

УДК 621.396.96

В.А. Таршин¹, А.М. Сотников¹, Р.Г. Сидоренко¹, А.В. Мезенцев²¹ Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков² Институт проблем регистрации информации НАН Украины, Киев

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ ИСХОДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ

Разработан программный комплекс, позволяющий производить заблаговременную и оперативную оценку информативности исходных изображений для формирования эталонных изображений с использованием различных типов информационных признаков. Программный комплекс может быть положен в основу автоматизированного рабочего места оператора подготовки эталонных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации.

Ключевые слова: корреляционно-экстремальная система навигации, эталонное изображение, исходное изображение.

Введение

Общепринятыми этапами планирования применения средств наведения (самонаведения) летательных аппаратов (ЛА) является заблаговременная и непосредственная подготовка. С точки зрения планирования и применения беспилотных летательных аппаратов с высокоточными корреляционно-экстремальными системами навигации (КЭСН), основное время при выполнении подготовительных работ предусматривает формирование полетного задания и подготовку эталонных изображений (ЭИ).

Для формирования ЭИ, обладающих необходимыми отличиями от других участков поверхности визирования (ПВ), необходимо проведение объективной оценки информативных признаков (ИП) изображений, выбранных в качестве исходных. Такая оценка информативности исходных изображений (ИИ) позволит определить не только наилучшую совокупность ИП для высокоточных КЭСН, но и сформировать ЭИ с заданной степенью устойчивости фоновно-объектового наполнения к искажениям.

Оценка информативности производится с учетом объектовой насыщенности участков ПВ, которая определяет особенности реализации алгоритмов обработки изображений. Для формирования полетных заданий ЛА, КЭСН должны иметь вариант автоматической (автоматизированной) реализации формирования ЭИ.

Постановка проблемы. Одним из путей позволяющим производить заблаговременную и оперативную оценку информативности ИИ для формирования эталонных изображений с использованием различных типов ИП является разработка методики оценки информативности исходных изображений.

Рассматриваемая в статье проблема предусматривает выбор и использование двух вариантов по-

лей: поля корреляционного анализа (ПКА) и поля фрактальной размерности (ПФР), которые соответствуют вариантам заблаговременного и оперативного формирования ЭИ.

Анализ последних достижений и публикаций. В работе [1] на основе ПКА, и современных подходов к построению и функционированию КЭСН, получению эталонной информации предлагаются новые принципы формирования ЭИ и оценки информативности ИИ, позволяющие определять информативные области исходных изображений для обеспечения высокой точности определения местоположения ЛА. В работе [2] усовершенствован метод фрактального анализа изображений, который при предварительном устранении избыточной объектовой насыщенности позволяет реализовать заданные требования к оперативной оценке информативности изображений для формирования ЭИ.

Целью статьи является разработка программного комплекса для высокоточных КЭСН, позволяющего производить заблаговременную и оперативную оценку информативности исходных изображений, для формирования эталонных изображений с использованием различных типов информационных признаков.

Основной материал

Программный комплекс формирования ЭИ для высокоточных КЭСН (рис. 1) предоставляет оператору возможность: выбора различных типов информативных полей; использования скалярных и векторных ИП; оперативного либо заблаговременного формирования ЭИ; формирования одиночных либо многоэлементных ЭИ; оценки потенциальных возможностей привязки КЭСН к ЭИ.

Методика оценки информативности по ПКА описывается блок-схемой алгоритма, представлен-

ной на рис. 2, в соответствии с которой формирование ЭИ по ПКА предусматривает как раздельное использование поля корреляционного анализа по яркости (ПКАЯ) и поля корреляционного анализа по контрасту (ПКАК), так и совместное, согласно обобщенному показателю качества [3].



Рис. 1. Панель управления доступом к задачам программы подготовки ЭИ для КЭСН

Совместное ПКА по яркости и контрасту обладает более стабильными характеристиками, поскольку предусматривает выделение информативных участков ИИ, обладающих одновременно как наибольшей яркостью, так и контрастом.

Выбор информативных участков ИИ может осуществляться оператором автоматически либо автоматизировано.

Блок-схема алгоритма формирования ЭИ по ПФР представлена на рис. 3.

Алгоритмом (рис. 3) предусмотрено определение характеристик шумового окраса, соответствующих параметрам и объектовой насыщенности ИИ. В программном комплексе предусмотрено формирование совокупности изображений S с одинаковым математическим ожиданием и различными дисперсиями. Выбор того или иного изображения S определяется степенью трансформации гистограммы яркости. Пример изменения гистограммы яркости в зависимости от среднеквадратического отклонения гауссовского шума применительно к ИИ (рис. 4) приведены на рис. 5, 6 для указанных значений дисперсий шумового окраса.

По результатам математического моделирования процесса оперативной оценки информативности, проведенного для большого количества изображений, установлено, что достаточной для окрашивания считается дисперсия шума, при которой в результате трансформации гистограммы яркости

один из острых пиков в областях f_{\min} либо f_{\max} по своей амплитуде превосходит значение основного пика гистограммы яркости, как показано на рис. 5.

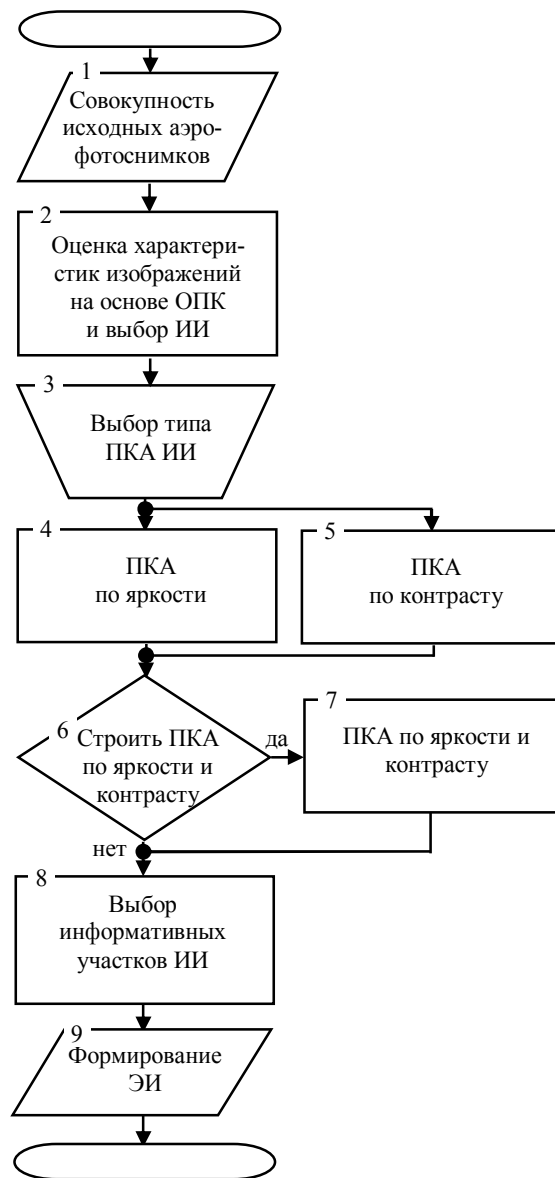


Рис. 2. Алгоритм подготовки ЭИ по методу прямого корреляционного анализа

Определение дисперсии шумового окраса может осуществляться вручную оператором, либо автоматически с использованием порогового устройства, для которого уровень порога определяется значением основного максимума гистограммы яркости изображения $S = S_{ИИ} + S_I$.

Выбор D_{\min} и D_{\max} осуществляется вручную оператором по гистограмме ПФР, либо автоматически по ранжированной выборке гистограммы ПФР, как показано в работе [4].

Рассмотренные выше алгоритмы оценки информативности ИИ и формирования ЭИ могут быть применены как при формировании ЭИ в инфракрасном (ИК) и радиолокационном (РЛ) диапазонах, так и при формировании универсального ЭИ.

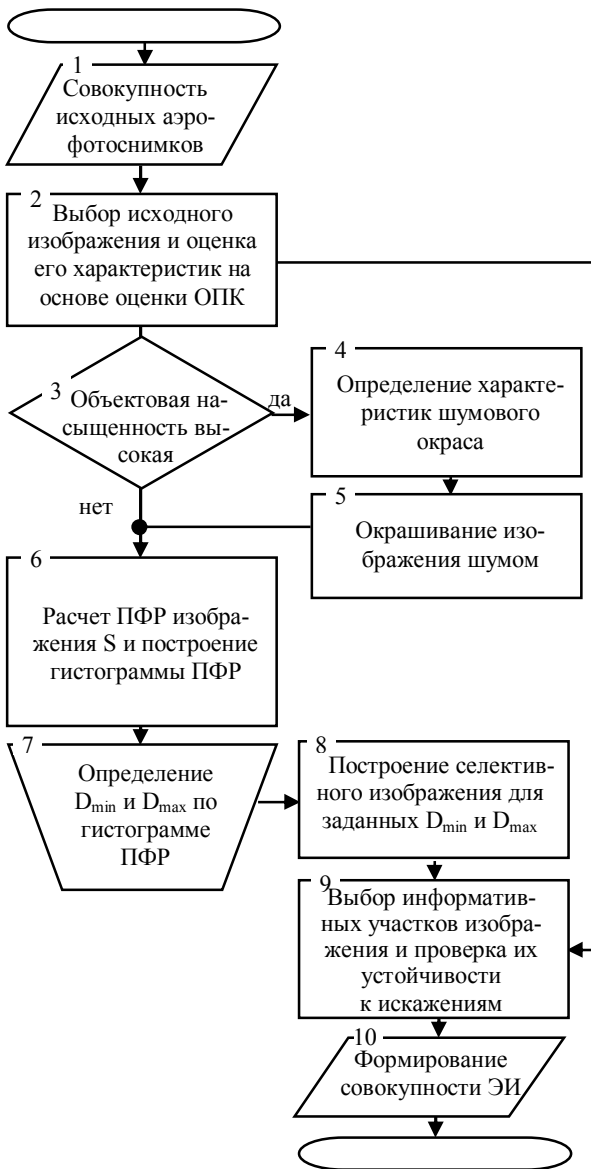


Рис. 3. Блок-схема алгоритма оперативной подготовки ЭИ по ПФР



Рис. 4. Исходное изображение ПВ поблизости Каира (Google Earth)

Однако для повышения качества ЭИ, исключения влияния на ИК и РЛ ЭИ артефактов, сезонных и суточных изменений, а также помех целесообразно производить их сопоставление с ЭИ, формируемом в видимом диапазоне волн.

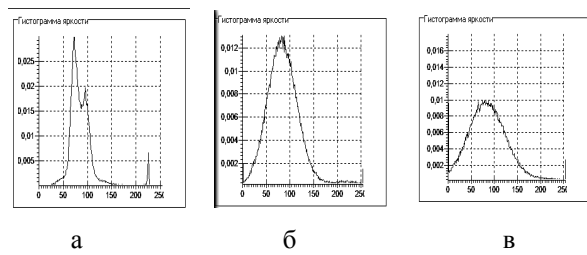


Рис. 5. Гистограммы яркости окрашенного ИИ: а – $\sigma_1=0$; б – $\sigma_1=25,6$; в – $\sigma_1=36,2$

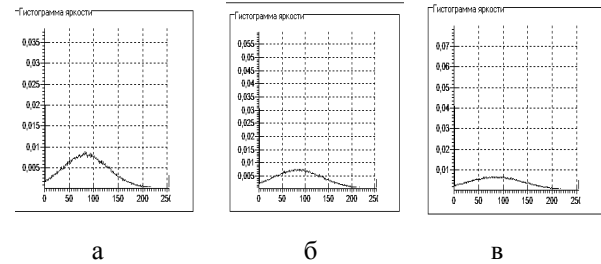


Рис. 6. Гистограммы яркости окрашенного ИИ: а – $\sigma_1=44,3$; б – $\sigma_1=51,2$; в – $\sigma_1=57,2$

Результаты оценки информативности РЛ изображения (рис. 7) по методам прямого корреляционного и фрактального анализа с предварительным устранением избыточной объектовой насыщенности приведены на рис. 8 – 10 соответственно для размера скользящего окна 20×20 пикселей. Результат локализации информативных областей изображения по ПКАЯ обозначен на рис. 8 кругами и квадратами. Локальные области, обозначенные квадратами на рис. 8, соответствуют локализованным информативным областям оптического изображения [5]. Отличия, обозначенные кругами, обусловлены артефактами на РЛ изображении, а также отличиями в условий получения оптического и РЛ изображений.



Рис. 7. Полутоновое РЛ изображение участка ПВ с высокой объектовой насыщенностью

Использование поля ПКА по яркости и контрасту (рис. 9) позволяет устранить неоднозначность, возникающую при анализе ИИ с использованием либо ПКАЯ либо ПККА. На рис. 10 приведено селективное изображение, построенное по ПФР с применением предварительного уменьшения избыточной объектовой насыщенности.

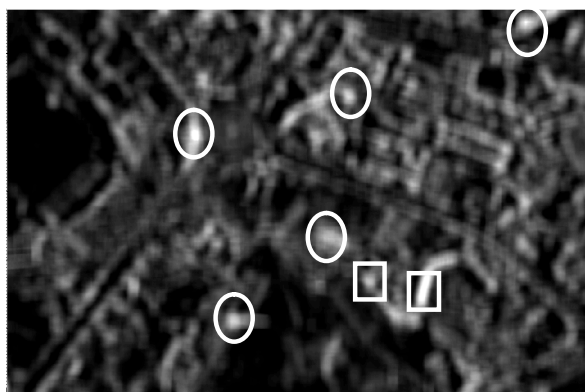


Рис. 8. Проекція ПКА по яркості РЛ зображення участка ПВ з високою об'єктовою насиченістю



Рис. 9. Селективне зображення (ПКА по яркості і контрасту)

Висновки

Таким образом, разработанный программный комплекс формирования ЭИ для высокоточных КЭСН реализует методы формирования ЭИ с предварительной оценкой информативности ИИ по различным видам информативных полей, в том числе, метод прямого корреляционного анализа по ПКА яркости и контрасту, а также усовершенствованный метод анализа ИИ по ПФР с предварительным устранением объектовой насыщенности, которые могут быть использованы для оценки информативности ИИ полученных с использованием датчиков различной физической природы. Оценка устойчивости информационных полей к воздействию различных искажающих



Рис. 10. Селективное изображение изображения участка ПВ с высокой объектовой насыщенностью ($N = 20$; $2.83 < D < 3$)

факторов, а также оценка информативности изображений, выбранных в качестве исходных, позволяет реализовать автоматическое (автоматизированное) формирование ЭИ.

Список литературы

1. Таршин В.А. Подготовка эталонных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации на основе использования прямого корреляционного анализа / В.А. Таршин, А.М. Сотников, Р.Г. Сидоренко // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2015. – № 2 (19). – С. 69-73.
2. Таршин В.А. Подготовка эталонных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации на основе формирования поля фрактальных размерностей / В.А. Таршин, А.М. Сотников, Р.Г. Сидоренко, В.В. Мезельбей // *Системи озброєння і військова техніка*. – 2015. – №2(42). – С. 142-144.
3. Таршин В.А. Обоснование применения методов фрактального анализа для оперативной подготовки эталонных изображений / В.А. Таршин, А.М. Сотников, Р.Э. Пащенко // *Системи обробки інформації*. – Х.: ХУ ПС, 2014. – Вип. 1(117). – С. 62-66.
4. Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов: коллективная монография; под ред. Р.Э. Пащенко. – Х.: ХОО «НЭО «Экоперспектива», 2006. – 348 с.

Поступила в редколлегию 10.07.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.И. Сухаревский, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ІНФОРМАТИВНОСТІ ВИХІДНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ВИСОКОТОЧНИХ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ

В.А. Таршин, О.М. Сотников, Р.Г. Сидоренко, О.В. Мезенцев

Розроблений програмний комплекс, що дозволяє виробляти завчасну і оперативну оцінку інформативності вихідних зображень для формування еталонних зображень з використанням різних типів інформаційних ознак. Програмний комплекс може бути покладений в основу автоматизованого робочого місця оператора підготовки еталонних зображень для високоточних кореляційно-екстремальних систем навігації.

Ключові слова: кореляційно-екстремальна система навігації, еталонне зображення, початкове зображення.

INFORMATION CAPABILITY ESTIMATION TECHNIQUE OF INITIAL IMAGES FOR HIGH-FIDELITY CROSS-CORRELATION-EXTREME SYSTEMS OF NAVIGATION

V.A. Tarshyn, A.M. Sotnikov, R.G. Sydorenko, A.V. Mezentshev

A program complex is developed that allows to produce the done early and operative estimation of an information capability of initial images for a reference picture generation with the use of different types of informative signs. The program complex can be used as the prototype of an operator workstation for preparation of reference patterns for the high-fidelity cross-correlation-extreme systems of navigation.

Keywords: correlation-extreme navigation system, reference image, initial image.