

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Важоха Владислав Борисович

УДК 004.925.5

СИСТЕМА СЕНСОРІВ UNMANNED VEHICLE МОДЕЛЕЙ

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: доцент, канд. фіз.-мат. наук
Дворник Ольга Василівна
ЧНУ ім. Петра Могили,
заступник зав. кафедри комп'ютерної інженерії

старший викладач

Рецензент: **Кошовий Віталій Володимирович,**
ЧНУ ім. Петра Могили

старший викладач

Консультант: **Алексєєва Анна Олександрівна,**
ЧНУ ім. Петра Могили

Захист відбудеться « ____ » _____ 2019 р. о 10⁰⁰ на засіданні
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. _____

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

Автореферат оприлюднений « ____ » _____ 2019 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Найбільш перспективною сферою сучасної промисловості є стартапи пов'язані з робототехнікою та її галузями. Світові технологічні гіганти почали скуповувати ряд найбільших робототехнічних компаній і стартапів в цій області – це свідчить про сплеск інтересу до робототехніки з боку глобальних корпорацій і початку масового придбання проектів, які працюють в цій галузі. Судячи з набору придбаних проектів, корпорація «Google» націлилася на ринок персональної робототехніки, причому, були придбані навіть не стартапи, а цілі команди.

Робототехніка є головною складовою «Industry 4.0». Термін «Industry 4.0» означає четверту промислову революцію, яка передбачає комплексну трансформацію всіх галузей промисловості шляхом сполучення цифрових технологій та Інтернету з традиційними виробництвами.

Реалізація «Industry 4.0» заснована на розвитку наступних напрямків: інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), які забезпечать цифровізацію всіх етапів створення і використання продукту як всередині компаній, так і за їх межами; кіберфізичні рішення для контролю і управління фізичними процесами і системами (вбудовані датчики, інтелектуальних роботів, 3D-друкуючі пристрої та ін.); мережеві комунікації (бездротові і інтернет-технології для зв'язку); моделювання та віртуалізацію при розробці продуктів і створенні виробничих процесів; систем збору, обробки та використання великих обсягів даних і хмарних обчислень; засобів доповненої реальності та інтелектуальних систем. Тому робототехніка є ключовою галуззю для реалізації постулатів четвертої промислової революції. Основною проблемою є програмне забезпечення (ПО) під роботів, а точніше його брак.

Дана робота присвячена рішення головної проблеми однієї з передових галузей робототехніки – забезпечення навігації «autonomous» або «unmanned» vehicle (безпілотного автомобіля) в обмежених умовах, а також створення мапи

з додатковою інформацією про навколишнє середовище на базі досягнень технології EMAPS (англ. Enhanced Mapping and Positioning System).

Мета дослідження: розробити програмно-апаратний комплекс для автоматичного створення мап безпілотним автомобілем.

Об'єкт дослідження: методи та технології EMAPS генерації мап навколишнього простору.

Предмет дослідження: програмно-апаратний комплекс генерації мап рухомих безпілотним транспортним засобом.

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

- виконати аналітичний огляд предметної області;
- розробити апаратну частину для забезпечення роботи системи;
- розробити програмну частину;
- розробити питання охорони праці і техніки безпеки.

Для досягнення поставленої мети, було використано наступні **методи дослідження:**

- експеримент (розробка алгоритму виконання);
- статистичні методи (пошук математичного очікування величин);
- тестування (при визначенні точності роботи комплексу).

Практичне значення: програмно-апаратний комплекс може бути рекомендовано до застосування в цілях дослідження складно доступних територій. В залежності від типу використаного транспортного засобу, в який було вбудовано програмно-апаратний комплекс, дані та заміри можливо комбінувати з показниками та функціями автоматичної системи керування автомобіля, такими як визначення положення об'єкта в просторі.

Структура та обсяг роботи. Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 15 найменувань та 5 додатків на 68 сторінках. Основна частина роботи становить 47 сторінок, серед яких 24 рис. та 5 табл.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми бакалаврської роботи, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів. Станом на 2020 рік найбільш перспективною сферою сучасної промисловості є стартапи пов'язані з робототехнікою та її галузями. Світові технологічні гіганти почали скуповувати ряд найбільших робототехнічних компаній і стартапів в цій області – це свідчить про сплеск інтересу до робототехніки з боку глобальних корпорацій і початку масового придбання проектів, які працюють в цій галузі.

У **першому розділі** бакалаврської роботи «**Система сенсорів Unmanned vehicle моделей**» визначено поняття «Unmanned vehicle» моделі, розглянуто типи існуючих моделей безпілотних апаратів, відмінності різних систем керування транспортних засобів та складові сенсорних систем.

В результаті підібрано основний оптичний сенсор для реалізації комп'ютерного зору EMAPS-системи, а саме ультразвуковий сенсор відстані HC-SR04. Використання LIDAR-сенсору є економічно не вигідним рішенням, також використання сенсору такого типу значно збільшить вагу vehicle моделі та енерговитрати на експлуатацію картографічної системи.

В якості механічної системи, що входить до складу апаратно-програмного комплексу може використовуватися роликотвий енкодер, за допомогою якого можливо провести вимірювання лінійних рухів для забезпечення точності роботи алгоритму генерації мапи.

Для можливості розміщення EMAPS-системи на базі безпілотних дронів та автономних моделей потрібно забезпечити мобільність та компактність проектованого рішення. Було прийнято рішення про опціональне (при наявній можливості) використання показників вже реалізованої системи керування дроном або моделі задля отримання інформації про проведені маневри

переміщення апарату в просторі, в якості альтернативи механічній системі енкодеру.

Також в якості альтернативи енкодеру може бути використаний GPS-модуль, для виконання тієї ж функціональної ролі додатково потрібно розробити алгоритм цифрового одометра, для підрахування пройденого шляху транспортним засобом.

Для забезпечення машинного зору окрім LIDAR-датчиків також використовуються далекомірні камери з вбудованими аналітичними функціями для розпізнавання та спостереження за навколишніми об'єктами.

У **другому розділі** бакалаврської роботи «**Система сенсорів Unmanned vehicle моделей**» проаналізовано обрану апаратну платформу, додаткові комплектуючі для функціонування пристрою.

В якості апаратної платформи використовується плата торгової марки «Arduino», а саме модель типу Nano, третьої ревізії. Модель є повним аналогом плати старшого покоління, але в іншому форм-факторі. Обрана апаратна платформа є енергоефективною та компактною для використання в EMAPS-комплексі як складову системи безпілотного транспортного засобу, тому потреби в подальшій оцінці інших апаратних платформ не виявлено.

Для забезпечення сканування цільової території використано серводвигун «Tower Pro SG90». Призначення даного елемента системи полягає в виконанні оберту ультразвукового сенсору відстані для реєстрації даних про навколишнє середовище.

Також в розділі наведено приклади успішного використання EMAPS-систем. Окрім системи, що розроблена для використання на базі Unmanned vehicle моделі також було описано приклад реалізації портативної покращеної системи картографування та позиціонування, що використовується людиною-оператором. В цьому випадку система може реалізовувати специфічні версії алгоритмів, що включають в себе певні покращення, задля компенсації

похибок та проблем при використанні в особливих умовах або специфічним методом.

У **третьому розділі** бакалаврської роботи «**Система сенсорів Unmanned vehicle моделей**» описано розроблення програмного додатку для комбінування та використання обраних апаратних пристроїв в єдиній системі для збору даних про навколишнє середовище та картографування.

Були описані функціональні можливості програмних рішень, що розроблені для демонстрації можливостей обраних апаратних частин, та представлено базові алгоритми для роботи з ними.

Під час загального огляду базового алгоритму роботи реалізованої EMAPS системи було виявлено, що вона здатна до колаборації з іншими системами, що можуть бути частиною апаратно-програмного комплексу Unmanned vehicle моделі. Сумісне використання зібраних даних дасть змогу покращити загальну роботу пристрою та забезпечить більш комплексний результат дослідження важкодоступних територій або приміщень.

У **спеціальній частині** «**Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях**» проаналізовано умови праці у лабораторії топографічного центру міністерства оборони України, де проводилася частина розроблення та тестування програмно-апаратного комплексу.

Згідно з розрахунками, інтегральна оцінка умов праці у відділі становила 44,36. Умови праці на визначеному робочому місці відносились до III категорії – Роботи, що відхиляються від ГДК і ГДР та допустимих рівнів психофізіологічних факторів.

Запропоновано впровадити такі заходи для покращення умов праці у відділі:

- встановлення більш потужних освітлювальних пристроїв;
- запровадження іншого режиму роботи, з більшою кількістю (тривалістю) перерв;

– запровадження інших моделей менеджменту проектів, з більш ретельним плануванням.

За попередніми розрахунками, після впровадження вищенаведених заходів, інтегральний показник важкості праці дорівнюватиме 32,90. Відповідно до даних, цей показник відповідатиме категорії II – роботам, що виконуються в умовах, які відповідають гранично допустимим концентраціям (ГДК) і рівням (ГДР) санітарно-гігієнічних елементів, а також допустимим рівням психофізіологічних факторів.

Запропоновані заходи також можуть привести до значного зниження ступеню втоми працівників та підвищення продуктивності їхньої роботи на 8,42%.

ВИСНОВКИ

Розроблено апаратно-програмний комплекс удосконаленої системи картографування та позиціонування для автоматичного створення мап безпілотним автомобілем, що складається з серводвигуна та ультразвукового датчика відстані. Апаратна база картографічної системи (Arduino Nano Rev 3, сенсор відстані HC-SR04 та серводвигун TowerPro SG90) виявилася достатньою для ефективної роботи системи. Програмне забезпечення реалізує визначені шляхи алгоритму задля збору даних про навколишнє середовище.

Однією з переваг ЕМАPS-системи є те, що в процесі експлуатації безпілотного транспортного засобу система не створює труднощів в керуванні завдяки високій мобільності та простоті складових. В поєднанні з системою керування Unmanned vehicle моделі, в яку було інтегровано розроблений апаратно-програмний комплекс, можливо реалізувати додаткові алгоритми для покращення керування та навігації цієї моделі.

Основні недоліки розробленого комплексу – система чутлива до переміщень по вертикалі, та не має стабілізації для зменшення похибки вимірювань під час руху безпілотної моделі на рельєфних поверхнях. Під час подальшого розвитку проекту, планується розширити апаратну частину комплексу для забезпечення більшої швидкодії вимірювань та забезпечення

корегування за допомогою додаткових вимірювальних сенсорів. Покращення апаратного комплексу може бути досягнене заміною мікропроцесорної системи на більш швидкий аналог, інтеграцією в наявні системи керування та спостереження Unmanned Vehicle моделі.

Результати роботи можуть бути рекомендовані до застосування як складової безпілотної або дистанційно-керованої моделі для виконання збору даних про навколишню територію та її стан.

Виконано спеціальну частину з охорони праці. Проаналізовано умови роботи в лабораторному приміщенні, в якому проводились дослідження. Для покращення робочих умов, запропоновано потужні освітлювальні пристрої, покращити режим та умови роботи персоналу, запровадити більш ефективні моделі менеджменту. Вказані заходи можуть призвести до росту продуктивності праці персоналу відділу на 8,7 %.

АНОТАЦІЯ

бакалаврської роботи

«Система сенсорів Unmanned vehicle моделей»

Студент: Вajoха Владислав Борисович

Керівник: канд. фіз.-мат. наук, доцент Дворник О. В.

Бакалаврська робота спрямована на дослідження системи сенсорів Unmanned vehicle моделей. Розглянуто типи існуючих моделей безпілотних апаратів, відмінності різних систем керування транспортних засобів та складові сенсорних систем. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у можливості їх запровадження в практику для використання покращених алгоритмів та методів роботи безпілотних апаратів, під час виконання назначених місій.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох 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 досліджується поняття Unmanned vehicle моделі; проводиться аналіз типів безпілотних апаратів та їх оснащення.

У другому розділі проводиться аналіз складових апаратної частини покращеної системи картографування та позиціонування, опис вдалих прикладів реалізації EMAPS-систем та методів рішення SLAM-задач.

У третьому розділі наведені приклади використання сучасних бібліотек для роботи з апаратною частиною розробленого комплексу та опис базового алгоритму роботи розробленої системи.

У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення.

В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 61 сторінку, 24 рисунків, 5 таблиць, 15 джерел посилання.

Ключові слова: безпілотний, апарат, система, сенсорів, модель, позиціонування, транспортний, картографування, EMAPS, SLAM.

ABSTRACT

of the Bachelor's Thesis

«Sensor system of Unmanned vehicle models»

Student: Vazhokha Vladyslav Borysovych

Consultant: PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of

Department of Computer Engineering Dvornik O. V.

The bachelor's thesis is aimed at researching the sensor system of Unmanned vehicle models. The types of existing models of unmanned aerial vehicles, differences of control systems in vehicles and components of sensor systems are considered. The practical significance of the results of research and development lies in the possibility of their implementation in practice for the use of improved algorithms and methods of operation of unmanned vehicles during the assigned missions.

The explanatory note of the bachelor's thesis consists of an introduction, three 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 explores the concept of Unmanned vehicle model; the analysis of types of unmanned aerial vehicles and their equipment is carried out.

The second section analyses the components of the hardware of the enhanced mapping and positioning system, describes successful examples of implementation of EMAPS-systems and methods for solving SLAM-problems.

The third section provides examples of the use of modern libraries to work with the hardware of the developed complex and a description of the basic algorithm of the developed system.

The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of research and development. In general, bachelor's thesis without the enclosures contains 61 pages, 24 pictures, 5 tables, 15 references.

Key words: unmanned, system, sensors, vehicle, transport, model, mapping, positioning, EMAPS, SLAM.