

# Traffic Manager

Student: Mihai Andrei Gherghinescu  
Supervizor: Lect. Dr. Todor Ivaşcu

21 iunie 2023

Una dintre principalele cauze ale congestiilor in trafic sunt intersecțiile. Acest fenomen este in special observat in zonele urbane unde prezenta acestora este abundenta. Pentru a minimiza timpul pierdut atat cat si siguranta soferilor au fost dezvoltate sisteme de trafic inteligente(ITS). Acest concept a fost reinventat dealungul timpului iar in prezent este cuprins in notiunea de "smart city". Urmeaza sa prezint un scurt istoric al evolutiei ITS cat si sa prezint contributia proprie prin prezentarea unui nou tip de sistem.

Dealungul timpului au fost concepute numeroase abordari ale gestionarii traficului. Noi o sa prezentam unele dintre cele mai recente abordari care au dovenit a aduce imbunatatiri asupra traficului:

- **Sisteme bazate pe detectia de obiecte**
- Sisteme bazate pe senzori
- Sisteme care sincronizeaza traficul
- Sisteme bazate pe logica fuzzy
- Sisteme bazate pe DSRC

Dealungul timpului au fost concepute numeroase abordari ale gestionarii traficului. Noi o sa prezentam unele dintre cele mai recente abordari care au dovenit a aduce imbunatatiri asupra traficului:

- Sisteme bazate pe detectia de obiecte
- **Sisteme bazate pe senzori**
- Sisteme care sincronizeaza traficul
- Sisteme bazate pe logica fuzzy
- Sisteme bazate pe DSRC

Dealungul timpului au fost concepute numeroase abordari ale gestionarii traficului. Noi o sa prezentam unele dintre cele mai recente abordari care au dovenit a aduce imbunatatiri asupra traficului:

- Sisteme bazate pe detectia de obiecte
- Sisteme bazate pe senzori
- **Sisteme care sincronizeaza traficul**
- Sisteme bazate pe logica fuzzy
- Sisteme bazate pe DSRC

Dealungul timpului au fost concepute numeroase abordari ale gestionarii traficului. Noi o sa prezentam unele dintre cele mai recente abordari care au dovenit a aduce imbunatatiri asupra traficului:

- Sisteme bazate pe detectia de obiecte
- Sisteme bazate pe senzori
- Sisteme care sincronizeaza traficul
- **Sisteme bazate pe logica fuzzy**
- Sisteme bazate pe DSRC

Dealungul timpului au fost concepute numeroase abordari ale gestionarii traficului. Noi o sa prezentam unele dintre cele mai recente abordari care au dovenit a aduce imbunatatiri asupra traficului:

- Sisteme bazate pe detectia de obiecte
- Sisteme bazate pe senzori
- Sisteme care sincronizeaza traficul
- Sisteme bazate pe logica fuzzy
- Sisteme bazate pe DSRC

# Sisteme bazate pe detectia de obiecte

Sistemele se bazeaza pe determinarea numarului de masini ce asteapta in trafic folosind camere (Fig 1). Metoda se bazeaza pe algoritmi de segmentare a imaginilor si detectie de obiecte.

Cu toate acestea, tehnicile folosite pentru a rezolva problema s-au dovedit a fi ineficiente în timp real, datorita complexitatii computationale a algoritmilor de procesare a imaginilor, astfel sistemul nu a putut tine pasul cu vehiculele ce se deplasau la viteze mari. De asemenea, in conditii meteo neprielnice, acuratetea acestora scade drastic.



# Sisteme bazate pe detectia de obiecte

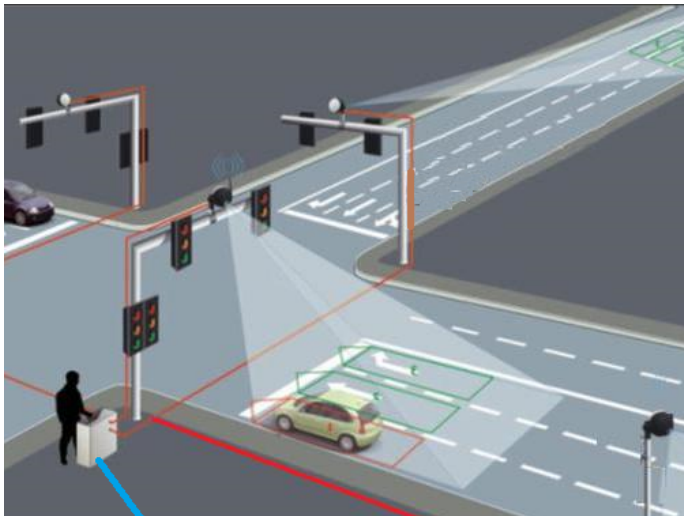


Figura: Sisteme bazate pe detectie de obiecte (Sursa imagine ©)

O alta modalitate de a gestiona traficul este aceea bazate pe senzori. Aceasta presupune monitorizarea sosiri si plecari vehiculelor prin intermediul datelor GPS. Astfel, am putea folosi tehnologia încorporată pentru a înregistra datele GPS și a le trimite la sistemul de monitorizare a traficului prin GSM/GPRS (Fig 2).

Dezavantajele acestei metode sunt faptul că implică costuri de implementare foarte mari, iar unele vehicule nu pot fi urmărite folosind sisteme de detectare radio. Această problemă poate fi abordată și cu ajutorul senzorilor de drum, dar ar necesita costuri chiar mai mari deoarece acestia ar trebui înlocuiti destul de des, datorita uzuri parti carosabile si a constructiilor.

# Sisteme bazate pe senzori

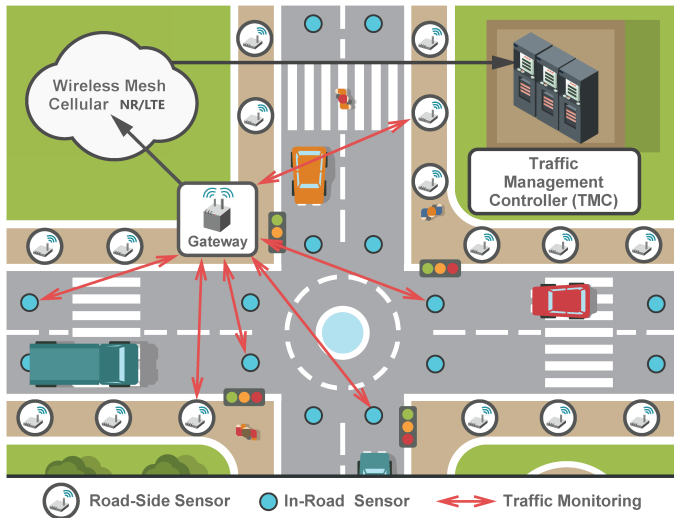


Figura: Sisteme bazate pe senzori (Sursa imagine ©)

# Sisteme care sincronizeaza traficul

Sistemele de sincronizare a semafoarelor (TSC) urmăresc să minimizeze numărul de apariții STOP și GO prin adaptarea stării semafoarelor în intersecții. Această tehnică are ca și constrângere deplasarea la viteză constantă a vehiculelor, dând posibilitatea acestora să treacă prin un lanț de intersecții fără oprire. La fel ca majoritatea altor metode, această metodă colectează date despre traficul curent, nefiind o anumită metodă specifică. Când vehiculele parcurg una dintre intersecții, durata de verde crește, la fel și cea de roșu pentru drumurile adiacente, dând posibilitatea curgerii constante a traficului.

Principalele dezavantaje ale acestei metode este că în scenarii reale conducătorii nu vor respecta condiția de deplasare constantă în normele legale de viteză, ducând la scenarii neprevăzute, precum așteptarea prelungită a rutelor secundare. De asemenea, metoda presupune prioritizarea unei rute principale, în cazul în care două sau mai multe rute principale se intersectează traficul va fi desincronizat.

# Sisteme bazate pe logica fuzzy

Sistemele bazate pe logica fuzzy (FITS) au fost concepute initial cu intentia de a imita un politist ce gestioneaza traficul dintr-o intersectie. Acestea iau starea traficului si aplica reguli fuzzy pentru a gestiona traficul. Astfel, starea traficului va fi reprezentata de valori intra 0 si 1. De exemplu, durata timpului de verde poate fi modelata pe baza setului fuzzy care include 4 stari: "none" (1), "scurt" (2), "moderat" (3), "lung" (4). In ciuda beneficiilor acestei abordari, asemenea altor algoritmi pe baza de inteligenta artificiala, acesta necesita o perioada indelungata de training, acesta facanduse real-time datorita faptului ca traficul este mult prea variadic si nu poate fi prezis. De asemenea, acest training va trebui realizat pentru fiecare intersectie in parte, iar rezultatele nu coincide intodeauna cu asteptarile, traficul putand chiar fi ingreunat din cauza algoritmului.

$$\text{"none"} - f(q) = \max(\min((10 - q)/10, 2), 0) \quad (1)$$

$$\text{"scurt"} - f(q) = \max(\min(q/10, (20 - q)/10), 0) \quad (2)$$

$$\text{"moderat"} - f(q) = \max(\min(q/5, (30 - q)/5), 0) \quad (3)$$

$$\text{"lung"} - f(q) = \max(\min((50 - q)/10, q/2), 0) \quad (4)$$

# Sisteme bazate pe DSRC

DSRC sunt canale de comunicație fără fir unidirecționale sau bidirecționale special concepute pentru utilizare în automobile, care sunt utilizate în cea mai mare parte de către ITS pentru a comunica cu alte vehicule sau cu tehnologia infrastructurii. Acestea funcționează pe banda de 5,9 GHz a spectrului de frecvențe radio și sunt eficiente pe distanțe scurte și medii. Virtual Traffic Light(VTL) este o abordare inspirată din biologie a controlului traficului care se bazează pe comunicare între vehicule (V2V) prin utilizarea mesajelor DSRC. Ne putem imagina mașinile ca fiind "routere în mișcare", iar intersecțiile fiind "routere staționare". Ori de câte ori o cale de transport este supraincercată, una dintre rutele alternative este blocată, astfel abordarea seamănă mult cu tehnicile provenite din rețelistică.

Principalul dezavantaj este faptul că în momentul de față sunt multe vehicule care nu suportă acest tip de tehnologie. Astfel infrastructura traficului nu permite în momentul de față o lansare a sistemului.

# Sisteme bazate pe DSRC



Figura: Sisteme bazate pe DSRC (Sursa imagine ©)



# Motivatie, scopuri si obiective

Ce ne-a determinat pe noi sa concepem acest nou tip de sistem este experienta in traficul Timisoara, Romania. Credem că sistemul de trafic de aici se bazează pe sisteme de sincronizare a semafoarelor, deoarece de cele mai multe ori, atunci când puteți prinde semaforul verde la un anumita intersecție, le veti prinde si pe restul ce urmeaza. Ce este problematic si credem ca asta problema principala a soferilor sunt orele de varf, cand traficul nu este gestionat bine si de multe ori va trebuie sa astepti la acelasi semafor pana la 3 sau ba chiar 4 cicluri de rosu si verde. Problema prezentata este datorita faptului ca din cauza volumului mare de trafic, masinile nu vor mai putea circula cu o viteza constanta iar traficul in sine va fi desincronizat. Acesta este doar un exemplu de trafic gestionat prost, dar acesta problema persista la nivel global, netinand cont de tipul de sistem folosit, mereu vom ajunge la ambuteiaje. Principalele noastre obiective sunt crearea unui sistem:

- **Performant si accesibil**
- Adaptabil la orice conditie de trafic
- Scalabil la nivel global

# Motivatie, scopuri si obiective

Ce ne-a determinat pe noi sa concepem acest nou tip de sistem este experienta in traficul Timisoara, Romania. Credem că sistemul de trafic de aici se bazează pe sisteme de sincronizare a semafoarelor, deoarece de cele mai multe ori, atunci când puteți prinde semaforul verde la un anumita intersecție, le veti prinde si pe restul ce urmeaza. Ce este problematic si credem ca asta problema principala a soferilor sunt orele de varf, cand traficul nu este gestionat bine si de multe ori va trebuie sa astepti la acelasi semafor pana la 3 sau ba chiar 4 cicluri de rosu si verde. Problema prezentata este datorita faptului ca din cauza volumului mare de trafic, masinile nu vor mai putea circula cu o viteza constanta iar traficul in sine va fi desincronizat. Acesta este doar un exemplu de trafic gestionat prost, dar acesta problema persista la nivel global, netinand cont de tipul de sistem folosit, mereu vom ajunge la ambuteiaje. Principalele noastre obiective sunt crearea unui sistem:

- Performant si accesibil
- Adaptabil la orice conditie de trafic
- Scalabil la nivel global

# Motivatie, scopuri si obiective

Ce ne-a determinat pe noi sa concepem acest nou tip de sistem este experienta in traficul Timisoara, Romania. Credem că sistemul de trafic de aici se bazează pe sisteme de sincronizare a semafoarelor, deoarece de cele mai multe ori, atunci când puteți prinde semaforul verde la un anumita intersecție, le veti prinde si pe restul ce urmeaza. Ce este problematic si credem ca asta problema principala a soferilor sunt orele de varf, cand traficul nu este gestionat bine si de multe ori va trebuie sa astepti la acelasi semafor pana la 3 sau ba chiar 4 cicluri de rosu si verde. Problema prezentata este datorita faptului ca din cauza volumului mare de trafic, masinile nu vor mai putea circula cu o viteza constanta iar traficul in sine va fi desincronizat. Acesta este doar un exemplu de trafic gestionat prost, dar acesta problema persista la nivel global, netinand cont de tipul de sistem folosit, mereu vom ajunge la ambuteiaje. Principalele noastre obiective sunt crearea unui sistem:

- Performant si accesibil
- Adaptabil la orice conditie de trafic
- Scalabil la nivel global

# O noua varianta flexibila si economica de a gestiona traficul

Credem că viitorul gestionari traficului se va baza pe semnale asemanatoare cu cele DSRC. Deocamdată, infrastructura nu oferă o modalitate de a implementa acest tip de sisteme, asa ca am decis să dezvoltăm o nouă abordare care să combină și să preia cele mai bune caracteristici din toate tehnologiile descrise mai sus și să ofere o migrare ușoară. Pentru asta am conceput un sistem IPC alcatuit din 2 tipuri de servere si 2 tipuri de clienti:

- **Servere:**

- 1 Junction Main Server(JMS) - legat de intersectie si semafoare
- 2 Proxy - servere regionale ce asigura conectivitatea

- **Clienti:**

- 1 Traffic Observer(TO) - legat de catre o camera pe fiecare directie
- 2 Vehicle Tracker(VT) - instalat direct pe autovehicul

# O noua varianta flexibila si economica de a gestiona traficul

Credem că viitorul gestionari traficului se va baza pe semnale asemanatoare cu cele DSRC. Deocamdată, infrastructura nu oferă o modalitate de a implementa acest tip de sisteme, asa ca am decis să dezvoltăm o nouă abordare care să combină și să preia cele mai bune caracteristici din toate tehnologiile descrise mai sus și să ofere o migrare ușoară. Pentru asta am conceput un sistem IPC alcatuit din 2 tipuri de servere si 2 tipuri de clienti:

- Servere:

- 1 Junction Main Server(JMS) - legat de intersectie si semafoare
- 2 Proxy - servere regionale ce asigura conectivitatea

- Clienti:

- 1 Traffic Observer(TO) - legat de catre o camera pe fiecare directie
- 2 Vehicle Tracker(VT) - instalat direct pe autovehicul

# O noua varianta flexibila si economica de a gestiona traficul

Credem că viitorul gestionari traficului se va baza pe semnale asemanatoare cu cele DSRC. Deocamdată, infrastructura nu oferă o modalitate de a implementa acest tip de sisteme, asa ca am decis să dezvoltăm o nouă abordare care să combină și să preia cele mai bune caracteristici din toate tehnologiile descrise mai sus și să ofere o migrare ușoară. Pentru asta am conceput un sistem IPC alcatuit din 2 tipuri de servere si 2 tipuri de clienti:

- Servere:

- 1 Junction Main Server(JMS) - legat de intersectie si semafoare
- 2 Proxy - servere regionale ce asigura conectivitatea

- Clienti:

- 1 Traffic Observer(TO) - legat de catre o camera pe fiecare directie
- 2 Vehicle Tracker(VT) - instalat direct pe autovehicul

# O noua varianta flexibila si economica de a gestiona traficul

Credem că viitorul gestionari traficului se va baza pe semnale asemanatoare cu cele DSRC. Deocamdată, infrastructura nu oferă o modalitate de a implementa acest tip de sisteme, asa ca am decis să dezvoltăm o nouă abordare care să combină și să preia cele mai bune caracteristici din toate tehnologiile descrise mai sus și să ofere o migrare ușoară. Pentru asta am conceput un sistem IPC alcatuit din 2 tipuri de servere si 2 tipuri de clienti:

- Servere:

- 1 Junction Main Server(JMS) - legat de intersectie si semafoare
- 2 Proxy - servere regionale ce asigura conectivitatea

- Clienti:

- 1 Traffic Observer(TO) - legat de catre o camera pe fiecare directie
- 2 Vehicle Tracker(VT) - instalat direct pe autovehicul

# O noua varianta flexibila si economica de a gestiona traficul

Credem că viitorul gestionarii traficului se va baza pe semnale asemanatoare cu cele DSRC. Deocamdată, infrastructura nu oferă o modalitate de a implementa acest tip de sisteme, asa ca am decis să dezvoltăm o nouă abordare care să combină și să preia cele mai bune caracteristici din toate tehnologiile descrise mai sus și să ofere o migrare ușoară. Pentru asta am conceput un sistem IPC alcatuit din 2 tipuri de servere si 2 tipuri de clienti:

- Servere:

- 1 Junction Main Server(JMS) - legat de intersectie si semafoare
- 2 Proxy - servere regionale ce asigura conectivitatea

- Clienti:

- 1 Traffic Observer(TO) - legat de catre o camera pe fiecare directie
- 2 Vehicle Tracker(VT) - instalat direct pe autovehicul



# O noua varianta flexibila si economica de a gestiona traficul

Credem că viitorul gestionari traficului se va baza pe semnale asemanatoare cu cele DSRC. Deocamdată, infrastructura nu oferă o modalitate de a implementa acest tip de sisteme, asa ca am decis să dezvoltăm o nouă abordare care să combină și să preia cele mai bune caracteristici din toate tehnologiile descrise mai sus și să ofere o migrare ușoară. Pentru asta am conceput un sistem IPC alcatuit din 2 tipuri de servere si 2 tipuri de clienti:

- Servere:

- 1 Junction Main Server(JMS) - legat de intersectie si semafoare
- 2 Proxy - servere regionale ce asigura conectivitatea

- Clienti:

- 1 Traffic Observer(TO) - legat de catre o camera pe fiecare directie
- 2 **Vehicle Tracker(VT) - instalat direct pe autovehicul**

Clientul respectiv se va folosi de componentele deja instalate pe o masina anume: GPS si Radio. Astfel acesta va determina pozitia geografica atat cat si directia de mers si prin intermediul Proxy-ului se va conecta la urmatoarea intersectie, semnaland intentia de traversare. Odata ce clientul respectiv a trecut de intersectie, el se va deconecta si va interoga ultimul proxy cunoscut. Astfel, vom avea o metoda rapida si neperturbabila de a transmite date catre semafor, putand determina usor starea traficului in orice momemnt.



# Traffic observer

# Junction main server

# Detalii de implementare







# Car Detector

# Object Recognition Server

# Testing

# Concluzii, defecte ale sistemului si directii viitoare