

Optimizarea unei intersecții cu algoritmul R-D

Inspector principal, drd.ing Florian **Dan**
Ministerul de interne, S.E.I.P. Cluj
Prof. dr. ing. Nicolae **Burnete**
Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca
Ing. Raul **Muresan**
S.C. Nivis S.R.L. Cluj-Napoca

Abstract

The purpose of this paper is to present a successfully tested algorithm, on a particular situation concerning traffic in the city of Cluj Napoca. This algorithm was created by the authors of this paper and therefore was named: "RD Algorithm for traffic lights".

1. Introducere. Alegerea intersecției

Având în vedere structura tramei stradale a municipiului Cluj-Napoca, traficul rutier are câteva particularități. Printre acestea se numără și lipsa unor drumuri ocolitoare pentru traficul de tranzit. Lipsa de fonduri precum și lipsa de preocupare, a condus la aglomerarea străzilor municipiului, pe fondul unui trend ascendent al indicelui de motorizare după cum se observă din figura 1.

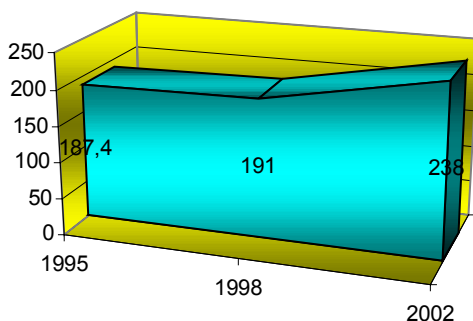


Fig.1.

Pentru ilustrarea nivelului de congestie a circulației, este redată în această figură variația indicelui de motorizare (numărul de vehicule raportat la 1000 de locuitori) al județului Cluj, care reflectă starea de fapt din circulația municipiului Cluj-Napoca. Imaginea statistică este departe de a evidenția situația reală a circulației în orele de vârf, când o parte din intersecțiile orașului sunt în pragul blocajului, timpii de parcurgere a unei intersecții, măsurându-se în minute (3-7 minute) față de maximumul admis de normativ, 120 secunde.

Ca prima modalitate de terapie a traficului în condițiile speciale ale municipiului Cluj-Napoca, s-a impus identificarea tuturor intersecțiilor cu disfuncționalități, urmând ca ulterior să fie adoptate cele mai potrivite strategii de modernizare (adaptarea caracteristicilor geometrice la nivelul valorilor de trafic actuale și de perspectivă, semaforizarea și optimizarea ciclilor de semaforizare, realizarea coordonării funcționării sistemelor de semaforizare și nu în ultimul

rând, crearea unui centru de urmarire si dirijarea traficului rutier).

O analiza a celor mai importante intersectii ale municipiului Cluj-Napoca, privita din punct de vedere a valorilor de trafic, a demonstrat faptul ca circulatia autovehiculelor in aceste intersectii nu a fost optimizata, timpii de semaforizare sunt stabiliti in baza unor actiuni subiective, timpul de trecere prin intersectie este nepermis de mare, la orele cu intensitate mare de trafic nivelul emisiilor poluante generate de autovehicule depaseste valorile maxime admise prin legislatia in vigoare, cu toate efectele negative care le insotesc.

Avand in vedere faptul ca cele mai mari valori de trafic, in ceea ce priveste tranzitul, se intalnesc pe relatia Oradea – Bucuresti, Primaria municipiului Cluj-Napoca, a ales o intersectie de pe acest traseu in vederea optimizarii, prin simulare pe calculator. Intersectia se afla pe traseul de legatura dintre cartierul Zorilor si cartierul Manastur, mai precis strada Frunzisului cu strada Campului si strada Islazului.

2. Programul de optimizare

Simularea pe calculator pentru optimizarea timpilor ciclului de semaforizare s-a efectuat cu un program de calculator realizat in Vizual Basic si care are la baza un algoritm creat de autorii lucrarii. In cadrul acestui algoritm sunt trei etape de optimizare.

Prima etapa în optimizare este aceea a determinarii numarului optim de faze astfel ca pe un ciclu sa existe cât mai putine faze de semaforizare. Pentru realizarea acestei conditii s-a folosit principiul mai general din informatica numit: “Metoda Greedy”. Aceasta presupune prelucrarea în ideea: “primul tratat primeste cel mai mult”. Algoritmul face în acest fel o serie de maximizari sau minimizari locale. Rezultatul final se obtine prin extremul rezultatelor

intermediare. În algoritm s-a folosit si un nucleu backtracking pentru a optimiza numarul de pasi, latura strict informatica.

Structura generala pe care functioneaza algoritmul este un graf conex generat automat de o functie de calcul a traseelor. Principiul de generare a grafului este urmatorul:

- nodurile grafului sunt trasee în intersectie;
- doua noduri care nu se pot intersecta sunt legate printr-o latura a grafului.

Aceasta înseamna ca traseele punctate de cele doua noduri nu pot fi simultan libere într-o aceeași faza de semaforizare ci doar în faze diferite. Din punct de vedere al reprezentarii, graful a fost simulat printr-o matrice patratica.

Dupa prelucrarea grafului prin metoda extremelor succesive se pot obtine la un moment dat mai multe variante de optimizare cu acelasi numar de faze. Se pune acum problema realizarii celorlalte conditii pentru optimizarea intersectiei. Pentru ca optimizarea structurii fazelor sa fie completa, se impune o a doua etapa, prin care se sorteaza din numarul total de solutii optime, solutia care asigura un numar cât mai mare de “faze de verde” traseelor prioritare, pe parcursul unui ciclu.

În a treia etapa se trece la defragmentarea fazelor. Aceasta se asigura printr-un subalgoritm de defragmentare realizat pe principiul blocurilor prioritare. Din nou apare necesitatea compromisului la interschimbarea de faze deoarece un traseu mai puțin prioritar poate pierde compactitatea în favoarea unui traseu prioritar. Aceasta problema a fost rezolvata tot prin metoda Greedy prin maximizari succesive a gradului de compactitate pentru trasee prioritare.

Dupa realizarea acestor trei etape urmeaza etapa finala, cea a calcularii timpului de semaforizare pe faze. Astfel, se aloca un timp total pe ciclu de

semaforizare. Din acest timp se partajeaza timpii partiali pentru fiecare faza tinându-se cont de prioritatea fazei. Determinarea prioritatii fazei se face prin media prioritatii traseelor componente, media fiind însa improprie deoarece se tine cont si de fluxul deja degajat pe un traseu în fazele anterioare. În functie de aceasta medie se determina timpul alocat fiecarei faze pentru ca în ultima etapa sa se poata realiza programarea directa a semafoarelor pentru intersectia respectiva.

3. Situatia inainte de optimizare

Inainte de optimizare, intersectia prezenta urmatoarele 4 faze cu timpii aferenti: in figura 2, faza 1 cu 13 s pe timpul de verde, in figura 3 faza 2 cu 22 s pentru timpul de verde, in figura 4 faza 3 cu 31 s pentru timpul de verde si in figura 5 faza 4 cu 28 s pentru timpul de verde.

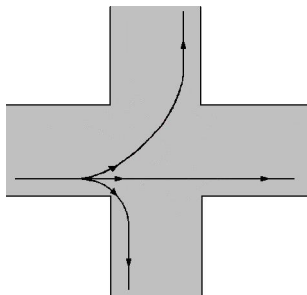


Fig.2.

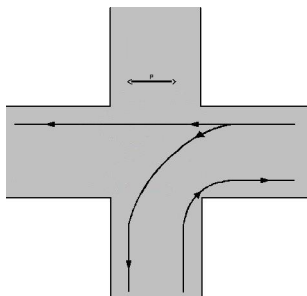


Fig.3.

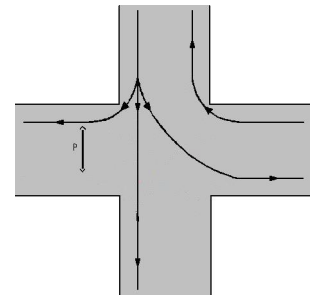


Fig.4.

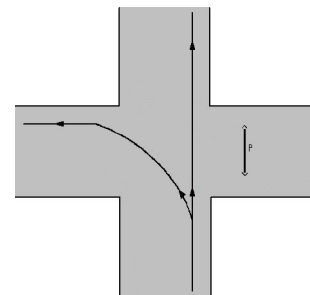


Fig.5.

Aceasta varianta de semaforizare, precum si timpii de verde aferenti, a fost stabilita subiectiv pe baza unor observatii umane, fapt ce a generat o coada de asteptare relativ continua in orele diminetii in intervalul orelor 7- 8,30, precum si in intervalul 15-16,30. Practic a fost luat fluxul fiecarei strazi din intersectie, succesiv si i s-a dat un timp de verde apreciat orientativ. O problema nerezolvata dupa cum se observa din figura 3, este conflictul principal al fazei 2, intre pietoni si fluxul de dreapta. Aceste lucruri au condus la cresterea nivelului de poluare datorata traficului rutier, in apropierea celui mai mare cartier de locuinte din municipiu, precum si la cresterea timpului general de tranzitare, cu consecintele economice negative de rigoare.

4. Situatia dupa optimizare

In urma simularii pe calculator cu programul descris mai sus, au fost stabilite

alte 4 faze in care au fost combinate fluxurile participante, au fost atribuiti alti timpi de verde pe baza valorilor maxime masurate ale fluxului fiecarei strazi, ajungandu-se in final la fazele urmatoare: in figura 6 faza 1 optimizata cu 26,6% din timpul total de verde, in figura 7 faza 2 optimizata cu 23,2% din timpul total de verde, in figura 8 faza 3 optimizata cu 23,6 din timpul total de verde si in figura 9 faza 4 optimizata cu 26,6% din timpul total de verde:

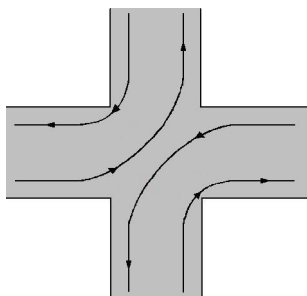


Fig.6.

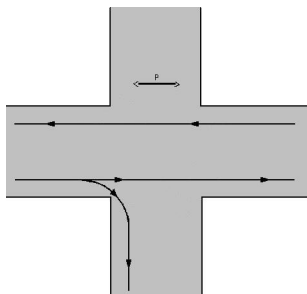


Fig.7.

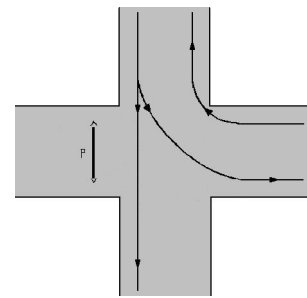


Fig.8.

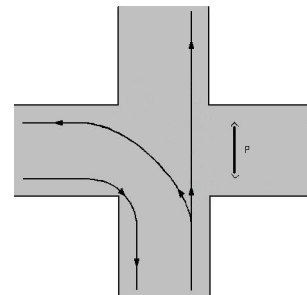


Fig.9.

In urma acestei optimizari in orele de varf nu au mai fost inregistrate cozi de asteptare, decat de 3 sau 4 autovehicule pe fluxurile principale de trafic. Rezultatele obtinute cu acest program de simulare, a dat rezultate bune in practica, fapt ce a sensibilizat specialistii din administratia locala, dorindu-se o colaborare mai buna pe viitor pentru optimizarea tuturor intersectiilor municipiului Cluj-Napoca.

Bibliografie

- [1] Cornew, P.H., Introduction to algorithms. Mitt Pres, 1990.
- [2] Livovschi, A., s.a., Analiza si sinteza algoritmilor. Ed. Tehnica, Bucuresti, 1983.
- [3] Russel, S., Artificial intelligence. A modern approach. Prentice Hall, 1995.
- [4] Wirth, N., Data structures + algorithms = programs. Mitt Pres, 1992.
- [5] Documentatie interna Primaria Municipiului Cluj-Napoca.