

ДОДАТОК А

Апробація результатів наукових досліджень

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



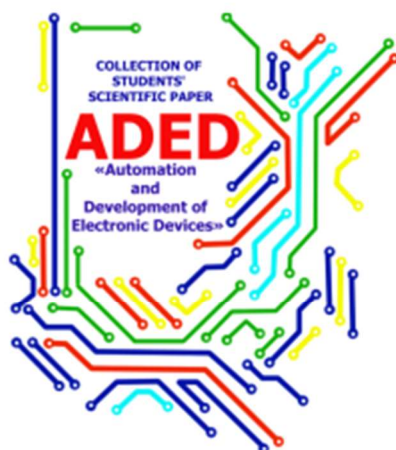
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafca.kdu.edu.ua>

Харків 2023

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(КІТАР)



ЗБІРНИК
студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
«Automation and Development of Electronic Devices»
ADED-2023
(Випуск 2)
[електронне видання]

Харків 2023

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».
Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
Демська Наталія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав Вячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

<i>В.А. Савін</i> Класифікація роботизованих систем для пошуку вибухонебезпечних предметів	319
<i>М. Збітнєв</i> Аналіз мобільних робототехнічних платформ для гуманітарного розмінування	329
<i>В.А.Сторожук В.А., М.А. Вісковатов</i> Розробка інтелектуального модуля для моніторингу параметрів на базі ІІоТ	334
<i>М.В. Толстий</i> Аналіз методів намотування дротів на станках з ЧПУ у роботизованому виробництві .	340
<i>В.В. Цешевський</i> Огляд сучасних конструктивних схем роботів для переміщення сходами	354
<i>О.О. Зибенко</i> Інновації та досягнення в електророзробній обробці: формування комп'ютерно-інтегрованого виробництва	356
<i>К.О. Левченко</i> Моделювання автоматизованого комплексу безтарного сховища сировини	361
<i>О.Д. Нікулін</i> Конверсні технології та автоматизація у аддитивному виробництві	364
<i>Д.В. Пархоменко</i> Аналіз систем інжекції з'єднувальної речовини у технології 3D друку 3DP	370
<i>К.С. Скрипник</i> Моделювання та розрахунок дозування пластику у шнековому екструдері	374
<i>С.Ю. Мірошніченко</i> Автоматизована система управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів	381
<i>В.С. Тараненко</i> технологія екструзійного 3D друк без підтримок	386
<i>Є.О.Зусє, М.Ю. Лучанінов</i> Дослідження методів автономного позиціонування та навігації робототехнічних мобільних платформ	390
<i>О.С. Пащенко, К.О. Зозуля</i> Сучасне виробництво з використанням комп'ютерного управління та інформаційних технологій	394
<i>Є.Г. Федосєєв</i> Аналіз методів імітаційного моделювання технологічних процесів складання	401
<i>К.С. Редькін</i> Локальна навігація мобільного робота в приміщенні	404

АНАЛІЗ МОБІЛЬНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

М. Збітнєв

Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
Email: mykhailo.zbitniev@nure.ua

Анотація: В статті було проведено аналіз сучасних робототехнічних платформ, які використовуються при гуманітарному розмінуванні. У статті було розглянуто базові поняття про гуманітарне розмінування, мету та актуальність цього, проаналізовано різні види та методи розмінування. А також розглянуто декілька прикладів мобільних робото технічних платформ.

Ключові слова: мобільні роботи, розмінування, гуманітарне розмінування.

ANALYSIS OF MOBILE ROBOTIC PLATFORMS FOR HUMANITARIAN DEMINING

M. Zbitniev

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14
Email: dopnub@gmail.com

Annotations: The article analyzed modern robotic platforms used in humanitarian demining. The article considered the basic concepts of humanitarian demining, its purpose and relevance, analyzed various types and methods of demining. Several examples of mobile robot technical platforms are also considered.

Key words: mobile robots, demining, humanitarian demining.

Гуманітарне розмінування – це процес видалення наземних мін із забруднених територій. Важкість цього завдання полягає у високому ризику побічної шкоди для саперів та їхнього обладнання. Внутрішні експлуатаційні витрати часто змушує саперів відмовитися від завдання до його завершення, роблячи такі області джерелом ризику, особливо для цивільного населення[1].

Розмінування являється важливою гуманітарною діяльністю, яка спрямована на виявлення, нейтралізацію та видалення нерозірваних вибухівки, таких як міни та боєприпаси, з природних або створених людиною об'єктів і територій. Важливість цієї операції важко переоцінити, і вона має декілька ключових аспектів. Ця операція сприяє відновленню безпеки та стабільності на території, де раніше були розкидані міни та боєприпаси. Це дозволяє відновити господарську діяльність і сприяє встановленню миру після війни або конфлікту. Розмінування забезпечує доступ до ресурсів та інфраструктури, які можуть бути недоступними через небезпеку вибухів. Це допомагає відновити життєдіяльність на територіях, які раніше були відокремлені від світу через небезпеку. Ця діяльність також сприяє гуманітарним операціям, де групи допомоги та гуманітарні організації намагаються надати допомогу населенню, що постраждало від конфлікту або природних катастроф. Розмінування сприяє збереженню цінної культурної спадщини, яка може бути під загрозою через нерозірвані вибухівки. Міни можуть завдати шкоди історичним пам'ятникам, археологічним розкопкам та іншим об'єктам культурної важливості[2].

Розмінування також сприяє відновленню соціального та економічного розвитку на післяконфліктних територіях. Це сприяє економічному відновленню, залученню інвестицій і підвищенню якості життя місцевого населення.

Усі ці аспекти підкреслюють важливість. Розмінування в сучасному світі, де конфлікти та природні катастрофи можуть залишити за собою небезпечні наслідки для життя і безпеки людей. Розмінування є важливою складовою гуманітарної роботи, і воно вимагає співпраці різних галузей науки, технологій і гуманітарної допомоги для досягнення мети - безпечного та стабільного світу.

Розмінування, спрямоване на усунення небезпеки вибуху мін і інших вибухових пристроїв для забезпечення безпеки гуманітарних працівників, мирного населення та гуманітарних операцій, відрізняється від традиційного розмінування. Головні відмінності між ними полягають у наступному:

Мета гуманітарного розмінування полягає в забезпеченні безпеки інтересів гуманітарних дій та мирного населення, в той час як звичайне розмінування, як правило, спрямоване на виконання військових завдань.

Гуманітарне розмінування використовує різні методи та технології, такі як ручна робота, роботизовані системи та спеціалізовані сенсори для виявлення та безпечного усунення вибухонебезпечних об'єктів. У той час як звичайне розмінування може використовувати більше військових засобів та підходів, включаючи вибухові пристрої та ручне розмінування.

Мобільні робототехнічні платформи для розмінування - це спеціалізовані роботи, призначені для виявлення, нейтралізації та видалення нерозірваних вибухівок (НВВ) та інших вибухових пристроїв з небезпечних об'єктів і територій. Вони використовуються в різних сферах, включаючи військовий, гуманітарний та цивільний контексти, і мають на меті забезпечити безпеку і зменшити ризики для людей, які здійснюють розмінування. Існує два основних типи таких платформ:

Телекеровані роботи: Це роботи, які оператор може керувати з використанням дистанційного керування. Вони можуть бути надійними для видалення НВВ та інших вибухових пристроїв з небезпечних об'єктів.

Популярними рішенням для телекерованого робота для гуманітарного розмінування місцевості є робот TEODOR компанії Telerob [3]. Він є однією з численних телекерованих мобільних роботизованих платформ, які використовуються для гуманітарного розмінування і безпеки на небезпечних територіях. Він допомагає зменшити ризики для життя розмінувачів та забезпечує ефективне видалення вибухових пристроїв з небезпечних місць. Він оснащений рукою маніпулятором яка дозволяє виконувати різні завдання, включаючи виявлення, розмінування. Також він обладнаний різноманітними сенсорами і камерами, які допомагають оператору виявляти і аналізувати вибухові пристрої та небезпечні об'єкти. Ця інформація передається оператору в реальному часі. Робот TEODOR представлений на рисунку 1.



Рисунок 1 – Телекерована роботизована платформа TEODOR Telerob [3]

Автономні роботи: Ці роботи здатні виконувати завдання розмінування автономно без прямого втручання оператора. Вони зазвичай обладнані різними сенсорами та штучним інтелектом для навігації та виявлення НВВ.

Прикладом такої платформи є Mine Kafon Drone це автономний безпілотник, який використовується для виявлення та картографування мін. Він оснащений набором камер і сенсорів, які дозволяють виявляти міни на великій площі. Після виявлення мін, він може надавати дані для подальшого розмінування. Безпілотна бортова система розмінування використовує триетапний процес для автономного картографування, виявлення та підриву наземних мін. Він літає над потенційно небезпечними районами, створюючи 3D-карту за допомогою 3D-камери, GPS і комп'ютера. Потім він використовує металошукач, щоб точно визначити розташування мін і додати геотеги. Потім безпілотник може розмістити детонатор над мінами за допомогою манипулятора, а потім відлетіти на безпечну відстань і підірвати міну[8].

Автономна платформа для розмінування Mine Kafon Drone представлена на рисунку 2.



Рисунок 2 – Автономна платформа для розмінування Mine Kafon Drone [4]

Основними завданнями таких платформ є виявлення, нейтралізація та видалення. Роботи для розмінування можуть використовувати різні типи сенсорів, такі як металошукачі, радіодетектори та камери, для виявлення НВВ.

Деякі роботи можуть бути обладнані засобами нейтралізації, такими як знешкодження вибухів або віддалення НВВ. Також вони можуть використовувати механізми для видалення НВВ з небезпечних зон, забезпечуючи безпеку для операторів[5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Ruben Yie-Pinedo. Humanitarian demining for the clearance of landmine-affected areas / Caroly Camacho-Sanchez, Ruben Yie-Pinedo, Gina Galindo // Socio-Economic Planning Sciences – August 2023. – Vol. 88.
2. Maki K. Habib. 2007. Humanitarian Demining: Reality and the Challenge of Technology – The State of the Arts. International Journal of Advanced Robotic Systems. <https://doi.org/10.5772/5699>
3. Телекерована роботизована платформа TEODOR Telerob // Features and benefits of TEODOR EVO. URL: <https://www.telerob.com/en/products/teodor-evo/> (дата звернення: 26.10.2023).
4. Автономна платформа для розмінування Mine Kafon Drone // MineKafon. URL: <https://minekafon.org> (дата звернення: 26.10.2023).
5. Samila, Andrii, Oleksandra Hotra, Oleksandr Moisiuk, Mykola Khobzei, and Taras Kazemirskiy. 2022. "Modified Transceiver Antenna for NQR Detection of Explosive Objects in Demining Conditions" Energies 15, no. 19: 7348. <https://doi.org/10.3390/en15197348>.

Науковий керівник: Олександр Михайлович Цимбал, професор КІТАР, ХНУРЕ

ДОДАТОК Б

Основний файл прошивки

```
#include <WiFi.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>
#include <NewPing.h>
#include "esp_camera.h"

#include "soc/soc.h"
#include "soc/rtc_cntl_reg.h"
#include "esp_wifi.h"

#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER

#define PWDN_GPIO_NUM 32
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 0
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27
#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 21
#define Y4_GPIO_NUM 19
#define Y3_GPIO_NUM 18
#define Y2_GPIO_NUM 5
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
```

```
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22

const char *ssid = "*****";
const char *password = "*****";

const int trigPin = 14;
const int echoPin = 15;
NewPing sonar(trigPin, echoPin, 200);

#define SERVO_PIN 13
#define SERVO_FREQ 50

framesize_t framesizeValue = FRAMESIZE_QVGA;
int qualityValue = 10;
int servoPosition = 90;

AsyncWebServer server(80);

void setup() {
  WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0);

  Serial.begin(115200);

  camera_config_t config;
  config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
  config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
  config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
```

```
config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
if(psramFound()){
    config.frame_size = FRAMESIZE_QVGA;
    config.jpeg_quality = 10;
    config.fb_count = 2;
} else {
    config.frame_size = FRAMESIZE_QVGA;
    config.jpeg_quality = 12;
    config.fb_count = 1;
}
esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
```

```
Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
return;
}

// Setup servo control using LEDC
ledcSetup(LEDC_CHANNEL_1, SERVO_FREQ, 16);
ledcAttachPin(SERVO_PIN, LEDC_CHANNEL_1);
moveServo(servoPosition); // Initialize servo position

WiFi.begin(ssid, password);
delay(500);

long int StartTime=millis();
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
    delay(500);
    if ((StartTime+10000) < millis()) break;
}

// Start the server
startCameraServer();

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED)
{
    Serial.println("");
    Serial.println("WiFi connected");
    Serial.print("Camera Ready! Use 'http://");
    Serial.print(WiFi.localIP());
```

```

    Serial.println(" to connect");
} else {
    Serial.println("");
    Serial.println("WiFi disconnected");
    Serial.print("Self-hosted camera Ready! Use 'http://");
    Serial.print(WiFi.softAPIP());
    Serial.println(" to connect");
    char* apssid = "ESP32-CAM";
    char* appassword = "Grandway_1";
    WiFi.softAP((WiFi.softAPIP().toString()+"_"+(String)apssid).c_str(),
appassword);
}

for (int i=0;i<5;i++)
{
    ledcWrite(7,10); // flash led
    delay(50);
    ledcWrite(7,0);
    delay(50);
}

}

void loop() {
    delay(3000);
    Serial.printf("RSSI: %ld dBm\n",WiFi.RSSI());
}

void startCameraServer() {

```

```
server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {

static const char PROGMEM INDEX_HTML[] = R"rawliteral(
<!doctype html>
<html>
<head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width,initial-scale=1">
    <title>Control panel</title>
<style>
* {
    box-sizing: border-box;
}

.row {
    margin-left: auto;
    margin-right: auto;
}

.column {
    float: left;
    padding: 5px;
    margin: 10px;
}

body{
    font-family:Arial,Helvetica,sans-serif;
    background:#000000;
```

```
    color:rgb(185, 0, 0);
    font-size:16px
}
h2{
    font-size:18px
}
section.main{
    display:flex
}
#menu,section.main{
    flex-direction:column
}
#menu{
    display:none;
    flex-wrap:nowrap;
    min-width:340px;
    background:#363636;
    padding:8px;
    border-radius:4px;
    margin-top:-10px;
    margin-right:10px
}
#content{
    display:flex;
    flex-wrap:wrap;
    align-items:stretch
}
figure{
```

```
padding:0;
margin:0;
-webkit-margin-before:0;
margin-block-start:0;
-webkit-margin-after:0;
margin-block-end:0;
-webkit-margin-start:0;
margin-inline-start:0;
-webkit-margin-end:0;
margin-inline-end:0
}
figure img{
display:block;
width:100%;
height:auto;
border-radius:4px;
margin-top:8px
}
@media (min-width: 800px) and (orientation:landscape){
#content{
display:flex;
flex-wrap:nowrap;
align-items:stretch
}
figure img{
display:block;
max-width:100%;
max-height:calc(100vh - 40px);
```

```
width:auto;
height:auto;
margin-left: auto;
margin-right: auto
}
figure{
padding:0;
margin:0;
-webkit-margin-before:0;
margin-block-start:0;
-webkit-margin-after:0;
margin-block-end:0;
-webkit-margin-start:0;
margin-inline-start:0;
-webkit-margin-end:0;
margin-inline-end:0
}
}
section#buttons{
display:flex;
flex-wrap:nowrap;
justify-content:space-between;
margin-left: auto;
margin-right: auto
}
#nav-toggle{
cursor:pointer;
display:block
```

```
}  
#nav-toggle-cb {  
  outline:0;  
  opacity:0;  
  width:0;  
  height:0  
}  
#nav-toggle-cb:checked+#menu {  
  display:flex  
}  
.input-group {  
  display:flex;  
  flex-wrap:nowrap;  
  line-height:22px;  
  margin:5px 0  
}  
.input-group>label {  
  display:inline-block;  
  padding-right:10px;  
  min-width:47%  
}  
.input-group input,.input-group select {  
  flex-grow:1  
}  
.range-max,.range-min {  
  display:inline-block;  
  padding:0 5px  
}
```

```
button{
  display:block;
  margin:7px;
  padding:0 12px;
  border: 3px solid rgb(255, 0, 0);
  ;
  line-height:28px;
  cursor:pointer;
  color:#ff0000;
  background:#000000;
  border-radius:5px;
  font-size:16px;
  outline:0
}
button:hover{
  background:#c7c7c7
}
button:active{
  background:#9e9e9e
}
button.disabled{
  cursor:default;
  background:#a0a0a0
}
input[type=range]{
  -webkit-appearance:none;
  width:100%;
  height:22px;
```

```
background:#000000;
cursor:pointer;
margin:0
}
input[type=range]:focus{
outline:0
}
input[type=range]::-webkit-slider-runnable-track{
width:100%;
height:2px;
cursor:pointer;
background:#ff0000;
border-radius:0;
border:0 solid #ff0000
}
input[type=range]::-webkit-slider-thumb{
border:1px solid rgba(0,0,30,0);
height:22px;
width:22px;
border-radius:50px;
background:#ffffff;
cursor:pointer;
-webkit-appearance:none;
margin-top:-11.5px
}
input[type=range]:focus::-webkit-slider-runnable-track{
background:#EFEFEF
}
```

```
input[type=range]::-moz-range-track {
    width:100%;
    height:2px;
    cursor:pointer;
    background:#3BA424;
    border-radius:0;
    border:0 solid #3BA424
}

input[type=range]::-moz-range-thumb {
    border:1px solid rgba(0,0,30,0);
    height:22px;
    width:22px;
    border-radius:50px;
    background:#ff3034;
    cursor:pointer
}

input[type=range]::-ms-track {
    width:100%;
    height:2px;
    cursor:pointer;
    background:0 0;
    border-color:transparent;
    color:transparent
}

input[type=range]::-ms-fill-lower {
    background:#3BA424;
    border:0 solid #3BA424;
    border-radius:0
```

```
}  
input[type=range]::-ms-fill-upper {  
    background:#3BA424;  
    border:0 solid #3BA424;  
    border-radius:0  
}  
input[type=range]::-ms-thumb {  
    border:1px solid rgba(0,0,30,0);  
    height:22px;  
    width:22px;  
    border-radius:50px;  
    background:#ff3034;  
    cursor:pointer;  
    height:2px  
}  
input[type=range]:focus::-ms-fill-lower {  
    background:#3BA424  
}  
input[type=range]:focus::-ms-fill-upper {  
    background:#3BA424  
}  
.switch {  
    display:block;  
    position:relative;  
    line-height:22px;  
    font-size:16px;  
    height:22px  
}
```

```
.switch input{
  outline:0;
  opacity:0;
  width:0;
  height:0
}
.slider{
  width:50px;
  height:22px;
  border-radius:22px;
  cursor:pointer;
  background-color:grey
}
.slider,.slider:before{
  display:inline-block;
  transition:.4s
}
.slider:before{
  position:relative;
  content:"";
  border-radius:50%;
  height:16px;
  width:16px;
  left:4px;
  top:3px;
  background-color:#fff
}
input:checked+.slider{
```

```
background-color:#ff3034
}
input:checked+.slider:before{
  -webkit-transform:translateX(26px);
  transform:translateX(26px)
}
select{
  border:1px solid #363636;
  font-size:14px;
  height:22px;
  outline:0;
  border-radius:5px
}
.image-container{
  position:relative;
  min-width:160px
}
.close{
  position:absolute;
  right:5px;
  top:5px;
  background:#ff3034;
  width:16px;
  height:16px;
  border-radius:100px;
  color:#fff;
  text-align:center;
  line-height:18px;
```

```

    cursor:pointer
}
.hidden{
    display:none
}
</style>
</head>
<body>
    <figure>
        <div id="stream-container" class="image-container hidden">
            <div class="close" id="close-stream">×</div>
            <img id="stream" src="">
        </div>
    </figure>
    <section class="main">
        <div class="row">
            <div class="column">
                <table>
                    <div class="input-group" id="range_sensor_group">
                        <label for="range_sensor">Range sensor</label>
                        <div class="switch">
                            <input id="range_sensor" type="checkbox" class="default-action"
checked="checked">
                            <label class="slider" for="range_sensor"></label>
                        </div>
                    </div>
                </div>
            <tr>
                <p>Distance: <span id="distance"></span> CM</p>
            </tr>

```

```

    </table>
</div>
<div class="column">
  <table>
    <tr>
      <td align="center"><button id="get-still">Photo</button></td>
      </td>
      <td align="center"><button id="restart"
onclick="fetch(document.location.origin+'/control?var=car&val=6');">Restart</bu
tton></td>
      <td align="center"><button id="toggle-stream">Start
Stream</button></td>
    </tr>
    <tr>
      <td>Flash</td>
      <td align="center" colspan="2"><input type="range" id="flash"
min="0" max="255" value="0" onchange=
"try{fetch(document.location.origin+'/control?var=flash&val='+this.value);}catch(
e){"></td>
    </tr>
    <tr>
      <td>Quality</td>
      <td align="center" colspan="2"><input type="range" id="quality"
min="10" max="63" value="10" onchange=
"try{fetch(document.location.origin+'/control?var=quality&val='+this.value);}catc
h(e){"></td>
    </tr>
    <tr>
      <td>Resolution</td>

```

```

        <td align="center" colspan="2"><input type="range" id="framesize"
min="0" max="6" value="5" onchange=

"try{fetch(document.location.origin+'/control?var=framesize&val='+this.value);}c
atch(e){}"></td>

        </tr>

        <tr>

        <td>Rotation</td>

        <td align="center" colspan="2"><input type="range" id="servo"
min="0" max="180" value="" + String(servoPosition) + ""
oninput='updateServo(this.value)'> Servo Position<br>"></td>

        </tr>

    </table>

</div>

<div class="column">

    <table>

        <div class="input-group" id="metal_detector_group">

            <label for="metal_detector">Metal detector</label>

            <div class="switch">

                <input id="metal_detector" type="checkbox" class="default-action"
checked="checked">

                <label class="slider" for="metal_detector"></label>

            </div>

        </div>

    </div>

    <tr>

        <h4>

            Distance to mine:

        </h4>

    </tr>

</table>

```

```

    </div>
  </div>
</section>
<script>
function updateFramesize(value) { fetch('/framesize?value=' + value); };
function updateQuality(value) { fetch('/quality?value=' + value); };
function updateServo(value) { fetch('/servo?value=' + value);
document.getElementById('servoPosition').innerText = value; };
  setInterval(function() { fetch('/distance').then(response =>
response.text()).then(data => { document.getElementById('distance').innerText =
data; }); }, 1000);
</script>
</body>
</html>
)rawliteral";

/*
String html = "<html><body>";
html += "Distance: <span id='distance'></span> cm<br>";
html += "Servo Position: <span id='servoPosition'></span><br>";
html += "<input type='range' id='framesize' min='0' max='10' value='" +
String(framesizeValue) + "' oninput='updateFramesize(this.value)'>
Framesize<br>";
html += "<input type='range' id='quality' min='0' max='63' value='" +
String(qualityValue) + "' oninput='updateQuality(this.value)'> Quality<br>";
html += "<input type='range' id='servo' min='0' max='180' value='" +
String(servoPosition) + "' oninput='updateServo(this.value)'> Servo Position<br>";
html += "<img src='/stream' width='640' height='480'><br>";
html += "</body><script>";
html += "function updateFramesize(value) { fetch('/framesize?value=' + value);
}";

```

```

    html += "function updateQuality(value) { fetch('/quality?value=' + value); }";
    html += "function updateServo(value) { fetch('/servo?value=' + value);
document.getElementById('servoPosition').innerText = value; }";

    html += "setInterval(function() { fetch('/distance').then(response =>
response.text()).then(data => { document.getElementById('distance').innerText =
data; }); }, 1000);";

    html += "</script></html>";
    */
    request->send(200, "text/html", html);
};

```

```

server.on("/distance", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
    int distance = sonar.ping_cm();
    request->send(200, "text/plain", String(distance));
});

```

```

server.on("/framesize", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
    if (request->hasParam("value")) {
        int value = request->getParam("value")->value().toInt();
        framesizeValue = static_cast<framesize_t>(value);
        esp_camera_deinit();
        startCameraServer();
    }
    request->send(200, "text/plain", "Framesize updated");
});

```

```

server.on("/quality", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
    if (request->hasParam("value")) {

```

```

int value = request->getParam("value")->value().toInt();
qualityValue = value;
esp_camera_deinit();
startCameraServer();
}
request->send(200, "text/plain", "Quality updated");
});

server.on("/servo", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
  if (request->hasParam("value")) {
    int value = request->getParam("value")->value().toInt();
    servoPosition = value;
    moveServo(servoPosition);
  }
  request->send(200, "text/plain", "Servo position updated");
});

server.on("/stream", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request) {
  camera_fb_t *fb = esp_camera_fb_get();
  if (fb) {
    request->send_P(200, "image/jpeg", fb->buf, fb->len);
    esp_camera_fb_return(fb);
  } else {
    request->send(500, "text/plain", "Camera capture failed");
  }
});

server.begin();

```

```
}
```

```
int calcDutyForAngle(int angle)
```

```
{
```

```
    int ms = 1000 + (angle * 1000)/ 180;
```

```
    int duty = (65535 * ms)/ 20000;
```

```
    return duty;
```

```
}
```

```
void moveServo(int position) {
```

```
    ledcWrite(LEDC_CHANNEL_1, calcDutyForAngle(position));
```

```
}
```

ДОДАТОК В
Демонстраційний матеріал

