

МЕТОД ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ

Владимир Баранник, Юрий Рябуха

Показано, что развитие инфокоммуникационных технологий обеспечило создание дистанционных систем сбора видеoinформации на основе бортовых комплексов аэромониторинга (АМ). Показано, что видеoinформация (ВИР) в таких системах используется в интересах профильных ведомств и составляет государственный информационный ресурс. Обосновано, что для обеспечения безопасности видеoinформации весомую значимость для систем аэромониторинга имеют категории доступности и целостности. Проанализированы проблемные аспекты теоретических подходов относительно обработки видеоданных для повышения их доступности и целостности. Изложена необходимость создания теоретической базы и методов для построения эффективного синтаксического описания контекстного содержания видеокадров с использованием интеллектуализации процесса идентификации видео сцен по степени их семантического содержания. Создается метод интеллектуальной обработки ВИР с учетом оценки степени информативности семантического содержания видеоснимка и последующей дифференцированной обработкой, направленной на сохранение контурной информации. Вырабатываются рекомендации относительно синтеза метрики оценки семантической сложности сегмента ВИР по его контурной информации. Строится метод идентификации степени информативности семантического содержания видеокадра.

Ключевые слова: аэромониторинг, видеoinформационный ресурс, доступность и целостность видеoinформации, семантика видеокадров, интеллектуальная обработка.

ВВЕДЕНИЕ. Ключевой составляющей создания автоматизированных систем раннего предупреждения и мониторинга кризисных ситуаций (КС) является система сбора, обработки, передачи и анализа информации. Развитие инфокоммуникационных технологий обеспечило создание дистанционных систем сбора видеoinформации на основе бортовых комплексов аэромониторинга (АМ). Здесь появляются возможности относительно сокращения сроков доставки видеoinформации и повышения качества видеозображений с позиции их визуального восприятия. В связи с чем, данные системы в настоящее время используются в интересах различных подразделений профильных министерств и служб. Соответственно повышается ценность видеoinформации относительно нанесения политического и экономического ущерба государству, снижения уровня обороноспособности страны [1 – 3]. Отсюда видеoinформация (ВИР) в таких системах составляет государственный информационный ресурс.

Формируется необходимость обеспечения безопасности видеoinформации по категориям конфиденциальность, целостность и доступность. Важно отметить, что, несмотря на актуальность вопросов обеспечения конфиденциальности видеoinформации, весомую значимость для систем аэромониторинга имеют категории доступности и целостности. С одной стороны это обусловлено: наличием апробированных технологий

защиты информации; быстрым старением информации. С другой стороны для принятия решений в кризисных системах большую значимость имеют вопросы обеспечения требуемой оперативности и достоверности получаемой информации. В тоже время для систем АМКС существует целый ряд рисков относительно нарушения свойств целостности и доступности видеoinформационного ресурса (ВИР). Наиболее значимые риски обусловлены:

1) ошибками на этапе проектирования бортовых комплексов обработки и передачи данных;

2) ошибками операторов управления дистанционными беспилотными летательными (ДПЛА) средствами, что в том числе может привести к несоответствию требований относительно разрешающей способности с ограниченными возможностями бортовой аппаратуры;

3) активными действиями злоумышленников относительно: ограниченным сеансом связи с БПЛА; повышением уязвимости ДПЛА в кризисных ситуациях, особенно в режиме получения видеокадров с высокой разрешающей способностью. Поэтому повышение целостности и доступности видеoinформационного ресурса в системах АМКС является **актуальной научно-прикладной проблематикой** для исследований.

Под целостностью ВИР в системах АМКС понимается степень соответствия между требуемым синтаксическим и семантическим состо-

янием аэрофотоснимков, необходимых для эффективного решения нормативного комплекса задач, и реальным их состоянием на пункте анализа и обработки для лица принимающего решения (ЛПР).

Обеспечение целостности информации для систем видеомониторинга имеет свои особенности, а именно [4 – 7]:

1) растет важность видеoinформации, повышается ее ценность, что вызвано необходимостью принятия оперативных решений в кризисных ситуациях;

2) аэромониторинг характеризуется формированием видовых изображений насыщенных объектами различной детальности. Это выдвигает повышенные требования относительно обеспечения разрешающей способности снимков;

3) для обеспечения требуемого качества и достоверности информации в процессе решения задач по анализу объектов контроля требуется формировать видовые изображения, имеющие значительные объемы, достигающие порядка 100 Мбит. Это диктуется необходимостью обеспечения требований по характерной детальности объектов мониторинга.

Под доступностью ВИР в системах АМКС понимается степень соответствия между с одной стороны требуемыми характеристиками доступа и получения информации на различных этапах ее обработки и анализа со стороны процесса или авторизированного пользователя в соответствии с установленной политикой безопасности в необходимой форме и в требуемые временные сроки и реальными характеристиками процесса получения информации с другой стороны.

Видеоинформационное обеспечение с использованием аэромобильных средств организуется в условиях действия следующих объективных факторов [4]: ограниченность массогабаритных и энергетических возможностей воздушных средств видеонаблюдения; значительная удаленность от наземных центров приема информации; сложный рельеф местности (горные участки и лесные массивы). Это является причиной возникновения таких проблемных сторон аэровидеомониторинга как [4; 5]: рост задержки на обработку и передачу видеоданных с борта; ограниченное время сеанса связи. В свою очередь это приводит к формированию угроз нарушения свойства доступности ВИР как категории информационной безопасности, а именно существуют угрозы следующего характера: превышение требуемой задержки доступа к информации; получение информации в форме,

несоответствующей требуемому виду семантического представления; получению не полной в синтаксическом и семантическом смысле информации. Значит, можно утверждать, что ключевой составляющей цикла сбора, обработки, передачи и анализа информации в системах АМКС, является этап обеспечения безопасности ВИР, связанный с ее обработкой на борту. Одним из значимых подходов для решения сформулированной проблемы является создание технологий и методов эффективного синтаксического представления семантического содержания видеокадров.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНЫХ АСПЕКТОВ ПОДХОДОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ОБРАБОТКИ ВИДЕОДАНЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ДОСТУПНОСТИ И ЦЕЛОСТНОСТИ. Современные технологии обработки видеокадров строятся на основе комплексного принципа. Это обеспечивает потенциал для учета закономерностей различной природы, а именно психовизуальные, статистические и структурные [6; 7]. В тоже время в процессе использования технологий обработки для решения сформулированной проблемы проявляется *противоречие*, имеющее следующие аспекты.

Первый аспект. С одной стороны методы (методы на платформах JPEG, JPEG2000), учитывающие психовизуальные закономерности на синтаксическом уровне описания видеокадра обладают возможностью снижения информационной плотности кодового представления до определенного уровня. Но такой процесс сопровождается внесением искажений. Это является причиной снижения разрешающей способности, а следовательно, нарушается условие обеспечения характерной детальности объектов мониторинга, и как следствие происходят потери семантической целостности ВИР [7 – 9].

С другой стороны методы обработки видеокадров, обеспечивающие сохранение целостности информации (методы семейства LZ, методы статистического и арифметического кодирования, комплексные методы платформ GIF, TIFF), характеризуются низкой эффективностью синтаксического представления исходного семантического содержания. В результате чего резко характеристики качества относительно обработки и передачи данных, ограничиваются возможности по сохранности информации на борту. Это неминуемо приводит к потере свойства доступности дистанционного видеоинформационного ресурса. Компромиссом в таком противоречии является создание

наукоемких и технологических основ для учета семантического содержания, оценки наличия объектов интереса с использованием синтаксического представления видеокадров.

Второй аспект. С одной стороны использования методов обработки, требующих незначительной сложности вычисления (методы поэлементного унитарного кодирования, методы структурного кодирования на основе выявления длин серий и методов, основанных на кодах Хаффмана) обеспечивает снижение задержки на обработку [6; 7]. С другой стороны такие методы не обеспечивают выявления комплекса различных закономерностей, в том числе семантических для обеспечения требуемого компромисса между семантической целостностью ВИР и характеристиками доступности. Для такого противоречия компромиссное решение состоит в проведении оценки семантической информативности отдельных сегментов видеокадра на основе промежуточного информативного синтаксического описания исходного видеокадра.

Третий аспект. С одной стороны методы, используемые для семантического анализа видеоснимков, в том числе для решения задач распознавания объектов связаны со: значительными вычислительными сложностями; наличием пусть и относительно не значимой, вероятности ошибки первого и второго рода по принятию решения. В условиях дистанционного мониторинга для кризисных ситуаций это является неприемлемым. Решение вопроса по снижению сложности семантического анализа аэрофотоснимков сопровождается ростом вероятности неправильного распознавания видеосцен. Здесь компромиссное решение заключается в создании теоретической базы и методов интеллектуальной идентификации сегментов видеосцен по степени семантической информативности, т.е. решение сводится к распознаванию не самих объектов, а оценки их присутствия на видеоснимке.

Значит, системный подход для решения сформулированного противоречия на трех аспектах заключается в создании теоретической базы и методов для построения эффективного синтаксического описания контекстного содержания видеокадров с использованием интеллектуализации процесса идентификации видеосцен по степени их семантического содержания. Поэтому **целью исследований статья** является разработка метода интеллектуальной обработки видеокадров с идентификацией ключевой семантической информации.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ МЕТОДА И ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВИР С ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ СТЕПЕНИ ИНФОРМАТИВНОСТИ СЕМАНТИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ.

Для повышения эффективности синтаксического описания семантической оценки ВИР **предлагается** выполнять последовательность этапов дифференцированной обработки сегментов видеоснимков с введением интеллектуального анализа, а именно:

а) обнаружение и локализация семантически значимой информации в видеоизображениях (функциональные преобразования F_M и $F(I)_{pp}$);

б) выполнение сегментного анализа видеоизображений с идентификацией семантической сложности по степени насыщенности контурами (функциональные преобразования $F(I)_{oc}$ и $F(I)_{ci}$);

в) создание адаптивной дифференцированной обработки сегментов видеоизображений с учетом идентификации степени информативности их семантического содержания (функциональные преобразования $F(S)_{opr}$, $F(\Psi^{(r)})$, $F(\Psi^{(r)})^{(r)}$ и $F(L)$).

Предлагается для снижения временных затрат использовать однокаскадную схему маскирования с последующим дифференцированным прописыванием и сохранением необходимой контурной информации.

При выборе однокаскадной схемы маскирования предлагается учитывать следующие требования:

1) увеличение количества правильно выделенных контурных элементов (высокий уровень детектирования);

2) повышение степени локализации контуров с одновременной идентификацией степени семантической информативности сегментов изображений по степени насыщенности контурами;

3) обеспечение условий для сохранения необходимой контурной информации с одной стороны и снижение временных затрат на обработку для семантически незначимых сегментов – с другой стороны.

4) обеспечения информацией для управления процессом обработки видеоизображений путем выбора технологической линии и параметров методов преобразования данных.

Метод интеллектуальной обработки ВИР с учетом оценки степени информативности семан-

тического содержания видеоснимка и последующей дифференцированной обработкой, направленной на сохранение контурной информации **предлагается** строить на основе реализации следующей ключевой концепции.

Концепция интеллектуальной обработки ВИР, направленной на идентификацию степени информативности семантического содержания сегментов ВИР. Идентификацию предлагается реализовывать на основе обработки и анализа контурной информации сегментов с использованием системы решающих правил. Сюда входят следующие базовые этапы: оцениваемую по его контурной информации, которая получается по его синтаксическому представлению.

1. Однокаскадное маскирование, направленное на формирование контурной информации $M_{\text{инф}}$ по синтаксическому представлению S исходных сегментов. Здесь реализуются такие функциональные преобразования $F_M: S \rightarrow M_{\text{сс}}$, $F(I)_{\text{рп}}: M_{\text{сс}} \rightarrow M_{\text{инф}}$, где $F(I)_{\text{рп}}$ – система решающих правил для оценки выделенных маскированных объектов относительно принадлежности информативным $M_{\text{инф}}$ или незначимым сегментам.

2. Идентификация степени семантической информативности сегментов видеоснимков. Данный этап **предлагается** реализовывать на основе оценки контурной насыщенности сегментов с использованием структурных количественных метрик. Результатом такой обработки является идентификация сегментов относительно уровня информативности содержащегося в них семантического содержания.

Данная концепция необходима для:

- получения оценки семантического содержания сегментов ВИР с позиции анализа соответствующих масок контурной информации. Для этих целей необходимо использовать метод, обеспечивающий не пропуск реальных контуров (минимальное (максимальное) значение ошибки 2-го рода (чувствительности)). Для первого каскада предлагается использовать *методы Собела* или *Лапласиана (LoG)*;

- синтеза метрики для оценки информативности семантического содержания сегмента по его контурной информации. Здесь требуется учесть такие структурные характеристики как: количество двоичных перепадов, длина двоичных серий и др.;

- установления соответствия между степенью семантической информативности и значением структурной метрики.

В результате формирования маски $M_{\text{инф}}$, содержащей информацию о позиционном множестве контурных элементов, формируется оценка семантического содержания сегментов видеокадров. В свою очередь маска $M_{\text{инф}}^{(k, \ell)}$ для $(k; \ell)$ -го сегмента представляет собой двумерный двоичный объект, т.е. $M_{\text{инф}}^{(k, \ell)} = \{m_{i,j}^{(k, \ell)}\}$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$, где $m_{i,j}^{(k, \ell)}$ – $(i; j)$ -й элемент маски для $(k; \ell)$ -го сегмента видеокадра; n – линейный размер маски. Это создает возможность для оценки структурной сложности сегмента, учитывая в основном контурную информацию.

Рассмотрим разработку методов $F(I)_{\text{оц}}$, реализующего систему правил и метрик для оценки степени информативности семантического содержания ВИР. Для выбора метрики оценки семантической сложности сегмента ВИР по его контурной информации необходимо учитывать следующие требования:

- 1) информативность метрики относительно оценки семантической информативности сегмента;
- 2) чувствительность метрики относительно изменений степени насыщенности сегмента маски контурной информацией;
- 3) интегрированность в двумерном пространстве, т.е. учет двумерной структуры контурной информации;
- 4) простота оценки с позиции алгоритмической реализации;
- 5) наличие возможности создания технологии обработки, учитывающей особенности выявления контурной информативности по выбранной метрике.

В качестве подхода для синтеза метрики оценки контурной информативности (семантической информативности сегмента по его контурной информации) предлагается использовать характеристики, учитывающие структурные особенности двоичных масок, а именно: наличие контурного элемента на позиционной координате в сегменте $M^{(k, \ell)}$ маски; изрезанность двумерного двоичного поля переходами из фонового состояния в контурный элемент; наличие топологической взаимосвязи между контурными элементами.

Для учета структурных особенностей маски контурной информации **предлагается** в качестве составляющих метрики использовать наборы весовых указателей. Под весовым указателем позиции с координатами $(i; j)$ будем понимать вели-

чину $\theta_{i,j}$ несущую информацию о наличии контурного элемента либо в i -й строке либо в j -м столбце. Соответственно метрика информативности сегмента по контурной информации будет задаваться как сумма весовых указателей по всем позициям маски.

Достоинства такого подхода в оценке структурной сложности сегмента по контурной информации состоят в следующем:

1) в отличие от простого суммирования количества базовых элементов позволяет учитывать двухмерность топологии контурной информации и взаимосвязи между ее элементами;

2) простота вычислительной оценки метрики (используются только операции арифметического сложения).

Определение структурной интегрированной метрики в двумерном пространстве для оценки степени контурной информативности сегмента базируется на следующих этапах:

- первый этап состоит в определении признаков наличия контурных элементов в строках маски $M^{(k;\ell)}$ сегмента;

- второй этап заключается в нахождении признаков наличия контурных элементов в столбцах $(k;\ell)$ -го сегмента маски;

- третий этап сводится к определению признака наличия контурного элемента на позиционной координате $(i; j)$ двоичной маски;

- на четвертом этапе проводится расчет количественной метрики $\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k;\ell)}$ для оценки уровня семантической информативности $(k;\ell)$ -го сегмента маски видеокadra. Для чего предлагается использовать следующее выражение

$$\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k;\ell)} = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{j=1}^{v_{cm}} \theta_{i,j} .$$

Величина $\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k;\ell)}$ зависит не только от структурного содержания $(k;\ell)$ -го сегмента маски видеокadra, но и от метода маскирования F_M и от системы $F(I)_{pp}$ пороговых правил для отнесения выявленной контурной информации к значимой.

Полученное выражение позволяет оценить информативность сегмента видеоснимка по его маски контурной информации. Тогда правило идентификации задается следующим соотношением:

$$\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k;\ell)} = \left(1 - \frac{\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k;\ell)}}{v_{cm} \cdot v_{cm}}\right) \cdot 100\% \leq P_{исм},$$

где $P_{исм}$ – пороговое значение для идентификации степени семантической информативности сегмента маски; $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k;\ell)}$ – степень семантической информативности $(k;\ell)$ -го сегмента по его контурной информации.

В тоже время количество значимых значений величины $\theta_{i,j}$ может существенно превышать реальное количество контурных элементов в маске. Это является причиной формирования избыточного веса при оценке степени информативности сегмента. Отсюда сегмент с умеренной насыщенность контурной информацией может быть идентифицирован как значимый. Для исключения таких случаев и повышения чувствительности предложенной структурной метрики *предлагается* дополнительно учитывать процентное содержание контурных элементов. Данная информация формируется как промежуточные сведения на первом этапе метода идентификации сегмента видеоснимка, в виде весовых коэффициентов ω_i строк сегмента маски, т.е. $\omega_i = \sum_{j=1}^{v_{cm}} m_{i,j}^{(k;\ell)}$. С учетом чего, вес

$\omega^{(k;\ell)}$ всего $(k;\ell)$ -го сегмента маски по количеству контурных элементов будет определяться по формуле:

$$\omega^{(k;\ell)} = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \omega_i = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{j=1}^{v_{cm}} m_{i,j}^{(k;\ell)} .$$

На основе полученного весового коэффициента адаптивная идентификация сегментов со значимым уровнем метрики $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(k;\ell)}$ осуществляется за счет дополнительной проверки условия:

$$\left(1 - \frac{\omega^{(k;\ell)}}{v_{cm} \cdot v_{cm}}\right) \cdot 100\% \leq 50\% .$$

Если условие выполняется, то текущий сегмент идентифицируется как значимый по степени семантической информативности. В противном случае сегмент будет идентифицирован как достаточно информативный.

В результате интеллектуальной идентификации сегментов маски видеокadra возможны две основные ситуации, когда:

1) сегмент правильно идентифицирован по степени семантической информативности;

2) сегмент неправильно идентифицирован по степени семантической информативности.

Соответственно данные ситуации с учетом наличия трех исходов разделяются соответственно на следующие варианты: вариант 1.1 – правильно идентифицирован сегмент как значимый по степени семантической информативности; вариант 1.2 – когда сегмент правильно идентифицирован как достаточный по степени семантической информативности; вариант 1.3 – соответствующий случаю, когда сегмент правильно идентифицирован как незначимый по степени семантической информативности; вариант 2.1 – сегмент значимый по информативности идентифицирован неправильно, а именно он может быть идентифицирован как: достаточно значимый (вариант 2.1.2) и как незначимый (вариант 2.1.3); вариант 2.2 – когда достаточно информативный сегмент идентифицирован неправильно, а именно: идентифицирован как значимый (вариант 2.2.1) и как незначимый (вариант 2.2.3); вариант 2.3 – незначимый по степени информативности сегмент идентифицируется как значимый (вариант 2.3.1) и достаточно значимый (вариант 2.3.2).

С позиции сохранения семантической целостности видеoinформационного ресурса наиболее существенным является обеспечение ситуаций, соответствующих варианту 1.1., варианту 1.2., варианту 2.2.1. Наиболее негативное влияние на целостность ВИР оказывают следующие варианты: вариант 2.1.3 и вариант 2.2.3. Отсюда следует, что для оценки эффективности процесса идентификации сегментов маски видеокadra требуется оценить вероятности возникновения наиболее значимых вариантов.

В соответствии с чем, введем обозначения следующих множеств: множество $\Phi_{\text{зис}}$ правильно идентифицированных значимых по информативности сегментов маски видеокadra; множество $\bar{\Phi}_{\text{зис}}$ неправильно идентифицированных сегментов как значимых по информативности. Здесь возможны следующие варианты: $\bar{\Phi}(2)_{\text{зис}}$, $\bar{\Phi}(3)_{\text{зис}}$ – множество значимых по информативности сегментов, идентифицированных соответственно как достаточно информативные и незначимые; множество $\Phi_{\text{дис}}$ правильно идентифицированных сегментов как достаточно информативные сегменты в смысле семантического содержания; множество $\bar{\Phi}_{\text{дис}}$ неправильно идентифицированных сегментов как достаточно информативных. Здесь возможны следующие варианты: $\bar{\Phi}(1)_{\text{дис}}$, $\bar{\Phi}(3)_{\text{дис}}$ – множество достаточных по

информативности сегментов, идентифицированных соответственно как значимые и незначимые; множество $\Phi_{\text{нис}}$ сегментов правильно идентифицированных как незначимых сегментов по степени семантической информативности; множество $\bar{\Phi}_{\text{нис}}$ сегментов, которые неправильно идентифицированы как сегменты с незначимым семантическим содержанием. Здесь возможны такие множества: $\bar{\Phi}(1)_{\text{дис}}$, $\bar{\Phi}(2)_{\text{дис}}$ – множество незначимых по информативности сегментов, идентифицированных соответственно как значимые и достаточно информативные сегменты.

Тогда для оценки эффективности процесса идентификации ключевым является оценка следующих вероятностей:

1) вероятность $P_{\text{зис}}$ правильно идентифицированных сегментов как значимых по степени семантической информативности, оцениваемая по формуле

$$P_{\text{зис}} = \frac{|\Phi_{\text{зис}}|}{|\Phi(1)_{\text{зис}}|},$$

где $|\Phi_{\text{зис}}|$ – количество сегментов правильно идентифицированных как значимые по семантической информативности; $|\Phi(1)_{\text{зис}}|$ – общее количество сегментов в маске видеокadra значимых по семантической информативности;

2) вероятность $P_{\text{дис}}$ правильно идентифицированных сегментов как достаточно информативные, определяемая по формуле

$$P_{\text{дис}} = \frac{|\Phi_{\text{дис}}|}{|\Phi(2)_{\text{дис}}|},$$

где $|\Phi_{\text{дис}}|$ – количество сегментов правильно идентифицированных как достаточно информативные; $|\Phi(2)_{\text{дис}}|$ – общее количество сегментов в маске видеокadra достаточно информативные по семантической нагрузке;

3) вероятность $P(1)_{\text{дис}}$ идентификации достаточно информативных сегментов как значимые. Данный показатель оценивается по следующей формуле:

$$P(1)_{\text{дис}} = \frac{|\bar{\Phi}(1)_{\text{дис}}|}{|\Phi(2)_{\text{дис}}|},$$

где $\bar{\Phi}(1)_{\text{дис}}$ – количество сегментов достаточно информативных, которые идентифицированы как значимые по степени информативности;

$|\Phi(2)_{\text{дис}}|$ – общее количество сегментов в маске видеокadra, которые достаточно информативные по семантической нагрузке;

4) вероятность $P(3)_{\text{зис}}$ идентификации значимых сегментов как незначимые по семантической нагрузке

$$P(3)_{\text{зис}} = \frac{|\bar{\Phi}(3)_{\text{зис}}|}{|\Phi(1)_{\text{зис}}|}.$$

Здесь $|\bar{\Phi}(3)_{\text{зис}}|$ – количество значимых сегментов, идентифицированных как незначимые;

5) вероятность $P(3)_{\text{дис}}$ идентификации достаточно информативных сегментов как незначимые, что находится с использованием следующего соотношения:

$$P(3)_{\text{дис}} = \frac{|\bar{\Phi}(3)_{\text{дис}}|}{|\Phi(2)_{\text{дис}}|}.$$

В этой формуле величина $|\bar{\Phi}(3)_{\text{дис}}|$ означает количество достаточно информативных сегментов маски, которые идентифицированы как незначимые.

На основе сформулированных показателей образуются комплексные показатели, а именно:

а) ошибка первого рода, т.е. отношение $P(1;2)_{\text{нис}}$ количества $(|\bar{\Phi}(1)_{\text{нис}}| + |\bar{\Phi}(2)_{\text{нис}}|)$ неправильно выделенных информативных сегментов относительно общего количества $|\Phi(3)_{\text{нис}}|$ сегментов, не являющихся информативными, что оценивается как:

$$P(1;2)_{\text{нис}} = \frac{|\bar{\Phi}(1)_{\text{нис}}| + |\bar{\Phi}(2)_{\text{нис}}|}{|\Phi(3)_{\text{нис}}|}.$$

Здесь $|\bar{\Phi}(1)_{\text{нис}}|$, $|\bar{\Phi}(2)_{\text{нис}}|$ – соответственно количество незначимых по семантической информативности сегментов, идентифицированных как значимые и достаточно информативные;

б) ошибка второго рода, т.е. отношение $P(3)_{\text{зис, дис}}$ количества $(|\bar{\Phi}(3)_{\text{зис}}| + |\bar{\Phi}(3)_{\text{дис}}|)$ не выделенных информативных сегментов относительно общего количества $(|\Phi(1)_{\text{зис}}| + |\Phi(2)_{\text{дис}}|)$ информативных сегментов. Данный показатель определяется по выражению:

$$P(3)_{\text{зис, дис}} = \frac{|\bar{\Phi}(3)_{\text{зис}}| + |\bar{\Phi}(3)_{\text{дис}}|}{|\Phi(1)_{\text{зис}}| + |\Phi(2)_{\text{дис}}|}.$$

Здесь $|\bar{\Phi}(1)_{\text{нис}}|$, $|\bar{\Phi}(2)_{\text{нис}}|$ – соответственно количество незначимых по семантической информативности сегментов, идентифицированных как значимые и достаточно информативные;

С позиции обеспечения целостности ВИР наиболее важной является снижение ошибки второго рода.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ СЕГМЕНТОВ ВИДЕОКАДРОВ ПО СТЕПЕНИ ИХ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИВНОСТИ.

Рассмотрим оценку эффективности метода идентификации сегментов видеокadров по степени их семантической информативности. Пример такой интеллектуальной обработки показан для фрагмента аэрофотоснимка аэродрома, соответствующий видеоинформационному ресурсу с повышенной семантической информативностью (рис. 1).

Для проведения оценки адекватности разработанного метода идентификации сегментов относительно реальной степени информативности на снимках выделены наиболее показательные сегменты, а именно: фрагмент крыши ангара («Крыша 1»); композиционный фрагмент крыши здания («Крыша 2»); отдельно стоящие самолеты («Самолет 1» и «Самолет 2»); фрагменты взлетной полосы («Асфальт 1» и «Асфальт 2»).

Анализ процесса обработки ключевых сегментов выбранных аэрофотоснимков в зависимости от выбранного метода выделения контурной информации позволяет заключить следующее:

1) относительно эффективности созданных метрик для методов маскирования Собеля, Лапласиана 2;

2) относительно эффективности идентификации сегментов по степени их семантической сложности, что подтверждается значимостью различия значений структурных метрик для сегментов с различной степенью семантической информативности;

3) относительно принципиальной возможности идентификации сегментов видеокadров по их контурной информации, что подтверждается адекватностью метода идентификации на основе согласованности результатов идентификации на основе созданного метода с порогом в 70% и результатов идентификации соответствующих сегментов, проведенных дешифровщиком.

Рассмотрим оценку эффективности процесса идентификации на основе определения следующих показателей:

- ошибка первого рода, т.е. отношение $P(1;2)_{\text{нис}}$ количества $(|\bar{\Phi}(1)_{\text{нис}}| + |\bar{\Phi}(2)_{\text{нис}}|)$ неправильно выделенных информативных сегментов относительно общего количества $|\Phi(3)_{\text{нис}}|$ сегментов, не являющихся информативными;

- ошибка второго рода, т.е. отношение $P(3)_{\text{зис, дис}}$ количества $(|\bar{\Phi}(3)_{\text{зис}}| + |\bar{\Phi}(3)_{\text{дис}}|)$ не выделенных информативных сегментов относительно общего количества $(|\Phi(1)_{\text{зис}}| + |\Phi(2)_{\text{дис}}|)$ информативных сегментов.

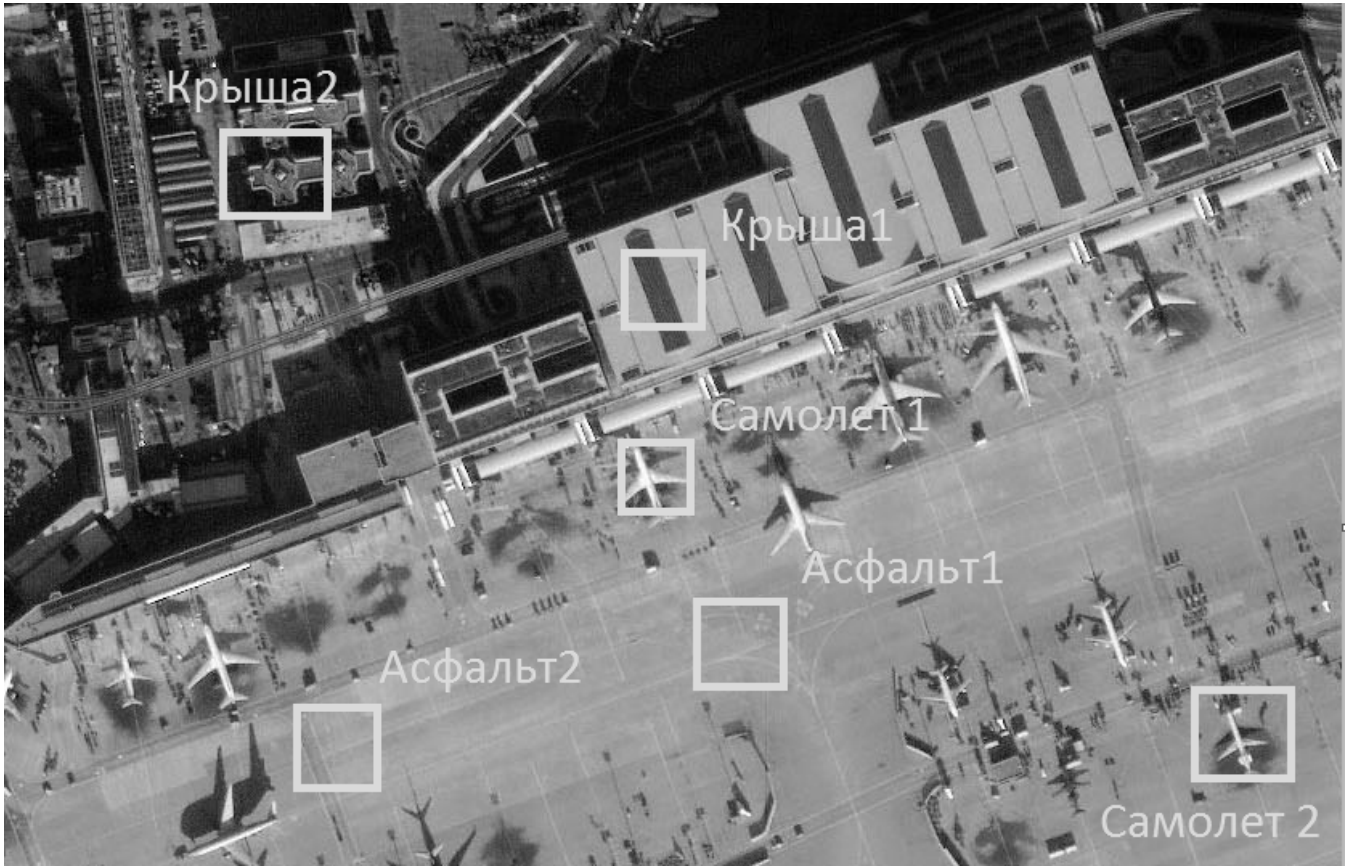


Рис. 1. Фрагмент аэрофотоснимка аэродрома (видеоинформационный ресурс с повышенной семантической информативностью)

Расчетные значения данных показателей для выбранных аэрофотоснимков проводились с учетом маскирования методами Собеля, Лапласа-2. На основе исследования данных можно сделать следующие выводы: величина ошибки первого рода не превышает значения 0,25; величина ошибки второго рода не превышает уровня 0,12; вероятность правильной идентификации сегментов как информативных (значимых и достаточно информативных) соответственно находится на уровне 0,89 и 0,87; вероятность идентификации значимых и достаточно информативных сегментов как незначимые по семантической нагрузке не превышает уровня 0,11 и 0,12. На основе полученных оценок можно заключить, что созданный метод интеллектуальной идентификации сегментов по степени семантической информативности обеспечивает достаточно достоверные результаты. Это позволяет создать условия

для обеспечения требуемого уровня видеоинформационных ресурсов в условиях ограниченного временного ресурса на обработку видеок кадров.

ВЫВОДЫ

1. Создан метод интеллектуальной обработки ВИР с учетом оценки степени информативности семантического содержания видеоснимка и последующей дифференцированной обработкой, направленной на сохранение контурной информации. Метод базируется на основе следующих ключевых концепций

1) концепция интеллектуальной обработки ВИР, направленной на идентификацию степени информативности семантического содержания сегментов ВИР. Идентификация проводится на основе обработки и анализа контурной информации сегментов с использованием системы решающих правил. Сюда входят следующие базовые этапы: однокаскадное маскирование, направленное на

формирование контурной информации по синтаксическому представлению исходных сегментов; идентификация степени семантической информативности сегментов видеоснимков, на основе оценки контурной насыщенности сегментов с использованием структурных количественных метрик;

2) концепция адаптивной дифференцированной обработки идентифицированных сегментов ВИР с учетом степени их семантической информативности с сохранением необходимой контурной информации.

2. Выработаны рекомендации относительно синтеза метрики оценки семантической сложности сегмента ВИР по его контурной информации, а именно необходимо учитывать следующие требования: информативность метрики относительно оценки семантической информативности сегмента; чувствительность метрики относительно изменений степени насыщенности сегмента маски контурной информацией; интегрированность в двумерном пространстве, т.е. учет двумерной структуры контурной информации; простота оценки с позиции алгоритмической реализации; наличие возможности создания технологии обработки, учитывающей особенности выявления контурной информативности по выбранной метрики.

3. Разработан метод идентификации степени информативности семантического содержания ВИР, содержащий систему решающих правил и метрик относительно классификации сегментов маски по их контурной информации. Метод базируется на количественной метрике для учета структурных особенностей маски контурной информации на основе определения матрицы весовых указателей, несущих признаковую информацию о наличии контурного элемента.

Это позволяет учитывать следующие структурные особенности двоичных масок, а именно: наличие контурного элемента на позиционной координате в сегменте маски; изрезанность двумерного двоичного поля переходами из фонового состояния в контурный элемент; наличие топологической взаимосвязи между контурными элементами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1073 с.
- [2]. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений. – М.: Вузовская книга, 2011. – 320 с.

- [3]. Кулица О.С. Обоснование требований относительно целостности видеоинформации воздушного мониторинга чрезвычайных ситуаций / О.С. Кулица, М.В. Думанский // Сучасна спеціальна техніка.–№4.– 2012.– С. 88–91.
- [4]. Баранник В.В. Метод повышения доступности видеоинформации аеромониторинга / В.В. Баранник, О.С. Кулица // Радиоэлектронные и компьютерные системы.–№3.– 2013.– С. 17–20.
- [5]. Рябуха Ю.Н. Научное обеспечение технологий в инфокоммуникациях: обработка и защита информации: коллективная монография / под редакцией В.В. Баранника, В.М. Безрука. – Х.: Компания СМІТ, 2013. – 398 с.
- [6]. Баранник В.В. Анализ методов обнаружения границ объектов на изображениях и их классификация / В.В. Баранник, А.В. Власов, А.В. Яковенко // Сучасна спеціальна техніка. – 2012. – Вип. 3 (30). – С. 20 – 27.
- [7]. Баранник В.В. Обоснование значимых (актуальных) угроз безопасности видеоинформационного ресурса систем видеоконференцсвязи профильных систем управления // В.В. Баранник, А.В. Власов // Информационно – управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2014. – № 3., С. 22-30.

REFERENCES

- [1]. Gonsales R. Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy / R. Gonsales, R. Vuds., M.: Tekhnosfera, 2005, 1073 p.
- [2]. Krasil'nikov N.N. Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy. - M.: Vuzovskaya kniga, 2011, 320 p.
- [3]. Kulitsa O.S. Obosnovaniye trebovaniy odnositel'no tselostnosti videoinformatsii vozduzhnogo monitoringa chrezvychaynykh situatsiy / O.S. Kulitsa, M.V. Dumanskiy // Suchasna spetsial'na tekhnika, №4, 2012, P. 88-91.
- [4]. Barannik V.V. Metod povysheniya dostupnosti videoinformatsii aeromonitoringa / V.V. Barannik, O.S. Kulitsa // Radioelektronnyye i komp'yuternyye sistemy, №3, 2013, P. 17-20.
- [5]. Ryabukha YU.N. Naukoemkiye tekhnologii v infokommunikatsiyakh: obrabotka i zashchita informatsii: kollektivnaya monografiya / pod redaktsiyey V.V. Barannika, V.M. Bezruka., KH.: Kompaniya SMIT, 2013, 398 p.
- [6]. Barannik V.V. Analiz metodov obnaruzheniya granits ob'yektov na izobrazheniyakh i ikh klassifikatsiya / V.V. Barannik, A.V. Vlasov, A.V. Yakovenko // Suchasna spetsial'na tekhnika, 2012, Vip. 3 (30), p. 20-27.
- [7]. Barannik V.V., Vlasov A.V. Obosnovaniye znachimykh (aktual'nykh) ugroz bezopasnosti videoinformatsionnogo resursa sistem videokonferentssvyazi profil'nykh sistem upravleniya, Informatsionno-upravlyayushchiye sistemy na zheleznodorozhnom transporte, 2014, № 3., P. 22-30.

МЕТОД ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДЕРЖАВНИХ ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ СЕМАНТИЧНОЇ ЦІЛІСНОСТІ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ КРИЗОВИХ СИТУАЦІЙ

Показано, що розвиток інфокомунікаційних технологій забезпечило створення дистанційних систем збору відеоінформації на основі бортових комплексів аеромоніторингу (АМ). Показано, що відеоінформація (ВІР) у таких системах використовується в інтересах профільних відомств та становить державний інформаційний ресурс. Обґрунтовано, що для забезпечення безпеки відеоінформації вагомим значимість для систем аеромоніторингу мають категорії доступності та цілісності. Проаналізовано проблемні аспекти теоретичних підходів щодо обробки відеоданих для підвищення їх доступності та цілісності. Викладена необхідність створення теоретичної бази та методів для побудови ефективного синтаксичного опису контекстного змісту відеокадрів з використанням інтелектуалізації процесу ідентифікації відео сцен за ступенем їх семантичного змісту. Створюється метод інтелектуальної обробки ВІР з урахуванням оцінки ступеня інформативності семантичного змісту відеознімку та подальшою диференційованою обробкою, яка спрямована на збереження контурної інформації. Виробляються рекомендації щодо синтезу метрики оцінки семантичної складності сегмента ВІР за його контурній інформації. Будується метод ідентифікації ступеня інформативності семантичного змісту відеокадру.

Ключові слова: аеромоніторинг; відеоінформаційний ресурс; доступність та цілісність відеоінформації; семантика відеокадрів; інтелектуальна обробка.

METHOD OF INTELLECTUAL PROCESSING OF THE STATE VIDEO INFORMATION RESOURCES FOR INCREASE OF THEIR SEMANTIC INTEGRITY IN SYSTEMS OF MONITORING OF CRISIS SITUATIONS

It is shown that development of infocommunication technologies provided creation of remote systems of collecting a video information on the basis of onboard complexes of

aero monitoring (AM). It is shown that the video information (VIR) in such systems is used in interests of profile departments and makes state information a resource. It is proved that for safety of a video information for systems of aero monitoring categories of availability and integrity have the powerful importance. Problem aspects of theoretical approaches concerning processing of video data for increase of their availability and integrity are analysed. Need of creation of theoretical base and methods for creation of the effective syntactic description of the contextual contents of the video footage with use of intellectualization of process of identification of video of scenes on degree of their semantic contents is stated. The method of intellectual processing of VIR taking into account an assessment of degree of informational content of the semantic maintenance of a video picture and the subsequent differentiated processing directed on saving of planimetric information is created. Recommendations concerning synthesis of a metrics of an assessment of semantic complexity of the VIR segment about its planimetric information are developed. The method of identification of degree of informational content of the semantic contents of the video footage is under construction.

Keywords: aero monitoring; video information resource; availability and integrity of a video information; semantics of the video footage; intellectual processing.

Баранник Владимир Викторович, доктор технических наук, профессор, начальник кафедры Харьковского университета Воздушных Сил.

E-mail: barannik_v_v@mail.ru.

Баранник Володимир Вікторович, доктор технічних наук, професор, начальник кафедри Харківського університету Повітряних Сил.

Barannik Vladimir, Doctor of Technical Science, Chief of Department, professor at Kozhedub Air Force university, Kharkiv.

Рябуха Юрий Николаевич, кандидат технических наук, соискатель, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

E-mail: barannik_v_v@mail.ru.

Рябуха Юрій Миколайович кандидат технічних наук, здобувач Харківського університету Повітряних Сил.

Ryabukha Yu., PhD, Kozhedub Air Force university, Kharkiv.