

ВІДГУК

офіційного опонента, декана факультету радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», д.т.н., с.н.с. Павлікова Володимира Володимировича на дисертаційну роботу Єрьоміної Наталії Сергіївни за темою «Метод прив'язки безпілотних літальних апаратів з використанням кореляційно-екстремальних систем навігації в умовах появи хибних об'єктів на поточному зображенні», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи

Актуальність теми

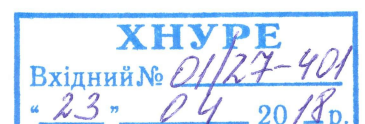
Сучасні високоточні системи управління літальних апаратів базуються на комплексуванні інерційних навігаційних систем з високоточними системами навігації і наведення. Серед різних видів систем навігації і наведення оптичні кореляційно-екстремальні системи навігації і наведення (КЕСН), які функціонують з використанням геофізичних полів Землі мають певну сукупність позитивних властивостей, а саме потенційно високу точність місцевизначення в місцевій системі координат, автономність функціонування, практично абсолютну перешкодозахищеність та ін.

В основу роботи КЕСН покладено алгоритм порівняння еталонного і поточного зображень підстильної поверхні. Еталонні зображення формуються завчасно в ході підготовки маршрутного завдання з використанням аерофотозйомки місцевості. У процесі польоту в обчислювачі за інформацією з бортової відеокамери формується поточне зображення, якість якого визначається багатьма факторами. До таких факторів можна віднести появу на зображенні хибних об'єктів, які можуть здійснити суттєвий вплив на якість вирішення задачі навігації. Виходячи з цього тема дисертаційної роботи, яка присвячена розробці методу прив'язки літальних апаратів з використанням КЕСН в умовах появи хибних об'єктів на поточному зображенні, є актуальною.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Сформульовані мета та задачі досліджень вірно відображають стан та суть науково-прикладної задачі, що присвячена розробці методу прив'язки літальних апаратів з використанням КЕСН в умовах появи хибних об'єктів на поточному зображенні. За рахунок коректного використання наукових методів представлені автором дисертаційної роботи наукові положення, висновки та рекомендації є достатньо обґрунтованими. Постановка задачі на дослідження є аргументованою.

У першому розділі роботи автором проведено аналіз принципів побудови і функціонування автономних і неавтономних систем навігації літальних апаратів. Проаналізовано фактори, що впливають на процес формування



команди управління на корекцію траєкторії літального апарату. Наведено результати аналізу умов застосування апаратів різного призначення, а також особливостей побудови і функціонування автономних систем навігації. Проаналізовані основні вимоги до системи навігації та здійснено уточнення вимог до оптико-електронних КЕСН щодо функціонування в умовах впливу геометричних спотворень на поверхнях візування з високою об'єктовою насиченістю. Сформульовано завдання досліджень.

У другому розділі проведені дослідження, що спрямовані проведення аналізу узагальненої структурної схеми КЕСН. Автором запропоновано уточнену модель процесу її функціонування з урахуванням впливу геометричних спотворень на ділянках місцевості з високою об'єктовою насиченістю. Проаналізовано вплив елементів моделі на вирішення задачі навігації. Проведено аналіз факторів, що впливають на процес формування зображення в системі вторинної обробки.

У третьому розділі наведені результати розробки методу формування визначальної функції КЕСН за критерієм максимуму узагальненого коефіцієнту взаємної кореляційної функції. Метод ґрунтується на локалізації об'єктів прив'язки шляхом поелементного кореляційного аналізу поточного та еталонного зображень підстильної поверхні.

У четвертому розділі наведені результати розробки методу локалізації об'єкта прив'язки при наявності на поточному зображенні хибних об'єктів. Метод ґрунтується на виявленні та багатопороговій селекції об'єктів прив'язки на поточному зображенні з декількома яскравими об'єктами.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані і достовірні.

Основні результати досліджень та їх наукова новизна

У процесі досліджень були отримані такі нові наукові результати:

1. Одержала подальший розвиток модель процесу функціонування КЕСН, яка, на відміну від відомих, враховує просторове положення та орієнтацію літального апарату, а також кореляційні властивості поверхонь візування, в основу опису яких покладено модель узагальненого телеграфного процесу.

2. Одержав подальший розвиток метод формування вирішальної функції КЕСН, який, на відміну від відомих, заснований на адаптації еталонних зображень до просторового положення та орієнтації літального апарату. При цьому розроблено алгоритм формування вирішальної функції матричною КЕСН.

3. Одержав подальший розвиток метод локалізації об'єкта прив'язки КЕСН на поточному зображенні, який, на відміну від відомих, заснований на виявленні та багатопороговій селекції об'єкта прив'язки на поточному зображенні в умовах появи на поточному зображенні хибних об'єктів, обумовлених перспективними спотвореннями поверхні візування з високою об'єктовою насиченістю.

4. Одержав подальший розвиток метод формування унімодальної вирішальної функції, який на відміну від відомих полягає в підсумовуванні

кількості одиниць різних зрізів вирішальної функції та пошуку найбільшого значення, що відповідає повному співпадінню поточного зображення з еталонним.

Практичне значення отриманих результатів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що розроблені методи і математичні моделі є основою для розробки і проектування КЕСН, застосування яких дозволяє підвищити ймовірність місцевизначення КЕСН БПЛА порівняно з системою навігації, в якій при формуванні вирішальної функції не враховано вплив геометричних спотворень поточних зображень, а також наявність хибних об'єктів.

Основні результати роботи реалізовані при виконанні наукових досліджень в метрологічному центрі військових еталонів Збройних Сил України. Реалізація підтверджується актом впровадження.

Апробації та публікації результатів дисертаційної роботи, повнота їх викладу

Матеріали дисертаційної роботи опубліковано у 13 наукових працях, з них 5 статей у фахових наукових виданнях України (4 з яких індексуються наукометричною базою Google Scholar та 1 – наукометричною базою Scopus), 5 доповідей (тез доповідей) на науково-технічних конференціях, одержано 3 патенти на корисні моделі.

Оформлення та відповідність змісту автореферату й дисертаційній роботі

Оформлення, стиль і мова викладення матеріалу, обсяг дисертації, її структура відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій, поданих на здобуття наукового ступеня кандидата наук.

Зміст автореферату відповідає дисертаційній роботі і дозволяє скласти повне враження про проведені автором дослідження і отримані результати. У дисертації і авторефераті наведено об'єкт, предмет і методи досліджень, мета, завдання, які необхідно вирішити, наукова новизна, практична значущість отриманих результатів, відомості про реалізацію, публікації та апробації результатів дисертаційних досліджень. Вказується особистий внесок Єрмоїної Н.С.

Аналіз наукових результатів і положень, розроблених в дисертаційній роботі, дозволяє зробити висновок, що дисертаційна робота є кваліфікованою науковою працею, яка містить сукупність нових наукових результатів, що свідчить про особистий вклад автора в науку.

Недоліки та зауваження.

1. У першому розділі порівняльний аналіз кореляційно-екстремальних систем навігації виконано без залучення належного математичного супроводження або ж розгляду структурних схем. Надається перевага опису процесів обробки сигналів словами. Такий підхід разом з величезною кількістю скорочень ускладнює сприйняття матеріалу.

2. У другому розділі декілька разів застосовується операторна форма запису рівнянь. Перед першим застосуванням оператору, якщо він не є загально прийнятим (на кшталт, операторів Фур'є, Лапласа,...), необхідно розкрити суть математичних перетворень, які він виконує. Використані у роботі оператори порівняння зображень, середовища розповсюдження сигналів, первинної обробки інформації в приймальній системі та інші не розкриті.

3. Розвиток методу формування вирішальної функції КЕСН, який заснований на адаптації еталонних зображень до просторового положення та орієнтації літального апарату, фактично забезпечує можливість не враховувати вплив хибних об'єктів на результат місце визначення. Але автор тим не менш розробляє метод локалізації об'єкта прив'язки КЕСН на поточному зображенні в умовах появи хибних об'єктів. Необхідно вказувати межі застосування розроблених методів.

Недоліки не знижують рівень представленої дисертаційної роботи.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Єрьоміної Наталії Сергіївни є завершеною науковою працею, в якій отримані нові наукові результати, що в сукупності вирішують задачу розробки методу прив'язки БПЛА з використанням КЕСН БПЛА в умовах появи хибних об'єктів на поточному зображенні.

Зміст дисертаційної роботи відповідає паспорту спеціальності 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи, а її автор, Єрьоміна Н.С. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за зазначеною спеціальністю.

Офіційний опонент

декан факультету радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій
Національного аерокосмічного університету ім. М. С. Жуковського
доктор технічних наук, старший науковий співробітник Павліков В.В.

Підпис офіційного опонента Павлікова В.В. засвідчую.

Учений секретар Вченої ради

кандидат наук державного управління, доцент

Нужнова Ю.А.

