Universitatea Politehnica Timișoara

Facultatea de Automatică și Calculatoare

Departamentul Informatică Aplicată

Sistem Management Intersecție Semaforizată

Proiect de diplomă

Autor: **Robert PÎRV**

Coordonator Științific:

**Conf. Dr. Ing. Adrian Korodi**

Cuprins:

[Capitolul 1: Introducere 1](#_Toc43157830)

[1.1 Context Actual 1](#_Toc43157831)

[1.2 Tema lucrării 2](#_Toc43157832)

[1.3 Structura Lucrării 3](#_Toc43157833)

[Capitolul 2: 4](#_Toc43157834)

[2.1 Echipament Hardware 4](#_Toc43157835)

# Capitolul 1: Introducere

## Context Actual

Semafoarele au început să fie folosite încă din anul 1912. De-a lungul timpului au fost concepute diferite sisteme pentru a gestiona cât mai bine controlul traficului în zonele urbane cu o densitate a populației ridicată. Aceste sisteme au avut ca scop monitorizarea și controlarea fluxului de automobile prin intersecțiile de drumuri pentru asigurarea unui flux cât mai ușor prin aceste intersecții. În ultima perioadă de timp, s-a înregistrat o creștere a populației foarte mare. Doar din 2007 până în 2019, populația a crescut cu aproximativ un bilion de oameni ajungând la un total de aproximativ 7,7 bilioane, și se preconizează ca până în 2050 să se ajungă la o cifră de aproximativ 9,7 bilioane/ref1. Datorită creșterii populației și a autovehiculelor foarte mare, din ce în ce mai multe congestii au loc în marile orașe, rezultând în timp pierdut, emisii mari de noxe în atmosferă, pe lângă mulți nervi consumați de către persoanele în cauză. În ciuda multor încercări de a găsi soluții mai mult sau mai puțin viabile, cum ar fi reabilitarea de drumuri, construcții noi de drumuri, implementarea intersecțiilor de tip sens giratoriu și multe altele, controlul traficului a rămas o problemă fără o adevărată soluție. Trebuie avute în vedere orele de vârf, zilele din săptămână, perioada anuală, sincronizarea cu intersecțiile adiacente, dar și evenimente neprevăzute cum ar fi accidente, traversarea intersecțiilor de către echipamentele de urgență. Întru-cât un astfel de sistem are foarte multe variabile necunoscute, este nevoie de foarte multe resurse și un sistem de control foarte bine gândit.

În mod tradițional au fost adoptate trei strategii pentru controlul traficului: controlul timpul pre-definit, controlul declanșat de semnal, controlul declanșatorului de semnal adaptiv.

Astfel, mai multe persoane au creat diferite sisteme pentru a asigura, sau încerca, decongestionarea traficului din zonele urbane suprapopulate, folosind diferite metode, atât echipamente hardware cât și software. Un astfel de sistem demn de menționat este Smart Traffic Light Control System/ref2. Acest sistem se bazează pe un microController PIC care controlează diversele operații asupra semafoarelor și senzori infra roșu (IR) pentru a detecta volumul traficului și densitatea fluxului. Acest sistem beneficiază și de un aparat fără fir pentru care poate controla sistemul, astfel încât autovehiculele de urgență să își poată asigura o parcurgere a intersecției cât mai facilă. Acest sistem are în configurație mai mulți senzori IR pentru a putea aproxima cât mai bine fluxul de autovehicule în preajma unei intersecții.

Un alt sistem care merită trecut în revistă este Smart Traffic Signal Controll System for Smart City Applications/ref3. Acest sistem se bazează pe rețeaua dintre vehicule către orice, sau V2X/ref4. În acest protocol, s-au definit mai multe subprotocoale și canale de comunicații cum ar fi V2V (Vehicle to Vehicle) Vehicul – la – Vehicul, V2P (Vehicle to Pedestrian) Vehicul – la – Pedestrian, V2I (Vehicle to Infrastructure) Vehicul – la – Infrastructură, V2N (Vehicle to Network) Vehicul – la – Rețea. Sistemul, bazându-se pe acest nivel de protocol, poate preveni cu ușurință situații critice nu doar în cazul administrării timpilor pe Verde în intersecții dar și evitarea accidentelor dintre autovehicule și echipajele de urgență, sau accidentele dintre vehicule și pietoni. În acest sistem, unitatea de drum, este punctul principal și cel care face legătura în întreg sistemul. El este compatibil cu sistemele deja existente de control al traficului, astfel nu ar introduce costuri foarte mari implementarea lui într-un sistem deja existent.

Un sistem de control de preempțiune a semaforului bazat pe GPS pentru vehicule de urgență/ref5 a fost conceput astfel ca vehiculele de urgență să poată ajunge în siguranță la destinație în timp cât mai scurt. Diferite alte sisteme au încercat rezolvarea acestei probleme, dar au întâmpinat alte probleme. Sisteme optice bazate pe observarea luminilor echipajelor de intervenție cu ajutorul senzorilor infraroșu, sisteme bazate pe receptarea sunetelor emise de către echipajele de intervenție, sau chiar sisteme controlate prin unde radio pentru a elibera calea echipajelor, toate s-au lovit de diferite probleme care le împiedica buna funcționare în orice condiție. Acest sistem bazat pe GPS are ca pași următoarele: sugestia cu cea mai scurtă traiectorie până la destinație, eliberarea din timp a căii de alte vehicule și pietoni, minimizarea timpului pentru decongestionarea unor intersecții și prevenirea posibilelor accidente și asigurarea siguranței publice.

## Tema lucrării

Problema gestionării traficului încă necesită studiu și soluții. În ciuda multor sisteme care au abordat acest subiect, rămân multe detalii de rezolvat. În această lucrare, eu am încercat realizarea unui sistem de administrare a luminii semafoarelor în raport cu lungimile cozilor cu ajutorul mediului de dezvoltare Node-Red și Raspberry Pi.

Raspberry Pi este un SBC (Single Board Computer), un calculator pe o singură placă, de o dimensiune apropiată a unui card de credit. Unii spun că ar fi un hibrid între un microController și un microProcessor. Cu certitudine nu se poate spune, dar și-a găsit folosința mult dincolo de ideea de la care a pornit. La început a fost conceput/ref6 cu singurul scop de a promova bazele științei calculatoarelor, dar ulterior a ajuns să fie folosit în foarte multe proiecte de cercetare, robotică și multe altele datorită portabilității sale și costului relativ scăzut. Acest microcalculator a ajuns să fie unul dintre cele mai vândute SBC de pe piață, ajungând până la mai mult de 30 de milioane de unități vândute. Astfel că, în realizarea acestei lucrării, acest hibrid și-a găsit locul perfect fiind mai mult decât suficient pentru necesitățile acestui proiect.

NODE-Red este un mediu relativ nou, el a fost creat în anul 2013 ca open-source și de atunci a avut un trend ascendent, astfel că in 2016 a culminat fiind declarat unul dintre proiectele fondatoare ale fundației JavaScript. Acest tip de programare, pe bază de flux, este un mod de a descrie funcționalitatea unei aplicații printr-o rețea de cutii negre, sau noduri, numite în NODE-Red. Fiecare nod are un scop bine definit, iar multitudinea de noduri disponibile fac ca o bună parte din nevoile oricărui proiect să fie îndeplinite cu succes.

Am ales această temă datorită faptului că am realizat un proiect similar și am rămas foarte impresionat de potența Node-Red în combinație cu Raspberry Pi. Scopul acestei lucrării este realizarea unei aplicații de administrare a luminii semafoarelor pentru asigurarea unui flux cât mai lin al autovehiculelor prin intersecție. A fost luat ca și caz de studiu o singură intersecție în cruce, neținând cont de semafoare pentru pedeștrii. Cu ajutorul unor butoane se va simula trecere unui autovehicul înspre intersecție, au fost folosite LED-uri pentru simularea semafoarelor, iar cu ajutorul Raspberry-ului au fost conectate toate acestea. Cu ajutorul lui NODE-Red a fost realizată partea Software a acestei lucrări.

## Structura Lucrării

Structura acestei lucrări este pe 7 capitole. Capitolul 1 Introducerea și expunerea temei , de-asemenea și exemplificarea unor sisteme similare deja existente. Capitolul 2 cuprinde considerațiile teoretice și practice, și anume descrierea amănunțită a echipamentului hardware folosit, dar și a echipamentului software cu care s-a realizat această lucrare. În capitolul 3 va fi descrisă arhitectura sistemului și felul în care acesta se manifestă prin diferite diagrame și care sunt modulele sistemului. În capitolul 4 vor fi desfășurați pașii implementării hardware și a machetei, și nodurile folosite pentru dezvoltarea software. Capitolul 5 va cuprinde rezultatele de la finalul acestei simulări de intersecție și care sunt posibilele îmbunătățiri ale sistemului. În capitolul 6 vor fi trase câteva concluzii iar în capitolul 7 va fi prezentată bibliografia.

# Capitolul 2: Considerații teoretice și practice

## 

În cadrul acestui proiect s-a realizat un sistem de administrare al luminii semafoarelor în raport cu lungimea cozilor bazat pe un SBC Raspberry Pi, care, în urma comenzilor trimise de pe aplicația remote prin intermediul retelei locale, fie ea WiFi, fie ea prin cablu, va porni sistemul și va afișa lungimile cozilor și stadiul actual al semafoarelor.

Realizarea acestui proiect a constat in 3 pași importanți:

* Construcția machetei din lemn și printarea 3D a cutiilor semafoarelor
* Legarea LED-urilor prin cabluri la Raspberry Pi
* Implementarea în NODE-Red

## 2.1 Echipament Hardware

1. UN DESA. *World Population Prospects 2019: Highlights (ST*/*ESA*/*SER. A*/*423)*; United Nations Department for Economic and Social Affairs: New York, NY, USA, 2019.
2. Ghazal, Bilal & Khatib, Khaled & Chahine, Khaled & Kherfan, Mohamad. (2016). Smart traffic light control system. 140-145. 10.1109/EECEA.2016.7470780.
3. Lee, W.-H.; Chiu, C.-Y. Design and Implementation of a Smart Traffic Signal Control System for Smart City Applications. *Sensors* **2020**, *20*, 508.
4. S. Chen *et al*., "Vehicle-to-Everything (v2x) Services Supported by LTE-Based Systems and 5G," in *IEEE Communications Standards Magazine*, vol. 1, no. 2, pp. 70-76, 2017, doi: 10.1109/MCOMSTD.2017.1700015.
5. Eltayeb, Abubakr & Almubarak, Omer & Attia, Tahani. (2013). A GPS based traffic light pre-emption control system for emergency vehicles. 724-729. 10.1109/ICCEEE.2013.6634030.
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi>