Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного авіаційного університету,
доктору технічних наук, професору
Гнатюку Сергію Олександровичу

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютеризованих систем управління Національного авіаційного університету Кучерова Дмитра Павловича на дисертаційне дослідження Сорокопуда Владислава Ігоровича "Інформаційна технологія автоматизації виконання цільових задач безпілотних авіаційних комплексів", представленого на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 "Комп'ютерні науки", галузь знань 12 "Інформаційні технології"

Актуальність дисертаційного дослідження

Дисертаційне дослідження Сорокопуда Владислава Ігоровича присвячене розробленню технології автоматизації завдань, виконуваних безпілотними авіаційними комплексами, що включають наземне та бортове обладнання безпілотних авіаційних апаратів роторного типу, за рахунок оптимізації процесів, що розглядаються.

Наразі розробляються та вводяться в експлуатацію нові серії і модифікації безпілотних апаратів, засвоюються нові сфери застосування. Нова якість розроблюваних безпілотних апаратів також приводить до зниження вартості наданих послуг, що потребує врахування нових умов в створюваних технологіях управління.

Автором визначені основні цільові завдання безпілотних літальних апаратів, до яких відносяться пошук об'єкта, його супровід та розпізнавання, альтеративна навігація, що підтверджується їх застосуванням у багатьох галузях промислового і аграрного сектора. Відмічається також, що обсяг завдань і вимоги до якості їх виконання тільки зростають.

Всі завдання безпілотного авіаційного комплексу опрацьовуються наземними та бортовими засобами. Найбільш перспективними і затребуваними в наш час є завдання, виконувані безпосередньо на борту літального засобу в режимі реального часу. Розроблення рішень згаданих завдань вимагає модернізації протоколів взаємодії наземних засобів з бортовими

Таким чином, завдання розробки інформаційної технології автоматизації цільових завдань за призначенням, що виконують безпілотні авіаційні комплекси, дозволить оптимізувати їх реалізацію на основі вбудованих та зовнішньо підключених модулів, є актуальним.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційне дослідження виконувалось в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт Національного авіаційного університету за темами:

- "Автоматизація розпізнавання та класифікації цільових об'єктів за відеоданими з камери безпілотного повітряного судна" (номер 1062-ДБ16, номер Державної реєстрації № 0116U004638);
- "Розроблення та виготовлення програмно-апаратних засобів цільового навантаження для повітряного спостереження та альтернативної орієнтації літального апарату" (проект номер 247-ДБ19, номер Державної реєстрації № 0116U004638).

Основні теоретичні та практичні результати роботи можна знайти у відповідних звітах.

Наукова новизна отриманих результатів

В дисертаційному дослідженні представлено такі нові наукові результати:

вперше

- розроблено метод збору, аналізу та консолідації бортових даних з БПС для роботи БАК, що дозволяє автоматизувати виконання цільових задач на основі авторських та зовнішньо імплементованних модулів;
- запропоновано інформаційну технологію автоматизації виконання цільових бортових задач безпілотних авіаційних комплексів, що дозволяє спростити процес створення інтелектуального забезпечення за рахунок вбудованих інструментів та методів на основі БПС роторного типу;

отримали подальший розвиток

- метод пошуку об'єкта на основі особливих точок на основі B-сплайнів за рахунок його адаптації в інформаційну технологію та реалізацію на одноплатному комп'ютері;
- метод пошуку підозрілих об'єктів за рахунок його адаптації в інформаційну технологію та реалізацію на одноплатному комп'ютері;
- метод орієнтування за оптичним каналом за рахунок його адаптації в інформаційну технологію та реалізацію на одноплатному комп'ютері.

Практичне значення одержаних результатів

До практичних результатів роботи відносяться запропонована інформаційна технологія виконання цільових задач (супровід, наведення, пошук) в режимі реального часу, яку можна розповсюдити на безпілотні апарати літакового типу, а також розроблена кросплатформена архітектура програмної системи, яка підтримує розгортання на одноплатних комп'ютерах різних типів з різними операційними системами, на яких розгорнутий застосунок наземної станції.

Розроблено модулі супроводу об'єкта, пошуку підозрілих об'єктів та орієнтування за оптичним каналом, які складають основу запропонованої інформаційної технології, а також розроблено експериментальний зразок

безпілотного авіаційного комплексу, проведено його випробування та розроблено рекомендації щодо його використання.

Практична частина підтверджується відповідними актами впровадження Національного авіаційного університету, ТОВ "Омега Девелопмент" та "Денай Сістемс", окремі результати дисертаційного дослідження представлялися на XVI Міжнародній спеціалізованій виставці «Зброя та безпека – 2019», м. Київ.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Сорокопуда Владислава Ігоровича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у обраний науковий напрям. Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Сорокопуда Владислава Ігоровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Вона сформована послідовно та доступно, з використанням загальноприйнятої термінології, з врахуванням наукових тенденцій та потреб.

Повнота оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні положення та результати дослідження викладено в 5 наукових публікаціях, з них 4 наукові статті розміщено у наукових фахових виданнях

України, 1 наукова стаття у виданні, що входить до науково-метричній бази Scopus, а також у 1 патенті на корисну модель та 7 доповідях тез на наукових конференціях.

Загальна характеристика структури та змісту дисертаційної роботи.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 148 сторінок.

У вступі сформульовано актуальність дослідження, мету та завдання дисертаційної роботи, наведено відомості щодо зв'язку роботи з науковими темами. В анотації наведено результати, відзначено їх практичну цінність та наукову новизну. Приведені кількісні показники щодо опублікованих наукових праць, а також про структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі проведені дослідження сфери використання БАК, визначенні ключові аспекти розвитку та наведено специфіку їх використання в світовій та українській практиці. Сформульовані основні цільові задачі: пошук об'єкта, супровід об'єкта, розпізнавання об'єктів, альтеративна навігація. В розділі наведений огляд різних типи безпілотних авіаційних апаратів, наведені їх ключові особливості, переваги та недоліки. Також в розділі наведені сучасні підходи створення інтелектуального оснащення для БАК.

У другому розділі розроблено математичні та інструментальні засоби, які складають основу інформаційної технології. Також в розділі наведений метод пошуку об'єктів на основі особливих точок та B-сплайн моделі, а також метод трекінгу об'єктів. Комбінація цих методів дозволяє реалізувати технологію супроводу об'єктів яка зможе працювати на одноплатному комп'ютері. В розділі наведений метод пошуку підозрілих об'єктів, який дозволяє в автоматичному режимі знаходити об'єкти, які рідке зустрічаються на основі гістограмного аналізу.

В розділі також наведений метод орієнтування за оптичним каналом, який базується на двох ключових етапах: побудові плану орієнтування та процедурі визначення маршруту, який має стійкість до роботи систем РЕБ або при втраті GPS сигналу.

Розділ містить метод визначення координат в області бачення камери та бортову технологію управління літальним апаратом.

Додатково представлено метод збору, аналізу та консолідації бортових даних для автоматизації цільових задач безпілотного авіаційного комплексу, на основі якого далі будується інформаційна технологія.

У третьому розділі представлено інформаційну технологію автоматизації виконання цільових задач безпілотних авіаційних комплексів та наведено її концепцію.

Наведено модуль генерації бортових команд управління, який реалізує абстрактний рівень системи інтелектуального управління, який керує формуванням фізичних та логічних команд.

Представлено протокол зв'язку між безпілотним літальним апаратом та наземною станцією і описані ключові його особливості.

Надано опис запропонованої бортової технології управління рухом літального апарату с урахуванням функціонування наземної станції контролю та управління.

В розділі представлено результати тестування запропонованої інформаційної технології.

У четвертому розділі представлений експериментальний зразок безпілотного авіаційного комплексу. Описано випробування модулю супроводу, який дозволяє ініціювати процес руху безпілотного літального апарату за визначеним об'єктом на основі локальних зміщень. Протестована робота модулю на різних класах об'єктів (за розміром, кольором) та можливість супроводу рухомих об'єктів. Проведені випробування модулю орієнтування за оптичним каналом, визначено, що він повністю справляється з поставленою задачею та стійкий до наявності шумів і зайвих об'єктів. Описані обмеження запропонованої інформаційно технології, та наведенні рекомендації щодо її використання.

У висновку проведено опис отриманих результатів у відповідності до задач, сформованих на початку роботи, а також описано шляхи подальшого розвитку даного дослідження.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 "Про затвердження вимог до оформлення дисертації" із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31.05.2019.

Зауваження та недоліки до дисертаційної роботи

1. Робота містить велику кількість скорочень і умовних позначень, що ускладнює розуміння тексту, але перелік умовних позначень в дисертаційній роботі відсутній, що є складовою розділу «Структура дисертації», визначеного відповідно до вимог до оформлення дисертацій згідно з наказом МОН України від 12.01.2017 № 40.

2. Метод збирання, аналізу та консолідації бортових даних з БПС для роботи БАК, який надано у п. 2.9, представлено алгоритмом, який не передбачає поєднання, стандартизацію, нормалізацію даних, не зрозуміло, що відбувається зі спотвореними, аномальними даними, шумами.

3. Робота містить окремі стилістичні, граматичні та термінологічні помилки, так наприклад, на стор. 54, 57, 58, 61 існує не правильне посилання на формули (2.3), (2.4), (2.8) (в тесті формули (1.3), (1.4), (1.8), (1.28)) на стор. 55 (2 абзац, після формули (2.7)) помилка в слові «зображення» (в тексті «зоюраження»), на стор. 57 (останній абзац) вихідне зображення, яке отримується накладанням маски фільтра γ на послідовність p, що є освітленістю елементів зображення, названо лінійним оператором $L(p^{i,j})$, стор. 74 містить не зрозумілу фраза «алгоритму розділення суміші з є прийнятною», тощо.

4. Розділ 4 не містить відомостей щодо планування та оброблення даних проведених експериментів відповідно до зазначених метою досліджень цільових завдань.

Зазначені зауваження та недоліки не є принциповими і суттєво не зменшують загального позитивного враження від поданої роботи.

Загальний висновок на дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Сорокопуда Владислава Ігоровича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить нові науково обґрунтовані результати проведених ним досліджень, які в сукупності є суттєвими для вирішення наукової задачі, яка полягає в розробленні інформаційної технології автоматизації виконання цільових задач безпілотних авіаційних комплексів і має істотне значення для галузі знань 12 "Інформаційні технології". Робота виконана здобувачем особисто у вигляді спеціально підготовленого рукопису, в якому зазначено особистий внесок здобувача у обрану предметну галузь.

Розглянута дисертаційна робота відповідає вимогам, що ставляться до дисертацій щодо присудження ступеня доктора філософії, а саме відповідає вимогам п.6 – 9 "Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Сорокопуд Владислав Ігорович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 "Інформаційні технології" за спеціальністю 122 "Комп'ютерні науки".

Рецензент
доктор технічних наук, професор
професор кафедри комп'ютеризованих систем управління
Національного авіаційного університету Дмитро КУЧЕРОВ

"2" лютого 2024 року

Підпис Кучерова Д.П. засвідчую
Вчений секретар Національного авіаційного університету,
к.т.н., доцент Микола ЛЕГЕНЬКИЙ

"2" лютого 2024 року