

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Горбуров Леонід Миколайович

УДК 004.925.5

**ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ FPC КЕРУВАННЯ RC МОДЕЛЯМИ**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат
бакалаврської роботи
на здобуття кваліфікації бакалавра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

Керівник: **Бурлаченко Іван Сергійович,**
ЧНУ ім. Петра Могили,
старший викладач кафедри
комп'ютерної інженерії

Рецензент: канд. техн. наук
Сіденко Євген Вікторович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
доцент б. в. з. кафедри інтелектуальних
інформаційних систем

Консультант: **Алексєєва Анна Олександрівна,**
ЧНУ ім. Петра Могили,
старший викладач кафедри екології
Медичного інституту

Захист відбудеться « 23 » червня 2020 р. о 10⁰⁰ на засіданні
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-504.

З бакалаврською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили за посиланням <http://chmnu.edu.ua>.

Автореферат оприлюднений « 19 » червня 2020 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Робототехнічні пристрої використовуються для порятунку людей, працюють в екстремальних умовах, замінюють живе спілкування. Робототехніка розвивається надзвичайно швидкими темпами.

В машинному виробництві вони замінили людську робочу силу, адже роботи завжди можуть працювати постійно та є максимально точними, ніколи не помиляються тому, що працюють за певним запрограмованим алгоритмом; в військовій галузі грають велику роль – збереження людських життів, можливість якісно оцінити противника та атакувати його позиції використовуючи тільки одну людину яка керує пристроєм.

Важливо відзначити, що робототехніка досягла деякого періоду зрілості лише в останні роки, але існувала в нашій уяві цілі покоління, а в деяких випадках – тисячоліття. Записи про автоматизованому обладнанні вказують на 3 століття до н. е., а про створення людиноподібної механіки вперше задумався відомий інженер-механік Аль Джазарі ще в 1206 році н.е., в епоху розквіту ісламської культури.

Основні труднощі в робототехніці – неможливість знати дійсний стан навколишнього середовища. Програма контролю робота може тільки робити припущення про стан реального світу на основі даних, отриманих від сенсорів. Тому першим кроком у встановленні контролю є використання FPV технологій, що відображатимуть реальне навколишнє оточення, за допомогою яких можна інтерпретувати дані сенсорів і приймати рішення. Якщо FPV технології є продуктивними та передача відео є наближеною до реальності з відповідними FPS характеристиками, то ми можемо ефективно контролювати робота. В іншому випадку контроль над роботом буде втрачено і навряд чи відновиться без зовнішнього втручання. Це одна з причин, чому програмування роботів – складний процес.

Втім, основною проблемою залишається – додання роботів перешкод. Це зумовлено тим, що всі моделі в основному пристосовані лише до одного середовища.

Така ж проблема існує і при аналізі середовища за допомогою відеокамер, які не завжди представляють ситуацію яка вона є насправді.

Дана робота присвячена дослідженню сучасних методів FPV та керування RC–моделями в реальному часі.

Мета: розробити апаратно-програмний комплекс для FPV керування RC моделями.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання:**

- розробити програмно-апаратний комплекс з використанням FPV камери, щоб користувач міг досконало аналізувати оточуючу ситуацію;
- забезпечити якісну передачу відео для віддаленого керування;
- реалізувати Android застосунок для RC керування та FPV передачі відео;
- реалізувати Node.js сервер для отримання FPV відеоданих та передачі сигналів керування на RC модель;
- розробити питання з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Мета дослідження: розробити апаратно-програмний комплекс для FPV керування RC моделями із забезпеченням високої якості передачі відео.

Об’єкт дослідження: трансляція відео потоку з FPV камери для керування моделлю за допомогою мобільного застосунку.

Використані методи: експеримент, статистичні методи, тестування.

Практичне значення одержаних результатів: отриманих результатів: розроблений програмно-апаратний комплекс може бути рекомендовано до застосування в сфері кіно для зняття вражаючих кадрів також в цілях дослідження складно доступних територій. В подальшому можна реалізувати методи розпізнавання камерою зношення поверхні будівель для забезпечення безпеки експлуатації.

Апробація результатів результатів бакалаврської роботи відбулася в рамках XXII Всеукраїнської науково-методичної конференції «Могилянські читання-2019.» Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» (м. Миколаїв, ЧНУ ім. Петра Могили).

Публікації. За результатами бакалаврської роботи створено публікацію у збірнику матеріалів Всеукраїнської конференції

Структура та обсяг роботи. Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 27 найменувань, 3 додатків на 10 сторінках. Основна частина роботи становить 64 сторінок, серед яких 25 рис. та 8 табл.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми бакалаврської роботи – неможливість знати дійсний стан навколишнього середовища та як програма контролю робота може тільки робити припущення про стан реального світу на основі даних, отриманих від сенсорів. Тому першим кроком у встановленні контролю є використання FPV технологій, що відображатимуть реальне навколишнє оточення, за допомогою яких можна інтерпретувати дані сенсорів і приймати рішення. Якщо FPV технології є продуктивними та передача відео є наближеною до реальності з відповідними FPS характеристиками, то ми можемо ефективно контролювати робота. В іншому випадку контроль над роботом буде втрачено і навряд чи відновиться без зовнішнього втручання. Це одна з причин, чому програмування роботів – складний процес. Втім, основною проблемою на сьогоднішній день залишається – долання роботів перешкод. Це зумовлено тим, що всі модель в основному пристосовані лише до одного середовища.

Така ж проблема існує і при аналізі середовища за допомогою відео камер, які не завжди представляють ситуацію яка вона є насправді.

У першому розділі бакалаврської роботи «**Аналітичний огляд FPV технологій та протоколів передачі даних**» проведено огляд основних протоколів передачі даних для мультимедіа, та розглянуто Android FPV фреймворки.

Розглянуто основні протоколи передачі даних : TCP, IP, UDP, FTP, а також мультимедійні протоколи.

Також розглянуто різні бездротового з'єднання: Wi-fi, Bluetooth та радіочастотний. Встановлено, що серед розглянутих методів, найбільшу точність та радіус дії для локальної мережі є Wifi. Проаналізовано Android FPV фреймворки.

В результаті огляду протоколів передачі даних, для роботи комплексу вирішено обрати, HTTP протокол. Це зумовлено тим, що даний протокол використовується для мобільних додатків. Завдяки HTTP запитам та відповідям можна реалізувати доволі швидке та безпечне з'єднання з сервером. Протокол HTTP перш за все використовується для доступу до HTML-сторінок. Протокол не зберігає інформації про попередній сесії користувача, тому він посилає менше даних і відповідно працює швидше.

У другому розділі бакалаврської роботи «**Розроблення апаратної частини для віддаленого FPV керування**» описано процес розроблення відео-трансляції як апаратної частини створюваного комплексу так і програмної.

В якості апаратної платформи, для реалізації проекту було обрано Raspberry Pi 4 Model B. Для організації відео потоку було проаналізовано FPV камери. Схожу до характеристик FPV камери Runcam Eagle 2 підібрано Raspberry Pi Camera V1.3.

На основі досліджень ПО для серверу відео трансляції було вирішено розробити її за допомогою засобів mjpg-streamer.

Схема з'єднань представлена програмно-апаратного комплексу на рисунку 1.1

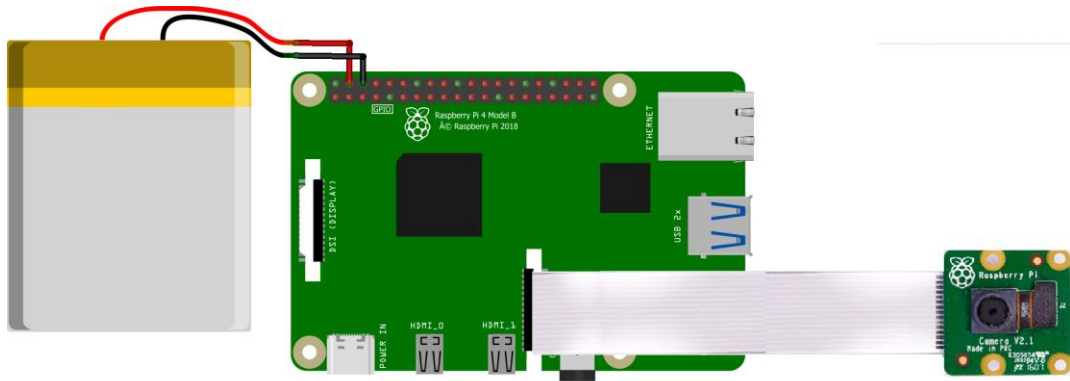


Рисунок 1.1 – Схема з'єднання компонентів

Задля економії ресурсів, було вирішено, що робоча плата буде живитись від універсальної мобільної батареї, а відео камера в свою чергу буде живитися від плати. Втім, таке підключення для плати загрожує виникненням несправностей через недостатнє живлення. Розроблена система споживає струм 5 В, 3 А при активній роботі.

В розділі також наведено схему підключення камери до Raspberry Pi 4 Model B, принципову електричну схему, відомості про скрипт для керування платою. Відео трансляцію інтегровано в додаток.

У **третьому розділі** бакалаврської роботи «**Розроблення мобільного застосунку для FPV керування**» Описано можливості використаних фреймворків таких, як: Ionic, Angular, Node.js.

Діаграма класів визначає типи класів системи і різного роду статичних зав'язків, які існують між ними. На діаграмах класів зображуються також атрибути класів, операції класів та обмеження, які накладаються на зв'язку між класами. Вид і інтерпретація діаграми класів істотно залежить від точки зору (рівня абстракції): класи можуть представляти сутності предметної області (в процесі аналізу) або елементи програмної системи (в процесах проектування і реалізації).

Діаграма класів застосунку наведено на рисунку 1.2.

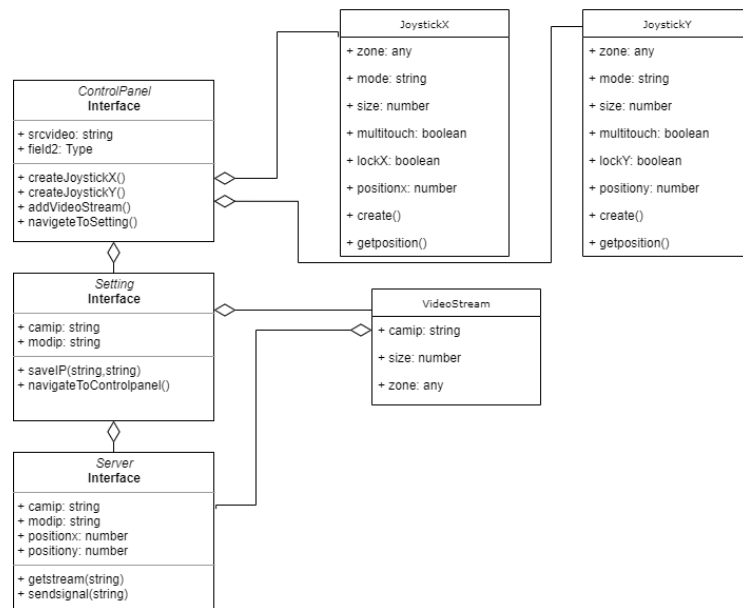


Рисунок 1.2 – Діаграма класів застосунку

Застосунок складається з трьох інтерфейсів та 3 класів. Кожен клас є агрегаційним до головного.

Мобільний додаток побудований на фреймворку Ionic. Він в свою чергу включає розробку додатків на основі HTML, CSS, Javascript з інтеграцією для таких популярного фреймворку як Angular, а логіка зв'язку з сервером буде реалізована на Node.js.

Додаток складається з трьох сторінок інтерфейсу користувача. Сторінки – привітання, основної панелі керування RC-моделлю та налаштувань користувача.

Після встановлення додатку та відкриття, користувач вітає стартова сторінка рис. 3.3. На ній користувач детально може дізнатися призначення додатку та також основний функціонал та призначення.

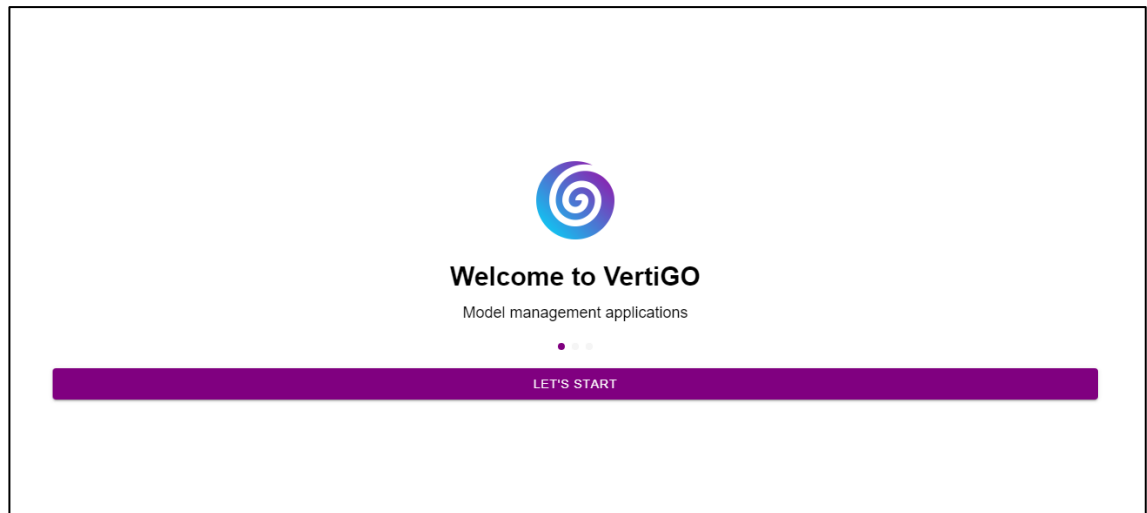


Рисунок 3.3 – Стартова сторінка додатку

Після того як користувач ознайомився з основними аспектами програми він потрапляє на основну сторінку – панель керування RC-моделлю (див. рис. 3.4). На сторінці представлено основний блок керування за допомогою бібліотеки Nipple.js. Це стандартна бібліотека node.js основне завдання якої, інтеграція джойстиків веб-застосунки, для керування на прикладі RC-моделі, або для використання в інших цілях. Лівий джойстик призначений для руху моделі вперед та назад, рухами користувача по осі Y та правий для поворотів по осі X.

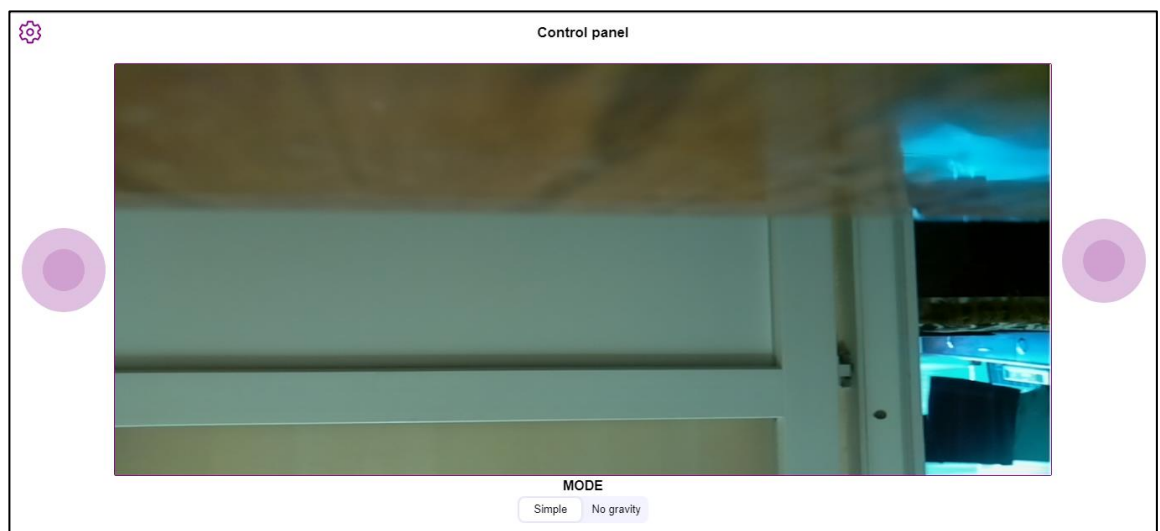


Рисунок 3.4 – Сторінка керування RC-моделлю

Але для взаємодії з апаратною частиною не достатньо просто встановити додаток. Щоб отримати доступ для керування, треба натиснути в

лівому верхньому куті екрану на піктограму налаштувань. Кожен користувач може персонально налаштувати деякі параметри роботи системи під свої потреби.

При потраплянні на сторінку налаштувань (див. рис. 3.6), можна встановити відповідні параметри. Для того, щоб на головному екрані відображався потік з камери в відповідному рядку треба встановити IP-адресу камери. А для керування RC-моделлю потрібно також вказати IP-адресу.

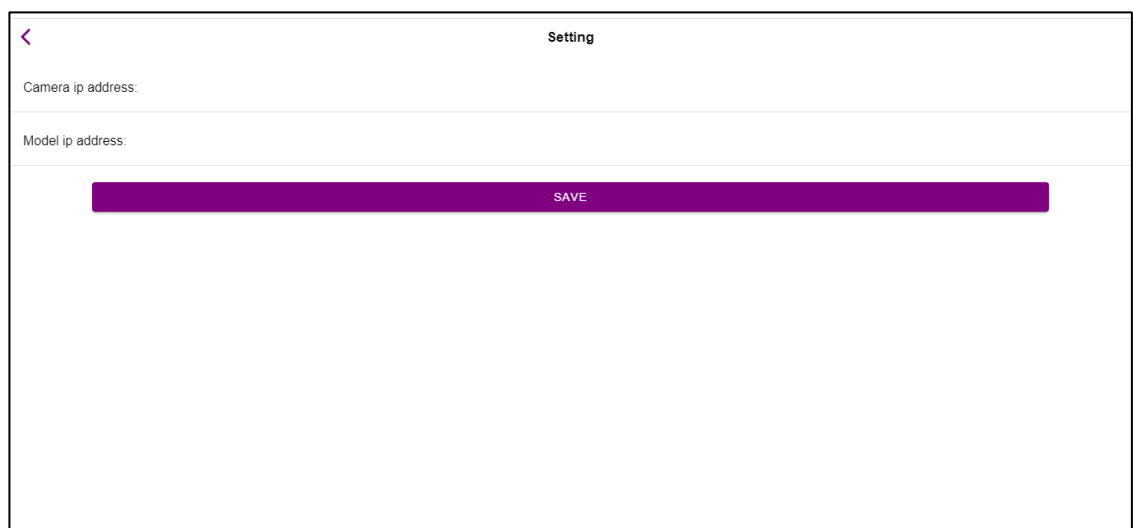


Рисунок 3.5 – Налаштування користувача

Натиснувши, на кнопку зберегти, доведеться трішки почекати поки серверна частина опрацює дані та переведе користувача на головну сторінку керування комплексом.

У відповідному місці додатку відобразатися трансляція з відеокамери та користувач отримає повний доступ до керування RC-моделлю віддалено.

За допомогою Android Studio Profiler відстежено всі головні метрики продуктивності застосування, такі як: пам'ять, процесор, використання мережі і споживання енергії.

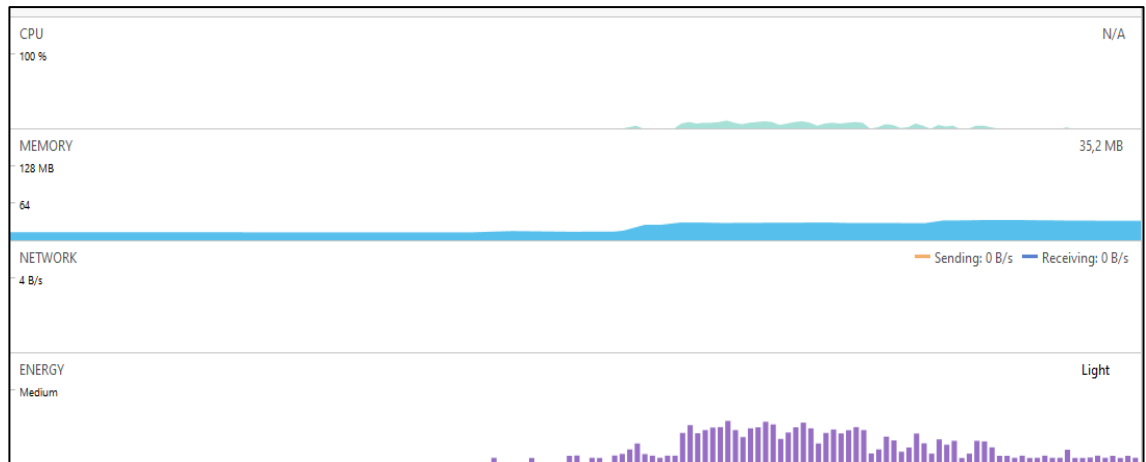


Рисунок 3.8 – Графік споживання ресурсів смартфона

Дивлячись на графік споживання ресурсів смартфона можна сказати, що застосунок працює на задовільному рівні. Споживання оперативної пам'яті до 150 Мбайт. Центральний процес був навантажений до 30%. Загалом енергоспоживання застосунку – на легкому рівні.

Додатки містять лістинги кодів для керування Raspberry Pi 4 Model B та Ionic застосунку.

У спеціальній частині «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» Проаналізовано умови праці в лабораторії кафедри ЧНУ ім. Петра Могили, в якому відбувалося тестування програмно-апаратного комплексу. За для покращення умов праці в приміщенні, було запропоновано встановити лампи більшої потужності.

ВИСНОВКИ

В ході виконання бакалаврської роботи було реалізовано програмно-апаратний комплекс для FPV керування RC моделями. Апаратною частиною є мікро комп'ютер Raspberry Pi 4 та Pi камера V1.3. Це обумовлено тим що відео трансляція є доволі складним процесом, в плані обробки кадрів та забезпечення якісної передачі відео в режимі реального часу.

Реалізовано сервер для передачі FPV відео трансляції за допомогою фрейм ворку mjpg-streamer. Даний фрейм ворк забезпечив передачу відео роздільною здатністю 640×480 та 15 FPS частотою оновлення кадрів. Формат стискання mjpg.

Для створення серверу задіяні пакети Node.js, які забезпечили передачу сигналів на модель з мінімальною затримкою до 300 мс.

Створено мобільний застосунок для платформи Android засобами фреймворку Ionic. Інтерфейс користувача складається з панелі керування. В додаток інтегровано FPV відео трансляцію, а також спеціальні блоки для керування RC модулю. В ході розробки застосунк було протестовано на швидкість роботи та виправлено помилки. Також виміряно енергоефективність застосунку шляхом тестування за допомогою утиліти Android Profiler.

Розроблений програмно-апаратний комплекс може бути рекомендовано до застосування в сфері кіно для зняття вражаючих кадрів також в цілях дослідження складно доступних територій. В подальшому можна реалізувати методи розпізнавання камерою зношення поверхні будівель для забезпечення безпеки експлуатації.

Також розроблено питання з охорони праці. Проаналізовано умови праці в лабораторії кафедри ЧНУ ім. Петра Могили, в якому відбувалося тестування програмно-апаратного комплексу. За для покращення умов праці в приміщенні, було запропоновано встановити лампи більшої потужності.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Л. М. Горбуров, І. С. Бурлаченко, "Могилянські читання," in *Програмно-апаратний комплекс для FPV керування RC моделями*, Миколаїв, 2019.

АНОТАЦІЯ

Горбуров Л. М. Програмно-апаратний комплекс для FPV керування RC моделями. – Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія. – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2020.

Бакалаврська робота присвячена дослідженню сучасних методів FPV та керування RC–моделями в реальному часі. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає: програмно-апаратний комплекс може бути рекомендовано до застосування в сфері кіно для зняття вражаючих кадрів також в цілях дослідження складно доступних територій. В подальшому можна реалізувати методи розпізнавання камерою зношення поверхні будівель для забезпечення безпеки експлуатації.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та п'яти додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення бакалаврської роботи. У першому розділі досліджуються наукові публікації, що описують протоколи передачі даних та Android FPV фреймфорки. У другому розділі наведені дані про розробку серверу відео трансляції, її апаратну базу, та схеми її організації, інтеграцію в додаток. У третьому розділі наведені дані про розробку застосунку для керування та результати тестування ПЗ. Четвертий розділ присвячений охороні праці на підприємстві, де проводилось тестування комплексу. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів

дослідження та розроблення. У додатках А, Б, та В, наведено програмний код, що використовувався в проекті.

В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 64 сторінок, 25 рисунків, 8 таблиць, 27 джерела посилання.

Ключові слова: FPV, RC, Raspberry PI, mjpg-stremer, камера, Ionic, Angular, Node.js.

ABSTRACT

Horburow L. Software and hardware complex for FPV control of RC models. – Bachelor's thesis in specialty 123 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2020.

The bachelor's thesis is devoted to the study of modern FPV methods and control of RC-models in real time. The practical significance of the results of research and development is: the software and hardware can be recommended for use in the field of cinema to capture impressive footage also for the purpose of exploring difficult areas. In the future, you can implement methods of recognition by the camera wear of the surface of buildings to ensure operational safety.

The explanatory note of the bachelor's thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions and five appendices. The introduction determines the relevance of the topic, formulates the purpose, object, subject and objectives of research and development of the bachelor's thesis. The first section examines scientific publications that describe data transfer protocols and Android FPV frameworks. The second section provides data on the development of the video broadcast server, its hardware base, and schemes of its organization, integration into the application. The third section provides stages on software development for RC model control and software testing results. The fourth section is devoted to labor protection at the enterprise where the complex was tested. The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of research and development. Appendices A, B, and C list the program code used in the project.

In total, the bachelor's thesis without appendices contains 64 pages, 25 figures, 8 tables, 27 reference sources.

Keywords: FPV, RC, Raspberry PI, mjpg-streamer, camera, Ionic, Angular, Node.js.