

ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ВИДЕОСЕРВИСА В УСЛОВИЯХ КРИЗИСНОЙ СИТУАЦИИ

КРАСНОРУЦКИЙ А.А.

Проводится анализ проблемных аспектов существующих методов обработки изображений на борту летательного аппарата, которые относятся к направлению поиска и сохранения семантической (информационной) составляющей аэрофотоснимка. Обосновывается направление в разработке научных основ повышения оперативности доставки видеoinформации с борта летательного аппарата с сохранением достоверности информации.

Ключевые слова: аэромониторинг, аэрофотоснимок, изображение, видеоданные, оперативность, достоверность, кодирование.

Key words: aero monitoring, aero-photo, image, video, efficiency, reliability, coding.

Вступление

В условиях работы системы управления в кризисной ситуации к дистанционному видеосервису предъявляются особые требования: обеспечение требуемого уровня оперативности доставки видеoinформации (зачастую аэрофотоснимок) и требуемого уровня предоставления информации на доставленном аэрофотоснимке.

На этом этапе возникает дисбаланс: с одной стороны, обеспечивается возможность требуемого уровня оперативности доставки аэрофотоснимка, но с невысоким уровнем достоверности информации, а с другой – обеспечивив требуемый уровень предоставления информации на доставленном аэрофотоснимке, теряем его оперативность доставки, что, в свою очередь, сказывается на достоверности получаемой видеомодели аэрофотоснимка относительно реальных событий. Объясняется это особенностью цифрового аэрофотоснимка и современных технологий бортовой обработки изображений в системе предоставления видеослужб.

Существующие подходы предоставления видеослужб в условиях кризисных ситуаций, как показывает практика, являются неэффективными. Поэтому целью исследования является анализ проблемных аспектов существующих методов обработки изображений, направленных на повышение оперативности доставки информации и сохранение ее достоверности в условиях кризисных ситуаций.

1. Снижение объемов видеоданных, поступающих в бортовой канал связи

Современные технологии обработки изображений (компрессии, фильтрации), основанных на выявлении различных закономерностей с последующим

этапом сокращения избыточности (статической, структурной), не вскрывают семантическую информацию, а соответственно и не направлены на ее сохранение (не допущение к ее изменению).

Существующее противоречие между необходимой информационной интенсивностью аэрофотоснимков и пропускной возможностью каналов связи устраняется методами компактного представления видеоданных (сжатие). Однако плата за такой подход: снижение информативности изображений (снижение качества, частичная потеря информации) или же возрастание вычислительной сложности алгоритма сжатия (увеличение требований к производительности процессора или повышение временных затрат на реализацию алгоритма сжатия). По отношению к аэрофотоснимку: первое ставит под сомнение достоверность информации полученного аэрофотоснимка, второе снижает достоверность получаемой видеомодели аэрофотоснимка относительно реальных событий.

Поэтому проводится анализ проблемных аспектов существующих методов обработки изображений (компактного представления данных), которые направлены на снижение времени доставки информации (аэрофотоснимка) с борта летательного аппарата путем снижения информативной интенсивности аэрофотоснимка, для обеспечения требуемой эффективности дешифрирования полученной информации.

Первый проблемный аспект относится к вопросу снижения объемов видеоданных, поступающих в канал передачи данных с борта летательного аппарата.

В настоящее время для снижения информативной интенсивности аэрофотоснимка при доставке его с борта летательного аппарата применяют различные технологии компрессии видеоданных. Связано это с довольно низкой пропускной способностью бортовых каналов передачи видеоданных. Такая технология направлена на повышение информационной плотности синтаксического описания всего изображения на основе выявления его информативных составляющих. Однако здесь присутствует следующее противоречие. Классические методы компрессии видеоданных (на платформах JPEG, JPEG2000) строятся на спектрально-частотном представлении изображения с последующей их квантизацией. В таком спектре концентрируется значительная часть энергии в небольшом количестве спектральных низкочастотных компонент (составляющих спектра), которые и являются информативными. Таким образом, информативные признаки изображения путем учета психовизуаль-

ных закономерностей [1-2]. Здесь не учитывается неравномерность распределения семантической (информативной) составляющей по всему аэрофотоснимку. Кроме того, применение таких методов имеет ряд негативных последствий:

- поскольку низкочастотные спектральные компоненты несут информацию о структурной части объектов изображения, то они являются важным аргументом для правильной идентификации объектов. Однако при восстановлении изображения (обратный процесс компрессии) часть низкочастотных компонент или восстанавливаются с какой-то погрешностью, или же вовсе не восстанавливаются. Объясняется это распределением ошибки (шумов) по всем элементам изображения вследствие квантизации ее спектральных компонентов. Это ведет к потере семантически значимой информации для дешифрирования:

- нет возможности выделения информативных признаков на фоновых участках аэрофотоснимка (прямая трава, следы от колес). Следствием этого является притупление косвенных признаков дешифрирования объектов интереса;

- отсутствует баланс психовизуальной избыточности и безвозвратной потери значимой информации. На определенном этапе это приводит к безвозвратной потере высокочастотных компонент (яркостного перепада) элементов изображения и как следствие – к существенному снижению разрешающей способности аэрофотоснимка;

- различные виды ортогональных преобразований (в зависимости от степени корреляции межэлементной зависимости изображения), как составная часть платформы JPEG, не могут равномерно аппроксимировать различные области аэрофотоснимка, такие как резкие и плавные изменения яркости (наличие теней, фоновый пейзаж). Следствием этого является внесение дополнительной помехи при обработке изображений, что, в свою очередь, ведет к безвозвратным потерям семантической составляющей аэрофотоснимка.

В то же время существует другая группа методов обработки изображений, основанных на выявлении и кодировании статистических закономерностей (LZ, GIF, TIFF, арифметическое кодирование). Однако такие методы характеризуются незначительной степенью компрессии аэрофотоснимка, а в некоторых случаях и наоборот, способствуют увеличению объемов исходного изображения. Объясняется это низким коэффициентом корреляционной зависимости элементов изображения и как следствие невысокой вероятностью повторения символов элементов изображения [3-4].

Третья группа методов обработки изображений (фрактальные методы) характеризуется сложным алгоритмом обработки данных и значительным временем (порядка несколько часов) обработки видеоданных. Ограниченные производительные возможности бортовой аппаратуры обработки видеоданных, через невысокие энергетические возможности бортового генератора, накладывают ограничения на реализацию сложных алгоритмов обработки видеоданных (в плане количества арифметических и логических вычислительных операций).

Таким образом, существующие группы методов обработки видеоинформации имеют существенные недостатки: обеспечивается возможность доведения видеоинформации в установленные временные сроки, но с частичным разрушением семантической составляющей. Наоборот, при повышении семантической составляющей повышается информационная интенсивность видеопотока и, в конечном итоге, увеличивается время доведения видеоинформации. Кроме того, коды и конструкции, которые базируются на известных методах, характеризуются повышенной уязвимостью при прохождении видеоданных по радиоканалам (из-за снижения избыточности информации повышается вероятность ее искажения в результате воздействия помех, присутствующих в каналах связи).

Практически все эти технологии имеют один и тот же недостаток – это определенный показатель степени потери качества (данных) в результате компрессии с последующим восстановлением изображения. Применение такого подхода к аэрофотоснимку ведет к частичной потере мелких (на аэрофотоснимке) объектов, что, в конечном итоге, ведет или к необъективности формирования донесения, или же к увеличению времени работы дешифровщика (требуются дополнительные аэрофотоснимки с большим разрешением для укрупнения объектов на аэрофотоснимке).

Для решения первого проблемного аспекта предлагается ввести концепцию, заключающуюся в принципиально новом подходе в области обработки данных, а именно обеспечение доступа не к числовым показателям данных изображения, а к смысловой информации изображения. Ставить за цель сохранение не синтаксических данных элементов изображения (сравнение посредством СКО, PSNR), а целостности семантической информации в изображении. Осуществить переход от работы с изображением к работе с объектами на этом изображении.

Для осуществления такого подхода необходимо разработать наукоемкие и технологические основы для оценки аэрофотоснимка на предмет выявления и оценивания важности семантически значимых участков в целях определения наличия объектов интереса.

2. Исследование семантической составляющей аэрофотоснимка

Второй проблемный аспект относится к вопросу исследования семантической составляющей аэрофотоснимка.

Этот проблемный аспект связан с технологиями распознавания образов.

Существует множество алгоритмов, решающих задачу распознавания образов. Однако все они осуществляют только фильтрацию контуров. Результатом этого, после обработки таким фильтром, вместо изображения появляются только контуры, а информация о ландшафте аэрофотоснимка теряется (применяется для обработки рентгеновских снимков). Такой подход в области обработки изображений с последующей дешифровкой не пригоден, так как теряется связь объектов интереса и ландшафтом местности, где расположен данный объект.

Существует другой подход распознавания образов – это наличие априорной информации об объектах мониторинга. Однако в условиях кризисной ситуации (высокая динамика смены обстановки) здесь появляются такие недостатки: априорная недостаточность информации, наличие значительного количества предметов (объектов), которые не представляют интерес [5]. Результатом этого является повышение временных затрат на обработку изображения и повышение вероятности ошибки дешифровщика при дешифрировании аэрофотоснимка.

Для решения второго проблемного аспекта предлагается создать методы и метрики семантического анализа аэрофотоснимков, направленных на выявление и выделение значимых объектов, представляющих интерес.

При семантическом анализе аэрофотоснимка следует перейти от идентификации объектов к идентификации семантической информативности сегментов аэрофотоснимка. Предлагается распознавать не просто объекты, а ввести правило оценки присутствия этих объектов на аэрофотоснимке.

Для осуществления такого подхода необходимо разработать теоретическую базу и методы интеллектуальной идентификации сегментов аэрофотоснимка по степени информативности в семантическом аспекте.

3. Оценивание семантической информативности участков аэрофотоснимка с учетом выявления дешифровочных признаков объектов интереса

Третий проблемный аспект относится к вопросу теоретической платформы оценивания семантической информативности участков (сегментов) аэрофотоснимка с учетом выявления дешифровочных признаков объектов интереса на этом аэрофотоснимке.

Существующие методики определения важности информации на определенных участках (сегментах) аэрофотоснимка базируются на оценке экспертов. Однако такой подход вносит субъективный характер относительно принятия решения по выявлению объектов интереса, поскольку зависит от квалификации дешифровщика и наличия априорной информации. Это ведет к внесению ошибочных рекомендаций и увеличению временных затрат на этапы дешифрирования [6].

В то же время есть методики оценивания весовых коэффициентов сегментов изображения. Но методов оценивания семантически важных сегментов изображения и количества информации в них не существует.

Для решения третьего проблемного аспекта предлагается создать метрики оценки количества семантической информации в сегментах аэрофотоснимка на основе выявления структурных закономерностей по контурной информации и оценивания количества информативности в промежуточном представлении сегментов аэрофотоснимка. Для этого необходимо разработать теоретическую базу методов косвенной оценки семантической (информативной) составляющей изображения (аэрофотоснимка) на основе выявления структурных закономерностей по контурной информации и количественной оценки (оценки весовых коэффициентов) информативности в промежуточном представлении аэрофотоснимка с учетом выявления дешифровочных признаков объектов интереса.

4. Эффективное синтаксическое описание семантических составляющих аэрофотоснимка с учетом вскрытия дешифровочных признаков объектов интереса

Четвертый проблемный аспект относится к вопросу эффективного синтаксического описания семантических (информативных) составляющих аэрофотоснимка с учетом вскрытия дешифровочных признаков объектов интереса.

Для обнаружения объекта дешифровщик оперирует не только контурной информацией, но и яркостной составляющей объектов интереса, а также

общим перепадом цветов ландшафта (определение косвенных дешифровочных признаков). Однако существующие методы, формирующие информативное выделение контуров объектов изображения и одновременный учет (описание) яркостной составляющей аэрофотоснимка (изображения), находятся на недостаточном уровне развития.

Здесь возникает проблема: есть методики выделения контуров объектов в изображении и есть методики описания яркостной составляющей объектов в этих изображениях, но методов эффективного синтаксического описания семантических составляющих аэрофотоснимка с учетом вскрытия дешифровочных признаков объектов интереса не существует

Для решения четвертого проблемного аспекта предлагается создать технологию эффективного синтаксического описания семантических составляющих аэрофотоснимка с учетом вскрытия важных дешифровочных признаков объектов интереса. Необходимо разработать методы обработки изображений, которые смогут одновременно выделить контурную информацию и обеспечить учет яркостной составляющей объектов интереса.

5. Ошибки выделения информативных сведений в результате семантической обработки аэрофотоснимка

Пятый проблемный аспект относится к вопросу ошибок выделения информативных сведений в результате семантической обработки аэрофотоснимка.

Анализ методов семантической обработки изображений показывает, что существует противоречие между вычислительной сложностью алгоритмов обработки и вероятностью ошибочного восприятия дешифровщиком объектов интереса восстановленного (после применения метода обработки изображений) аэрофотоснимка.

Методы обработки изображений без потери качества и невысокой вычислительной сложности (на фундаменте выявления длин серий, коды Хаффмана) не позволяют на достаточном уровне повысить информативную плотность аэрофотоснимка. В то же время методы обработки изображений на платформе JPEG позволяют повысить информативную плотность аэрофотоснимка до заданного уровня. Однако существует высокая вероятность потери ключевой составляющей аэрофотоснимка при дешифрировании, тем самым ставя под угрозу сохранение семантически значимой информации в модели аэрофотоснимка. Это влечет за собой высокую вероятность невыполнения требования по

сохранению ее актуальности для работы дешифровщика в режиме реального времени.

Применение методов на основе вейвлет-преобразований влечет за собой применение алгоритмов высокой вычислительной сложности, что, в свою очередь, сказывается на росте временных параметров при обработке аэрофотоснимков. Это влечет за собой высокую вероятность невыполнения требований по сохранению актуальности полученной информации для работы дешифровщика в режиме реального времени.

Общее для всех рассмотренных методов обработки изображений – это неспособность выделения ключевой информации для дешифрирования.

Для решения пятого проблемного аспекта предлагается разработать теоретическую базу и методы обработки аэрофотоснимков, с одной стороны, позволяющие выделять ключевую информацию об объектах интереса, с другой – имеющие вычислительную платформу невысокой сложности (соизмеримую с производительной мощностью бортового генератора).

Поэтому для решения этих пяти проблемных аспектов необходимо создать теоретические основы и методы эффективного синтаксического описания содержания аэрофотоснимка с учетом интеллектуализации процесса идентификации ключевой семантической информации об объектах интереса по степени информативности семантического содержания сегментов аэрофотоснимка (рисунок).

Предлагается создать технологию обработки видеоданных, которые направлены на повышение информативности аэрофотоснимка и уменьшение суммарного времени дешифрирования данных в целях принятия решения в интересах аэромониторинга, т.е. ввести принципиально новый подход в обработке изображений, а именно поиск и выделение (подсвечивание) нужного (важного) объекта на аэрофотоснимке.



Структурная схема проблемных аспектов существующих методов обработки изображений, которые направлены на снижение оперативной доставки аэрофотоснимка с борта летательного аппарата и обеспечение требуемой эффективности дешифрирования полученной информации

Выводы

1. Обосновано, что разработку научных основ повышения оперативности доставки видеoinформации с борта летательного аппарата в системе аэромониторинга, особенно в условиях кризисных ситуаций, необходимо проводить в направлении решения противоречия, в основе которого лежит дисбаланс между требуемым уровнем оперативности доставки информации и ее достоверностью относительно реальных событий.
2. Доказано, что ядром такого дисбаланса является особенность цифрового аэрофотоснимка и особенность современных технологий обработки изображений.
3. Установлено, что современные технологии обработки изображений, основанные на выявлении различных закономерностей с последующим этапом сокращения избыточности, не вскрывают семантическую информацию, а соответственно и не направлены на ее сохранение, что накладывает определенные ограничения на использование аэромониторинга в условиях кризисной ситуации.
4. Проведен анализ проблемных аспектов для методов обработки аэрофотоснимков, направленных на разработку концептуальных аспектов по решению проблемы предоставления информации на аэрофотоснимке дешифровщику в условиях кризисной ситуации.
5. Обосновано, что системный подход к решению сформулированных проблемных аспектов для ме-

тодов обработки аэрофотоснимков заключается в разработке технологии обработки видеоданных, направлен на поиск и выделение важных объектов на аэрофотоснимке.

Литература: 1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2003. 384с. 2. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. СПб.: ВУС, 1999. 204 с. 3. Гонсанс Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2005. 1072 с. 4. Королев А.В., Баранник В.В. Метод комплексной обработки изображений / ИУСЖТ. 1999. №5. С.10-17. 5. Barannik V., Ryabukha Yu., Krasnorutsky A. Method of effective syntactic description of frames using the integrity of the video information resource / IEEE Second International Scientific-Practical Conference [“IEEE Problems of Infocommunications Science and Technology, PICS&T’2015”], (Kharkiv, Ukraine, October 13-15, 2015) / Kharkiv: 2015. P.234-237. 6. Barannik V., Gancarczyk J., Krasnorutsky A. Method of semantic masking of an aerial photograph / VI International conference of students and doctoral students, "The engineer of the XXIst century", 2016, (Bielsko-Biala, December 2, 2016) / Bielsko-Biala: 2016. P. 185-190.

Transliterated bibliography:

1. *Vatolin D., Ratushnyak A., Smirnov M., Jukin V.* Me-tody szhatija danyh. Ustrojstvo arhivatorov, szhatie izobrazhenij i video. M.: DIALOG – MIFI, 2003. 384s.
2. *Vorob'ev V.I., Gribunin V.G.* Teorija i praktika vejevlet-preobrazovanija. SPb.: VUS, 1999. 204 s.
3. *Gonsans R., Vuds R.* Cifrovaja obrabotka izobrazhenij. Per. s angl. M.: Tehnosfera, 2005. 1072 s.
4. *Korolev A.V., Barannik V.V.* Metod kompleksnoj obrabotki izobrazhenij / IUSZhT. 1999. #5. S.10-17.
5. *Barannik V., Ryabukha Yu., Krasnorutsky A.* Method of effective syntactic description of frames using the integrity of the video information resource / IEEE Second International Scientific-Practical Conference [“IEEE Problems of Infocommunications Science and Technology, PICS&T’2015”], (Kharkiv, Ukraine, October 13-15, 2015) / Kharkiv: 2015. P.234-237.

6. *Barannik V., Gancarczyk J., Krasnorutsky A.* Method of semantic masking of an aerial photograph / VI International conference of students and doctoral students, "The engineer of the XXIst century", 2016, (Bielsko-Biala, December 2, 2016) / Bielsko-Biala: 2016. P. 185-190.

Поступила в редколлегию 12.05.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Безрук В.В.

Красноруцкий Андрей Александрович, канд. техн. наук, с.н.с., докторант Харьковского национального университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: информационные технологии. Адрес: Украина, 61023, ул. Сумская, 77/79, тел. 380633297171.

Andrei Krasnorutsky Ph.D., Kharkiv National University of Air Force named after I. Kozhedub. Scientific interests: information technology. Address: Ukraine, 61023, ul. Sumskaya, 77/79, tel. 380633297171.