

## ДОДАТОК А

## Графічний матеріал

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління  
Кафедра АПОТ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

### Модель керування автопілотом для наземного транспорту

Студент гр. СКСм–20-1 Колковський Віталій Ігорович  
Керівник роботи: к.т.н. доц. Філіппенко І.В.



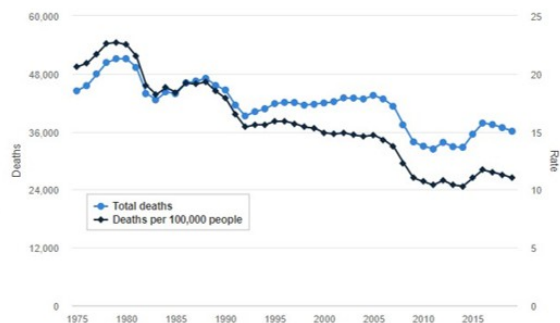
NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

1

## Актуальність та мета роботи

Статистика летальних випадків у аваріях щорічно демонструє спад навіть при значному зрості загальної кількості автомобілів та аварій на дорогах.

Це в першу чергу полягає в підвищенні норм щодо необхідних засобів безпеки у автомобілях та впровадженні великої кількості нових технологічних рішень.



Мета роботи – реалізація моделі керування автопілотом для наземного транспорту із використанням систем прийняття рішень на базі нечіткої логіки що допоможе підвищити рівень безпеки дорожнього руху



NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

2

# Постанова задачі

Створити систему для реалізації різноманітного функціоналу із забезпечення безпеки використання транспортних засобів та спрощення взаємодії з ними, що відповідатиме наступним критеріям:

- відповідність пристрою та тестової платформи до повнорозмірних транспортних засобів;
- дешевизна, простота системи, використання надійних типових компонентів;
- можливість легкого впровадження нових компонентів або заміни старих;
- використання надійних алгоритмів із високою точністю для обробки даних та прийняття рішень;
- безпечність системи під час роботи.



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: [vitalii.kolkovskiy@nure.ua](mailto:vitalii.kolkovskiy@nure.ua)

3

# Огляд існуючих рішень

1. Реагування на сигнали світлофорів
2. Контроль швидкості руху
3. Автоматичне паркування



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: [vitalii.kolkovskiy@nure.ua](mailto:vitalii.kolkovskiy@nure.ua)

4

# Нечітка логіка

Нечітка логіка – розділ математики, що поєднує принципи класичної логіки та теорії множин.

За рахунок введення нечітких множин змінні можуть приймати «відчуттєві» значення, наприклад холодно, тепло та спекотно, які визначаються функціями належності.

Використання нечіткої логіки у системах прийняття рішень надає можливість легко реалізовувати складні системи, описуючи їх функціонування із використанням досвіду, логічних суджень та іншого у вигляді набору правил типу ЯКЩО-ТО.



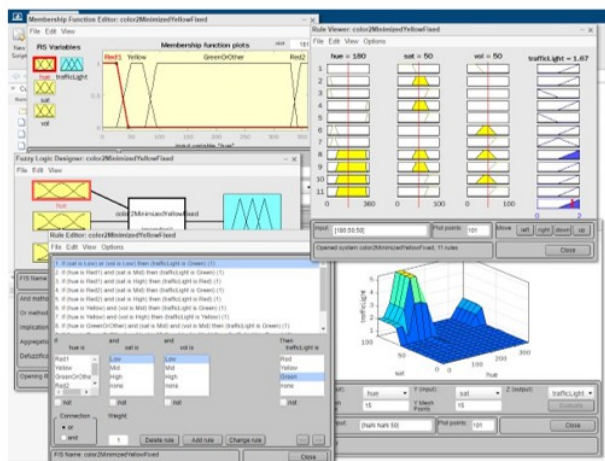
**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

5

# Проектування системи у MATLAB



Функціонал середовища Fuzzy logic toolbox дозволяє легко проектувати системи обробки даних на базі нечіткої логіки:

- створювати нові лінгвістичні змінні та налаштовувати кількість і вигляд функцій належності;
- задавати правила ЯКЩО-ТО різного вигляду;
- перевіряти роботу системи на тестових наборах;
- переглядати графічне уявлення залежностей створеної системи.



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

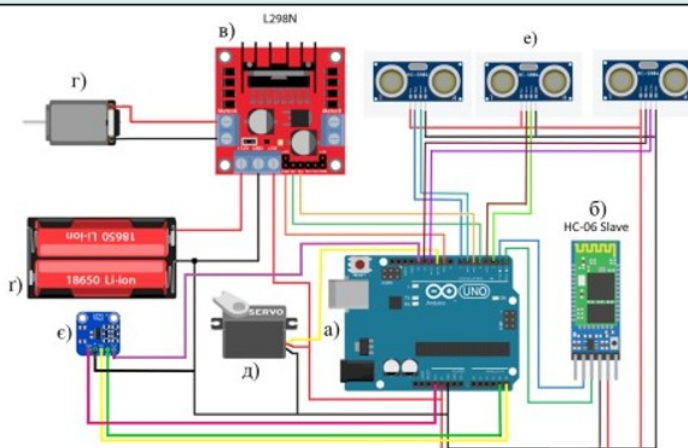
NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

6

## Схема пристрою

Використані компоненти:

- а) Плата Arduino UNO ;
- б) Bluetooth -модуль HC-06;
- в) драйвер двигунів L298N;
- г) електродвигун;
- ґ) блок акумуляторних батарей стандарту 18650;
- д) сервопривід MG90S
- е) 3 ультразвукових датчики HC-SR04
- є) багатофункціональний датчик APDS-9960



NURE

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

7

## Система автоматичного регулювання швидкості руху

Адаптивний круїз-контроль працює за наступним принципом:

- з датчику у передній частині автомобіля береться відстань до об'єкту попереду;
- базуючись на поточній швидкості руху та відстані система приймає рішення про необхідну швидкість для забезпечення безпечного руху.



NURE

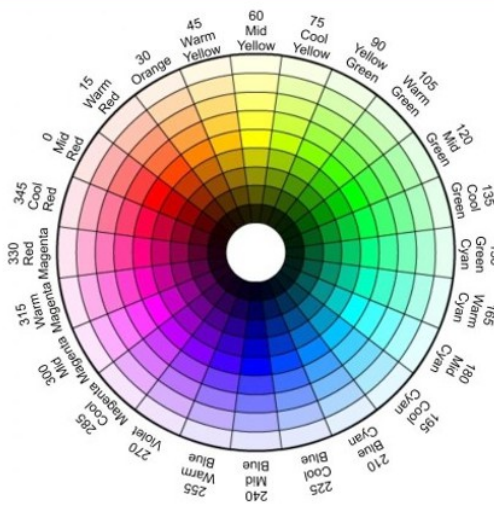
Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

8

# Система для реагування на сигнали світлофору

Для отримання інформації про колір використовується датчик APDS-9960. Отримані дані у колірному діапазоні RGB необхідно перевести у HSV для легшого визначення кольору. Значення у HSV обробляється системою прийняття рішень на базі нечіткої логіки за набором правил. Отриманий результат визначає дії, що будуть виконуватись.



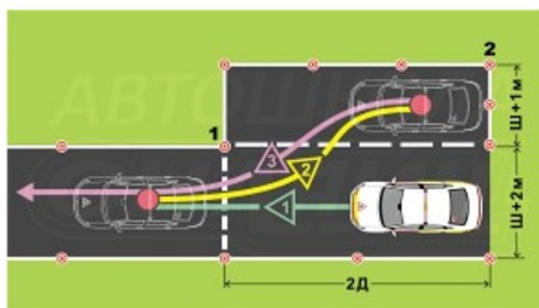
**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

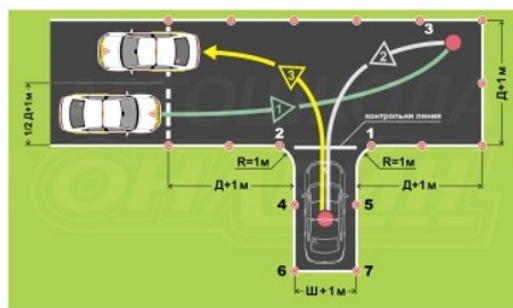
9

# Розглянуті методи паркування



Паралельна парковка

Найбільш розповсюджена у сучасних містах при обмеженій ширині доріг



Перпендикулярна парковка

Використовується на більшості паркувальних майданчиків



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

10

# Правила для систем на базі нечіткої логіки

Приклад побудови правила для вибору місця паркування:

*ЯКЩО Довжина Мала АБО Глибина Мала ТО Місце Не Підходить*

Для автоматичного контролю швидкості:

*ЯКЩО Швидкість Низька ТА Відстань Середня ТО Швидкість Зменшити*

Для розпізнавання сигналу світлофору виходячи зі значень у колірному діапазоні HSV (колірний тон, насиченість, освітленість):

*ЯКЩО Н Червоний ТА S Високий ТА V Середній ТО Сигнал Червоний*



NURE

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkov sky i@nure.ua

11

# Алгоритми автоматизації дій та функція зміни колірного діапазону

```
void crouseControl () {
  int front = sonarFront.ping_cm();
  int speed = 100;

  while(front > 7 || front == 0) {
    front = sonarFront.ping_cm();
    int tempFront = front;

    if (front == 0) {
      tempFront = 200;
    }

    crouseSpeed->setInput(1, speed);
    crouseSpeed->setInput(2, tempFront);
    crouseSpeed->fuzzify();
    speed = int(crouseSpeed->defuzzify(1));

    if (speed <= 50) {
      stopVeh();
    }
    else {
      digitalWrite(MOTOR_PIN1, HIGH);
      digitalWrite(MOTOR_PIN2, LOW);
      analogWrite(MOTOR_EN, speed);
    }
    delay(100);
  }
  stopVeh();
}
```

```
void rgb2hsv(double r, double g, double b){
  double MIN, MAX, delta;

  MIN = r < g ? r : g;
  min = min < b ? min : b;
  MAX = r > g ? r : g;
  max = max > b ? max : b;
  v = max/255*100; // v
  delta = max - min;
  if (delta < 0.00001) {
    h = 0;
    return 0;
  }
  if( max > 0.0 ) {
    h = (delta / max)*100; // h
  }
  else {
    h = 0.0;
    h = MAX;
    return 0;
  }
  if( r >= max )
    h = { g - b } / delta; // between yellow & magenta
  else
    if( g >= max )
      h = 2.0 + { b - r } / delta; // between cyan & yellow
  else
    h = 4.0 + { r - g } / delta; // between magenta & cyan

  h *= 60.0; // degrees
  if( h < 0.0 )
    h += 360.0;
  return 0;
}
```

```
void checkTrafficLight()
{
  apds.readRedLight(red_light);
  apds.readGreenLight(green_light);
  apds.readBlueLight(blue_light);

  rgb2hsv(red_light, green_light, blue_light);

  trafficLight->setInput(1, int(h));
  trafficLight->setInput(2, int(s));
  trafficLight->setInput(3, int(v));
  trafficLight->fuzzify();
  int color = int(trafficLight->defuzzify(1));

  switch (color) {
    //yellow
    case 2:
      stopVeh();
      delay(3000);
      checkTrafficLight();
      break;
    //red
    case 1:
      stopVeh();
      delay(3000);
      checkTrafficLight();
      break;
    //green or none
    case 0:
      break;
  }
}
```



NURE

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkov sky i@nure.ua

12

# Алгоритми вибору методу паркування та перевірки наявного місця

```
void park()
{
  while(true)
  {
    int tempDist = sonar.ping_cm();
    if (tempDist > MIN_DIST || tempDist == 0)
    {
      checkSpace();

      fuzzy->setInput(1, spotSize);
      fuzzy->setInput(2, spotDepth);
      fuzzy->fuzzify();
      float parkingM = fuzzy->defuzzify(1);

      if (parkingM >= 0.49) {
        movTime(HIGH, LOW, myDelay); //forward to parking place
        paralPark();
        break;
      }
      else if (parkingM > 0.4) {
        movTime(LOW, HIGH, myDelay); //backward to parking place
        garagePark();
        break;
      }
    }
    movTime(HIGH, LOW, 300);
    delay(300);
  }
}
```

```
void checkSpace() //проверяем сколько места под авто
{
  stopVeh();
  delay(1000);
  spotSize = 0;
  unsigned int tempDist = 100;
  float depth = 0;
  int iterCount = 0;

  while(tempDist > MIN_DIST)
  {
    if(spotSize >= MIN_SPOT_SIZE)
    {
      break;
    }
    movTime(HIGH, LOW, 300); //проезжаем 5см между проверками
    spotSize+= 5;
    tempDist = sonar.ping_cm();
    depth+=tempDist;
    iterCount++;
    delay(350);
  }
}
```



NURE

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

13

## Мобільний додаток

Створений в середі розробки MIT App Inventor та має:

- два способи керування;
- кнопки для керування системами автоматизації;
- налаштування швидкості;
- засіб під'єднання до пристрою.



NURE

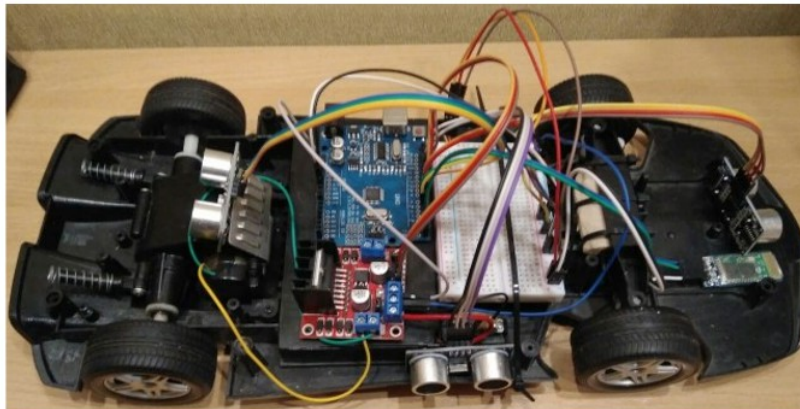
Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

14

# Зовнішній вигляд пристрою

У якості платформи для системи було використане шасі від радіокерованої машинки



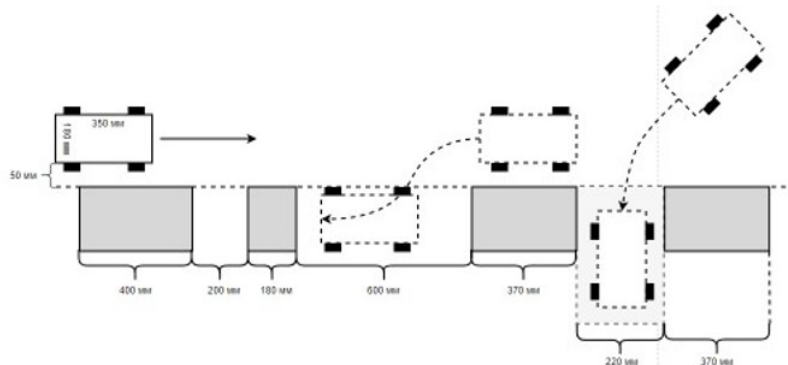
**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: [vitalii.kolkovskiy@nure.ua](mailto:vitalii.kolkovskiy@nure.ua)

15

# Тестування системи



При проходженні смуги перешкод перевіряється весь наявний функціонал пристрою із автоматизації паркування.



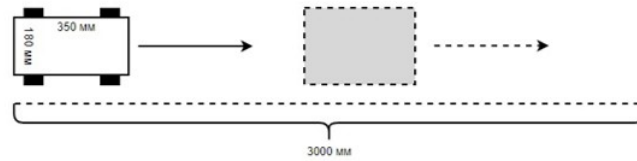
**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

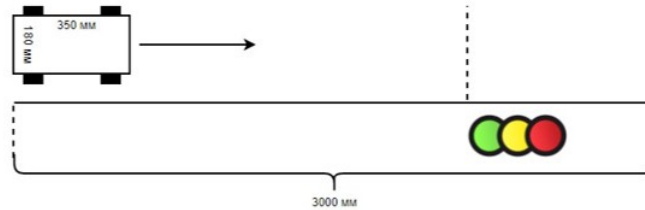
NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: [vitalii.kolkovskiy@nure.ua](mailto:vitalii.kolkovskiy@nure.ua)

16

# Тестування системи



Тестування засобів автоматичного контролю швидкості та детектування сигналів світлофору потребує окремих випробувань.



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: [vitalii.kolkovskiy@nure.ua](mailto:vitalii.kolkovskiy@nure.ua)

17

# Висновки

За результатами проекту був розглянутий повноцінний процес розробки кінцевого продукту, а саме моделі керування автопілотом для наземного транспорту :

- розглянуті різноманітні наявні рішення даного питання та новітні розробки;
- встановлене завдання щодо розроблюваного проекту;
- на підставі завдання були обрані компоненти, що складатимуть кінцевий пристрій, запропонована схема пристрою, обрані технічні засоби для проектування програмних систем;
- був зібраний прототип системи;
- спроектовані системи автоматизації руху на базі нечіткої логіки для обробки даних та прийняття рішень
- створені програмна частина пристрою з реалізацією необхідного функціоналу та мобільний додаток для дистанційного керування ним;
- проведено тестування всіх аспектів роботи пристрою.



**NURE**

Харківський національний університет  
радіоелектроніки

NURE 2021, кафедра АПОТ, E-mail: [vitalii.kolkovskiy@nure.ua](mailto:vitalii.kolkovskiy@nure.ua)

18

## ДОДАТОК Б

**АВТОМАТНА МОДЕЛЬ ПАРКУВАННЯ  
ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

Колковський В.І.

Науковий керівник – к.т.н, доц. Філіппенко І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. АПОТ, тел. (057) 702-13-26)

e-mail: vitalii.kolkovskiy@nure.ua

An automaton model of a vehicle parking system is proposed by integrating a control device and constructing interactions between it and vehicle control and sensors systems.

Вступ. Процес паркування транспортного засобу є досить небезпечним, вимагає високої точності виконання. Саме підвищення точності є основною метою управління. Під час виконання процесу паркування транспортний засіб рухається в умовах обмеженого простору та бачення. Маневри, що необхідні для розташування автомобіля на паркувальне місце, повинні виконуватись плавно, досить точно, без різких рухів та за певним послідовним алгоритмом. Також на процес управління паркуванням впливає безліч факторів, такі як розміри транспортного засобу, характеристики його рульової системи, достатнє місце для паркування, можливість виникнення раптових обставин на дорозі і, навіть, стан дорожнього полотна. Отже, процес вимагає високого рівня точності для безпеки і коректності роботи системи з кінцевою установкою транспортного засобу точно в зазначені межі паркувального місця.

*Мета дослідження* – підвищення якості та безпеки системи автоматичного паркування транспортного засобу за рахунок побудови автоматної моделі системи управління, рішення в якій будуть прийматися на основі наявних в транспортному засобі датчиків вимірювання відстані, наявності перешкод, положення об'єкта в просторі. Розробка автоматної моделі взаємодії транспортного засобу і пристрою управління, де всі етапи процесу переміщення автомобіля на паркувальне місце будуть здійснюватися автоматично, це дозволить з високою точністю, ґрунтуючись на наявному алгоритмі маневрів і контролювати рух транспортного засобу в залежності від обставин і дорожньої ситуації навколо автомобіля.

Для реалізації такої системи було прийняте рішення розділити процес управління на дві частини: 1) виконання заданих маневрів і збір даних; 2) аналіз отриманих даних і формування наступного маневру. Таким чином, можна розподілити управління системи на керуючий і операційний автомати [2].

Для того, щоб оцінити різноманітні фактори при паркуванні необхідна наявність великої кількості сенсорів по периметру транспортного засобу. Вони можуть варіюватися в залежності від комплектації, але найчастіше до них відносяться ультразвукові та інфрачервоні датчики відстані, лідари,

відеокамери. Також слід враховувати інформацію про пройдену відстань, за рахунок неї можна простіше визначати поточний етап паркування, а також, передавати команди на виконання маневрів на певну відстань.

Взаємодія пристроїв повинна бути побудована таким чином, щоб пристрій управління, ґрунтуючись на даних з сенсорів, мав можливість передати нову команду в будь-який момент часу на операційний автомат. Той, в свою чергу, повинен мати можливість миттєво перейти до виконання зазначених дій і почати передачу нової порції даних з датчиків на пристрій управління.

В результаті аналізу було запропоновано автомат (рис. 1) з наступним набором сигналів: X1, Y1, X2, Y2, M, N, де 1) вхідні сигнали для запуску роботи автомата, вибору способу паркування і т.д.; 2) вихідні сповіщальні сигнали, що підтверджують виконання операції паркування; 3) вхідні дані конфігурації системи, інформація з датчиків, інші характеристики автомобіля; 4) сигнали на підконтрольні пристрої для здійснення руху транспортного засобу; 5) сигнали керування транспортним засобом; 6) сигнали, що містять поточний етап виконання заданого завдання і повну інформацію з датчиків транспортного засобу.

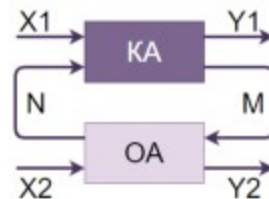


Рисунок 1 – Взаємодія роботи автомата

Це дало можливість системної інтеграції пристрою управління, і створення автоматної структури роботи системи, що, в свою чергу, дає можливість в значній мірі підвищити точність виконання управлінням процесом паркування, застосовуючи дані з наявних датчиків і систем транспортного засобу для корегування маневрів.

Список використаної літератури:

1. Комп'ютерна схемотехніка: підручник / Кривуля Г.Ф., Рябенський, В.М., Рязанцев О.І. – Луганськ: Вид-во СЛУ ім. В. Даля, 2009. – 744с.
2. Савельев А.Я. Прикладная теория цифровых автоматов. - М.: Высш. шк. 1987,-272с.