Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0418U003529

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 05-11-2018

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Товкач Ігор Олегович

2. Tovkach Igor Olegovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.12.17

Назва наукової спеціальності: Радіотехнічні та телевізійні системи

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 22-10-2018

Спеціальність за освітою: Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: пр. Перемоги, 37, корп. 1, м. Київ, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.002.14

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: пр. Перемоги, 37, корп. 1, м. Київ, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: пр. Перемоги, 37, корп. 1, м. Київ, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 47.49

Тема дисертації:

1. Методи адаптивного оцінювання параметрів руху безпілотного літального апарату на основі вимірювань сенсорної мережі.

2. Methods of adaptive estimation of unmanned aerial vehicles movement parameters based on measurement of the sensor network.

Реферат/анотація:

1. У дисертаційній роботі вирішена актуальна наукова задача розробки методів адаптивного оцінювання параметрів руху маневруючого БПЛА на основі TDOA- і RSS- вимірювань сенсорної мережі і при їх комплексному використанні, які дозволяють підвищити точність визначення його місцеположення. У першому розділі дисертації показана актуальність задачі визначення параметрів руху БПЛА на основі даних сенсорної мережі, яка обумовлена появою нового класу загроз з використанням БПЛА, що призводить до необхідності розробки систем, які вирішують завдання виявлення, визначення місцеположення і параметрів руху БПЛА. Проведено аналіз методів визначення місцеположення БПЛА на основі TDOA- і RSS- вимірювань сенсорної мережі, що базуються на математичних методах максимальної правдоподібності та найменших

квадратів. Відмічено, що у відомих методах обчислення координат БПЛА виконується після надходження вимірювань від всіх датчиків. Розглянуто методи калмановської фільтрації і адаптивного оцінювання параметрів руху цілі і зроблено висновок про доцільність застосування для вирішення сформульованої наукової задачі математичного апарату змішаних марківських процесів у дискретному часу. Виконано постановку задачі дослідження. У другому розділі дисертації з використанням математичного апарату розширеної калманівської фільтрації розроблені рекурентні алгоритми визначення місцеположення БПЛА за даними сенсорної мережі на основі: TDOA-вимірювань; RSS-вимірювань; комплексної обробки TDOA- і RSS-вимірювань, які після формування початкових умов на основі вимірювань від мінімального числа датчиків, дозволяють рекурентно уточнювати на кожному кроці l місцеположення БПЛА по мірі надходження вимірювань від інших датчиків. За допомогою статистичного моделювання виконано аналіз точностних характеристик розроблених алгоритмів. Проведено їх порівняння з нижньою границею Рао-Крамера і відомими алгоритмами. Також виконано аналіз впливу конфігурації датчиків (топології) сенсорної мережі на точність визначення місцеположення БПЛА. Отримано конфігурації сенсорної мережі, які можуть бути рекомендовані, у випадках відомого і невідомого напрямків появи БПЛА. У третьому розділі дисертації на основі математичного апарату змішаних марківських процесів в дискретному часі синтезовано оптимальні та квазіоптимальні алгоритми адаптивної фільтрація параметрів руху маневруючого БПЛА за даними сенсорної мережі на основі: TDOA-вимірювань; RSS-вимірювань; комплексної обробки TDOA- і RSS-вимірювань. Оптимальні алгоритми адаптивного є рекурентними і описують еволюцію апостеріорних розподілів оцінюваних параметрів, а оптимальні пристрої є багатоканальними і відносяться до класу пристроїв із зворотними зв'язками між каналами. Квазіоптимальні алгоритми отримані з використанням полігаусівскої апроксимації апостеріорних розподілів. Аналіз отриманих квазіоптимальних алгоритмів виконано за допомогою статистичного моделювання на ЕОМ на прикладі оцінювання параметрів руху БПЛА, що виконує на випадкових часових інтервалах заздалегідь невідомі види маневрів. У четвертому розділі дисертації виконано аналіз ефективності розроблених в розділах 2 і 3 алгоритмів в просторі, що відповідає реальній ситуації оцінювання параметрів руху БПЛА, який випромінює радіосигнал. Розроблені алгоритми дозволяють отримати характеристики визначення місцеположення БПЛА близькі до потенційно досяжних, що визначаються нижньою границею Рао-Крамера, за всіма трьома просторовими координатам. Також розроблені адаптивні фільтр на основі TDOA- і RSS-вимірювань дозволяють розпізнати зависання і майже рівномірний рух БПЛА з ймовірністю близькою до одиниці. Адаптивний фільтр на основі комплексної обробки TDOA- і RSS- вимірювань дозволяє значно підвищити ймовірність розпізнавання короткочасних маневрів БПЛА. Крім того, проведено порівняльний аналіз обчислювальних витрат, необхідних при реалізації синтезованих алгоритмів, а також можливостей їх реалізації на базі сучасних обчислювальних систем в реальному масштабі часу.

2. An actual scientific problem of developing methods for adaptive estimation of the maneuvering UAV movement parameters based on TDOA- and RSS-measurements of the sensor network and their complex use that allow to increase the accuracy of determination its location has been solved in the dissertation. The first section of the dissertation shows the relevance of the task of determining of the UAV movement parameters based on the sensor network data, due to the emergence of a new class of threats using UAV, which leads to the need to develop systems that solve the problems of detection, location and UAV movement parameters. The analysis of methods for locating UAVs based on TDOA- and RSS- measurements of the sensor network based on mathematical methods of maximum likelihood and least squares is carried out. It is noted that in known methods of calculating the UAV coordinates is performed after arrival of measurements from all sensors. The methods of Kalman filtering and adaptive estimation of object motion parameters are considered and conclusion that it is expedient to use the mathematical apparatus of mixed Markov processes in discrete time to solve the formulated scientific problem. The research problem was formulated. The second section of the dissertation, with use of a mathematical apparatus of the extended Kalman filtering, recurrent algorithms for determining the UAV location according to a sensor network data were developed on the basis of: TDOA-measurements; RSS-measurements; complex processing of TDOA- and RSS- measurements, which, after formation of initial conditions based on measurements

of the minimum number sensors, allow recurrently to specify at each step l the UAV location in process of arrival of measurements from other sensors. With the help of statistical modeling, the analysis of the accuracy characteristics of the developed algorithms is performed. Comparing with lower bound of Cramer-Rao and the known algorithms is carried out them. The analysis of the influence of sensors configuration (topology) of the sensor network on the UAV location accuracy was also performed. Sensor network configurations have been obtained, which can be recommended in cases of known and unknown directions of UAV appearance. The third section of the dissertation, on the basis of a mathematical apparatus of the mixed Markov processes in discrete time optimal and quasioptimal algorithms of the adaptive filtering of the maneuvering UAV movement parameters according to a sensor network data are synthesized on a basis of: TDOA-measurements; RSS-measurements; complex processing of TDOA- and RSS- measurements. The optimal adaptive algorithms are recurrent and describe the evolution of a posteriori distributions of the estimated parameters, and the optimal devices are multi-channel and belong to the class of devices with feedbacks between channels. Quasioptimal algorithms obtained using polygous approximation of a posteriori distributions. The analysis of the obtained quasioptimal algorithms is carried out with the help of statistical computer simulation using the example of estimation of the UAV movement parameters performing in advance at random time intervals unknown types of maneuvers. The fourth section of the dissertation analyzes the effectiveness of algorithms developed in sections 2 and 3 in space, which corresponds to a real situation of estimating of the UAV movement parameters emitting a radio signal. The developed algorithms allow to obtain UAV location characteristics close to the potentially achievable ones determined by lower bound Cramer-Rao over all three spatial coordinates. Also developed adaptive filter based on TDOA- and RSS-measurements allow to recognize the hovering and almost uniform motion of the UAV with a probability close to unity. The adaptive filter based on complex processing of TDOA- and RSS-measurements allows to significantly increase the probability of recognition of short-time UAV maneuvers. In addition, a comparative analysis of the computational costs required for the implementation of synthesized algorithms, and also possibilities of their implementation on the basis of modern computer systems is carried out.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жук Сергій Якович
2. Zhuk Serhii Yakovych

Кваліфікація: д. т. н., 20.02.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юзефович Володимир Віцентійович
2. Yuzefovych Volodymyr Vitsentiyovych

Кваліфікація: к. т. н., 01.05.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Конін Валерій Вікторович
2. Konin Valeriy

Кваліфікація: д. т. н., 05.22.13

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Ільченко Михайло Юхимович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Зіньковський Юрій Францевич

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Т.А.