Комплексне використання групи безпілотних літальних апаратів для задач промислово-екологічної розвідки

Комплексное использование группы беспилотных летательных аппаратов для задач промышленно-экологической разведки

Complex application of unmanned aerial vehicles for the tasks of industrial and ecological reconnaissance

1. **Номер державної реєстрації теми - 0115U002524,**
2. **Науковий керівник -** д.т.н., проф. Збруцький О.В., Збруцкий А.В, Zbrutsky A.V.
3. **Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

Розроблені нові алгоритми комплексного керування групою безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Розроблено та реалізовано систему керування для забезпечення комплексного використання групи БПЛА на основі використання систем технічного зору. Відпрацьовано алгоритми та засоби системи наведення які встановлюються на борту кожного БПЛА і реалізують розроблені алгоритми виділення на багато спектральному знімку контурних ліній об’єктів та ідентифікації їх за їхніми картографічними образами. Запропонована система обчислює дані просторового положення ведучого БПЛА, які перетворюються в командні сигнали, що характеризують зміну відстаней до ведучого БПЛА, його вертикальні та горизонтальні переміщення. Розроблене програмне забезпечення системи наведення БПЛА в групі, реалізує запропоновані алгоритми представлення всіх ідентифікованих контурів БПЛА на знімку, що отримані на стадії контурної фільтрації та дозволяє застосувати методи суміщення та ідентифікації зображень. Для вирішення задач моніторингу та навігації розроблено та використано ряд маскових модифікованих фільтрів з застосуванням кодування контурних бінарних зображень, розроблено та промодельовано алгоритми адаптивної бінаризації багатоспектрального зображення з метою тематичної класифікації контурних ліній об’єктів. Розроблено механізм для ліквідації можливих похибок ідентифікації на стадії фільтрації навігаційних картографічних контурів. Промодельовано роботу автопілоту який включає в себе алгоритми систем керування та стабілізації БПЛА для забезпечення їх групового польоту.

(рос.)

Разработаны новые алгоритмы комплексного управления группой беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Разработана и реализована система управления для обеспечения комплексного использования группы БПЛА на основе использования систем технического зрения. Отработаны алгоритмы и средства системы наведения которые устанавливаются на борту каждого БПЛА. Предложенная система вычисляет данные пространственного положения ведущего БПЛА, которые превращаются в командные сигналы, характеризующие изменение пространственного положения ведущего БПЛА. Разработанное программное обеспечение системы наведения БПЛА в группе, реализует предложенные алгоритмы представления всех идентифицированных контуров БПЛА на снимке, полученные на стадии контурной фильтрации и позволяет применить методы совмещения и идентификации изображений. Для решения задач мониторинга и навигации разработан и использован ряд масочный модифицированных фильтров с применением кодирования контурных бинарных изображений, разработан и промоделирован алгоритм адаптивной бинаризации многоспектрального изображения с целью тематической классификации контурных линий объектов. Разработан механизм для ликвидации возможных погрешностей идентификации на стадии фильтрации навигационных картографических контуров.Промоделирована работа автопилота который включает в себя алгоритмы систем управления и стабилизации БПЛА для обеспечения их группового полета.

(англ.)

Modern complex control algorithms for group of unmanned aerial vehicles (UAVs) are developed. Developed and implemented a control system for the integrated use of UAVs group through the use of machine vision systems. Worked out algorithms and guidance system means that are installed on board of each UAV. Proposed system calculates the spatial position of the leading UAV, that are converted into command signals for characterization end estimation of the changing in the spatial position of the leading UAV. The developed software for UAV guidance systems in the group application that realizes the proposed algorithms as representation of all the identified UAVs contours in the image resulting in a contours filtering stage that lets apply a combination of methods of identification of images. To solve the problems of monitoring and navigation designed and used a number of the mask filters for modified using the contour coding binary images. Designed and simulated adaptive binarization algorithm of multispectral images for the purpose of a thematic classification of the contour lines of objects. The mechanism for the elimination of possible errors in the identification stage of filtration of navigation map contours is designed. Autopilot operation was simulated. The simulation includes algorithms for UAV control systems and stabilization to ensure flight of UAVs formation.

4. Наявність охоронних документів на об’єкти права інтелектуальної власності.

- Патент на корисну модель № U2015.01982. Спосіб визначення напрямку меридіана маятниковим гірокомпасом / Федоров В.М.- опубл. 05.03.15 р. Бюл. № 3104 – КПІ.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню, а запропоновані підходи до комплексного керування груповим польотом безпілотних літальних апаратів при виконанні задач промислово-екологічного моніторингу не мають аналогів у світовій практиці інженерії керування літальними апаратами.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Застосування розроблених методик, алгоритмів та обладнання дозволяє значно знизити собівартість та підвищити якість комплексного використання безпілотних літальних апаратів:

- підвищення на 50 – 70 % ефективності використання безпілотних авіаційних комплексів;
- підвищення на 40 – 70 % продуктивності виконання промислово-екологічної розвідки з застосуванням безпілотних авіаційних систем;
- зниження (на 30 – 40 %) питомих витрат на виконання задач моніторингу;
- зменшення долі участі керуючого персоналу через можливість застосування автономного виконання польотних місій.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Потенційними замовниками науково-технічної продукції є підприємства та організації України, що зацікавлені у розробці і використанні авіаційних технологій, оскільки застосування останніх є інноваційно-перспективним та економічно сприятливим, серед яких є наступні: підприємства, що займаються розробкою систем забезпечення транспортування вантажів в умовах відсутності транспортної інфраструктури; підприємства-розробники систем пошуку і дорозвідки родовищ вуглеводневої сировини; державні служби, що займаються інвентаризацією, оцінкою стану земель, та проводять кадастрові роботи; організації, що проводять технічну діагностику промислових об'єктів; підприємства, що здійснюють виробничо-геоекологічний та екологічний моніторинг; служби, що виконують охорону виробничих об'єктів та об'єктів інфраструктури; підприємства, що виконують сільськогосподарські роботи, спрямовані на біологічний захист рослин та виконання моніторингу сільськогосподарських угідь; підприємства та організації, що проводять роботи пов‘язані з аерофотозніманням земної поверхні; підприємства військово-промислового комплексу; організації, що опікуються питаннями національної безпеки.

8. Стан готовності розробки.

Розроблені алгоритми, що реалізують керування групою БПЛА, відпрацьовані відповідні системи керування польотом літальних апаратів, розроблені технологічні рекомендації щодо ефективного застосування експериментального обладнання. Можлива розробка дослідно-промислових зразків, які можуть бути адаптовані для виконання конкретних задач промислового застосування у сільському господарстві і картографічному виробництві, та можуть бути впроваджені у промислове виробництво.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати дослідження, проектування та виробництва представлено на виставкових стендах факультету в приміщені Наукового парку НТУУ „КПІ”- експонат – Безпілотний Літальний Апарат „ФАКС”. Заплановано сумісне використання результатів роботи з Інститутом проблем безпеки АЕС НАН України, м. Київ.

10. Форма участі інвестора : фінансова частка інвестора в реалізації проекта становить 90%, частка інвестора від прибутку реалізації даного проекту становить 50%.

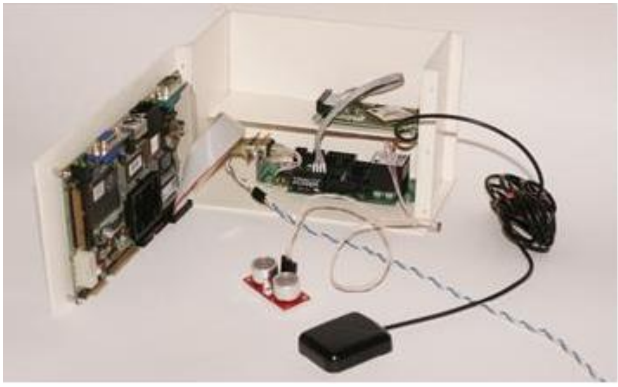
11. Обсяг інвестицій необхідна для комерційної реалізації результатів проекту сума інвестицій в доларах США становить 120 тис.дол.

12. Мета інвестицій є створення нової промислово технологічної бази (підприємства).

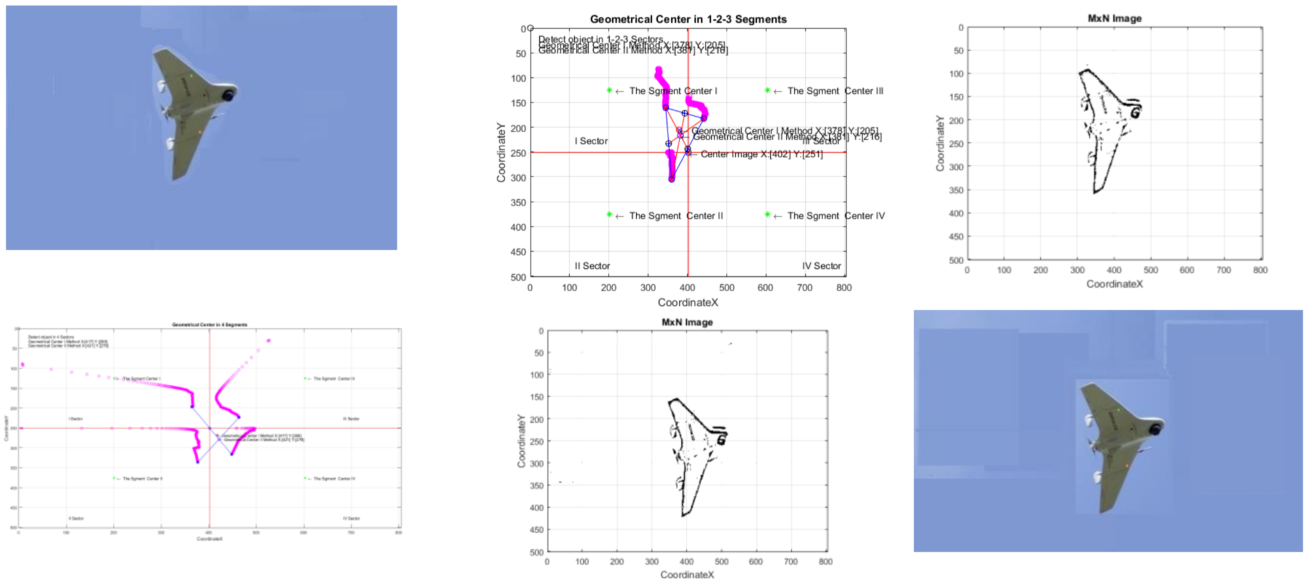
13. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ”КПІ”, факультет авіаційних і космічних систем, кафедра теоретичної механіки, (044) 204-82-21, tm@kpi.ua.

14. Фото розробки



Макет системи керування безпілотним літальним апаратом



Алгоритм ідентифікації рухомого об’єкта в польотній групі БПЛА

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. O. Marynoshenko R. Głębocki ALGORITHM FOR FORMATION FLIGHT OF UNMANNED AERIAL VEHICLES// “Mechanika w Lotnictwie” Warsaw University of Technology “Politechnika Warszawska” Warsawa. Poland MLXVII 2016.- pp. 33-42.

2. Пікенін О.О., Мариношенко О.П., Прохорчук, О.В. Алгоритм пошуку та ідентифікації опорних точок повітря-них суден// Інформаційні системи, механіка та керування, НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", Випуск №14 , 2016 р.

3. Пікенін О.О., Мариношенко О.П., Прохорчук, О.В. Реалізація польоту групи безпілотних літальних апаратів// Механіка гіроскопічних систем, НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", Випуск №15, 2016 р.

4. Пікенін О.О., Мариношенко О.П., Прохорчук, О.В. Про проблеми і методи знаходження малорозмірних об'єктів на зображеннях// Інформаційні системи, механіка та керування, НТУУ "КПІ" НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", Випуск №15, 2016 р.

5. О.О. Пікєнін, О.П. Мариношенко, О. В. Прохорчук Алгоритм пошуку та визначення опорних точок наземних навігаційних орієнтирів // всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів «Проблеми навігації і управління рухом» Збірка доповідей – К.: НАУ, 2015. – С. 64.

6. Пікенін О.О Мариношенко О. П. Прохорчук О.В. Алгоритм пошуку та ідентифікації опорних точок повітряних суден // Збірник доповідей науково-технічної конференції викладачів, науковців, аспірантів, студентів факультету авіаційних і космічних систем, 30 - 31 травня 2016 року, м. Київ, ФАКС, НТУУ «КПІ». – 2016. – с. 305-310.

7. Пікенін О.О., Мариношенко О.П., Прохорчук, О.В. Реалізація польоту групи безпілотних літальних апаратів// III Міжнародній науково-практичній конференції: «Актуальні проблеми гуманітарних та природничих наук» 28-30 жовтня 2016 року. м.Київ.

16. Ключові слова до розробки: *керування групою безпілотних літальних апаратів, промислово-екологічний моніторинг, системи наведення, ідентифікація зображень.*