

УДК 528.72

А. А. КРАСНОРУЦКИЙ¹, С. С. ШУЛЬГИН², А. В. ХАХАНОВА³, Д. В. БАРАННИК³¹Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина²Черкасский государственный технологический университет, Украина³Харьковский национальный университет радиозлектроники, Украина

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛЬНО ИНФОРМАТИВНЫХ СЕГМЕНТОВ АЭРОФОТОСНИМКА

Обсуждается вариант решения проблемы, снижения информативной интенсивности видеопотока, поступающего с борта летательного аппарата, без потери его оперативности и достоверности. Выполнен анализ участков аэрофотоснимка, которые составляют информативную избыточность и, впоследствии, усложняют процесс его дешифрирования. Раскрыта реализация технологии дешифровочного кодирования аэрофотоснимка. Рассмотрена модель классификации информативных сегментов аэрофотоснимка. Предложено направление снижения информационной избыточности аэрофотоснимков с сохранением ключевой информации к его дешифрированию. Приведено обоснование метода точного выделения сильно информативных сегментов из всего аэрофотоснимка, которые несут максимальную информацию об объектах в интересах дешифрирования. Предложена перспективная технологическая концепция эффективного синтаксического описания элементов достаточно информативных сегментов аэрофотоснимка, которая учитывает характеристики компонент трансформант дискретно-косинусного преобразования. Причем такая концепция направлена на максимальное сохранение ключевой информации к дешифрированию всего аэрофотоснимка. Рассмотрена схема оценивания значимости трансформанты информативных сегментов аэрофотоснимка. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и производстве перспективных цифровых сканеров.

Ключевые слова: аэрофотоснимок, избыточность, массив сегмента, дешифровочное кодирование, кодограмма.

Постановка проблемы

Современный этап развития информационных технологий позволяет интегрировать в систему предупреждения и ликвидации кризисных ситуаций беспилотные авиационные комплексы с функцией аэромониторинга. Предоставляется возможность системам управления получать информацию в виде аэрофотоснимков или же последовательности видеокадров для их дальнейшего дешифрирования [1, 2]. Действительность развития кризисных ситуаций диктует системам управления дополнительные требования по повышению, как оперативности, так и достоверности доставки видеoinформации. Однако особенность цифрового аэрофотоснимка и особенность существующих технологий обработки изображений не позволяют повысить оперативность доставки видеоданных по бортовому радиоканалу без разрушения семантической составляющей изображения [3, 4]. Поэтому, существует научно-прикладная проблема, суть которой заключается в

уменьшении информационной интенсивности видеопотока, поступающего с борта летательного аппарата, без потери его оперативности и достоверности.

Анализ последних исследований и публикаций

Опыт применения цифровых сканеров, а вместе с ними и существующих методов снижения информационной избыточности в процессе ведения аэрофотосъемки показывает, что возможность доведения видеоданных в режиме реального времени по выделенному бортовому каналу связи без разрушения семантически важной информации находится в недостаточной проработке [4, 5].

На рисунке 1 приведены результаты практических испытаний цифрового сканера 3-PAS-1 и его сравнительная характеристика с аналоговым аэрофотоаппаратом М-167.

Таким образом, выполнение задачи по иденти-

фикации объектов интереса в условиях повышения оперативности ставится под угрозу. Это связано с классическим подходом устранения присутствующей на аэрофотоснимке статистической и структурной избыточности, то есть применением технологий семейства JPEG.

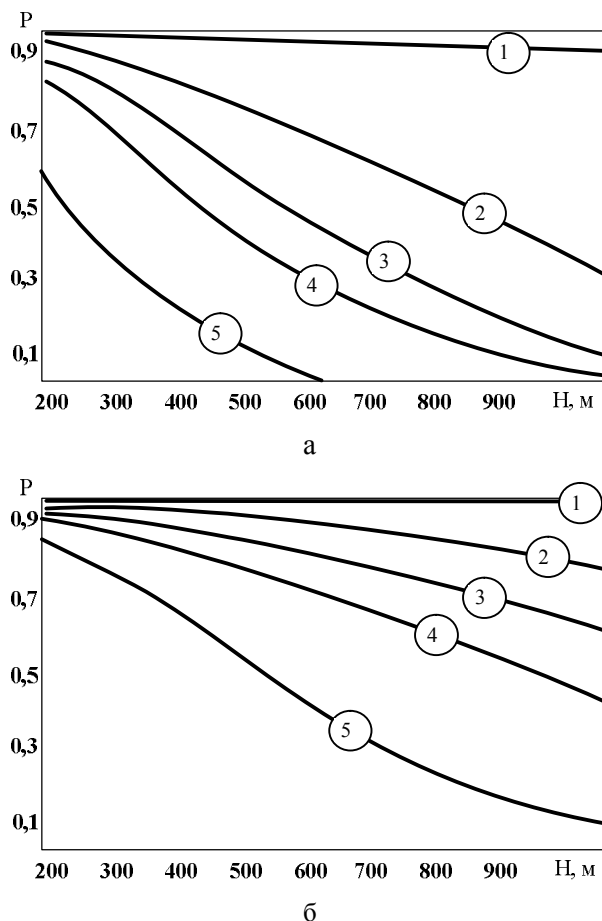


Рис. 1. Зависимость вероятности P правильного дешифрирования объектов от высоты H аэрофотосъемки (1 – обнаружение объектов; 2 – распознавание вида объекта; 3 – распознавание класса объекта; 4 – распознавание типа объекта; 5 – идентификация объекта): а – 3-PAS-1, б – аэрофотоаппарат M167

Данную проблему предлагается решить при помощи технологии дешифровочного кодирования. Реализация технологии дешифровочного кодирования включает классификацию сегментов (участков) аэрофотоснимка как ограниченно информативных и информативных [6, 7].

В работах [8, 9] показывается, что не все участки аэрофотоснимка необходимы для дешифрирования. В тоже время такие участки составляют информативную избыточность полученного изображения и усложняют процесс его дешифрирования.

Сказанное стимулирует разработку эффективных алгоритмов снижения информационной избы-

точности изображения без разрушения его семантической составляющей.

Целью данной работы является разработка метода точного выделения сильно информативных сегментов из всего аэрофотоснимка, которые несут максимальную информацию об объектах в интересах дешифрирования.

Основная часть

Информативные сегменты аэрофотоснимка несут, в зависимости от задач дешифрирования, различную информацию по значимости. Поэтому, для выявления наиболее информативных (с позиции дешифрирования) сегментов, предлагается провести классификацию информативных сегментов как достаточно информативные и сильно информативные. В дальнейшем эти сегменты, для максимального сохранения информации при устранении избыточности, будут обрабатываться различными методами. Одним из направлений выявления сильно информативных сегментов (после их разбивки на массивы), есть оценивание спектрально-частотной составляющей этих массивов.

Спектрально-частотное представление позволяет представить сегмент изображения в виде низкочастотных и высокочастотных областей. Низкочастотные компоненты несут информацию о структурных частях сегмента изображения (определяется как среднее значение яркости) и, в свою очередь, являются важными для правильной идентификации объектов. Высокочастотные компоненты отвечают за цветовые переходы объектов изображения и поэтому уступают по значимости низкочастотным. Предлагается те сегменты, которые классифицировались как информативные, переместить из пространственно-временной области в спектрально-частотную, используя при этом ортогональное преобразование в виде двумерного дискретно-косинусного преобразования (ДКП). Использование ДКП здесь обусловлено:

1) снижением двумерной статистической зависимости между элементами сегментов изображения;

2) величина ошибки преобразования на основе базисных функций ортогональных преобразований распределяется по всем элементам сегмента при его восстановлении;

3) снижение степени информативности обрабатываемого сегмента и, как следствие создает потенциальную возможность дальнейшего снижения информационной интенсивности этих сегментов.

В общем случае прямое и обратное ортогональное преобразование ДКП сегментов изображения задаются соответственно выражениями [10, 11]:

$$Y_{тр}(n, m) = \frac{1}{K_n} F_{дкп}(n) Y(n, m) F'_{дкп}(m); \quad (1)$$

$$Y(n, m) = \frac{1}{K_n} F'_{дкп}(n) Y_{тр}(n, m) F_{дкп}(m), \quad (2)$$

где $Y_{тр}(n, m)$ – трансформанта ортогонального преобразования сегмента размером $n \times m$;

$Y(n, m)$ сегмент размером $n \times m$ (элементы исходного изображения);

$F_{дкп}(n)$ матрица дискретных значений базисных функций ДКП;

$F'_{дкп}(m)$ транспонированная матрица дискретных значений базисных функций ДКП;

K_n коэффициент нормировки.

Результатом выполнения дискретного косинусного преобразования изображения Y , есть формирование трансформант $Y_{тр}$ этого изображения, размером $n \times n$ элементов, которые представляются в виде двумерных массивов.

В соответствии со свойствами базисных функций ДКП компоненты $Y_{k,l}$ трансформант $Y_{тр}$ являются интегральными характеристиками структурного содержания фрагмента изображения Y . Интегральные свойства этих компонент зависят от их положения в трансформанте. Такая зависимость выглядит следующим образом:

– значения компонент в верхнем левом углу трансформанты пропорциональны средней яркости изображения;

– значения компонент левой верхней области трансформанты характеризуют степень насыщенности блока изображения низкочастотными перепадами;

– низкочастотные перепады характеризуют ступенчатые изменения уровня яркости или цветовые переходы;

– значения компонент в средней части трансформанты определяют степень насыщенности блока изображения линейными изменениями уровня яркости;

– значения компонент в нижней правой области трансформанты зависят от степени насыщенности блока изображения высокочастотными перепадами;

– высокочастотные перепады характеризуют импульсные изменения числовых значений элементов изображений.

Значение компонент трансформанты изменяются по мере преобладания в исходном изображении различных структурных особенностей. Значительный класс участков аэрофотоснимка содержит линейные, монотонные и ступенчатые структурные изменения уровня яркости. Импульсные изменения занимают меньшую площадь изображения. Кроме того, они могут быть вызваны шумами дискретизации. Поэтому наибольшие значения имеют компоненты, расположенные в верхней левой части трансформанты. Компоненты в нижней части трансформанты соответствуют высокочастотным изменениям. Поэтому они имеют меньшие значения.

На рис. 2 представлен фрагмент сегмента аэрофотоснимка размером 8×8 после преобразования ДКП. Проследим за компонентами этой трансформанты.

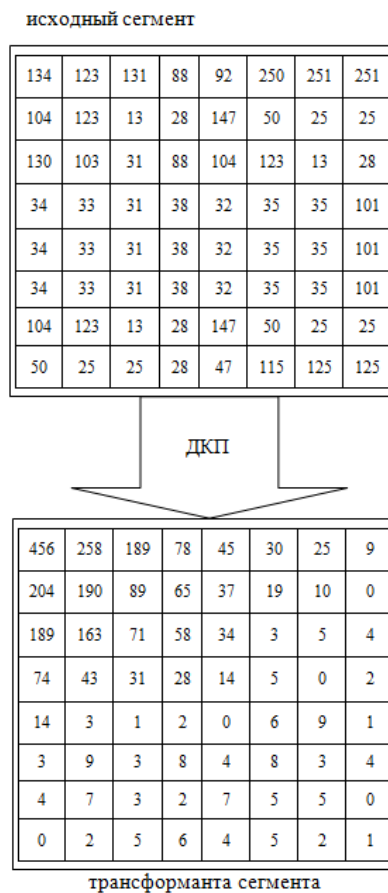


Рис. 2. Фрагмент сегмента после преобразования ДКП

В трансформанте сегмента низкочастотные компоненты располагаются ближе к верхнему левому краю. В то же время высокочастотные компоненты смещаются вправо и вниз.

Сравнительный анализ трансформант ДКП информативных сегментов изображения указывает на некоторые особенности:

– значения коэффициентов трансформанты уменьшаются в направлении от верхнего левого угла вправо и вниз, то есть к правому нижнему углу трансформанты;

– низкочастотные компоненты (максимальные значения коэффициентов) сконцентрированы в относительно малой области трансформанты. В то же время высокочастотные компоненты (минимальные значения коэффициентов) занимают большую часть трансформанты;

– размер области трансформанты с большими значениями коэффициентов прямо пропорционален площадям изображений с объектами, которые имеют значительные перепады яркости;

– чем больше отношение площади, имеющей мало-изменяющуюся яркость к площади изображения передаваемого объекта, тем меньше размер области трансформанты с большими значениями компонент.

Учитывая данные особенности, предлагается классифицировать информативные сегменты изображения как достаточно информативные и сильно информативные.

Экспериментальные исследования, проводимые с различными аэрофотоснимками, показывают, что те сегменты, которые имеют максимальные значения компонент трансформанты Y_{tr} выше числового значения 378, обладают максимальной информативностью, с точки зрения идентификации объектов интереса (решение задач по дешифрированию). Поэтому предложено: сегменты изображения, которые имеют максимальные значения $U_{1,k}$ компоненты трансформанты Y_{tr} в пределах 150 – 378, будут называться достаточно информативными сегментами $Y^{(d)}$ с трансформантой $Y_{tr}^{(d)}$. Соответственно, коэффициенты, имеющие эти значения выше 378, будут относиться к сильно информативным сегментам $Y^{(c)}$ с трансформантой $Y_{tr}^{(c)}$. В зависимости от сложности вариантов задач дешифрирования (выявление, распознавание, идентификация), этот порог может изменяться.

Предлагается ввести правило M_{cc}^{2p} порогового ограничения на максимальное значение коэффициента трансформанты информативного сегмента. Превышение этого порога M_{cc}^{2p} будет означать, что данный сегмент классифицируется как сильно информативный (рис. 3).

Результатом вышеописанных манипуляций проведена классификация информативных сегментов аэрофотоснимка как достаточно информативных и сильно информативных. На основе особенностей

формирования трансформант ДКП для различных сегментов изображения с различной степенью насыщенности деталями в дальнейшем появляется потенциальная возможность дополнительного снижения их интенсивности за счет применения перспективных технологий эффективного синтаксического описания элементов сегментов рассматриваемых аэрофотоснимков.

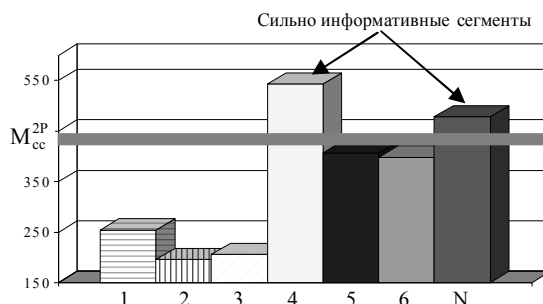


Рис. 3. Диаграмма порогового ограничения информативных сегментов аэрофотоснимка

Структурная схема оценивания значимости трансформанты информативных сегментов приведена на рисунке 4.

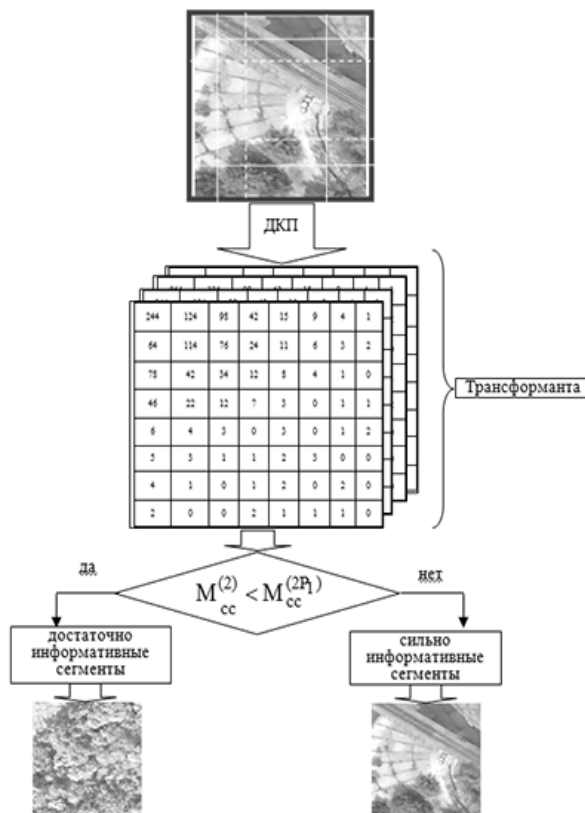


Рис. 4. Схема оценивания значимости трансформанты информативных сегментов аэрофотоснимка

Для реализации эффективного синтаксического описания элементов сегментов, которые классифицируются как достаточно информативные, предлагается применить для их трансформант метод двухградационного неравномерного позиционного кодирования с динамическим базисом оснований [11, 12]. Такой подход обоснован сокращением комбинаторной избыточности сегментов, обусловленный, с одной стороны, коррелированностью элементов областей сегментов, а с другой стороны - наличием ограниченного количества мелких объектов на этих сегментах.

Для устранения комбинаторной избыточности сегментов рассмотрим характеристики трансформант ДКП этих сегментов. Важными характеристиками трансформант ДКП являются:

- величины $y_{k\ell}^{(\max)}$ динамических диапазонов их компонент $y_{k\ell}$:

$$y_{k\ell}^{(\max)} = y_{k\ell} + 1; \quad (3)$$

- динамический диапазон $d_{\text{тр}}$ для всей трансформанты, равный

$$d_{\text{тр}} = |y_{\max}| - |y_{\min}| + 1; \quad (4)$$

$$y_{\max} = \max_{\substack{0 \leq k \leq n-1; \\ 0 \leq \ell \leq n-1;}} \{y_{k;\ell}\}; \quad y_{\min} = \min_{\substack{0 \leq k \leq n-1; \\ 0 \leq \ell \leq n-1;}} \{y_{k;\ell}\}, \quad (5)$$

где y_{\max} и y_{\min} - соответственно максимальное и минимальное значение компоненты в трансформанте;

- величина d_k динамического диапазона строки трансформанты равная разности между максимальным $y_{k,\max}$ и $y_{k,\min}$ минимальным значениями компонент в k -й строке:

$$(y_{k,\max} - y_{k,\min}) + 1 = d_k; \quad (6)$$

- величина d_ℓ динамического диапазона ℓ -го столбца трансформанты равная разности между максимальным $y_{\ell,\max}$ и $y_{\ell,\min}$ минимальным значениями компонент ℓ -го столбца, а именно

$$(y_{\ell,\max} - y_{\ell,\min}) + 1 = d_\ell. \quad (7)$$

Поскольку неравномерность динамических диапазонов характерна как для строк, так и для

столбцов трансформанты, то в общем случае выполняется неравенство $d_k \neq d_\ell$.

Поэтому для уменьшения динамического диапазона компоненты $y_{k\ell}$ необходимо использовать величину $d_{k\ell}$, полученную на основе динамических диапазонов строк d_k и столбцов d_ℓ , т.е. учитывается неравномерность диапазонов по двум направлениям трансформанты. Значение величины $d_{k\ell}$ в этом случае будет равно:

$$d_{k\ell} = \min(d_k; d_\ell). \quad (8)$$

Тогда выполняются неравенства:

$$y_{k\ell} \leq d_{k\ell}; \quad d_{k\ell} \leq d_k; \quad d_{k\ell} \leq d_\ell. \quad (9)$$

Для динамических диапазонов компонент характерны неравномерность распределения и ограниченность значений в разных частях трансформант. В соответствии с чем, трансформанты ДКП имеют комбинаторную интерпретацию. Трансформанта ДКП представляет собой перестановку с повторениями на элементы $y_{k\ell}$, в которой наложены ограничения на динамический диапазон.

Если рассматривать только абсолютные значения компонент трансформанты, то есть знак не учитывается, то их значения будут находиться в следующем диапазоне:

$$y_{k\ell} = \overline{0, d_{k\ell} - 1}. \quad (10)$$

Тогда количество различных трансформант, составленных из $(n \times n)$ -го количества компонент $y_{k\ell}$, удовлетворяющих соотношению (10), будет определяться как:

$$V_{n \times n}^{(2)} = \prod_{k=1}^n \prod_{\ell=1}^n d_{k\ell}, \quad (11)$$

где $V_{n \times n}^{(2)}$, - количество трансформант, компоненты которых удовлетворяют ограничению (10).

Согласно комбинаторной интерпретации трансформанты и соотношению (11) количество информации, в среднем содержащееся в одном элементе $y_{k\ell}$, оценивается с помощью следующего выражения:

$$\begin{aligned} \overline{Q}_{n \times n}^{(2)} &= (\log_2 V_{n \times n}^{(2)}) / (nn) = \\ &= (\log_2 \prod_{k=1}^n \prod_{l=1}^n d_{kl}) / (nn) = \\ &= (\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n \log_2 d_{kl}) / (nn), \end{aligned} \quad (12)$$

где $\overline{Q}_{n \times n}^{(2)}$ - количество информации, приходящееся в среднем на одну компоненту трансформанты в случае его комбинаторной трактовки для ограничения (11).

Соответственно количество комбинаторной избыточности в трансформанте определяется разницей между количеством информации, приходящимся в среднем на одну компоненту, до и после учета ограничений на динамический диапазон.

Выводы

Одним из направлений снижения информационной избыточности аэрофотоснимков, полученных с борта летательного аппарата с сохранением как оперативности доставки, так и ключевой информации к его дешифрированию, есть выделение максимально значимых областей из всего аэрофотоснимка.

Построен метод точного выделения сильно информативных сегментов из всего аэрофотоснимка, которые несут максимальную информацию об объектах в интересах дешифрирования. Это позволит выделить и полностью передать неискаженную ключевую информацию к дешифрированию всего аэрофотоснимка, что, в свою очередь, сократит время и повысит вероятность правильного дешифрирования.

Предложена перспективная технологическая концепция эффективного синтаксического описания элементов достаточно информативных сегментов аэрофотоснимка, которая учитывает характеристики компонент трансформант ДКП.

Литература

1. Бобало, Ю. Я. Моніторинг об'єктів в умовах ап'орної невизначеності джерел інформації [Текст] : монографія / Ю. Я. Бобало, Ю. Г. Данник, О.О. Писарчук ; МОН України, Львівський політехнічний національний університет. – Львів : Коло, 2015. – 360 с.

2. Баишинский, В. Г. Малогабаритные беспилотные авиационные комплексы (Mini UVS) [Текст] :

монография / В. Г. Баишинский. – Запорожье : Мотор Сич, 2014. – 261 с.

3. Красильников, Н. Цифровая обработка изображений [Текст] / Н. Красильников. – М. : Вузовская книга, 2011. – 320 с.

4. Кулица, О. С. Обоснование требований относительно целостности видеoinформации воздушного мониторинга чрезвычайных ситуаций [Текст] / О. С. Кулица, М. В. Думанский // Сучасна спеціальна техніка : науково-практичний журнал / М-во внутрішніх справ України, Державний науково-дослідний інститут. – Київ, 2012. – № 4. – С. 88–91.

5. Авіоніка безпілотних літальних апаратів [Текст] : монографія / В. П. Харченко, В. І. Чепіженко, С. В. Павлова, А. А. Туник. – К. : ТОВ «Абрис-принт», 2012. – 463 с.

6. Теоретичні основи створення технологій протидії прихованим інформаційним атакам в сучасній гібридній війні [Текст] / А. М. Алімпієв, В. В. Баранник, Т. В. Белікова, С. О. Сідченко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. / М-во оборони України, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба. – Харків, 2017. – Вип. 4(150). – С. 113-121.

7. The ensuring the integrity of information streams under the cyberattacks action [Text] / V. Barannik, S. Podlesny, A. Krasnorutskiy, A. Musienko, V. Himenko // IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). – Yerevan, 2016. – P. 1-5. doi: 10.1109/EWDTS.2016.7807752.

8. Barannik, V. Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams [Text] / V. Barannik, Yu. Ryabukha, S. Podlesnyi // Telecommunications and Radio Engineering (English translation of Elektrosvyaz and Radiotekhnika) / Begell House Digital Library. – New York, 2017. – No. 76(7). – P. 607-615. doi: /10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40.

9. The analysis of the use of technologies of error resilient coding at influence of an error in the codeword [Text] / V. Barannik, S. Podlesny, K. Yalivets, A. Bekirov // 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET). – Lviv, 23-26 febr. 2016. – P. 52-54, doi: 10.1109/TCSET.2016.7451965.

10. Model intelligent processing of aerial photographs with a dedicated key features interpretation [Text] / V. Barannik, A. Krasnorutskiy, Yu. Ryabukha, D. Okladnoy // 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET). – Lviv, 23-26 febr. 2016. – P. 736. doi: 10.1109/TCSET.2016.7452167.

References

1. Bobalo, Ju. Ja, Dannik, Ju. G. Pisarchuk, O. O. Monitoryng ob'ektiv v umovah apriornoj' nevyznachnosti dzhерel informacii [Monitoring of objects in a pri-

ori uncertainty of sources of information]. Lviv polytechnic nat. univ. Publ., 2015. 360 p.

2. Bashynskij, V. G. *Malogabaritnye bespilotnye aviacionnye komplekxy (Mini UVS)* [Small, unmanned aeronautical complexes (Mini UVS)]. Zaporozhye, Motor Sich Publ., 2014. 261 p.

3. Krasil'nikov, N. *Cifrovaja obrabotka izobrazhenij* [Digital processing of images]. Moscow, Vuzovskaja kniga Publ., 2011. 320 p.

4. Kulica, O. S., Dumanskij, M. V. Obosnovanie trebovanij odnositel'no celostnosti videoinformacii vozdušnogo monitoringa chrezvychajnyh situacij [Substantiation of requirements regarding the integrity of video information of air monitoring of emergencies]. *Suchasna special'na tehnika*, 2012, no. 4, pp. 88-91.

5. Harchenko, V. P., Chepizhenko, V. I., Pavlova, S. V., Tunik, A. A. *Avionika bezpilotnyh lital'nyh aparativ* [Avionics of unmanned aerial vehicles]. Kyev, TOV "Abrys-prynt" Publ., 2012. 463 p.

6. Alimpiev, A., Barannik, V., Belikova, T., Sidchenko, S. Teoretychni osnovy stvorennia tekhnolohii protydii prykhovanyim informatsiynym atakam v suchasni hibrydni viini [Theoretical foundations of the creation of technologies for counteracting latent information attacks in the modern hybrid war]. *Information processing systems*, 2017, no. 4(150), pp. 113-121.

7. Barannik, V., Podlesny, S., Krasnorutskiy, A., Musienko, A., Himenko, V. The ensuring the integrity of information streams under the cyberattacks action. *2016 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*, Yerevan, 2016, pp. 1-5. doi: /10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40.

8. Barannik, V., Ryabukha, Yu., Podlesnyi, S. Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams. *Telecommunications and Radio Engineering (English translation of Elektrosvyaz and Radiotekhnika)*, 2017, no. 76(7), pp. 607-615. doi: /10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40.

9. Barannik, V., Podlesny, S., Yalivets, K., Bekirov, A. The analysis of the use of technologies of error resilient coding at influence of an error in the codeword. *Trudy 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET)*. Lviv, 2016, pp. 52-54. doi: 10.1109/TCSET.2016.7451965.

10. Barannik, V., Krasnorutskiy, A., Ryabukha, Y., Okladnoy, D. Model intelligent processing of aerial photographs with a dedicated key features interpretation. *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET)*, Lviv, 2016, pp. 736. doi: 10.1109/TCSET.2016.7452167.

Поступила в редакцію 10.01.2018, рассмотрена на редколлегии 14.02.2018

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СИЛЬНО ІНФОРМАТИВНИХ СЕГМЕНТІВ АЕРОФОТОЗНІМКІВ

А. О. Красноруцький, С. С. Шульгін, Г. В. Хаханова, Д. В. Бараннік

Обґрунтовано варіант вирішення проблеми зменшення інформативної інтенсивності відеопотоку, який надходить з борта літального апарату, без втрати його оперативності та достовірності. Наведено аналіз ділянок аерофотознімка з інформативною надлишковістю, що ускладнює роботу дешифрувальника. Наведено реалізацію технології дешифрувального кодування аерофотознімка. Наведено модель класифікації інформативних сегментів аерофотознімка. Запропоновано напрямок зниження інформативної надмірності ділянок аерофотознімка із збереженням ключової інформації до його дешифрування. Обґрунтовано метод точного виділення сильно інформативних сегментів з усього аерофотознімка, які несуть максимальну інформацію про об'єкти дешифрування. Запропоновано перспективну технологічну концепцію ефективного синтаксичного опису елементів достатньо інформативних сегментів аерофотознімка, яка враховує характеристики компонент дискретно-косинусного перетворення. Така концепція спрямована на максимальне збереження ключової інформації до дешифрування всього аерофотознімка. Розглянуто схему оцінювання значимості трансформанти інформативних сегментів аерофотознімка. Результати досліджень можуть бути використані при модернізації існуючих зразків та розробці перспективних комплексів повітряної розвідки.

Ключові слова: аерофотознімок, ландшафт, структурно-комбінаторна надлишковість, масив сегменту, кодограма.

METHOD OF DETERMINING HIGHLY INFORMATIVE SEGMENTS OF AERIAL PHOTOGRAPH

A. Krasnorutsky, S. Shulgin, A. Hahanova, D. Barannik

A variant of solving the problem of reducing the informative intensity of the video stream coming from the aircraft without loss of its efficiency and reliability is discussed. The analysis of aerial photographs, which constitute informative redundancy and subsequently complicate the process of its interpretation is made. The implementation of decryption coding technology for aerial photography is disclosed. A model for the classification of informative segments of an aerial photograph is considered. The direction of reducing the information redundancy of aerial pho-

tographs with preservation of key information to its interpretation is proposed. The substantiation of a method of exact allocation of highly informative segments from the whole aerial photograph, which carry the maximum information objects in the interests of interpretation is given. A technological concept of an effective syntactic description of the elements of sufficiently informative segments of an aerial photo is taken into account, which takes into account the characteristics of the transformant components of the discrete cosine transform. Moreover, such a concept is aimed at maximum preservation of key information to decipher the whole aerial photo. A method is constructed for accurately isolating highly informative segments from the entire aerial photograph, which carry the maximum information objects in the interest of deciphering. This will allow to allocate and completely transfer not distorted key information to the deciphering of the whole aerial photo. That, in turn, will shorten the time and increase the probability of correct interpretation. A promising technological concept of an effective syntactic description of the elements of sufficiently informative segments of an aerial photograph that takes into account the characteristics of the DCT transformant components. The scheme for evaluating the significance of transformants of an aerial photograph informative segments is considered. It is substantiated that the proposed version will provide simultaneous reduction of the information necessary for presentation of service data and will create prerequisites for effective reduction of informative intensity of the whole segment of the aerial reconnaissance.

Keywords: aerial imagery, terrain, structural and combinatorial redundancy array segment codegram.

Красноруцкий Андрей Александрович – канд. техн. наук, ст. науч. сотр., докторант, Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков, Украина, e-mail: Krasnorutsky.a@ukr.net, orcid.org/0000-0001-9098-360X.

Шульгин Сергей Сергеевич – канд. техн. наук, Черкасский государственный технологический университет, Черкассы, Украина, e-mail: serge.shoolgin@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5174-290X.

Хаханова Анна Владимировна – канд. техн. наук, доцент, докторант, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина, e-mail: Ann Hahanova@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1318-7973.

Баранник Дмитрий Владимирович – студент, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина, e-mail: vvbar.off@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2848-4524.

Krasnorutsky Andrii – PhD, Senior Research, doctoral student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: Krasnorutsky.a@ukr.net, orcid.org/0000-0001-9098-360X.

Shulgin Sergey – PhD, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine, e-mail: serge.shoolgin@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5174-290X.

Hahanova Anna – PhD, docent, doctoral student of Kharkov National University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: Ann Hahanova@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1318-7973.

Barannik Dmitriij – student of Kharkov National University of Radioelectronics, Kharkiv, Ukraine, e-mail: vvbar.off@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2848-4524