

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Алгоритмічне та програмно-апаратне забезпечення комп'ютерної системи визначення інтенсивності руху автотранспорту

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СІм-61
спеціальності _____

123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Гук Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Паламар А.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Готович В.А.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Гук Юрій Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Алгоритмічне та програмно-апаратне забезпечення комп'ютерної системи визначення інтенсивності руху автотранспорту

Керівник роботи Паламар Андрій Михайлович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «6» грудня 2022 року № 4/7-986

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз відомих методів та засобів для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту. 2. Проектування апаратних засобів системи для визначення інтенсивності дорожнього руху. 3. Алгоритмічне та програмне забезпечення системи для визначення інтенсивності руху транспортних засобів. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Тема кваліфікаційної роботи, актуальність, об'єкт та предмет дослідження.

2. Мета, задачі дослідження та наукова новизна.

3. Функціональна схема системи.

4. Структурна схема модуля.

5. Схема електрична принципова.

6. Блок-схема алгоритму роботи системи.

7. Результати роботи системи.

8. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз відомих методів та засобів для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту</i>	<i>14.11.2022 - 18.11.2022</i>	<i>виконано</i>
2	<i>Проектування апаратних засобів системи для визначення інтенсивності дорожнього руху</i>	<i>19.11.2022 - 28.11.2022</i>	<i>виконано</i>
3	<i>Алгоритмічне та програмне забезпечення системи для визначення інтенсивності руху транспортних засобів</i>	<i>29.11.2022 - 06.12.2022</i>	<i>виконано</i>
4	<i>Написання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»</i>	<i>07.12.2022 - 09.12.2022</i>	<i>виконано</i>
5	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу</i>	<i>10.12.2022- 14.12.2022</i>	<i>виконано</i>
6	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи магістра</i>	<i>15.12.2022</i>	<i>виконано</i>
7	<i>Захист кваліфікаційної роботи магістра</i>	<i>20.12.2022</i>	

Студент

(підпис)

Гук Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паламар А.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Алгоритмічне та програмно-апаратне забезпечення комп'ютерної системи визначення інтенсивності руху автотранспорту // Кваліфікаційна робота магістра // Гук Юрій Андрійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІМ-61 // Тернопіль, 2022 // с. – 75, рис. – 35, табл. – 3, аркушів А1 – 8, додат. – 1, бібліогр. – 41.

Ключові слова: інтенсивність транспортного руху, розумне місто, комп'ютеризована система, мікрокомп'ютер, Raspberry Pi.

Кваліфікаційна робота присвячена питанню розроблення програмно-апаратних засобів для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту на базі технологій Інтернету речей.

Синтезовано структуру комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту. Здійснено вибір компонентів проєктованої системи та розроблено апаратне забезпечення модуля для моніторингу дорожнього руху. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для системи визначення інтенсивності руху автотранспорту.

Впровадження запропонованої комп'ютеризованої системи на основі технологій Інтернету речей дозволить підвищити ефективність регулювання руху міського транспорту та забезпечити зниження негативного впливу на екологію шляхом зменшення кількості заторів на автодорогах.

ANNOTATION

Algorithmic and software-hardware means of the computer system for the motor vehicle traffic intensity determining // Master diploma thesis // Huk Yurii // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIm-61 // Ternopil, 2022 // p. – 75, fig. – 35, tabl. – 3, sheets A1 – 8, addit. – 1, bibliography – 41.

Keywords: traffic intensity, smart city, computerized system, microcomputer, Raspberry Pi.

The qualification work is devoted to the issue of developing software and hardware tools for determining the intensity of traffic on the basis of Internet of Things technologies.

The structure of the computerized information-measuring system for determining the intensity of road traffic has been synthesized. The components of the designed system were selected and the hardware of the traffic monitoring module was developed. Algorithmic and software for the system for determining the intensity of motor vehicle traffic has been developed.

Implementation of the proposed computerized system based on Internet of Things technologies will increase the efficiency of urban traffic regulation and ensure a reduction in the negative impact on the environment by reducing the number of traffic jams on roads.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	10
1.1. Аналіз стану проблеми щодо моніторингу трафіку на дорогах.....	10
1.2. Основні напрямки застосування автоматизованих систем керування дорожнім рухом.....	13
1.3. Огляд і аналіз сучасних методів та засобів в області визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту	15
1.4. Висновки до розділу 1	22
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	23
2.1. Структура системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту	23
2.2. Реалізація апаратної частини проєктованої системи	26
2.3. Розробка електричної схеми пристрою для моніторингу інтенсивності руху транспорту	35
2.4. Висновки до розділу 2	37
РОЗДІЛ 3 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	38
3.1. Алгоритмічне забезпечення системи для визначення інтенсивності автомобільного трафіку	38
3.2. Обґрунтування вибору засобів розробки програмного забезпечення для проєктованої системи	40
3.3. Розробка програмного забезпечення для роботи з камерою.....	44
3.4. Відображення результатів роботи системи	51
3.5. Висновки до розділу 3	55

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1. Охорона праці	56
4.2. Забезпечення захисту працівників суб'єкта господарювання від іонізуючих випромінювань	59
4.3. Висновки до розділу 4	63
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
Додаток А Тези конференцій.....	70

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВІРАТ – визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту;

ІС – інтегральна схема;

МК – мікроконтролер;

ОС – операційна система;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій;

ПК – персональний комп'ютер;

СК – система керування;

СКДР – системи керування дорожнім рухом;

СУДРП – система управління дорожнім рухом на перехресті;

ТЗ – транспортний засіб;

ЦПК – центральний пункт керування;

IoT – Internet of Things;

GPIO – General-purpose input/output;

GPS – Global Position System;

MVP – minimum viable product;

RPi – Raspberry Pi;

WAN – Wide Area Network.

ВСТУП

Актуальність теми. У зв'язку з урбанізацією, кількість транспортних засобів в містах нестримно росте. Більшість міст нашої країни все більше страждає від заторів і пов'язаних з ними негативних ситуацій. В результаті це спричиняє велику кількість проблем, до яких можна віднести збільшення тривалості проїзду, підвищення рівня витрати пального на перехрестях, забруднення атмосфери внаслідок збільшення викидів вихлопних газів тощо.

Дослідження показують, що 30 % викидів діоксиду припадає на транспортні засоби. Низька ефективність керування дорожнім рухом спричиняє витрати у розмірі мільярдів літрів палива на рік. Крім того, низька якість сигналів для регулювання дорожнього руху призводить до виникнення заторів і збільшення затримок [1]. Для зменшення кількості таких проблем на автошляхах потрібно впроваджувати інтелектуальні системи керування дорожнім трафіком, в основі яких лежить моніторинг руху транспортних засобів в режимі реального часу. Саме тому, удосконалення методів та засобів для визначення інтенсивності руху транспорту на дорогах є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення точності визначення рівня інтенсивності руху транспортних засобів на дорогах.

Для досягнення мети потрібно виконати такі завдання:

- здійснити огляд літератури за темою дослідження, проаналізувати сучасні розробки в сфері визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту, визначити їх переваги і недоліки;
- синтезувати структурну та функціональну схеми системи для визначення інтенсивності дорожнього руху;
- обґрунтувати вибір компонентів та розробити апаратне забезпечення для проекрованої системи;
- скласти алгоритм роботи та розробити програмне забезпечення для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту.

Об'єкт дослідження – процес визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту.

Предмет дослідження – програмно-апаратні методи та засоби оцінювання інтенсивності руху транспортних засобів.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених у роботі задач використано такі методи дослідження: комп'ютерного зору, синтезу, порівняння, узагальнення, системного аналізу.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Удосконалено метод визначення інтенсивності руху транспортних засобів, який, завдяки аналізу сукупності даних від датчиків відстані та інформації від відеокамери в реальному часі, дає змогу підвищити точність оцінювання дорожньої ситуації на автошляхах.

2. Отримала подальший розвиток інформаційна система визначення інтенсивності дорожнього руху, яка, завдяки поєднанню технологій комп'ютерного зору та інтернету речей, дозволяє підвищити ефективність управління транспортними потоками.

Практичне значення одержаних результатів кваліфікаційної роботи полягає у тому, що розроблені програмно-апаратні засоби дозволяють впровадити адаптивне управління засобами регулювання транспортних потоків, що дасть змогу скоротити кількість заторів та підвищити якість роботи громадського транспорту.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

1.1. Аналіз стану проблеми щодо моніторингу трафіку на дорогах

Швидкі темпи урбанізації призводять до зниження рівня безпеки пішоходів і транспортних засобів (ТЗ), а також до частого виникнення заторів у сучасних великих містах. Для зниження масштабів цих проблем необхідно постійно покращувати міську дорожню інфраструктуру та удосконалювати процес керування дорожнім рухом для підвищення зручності пересування. Типова структура міської системи керування дорожнім рухом (СКДР) представлена на рис. 1.1 [2].

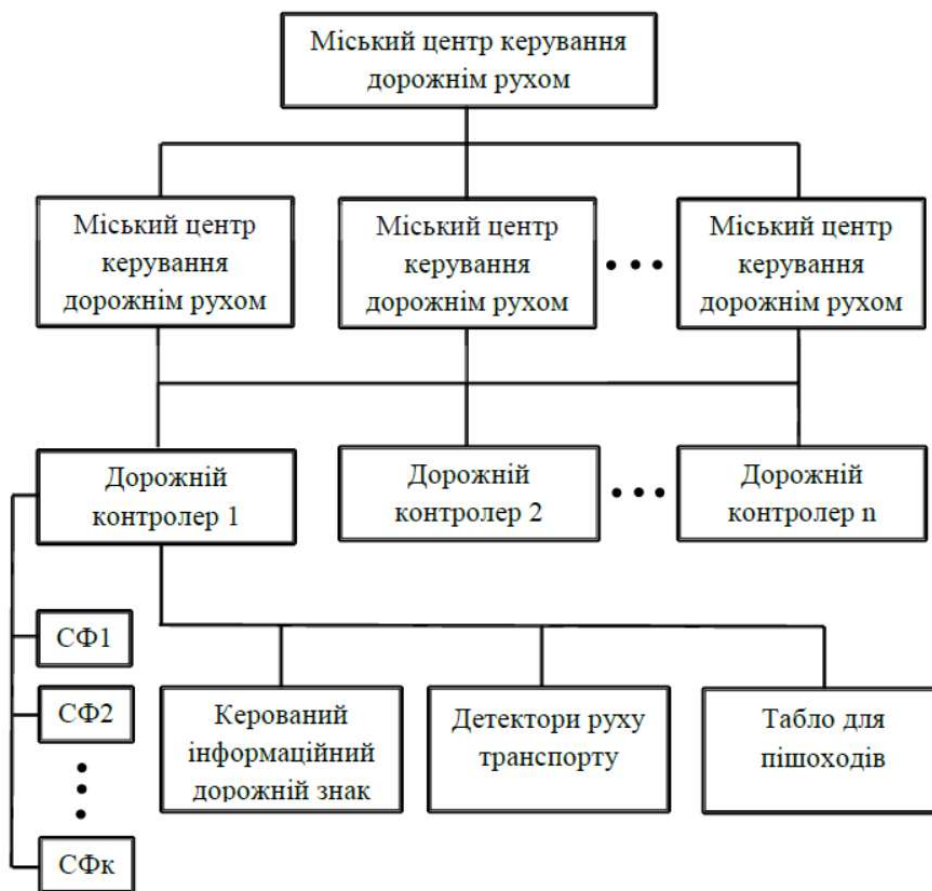


Рис. 1.1. Загальна структура СКДР міста

Ефективна стратегія зниження кількості заторів та підвищення безпеки учасників дорожнього руху залежить від своєчасного отримання точної інформації про інтенсивність транспортного потоку. Особливістю дорожнього руху є те, що рівень його інтенсивності з однієї сторони залежить від величезної кількості факторів, а з іншої – може змінюватися в широких межах [3].

Актуальною проблемою залишається потреба в отриманні та обробці інформації від великої кількості давачів, які розташовані на перехрестях міських вулиць. На сьогоднішній день для керування дорожнім рухом окремого перехрестя використовуються локальні СКДР, типова структура яких представлена схемою, яка зображена на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Структура локальної СКДР

Система моніторингу руху автомобільного транспорту дозволяє аналізувати інтенсивність трафіку на автошляхах та контролювати ситуацію шляхом регулювання тривалості роботи світлофорів, закривання чи відкривання дорожніх смуг у випадку реверсного руху, тощо. Функції світлофорів не обмежуються лише простим регулюванням руху транспортних засобів та пішоходів. Їхня робота полягає у мінімізації затримки учасників дорожнього руху.

Система керування світлофором застосовує набір датчиків з метою визначення інтенсивності трафіку та програмне забезпечення на базі штучного інтелекту для адаптивного інтелектуального управління роботою світлофора. Завдяки сучасним датчикам та системам управління ця технологія дає змогу ефективніше здійснювати регулювання руху на дорогах. Кінцевою метою є зменшення тривалості зупинки автомобілів на світлофорах [3].

Вирішення задачі визначення інтенсивності потоку транспорту дозволить [4]:

- виконати оптимізацію роботи громадського транспорту;
- забезпечити оптимальні режими регулювання світлофорів на різних локаціях дорожньої мережі;
- здійснювати детальний аналіз змін автомобільних та пасажирських потоків в процесі впровадження рішень, які стосуються змін транспортної або містобудівної інфраструктури;
- виконувати прогнозування автомобільних та пасажирських потоків по дорожньо-транспортним мережам міста, району, області чи країни.

Система для визначення інтенсивності дорожнього руху дає змогу вирішувати такі задачі [5]:

- дистанційний моніторинг інтенсивності руху транспортних засобів та автодорогах та перехрестях;
- спостереження за випадками виникнення дорожньо-транспортних пригод, появи заторів на дорогах, порушень правил дорожнього руху;
- віддалене керування дорожнім рухом шляхом регулювання режиму роботи світлофорів;
- ухвалення оперативних рішень про необхідність виклику поліції або швидкої допомоги при виникненні дорожньо-транспортних пригод чи інших проблемних ситуацій.

Позитивний вплив на екологію від впровадження системи управління дорожнім рухом виникає завдяки скороченню викидів шкідливих речовин в атмосферу, а також за рахунок зменшення рівня шуму в містах з розвинутою транспортною мережею.

Основним завданням СКДР є отримання та надсилання даних про транспортні потоки з міських перехресть на центральний пункт керування для подальшої обробки за допомогою спеціалізованого обчислювального комплексу. Це робиться з метою вироблення команд для оптимального перерозподілу потоків транспорту, враховуючи усю транспортну обстановку, шляхом переключення кожного світлофора в місті.

Підсистеми керування окремими перехрестями є основними складовими елементами системи керування рухом міського транспорту. Вони призначені не лише для керування рухом на окремому перехресті, але і для забезпечення інформаційного обміну між окремими підсистемами СКДР та центральним пультом керування [6].

1.2. Основні напрямки застосування автоматизованих систем керування дорожнім рухом

Для регулювання руху транспортних засобів та пішоходів застосовуються різноманітні системи керування, починаючи від звичайних механічних до складних комп'ютеризованих систем для координації та управління з можливістю мінімізації затримки учасників дорожнього руху.

1.2.1. Принципи керування дорожнім рухом.

Ефективний процес керування рухом транспорту на дорозі передбачає інтеграцію комп'ютеризованої системи для визначення інтенсивності руху, впровадження сучасних комунікаційних технологій та інтелектуального аналізу даних. Система керування реального часу є системою, яка здійснює управління середовищем або процесом на базі одержання

та оброблення інформації і використання результатів цієї обробки для оперативної реакції на зміну зовнішніх факторів.

У керуючих системах реальний час може бути визначений затримкою, яка повинна бути мінімальною. З технічної точки зору ця умова може бути реалізована вимогою до швидкості відклику мікроконтролера, величина якої має бути достатньою для генерації керуючого сигналу з врахуванням обмеженого часу для відповіді системи, яка вимірюється мікро- чи мілісекундами [7].

Інтелектуальна система для керування світлофорами є прикладом кіберфізичної системи дорожнього руху, яка функціонує в реальному часі. Комп'ютеризована система керування світлофором застосовує набір датчиків з метою визначення рівня інтенсивності руху та програмне забезпечення на базі штучного інтелекту для адаптивного керування світлофорами [8].

Завдяки сучасним датчикам та системі регулювання, ця технологія дає змогу світлофорам обмінюватись інформацією між собою та ефективніше здійснювати регулювання руху транспортних засобів. Однією з основних задач є зменшення тривалості простою транспортних засобів на регульованих перехрестях. Спостереження за транспортними засобами при цьому здійснюється з використанням датчиків або відеокамер. Зміни у алгоритмі роботи світлофора впроваджуються в реальному часі.

1.2.2. Кіберфізичні системи для управління дорожнім рухом. Завдання підвищення безпеки та ефективності руху транспортних засобів в межах міста спонукало до дослідження особливостей застосування кіберфізичних систем. Поняття кіберфізичної системи визначається як поєднання фізичного об'єкту та вбудованого програмного забезпечення для здійснення контролю за певним процесом [9].

Людина є основним учасником процесів, які пов'язані з кіберфізичними системами дорожнього руху. При цьому важливою є реалізація керування рухом транспортних засобів в якості регулятивної, інформативної та попереджувальної

функції. На відміну від традиційних транспортних систем, кіберфізичні системи управління дорожнім рухом направлені на підвищення надійності та ефективності завдяки збільшенню ролі зворотного зв'язку при взаємодії фізичного та віртуального світу.

Кіберфізична система інфраструктури міських транспортних мереж призначена для керування рухом транспортних засобів у реальному часі. Вона використовує в якості фізичних компонентів дорожні камери, світлофори, мікропроцесорні блоки управління, центр керування дорожнім рухом. Спеціалізоване програмне забезпечення застосовується в якості програмного компонента кіберфізичної системи. Інформаційний потік являє собою функцію моніторингу, попередження та прогнозування [9].

У кіберфізичній системі для керування рухом транспортних засобів інформаційний процес являє собою модель розрахунку оптимального алгоритму регулювання дорожнього трафіку з метою підвищення безпеки на дорозі та мінімізації тривалості затримки учасників дорожнього руху на перехрестях.

1.3. Огляд і аналіз сучасних методів та засобів в області визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту

1.3.1. Огляд методів для визначення інтенсивності транспортного потоку. Для визначення рівня інтенсивності транспортного потоку існують різні методи. В Україні та інших країнах, що розвиваються, для до цього часу широко застосовується візуальний облік. Його суть полягає у визначенні інтенсивності руху транспорту впродовж години за допомогою відео-декодерів, після чого обраховують середньорічну добову інтенсивність руху за допомогою поправочних коефіцієнтів [10].

Відео-детектори використовують мікропроцесор для аналізу вхідного відео-сигналу, використовуючи при цьому різні методи. Деякі з них здійснюють аналіз

відео-зображення контрольованої області на асфальтному покритті. При цьому фіксується зміна зображення контрольованої області, коли транспортний засіб проходить через неї.

Інший метод полягає у визначенні моменту, коли транспортний засіб потрапляє у поле відеокадру та здійснює відстеження цільового транспортного засобу, який рухається в кадрі. Інші відео-детектори застосовують поєднання цих двох методів. Використання такого підходу спричинене низьким рівнем впровадження інформаційних технологій у автотранспортну галузь України.

Для ефективного управління дорожньою ситуацією, системи керування повинні отримувати актуальні дані за короткі проміжки часу. Показник середньорічної добової інтенсивності транспортного руху не дозволяє оцінити дорожню ситуацію в певний момент часу. Причиною цього є те, що розподіл кількості транспортних засобів на дорозі не є рівномірним впродовж доби.

В роботі [11] автори пропонують застосовувати зображення, які отримані з відеокамер для отримання інформації про кількість транспортних засобів та швидкість їх руху. Для розпізнавання об'єктів та класифікації їх по групах використовується сегментація зображень завдяки методу, який базується на використанні нейронних мереж.

В статті [12] описано метод для управління дорожнім рухом, який полягає у динамічному розподілі транспортних потоків та зменшенні кількості заторів та негативних наслідків до яких вони призводять. Запропонований алгоритм полягає в оптимізації транспортного потоку для того, щоб мережа доріг могла підтримувати пересування більшої кількості транспортних засобів без зниження їх середньої швидкості, враховуючи при цьому інформацію про інтенсивність дорожнього руху у реальному часі (рис. 1.3).

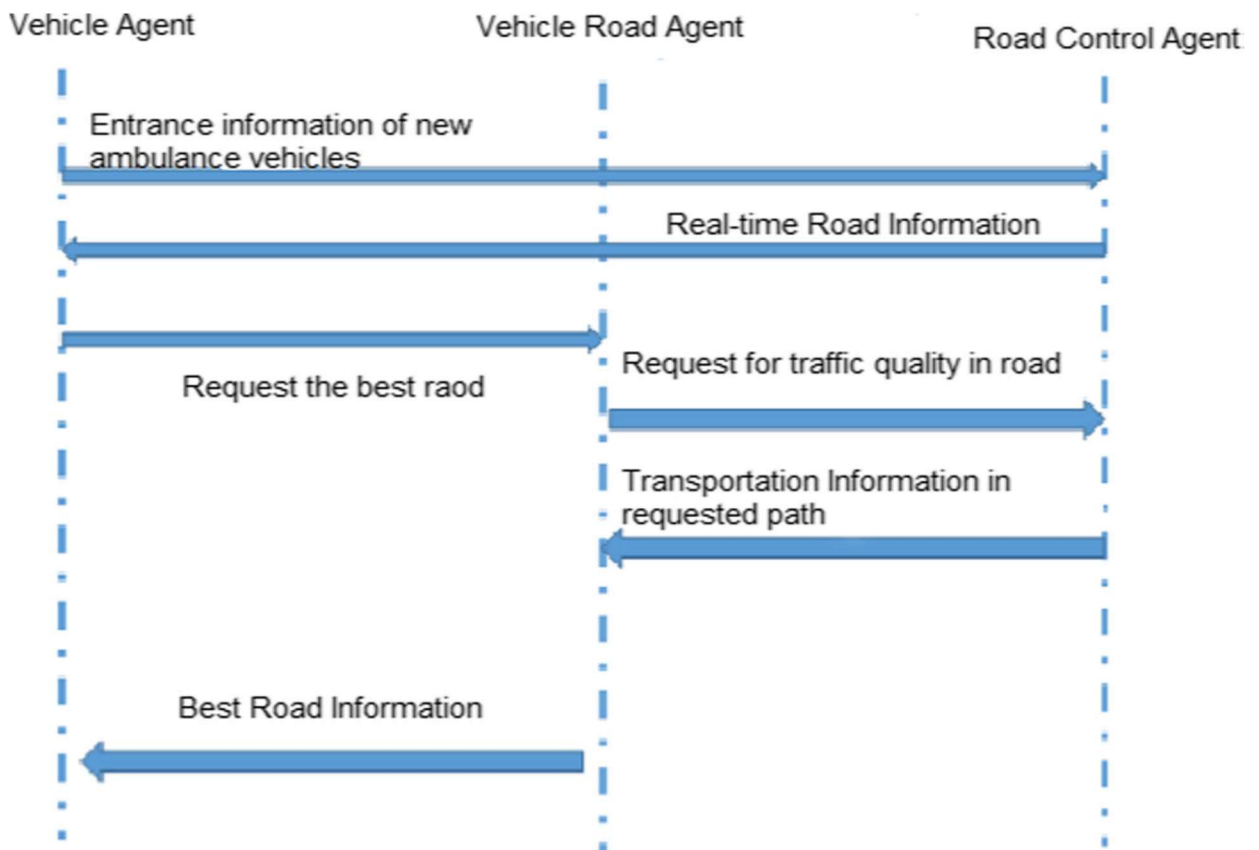


Рис. 1.3. Діаграма послідовності між агентами для оптимізації транспортного потоку [12]

Передбачається, що система управління дорожнім рухом в надзвичайних ситуаціях розраховує в режимі реального часу транспортний потік для всіх транспортних засобів, обладнаних GPS-пристроями. Центр керування дорожнім рухом відповідає за надсилання та отримання інформації про місцезнаходження транспортних засобів.

У статті [13] представлений метод визначення інтенсивності дорожнього трафіку та його класифікації за ознакою швидкості пересування транспортних засобів для виявлення заторів. Автори запропонували здійснювати аналіз векторів оптичного потоку, який оцінюється з використанням алгоритму Собеля для визначення країв транспортних засобів (рис. 1.4).

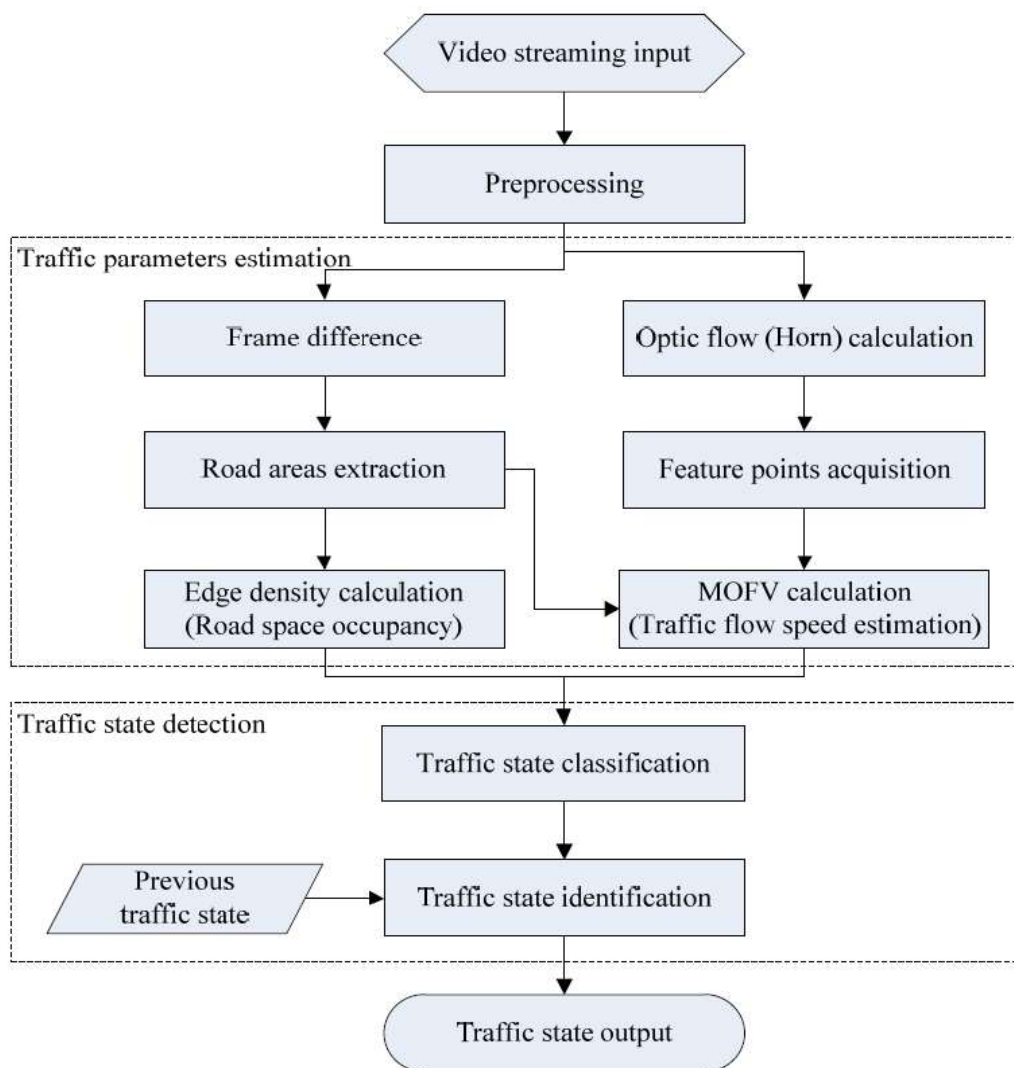


Рис. 1.4. Блок-схема алгоритму системи для визначення інтенсивності дорожнього трафіку

1.3.2. Огляд сучасних засобів для визначення інтенсивності руху транспортних засобів. Сучасні розробки в області визначення інтенсивності дорожнього руху застосовують велику кількість пристроїв для контролю руху транспортних засобів. Системи відеомоніторингу набувають все більшої популярності та стають важливими інформаційними джерелами про рух на автошляхах. Для отримання інформації про дорожній рух застосовуються технології обробки зображень, які дають можливість дізнатись про [14]:

- кількість транспортних засобів;
- характеристики руху автомобілів;
- наявність транспортних засобів на роз'їздах.

Компанія СЕА представила вітчизняну розробку СКДР [15] (рис. 1.5). До її особливостей можна віднести можливість диспетчеризації окремих світлофорів, безперервна діагностика та моніторинг стану обладнання, можливість зберігання інформації на сервері, підтримка сучасних комунікаційних каналів між компонентами системи (Ethernet, 4G).

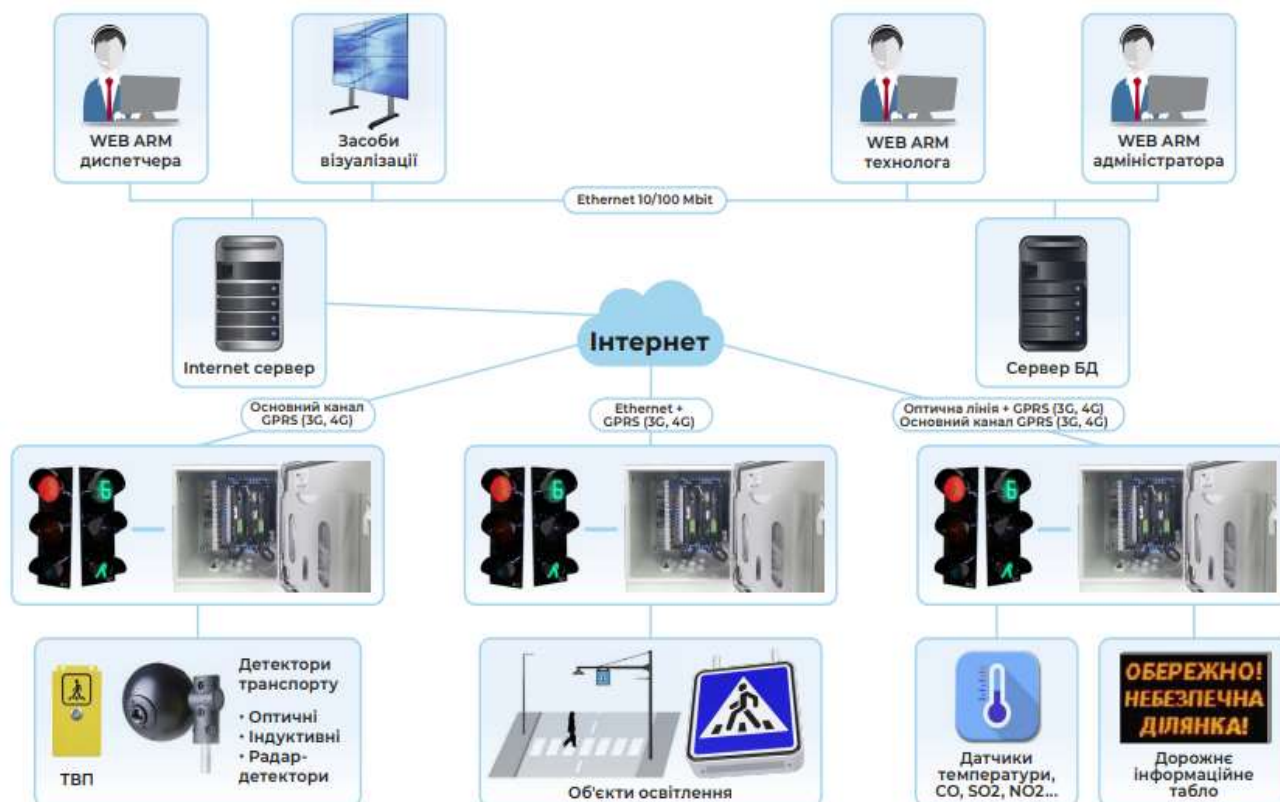


Рис. 1.5. Компоненти автоматизованої СКДР від компанії СЕА [15]

Автори статті [16] запропонували технологію інтелектуального регулювання міського транспортного руху, завдяки якій не будуть утворюватися затори. Обрання найбільш оптимального маршруту здійснюється на основі моніторингу трафіку в режимі контролю та корекції маршрутів транспортних засобів.

У статті [17] описуються результати розробки інтелектуальної транспортної системи MoVITS для керування та контролю руху транспорту в містах, яка має тривірневу архітектуру (рис. 1.6). Принцип її роботи базується на використанні методів машинного навчання та обробки зображень. До особливостей цієї системи

можна віднести наявність функціоналу для виявлення, розпізнавання та відстеження транспортних засобів, а також визначення швидкості, з якою вони рухаються.

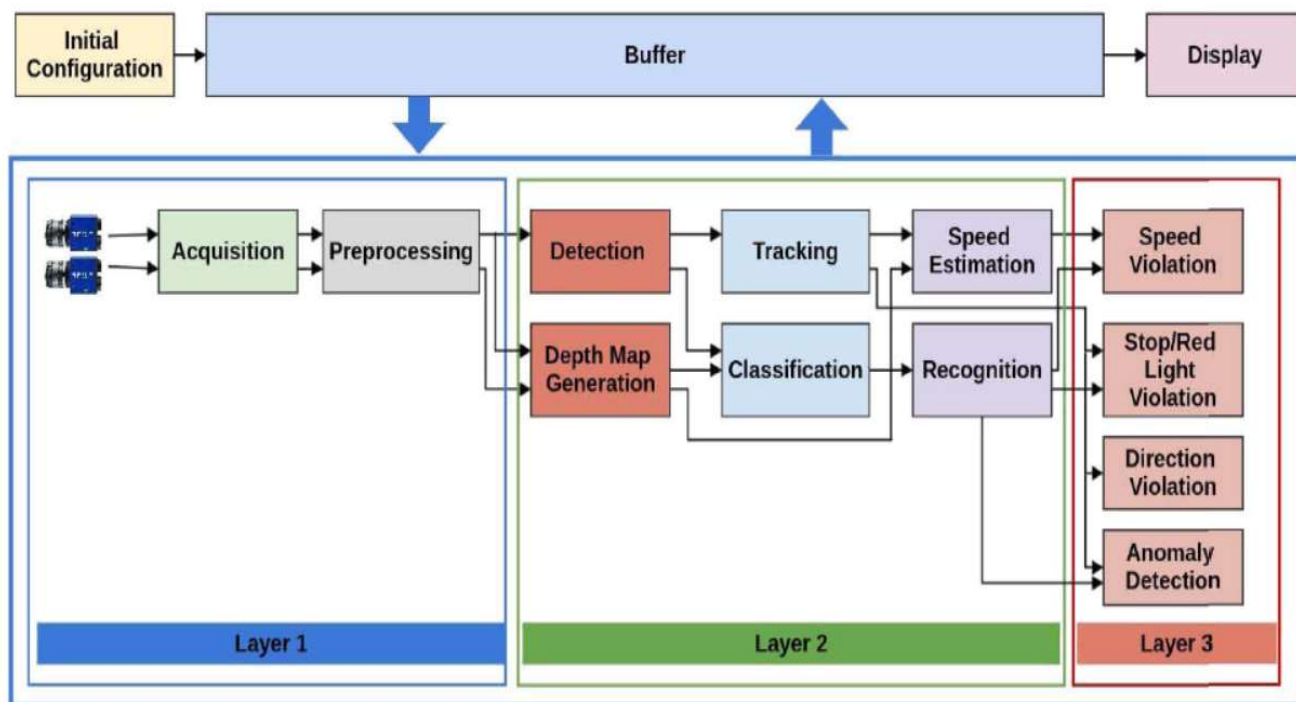


Рис. 1.6. Архітектура системи MoVITS для контролю дорожнього руху [17]

В роботі [18] автори запропонували застосувати безпілотні літальні апарати (БПЛА) разом з методами штучного інтелекту для виявлення заторів на автошляхах (рис. 1.7). Принцип роботи такої системи передбачає, що зображення сцен дорожнього руху спочатку фіксуються системою БПЛА на основі технології планування маршруту. Потім застосовуються згорткові нейронні мережі (CNN) для додаткової обробки отриманих аерофотознімків. На останньому етапі, вихідні дані передаються в центр керування дорожнім рухом.

Недоліком такої системи є необхідність використання дорогого та дефіцитного обладнання для управління БПЛА.

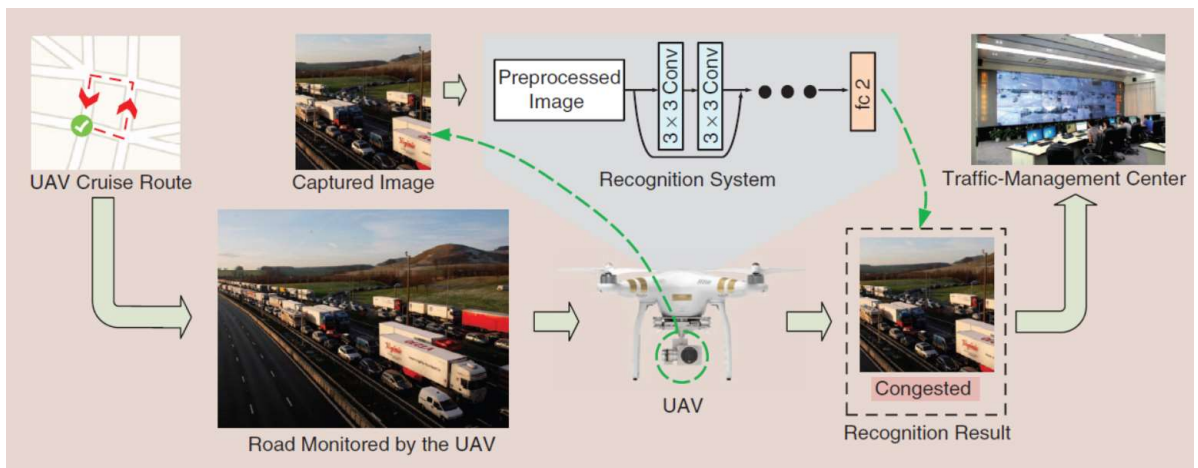


Рис. 1.7. Система для виявлення заторів на автошляхах на основі використання БПЛА [18]

В статті [19] описана система моніторингу та керування дорожнім рухом для транспортної інфраструктури міста з інтелектуальною функцією самонавчання (рис. 1.8). Ця система дозволяє автоматично регулювати режими роботи світлофорів залежно від завантаженості перехресть. У режимі реального часу визначається щільність транспортних засобів, які рухаються по конкретній дорозі. Автори стверджують, що впровадження функціональних можливостей самонавчання підвищує ефективність роботи всієї системи, пропонуючи засоби для адаптації до можливих змін.

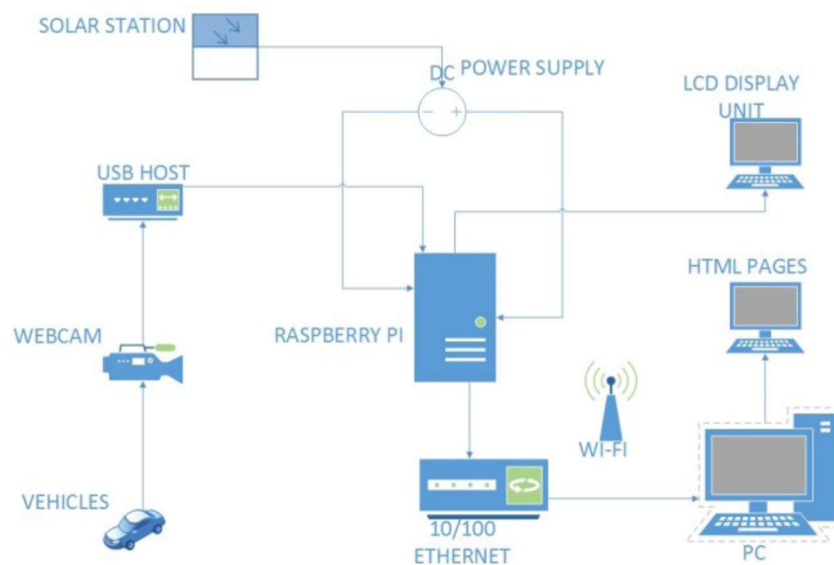


Рис. 1.8. Система моніторингу дорожнього трафіку з функцією самонавчання [19]

1.4. Висновки до розділу 1

У першому розділі кваліфікаційної роботи проаналізовано наукову літературу за темою дослідження, розглянуто сучасні розробки в галузі контролю інтенсивності автомобільного руху, виявлено їх недоліки та переваги.

Розглянуто методи для визначення інтенсивності транспортного потоку. Виявлено, що на сьогоднішній день методи та засоби для визначення інтенсивності дорожнього руху все ще потребують удосконалення через існуючі недоліки відомих систем – складність реалізації, низьку точність, тощо. З іншої сторони існує необхідність у точному визначенні рівня інтенсивності дорожнього руху. Це потрібно для підвищення ефективності управління рухом транспортних засобів на дорогах, наслідком чого буде покращення екології та економіки міст і підвищення благополуччя населення.

РОЗДІЛ 2

ПРОЄКТУВАННЯ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

2.1. Структура системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту

Важливим компонентом системи управління дорожнім рухом міста є підсистема моніторингу дорожнього руху, які не лише відповідають за регулювання руху транспортних засобів на локальному рівні, а також забезпечують обмін даними між окремими підсистемами та центральний пункт керування (ЦПК).

Комп'ютеризована система для визначення інтенсивності руху транспорту призначена для збору даних про кількість транспортних засобів, які проїжджають на міських автодорогах та надсилання їх в ЦПК для подальшої обробки та аналізу. ЦПК призначений для вироблення команд для оптимального перерозподілу потоків транспорту, переключення світлофорів у всьому місті.

Для розробки проєктованої системи пропонується використати принцип MVP (minimum viable product). Він передбачає розробку продукту, який володіє мінімально необхідним функціоналом для відповідності основним вимогам, що до нього висуваються.

Для досягнення мети цієї роботи була синтезована функціональна схема системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту, яка зображена на рис. 2.1. Вона дає можливість здійснити детальний аналіз алгоритмів функціонування проєктованої системи, сформулювати вимоги до елементної бази.

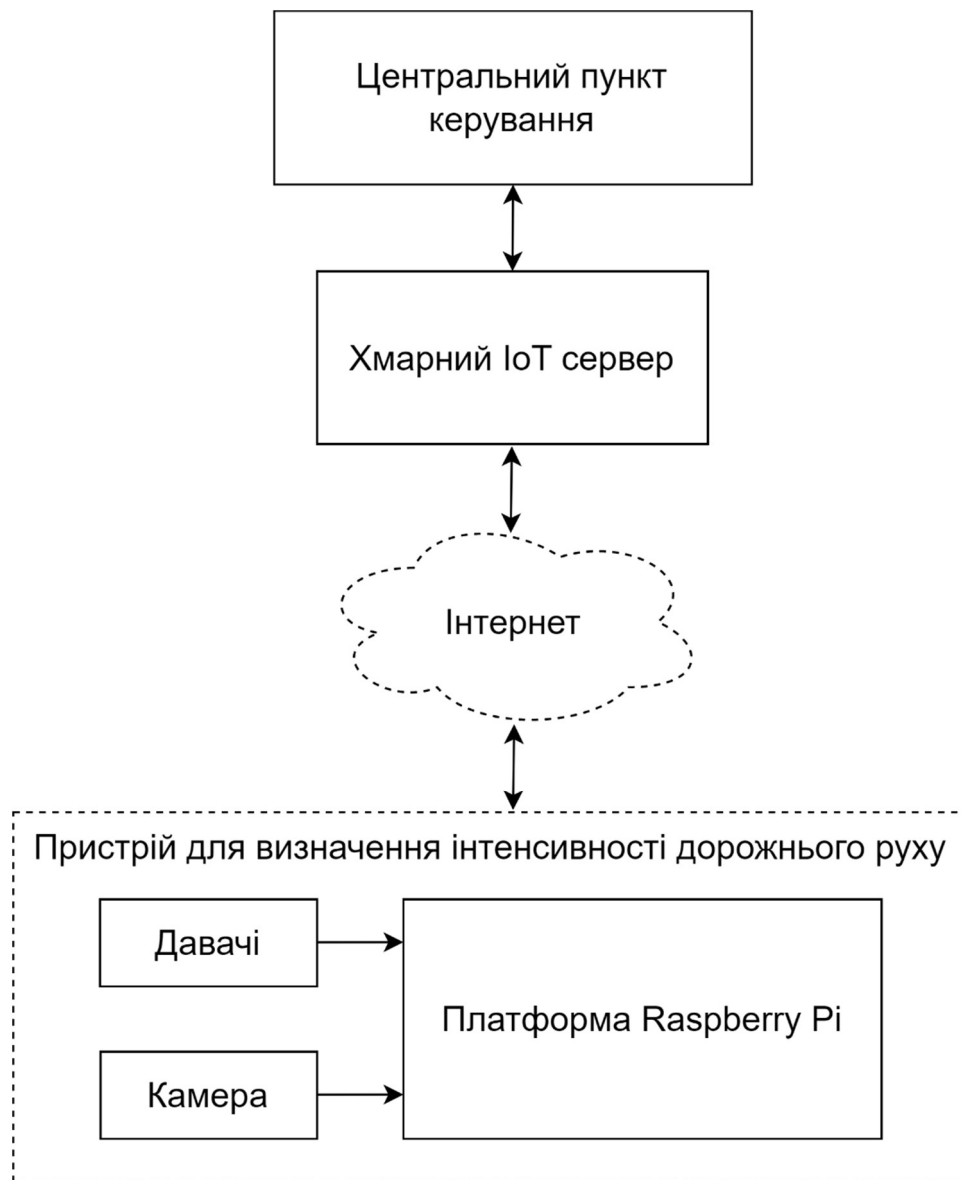


Рис. 2.1. Функціональна схема системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту

Функціональна схема проєктованої системи включає в себе такі компоненти:

- датчики;
- камера;
- платформа на базі мікрокомп'ютера Raspberry Pi;
- хмарний сервер;
- центральний пункт керування для відображення результатів моніторингу

інтенсивності руху автотранспорту.

На рис. 2.2 зображена запропонована структурна схема блока моніторингу інтенсивності дорожнього руху.

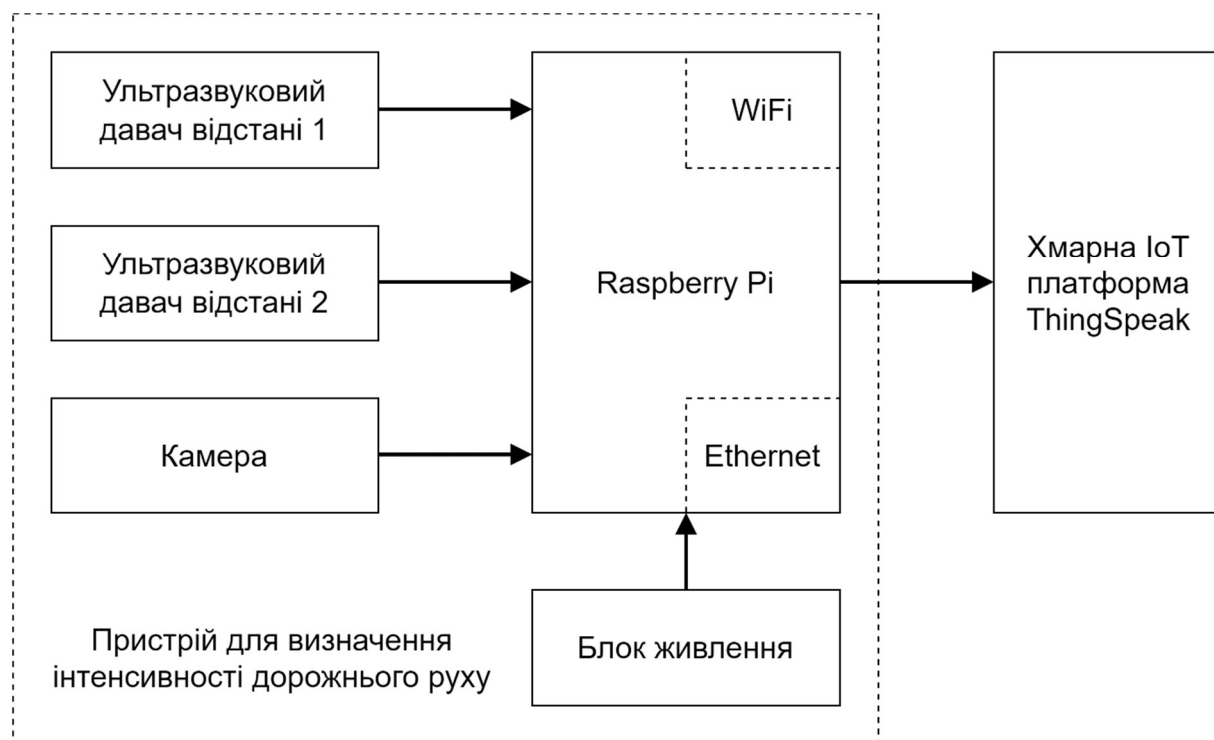


Рис. 2.2. Структурна схема пристрою для визначення інтенсивності дорожнього руху транспортних засобів

Основні компоненти, які входять до складу блока:

- мікрокомп'ютер Raspberry Pi;
- давачі відстані;
- камера;
- блок живлення.

Давачі в даній системі відповідають за вимірювання відстані до об'єктів районі автомобільної дороги, в ролі яких виступають транспортні засоби. Інформація від них служить додатковим фактором при визначенні інтенсивності дорожнього руху. В проєктованій системі використовуються ультразвукові давачі відстані.

2.2. Реалізація апаратної частини проєктованої системи

2.2.1. Платформа Raspberry Pi (RPi) є центральним обчислювальним компонентом проєктованої системи. RPi – є повноцінною мініатюрною комп’ютерною системою, яка має розміри банківської картки. Цей мікрокомп’ютер дає можливість розробляти велику кількість проєктів в сфері моніторингу, контролю, керування, інтернету речей тощо. Зовнішній вигляд плати RPi показаний на рис. 2.3.



Рис. 2.3. Зовнішній вигляд плати Raspberry Pi

Розглянемо технічні характеристики плати RPi 3 B+ для того, щоб оцінити його можливості. Центральним обчислювальним вузлом є 64-розрядний мікропроцесор Broadcom BCM2837B0 сімейства Cortex A53, який має чотири ядра та базується на ARM архітектурі. Його тактова частота складає 1,4 ГГц. Вона була піднята порівняно з попередньою версією завдяки металевій кришці для ефективнішого розсіювання тепла.

Об'єм SDRAM рівний 1 гігабайт. MicroSD карта пам'яті на 64 Гб застосовується в якості постійного запам'ятовуючого пристрою (ПЗП) мікрокомп'ютера RPі.

RPі містить роз'єм для під'єднання зовнішніх пристроїв, до якого входять сорок цифрових GPIO виводів, функціональне призначення яких наведене на рис. 2.4.

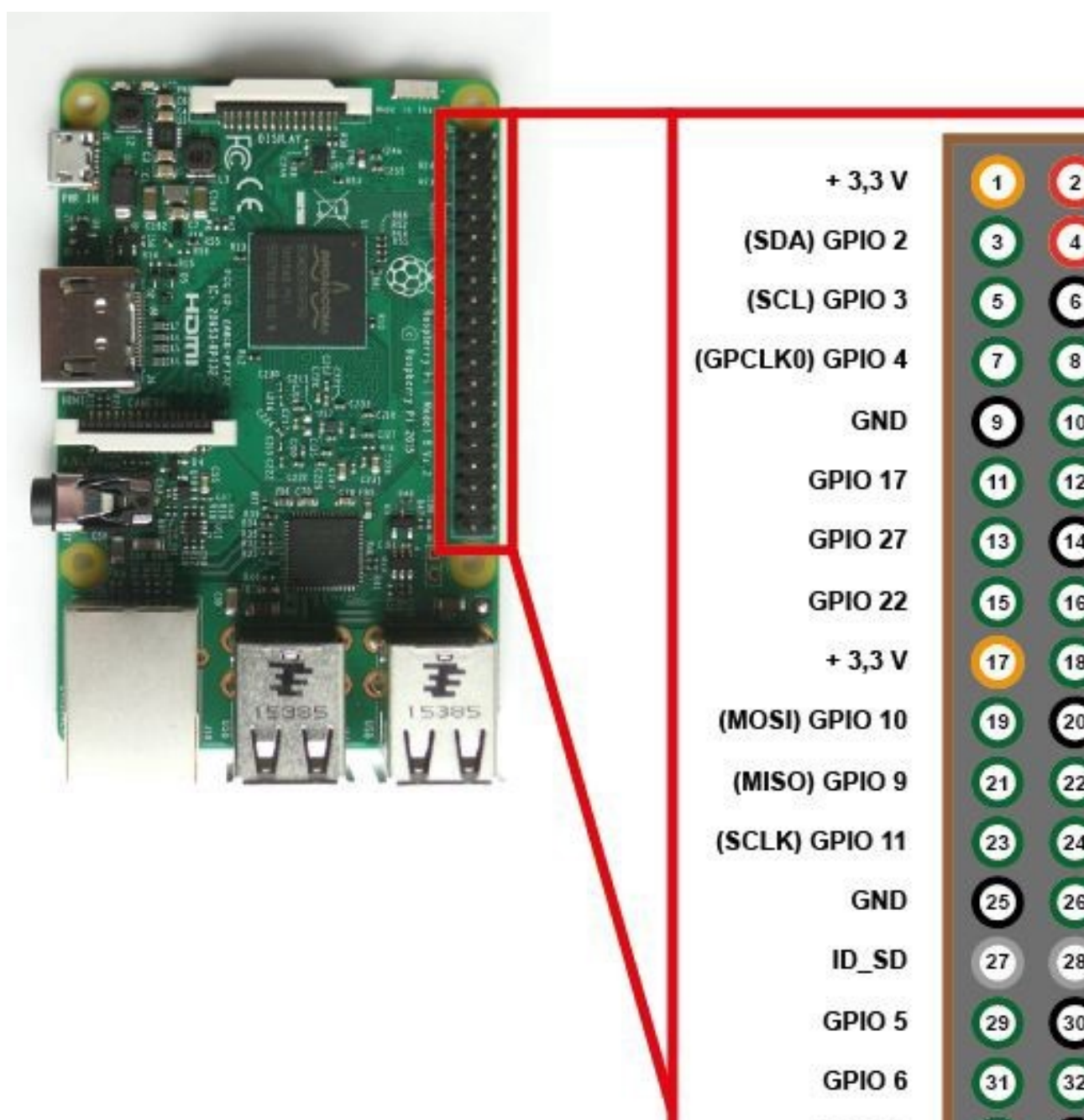


Рис. 2.4. Призначення GPIO виводів RPі

З цих 40 виводів лише 28 можна використати для програмування, встановивши їх в режим або цифрового входу, або цифрового виходу. Завдяки внутрішнім стягуючим та підтягуючим резисторам, кожен з цих виводів в режимі цифрового входу може бути або стягнутий до логічного 0 або підтягнутий до логічної 1. Максимальне значення струму, який може проходити через кожен GPIO вивід RPi, не повинне бути більшим за 16 мА. Технічні характеристики плати RPi 3 B+ зведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристики RPi 3 B+

Характеристика	Значення
Процесор	Broadcom BCM2837B0 64bit ARM Cortex-A53 Quad Core SoC
Робоча частота процесора	1,4 ГГц
Оперативна пам'ять	1 Гб
Пам'ять програм і даних	MicroSD
Порти USB	4 x USB 2.0 порти з виходом до 1,2 А
Мережевий інтерфейс	Gigabit Ethernet
Бездротовий інтерфейс	Wi-Fi IEEE 802.11 ac (2.4ГГц / 5 ГГц) і Bluetooth 4.2, Bluetooth Low Energy
Інтерфейс монітора	HDMI
Роз'єм живлення	MicroUSB
Напруга живлення	5 В
Максимальний струм	2,5 А

RPi підтримує на апаратному рівні найбільш популярні інтерфейси (1-wire, UART, SPI та I²C) для підключення зовнішніх пристроїв, зокрема, датчиків з цифровими виходами, що є актуальним для проєктованої системи.

Для комунікації з іншими пристроями по бездротових каналах RPі містить вбудовані WiFi та Bluetooth модулі. Звичайні периферійні пристрої ПК, такі як миша, клавіатура, монітор, підключаються до RPі за допомогою стандартних портів USB та HDMI, які наявні на платі мікрокомп'ютера. Живиться RPі від AC/DC перетворювача напруги через роз'єм microUSB. Обмін інформацією по локальній чи глобальній мережі з зовнішніми пристроями також можливий з використанням надійного дротового Ethernet з'єднання, що також було важливим фактором при виборі цієї платформи для проектування системи моніторингу інтенсивності дорожнього руху ТЗ.

RPі є повноцінною комп'ютерною системою, тому для функціонування потребує встановлення операційної системи. Не зважаючи на те, що існує цілий ряд ОС для RPі (як офіційних так і неофіційних), для роботи над даним проектом було обрано найстабільнішу офіційну ОС від розробників плати – Raspberry Pi OS, яка раніше мала назву Raspbian. Raspberry Pi OS є UNIX-подібною ОС, яка базується на дистрибутиві Debian Linux для одноплатних мікрокомп'ютерів [20]. В цій ОС використовується модифіковане середовище LXDE з диспетчером вікон стека Openbox (рис. 2.5).

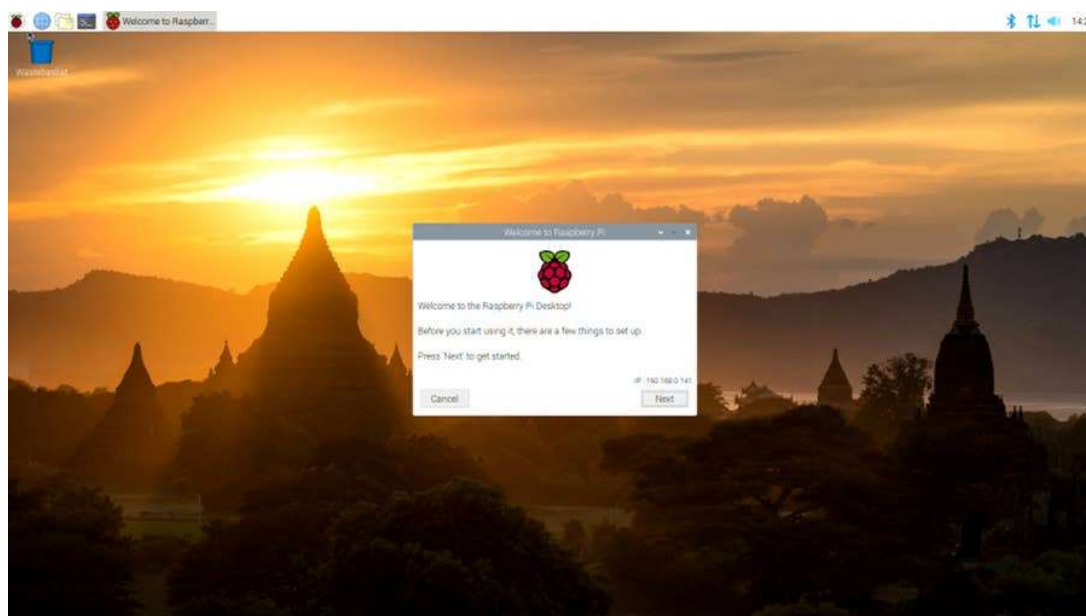


Рис. 2.5. Вигляд робочого середовища LXDE ОС Raspberry Pi OS

Не зважаючи на те, що вже існує 64-бітна версія цієї ОС, вона ще не є стабільною. Тому для проєктованої системи обрано 32-бітну версію Raspberry Pi OS, оскільки вона добре оптимізована для роботи з процесорами архітектури ARM. Встановлення ОС відбувалось шляхом завантаження з офіційного сайту [20] дистрибутиву Raspberry Pi OS та його запису на microSD карту об'ємом 64 Гб.

Під час роботи над проєктом взаємодія з RPi відбувалась з використанням «headless» підходу. Відповідно до нього до мікрокомп'ютера не підключалась клавіатура, миша та монітор, а використовувався ПК, який знаходився в тій самій локальній мережі [21]. Для цього використаний мережевий протокол SSH для забезпечення захищеного та надійного доступу до RPi [22]. Утиліта PuTTY була обрана для встановлення віддаленого з'єднання між ПК та RPi по SSH (рис. 2.6).

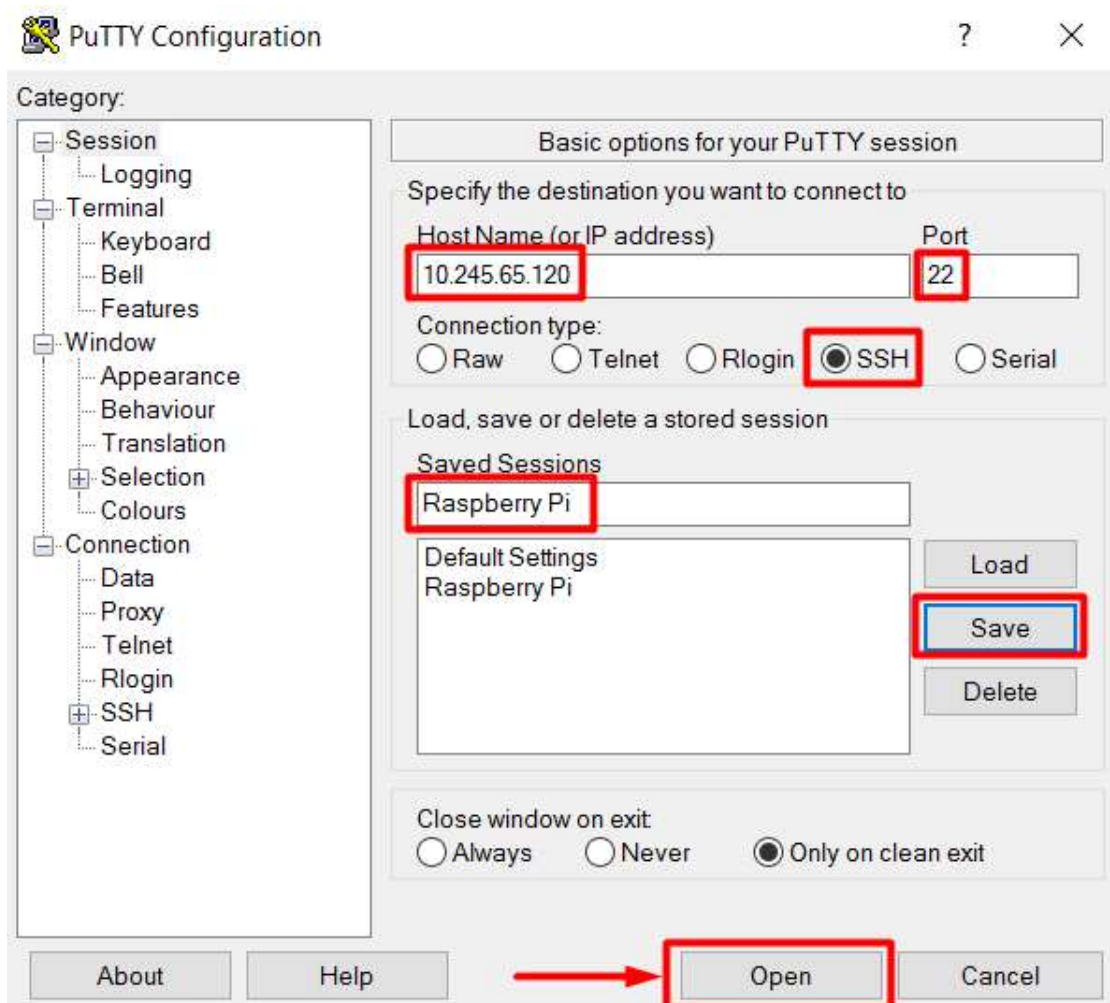


Рис. 2.6. Налаштування з'єднання між RPi та ПК по SSH протоколу

2.2.2. Універсальна камера для Raspberry Pi. Модуль універсальної камери для Raspberry Pi (рис. 2.7) являє собою високоякісний п'яти мегапіксельний датчик зображення OV5647 з фіксованим фокусом. Він розроблений спеціально для підключення до мікрокомп'ютера RPi. Камера обладнана двома інфрачервоними прожекторами високої інтенсивності на базі світлодіодів, які призначені для зйомки в темну пору. Роздільна здатність, яку підтримує ця камера становить:

- для зображення – 2592x1944 пікселів;
- для відео – 640x480p 60 / 90, 720 p60 і 1080 p30.

Модуль камери має вбудований фільтр нічної та денної зйомки, який автоматично перемикається для досягнення найкращого ефекту зображення. Камера під'єднується до RPi через роз'єм невеликого розміру, який розміщений на верхній стороні плати мікрокомп'ютера. Короткий стрічковий шлейф застосовується для з'єднання модуля камери та Raspberry Pi. Для обміну даними з камерою застосовується CSI інтерфейс. Датчик зображення OV5647 має компактні розміри (25x24x9 мм) та невелику вагу, яка становить три грами.



Рис. 2.7. Зовнішній вигляд камери для Raspberry Pi

Опис виводів роз'єму CSI приведений в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Опис виводів роз'єму CSI RPi 3 B+

№ виводу	Назва	Опис
1	GND	Ground
2	CAM_D0_N	MIPI Data Lane 0 Negative
3	CAM_D0_P	MIPI Data Lane 0 Positive
4	GND	Ground
5	CAM_D1_N	MIPI Data Lane 1 Negative
6	CAM_D1_P	MIPI Data Lane 1 Positive
7	GND	Ground
8	CAM_CK_N	MIPI Clock Lane Negative
9	CAM_CK_P	MIPI Clock Lane Positive
10	GND	Ground
11	CAM_IO0	Power Enable
12	CAM_IO1	LED Indicator
13	CAM_SCL	I2C SCL
14	CAM_SDA	I2C SDA
15	CAM_3V3	3.3V Power Input

Підключається камера до плати RPi через спеціальний 15-контактний шлейф та роз'єм CSI. Для під'єднання камери спершу потрібно витягнути фіксатор в роз'ємі CSI, після чого в нього встановити шлейф з контактами та затиснути фіксатор знову, як показано на рис. 2.8.

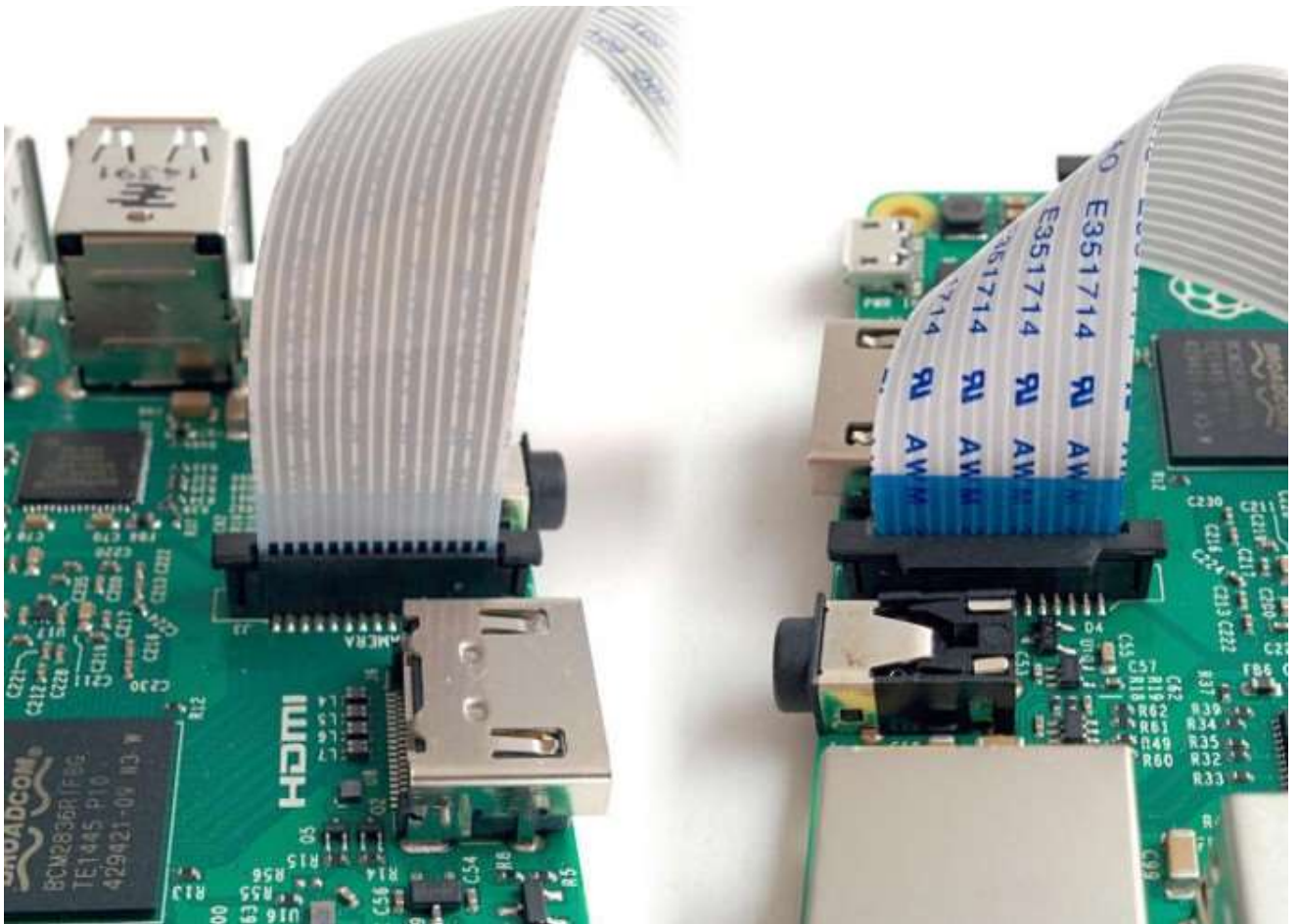


Рис. 2.8. Процес під'єднання камери до плати RPi

2.2.3. Давач відстані HC-SR04. Давач HC-SR04 в даній системі призначений для визначення відстані до предметів, зокрема, транспортних засобів, які рухаються по автодорозі. Він є безконтактним давачем, який характеризується високою точністю вимірювання.

Для вимірювання відстані до перешкоди давач надсилає звукові імпульси з певною частотою та аналізує відбиту звукову хвилю. На основі інформації про тривалість проходження ультразвукового сигналу до перешкоди можна визначити відстань, на якій він знаходиться. Зовнішній вигляд давача відстані HC-SR04 зображено на рис. 2.9.



Рис. 2.9. Зовнішній вигляд ультразвукового давача відстані HC-SR04

Давач HC-SR04 може вимірювати відстань до об'єкту, який знаходиться не далі ніж чотири з половиною метри. Він характеризується високим рівнем стабільності, через те, що він не чутливий ні до електромагнітних випромінювань, ні до сонячної енергії. В табл. 2.3 наведені основні параметри та характеристики давача відстані HC-SR04.

Таблиця 2.3

Характеристики давача відстані HC-SR04

Характеристика	Значення
Напруга живлення	3,8 – 5,5 В
Струм	8 мА
Частота	40 кГц
Максимальна дистанція	4500 мм.
Точність	3 мм.
Кут	15 градусів

На платі модуля розміщені електронні компоненти, що відповідають за його функціонування. Електрична схема HC-SR04 зображена на рис. 2.10.

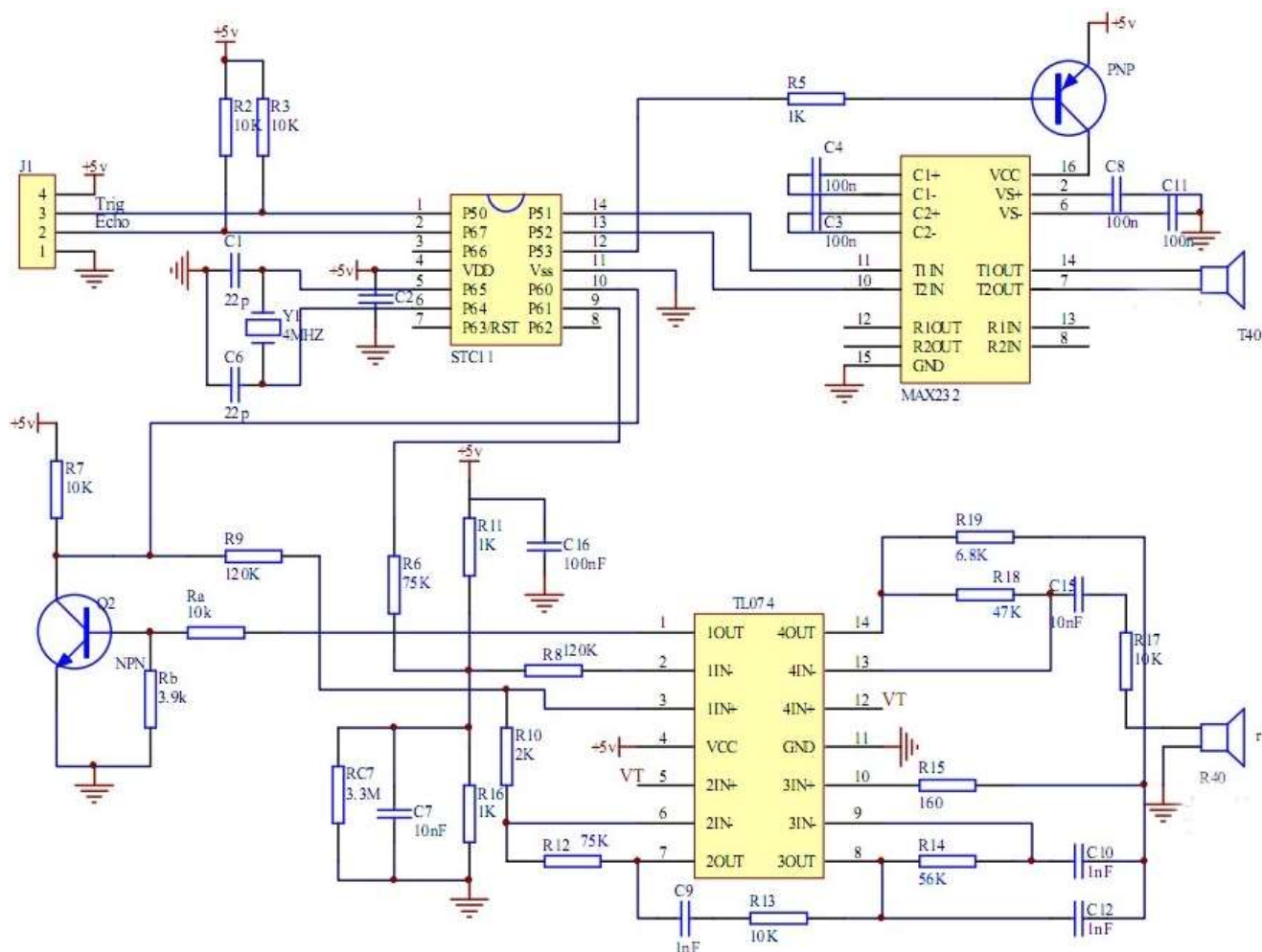


Рис. 2.10. Електрична схема давача HC-SR04

2.3. Розробка електричної схеми пристрою для моніторингу інтенсивності руху транспорту

Схема електричних з'єднань пристрою для визначення інтенсивності автомобільного руху, яка розроблена з використанням середовища EasyEDA, наведена на рис. 2.11.

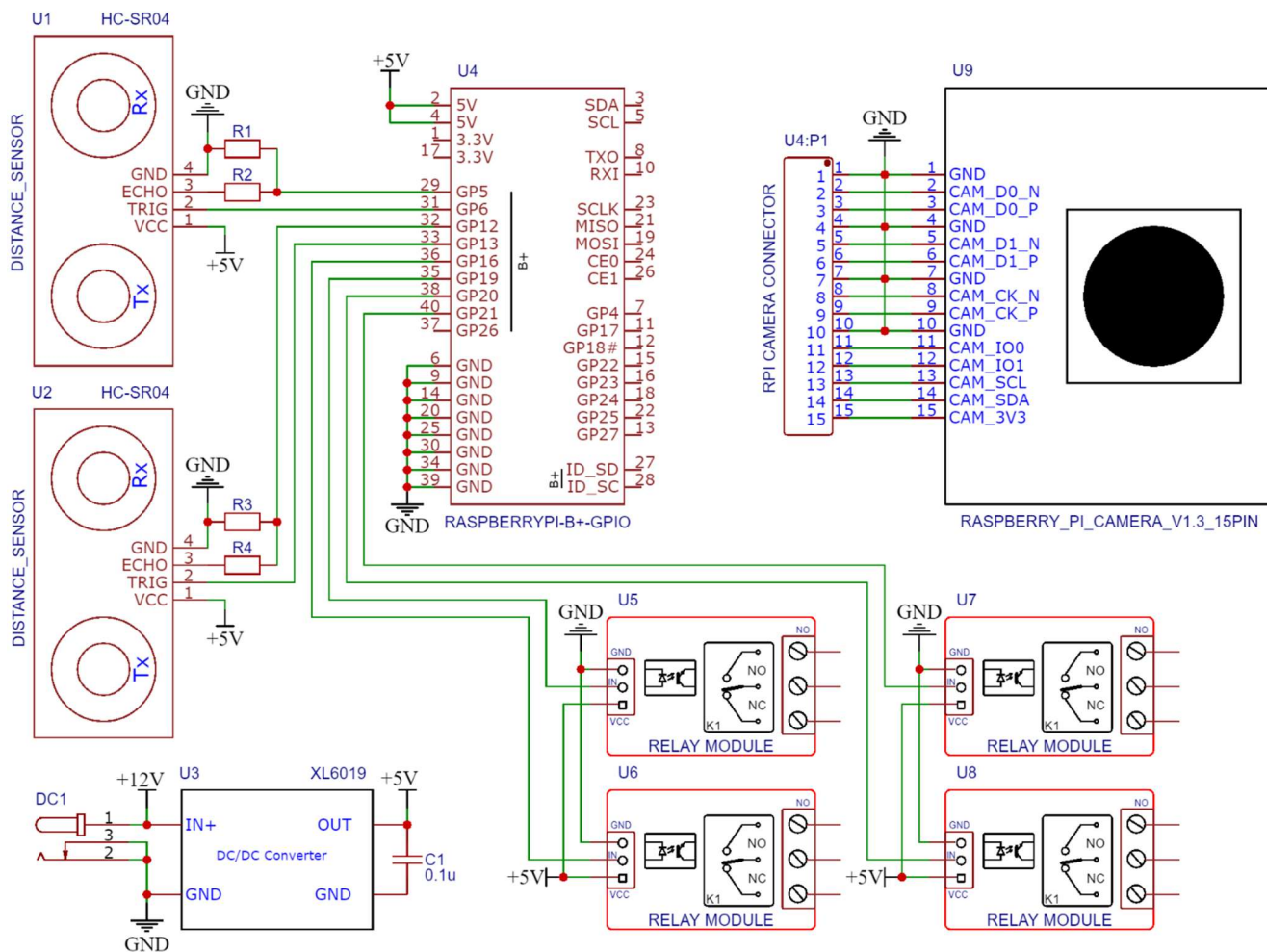


Рис. 2.11. Схема електричних з'єднань пристрою для моніторингу інтенсивності руху транспорту

Живлення у схемі подається від блока живлення через роз'єм DC1 на модуль U3 DC/DC перетворювача напруги XL6019, який формує стабілізовану напругу +5 В. Центральним елементом схеми є модуль мікрокомп'ютера RPi, який має позиційне позначення U4. Камера U9 підключається Raspberry Pi через 15-контактний CSI роз'єм U4:P1.

Давачі відстані HC-SR04 мають позиційне позначення U1 та U2 на електричній схемі. Вони під'єднуються до плати RPi через 29 і 31 та 32 і 33 виводи відповідно. Резистори R1 і R2 та R3 і R4 формують подільники напруги для узгодження рівнів сигналу лінії ЕХО давача. Реле U5..U8 передбачені для забезпечення можливості керування засобами регулювання дорожнього руху за необхідності.

2.4. Висновки до розділу 2

У другому розділі здійснено вибір засобів для реалізації задачі визначення інтенсивності дорожнього руху. Побудовано структурну та функціональну схеми для системи визначення інтенсивності руху транспортних засобів.

Розроблено апаратну частину комп'ютерної системи та обґрунтовано вибір основних складових елементів. Синтезовано схему електричних з'єднань пристрою для визначення інтенсивності дорожнього руху на основі платформи Raspberry Pi.

РОЗДІЛ 3

АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

3.1. Алгоритмічне забезпечення системи для визначення інтенсивності автомобільного трафіку

Загальний алгоритм роботи програми для визначення інтенсивності дорожнього руху зображений на рис. 3.1. На першому етапі здійснюється підключення зовнішніх бібліотек та класів, методи та функції яких будуть використовуватись в коді програми. Зокрема, важливою бібліотекою для цього проєкту є OpenCV для реалізації задач комп'ютерного зору. Після цього налаштовуються інтерфейси для опитування датчиків та встановлюється режим роботи виводів мікрокомп'ютера. Далі відбувається налаштування підключення до комп'ютерної мережі для передачі даних.

В головному циклі програма отримує та аналізує потік даних з відео-камери, використовуючи алгоритми розпізнавання транспортних засобів. Крім того, зчитується інформація від ультразвукових датчиків відстані HC-SR04 для того, щоб отримати додаткове джерело інформації про кількість автомобілів, які проїжджають через дану ділянку дороги.

На основі отриманих даних накопичується інформація про кількість транспортних засобів, які проїжджають по дорозі, за добу, за годину. Обраховується середня інтенсивність трафіку. Дані передаються на хмарний сервер для відображення, подальшого глибшого аналізу та прийняття управлінських рішень з метою підвищення ефективності керування системою дорожньої інфраструктури.

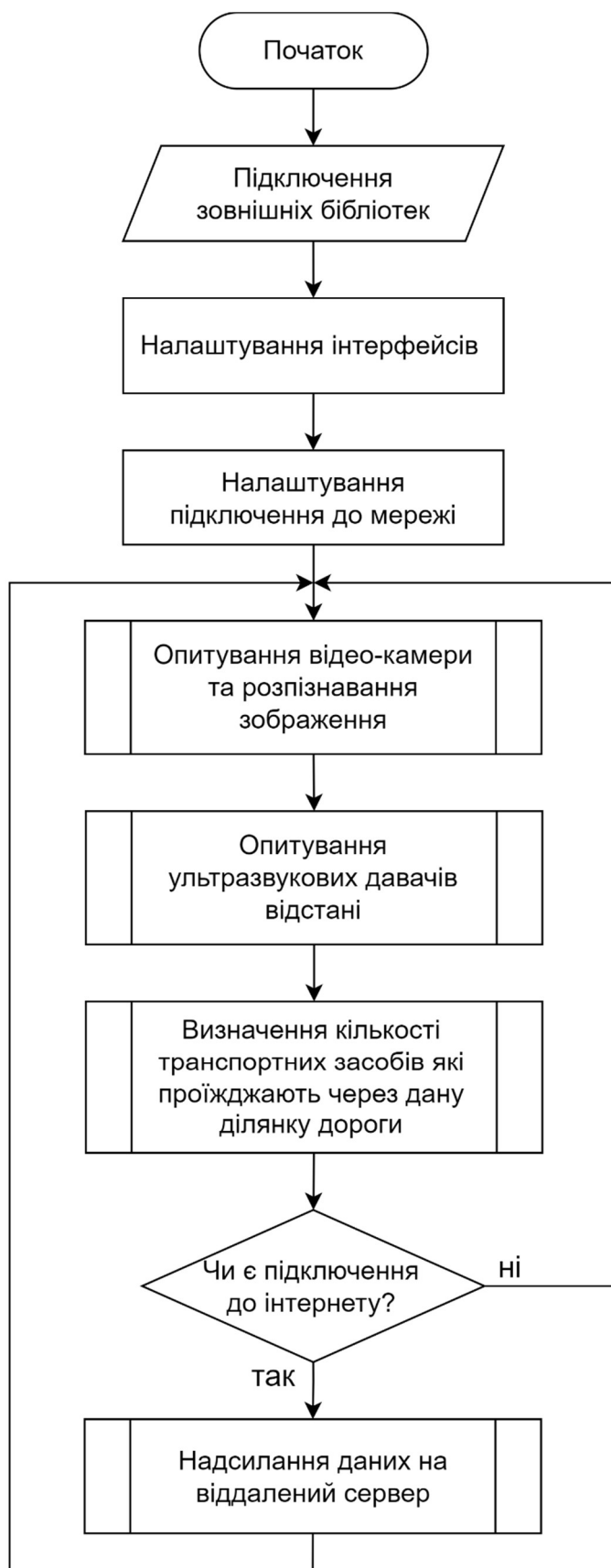


Рис. 3.1. Блок-схема алгоритму роботи програми для Raspberry Pi для визначення інтенсивності руху транспортних засобів на дорозі

3.2. Обґрунтування вибору засобів розробки програмного забезпечення для проєктованої системи

3.2.1. Вибір мови програмування та середовища розробки. Для розробки проєктованої системи в якості базової мови програмування було вибрано Python. Ця мова є об'єктно-орієнтованою мовою сценаріїв, оскільки поєднує в собі підтримку ООП та загальне орієнтування на використання в ролі сценарію. Про описі коду, написаного на Python, часто застосовують термін «скрипт» замість «програма».

Python має ряд особливостей, завдяки яким цю мову було обрано для розробки ПЗ в даному проєкті:

- в Python велика увага приділяється узгодженості, а також однорідності коду, що підвищує його розуміння;
- Python підтримує механізми повторного застосування ПЗ, наприклад, об'єктно-орієнтоване програмування;
- Python суттєво полегшує процес написання ПЗ, оскільки об'єм самого коду на цій мові зазвичай менший ніж еквівалентний код, написаний на мовах Java, C++ та інших;
- скрипт, який написаний на Python, запускається на виконання одразу, без тривалого процесу компіляції, оскільки ця мова є інтерпритованою;
- більшість Python скриптів працюють без змін на усіх основних сучасних платформах;
- мова Python містить стандартну бібліотеку, яка містить багато вбудованих функцій та класів;
- можливості Python можна також доповнити бібліотеками сторонніх розробників.

Для розробки та налагодження ПЗ на мові Python для RPi обрано середовище Thonny Python IDE, яке встановлене в ОС Raspberry Pi OS (рис. 3.2). Воно має простий та зрозумілий інтерфейс користувача.

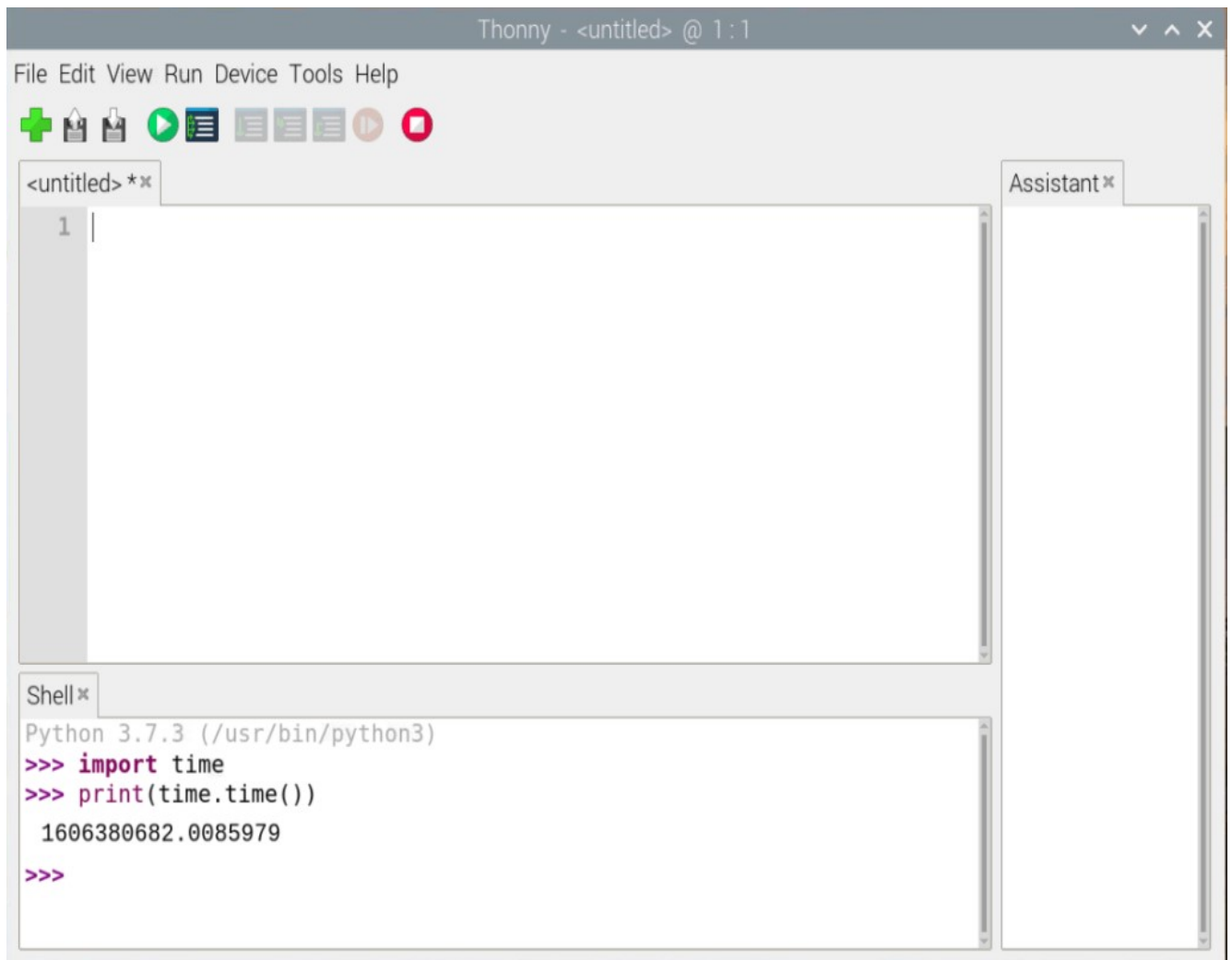


Рис. 3.2. Середовище програмування Thonny Python IDE для написання скриптів на мові Python

Під час написання скриптів для проєктованої системи були використані додаткові класи та бібліотеки:

- бібліотека «RPi.GPIO» для використання цифрових виводів RPi;
- бібліотека «cv2» для обробки відео-зображень;
- бібліотека «numru» для роботи з відео;
- бібліотека «adafruit_bh1750» для опитування датчика освітленості;
- бібліотека «board» для роботи з шиною I²C;
- бібліотека «thingspeak» для надсилання даних на IoT сервер;
- клас «time» для реалізації часових затримок.

3.2.2. OpenCV є бібліотекою з відкритим кодом для задач машинного навчання та комп'ютерного зору [33]. Вона містить більше 2500 сучасних та класичних алгоритмів з обробки зображень для багатьох задач, серед яких:

- відстеження рухомих об'єктів та їх ідентифікації;
- виявлення та розпізнавання людей;
- відстеження рухів людини;
- пошуку схожих зображень.

OpenCV широко застосовується державними органами, дослідницькими групами та приватними компаніями. Бібліотека підтримує сумісність з різними мовами програмування, зокрема, C++, Java, Matlab і Python, яка застосовується для виконання задач цієї кваліфікаційної роботи.

OpenCV побудована на основі модульної архітектури, що передбачає використання пакетом декількох статичних або спільних бібліотек. Існують такі основні модулі в бібліотеці OpenCV:

- core (базовий функціонал) – модуль, який містить визначення основних структур даних, зокрема, багатовимірний щільний масив Mat та основні методи, якими користуються усі інші модулі;
- imgproc (обробка зображень) – модуль, який може виконувати фільтрацію зображень (нелінійну і лінійну), геометричну конвертацію зображень тощо;
- video (відеоаналіз) – модуль відеоаналізу, який містить алгоритми відстеження предметів, віднімання фону, оцінювання руху;
- objdetect (виявлення об'єктів) – виявлення предметів та об'єктів наперед визначених класів;
- highgui (високорівневий графічний інтерфейс) – простий у застосуванні інтерфейс для нескладних задач;
- videoio (Video I/O) – простий інтерфейс, який застосовується для відеокодеків та зйомки відео;

– OpenCV-Python – модуль для Python, який призначений для задач, що пов'язані з комп'ютерним зором.

Модуль OpenCV-Python використовує бібліотеку NumPy, яка є добре оптимізованою для виконання числових операцій з використанням синтаксису в стилі Matlab. Всі структури бібліотеки OpenCV можуть бути перетворені в масиви NumPy і навпаки. Це суттєво спрощує процес інтеграції з іншими бібліотеками, що користуються NumPy.

Отже, задача з визначення інтенсивності руху транспортних засобів на дорозі буде вирішуватись завдяки поєднанню можливостей апаратної платформи Raspberry Pi щодо отримання потоку даних від камери та датчиків, а також програмних засобів мови Python та бібліотеки OpenCV щодо аналізу відеозображення (рис. 3.3).

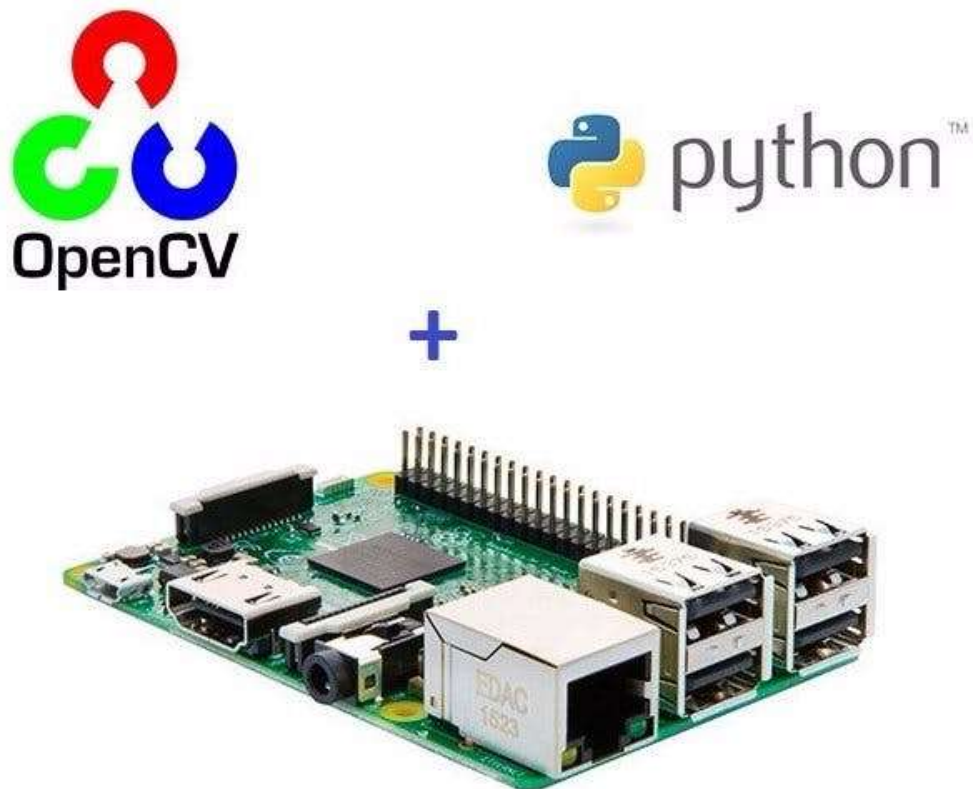


Рис. 3.3. Поєднання апаратно та програмних засобів для проєктованої системи

3.3. Розробка програмного забезпечення для роботи з камерою

Програмне забезпечення, яке розробляється в даній роботі, повинно вирішувати задачу підрахунку транспортних засобів, які рухаються по автомобільній дорозі. Для вирішення цієї задачі використано методи комп'ютерного зору із застосуванням можливостей бібліотеки OpenCV. ПЗ повинно рахувати кількість об'єктів, які потрапляють в контрольовану зону та скільки виходять з неї.

3.3.1. Підключення камери та її налаштування. Перед початком роботи з камерою необхідно увімкнути її підтримку зі сторони операційної системи у вікні `raspi-config` (рис. 3.4). Для цього в терміналі запускаємо команду:

```
sudo raspi-config
```

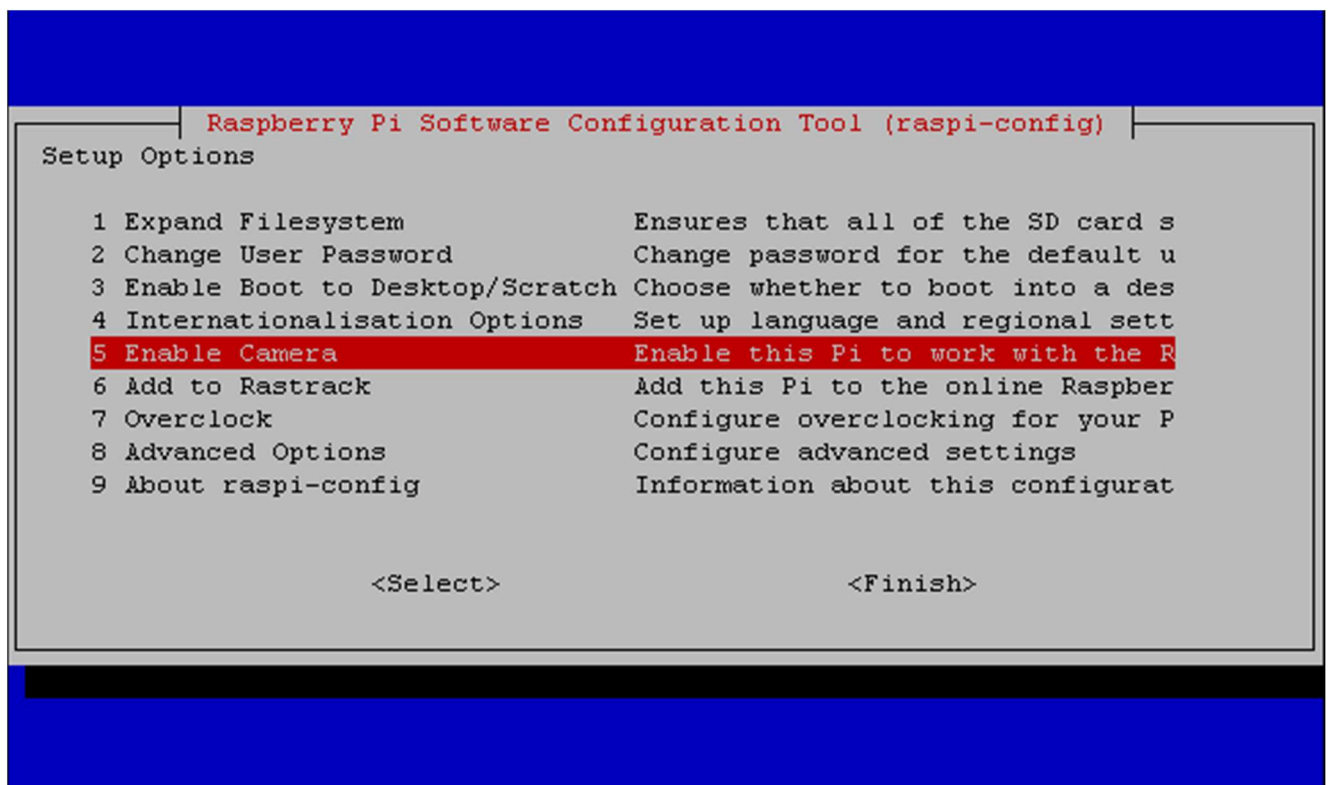


Рис. 3.4. Процес налаштування дозволу роботи з камерою у вікні `raspi-config`

3.3.2. Встановлення необхідних бібліотек. Перед початком написання коду для обробки відео-потоків з камери, необхідно в ОС Raspberry Pi OS встановити бібліотеку OpenCV. Спочатку варто оновити встановлені пакети, виконавши наступні дві команди в терміналі ОС:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

Після цього створюємо директорію за допомогою команд:

```
mkdir opencv
cd opencv
```

На наступному кроці потрібно встановити усі пакети, необхідні для компіляції OpenCV:

```
sudo apt install cmake build-essential pkg-config git
```

Для встановлення пакетів для підтримки різних відео-форматів в OpenCV потрібно використати таку команду:

```
sudo apt install libjpeg-dev libtiff-dev libjasper-dev libpng-dev libwebp-dev
libopenexr-dev
sudo apt install libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev libv4l-dev
libxvidcore-dev libx264-dev libdc1394-22-dev libgstreamer-plugins-base1.0-dev
libgstreamer1.0-dev
```

На наступному кроці потрібно встановити усі пакети, необхідні для інтерфейсу OpenCV, за допомогою команди:

```
sudo apt install libgtk-3-dev libqt5gui5 libqt5webkit5 libqt5test5 python3-pyqt5
```

Наступні пакети мають вирішальне значення для нормальної роботи бібліотеки OpenCV на Raspberry Pi. Їх можна встановити командою:

```
sudo apt install libatlas-base-dev liblapacke-dev gfortran
```

Ще одна партія пакетів, які необхідно встановити, стосується ієрархічного формату даних (HDF5), який OpenCV використовує для керування даними. Вони встановлюються на RPi за допомогою команди:

```
sudo apt install libhdf5-dev libhdf5-103
```

Останні кілька пакетів дозволять скомпілювати OpenCV із підтримкою Python на RPi:

```
sudo apt install python3-dev python3-pip python3-numpy
```

Перед початком процесу компіляції необхідно виконати певну підготовчу роботу. Потрібно тимчасово збільшити розмір файлу підкачки, щоб допомогти процесу компіляції OpenCV на Raspberry Pi. Файл підкачки використовується операційною системою, коли на пристрої закінчується фізична оперативна пам'ять. Хоча пам'ять підкачки є набагато повільнішою за оперативну пам'ять, вона все одно може бути корисною в певних ситуаціях під час обробки відео. Змінити конфігурацію файлу підкачки можна виконавши таку команду:

```
sudo nano /etc/dphys-swapfile
```

Також, потрібно збільшити розмір файлу підкачки CONF_SWAPSIZE з 100 на 2048.

Перед початком процесу компіляції OpenCV на RPi було створено каталог з назвою «build», для зберігання результатів компіляції:

```
mkdir ~/opencv/build
cd ~/opencv/build
```

Для підготовки OpenCV до компіляції на RPi використано команду cmake, щоб створити необхідний make-файл (рис. 3.5).

```
cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE \
-D CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local \
-D OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=~/.opencv_contrib/modules \
-D ENABLE_NEON=ON \
-D ENABLE_VFPV3=ON \
-D BUILD_TESTS=OFF \
-D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=OFF \
-D OPENCV_ENABLE_NONFREE=ON \
-D CMAKE_SHARED_LINKER_FLAGS=-latomic \
-D OPENCV_PYTHON_INSTALL_PATH=lib/python3.9/dist-packages \
-D BUILD_EXAMPLES=OFF ..
```

Рис. 3.5. Лістинг коду для створення make-файлу OpenCV

Після створення файлу make було запущено процес компіляції OpenCV шляхом виконання команди:

```
make -j$(nproc)
```

Після завершення компіляції, запущений процес встановлення OpenCV завдяки команді, яка скопіює усі необхідні файли у потрібні місця:

```
sudo make install
```

Далі було повторно згенеровано кеш посилань на бібліотеку ОС, щоб RPi зміг знайти файли OpenCV. Для цього запущено команду:

```
sudo ldconfig
```

Для перевірки коректності встановлення OpenCV на RPi можна запустити термінал Python, виконавши команду:

```
python3
```

Далі можна імпортувати бібліотеку OpenCV Python за допомогою команди:

```
import cv2
```

З імпортованим модулем OpenCV повинна бути можливість отримати його версію після запуску команди:

```
cv2.__version__
```

Після цього в терміналі Python з'явиться інформація про версію OpenCV, що дозволить зробити висновок про успішну перевірку коректного встановлення цієї бібліотеки.

3.3.3. Опис програмного коду для опрацювання відео-потoku камери. На початку програми необхідно імпортувати бібліотеки:

```
import cv2
import numpy as np
```

cv2 – це бібліотека OpenCV, яка використовується для обробки зображень, а numpy є бібліотекою, яка містить високорівневі математичні функції для операцій з великими багатовимірними матрицями і масивами.

На наступному етапі створений клас VideoCapture, який відповідає за захоплення кадрів з камери:

```
import cv2
cap = cv2.VideoCapture(0)
```


Число, яке ми передаємо в якості параметра цієї функції, означає джерело:

0 – внутрішня камера PRi, яка підключена через CSI роз'єм;

1 – веб-камера, яка підключена через USB роз'єм.

Потім починається цикл типу while, щоб отримувати з камери кадр за кадром:

```
while True:
    ret, frame = cap.read()
    cv2.imshow('Road traffic intensity', frame)
```

Функція cap.read() повертає кадр і логічне значення. Якщо кадр був зчитаний правильно, то повертається True. Функція cv2.imshow() застосовується для відображення відео. В якості першого аргументу використовується його назва.

Код на рис. 3.6 відповідає за зменшення масштабу відео-кадру на 50 % для зниження часу його обробки процесором.

```
scale_percent = 50 # percent of original size
width = int(frame.shape[1] * scale_percent / 100)
height = int(frame.shape[0] * scale_percent / 100)
dim = (width, height)
gray = cv2.resize(frame, dim, interpolation = cv2.INTER_AREA)
```

Рис. 3.6. Лістинг коду для зменшення масштабу відео-кадру

На наступному етапі відбувається перетворення відео-кадру з RGB на зображення у градаціях сірого та порогової фільтрації для виявлення рухомого об'єкту (рис. 3.7).

```
final=gray
gray = cv2.cvtColor(gray, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
if static_back is None:
    static_back = gray
    continue
diff_frame = cv2.absdiff(static_back, gray)
thresh_frame = cv2.threshold(diff_frame, 50, 30, cv2.THRESH_BINARY)[1]
thresh_frame = cv2.dilate(thresh_frame, None, iterations = 0)
```

Рис. 3.7. Лістинг коду для перетворення відео-кадру та порогової фільтрації

Метод `findContours()` є одним з найважливіших в коді, оскільки він здійснює пошук рухомого об'єкту для його виявлення в кадрі. Після цього отримує дані про його контури та обводить його прямокутником в кадрі (рис. 3.8).

```
contours, hierarchy = cv2.findContours(
    thresh_frame.copy(),
    cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
for contour in contours:
    if cv2.contourArea(contour) < 500 or
        cv2.contourArea(contour) > 10000:
        continue

    (x, y, w, h) = cv2.boundingRect(contour)
    cv2.rectangle(final, (x, y), (x+w, y+h), (255, 255, 12), 2)
    #areas = [cv2.contourArea(c) for c in contours]
    #max_index = np.argmax(areas)
    #cnt=contours[max_index]
    #x,y,w,h = cv2.boundingRect(cnt)
    #cv2.rectangle(thresh_frame, (x,y), (x+w,y+h), (0,255,0), 2)
    #cv2.imshow('frame2', thresh_frame)
```

Рис. 3.8. Лістинг коду для пошуку рухомого об'єкту у відео-кадрі та обведення його контурів прямокутником

Функція, яка створення для підрахунку кількості транспорту, які потрапляють в кадр камери приведена на рис. 3.9.

```
def __init__(
    self, exit_masks=[], path_size=10, max_dst=30,
    x_weight=1.0, y_weight=1.0):
    super(VehicleCounter, self).__init__()
    self.exit_masks = exit_masks
    self.vehicle_count = 0
    self.path_size = path_size
    self.pathes = []
    self.max_dst = max_dst
    self.x_weight = x_weight
    self.y_weight = y_weight
```

Рис. 3.9. Лістинг коду для підрахунку кількості транспорту

Через те, що цикл, який був створений, є безкінечним, була використана команда для його переривання:

```
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break
```

Після завершення процесу використання камери, її потрібно звільнити. Якщо цього не зробити, то наступного разу, при спробі її використовувати, з'явиться повідомлення про помилку:

```
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

3.3.4. Опис програмного коду для опитування давача відстані. Для опитування давача відстані HC-SR04 імпортовано необхідні бібліотеки для роботи з виводами RPi та здійснено їх налаштування (рис. 3.10).

```
#!/usr/bin/python
import RPi.GPIO as GPIO
import time

try:
    GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
    PIN_TRIGGER = 31
    PIN_ECHO = 29
    GPIO.setup(PIN_TRIGGER, GPIO.OUT)
    GPIO.setup(PIN_ECHO, GPIO.IN)
```

Рис. 3.10. Лістинг коду для налаштування виводів RPi

Перший рядок повідомляє ОС, що для запуску файлу буде використовуватись Python. Без цього немає гарантії, що код буде інтерпретовано цією мовою. RPi.GPIO – це бібліотека, яка дає змогу керувати виводами RPi загального призначення. Клас time – забезпечує можливість використовувати функції, які пов'язані з часом. В програмі було встановлено режим GPIO на GPIO.BOARD, це означає, що будуть використані номери фізичних контактів плати RPi.

Лістинг коду для вимірювання відстані до об'єктів з використанням давача HC-SR04 приведений на рис. 3.11.

```

try:
    GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
    PIN_TRIGGER = 31
    PIN_ECHO = 29
    GPIO.setup(PIN_TRIGGER, GPIO.OUT)
    GPIO.setup(PIN_ECHO, GPIO.IN)

    GPIO.output(PIN_TRIGGER, GPIO.LOW)
    print "Waiting for sensor to settle"
    time.sleep(2)

    print "Calculating distance"
    GPIO.output(PIN_TRIGGER, GPIO.HIGH)
    time.sleep(0.00001)
    GPIO.output(PIN_TRIGGER, GPIO.LOW)

    while GPIO.input(PIN_ECHO)==0:
        pulse_start_time = time.time()
    while GPIO.input(PIN_ECHO)==1:
        pulse_end_time = time.time()

    pulse_duration = pulse_end_time - pulse_start_time
    distance = round(pulse_duration * 17150, 2)
    print "Distance:",distance,"cm"

finally:
    GPIO.cleanup()

```

Рис. 3.11. Лістинг коду для вимірювання відстані до об'єктів

3.4. Відображення результатів роботи системи

У цьому проєкті було використано ThingSpeak в якості хмарного сервера для зберігання та відображення результатів визначення інтенсивності руху транспорту.

3.4.1. Особливості взаємодії системи з IoT платформою. ThingSpeak є популярною хмарною IoT платформою для збору, візуалізації та аналізу потокової інформації [34]. Її вибір для використання у даній роботі був обумовлений можливістю застосування вбудованих Matlab функцій для аналізу даних, а також відсутністю плати за користування. Принцип взаємодії компонентів проєктованої системи з платформою ThingSpeak показаний на рис. 3.12.

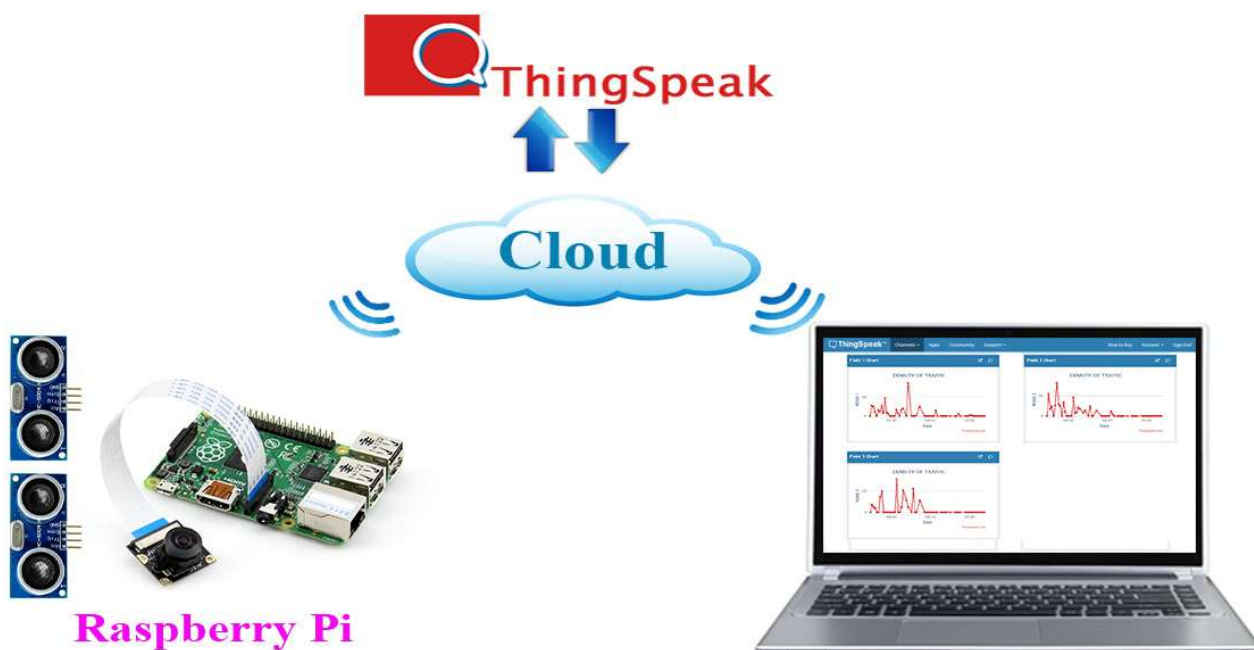


Рис. 3.12. Принцип взаємодії компонентів проєктованої системи з платформою ThingSpeak

3.4.2. Розробка ПЗ для надсилання даних до віддаленого сервера. На першому етапі був зареєстрований акаунт в ThingSpeak та створений канал для отримання та відображення даних (рис. 3.13).

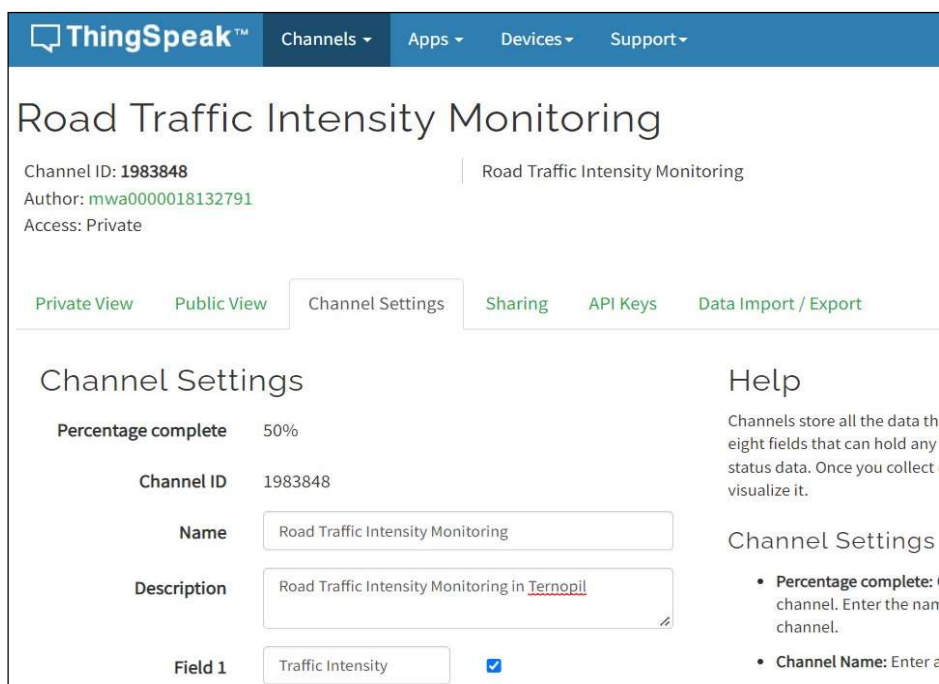


Рис. 3.13. Створення каналу в ThingSpeak для відображення результатів

Далі необхідно отримати API ключ ThingSpeak каналу для передачі даних (рис. 3.14).



Рис. 3.14. Отримання API ключа ThingSpeak для передачі даних

В RPi було встановлено бібліотеку для роботи з платформою ThingSpeak за допомогою команди:

```
sudo pip install thingspeak
```

Імпорт бібліотеки в кодї програми та налаштування ID та API каналу ThingSpeak:

```
import thingspeak
import time
```

```
channel_id = 1983848 # put here the ID of the channel
write_key = 'xxxxXOME5WPR2NMP' # update the "WRITE KEY"
```

Фрагмент коду програми для передачі даних в ThingSpeak наведений на рис. 3.15. Після надсилання чергового пакету даних викликається функція часової затримки тривалістю 15 секунд.

```

if __name__ == "__main__":
    channel = thingspeak.Channel(id=channel_id, write_key=write_key)
    while True:
        measure(channel)
        #free account has a limitation of 15sec between the updates
        time.sleep(15)

```

Рис. 3.15. Фрагмент коду програми для передачі даних в ThingSpeak

3.4.3. Відображення результатів роботи системи в ThingSpeak. На рис. 3.16 приведені результати моніторингу інтенсивності транспортного потоку на автомобільній дорозі впродовж години.

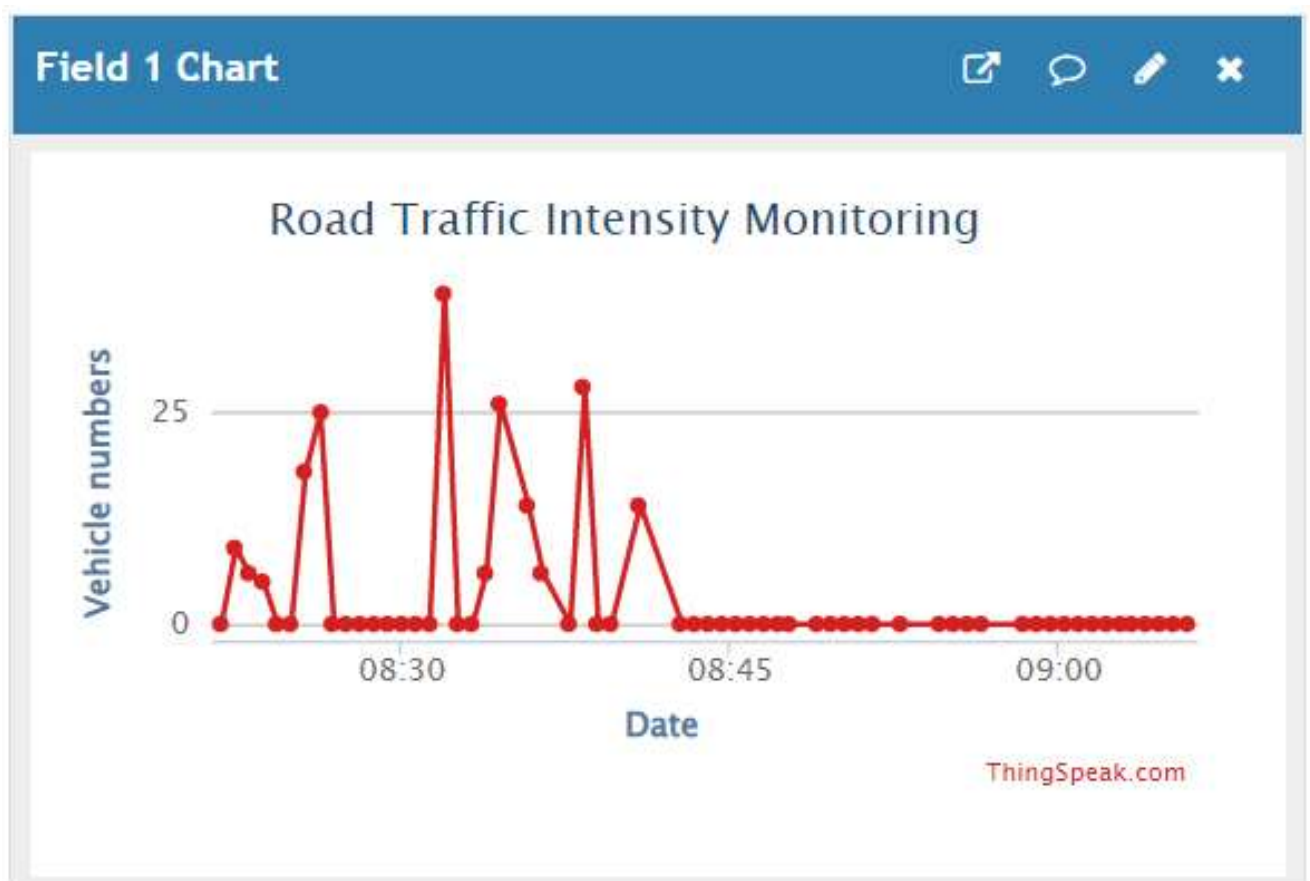


Рис. 3.16. Відображення результатів моніторингу інтенсивності транспортного потоку на автомобільній дорозі

3.5. Висновки до розділу 3

У третьому розділі розроблене алгоритмічне забезпечення системи для визначення інтенсивності автомобільного трафіку. Обґрунтовано вибір засобів розробки програмного забезпечення для проєктованої системи. Здійснено налаштування операційної системи для Raspberry Pi.

Описаний процес встановлення бібліотеки OpenCV. Виконана розробка програмного забезпечення для опрацювання відео-потoku з камери та для опитування інформації з датчиків. Розроблене ПЗ для надсилання даних про результати моніторингу до віддаленого IoT сервера ThingSpeak.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

Мета кваліфікаційної роботи магістра полягає у розробці алгоритмічного та програмно-апаратного забезпечення комп'ютерної системи для визначення інтенсивності руху автотранспорту. Оскільки в процесі виконання роботи використовувався персональний комп'ютер, тому необхідно забезпечити дотримання вимог з охорони праці, техніки безпеки та протипожежної безпеки при використанні ПК.

Основними регламентуючими нормативними документами охорони праці користувачів ПК є:

- НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями»;
- Примірня інструкція з охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, затверджена наказом Міністерства доходів і зборів України від 5 вересня 2013 р. № 443;
- ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».

Вимоги до приміщень, згідно з [35, 36], щодо розташування робочого місця передбачають виконання наступних вимог:

- мінімальна площа, яка виділяється на одне робоче місце повинна становити мінімум $6,0 \text{ м}^2$, при об'ємі – мінімум $20,0 \text{ м}^3$;
- розташування робочих місць користувачів ПК заборонено у цокольних або підвальних приміщеннях.

При організації робочих місць у НПАОП 0.00-7.15-18 передбачена наявність природного і штучного освітлення. Зазвичай, природне освітлення поступає у приміщення через вікна та світлові прорізи і забезпечує коефіцієнт освітленості на

рівні не менше 1,5 %. Орієнтація вікон – на північ або північний схід. Штучне освітлення забезпечують відповідні джерела, наприклад, люмінесцентні лампи.

Приміщення з комп'ютерною технікою не повинні межувати з будівлями, де рівень шуму чи вібрації перевищує визначені допустимі значення. Покриття підлоги повинне бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Для внутрішнього оздоблення приміщень слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7-0,8, для стін 0,5-0,6 [35].

У приміщеннях, де організовано робочі місця користувачів ПК, повинні бути забезпечені аптечками першої медичної допомоги. Вологе прибирання у таких приміщеннях є обов'язковим кожного дня.

Щодо ергономічної організації робочого місця, то воно також повинно відповідати вимогам, наведеним у [35, 36]. Конструкція робочого місця повинна забезпечити підтримання оптимальної робочої пози. У відповідності до НПАОП 0.00-7.15-18, обладнання і організація робочого місця працюючих з ЕОМ мають забезпечувати відповідність конструкції всіх елементів робочого місця та їх взаємного, розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності.

Екран комп'ютера повинен бути розміщений на відстані 600...700 мм від очей користувача. Розташування монітору має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом +30 градусів до нормальної лінії погляду працівника [37].

Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення ПК потрібно виконувати за магістральною схемою. При організації робочих місць електромережу штепсельних розеток для живлення ПК у центрі приміщення прокладають у каналах або під знімною підлогою в металевих трубах або гнучких металевих рукавах [37].

Щодо безпеки при роботі з ПК, щодня перед початком роботи необхідно очищати монітор від пилу та інших забруднень. Після закінчення роботи з ПК, він

та периферійні пристрої повинні бути відключені від електричної мережі. У разі виникнення певної аварійної ситуації необхідно негайно відключити ПК від електричної мережі. Не допускається виконувати обслуговування, ремонт та налагодження ПК безпосередньо на робочому місці [35].

Основні вимоги до пожежної безпеки вказані в НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Згідно з [36], на та під приміщеннями, в яких розміщені ЕОМ, а також у суміжних із ними приміщеннях не дозволяється розташування приміщень категорій А та Б за вибухопожежною небезпекою.

Фальш підлога у приміщеннях з ЕОМ має бути з негорючих матеріалів або матеріалів груп горючості Г1, Г2 з межею вогнестійкості не менше 0,5 год. Простір під нею слід розділяти негорючими діафрагмами на відсіки площею не більше 250 м². Діафрагми повинні мати межу вогнестійкості не менше 0,75 год. Звукопоглинаюче облицювання стін та стель цих приміщень слід виготовляти з негорючих матеріалів або матеріалів груп горючості Г1, Г2.

Персональні комп'ютери після закінчення роботи повинні відключатися від мережі. Не рідше одного разу на квартал необхідно очищати від пилу агрегати та вузли, кабельні канали та простір між підлогами [37].

Приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогашіння, а саме вогнегасниками, що використовуються для локалізації і ліквідації пожеж у їх початковій стадії розвитку.

Вогнегасники слід встановлювати у легкодоступних та помітних місцях (коридорах, біля входів або виходів з приміщень тощо), а також у пожежонебезпечних місцях, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їх захист від попадання прямих сонячних променів та безпосередньої (без загороджувальних щитків) дії опалювальних та нагрівальних приладів. Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників визначається відповідно до типових норм належності вогнегасників.

У кваліфікаційній роботі досліджено методи і засоби реалізації системи для визначення інтенсивності руху автотранспорту за допомогою програмного забезпечення для персонального комп'ютера. Через це важливим та актуальним було провести аналіз основних вимог до приміщень та робочих місць з ПК, що дозволило забезпечити комфортні і безпечні умови праці інженерам комп'ютерних систем. Також проаналізовано правила електробезпеки під час роботи з ПК та вимоги до пожежної безпеки в приміщенні.

4.2. Забезпечення захисту працівників суб'єкта господарювання від іонізуючих випромінювань

Працівники, які виконують роботи з радіоактивними речовинами, повинні перебувати під постійним медичним наглядом, використовувати засоби індивідуального захисту від радіації та прилади індивідуального дозиметричного контролю (універсальні радіометри) для своєчасного виявлення і вимірювання рівня випромінювання [38].

Захищаючись від зовнішнього іонізуючого опромінювання при роботах із закритими джерелами випромінювання, тобто такими, які виключають можливість потрапляння радіоактивних речовин у навколишнє середовище, перш за все необхідно не допустити переопромінення працівників.

Основним способами захисту від цього є:

- зменшення активності джерела, з яким контактують працівники під час конкретного технологічного процесу – досягається шляхом використання речовин із меншою активністю;
- зменшення часу контакту з джерелом випромінювання – досягається шляхом вдосконалення організації робіт і технологічного виробничого процесу та проведення попередніх тренінгів працівників;

– збільшення відстані між людиною і джерелом – використовується, як правило, при контакті з точковим джерелом випромінювання шляхом використання дистанційних універсальних маніпуляторів та інших автоматизованих пристроїв;

– розташування між людиною і джерелом захисного екрану (стаціонарного, пересувного, розбірного, настільного тощо), тобто пристрою, який зменшує інтенсивність випромінювання до безпечного рівня [39].

Для виготовлення екранів, а також для захисту працівників в стаціонарних спорудах, використовується бетон, чавун, сталь, алюміній, скло, свинець та інші матеріали.

Від дії рентгенівських променів застосовують екрани зі сталевого листа товщиною 0,5-1 мм або алюмінію товщиною 3 мм, спеціальної гуми. Оглядові вікна виконують з плексигласу товщиною 30 мм або з покритого оловом скла товщиною 9 мм.

Для захисту шкіри від забруднень радіоактивними речовинами та запобігання їх попаданню всередину організму, захисту від альфа і бета-випромінювання передусім застосовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від радіації.

Отже, засоби захисту від радіації використовуються у тих випадках, коли інші заходи недостатньо ефективні: при переході через зони збільшеної інтенсивності випромінювання, при ремонтних та налагоджувальних роботах у аварійних ситуаціях, під час короткочасного контролю та при зміні інтенсивності опромінення.

З урахуванням зазначеного прогнозу на території області може виникнути складна радіаційна обстановка наслідки якої вимагатимуть від органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, суб'єктів господарювання, на які покладено виконання завдань щодо захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, оперативного реагування та дій [40].

Місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, суб'єкти господарювання здійснюють для забезпечення захисту людей від впливу іонізуючих випромінювань наступні заходи:

- приймають згідно з законодавством України рішення щодо застосування на підвідомчій території заходів втручання у разі радіаційних аварій;
- організовують проведення в установленому порядку щорічні обстеження з метою оцінки стану захисту людини від впливу іонізуючих випромінювань та ведення екологічного паспорта підвідомчої території;
- здійснюють організаційне керівництво системою обліку та контролю доз опромінення населення на підвідомчій території;
- організовують контроль за виконанням заходів щодо захисту людини від впливу радіонуклідів, що містяться у будівельних матеріалах;
- затверджують відповідні плани щодо захисту населення від радіаційних аварій та їх наслідків;
- забезпечують постійну готовність засобів оповіщення населення на підвідомчій території про виникнення радіаційної аварії;
- організовують контроль за виконанням заходів щодо захисту населення від радіаційних аварій та їх наслідків;
- забезпечують населення, в місцях його проживання, інформацією щодо рівнів опромінення людини та заходів захисту від впливу іонізуючих випромінювань, що виконуються на підвідомчій території;
- розроблюють та впроваджують програми захисту людей від впливу іонізуючих випромінювання;
- здійснюють оповіщення населення у разі виникнення радіаційної аварії та інформування про рятувальні та профілактичні заходи у зв'язку з цим.

Для виконання вищезазначених заходів залучаються органи управління, сили і засоби обласної територіальної та функціональних підсистем єдиної державної

системи цивільного захисту (далі – ЄДС ЦЗ), порядок дій яких визначено Планом реагування на надзвичайні ситуації, пов'язаних з викидом радіоактивних речовин.

Режими захисту робітників і службовців на суб'єктах господарювання вводяться в дію рішенням керівників об'єктів. Незалежно від місця розміщення суб'єкту господарювання (в населеному пункті або за його межами) на його території вводиться в дію свій режим захисту з урахуванням рівнів радіації, виміряних на об'єкті, і реального ступеню захисту працівників і службовців.

При виникненні комунальної радіаційної аварії окрім термінових робіт щодо стабілізації радіаційного стану (включаючи відновлення контролю над джерелом) місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, суб'єкти господарювання одночасно здійснюють заходи, спрямовані на:

- зведення до мінімуму кількості осіб з населення, які зазнають аварійного опромінення;
- запобігання чи зниження індивідуальних і колективних доз опромінення населення;
- запобігання чи зниження рівнів радіоактивного забруднення продуктів харчування, питної води, сільськогосподарської сировини і сільгоспугідь, об'єктів довкілля (повітря, води, ґрунту, рослин тощо), а також будівель і споруд.

Для населення, робітників та службовців суб'єктів господарювання, які можуть потрапити в зону випадіння радіоактивних опадів, доцільно завчасно, виходячи з конкретних місцевих умов, розрахувати варіанти режимів радіаційного захисту [41].

З урахуванням вищезазначеного, режими радіаційного захисту вводяться в дію місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, суб'єктами господарювання з метою захисту людей від впливу іонізуючого випромінювання у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з радіаційними аваріями.

4.3. Висновки до розділу 4

В даному розділі описані питання щодо охорони праці та забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях. Була опрацьована інформація стосовно основних вимог до приміщень та робочих місць з ПК для забезпечення комфортних і безпечних умов праці інженерам комп'ютерних систем. Проаналізовано правила електробезпеки під час роботи з ПК та вимоги до пожежної безпеки в приміщенні. Також, розглянуто питання щодо забезпечення захисту працівників суб'єкта господарювання від іонізуючих випромінювань.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі розроблена система для визначення інтенсивності дорожнього руху. В процесі виконання роботи:

1. Проведено аналіз відомих методів та засобів для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту. Розглянуто принципи керування дорожнім рухом та особливості побудови кіберфізичних систем для управління рухом на дорозі.

2. Виконано проектування апаратних засобів системи для визначення інтенсивності дорожнього руху. Обґрунтовано вибір архітектурного рішення для реалізації поставленої задачі та створено функціональну схему системи. Синтезовано структурну схему блока моніторингу інтенсивності дорожнього руху.

3. Розроблено схему електричних з'єднань пристрою для моніторингу інтенсивності руху транспорту. Описано принцип взаємодії його компонентів та створено прототип пристрою.

4. Розроблено алгоритмічне забезпечення системи для визначення інтенсивності автомобільного трафіку. Виконана розробка програмного забезпечення для Raspberry Pi на мові Python з використанням бібліотеки OpenCV для опрацювання відео-потoku з камери, опитування інформації з датчиків та надсилання даних про результати моніторингу до віддаленого сервера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сидоров Д. Ю. Дослідження інтенсивності руху на ділянках вуличнодорожньої мережі та прогнозування її зміни. Луцьк: Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". 2014. С. 95-106.
2. Кожевников В.І., Витяжков Д.В., Толмачов В.В., Луговенко В.В., Гриценко А.А. Автоматизована система управління дорожнім рухом. Вісник СевКавГТУ. Серія «Природничонаучна», №1 (6), 2003. С. 151-162.
3. Богуто Д. Г., Волинець В. І., Ніколюк П. К., Ніколюк П. П. Автоматизована система керування рухом транспортних засобів в межах міста. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Мат. моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», Вип. 35. 2017. С. 5-12.
4. Filjar. R., Vidovic K., Britvic P., Rimac M. ECall: Automatic notification of a road traffic accident. MIPRO. 2011. P. 600-605.
5. Sukuvaara T., Nurmi P., Hippo M., Autio R., Stepanova D., Eloranta P., Riihentupa L., Kauvo K. Wireless traffic safety network for incident and weather information, 1st ACM International Symposium on Design and Analysis of Intelligent Vehicular Networks and Applications. 2011. P. 123-131.
6. Горбова О. В., Мерзлий О. Д. Дослідження автомобільних потоків засобами імітаційного моделювання. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, № 5 (95). 2021. С. 36-50.
7. Степанчук О. В., Белятинський А. О., Пилипенко О. І. Особливості прогнозування інтенсивності руху транспорту на вулицях і дорогах населених пунктів. Вісник Інженерної академії України, № 1, 2012. С. 192-195.
8. Мирошниченко Є. М. Система визначення інтенсивності руху автотранспорту. Наукові розробки молоді на сучасному етапі. Київський національний університет технологій та дизайну. 2019. С. 63-64.
9. Möller D. P., Vakilzadian H. Cyber-physical systems in smart transportation. In 2016 IEEE international conference on electro information technology (EIT). 2016. pp. 0776-0781.

10. Стеценко І. В., Стельмах О. П. Технологія визначення інтенсивності дорожнього руху за даними відеоряду. *Технічні науки та технології*, № 2 (20). 2020. С. 116-125.

11. Fernandez-Caballero A., Gomez F. J., Lopez-Logpez J. Road-traffic monitoring by knowledge-driven static and dynamic image analysis. *Expert Systems with Applications*, 35 (3). 2008. P. 701–719.

12. Hamidi H., Kamankesh A. An approach to intelligent traffic management system using a multi-agent system. *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, 16(2). 2018. P. 112-124.

13. Li X., She Y., Luo D., Yu Z. A traffic state detection tool for freeway video surveillance system. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 96. 2013. P. 2453-2461.

14. Tian B., Yao Q., Gu Y., Wang K., Li Y. Video processing techniques for traffic flow monitoring: A survey. In 2011 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC). 2011. P. 1103-1108.

15. Автоматизована система управління дорожнім рухом URL: <https://www.sea.com.ua/ua/smart-city/kompleksnaa-sistema-upravlenia-doroznym-dvizeniem-sea-ksudd/> (дата звернення: 20.11.2022).

16. Богуто Д. Г., Комаров В. Ф., Ніколюк П. К., Ніколюк П. П. Інтелектуальний алгоритм управління міським трафіком транспортних засобів. *Вісник Харківського національного університету імені ВН Каразіна*, № 38, 2018. С. 4-13.

17. Bourja O., Kabbaj K., Derrouz H., El Bouziady A., Thami R. O. H., Zennayi Y., Bourzeix F. MoVITS: Moroccan video intelligent transport system. In 2018 IEEE 5th International Congress on Information Science and Technology (CiSt) 2018. P. 502-507.

18. Jian L., Li Z., Yang X., Wu W., Ahmad A., Jeon G. Combining unmanned aerial vehicles with artificial-intelligence technology for traffic-congestion recognition: electronic eyes in the skies to spot clogged roads. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 8(3). 2019. P. 81-86.

19. Rus C., Marcus R., Stoicuța O. Road Traffic Monitoring System with Self-Learning Function using the Raspberry Pi Platform. In *MATEC Web of Conferences*, Vol. 290, 2019. P. 61-68.

20. Raspberry Pi OS. URL: <https://www.raspberrypi.com/software/> (дата звернення: 30.11.2022).

21. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. [навчальний посібник] Львів: «Магнолія 2006». 2013. 256 с.

22. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

23. Паламар А.М., Гук Ю.А. Комп'ютерна система для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей XI міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 2022. С. 147.

24. Гук Ю.А., Паламар А.М. Метод адаптивного регулювання дорожнього руху на перехресті на основі інтернету речей. Матеріали X науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології», Тернопіль: ТНТУ. 2022. С. 74.

25. Паламар М., Пастернак Ю., Паламар А. Дослідження динамічних похибок системи прецизійного керування антеною з асинхронним електроприводом. Вісник ТНТУ. Тернопіль: ТНТУ. 2014. Вип. 76, № 4. С. 164–173.

26. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.

27. Palamar M., Pasternak Y., Palamar A., Poikhalo A. Precision tracking of the trajectory LEO satellite by antenna with induction motors in the control system. Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2017), Bucharest, Romania. 2017. Vol. 2, P. 1051-1055.

28. Palamar A. Control system simulation by modular uninterruptible power supply unit with adaptive regulation function. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University, Ternopil, Ukraine. 2020. Vol. 98, No 2. P. 129–136.

29. Palamar A. Methods and means of increasing the reliability of computerized modular uninterruptible power supply system. Scientific Journal of the Ternopil National Technical University, Ternopil, Ukraine. 2020. Vol. 99, No 3. P. 133–141.

30. Palamar A., Karpinskyy M. Control of an Uninterruptible Power Supply in a DC Microgrid System. 10th International Symposium «Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering» and «Doctoral School of Energy and Geotechnology II», Pärnu, Estonia. 2011. P. 80–84.

31. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium «Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering» and «Doctoral School of Energy and Geotechnology II», Pärnu, Estonia. 2010. P. 54–61.

32. Паламар А. М., Осов'як І. І. Комп'ютерна інформаційно-вимірювальна система для моніторингу пристроїв безперебійного електроживлення. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції «Світлотехніка й електротехніка: історія, проблеми, перспективи», Тернопіль. 2015. С. 111–112.

33. OpenCV-Python Tutorials. URL: <https://docs.opencv.org/> (дата звернення: 30.11.2022).

34. IoT Analytics – ThingSpeak Internet of Things. URL: <https://thingspeak.com/> (дата звернення: 02.12.2022).

35. Охорона праці в офісі. Вимоги до робочого місця офісного працівника. URL: <https://gc.ua/uk/oxorona-praci-v-ofisi-vimogi-do-robochogomiscya-ofisnogo-pracivnika/> (дата звернення: 24.11.2022).

36. НПАОП 0.00-1.28-10. Про затвердження правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. URL: https://dnaop.com/html/31562/docНПАОП_0.00-1.28-10 (дата звернення: 02.12.2022).

37. Наказ Міністерства внутрішніх справ України № 340 від 26.04.2018 року “Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж”.

38. Васійчук В.О., Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. Основи цивільного захисту: Навчальний посібник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка". 2010. 417с.

39. Аветисян В.Г., Сенчихін Ю.М., Кулаков С.В., Куліш Ю.О., Александров В.Л., Адаменко М.І., Ткачук Р.С., Тригуб В.В. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1: Посібник. За загальною редакцією Пшеничного В.Н. К.: Основа, 2006. 240 с.

40. Желібо Є. П., Сагайдак І. С. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник для аудиторної та практичної роботи. К.:ЕКОМЕН. 2011. 200 с.

41. Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. Цивільна оборона. Навчальний посібник. За редакцією полковника В.С. Франчука. Львів: Афіша. 2000. 336 с.

Додаток А
Тези конференцій

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XI Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
7-8 грудня 2022 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2022

Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 7-8 грудня 2022 року

23.	А.М. Паламар, Ю.А. Гук КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	147
24.	Д.Р. Колісник, Д.В. Мидлик, І.Ю. Дедів, Л.Є. Дедів ЗАДАЧА ОЦІНЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ РАДІОСИГНАЛІВ У ВІДКРИТОМУ ПРОСТОРІ	148
25.	С.Р. Пискальний, Б.В. Сарняк, І.Ю. Дедів ЗАДАЧА УЩІЛЬНЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ	149
26.	М.П. Мотелюк, С.Т. Боїло, І.Ю. Дедів, В.Г. Дозорський МЕТОДИ ОБРОБКИ МОВНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ БЕЗПЕКОВИХ СИСТЕМ	150
27.	Б.Є Томс, Г.П. Химич ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПТОВОЛОКОННИХ ЛІНІЙ У МІСЬКИХ УМОВАХ	151
28.	А.О. Naida, L.V. Moroz DATAFICATION: THE PROBLEM BENEATH THE SURFACE	153
29.	О.В. Палка МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА РОЗУМНОГО МІСТА	155
30.	О.В. Палка ІНТЕГРОВАНА АРХІТЕКТУРА РОЗУМНОГО МІСТА З БЛОКЧЕЙНОМ ТА ІОТ	157
31.	І. Гунчак, Г. Химич ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ З СУПУТНИКОВИМИ СИСТЕМАМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ДРОНІВ	158
32.	А.В. Атаманчук, І.Ю. Дедів МЕТОД ВІЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ БПЛА З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	160
33.	В.Л. Дунець, Н.І. Шилівський, О.Ю. Щирба, Д.О. Гуменюк, Т.В. Чирський АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ	162
34.	В.В. Никитюк, к.т.н., О.Ф. Дозорська, к.т.н., А.К. Карнаухов МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МОВНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТЕНТИФІКОВАНОГО ВХОДУ КОРИСТУВАЧІВ	163
35.	С.В. Уніят, М.О. Хвостівський АКТУАЛЬНІСТЬ ОБРОБКИ ПУЛЬСОВИХ СИГНАЛІВ ПРИ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ У КАРДІОДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ	164
36.	Ю.Б. Капаціла, С.Р. Дідур ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ	165
37.	Н.А. Гарматюк, П.О. Скалецький, В.О. Дуда ХМАРНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ПЛАТФОРМИ ТА MICROSOFT AZURE	167
38.	Н.В. Лісовий, А.Р. Ставицька, А.В. Гіжовський ХМАРНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ	168
39.	П.О. Скалецький, Н.А. Гарматюк, В.О. Дуда ПЕРЕНЕСЕННЯ ДАНИХ УСТАНОВ ТА ОРГАНІЗАЦІЙ З ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ ДО ХМАРНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ	169
40.	Р. Новчук, Р. Грач, Р. Трембач АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЗБОРУ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	171

Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 7-8 грудня 2022 року

УДК 681.518.3

А.М. Паламар, к.т.н., Ю.А. Гук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

A.M. Palamar, Ph.D, Y.A. Huk

COMPUTER SYSTEM FOR DETERMINING THE VEHICLE TRAFFIC INTENSITY

Впродовж останніх років в нашій державі спостерігається суттєве зростання кількості транспортних засобів в населення. У зв'язку з цим, проблема підвищення ефективності функціонування міських транспортних систем постала надзвичайно гостро. Актуальною задачею є збільшення швидкості пасажирських перевезень та доставки вантажів, зниження собівартості транспортних послуг та підвищення рівня безпеки на дорозі.

Метою роботи є підвищення ефективності системи керування автомобільним трафіком завдяки застосуванню методів визначення інтенсивності дорожнього руху в реальному часі. Для досягнення мети роботи було запропоновано застосувати технологію інтернету речей [1]. Розроблено структуру комп'ютеризованої системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту на перехресті (рис. 1).

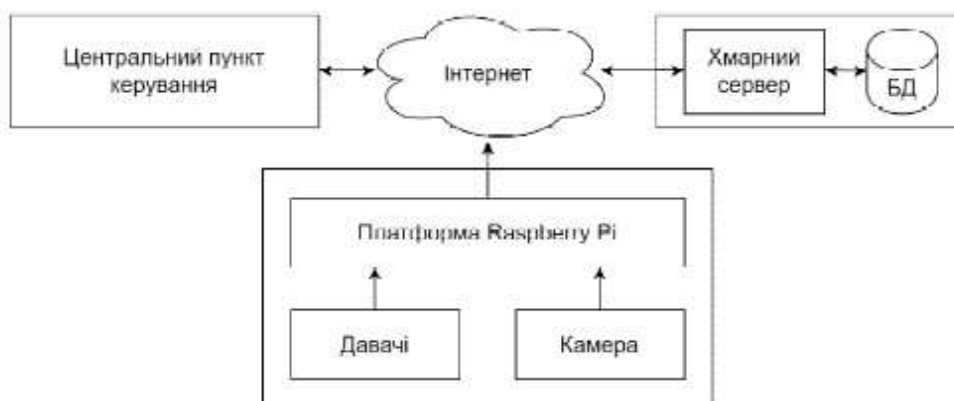


Рисунок 1. Структурна схема системи для визначення інтенсивності руху автомобільного транспорту

Блок контролера, який розроблений на основі мікрокомп'ютера Raspberry Pi, отримує дані від датчиків про стан навколишнього середовища та відеокамери, а також здійснює керування світлофорами на перехресті дорядної та головної дороги.

Запропонована система для визначення інтенсивності дорожнього руху на основі інтернету речей дозволяє суттєво розширити технічні та функціональні характеристики системи керування дорожнім рухом міста.

Література

1. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей X міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 112.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ

X НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



7–8 грудня 2022 року

ТЕРНОПІЛЬ
2022

<p>А. Луцків, І. Барна АНАЛІЗ СЕРВІСНО-ОРІЄНТОВАНОЇ АРХІТЕКТУРИ В ПРОЦЕСІ ЗАСТОСУВАННЯ DEVOPS ПРАКТИК A. Lutskiv, I. Barna ANALYSIS OF SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURE IN THE PROCESS OF APPLICATION OF DEVOPS PRACTICES</p>	66
<p>А. Луцків, М. Бондаренко ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ КОРИСТУВАЧІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПІДХОДУ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ A. Lutskiv, M. Bondarenko FEATURES OF USER SUPPORT SYSTEMS OPTIMIZATION USING THE APPROACH OF MASS SERVICE SYSTEMS</p>	67
<p>А. Луцків, М. Бондаренко АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ЗВЕРНЕННЯМИ КОРИСТУВАЧІВ A. Lutskiv, M. Bondarenko SUPPORT SYSTEM ARCHITECTURE WITH OPTIMIZATION OF THE USER COMPLAINT MANAGEMENT PROCESS</p>	68
<p>В. Яцишин, Т. Кобець ТЕХНОЛОГІЯ MESH В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ V. Yatsyshyn, T. Kobets TECHNOLOGIES OF NON-INVASIVE GLUCOSE LEVEL MEASUREMENT IN BLOOD</p>	69
<p>В. Яцишин, Т. Кобець МЕТОДИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЇ V. Yatsyshyn, T. Kobets METHODS OF SELECTING OPTIMUM COMPUTER SYSTEM COMPONENTS BASED ON HIERARCHY ANALYSIS</p>	70
<p>А. Луцків, М. Тимошук ВАЖЛИВІСТЬ ДОКУМЕНТУВАННЯ В ПРОЦЕСІ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ A. Lutskiv, M. Tymoshchuk THE IMPORTANCE OF THE DOCUMENTATION IN THE PROCESS OF IMPROVING COMPUTER SYSTEMS</p>	71
<p>А. Луцків, М. Тимошук МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ВДОСКОНАЛЕННІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ A. Lutskiv, M. Tymoshchuk MODELS OF SOFTWARE DOCUMENTATION VIEW IN THE IMPROVEMENT OF COMPUTER SYSTEMS</p>	72
<p>І. Головатий ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ I. Holovatyi IMAGE PROCESSING USING GENETIC ALGORITHM</p>	73
<p>Ю. Гук, А. Паламар МЕТОД АДАПТИВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ Y. Huk, A. Palamar METHOD OF ADAPTIVE TRAFFIC CONTROL AT AN INTERSECTION BASED ON INTERNET OF THINGS</p>	74

УДК 681.518.3

Ю. Гук, А. Паламар

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОД АДАПТИВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

UDC 681.518.3

Y. Huk, A. Palamar

METHOD OF ADAPTIVE TRAFFIC CONTROL AT AN INTERSECTION BASED ON INTERNET OF THINGS

В Україні щороку збільшується кількість транспортних засобів у населення. При цьому темпи розвитку дорожньої інфраструктури в містах залишаються низькими. Це спричиняє суттєве переважання центральних міських вулиць автомобільним транспортом, який перебуває в індивідуальному користуванні. Саме тому актуальним завданням є зменшення кількості та тривалості заторів на дорогах міських вулиць.

В результаті огляду наукової літератури по темі дослідження [1] було виявлено, що безпека руху пішохідних та транспортних потоків в містах залежить від багатьох факторів. До них відноситься в першу чергу інтенсивність дорожнього руху, кліматичні та метеорологічні умови, ефективність використання технічних засобів для регулювання руху. Важливе значення для автоматизованого керування пішохідними та транспортними потоками має врахування динаміки змін цих параметрів.

В роботі запропоновано застосувати технологію інтернету речей для підвищення ефективності роботи системи керування транспортними потоками в міському середовищі. Розроблений метод адаптивного регулювання дорожнього руху через перехрестя. Його суть полягає в тому, що завдяки даним, отриманим від датчиків здійснюється розрахунок інтенсивності дорожнього трафіку на перехресті і в залежності від того, де ця величина більша, світлофор збільшує тривалість зеленого сигналу світлофора. Це дає змогу зменшити час простою транспортних засобів на перехресті.

Алгоритм керування в онлайн режимі розроблений з врахуванням дорожньої ситуації та параметрів середовища. Робота системи починається з підрахунку кількості транспортних засобів, які рухаються через перехрестя. Також, важливим етапом є вимірювання рівня освітленості доріг та метеорологічних параметрів [2] для того, щоб враховувати їх в процесі керування сигналами світлофорів.

Застосування інтернету речей, завдяки можливості отримувати та аналізувати дані з багатьох перехресть, дозволяє суттєво підвищити ефективність керування дорожнім рухом. Отримана інформація може бути використана для прийняття управлінських рішень з метою підвищення безпеки руху пішоходів та транспорту.

Література

1. Паламар А., Палій Р. Система моніторингу технічного стану транспортних засобів на основі технології інтернету речей: матеріали V науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології». Тернопіль: ТНТУ. 2018. С. 77.
2. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Інформаційно-вимірвальна система для контролю метеорологічних параметрів на основі Інтернету речей: матеріали IX науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології». Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 118.