Wynik symulacji jest jednoznaczną wartością liczbową, przedstawiającą średni czas przejazdów wszystkich agentów biorących udział w danym scenariuszu. Zakładając stały zestaw agentów dla zmieniających się w wyżej opisany sposób sieci, dążymy oczywiście do minimalizacji średniego czasu przejazdu.

Ocena możliwości wdrożenia proponowanych rozwiązań.

Paradoks Braessa nie jest jedynym twierdzeniem traktującym o problemach komunikacyjnych miast. Wiele teorii jest opartych głównie na socjologicznych lub psychologicznych założeniach. Są jednak niemniej ważne. Biorąc pod uwagę złożoność problemu, wynik otrzymany podczas eksperymentu nie może być dowodem ani decydującym głosem w decyzjach dotyczących ustalaniu rzeczywistego ruchu drogowego miasta.

1.3 Metoda badawcza

- Studia literaturowe
- Analiza budowy i działania istniejących produktów
- Projektowanie i prototypowanie nowatorskich rozwiązań
- Obliczenia i

Każdy element opisać w minimum 2-3 zdaniach. Np. studia literaturowe powinny odnosić się do charakterystyki wykorzystanych źródeł książkowych, czyli: Jaka jest podstawowa literatura dziedziny, czy jest dostępna w języku polskim, czy trzeba je tłumaczyć, czy wiedza na ten temat jest zebrana w jednym miejscu, czy jej synteza jest osobnym zadaniem itp. Jak duży jest udział źródeł elektronicznych w tej „działce” wiedzy i badań, itd.

Jakie metody badawcze są typowe dla danego tematu. Dlaczego je zastosowano, ewentualnie dlaczego zastosowano inne?

WYMAGANE ODNOŚNIKI DO POZYCJI BIBLIOGRAFII.

cały podrozdział ok. 1 strony przeliczeniowej czyli 1800 znaków.

1.4 Przegląd literatury w dziedzinie

Rozszerzyć odpowiedni podpunkt z metody badawczej, np. wg podziału:

Źródła książkowe polskojęzyczne i tłumaczenia

Źródła książkowe obcojęzyczne

Artykuły naukowe, raporty z badań, komunikaty konferencyjne, dokumentacje techniczne, manuale, instrukcje

Źródła elektroniczne

1.5 Układ pracy

Tematem pracy jest:, zaś za główny cel przyjęto
Rozdział zawiera wstęp i cele pracy. W rozdziale drugim opisano/..... w Rozdziale 3. zawarto..... Rozdział 4. przedstawia.....

W podsumowaniu pracy przedstawiono....., z czego wynika, że

Najważniejszym wnioskiem/wynikiem/rezultatem pracy jest.....

wyraźnie określić CO TO JEST.

cały podrozdział ok. 1 strony.

Rozdział 2

Optymalizacja struktury sieci drogowej

2.1 Podstawowe definicje

Ten podrozdział powinien zawierać dokładny opis terminologii pojęć zasadniczych dla tematu pracy, którymi autor będzie się posługiwał przy realizacji głównych celów pracy.

2.2 Istniejące rozwiązania w dziedzinie

W tym podrozdziale zostaną opisane.....

2.2.1 Sprzęt

.....

2.2.2 Oprogramowanie i wdrożone systemy

.....

2.2.3

.....

2.3 Wady i słabe punkty istniejących rozwiązań

2.3.1 Efektywność

.....

2.3.2 Utrudniony dostęp

.....

2.3.3 Wysokie koszty

.....

Rozdział 3

Technologie i metody użyte

Tytuł tego rozdziału ma dwie wersje: zwykłą, (w kodzie: w nawiasach klamrowych), która pokazuje się na stronie rozpoczynającej rozdział, oraz krótką (w kodzie: w nawiasach kwadratowych), która pokazuje się w spisie treści i w nagłówku

W rozdziale 2 podano podstawy teoretyczne i ogólny zakres pracy. W niniejszym rozdziale opisana zostanie technologia XYZ oraz metoda ABC użyta w części praktycznej, patrz rozdział 4.

3.1 Sprzęt

.....

3.1.1 Element 1

.....

3.1.2 Element 2

.....

3.2 Oprogramowanie

.....

3.2.1 Serwer baz danych

.....

3.2.2 Środowisko zintegrowane

.....

3.2.3 Oprogramowanie klienckie

3.3 Technologie i metodologie programistyczne

.....

3.3.1 Język programowania

.....

3.3.2 Biblioteki

.....

3.3.3 Wzorce projektowe

.....

3.4 Inne, np. narzędzia i metody symulacji,

Rozdział 4

Aplikacja/system/projekt "XYZ"

Ta część pracy może być podzielona na więcej rozdziałów, np. kiedy autor chce w szczególności podkreślić któryś z etapów projektu. W zależności od tematu i celów pracy, pewne sekcje można dodać (np. przy projektowaniu sieci, instalacji i konfiguracji serwerów usług sieciowych), inne zaś pominąć.

4.1 Analiza wymagań

4.1.1 Studium możliwości

4.1.2 Wymagania funkcjonalne

.....

4.1.3 Ograniczenia projektu

4.2 Projekt

4.2.1 Projekt warstwy danych

1. normalizacje baz danych
2. projekt bazy/baz
3. grupy użytkowników i ich prawa dostępu do danych (zależne od implementacji bazy)
4. ew. diagramy klas warstwy danych

4.2.2 Projekt warstwy logiki

1. Diagramy i scenariusze przypadków użycia
2. Diagramy przepływu danych (lub ich odpowiedniki)
3. ew. diagramy klas, wzorce projektowe itp.

4.2.3 Projekt warstwy interfejsu użytkownika

Wybór środowiska i platformy działania

Rodzaj aplikacji (klient-serwer, thick/thin client, aplikacja „biurkowa”, usługa, klient hybrydowy, itp.

Technologie projektowania i realizacji interfejsu użytkownika, np. biblioteki

4.3 Implementacja: punkty kluczowe

4.4 Testy i wdrożenie

4.4.1 Testy wydajności

4.4.2 Testy regresyjne

4.4.3 Testy bezpieczeństwa

4.4.4 Dalsze testy

4.4.5 Testy...

4.5 Konserwacja i inżynieria wtórna

Jak przebiega eksploatacja systemu/projektu? Jakie wady i zalety ujawniły się po np. 2-miesięcznym okresie testowania i użytkowania?

Jak można skorzystać z tej wiedzy praktycznej pod kątem rozbudowy pracy? Jakie elementy systemu powinny zostać w pierwszej kolejności zmodyfikowane?

Rozdział 5

Podsumowanie

5.1 Dyskusja wyników

Dzięki zrealizowaniu pracy poprawie uległa wydajność Ponadto, o ?? % skrócony został czas, a koszty osiągnięcia zamierzonego efektu zostały zmniejszone z ???pln do ???pln za godzinę/ dzień/ jednostkę sprzętu.....

Które cele pracy udało się zrealizować? co z tego wynika? Które cele pracy pozostały niezrealizowane i dlaczego?

5.2 Ocena możliwości wdrożenia proponowanych rozwiązań...

... ich wartość praktyczna, lokalne i globalne możliwości zastosowania, kwestia praw autorskich do powstałych produktów, itp.

5.3 Perspektywy dalszych badań w dziedzinie

Jak można kontynuować tę pracę, zwłaszcza pod kątem studiów uzupełniających magisterskich i/lub doktoranckich. Co jeszcze powinno być zrobione lub ulepszone? Co należy zmienić lub poprawić w pracy z dzisiejszego punktu widzenia?

5.4 Definicje i wyrażenia matematyczne

Definicja 1 *Niech X będzie przestrzenią.....*

Listing 5.1: blabla

```
def initialize ( project_id )  
  @project = Project.find ( project_id )  
end
```

Tab. 5.1: Tytuł tabeli ZAWSZE NAD TABELĄ, numeracja w formie #.##. (wypada podać źródło, czyli literaturę, z której tabela pochodzi, ewentualnie *opracowanie własne*.)

Alg.	tytuł kolumny 1	tytuł kolumny 1	Tytuł kolumny 3
a	b	c	d	e
a	b	c	d	e

Rys. 5.1: Funkcja przynależności zbioru rozmytego – Podpis ZAWSZE POD rysunkiem, numeracja w postaci #.##.

(wypada podać źródło, czyli literaturę, z której rysunek pochodzi, ewentualnie *opracowanie własne*.)

Spis rysunków

5.1	Funkcja przynależności zbioru rozmytego – Podpis ZAWSZE POD rysunkiem, numeracja w postaci #.##.	15
-----	--	----

Spis tabel

5.1	Tytuł tabeli ZAWSZE NAD TABELĄ, numeracja w formie #.##. (wypada podać źródło, czyli literaturę, z której tabela pochodzi, ewentualnie <i>opracowanie własne</i> .)	15
-----	---	----

Spis listingów

5.1	blabla	14
-----	------------------	----

Bibliografia

- [1] Leslie Arthur Keith Bloy, *An investigation into Braess' paradox*, 02/2007
- [2] Rric Pas and Shari Principio *Braess' paradox: Some new insights*, April 1996
- [3] Wataru Nanya, Hiroshi Kitada, Azusa Hara, Yukiko Wakita, Tatsuhiko Tamaki, and Eisuke Kita *Road Network Optimization for Increasing Traffic Flow* Int. Conference on Simulation Technology, JSST 2013.
- [4] Ana L. C. Bazzan and Franziska Klügl *Reducing the Effects of the Braess Paradox with Information Manipulation*
- [5] <http://matsim.org>
- [6] <http://commons.apache.org/proper/commons-math>
- [7] <http://www.java.com/pl/>
- [8] <https://eclipse.org>
- [9] <http://pl.python.org>
- [10] <http://pydev.org>
- [11] <https://trisqueel.info>
- [12] M. Rieser, C. Dobler, T. Dubernet, D. Grether, A. Horni, G. Lammel, R. Waraich, M. Zilske, Kay W. Axhausen, Kai Nagel *MATSim User Guide* updated September 12, 2014
- [13] A. Chakirov *Enriched Sioux Falls Scenario with Dynamic Demand* MATSim User Meeting, Zurich/Singapore, June 2013.
- [14] http://pl.wikipedia.org/wiki/Paradoks_Braessa
- [15] <http://urbnews.pl/paradoks-braessa/>

Załączniki

1. Załącznik nr 1
2. Załącznik nr 2
3. Załącznik nr 3

Abstract

The purpose of the present bachelor thesis was to create an internet application with an integrated recommender system based on music resources. My work covered two main fields: creating the application as well as building a recommender system and testing its efficiency.