

Корисна модель належить до галузі навігації та управління рухом і може бути використана для оптимізації процесу визначення просторового положення літальних апаратів (ЛА) відповідно до вибраних алгоритмів кореляційно-екстремальної обробки, а також при створенні систем оперативної підготовки польотних завдань.

Відомий спосіб вибору інформативних ділянок поверхні візування (ПВ) для формування селективних еталонних зображень (ЕЗ) [1], який полягає у локалізації інформативних областей відповідно до заданого показника інформативності, який визначає потенційне значення результату поєднання ЕЗ і поточних зображень кореляційно-екстремальних систем навігації (КЕСН).

Недоліком відомого способу є необхідність в значних обчислювальних ресурсах.

Відомий спосіб фрактального аналізу для оперативної підготовки еталонних зображень, який полягає у формуванні еталонних зображень за допомогою локалізації інформативних ділянок зображень ПВ, що мають заданий набір характерних ознак та розташовані поблизу траєкторії руху ЛА [2].

Недоліком відомого способу є неможливість формування селективних ЕЗ поверхонь візування, на яких відсутні інформативні ділянки великих розмірів, або для умов застосування ЛА на значних висотах польоту, при яких інформативні ділянки розглядаються як малорозмірні, що не дає можливість забезпечити необхідні точність та імовірність місцевизначення ЛА.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі є "Спосіб формування багатоеlementного розподіленого еталонного зображення для високоточних кореляційно-екстремальних систем навігації" [3], що включає введення в ЕЗ декількох елементів інформативних областей для підвищення точності і надійності автономного визначення місця розташування ЛА.

Недоліком найбільш близького аналога є обмежена за висотою польоту ЛА можливість вибору та використання найкращих, з точки зору набору і складу, характерних ознак інформативних ділянок ПВ, що не дає можливість забезпечити необхідні точність та імовірність місцевизначення ЛА.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб вибору інформативних ділянок поверхні візування при формуванні багатоеlementного розподіленого еталонного зображення для високоточних кореляційно-екстремальних систем навігації, який дозволить формувати селективні ЕЗ, що можуть застосовуватися при місцевизначенні ЛА при значних висотах польоту та задовольняють вимогам високої точності і надійності автономного місцевизначення ЛА.

Поставлена задача вирішується тим, що у ЕЗ, яке формується за допомогою локалізації інформативних ділянок зображень поверхні візування та має заданий набір характерних ознак і розташоване поблизу траєкторії руху ЛА, згідно з корисною моделлю, додатково на першому етапі здійснюють вибір за величиною порога градієнта яскравості додаткових інформативних ділянок (об'єктів), що розташовані на поверхні візування, та на другому етапі - подальше формування багатоеlementного розподіленого еталонного зображення.

Кількість об'єктів ПВ для формування селективного ЕЗ визначається швидкісними і маневреними характеристиками ЛА, можливостями бортової обчислювальної системи, особливостями польотного завдання, характеристиками і розташуванням об'єктів на ПВ, можливостями застосування засобів маскування об'єктів і постановки перешкод.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у забезпеченні високоточного місцевизначення ЛА в різних за висотою умовах, у разі спостереження ПВ з мінливим ландшафтом та при використанні ПВ з малорозмірними об'єктами.

В такому випадку точність суміщення селективного ЕЗ та поточного зображення (ПЗ) за будь-якою з координат визначається виразом:

$$\frac{1}{\sigma_{\Sigma}^2} = \sum_i \frac{1}{\sigma_i^2}, \quad (1)$$

де σ_i^2 – дисперсії поєднання інформативних ділянок (об'єктів) ЕЗ та ПЗ по одній з координат на площині;

i – кількість об'єктів на вихідному зображенні.

Корисна модель пояснюється графічним зображенням, на якому приведена реалізація способу у вигляді структурної схеми алгоритму.

Суть способу вибору інформативних ділянок поверхні візування при формуванні багатоеlementного розподіленого еталонного зображення для високоточних кореляційно-екстремальних систем навігації, який дозволить формувати селективні ЕЗ, що можуть застосовуватися при місцевизначенні ЛА незалежно від висоти польоту та задовольняють вимогам за показником точності і надійності автономного місцевизначення ЛА, полягає у використанні результатів фрактального аналізу зображень спільно з результатами визначення градієнту яскравостей об'єктів, що розташовані на вихідному зображенні.

Визначення величини порогу здійснюється наступним чином. Спочатку визначається модуль градієнта яскравості для кожного пікселя зображення:

$$G(m, n) = \max \{ |G_m(m, n)|, |G_n(m, n)| \}, \quad (2)$$

де m, n – координати пікселя зображення;

$$G_m(m, n) = S(m+1, n) - S(m-1, n) \quad \text{– градієнт яскравості по горизонталі};$$

$$G_n(m, n) = S(m, n+1) - S(m, n-1) \quad \text{– градієнт яскравості по вертикалі};$$

$S(m, n)$ – яскравість пікселя зображення.

Далі визначається величина порогу:

$$I = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} S(m, n) G(m, n)}{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} G(m, n)}, \quad (3)$$

де M, N – кількість рядків та стовпців зображення відповідно.

В результаті проведених дій здійснюється локалізація інформативних ділянок зображень поверхні візування, яка має заданий набір характерних ознак за фрактальною розмірністю, геометричними ознаками та за величиною порога градієнта яскравості інформативних ділянок (об'єктів), що розташовані на вихідному зображенні, та подальше формування вихідної сукупності ЕЗ.

Розроблений спосіб виділення інформативних ділянок зображень включає виконання всіх процедур машинним способом, що, у свою чергу, дозволяє скоротити інтервал часу між здобуттям вихідних даних і формуванням польотного завдання, а також зменшити вплив спотворень поверхні візування на процес навігації ЛА.

Реалізація способу вибору інформативних ділянок поверхні візування для формування багатоеlementного розподіленого еталонного зображення для високоточних кореляційно-екстремальних систем навігації включає використання систем вторинної обробки, до функцій якої може бути віднесене формування сукупності ЕЗ із заданим набором характерних ознак безпосередньо на борту ЛА, відповідно до його просторового положення і параметрів руху.

Таким чином, спосіб вибору інформативних ділянок поверхні візування для формування багатоеlementного розподіленого еталонного зображення для високоточних кореляційно-екстремальних систем навігації дозволяє забезпечити поліпшення показників якості

визначення положення ЛА в просторі за рахунок використання складних еталонних зображень, більш повного урахування фоново-об'єктового складу поверхні візування та використання додаткової інформативної ознаки - градієнта яскравості локальних областей (об'єктів) вихідного зображення.

Для практичної реалізації способу необхідне застосування високопродуктивних бортових обчислювальних комплексів, що реалізують операції порівняння поточних і складних еталонних зображень, а також вторинну обробку отриманої навігаційної інформації.

Джерела інформації:

1. Баклицкий В.К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения / В.К. Баклицкий. – Тверь.: "Книжный клуб", 2009. – С. 360.

2. Патент України № 93034, МПК G01S 1/00. Спосіб фрактального аналізу зображень з високою об'єктовою насиченістю для синтезу еталонних зображень кореляційно-екстремальних систем навігації літальних апаратів / В.А. Таршин, Р.Г. Сидоренко, О.М. Сотніков, Р.Г. Пашенко, В.А. Лупандін. – Заявка № u201404979 від 12.05.2014, заявник та патентовласник ХУПС, дата подання заявки 12.05.2014, опубл. 10.09.2014, Бюл. № 17.

3. Патент України № 100559, МПК G01S 1/32. Спосіб формування багатоелементного розподіленого еталонного зображення для високоточних кореляційно-екстремальних систем навігації / В.А. Таршин, Р.Г. Сидоренко, О.М. Сотніков, Г.В. Певцов, Г.В. Мегельбей, В.А. Лупандін, А.М. Булай. – Заявка № u201502304, заявник та патентовласник ХУПС, дата подання заявки 16.03.2015, опубл. 27.07.2015, Бюл. № 14.

