

УДК 629.7.05

О.М. Грічанюк¹, А.В. Щуцький¹, С.В. Міронюк²¹ Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків² Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне», Дніпропетровськ

ПІДГОТОВКА ЕТАЛОННИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМ КОРЕКЦІЇ НАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Викладено результати розробки методики формування оптичних еталонних зображень на основі актуальних фотознімків та растрових шарів електронних карт місцевості. Описаний програмний модуль формування еталонних зображень по прив'язаним до електронній карті місцевості фотознімкам.

Ключові слова: кореляційно-екстремальна система навігації летальних апаратів, фільтрація зображень.

Вступ

Постановка проблеми. Автономна навігація літальних апаратів (ЛА), що оснащені кореляційно-екстремальною системою корекції навігаційної інформації (СКНІ) по наземних орієнтирах, здійснюється на основі системи інформаційного забезпечення, яка повинна формувати польотні завдання з набором еталонних зображень (ЕЗ) опорних ділянок місцевості.

Найбільш поширеним джерелом вихідної інформації для формування ЕЗ є космічні фотознімки. Сучасні географічні інформаційні системи (ГІС) оперують значним обсягом інформаційних ресурсів, необхідних для формування ЕЗ. Тому розробка методики формування ЕЗ по фотографічним зображенням із застосуванням технологій ГІС є актуальною. Програмна реалізація методики дозволить значною мірою автоматизувати процес формування польотного завдання для ЛА, що оснащені кореляційно-екстремальними СКНІ.

Аналіз літератури. У роботах [1, 2] викладені основні вимоги до системи інформаційного забезпечення роботи СКНІ ЛА і описані основні методи формування ЕЗ.

Показано, що найбільш достовірним методом отримання ЕЗ є натурні вимірювання.

Метою даної статті є розробка методики формування по фотографічним зображенням ЕЗ для СКНІ ЛА, що оснащені інформаційним датчиком поля видимого діапазону електромагнітних хвиль.

Основна частина

Незалежно від діапазону електромагнітних хвиль всі ЕЗ для кореляційно-екстремальних СКНІ ЛА повинні відповідати таким вимогам:

1. ЕЗ являє собою растрове зображення або двовимірний цифровий масив.

2. Центр ЕЗ повинен збігатися з центром наземного орієнтиру.

3. Просторова орієнтація ЕЗ (напрямок "низ – верх" ЕЗ) повинна відповідати азимуту візування поточного зображення (ПЗ).

4. Не допускаються геометричні перекручування ЕЗ.

5. Масштаб ЕЗ (відстань між пікселями в метрах) повинен відповідати масштабу ПЗ.

Операції з обробки вихідної інформації і формування ЕЗ повинні проводитися на базі спеціалізованого програмно-апаратного комплексу (автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора підготовки еталонної інформації).

До складу програмного забезпечення АРМ повинні входити:

– спеціалізований редактор, що дозволяє виводити на екран і редагувати векторні і растрові шари електронних карт місцевості (ЕКМ) та фотознімки;

– програмний модуль, що дозволяє проводити перетворення растрових зображень (геометричні перетворення, фільтрацію, поелементні перетворення).

– програмний модуль, що здійснює формування ЕЗ з попередньо оброблених в спеціалізованому графічному редакторі фотографічних зображень.

Алгоритм формування ЕЗ на основі актуальних фотознімків наступний:

1. Отримання і введення вихідних даних – координат точки наземного орієнтиру, висот візування опорної ділянки місцевості і азимута візування поточного зображення (ПЗ).

2. Отримання актуальних фотознімків в цифровому вигляді. При необхідності – сканування знімків з паперових носіїв або фотоплівки.

3. Завантаження необхідних аркушів ЕКМ. При цьому редактор повинен забезпечувати автоматичне «зшивання» кількох аркушів ЕКМ. Центр наземного орієнтиру повинен відповідати центру виведеного на екран зображення.

4. Завантаження фотознімка в окремий растровий шар і його попередня обробка (фільтрація, контрастування).

5. Виділення характерних точок (не менше 4) на фотознімку і електронній карті місцевості. Точки, по можливості, повинні рівномірно розподілятися по всій площі зображення, кожній характерній точці фотозображення необхідно поставити у відповідність характерні точки на електронній карті місцевості.

6. Автоматична обробка фотознімка засобами графічного редактора – геометричні перетворення фотознімка з метою максимально можливого збігу контурів об'єктів на фотознімку з контурами об'єктів на ЕКМ.

7. Розворот фотознімка відповідно до азимуту візування ПЗ.

8. Розрахунок розмірів ЕЗ, обрізка країв, зміна роздільної здатності ЕЗ (приведення до масштабу ПЗ).

9. Приведення до сірої шкали (у тому випадку, якщо вихідний знімок кольоровий), контрастування ЕЗ. У разі необхідності – додаткові операції (фільтрація, підкреслення контурів і т.і.).

Дії, що описані в даному алгоритмі, повторюються для всіх обраних уздовж траси польоту ЛА опорних ділянок місцевості. Далі відбувається формування і збереження польотного завдання – доповнення набору ЕЗ службовою інформацією (порядковий номер ЕЗ, координати центру ЕЗ, висота візування, при необхідності – азимут візування і т.і.), пакування отриманого набору файлів в архів

для передачі в бортову систему управління літальним апаратом.

Функціонал обробки прив'язаного до ЕКМ фотознімка, що описаний в алгоритмі формування ЕЗ (п.п. 7 – 9), був реалізований на мові високого рівня Python. Для розробки графічного інтерфейсу використовувалось програмне середовище Qt Designer бібліотеки PyQt.

На рис. 1 показана екранна форма введення вихідних даних, що необхідні для обробки прив'язаного до ЕКМ фотознімку.

На даному рисунку центр обраної опорної ділянки місцевості позначений маркером. Координати маркера виводяться на екран. Вихідними даними для автоматичного формування ЕЗ по фотознімку є: роздільна здатність ЕЗ, кут огляду інформаційного датчика СКНІ ЛА, висота польоту ЛА, азимут ЛА.

На рис. 2 показана екранна форма з результатами автоматичної обробки вихідного фотознімку (виводиться в лівому вікні).

Отримане ЕЗ відображено в правому вікні екранної форми.

Автоматизація операцій по формуванню ЕЗ дозволяє значно скоротити тривалість підготовки польотного завдання для ЛА з СКНІ. Прив'язка фотознімка до ЕКМ та компенсація наявних геометричних перекошувань за допомогою сучасних ПС здійснюється підготовленим оператором за 8-10 хвилин. Формування ЕЗ з обробленого фотознімка за допомогою розробленого програмного модуля здійснюється за 2 – 3 хвилини.



Рис. 1. Вікно введення вихідних даних для формування еталонного зображення



Рис. 2. Вікно виведення результату обробки фотознімку та збереження сформованого еталонного зображення

Висновки

1. Можливості сучасних географічних інформаційних систем дозволяють вирішувати значну частину завдань з попередньої обробки вихідної інформації, що необхідна для формування еталонних зображень для СКНІ ЛА, що оснащені інформаційними датчиками видимого діапазону електромагнітних хвиль.

2. При наявності програмного модуля, який здійснює операції формування еталонних зображень на основі прив'язаних до фотознімків електронних карт місцевості, загальна тривалість процесу підготовки еталонного зображення може становити 10-15 хв.

Список літератури

1. Володин В. Информационное обеспечение систем наведения ВТО / В. Володин, В. Щербинин // Военный парад: ж. – М.: Издательский дом «Военный парад». – 2003. – № 4(58). – С. 51-53.
2. Ильин А. Фоно-целевое информационное обеспечение головок самонаведения / А. Ильин, А. Зуев // Военный парад: ж. – М.: Издательский дом «Военный парад». – 2003. – № 4(58). – С. 56-58.

Надійшла до редколегії 22.12.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Сотніков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПОДГОТОВКА ЭТАЛОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОРРЕКЦИИ НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А.М. Гричанюк, А.В. Щуцкий, С.В. Миронюк

Изложены результаты разработки методики формирования оптических эталонных изображений на основе актуальных фотоснимков и растровых слоев электронных карт местности, описан программный модуль формирования эталонных изображений по привязанным к электронной карте местности фотоснимкам.

Ключевые слова: корреляционно-экстремальная система навигации летательных аппаратов, фильтрация изображений.

PREPARATION OF THE REFERENCE IMAGE FOR THE IMAGE-BASED NAVIGATION SYSTEM OF THE AIRCRAFT

A.M. Hrichaniuk, A.V. Shutskiy, S.V. Myronuk

Results of method development of forming optical reference images, based on actual photos and raster electronic charts terrain are presented. In an article the program module for forming reference images attached to e-map terrain photographs is described.

Keywords: image-based navigation system, image filtering.