

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола
відділення комп'ютерних технологій
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач відділенням

комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК / _____ /
(підпис)

« ____ » _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»

зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

на тему:

«Пристрій автоматизованого керування віддаленої системою
відеоспостереження»

Студент групи КІ-41

Андрій ОЛЬХОВЕЦЬКИЙ

(підпис)

Керівник роботи

Василь ПАВЛЮС

(підпис)

Консультанти:

з техніко-економічного

обґрунтування

Любов МЕЛЕНЧУК

(підпис)

Нормоконтролер

Надія ГАВРИШКІВ

(підпис)

Тернопіль – 2024

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола
відділення комп'ютерних технологій
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділенням
комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК / _____ /
(підпис)

« ____ » _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу
на здобуття освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»
студенту Ольховецькому Андрію Андрійовичу

(прізвище, ім'я та по-батькові студента)

1. Тема роботи Пристрій автоматизованого керування віддаленою системою відеоспостереження

затверджена наказом по коледжу від “27” листопада 2023 р., №234а-н

2. Термін здачі студентом завершеної роботи “29” червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи актуальні технології та засоби автоматичного керування віддаленою системою відеоспостереження, наявні рішення на ринку, технічне завдання.

4. Перелік питань, які повинні бути розроблені в роботі:

а) основна частина дослідження предметної області, формалізація вимог до системи, проєктування структури, проєктування алгоритму роботи пристрою, реалізація та тестування.

б) техніко-економічне обґрунтування аналіз ринку збуту продукту, дослідження пристрою та кошторису його реалізації; підрахунок загальної вартості розробки пристрою

5. Перелік графічного матеріалу структурна схема пристрою

6. Консультанти роботи

Меленчук Л.І

Розділ	Консультанти	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання прийнято
з техніко-економічного обґрунтування			
	вчена ступінь, звання		
	П.І.П. консультанта		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
Виконання кваліфікаційної роботи

№ п/п	Найменування етапу	Терміни	
		початку	завершення

7. Дата видачі завдання “___” _____ 202_ р. Керівник Василь ПАВЛЮС

Завдання прийняв до виконання / _____ / Андрій ОЛЬХОВЕЦЬКИЙ

Реферат

Кваліфікаційна робота. Пристрій автоматизованого керування системою відеоспостереження. 44 ст. 8 рисунків. 3 додатки.

Об'єкт розробки – пристрій автоматизованого керування віддаленою системою відеоспостереження.

Метою роботи є створення пристрою автоматизованого керування віддаленою системою відеоспостереження, який забезпечує високу точність позиціонування тепловізора за допомогою крокових двигунів, також дозволяє оператору керувати ним віддалено за допомогою планшету. Це значно підвищує зручність використання та безпеку роботи, дозволяючи здійснювати спостереження на відстані та в умовах обмеженого доступу.

Основними аспектами роботи пристрою віддалене керування та виведення відео на мобільний додаток. Пристрій реалізовано у вигляді фізичного прототипу на основі мікроконтролера STM32, до якого підключені двигуни керування, мобільного додатку, який власне здійснює керування двигунами та виводить відео на екран мобільного пристрою для користувача.

В ході розробки цього проєкту було використано багато теоретичних знань та практичних навичок у роботі з мікроконтролерами, сенсорами, розробкою мобільного додатку, а також у написанні алгоритмів обробки даних мовою програмування C++ для STM32 та мовою програмування Java для мобільного додатку.

Результатом проєкту є готова система для використання пристрою, яка може бути використана у польових умовах для спостереження за горизонтом, що дозволить оператору знаходитись у безпечному місці.

ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВІДДАЛЕНОЮ СИСТЕМОЮ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, STM32, JAVA, ANDROID STUDIO, СЕНСОРИ, ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, БЕЗПЕКА, ЗДОРОВ'Я, MONITORING

Abstract

Graduation Project. Device for automated control of the video surveillance system. 44 pages. 8 figures. 3 appendices.

The object of development is a device for automated control of a remote video surveillance system.

The purpose of the work is to create a device for automated control of a remote video surveillance system, which ensures high accuracy of positioning of the thermal imager using stepper motors, and also allows the operator to control it remotely using a tablet. This significantly increases the usability and security of work, allowing remote monitoring and limited access.

The main aspects of the device's operation are remote control and video output to the mobile application. The device is implemented in the form of a physical prototype based on an STM32 microcontroller, to which the control motors are connected, a mobile application that actually controls the motors and displays video on the screen of the mobile device for the user.

During the development of this project, a lot of theoretical knowledge and practical skills were used in working with microcontrollers, sensors, mobile application development, as well as in writing data processing algorithms in C++ programming language for STM32 and Java programming language for mobile application.

The result of the project is a ready system for using the device, which can be used in the field to monitor the horizon, which will allow the operator to be in a safe place.

DEVICE FOR AUTOMATED REMOTE CONTROL OF VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM, STM32, JAVA, ANDROID STUDIO, SENSORS, VIDEO SURVEILLANCE, SECURITY, HEALTH, MONITORING

ЗМІСТ

Скорочення і умовні позначки.....	6
Вступ.....	7
1 Аналіз існуючих рішень та постановка завдання	8
1.1 Аналіз предметної області	8
1.2 Огляд існуючих рішень	9
1.3 Постановка завдання.....	11
2 Проектування системи.....	13
2.1 Огляд компонентів	13
2.2 Принцип роботи	15
3 Реалізація системи.....	18
3.1 Апаратна реалізація системи	18
3.2 Розробка механічної структури системи.	24
3.3 Розробка електричної схеми системи	25
3.4 розробка програмного забезпечення.....	27
4 Техніко-економічне обґрунтування	29
4.1 Аналіз ринку збуту продукту чи послуги.....	29
4.2 Розрахунок витрат на проектування	29
4.3 Детальний розрахунок	30
4.3 Обґрунтування необхідності розробки	32
Висновки	34
Перелік джерел посилання	35
Додатки.....	37

					КР.КІ 24.536.08.000 ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пристрій автоматизованого керування віддаленою системою відеоспостереження				Літ.	Арк.	Акрушів		
Розроб.		Ольховецький А.										5	
Перевір.		Павлюс В.П.							ГФК. ВКТ. КІ-41				
Реценз.		Посвятовська О.											
Н. Контр.		Гавришків Н.Г											
Зав. відділ.		Стефурак. Н.А											

СКОРОЧЕННЯ І УМОВНІ ПОЗНАКИ

HAL - Hardware Abstraction Layer

GPIO - General-purpose input/output

USB – Universal Serial Bus

GPU – graphics processing unit

API – Application Programming Interface

I2C – Inter-Integrated Circuit

SPI – Serial Peripheral Interface

TLS – Transport Layer Security

SSL – Secure Sockets Layer

					<i>КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ</i>	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасному світі технологічний прогрес впливає на всі аспекти життя, зокрема на методи спостереження, моніторингу та діагностики. Тепловізійні технології, які дозволяють візуалізувати теплові характеристики об'єктів, набули широкого застосування в різних галузях – від промисловості та будівництва до сільського господарства та безпеки. Вони дозволяють виявляти теплові аномалії, дефекти та несправності, що підвищує ефективність і безпеку робіт.

Проте, ефективне використання тепловізорів часто вимагає від оператора високої точності при наведенні та стабільності під час спостереження. Традиційні штативи, на яких встановлюються тепловізори, обмежують можливості оперативного та точного керування пристроєм, що може призвести до втрати важливої інформації або необхідності повторних оглядів.

Для вирішення цієї проблеми запропоновано розробку пристрою автоматизованого керування віддаленою системою спостереження. Даний пристрій не тільки забезпечує високу точність позиціонування тепловізора за допомогою крокових двигунів, але й дозволяє оператору керувати ним віддалено за допомогою планшету. Це значно підвищує зручність використання та безпеку роботи, дозволяючи здійснювати спостереження на відстані та в умовах обмеженого доступу.

Розробка пристрою автоматизованого керування віддаленою системою спостереження є важливим кроком до підвищення ефективності та точності тепловізійних обстежень, а також до розширення сфер застосування тепловізорів. Вона відкриває нові можливості для оперативного і безпечного виконання діагностичних робіт у різних галузях, що підтверджує актуальність та необхідність даної розробки.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз предметної області

Тема кваліфікаційної роботи зосереджується на розробці та імплементації системи, яка дозволить операторам віддалено керувати тепловізором через мобільний додаток. Тепловізор - це пристрій, який вимірює теплове випромінювання об'єктів і генерує зображення, що відображає температурні різниці між ними. Автоматизоване віддалене керування тепловізором може знайти застосування у військовій, медичній, промисловій та комерційній сферах.

Предметна область даної системи – це моніторинг руху об'єктів за горизонтом. Розробка платформи для керування тепловізором та розробка мобільного додатку.

Дана система повинна відповідати таким вимогам:

- Віддалене керування тепловізором.
- Трансляція відео з тепловізора на мобільний пристрій.
- Зручний та простий інтерфейс мобільного додатку.

Розробка пристрою автоматизованого керування віддаленою системою спостереження, який буде забезпечувати:

- Підвищення ефективності: Автоматизоване керування камерами дозволить оператору зосередитися на більш важливих задачах.
- Зниження втоми оператора: Автоматизоване керування камерами дозволить оператору робити перерви в роботі, що буде позитивно впливати на його працездатність.

Створюваний пристрій буде являти собою систему, яка складається з двох частин: мобільного пристрою на якому знаходиться розроблений мобільний додаток та рухома платформа на якій буде знаходитися тепловізор. Ці два модулі будуть з'єднуватись за допомогою кабелю для передачі даних.

Буде розроблено плати для рухомої платформи (контролер, драйвери для моторів) та для мобільного пристрою (три USB, два для відправки сигналу та прийняття та ще один USB Port для живлення усієї системи).

Для передачі даних між мобільним пристроєм було використано USB-485 який у свою чергу розроблений на базі модуля RS-485

Відео з тепловізора передається аналоговим сигналом, тому буде використано модуль EasyCap для перетворення аналогового сигналу у цифровий сигнал.

7. Очікувані результати:

- Розроблений пристрій автоматизованого керування віддаленою системою спостереження.
- Алгоритми автоматичного керування поворотом та перемиканням камер спостереження.
- Програмне забезпечення для керування пристроєм.
- Інтерфейс користувача для віддаленого доступу до системи спостереження.

1.2 Огляд існуючих рішень

На даний момент існує ряд пристроїв автоматизованого керування тепловізорами, які можна розділити на три категорії:

Системи відеоспостереження

Деякі системи відеоспостереження можуть бути оснащені тепловізорами. Ці системи дозволяють вести віддалене спостереження за об'єктами в темряві, через дим, туман та інші перешкоди.

Переваги:

- Широкий спектр функцій.
- Можливість інтеграції з іншими системами безпеки.
- Відносно доступна ціна.

Недоліки:

- Необхідність прокладання кабелів.
- Складність налаштування.
- Не завжди висока точність виявлення об'єктів.

Приклади:

- Hikvision DS-2TD2636-15/W.
- Dahua DH-TPC-BF3220.
- Uniview IPC320-T32.

Системи охорони

Деякі системи охорони можуть бути оснащені тепловізорами. Ці системи дозволяють автоматично виявляти людей та інші об'єкти, які проникають на об'єкт, що охороняється.

Переваги:

- Висока точність виявлення об'єктів.
- Можливість роботи в автономному режимі.
- Стійкість до перешкод.

Недоліки:

- Висока ціна.
- Складність монтажу та налаштування.
- Необхідність регулярного обслуговування.

Приклади:

- Bosch Thermoteknix INTEGRA.
- Paradox Magellan MG5000.
- Honeywell Lyric T6 Wi-Fi Thermostat.

Спеціальні пристрої

Існують також спеціальні пристрої автоматизованого керування тепловізорами, які розроблені для специфічних задач. Наприклад, для пошуку людей в темряві, для контролю технологічних процесів, для неруйнівного контролю.

Переваги:

- Широкий спектр функцій.
- Можливість адаптації до специфічних задач.
- Висока точність роботи.

Недоліки:

- Висока ціна.
- Складність експлуатації.
- Необхідність спеціальної підготовки персоналу.

Приклади:

- FLIR Scout TK.
- Pulsar Helion 2 XP50.
- AGM Global Vision Viper Thermal Monocular.

1.3 Постановка завдання

Розробка системи для моніторингу руху об'єктів за горизонтом і керування тепловізором передбачає вирішення низки ключових завдань, які мають на меті покращити ефективність та зручність використання тепловізійних технологій.

Основні завдання проекту:

1) Розробка механічної платформи:

- Завдання: Створення штативу з кроковими двигунами, який забезпечить автоматичне позиціонування тепловізора.
- Вимоги: Висока точність руху, стабільність позиціонування, можливість програмного керування маршрутами.

2) Розробка електронної системи керування:

- Завдання: Розробка платформи на базі мікроконтролера STM32F10C8T6 для керування кроковими двигунами.
- Вимоги: Надійність, швидкодія, можливість інтеграції з механічною платформою та мобільним додатком.

3) Створення мобільного додатку:

- Завдання: Розробка програмного забезпечення для віддаленого керування тепловізором через планшет або смартфон.
- Вимоги: Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, підтримка реального часу для перегляду відеопотоку, надійний зв'язок із платформою.

4) Інтеграція та тестування системи:

- Завдання: Інтеграція всіх компонентів (механічної платформи, електронної системи, мобільного додатку), налаштування та випробування роботи системи в реальних умовах.
- Вимоги: Висока стабільність роботи, ефективність в умовах обмеженого освітлення та низьких температур, забезпечення безпеки та захисту даних.

5) Оцінка ефективності та вдосконалення:

- Завдання: Проведення оцінки роботи системи у реальних умовах, збір фідбеку від користувачів, вдосконалення та оптимізація функціоналу.
- Вимоги: Підвищення ефективності та зручності використання, врахування потреб різних галузей застосування.

Постановка задачі передбачає комплексний підхід до розробки системи для моніторингу руху об'єктів за горизонтом та керування тепловізором, з урахуванням потреб користувачів у різних сферах застосування. Виконання всіх вищезазначених завдань дозволить створити інноваційний продукт з високим потенціалом у покращенні безпеки, ефективності виробничих процесів та наукових досліджень.

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

У сучасному світі технологій спостереження та моніторингу, тепловізори відіграють важливу роль у різних галузях, таких як охорона, моніторинг навколишнього середовища, медицина та ін. Однак, традиційні системи тепловізорів мають обмеження у тому, що вони не можуть бути віддалено керованими, що обмежує їхню ефективність у різних ситуаціях.

У цій дипломній роботі була розроблена система розумного штативу віддаленого керування тепловізором, яка дозволяє оператору віддалено керувати тепловізором з допомогою планшету. Система складається з павербанка, тепловізора, перетворювача відеосигналу, планшету, плати STM32F10C8T6 та двох крокових двигунів.

Ця система дозволяє оператору віддалено моніторити та керувати тепловізором, змінюючи його положення з допомогою планшету. Це дозволяє оператору швидко та ефективно реагувати на зміни в оточенні, що збільшує ефективність та безпеку моніторингу.

2.1 Огляд компонентів

Схема складається з кількох компонентів, які взаємодіють між собою.

Тепловізор генерує аналоговий відеосигнал, який відображає теплове зображення оточення.

Контролер отримує аналоговий відеосигнал від тепловізора та перетворює його у цифровий формат. Контролер також отримує команди від мобільного пристрою та керує рухом штативу за допомогою двигунів Г та В.

Двигун Г та Двигун В отримують команди від контролера та здійснюють рух штативу відповідно до команд оператора.

Модуль з'єднання: отримує інформацію від контролера та передає її на мобільний пристрій. Модуль з'єднання також може передавати команди від мобільного пристрою на контролер.

Мобільний пристрій: відображає відеосигнал, отриманий від контролера, та дозволяє оператору віддалено керувати рухом штативу, надсилаючи команди на контролер.

Модуль з'єднання отримує інформацію від контролера та передає її на мобільний пристрій. Модуль з'єднання також може передавати команди від мобільного пристрою на контролер. Мобільний пристрій відображає відеосигнал, отриманий від контролера, та дозволяє оператору віддалено керувати рухом штативу, надсилаючи команди на контролер.

Зв'язок між компонентами (рис. 2.1) дозволяє оператору віддалено керувати рухом штативу та спостерігати за оточенням через мобільний пристрій. Контролер є центральним елементом схеми, який координує роботу всіх компонентів та забезпечує передачу інформації між ними.

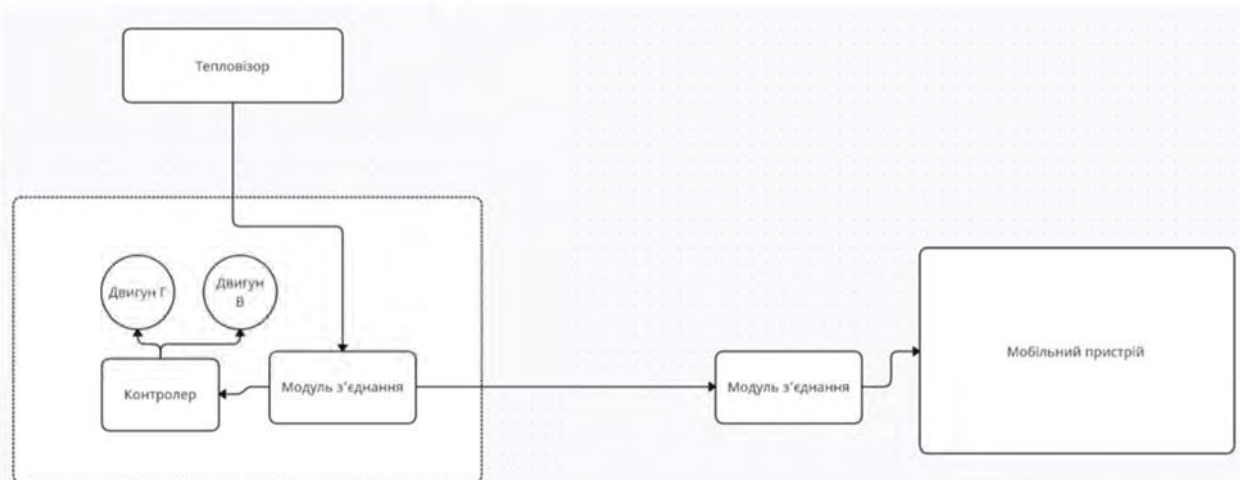


Рисунок 2.1 – Схема підключення компонентів

Зв'язок між компонентами наступний:

- Тепловізор → Контролер: аналоговий відеосигнал.
- Контролер → Двигун Г та Двигун В: команди на рух штативу.
- Контролер → Модуль з'єднання: цифровий відеосигнал та інформація про рух штативу.
- Модуль з'єднання → Мобільний пристрій: цифровий відеосигнал та інформація про рух штативу.

- Мобільний пристрій → Модуль з'єднання: команди на рух штативу.
- Модуль з'єднання → Контролер: команди на рух штативу.

2.2 Принцип роботи

Система розумного штативу віддаленого керування тепловізором працює наступним чином:

Генерація аналогового відеосигналу тепловим візором

Тепловий візор є основним компонентом системи, який відповідає за захоплення та генерацію аналогового відеосигналу, що відображає теплове зображення навколишнього середовища. Цей сигнал є безперервним потоком аналогових даних, які представляють теплове випромінювання, що випускається об'єктами в навколишньому середовищі. Сенсор камери виявляє теплове випромінювання та перетворює його на електричний сигнал, який обробляється та амплітудно модулюється для отримання високоякісного аналогового відеосигналу.

Аналого-цифрове перетворення

Аналоговий відеосигнал, який генерується тепловим візором, перетворюється в цифровий формат, сумісний з планшетом, за допомогою перетворювача відеосигналу. Цей процес перетворення передбачає дискретизацію аналогового сигналу шляхом регулярного відбору зразків та призначення цифрових значень кожному зразку. Результатний цифровий сигнал є дискретним представленням початкового аналогового сигналу, що складається з серії цифрових значень, які можуть бути оброблені та передані цифровими пристроями.

Відображення цифрового відеосигналу на планшеті

Цифровий відеосигнал передається на планшет, де він відображається на екрані в реальному часі. Екран планшета здатен відображати якісні відеозображення, дозволяючи оператору спостерігати за навколишнім середовищем у деталях. Цифровий сигнал обробляється процесором графіки

					КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(GPU) планшета та відображається на екрані за допомогою відповідного програмного забезпечення відтворення відео.

Крок 4: Віддалене керування рухом штатива

Оператор може віддалено керувати рухом штатива за допомогою планшета. Оператор надсилає команди на плату мікроконтролера через планшет, вказуючи бажаний рух штатива. Плата мікроконтролера отримує ці команди та керує сервомоторами, забезпечуючи рух штатива відповідно до інструкцій оператора.

Керування сервомоторами мікроконтролерною платою

Плата мікроконтролера є критичним компонентом системи, відповідальним за керування сервомоторами, які зсувають штатив. Плата мікроконтролера отримує команди від планшета та перетворює їх на сигнали керування сервомоторами, забезпечуючи точний та надійний рух штатива. Мікроконтролерна плата також моніторить положення та швидкість сервомотора, надаючи зворотний зв'язок оператору та забезпечуючи плавний та надійний рух штатива.

Віддалене керування тепловим візором

Віддалене керування рухом штатива дозволяє оператору налаштовувати положення теплового візора, що дозволяє отримати кращий вигляд навколишнього середовища. Оператор може налаштовувати положення камери, щоб захопити ширшу область або зосередитися на конкретній області інтересу. Це віддалене керування дозволяє оператору оптимізувати положення камери для кращого якості зображення та покриття.

Моніторинг та оновлення зображення в реальному часі

Під час роботи системи оператор продовжує моніторити навколишнє середовище через планшет, отримуючи оновлені зображення з теплового візора в реальному часі. Цифровий відеосигнал передається з камери на планшет, де він відображається на екрані. Оператор може спостерігати за навколишнім середовищем в реальному часі, виявляючи зміни та аномалії, що відбуваються.

Швидка реакція та прийняття рішень

Моніторинг в реальному часі дозволяє оператору швидко реагувати на зміни в навколишньому середовищі та приймати ефективні рішення. Оператор може аналізувати теплові зображення та виявляти аномалії, такі як зміни температури або незвичні моделі, і приймати відповідні дії. Швидка реакція є критичною в таких застосуваннях, як безпека, спостереження та моніторинг навколишнього середовища, де швидке прийняття рішень є життєво важливим.

Стабільність та ефективність системи

Система повинна забезпечити стабільну та ефективну роботу, досягаючи цього завдяки надійній передачі відеосигналу, швидкій реакції на команди оператора та точному керуванню рухом штатива. Стабільність та ефективність системи є критичними для її загальної продуктивності, забезпечуючи, що оператор може покладатися на систему для отримання точної та своєчасної інформації. Компоненти системи, включаючи тепловий візор, перетворювач відеосигналу, мікроконтролерну плату та планшет, повинні працювати разом бездоганно, щоб забезпечити надійну та ефективну систему.

Крім того, система повинна мати можливість регулювати яскравість, контраст та інші параметри зображення, щоб забезпечити найкращу якість відео. Крім того, система повинна мати можливість зберігати та передавати отримані зображення, щоб дозволити оператору аналізувати отриману інформацію в більш докладному режимі.

Загалом, система розумного повинна бути надійною, ефективною та зручною в використанні, щоб дозволити оператору ефективно моніторити оточення та приймати швидкі та ефективні рішення.

Пристрій повинен забезпечити стабільну та ефективну роботу, дозволяючи оператору віддалено керувати тепловізором та моніторити оточення. Це досягається завдяки надійній передачі відеосигналу, швидкій реакції на команди оператора та точному керуванню рухом штативу.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ

3.1 Апаратна реалізація системи

Цей розділ присвячений обґрунтуванню вибору ключових компонентів для реалізації системи віддаленого керування тепловізором. Вірно підібрані компоненти забезпечать стабільну та ефективну роботу системи.

Перелік компонентів

- 1) Відео перетворювач EasyCap.
- 2) Контролер STM32F103C8T6.
- 3) Крокові двигуни ULN2003.
- 4) Модуль RS48.
- 5) USB485 конвертер.
- 6) Корпус для штативу, виготовлений з пластику на 3D принтері.

Дані компоненти є найкращим варіантом тому що вони доступні на ринку та забезпечують хороший результат. Кожен компонент відповідає конкретним вимогам проекту, таким як технічні характеристики, споживання енергії, доступність та вартість.

Характеристика компонентів

- 1) Відео перетворювач EasyCap (рис. 3.1) [4].



Рисунок 3.1 – Аналого-цифровий перетворювач

- Тип: USB аналоговий адаптер для захоплення відеосигналів.
- Особливості: Підтримка високоякісного захоплення відеосигналів через USB інтерфейс, зручне підключення до комп'ютера чи іншого пристрою для передачі відеопотоку.

2) Контролер STM32F103C8T6 (рис.3.2) [5].



Рисунок 3.2 – Мікроконтролер STM32F103C8T6

- Тип: 32-бітний мікроконтролер.
- Особливості: Частота 72 МГц, достатня кількість GPIO для підключення крокових двигунів та інших периферійних пристроїв, підтримка протоколів комунікації.

3) Крокові двигуни ULN2003 (рис.3.3) [3].



Рисунок 3.3 – Кроковий двигун з драйвером

- Тип: Крокові двигуни з драйверами.
- Особливості: Ідеально підходять для точного позиціонування тепловізора, стабільний робочий процес, підтримка мікрокроків для зменшення вібрацій та поліпшення плавності руху.

4) Модуль RS485 (рис.3.4) [1].



Рисунок 3.4 – Модуль RS485

- Тип: Інтерфейсний модуль RS485.
- Особливості: Дозволяє передавати дані по шині RS485 для забезпечення стійкості передачі даних на великі відстані.

5) USB485 конвертер (рис. 3.5) [2].



Рисунок 3.5 – Перетворювач USB to RS485

- Тип: USB адаптер для RS485.
 - Особливості: Забезпечує зручне підключення до комп'ютера чи іншого USB-сумісного пристрою для комунікації з RS485 шини.
- 6) Корпус для штативу, виготовлений з пластику на 3D принтері (рис. 3.6)



Рисунок 3.6 – 3Д модель корпусу

- Тип: Корпус для монтажу компонентів системи.
- Особливості: Легкий, міцний та зручний у вигляді корпусу, розроблений за індивідуальними параметрами для забезпечення відповідності розмірів та місць для всіх компонентів.

Чому саме ці компоненти

1) Відео перетворювач EasyCap

- Обраний за своєю простотою у використанні та надійністю передачі відеосигналу через USB, що робить його ідеальним для захоплення зображення з тепловізора.

2) Контролер STM32F103C8T6

– Вибраний за свою потужність обробки та низьку вартість, підтримка

					КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідних інтерфейсів для взаємодії з іншими компонентами системи.

3) Крокові двигуни ULN2003

– Вони обрані за свою надійність, стабільність та зручність у використанні для точного руху тепловізора.

4) Модуль RS485 та USB485 конвертер

– Ці компоненти вибрані для стійкої та ефективної передачі даних між контролером та іншими пристроями системи.

5) Корпус для штативу, виготовлений з пластику на 3D принтері

– Виготовлений за допомогою 3D друку для індивідуального підгону розмірів та забезпечення надійності і зручності монтажу всіх компонентів

Ця структура дозволяє чітко викласти всі аспекти вибору компонентів для системи віддаленого керування тепловізором, показуючи обґрунтування кожного вибору та важливість кожного компонента для успішного втілення проекту.

Бібліотеки для Android програми

1) OpenCV (Open Source Computer Vision Library) є відкритою бібліотекою комп'ютерного зору, яка надає різноманітні інструменти для обробки зображень та відеопотоків [6]. Вона широко використовується для аналізу зображень, розпізнавання облич, вимірювання об'єктів, відстеження руху та багато іншого. Для системи віддаленого керування тепловізором OpenCV буде використовуватися для:

– Обробки відеопотоку: Захоплення відео з тепловізора та обробка кадрів для аналізу теплових зон.

– Комп'ютерного зору: Розпізнавання облич, об'єктів або позначок на зображеннях.

– Аналізу зображень: Визначення характеристик об'єктів та відстеження їх руху.

OpenCV є потужним інструментом для впровадження комп'ютерного зору в Android додатки і ідеально підходить для реалізації функціональних можливостей системи з віддаленим керуванням тепловізором.

2) USB Host API в Android SDK дозволяє Android пристроям взаємодіяти з зовнішніми USB пристроями, такими як USB485 конвертер, через USB порт [8]. Вона забезпечує доступ до низькорівневих операцій USB комунікації і дозволяє:

- Читання та запис даних: Взаємодія з USB пристроями для передачі команд і даних.
- Моніторинг підключень: Спостереження за підключенням та відключенням USB пристроїв.

USB Host API буде використовуватися для зчитування даних з USB485 конвертера, який використовується для взаємодії з RS485 шини в системі віддаленого керування.

3) Touch Joystick Library є бібліотекою, яка дозволяє легко інтегрувати сенсорний джойстик в Android додатки для управління [7]. Вона забезпечує:

- Сенсорний введення: Реалізацію сенсорного джойстика для керування.
- Налаштування параметрів: Можливість налаштування розміщення та вигляду джойстика.
- Інтерфейс обробки подій: Отримання інформації про переміщення пальця по екрану для визначення напрямку руху.

Touch Joystick Library буде використано для створення сенсорного інтерфейсу управління кроковими двигунами тепловізора, що забезпечить зручне та інтуїтивно зрозуміле керування для користувача.

Ці бібліотеки забезпечать необхідний функціонал для розробки Android додатка для системи віддаленого керування тепловізором, забезпечуючи обробку відеопотоку, комунікацію з периферійними пристроями та інтерфейс для користувача, включаючи управління кроковими двигунами через джойстик або сенсорний інтерфейс.

3.2 Розробка механічної структури системи.

Механічна структура системи для віддаленого керування тепловізором включає в себе компоненти, що забезпечують стабільність, точність і зручність управління. Цей розділ описує вибір і характеристики кожного компонента механічної конструкції.

Компоненти механічної структури

1) Корпус штатива Корпус виготовлений з високоякісного пластику, що друкується на 3D принтері. Цей матеріал поєднує легкість і міцність, дозволяючи забезпечити високу стійкість до зовнішніх впливів і електромагнітних перешкод.

2) Основа штатива: Виготовлена з алюмінієвого сплаву, основа забезпечує необхідну стабільність і міцність для надійної підтримки всієї системи. Її конструкція має вбудовані кріпильні елементи для простоти і надійності установки на будь-якій поверхні.

3) Механізми панорамування та нахилу: Використовуються крокові двигуни ULN2003, які забезпечують точне і плавне переміщення тепловізора в горизонтальній та вертикальній площинах. Ці двигуни мають компактну конструкцію і низьку вібрацію, що важливо для забезпечення якісного зображення.

4) Кріплення для тепловізора: Спеціально розроблене алюмінієве кріплення забезпечує надійне і безпечне закріплення тепловізора на штативі. Воно має можливість регулювання кута нахилу і панорамування для точного налаштування положення обладнання.

– Пластиковий корпус: Легкий і стійкий до впливів зовнішнього середовища, що важливо для довготривалої роботи системи в будь-яких умовах.

– Алюмінієва основа: Забезпечує надійну опору і витривалість, дозволяючи системі залишатися стабільною навіть під час довготривалого використання.

– Крокові двигуни ULN2003: Гарантують високу точність і плавність руху тепловізора, що є критичним для забезпечення якісного відображення теплових зон.

– Алюмінієве кріплення: Забезпечує просте і надійне закріплення тепловізора з можливістю швидкого налаштування його положення.



Рисунок 3.7 – Готова модель механічної структури штативу

Ці компоненти були обрані з метою оптимального поєднання функціональних можливостей і забезпечення високої ефективності системи віддаленого керування тепловізором. Вони не лише відповідають технічним вимогам проекту, а й забезпечують зручність установки та експлуатації для кінцевого користувача.

3.3 Розробка електричної схеми системи

Електрична схема системи для віддаленого керування тепловізором є ключовим елементом проекту, що забезпечує взаємодію між всіма компонентами і їх правильну роботу. Цей розділ описує основні аспекти розробки електричної схеми, зокрема принципи підключення та взаємодії компонентів.

Принципи розробки електричної схеми

1) Живлення: Один із перших кроків у розробці електричної схеми - це визначення вимог щодо живлення для кожного компонента системи. Важливо враховувати напругу та потужність, які необхідні для кожного пристрою, щоб забезпечити стабільну роботу і запобігти можливим перевантаженням або нестабільності системи.

2) Комунікаційні інтерфейси: Розробка включає в себе вибір і налаштування відповідних комунікаційних протоколів і інтерфейсів для забезпечення взаємодії між всіма компонентами системи. Наприклад, SPI, I2C, UART використовуються для обміну даними між мікроконтролером і периферійними пристроями, такими як EasyCAP і контролери крокових двигунів.

3) Підключення крокових двигунів: Для керування положенням тепловізора використовуються крокові двигуни, які підключаються до виходів мікроконтролера через відповідні драйвери. Важливо налаштувати керування таким чином, щоб забезпечити точність руху і мінімальну вібрацію для збереження якості відео зображення.

4) Обробка відеосигналу: Отриманий відеосигнал з тепловізора передається через перетворювач EasyCAP, який підключається до мікроконтролера для подальшої обробки та відображення на планшеті. Важливо враховувати правильність підключення і налаштування параметрів для оптимальної якості зображення.

5) Захист і безпека: Включення заходів захисту, таких як захист від перевантаження і короткого замикання, є важливими аспектами у розробці електричної схеми. Використання відповідних фюзів, захисних діодів та інших елементів допомагає забезпечити довговічність і безпеку системи.

Електрична схема системи для віддаленого керування тепловізором включає в себе детальний план підключення та взаємодії всіх компонентів, що забезпечує їх оптимальну роботу та взаємодію. Врахування всіх вищезазначених

					КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аспектів дозволяє створити ефективну та надійну систему з високою функціональністю і якістю обслуговування.

3.4 розробка програмного забезпечення

Розробка програмного забезпечення для системи віддаленого керування тепловізором з використанням бібліотек

Встановлення зв'язку із компонентами

Для забезпечення зчитування відеосигналу з тепловізора через перетворювач EasyCAP використовувалася бібліотека libusb, яка надає інтерфейс для взаємодії з USB-пристроями на рівні операційної системи. Ця бібліотека дозволяє налаштувати з'єднання з EasyCAP, отримувати відеодані через USB і передавати їх для подальшої обробки у програмному забезпеченні.

Керування кроковими двигунами

Для керування кроковими двигунами ULN2003 за допомогою мікроконтролера STM32F1038T6 використовувалася бібліотека `STM32 HAL, яка надає інтерфейс для роботи з периферійними пристроями мікроконтролера. За допомогою цієї бібліотеки ініціалізувались GPIO піни для керування кроковими двигунами, налаштовувалась частота кроків і розроблювались алгоритми для точного позиціонування тепловізора.

Обробка відеоданих

Для обробки відеоданих з EasyCAP і їх відображення на планшеті використовувалася бібліотека FFmpeg, яка забезпечує розширені функції декодування і відображення відео. Ця бібліотека дозволяє зчитувати відеодані з EasyCAP, декодувати їх у потрібний формат і передавати на відображення через інтерфейс користувача планшета.

Захист і безпека

Для забезпечення безпеки даних і захисту від несанкціонованого доступу використовувались стандарти криптографії і безпеки, включаючи TLS / SSL для захищеної передачі даних через мережу RS485 / USB485. Використання

					КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідних бібліотек дозволяло забезпечити конфіденційність і цілісність даних під час їх обміну між компонентами системи.

Ефективна розробка програмного забезпечення для системи віддаленого керування тепловізором була досягнута завдяки використанню відповідних технологій і бібліотек для кожного компонента системи. Інтеграція і взаємодія між компонентами були оптимізовані для забезпечення стабільності, ефективності і зручності у використанні для кінцевих користувачів.

					<i>КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ</i>	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1 Аналіз ринку збуту продукту чи послуги

У наш час зростає попит на портативні та мобільні системи, які дозволяють забезпечити високу ефективність виконання різноманітних завдань. Одним із таких рішень є пристрій автоматизованого керування віддаленою

системою відеоспостереження. Цей пристрій дозволяє з укриття в, якому знаходиться користувач виконувати не тільки поставлене завдання спостерігати за горизонтом, але й матиме змогу виконувати власні справи. Також зручно і точно керувати тепловізором, відображати зображення на планшеті. Живлення від павербанку усієї системи забезпечує зниження енергоспоживання, що дозволяє зручно користуватися пристроєм у різноманітних умовах.

Досліджуючи ринок даної системи, не було знайдено подібних систем, тому рішення запропонованого проекту посприяє попиту та конкурентоспроможність буде низькою, або ж буде через декілька років після випуску даної системи на ринок.

Співвідношення цін на компоненти та виготовлення робить пристрій доступним для усіх. Даний пристрій в подальшому можна буде використовувати не тільки для військового призначення, а й для сільськогосподарського, для приватних секторів та приватних будинків.

4.2 Розрахунок витрат на проектування

Для розробки системи контролю якості повітря в тимчасовому укритті, як правило, не потрібно багато людей. Команда може складатися з трьох осіб:

1) Проектувальник системи: відповідальний за загальне проектування системи, вибір компонентів і розробку архітектури.

2) Програміст: відповідальний за написання коду для мікроконтролера stm32 та програмне забезпечення на Android, інтеграцію датчиків та розробку алгоритмів обробки даних.

3) Інженер з налаштування та тестування: відповідальний за встановлення системи, її налаштування, проведення тестів та виявлення можливих помилок.

Розрахунок заробітної плати розробників

- Проектувальник системи: 35 000 грн.міс.
- Програміст: 35 000 грн.міс.
- Інженер з налаштування та тестування: 25 000 грн.міс

Таблиця 4.1 – Кошторис витрат на проектування

Найменування статей витрат	Сума, грн
1. Зарплата розробників	285 000
2. Відрахування на соціальні потреби	62 700
3. Контрагентські роботи і послуги	42 750
5. Інші прямі витрати	142 500
6. Усього прямих витрат	532 950
7. Накладні витрати	186 532
8. Планові накопичення	133 237
9. Усього, кошторисна вартість проєкту	852 719
10. Податок на додану вартість	170 543

4.3 Детальний розрахунок

Проектувальник системи (35 000 грн).

- Податок на доходи (18%): $35\,000 \text{ грн} * 18\% = 6\,300 \text{ грн.}$
- Військовий збір (1.5%): $35\,000 \text{ грн} * 1.5\% = 525 \text{ грн.}$
- Єдиний внесок (22%): $35\,000 \text{ грн} * 22\% = 7\,700 \text{ грн.}$

– Загальні відрахування: 6 300 грн + 525 грн = 6 825 грн.

– Зарплата: 35 000 грн – 6 825 грн = 28 175 грн.

Програміст (35 000 грн).

– Податок на доходи фізичних осіб (18%): 35 000 грн * 18% = 6 300 грн.

– Військовий збір (1.5%): 35 000 грн * 1.5% = 525 грн.

– Єдиний внесок (22%): 35 000 грн * 22% = 7 700 грн.

– Загальні відрахування: 6 300 грн + 525 грн = 6 825 грн.

– Зарплата: 35 000 грн – 6 825 грн = 28 175 грн.

Інженер з налаштування та тестування (25 000 грн).

– Податок доходів фізичних осіб (18%): 25 000 грн * 18% = 4 500 грн.

– Військовий збір (1.5%): 25 000 грн * 1.5% = 375 грн.

– Єдиний внесок (22%): 25 000 грн * 22% = 5 500 грн.

– Загальні відрахування: 4 500 грн + 375 грн = 4 875 грн.

– Зарплата: 25 000 грн – 4 875 грн = 20 125 грн.

У таблиці 4.2 описано кошторис компонентів.

Таблиця 4.2 – Кошторис компонентів

Компонент	Кількість	Ціна за одиницю
Stm32f103c8t6	1	600
Кроковий двигун	2	150
EasyCap	1	500
Павербанк 50000	1	2500
Інші матеріали (корпус, кріплення, дроти)	1	2000

Загальна вартість компонентів становить 5 750 гривень.

З урахуванням роботи працівників 290 750 гривень.

4.3 Обґрунтування необхідності розробки

У сучасному світі тепловізійні технології знаходять все ширше застосування у різних галузях, таких як промисловість, будівництво, сільське господарство, безпека та рятувальні операції. Тепловізори дозволяють бачити теплові зображення об'єктів, що є важливим для виявлення проблем з обладнанням, будівельних дефектів, пошуку людей або тварин, а також для інших завдань, де потрібен аналіз температурних показників.

Причини необхідності розробки розумного штатива для тепловізора:

1) Підвищення ефективності роботи:

– Використання тепловізора, встановленого на розумному штативі з віддаленим керуванням, дозволяє оператору точніше та швидше здійснювати огляд об'єктів. Це особливо важливо в умовах, коли доступ до об'єкту ускладнений або небезпечний.

2) Безпека користувачів:

– Віддалене керування тепловізором з планшету дозволяє операторам залишатися на безпечній відстані від небезпечних зон або об'єктів з високою температурою, що знижує ризик отримання травм.

3) Підвищення точності та якості даних:

– Крокові двигуни забезпечують точне позиціонування тепловізора, що дозволяє отримувати чіткі та стабільні зображення. Це важливо для детального аналізу теплових зображень та виявлення найменших відхилень або дефектів.

4) Мобільність та автономність:

– Живлення від павербанка забезпечує автономну роботу пристрою, що дозволяє використовувати його в польових умовах, де немає можливості підключитися до електромережі.

5) Віддалене керування:

– Можливість керувати тепловізором з планшету дає оператору свободу переміщення, що зручно при виконанні огляду великих територій або складних об'єктів.

6) Розширення сфер застосування:

– Розумний штатив для тепловізора може знайти застосування у багатьох галузях, зокрема в інспекційних роботах на промислових підприємствах, в будівельному контролі, у сільськогосподарських роботах для моніторингу стану рослин, в охороні територій та під час рятувальних операцій.

Потенційні користувачі:

– Промислові підприємства: для обстеження та моніторингу обладнання, виявлення перегріву чи інших проблем.

– Будівельні компанії: для перевірки ізоляції будівель, виявлення теплових втрат.

– Сільськогосподарські підприємства: для моніторингу стану посівів та виявлення стресових станів рослин.

– Служби безпеки та рятувальні служби: для пошуку зниклих людей, моніторингу ситуацій на небезпечних об'єктах.

– Враховуючи всі ці фактори, розробка розумного штатива для тепловізора є актуальною та затребуваною. Вона дозволить підвищити ефективність та безпеку роботи у різних сферах, забезпечуючи високу точність і якість зображень.

ВИСНОВКИ

В сучасному технологічному світі тепловізійні технології відіграють ключову роль у виявленні теплових аномалій і дефектів, що значно підвищує ефективність і безпеку робіт у різних галузях, включаючи промисловість, будівництво, сільське господарство та безпеку.

Традиційні штативи для установки тепловізорів часто обмежують можливості оператора, ускладнюючи точне наведення і стабільність спостереження. Розроблений пристрій з кроковими двигунами і системою управління з планшету вирішує ці проблеми, забезпечуючи високу точність позиціонування і можливість віддаленого керування. Це значно підвищує зручність використання та безпеку роботи оператора, забезпечуючи можливість проведення спостережень на відстані і в умовах обмеженого доступу.

Розробка даного пристрою відкриває нові перспективи для покращення ефективності і точності тепловізійних обстежень, а також розширює сферу їх застосування. Вона створює умови для оперативного і безпечного виконання діагностичних робіт у різних сферах, що підтверджує необхідність і актуальність подальшого розвитку і впровадження подібних технологій.

					<i>КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ</i>	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. RS48: веб-сайт. ULR: https://myproject.com.ua/modulmax485pervtorjuvach-ttl-to-rs-485-ua.html?gclid=CjwKCAjw-6zBhASEiwAOHeGxXQ6_bSu-OCvkYhf9EtSL1J-kCy7Xv9S6OejUgAUBCUyJ7FG_VT3KR0CKgQQA_vD_BwE&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=New_Company (дата звернення 5.03.2024).
2. USB to RS485: веб-сайт. ULR: https://rozetka.com.ua/ua/346514784/p346514784/?utm_l=r&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw-O6zBhASEiwAOHeGxf-d9uReybl_GlHrLPpTqzpi0tIK06-30ixbExGD9_yF-h3JwbKhCR0Cm4EQAvD_BwE (дата звернення 5.03.2024).
3. Крокові двигуни 28BYJ-48: веб-сайт. ULR: https://myproject.com.ua/uIn2003-drajver-krokovogo-dviguna-z-dvigunom-ua.html?gclid=CjwKCAjwm_SzBhAsEiwAXE2Cv8dVr_gouR5BNGgDnaxUhzh6h5oZlIgDS9qc2YZHzSWszdBK_gVy_jEX0BoCwUcQA_vD_BwE&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=New_Company (дата звернення 5.03.2024).
4. EasyCap: веб-сайт. ULR: https://hard.rozetka.com.ua/ua/38510320/p38510320/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwm_SzBhAsEiwAXE2Cv2O_4LPDIAEZCc7S8pK1eyj7_-GMJUwODhCtMsbLPE_PXAwloPoGPxoC5QoQA_vD_BwE -(дата звернення 5.03.2024).
5. Мікроконтролер STM32F103C8T6 веб-сайт. ULR: https://vseplus.com/product/otladocnaa-plata-na-baze-stm32f103c6t6-184293?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=21393827196&utm_term=&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwm_SzBhAsEiwAXE2Cvw32ZgRUAszl_HsDDDeAeT_TTKZtieNwX0nVa70US3-VeLcund60RLNhoCFQ0QA_vD_BwE (дата звернення 5.03.2024).
6. OpenCV tutorial веб-сайт. ULR: <https://opencv-java-tutorials.readthedocs.io/en/latest/> (дата звернення 30.06.2024).

7. Touch Joystick. ULR: <https://www.instructables.com/A-Simple-Android-UI-Joystick/> (дата звернення 15.04.2024).

8. USB Host API: веб-сайт. ULR: <https://developer.android.com/develop/connectivity/usb/host> (дата звернення 20.04.2024).

					КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

ДОДАТКИ

Додаток А. Touch Joystick. Лістинг програмного коду

```
package com.example.androidstudio2dgamedevelopment.gamepanel;

import android.graphics.Canvas;
import android.graphics.Color;
import android.graphics.Paint;

public class Joystick {

    private int outerCircleCenterPositionX;
    private int outerCircleCenterPositionY;
    private int innerCircleCenterPositionX;
    private int innerCircleCenterPositionY;

    private int outerCircleRadius;
    private int innerCircleRadius;

    private Paint innerCirclePaint;
    private Paint outerCirclePaint;
    private boolean isPressed = false;
    private double joystickCenterToTouchDistance;
    private double actuatorX;
    private double actuatorY;

    public Joystick(int centerPositionX, int centerPositionY, int
outerCircleRadius, int innerCircleRadius) {

        // Outer and inner circle make up the joystick
        outerCircleCenterPositionX = centerPositionX;
        outerCircleCenterPositionY = centerPositionY;
        innerCircleCenterPositionX = centerPositionX;
        innerCircleCenterPositionY = centerPositionY;

        // Radii of circles
        this.outerCircleRadius = outerCircleRadius;
        this.innerCircleRadius = innerCircleRadius;

        // paint of circles
        outerCirclePaint = new Paint();
        outerCirclePaint.setColor(Color.GRAY);
        outerCirclePaint.setStyle(Paint.Style.FILL_AND_STROKE);

        innerCirclePaint = new Paint();
        innerCirclePaint.setColor(Color.BLUE);
        innerCirclePaint.setStyle(Paint.Style.FILL_AND_STROKE);
    }

    public void draw(Canvas canvas) {
        // Draw outer circle
        canvas.drawCircle(
            outerCircleCenterPositionX,
            outerCircleCenterPositionY,
            outerCircleRadius,
            outerCirclePaint
        );
    }
}
```

```

    );

    // Draw inner circle
    canvas.drawCircle(
        innerCircleCenterPositionX,
        innerCircleCenterPositionY,
        innerCircleRadius,
        innerCirclePaint
    );
}

public void update() {
    updateInnerCirclePosition();
}

private void updateInnerCirclePosition() {
    innerCircleCenterPositionX = (int) (outerCircleCenterPositionX +
    actuatorX*outerCircleRadius);
    innerCircleCenterPositionY = (int) (outerCircleCenterPositionY +
    actuatorY*outerCircleRadius);
}

public void setActuator(double touchPositionX, double touchPositionY)
{
    double deltaX = touchPositionX - outerCircleCenterPositionX;
    double deltaY = touchPositionY - outerCircleCenterPositionY;
    double deltaDistance = Math.sqrt(Math.pow(deltaX, 2) +
    Math.pow(deltaY, 2));

    if(deltaDistance < outerCircleRadius) {
        actuatorX = deltaX/outerCircleRadius;
        actuatorY = deltaY/outerCircleRadius;
    } else {
        actuatorX = deltaX/deltaDistance;
        actuatorY = deltaY/deltaDistance;
    }
}

public boolean isPressed(double touchPositionX, double
touchPositionY) {
    joystickCenterToTouchDistance = Math.sqrt(
        Math.pow(outerCircleCenterPositionX - touchPositionX, 2) +
        Math.pow(outerCircleCenterPositionY - touchPositionY, 2)
    );
    return joystickCenterToTouchDistance < outerCircleRadius;
}

public boolean getIsPressed() {
    return isPressed;
}

public void setIsPressed(boolean isPressed) {
    this.isPressed = isPressed;
}

```



```

    public double getActuatorX() {
        return actuatorX;
    }

    public double getActuatorY() {
        return actuatorY;
    }

    public void resetActuator() {
        actuatorX = 0;
        actuatorY = 0;
    }
}

```

					<i>КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ</i>	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б. OpenCV. Лістинг програмного коду

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JOptionPane;
import org.opencv.core.Core;
import org.opencv.core.CvType;
import org.opencv.core.Mat;
import org.opencv.core.MatOfPoint;
import org.opencv.core.Scalar;
import org.opencv.core.Size;
import org.opencv.imgproc.Imgproc;
import org.opencv.videoio.VideoCapture;

public class Detector {

    public static void main(String arg[]) {
        System.loadLibrary(Core.NATIVE_LIBRARY_NAME);
        JFrame cameraFrame = new JFrame("Anlk kamera grnts");

        cameraFrame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        cameraFrame.setSize(640, 480);
        cameraFrame.setBounds(0, 0, cameraFrame.getWidth(),
cameraFrame.getHeight());

        Panel panelCamera = new Panel();
        cameraFrame.setContentPane(panelCamera);
        cameraFrame.setVisible(true);

        JFrame thresholdFrame = new JFrame("Threshold grnt");
        thresholdFrame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        thresholdFrame.setSize(640, 480);
        thresholdFrame.setBounds(0, 0, cameraFrame.getWidth(),
cameraFrame.getHeight());

        Panel panelThreshold = new Panel();
        thresholdFrame.setContentPane(panelThreshold);
        thresholdFrame.setVisible(true);
    }
}
```



```

VideoCapture capture = new VideoCapture(0);
capture.set(4, 768);
capture.set(15, -2);
Mat webcam_image = new Mat();
Mat hsv_image = new Mat();
Mat thresholded = new Mat();
Mat thresholded2 = new Mat();
capture.read(webcam_image);
cameraFrame.setSize(webcam_image.width() + 50,
webcam_image.height() + 50);
thresholdFrame.setSize(webcam_image.width() + 50,
webcam_image.height() + 50);
Mat array255 = new Mat(webcam_image.height(),
webcam_image.width(), CvType.CV_8UC1);
array255.setTo(new Scalar(255));
Mat distance = new Mat(webcam_image.height(),
webcam_image.width(), CvType.CV_8UC1);
List<Mat> lhsv = new ArrayList<Mat>(3);
Mat circles = new Mat();
Scalar minColor = new Scalar(5, 100, 100, 0);
Scalar maxColor = new Scalar(10, 255, 255, 0);
if (capture.isOpened()) {
    while (true) {
        capture.read(webcam_image);

        if (!webcam_image.empty()) {
            Imgproc.cvtColor(webcam_image, hsv_image,
            Imgproc.COLOR_BGR2HSV);
            Core.inRange(hsv_image, minColor, maxColor, thresholded);
            Imgproc.erode(thresholded, thresholded,

            Imgproc.getStructuringElement(Imgproc.MORPH_RECT, new Size(8,
            8)));

```

```

        Imgproc.dilate(thresholded, thresholded,
        Imgproc.getStructuringElement(Imgproc.MORPH_RECT, new Size(8,
8)));
        Core.split(hsv_image, lhsv);
        Mat S = lhsv.get(1);
        Mat V = lhsv.get(2);
        Core.subtract(array255, S, S);
        Core.subtract(array255, V, V);
        S.convertTo(S, CvType.CV_32F);
        V.convertTo(V, CvType.CV_32F);
        Core.magnitude(S, V, distance);
        Core.inRange(distance, new Scalar(0.0), new Scalar(200.0),
thresholded2);
        Core.bitwise_and(thresholded, thresholded2, thresholded);
        Imgproc.GaussianBlur(thresholded,
thresholded, new Size(9, 9), 0, 0);
        List<MatOfPoint> contours = new ArrayList<MatOfPoint>();
        Imgproc.HoughCircles(thresholded, circles,
Imgproc.CV_HOUGH_GRADIENT, 2, thresholded.height()
        Imgproc.findContours(thresholded, contours, thresholded2,
Imgproc.RETR_LIST, Imgproc.CHAIN_APPROX_SIMPLE);
        Imgproc.drawContours(webcam_image, contours, -2, new Scalar(10, 0,
0), 4);
        panelCamera.setimagewithMat(webcam_image);
        panelThreshold.setimagewithMat(thresholded);
        cameraFrame.repaint();
        thresholdFrame.repaint();

    } else {
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Kamera aygtna
balanlamad!");
        break;
    }
}
}}}

```


Додаток В. USB Serial Output Stream. Лістинг програмного коду

```
package com.felhr.usbserial;

import java.io.OutputStream;

public class SerialOutputStream extends OutputStream
{
    private int timeout = 0;

    protected final UsbSerialInterface device;

    public SerialOutputStream(UsbSerialInterface device)
    {
        this.device = device;
    }

    @Override
    public void write(int b)
    {
        device.syncWrite(new byte[] { (byte)b }, timeout);
    }

    @Override
    public void write(byte[] b)
    {
        device.syncWrite(b, timeout);
    }

    @Override
    public void write(byte b[], int off, int len)
    {

```

					КР. КІ 24.536.08.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        if(off < 0 ){
            throw new IndexOutOfBoundsException("Offset must be >=
0");
        }

        if(len < 0){
            throw new IndexOutOfBoundsException("Length must
positive");
        }

        if(off + len > b.length) {
            throw new IndexOutOfBoundsException("off + length
greater than buffer length");
        }

        if (off == 0 && len == b.length) {
            write(b);
            return;
        }
        device.syncWrite(b, off, len, timeout);
    }
    public void setTimeout(int timeout) {
        this.timeout = timeout;
    }
}

```