

Исследование характеристик сервиса дистанционного предоставления видеослуж при управлении в кризисных ситуациях

Харьковский университет Воздушных Сил

Проводится оценка характеристик сервиса дистанционного предоставления видеослуж в процессе управления кризисных ситуаций. Обосновывается, что для обеспечения информационного превосходства требуется обеспечить повышение живучести и скрытности проведения аэромониторинга, которая тесно связана с повышением высоты полета беспилотного комплекса. Обосновано, что компенсация снижения разрешающей способности аэрофотоснимка тесно связана с увеличением размерности изображения. Показана зависимость информационной интенсивности видеопотока от высоты полета беспилотного комплекса и класса решаемых задач дешифрирования для идентификации наземного транспортного средств. Обосновывается влияние роста информационной интенсивности на увеличение временных задержек доставки информации с борта летательного аппарата. Вводится понятие достоверность получаемой информации, характеризующая динамические процессы формирования, обработки и передачи аэрофотоснимков. Показаны составляющие достоверности аэрофотоснимков в процессе их обработки и передачи в условиях авторизированных источников.

1. Введение

В современном мире характеризуется тенденция роста кризисных ситуаций. Одним из ключевых факторов здесь является геополитическое расположением стран. Не исключением является и Украина. Кроме того наблюдается появление и резкое обострение кризисных ситуаций террористического, криминогенного, экологического, техногенного, миграционного и, в том числе, оборонного (ведение боевых действий) характера. Возникает необходимость повышения эффективности системы управления в кризисных ситуациях. В этом случае требуется обеспечить в мирное время, а также в условиях особенного (чрезвычайного) положения надежной защиты населения, объектов и территории страны от аварий, катастроф, стихийных бедствий; проведение постоянного мониторинга, как стратегических объектов, так и экологически небезопасных, места скопления людей, пограничные территории, аэропорты, энергетические и водные магистрали, территории на которых возможен вооруженный конфликт или же уже ведутся боевые действия [1].

В связи с этим, а также в соответствии основных положений Закона Украины от 7 июня 2012 года №4909-VI «Про государственную целевую программу защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера на 2013-2017 годы» возникает необходимость в отработке основных подходов построения систем дистанционного обеспечения видеоинформацией при управлении в кризисных ситуациях с использованием бортовых комплексов.

Одним из основных направлений развития видеоинформационных технологий является интеграция систем сбора, обработки, передачи, анализа информации и принятия решений, необходимых для своевременного

предупреждения, обнаружения, локализации и ликвидации кризисных ситуаций и их последствий [2 - 3].

Наиболее информативным источником получения видеоинформации является применение в составе беспилотных комплексов аэромониторинга оптико-электронных систем. Здесь формируется видеоинформационный ресурс, ключевой составляющей которого являются аэрофотоснимки. Информация аэрофотоснимка используется в процессе принятия решения. Ее обработка проводится как оператором беспилотного летательного аппарата, так и дешифровщиком [4-6].

Однако существующие подходы предоставления видеоуслуг в кризисных ситуациях являются неэффективными. Поэтому **цель статьи** заключается в оценке характеристик сервиса дистанционного предоставления видеоуслуг в процессе управления кризисных ситуаций.

2. Основная часть

Одним из информационных ресурсов процесса дистанционного видеоинформационного сервиса является получение аэрофотоснимков для их последующего дешифрирования. Дешифрирование аэрофотоснимка включает в себя такие задачи как обнаружение объектов, распознавание общего типа объектов, распознавание конкретной модели, детальное описание объекта и анализ состояния объекта [5-6]. В процессе уточнения задач идентификации объектов выдвигаются требования относительно повышения разрешающей способности аэрофотоснимка. Требуемая разрешающая способность ρ аэрофотоснимков определяется из условия обеспечения необходимого уровня детализации объекта на местности, влияющего на процесс дешифрирования изображения типового объекта мониторинга.

В тоже время для качественного обеспечения решения задач системы управления в кризисных ситуациях и обеспечения условия информационного превосходства требуется обеспечить повышение живучести и скрытности проведения аэромониторинга. Эта задача тесно связана с повышением высоты полета H беспилотного комплекса, который ведет аэромониторинг.

Техническая сторона обеспечения необходимого уровня детализации для оптико-электронной системы, заключается в характеристиках ПЗС-матрицы. Размерность ПЗС-матрицы определяет уровень дискретизации изображения, поступающего с объектива. Поэтому чем выше размерность матрицы, тем выше уровень дискретизации и тем выше получается детализация аэрофотоснимка. Размерность изображения $N_{стр} \times N_{стб}$ выбирается в соответствии с обеспечением требуемого уровня детализации или разрешающей способности ρ характерной для видеокамеры. В этом случае, в условиях обеспечения требуемой живучести и скрытности, повышение высоты полета беспилотного комплекса приводит к снижению разрешающей способности. Чем выше бортовое средство находится над объектами мониторинга, тем ниже разрешающая способность ρ , формируемых аэрофотоснимков. Чтобы скомпенсировать снижение разрешающей способности необходимо увеличить размерность изображения $N_{стр} \times N_{стб}$ (табл.1). Исследования, результаты которого приведены в табл.1, показывают, что с повышением высоты полета беспилотного комплекса требуется увеличивать размерность изображения $N_{стр} \times N_{стб}$. Так, для обеспечения

разрешающей способности на уровне $\rho = 1,5$ (обнаружение объекта) на высоте полета $H = 100\text{м}$, потребуется аэрофотоснимок с размером изображения $N_{\text{стр}} \times N_{\text{стб}} = 256 \times 256$.

Таблица 1
Зависимость размера изображения $N_{\text{стр}} \times N_{\text{стб}}$ аэрофотоснимка от высоты полета беспилотного комплекса и класса решаемых задач дешифрирования для идентификации наземного транспортного средства

Высота полета беспилотного комплекса аэромониторинга, м	Класс решаемых задач по дешифрированию (идентификация объектов)				
	размерность изображения $N_{\text{стр}} \times N_{\text{стб}}$				
	обнаружение	распознавание типа (общее)	распознавание модели (точное)	детальное описание	анализ состояния
6000	2464x1648	3072x2048	3264x2448	3504x2336	5120x5120
2500	2288x1712	2464x1648	3072x2048	3264x2448	3504x2336
1500	1280x1024	2288x1712	2464x1648	3072x2048	3264x2448
1200	1024x768	1280x1024	2288x1712	2464x1648	3072x2048
900	768x576	1024x768	1280x1024	2288x1712	2464x1648
600	640x512	768x576	1024x768	1280x1024	2288x1712
300	320x240	640x512	768x576	1024x768	1280x1024
100	256x256	320x240	640x512	768x576	1024x768
Требования к ρ для наземного транспортного средства	1,5	0,6	0,3	0,05	0,025

При подъеме беспилотного комплекса до высоты $H = 6000\text{м}$, потребуется уже аэрофотоснимок с размерностью изображения, а соответственно и характеристиками ПЗС-матрицы, $N_{\text{стр}} \times N_{\text{стб}} = 2464 \times 1648$. В противном случае, для обеспечения заданной разрешающей способности $\rho = 1,5$, следует снижать высоту полета беспилотного комплекса, что ведет к уменьшению живучести и скрытости борта.

Одним из требований к сервису дистанционного предоставления видеослуж является получение не отдельного аэрофотоснимка, а заданного их количества n в промежуток времени t . Поэтому такой процесс будет происходить непрерывно, динамически.

Для оценки динамических характеристик формируемых информационных потоков на борту летательного аппарата вводится понятие информационной интенсивности $I_{\text{инт}}$:

$$I_{nt} = \frac{n \times N_{\text{стр}} \times N_{\text{стб}} \times b}{t}, \quad (1)$$

где b – разрядность элементов, бит.

В табл.2 представлена зависимость информационной интенсивности I_{It} одного аэрофотоснимка от высоты полета беспилотного комплекса и класса решаемых задач для идентификации наземного транспортного средства.

Таблица 2

Зависимость информационной интенсивности видеопотока одного аэрофотоснимка от высоты полета беспилотного комплекса и класса решаемых задач дешифрирования для идентификации наземного транспортного средства

Высота полета беспилотного комплекса аэромониторинга, м	разрядность элементов, бит	Класс решаемых задач по дешифрированию (идентификация объектов)				
		Информационная интенсивность I_{It} , Мбит				
		обнаружение	распознавание типа (общее)	распознавание модели (точное)	детальное описание	анализ состояния
6000	24	97,5	150,9	191,7	196,4	629,1
	8	32,5	50,3	63,9	65,4	209,7
2500	24	94,0	97,4	150,9	191,7	196,4
	8	31,3	32,4	50,3	63,9	65,4
1500	24	31,4	94,0	97,4	150,9	191,7
	8	10,4	31,3	32,4	50,3	63,9
1200	24	18,8	31,4	94,0	97,4	150,9
	8	6,3	10,4	31,3	32,4	50,3
900	24	10,6	18,9	31,4	94,0	97,4
	8	5,3	6,3	10,5	31,3	32,4
600	24	7,8	10,6	18,8	31,4	94,0
	8	2,6	3,5	6,3	10,5	31,3
300	24	1,8	7,8	10,6	18,8	31,4
	8	0,6	2,6	3,5	6,3	10,5
100	24	1,6	1,8	7,9	10,6	18,9
	8	0,5	0,6	2,6	3,5	6,2
требования к ρ для наземного транспортного средства		1,5	0,6	0,3	0,05	0,025

Исследования показывают, что если для обеспечения разрешающей способности на уровне $\rho = 0,025$ на высоте $H = 100\text{м}$ одного аэрофотоснимка с размером изображения $N_{\text{стр}} \times N_{\text{стб}} = 1024 \times 768$ информационная интенсивность

составляет 19Мбит. В то время как на высоте $H = 1500\text{м}$, чтобы обеспечить заданную разрешающую способность, потребуется изображение размерностью $N_{\text{стр}} \times N_{\text{стб}} = 3264 \times 2448$ и информационная интенсивность составит уже 192Мбит.

Следовательно, рост информационной интенсивности определяется:

- требуемой разрешающей способностью, т.е. классом решаемых задач по анализу объектов мониторинга кризисной ситуации;

- высотой, на которой осуществляется мониторинг местности.

Рост требований к увеличению разрешающей способности аэрофотоснимков ведет к росту информационной интенсивности, которая формируется на борту летательного аппарата. При этом информационная интенсивность видеопотока аэромониторинга в системе управления кризисных ситуаций достигает порядка 100 Мбит – 20 Гбит.

Другим важным показателем, характеризующим динамические процессы обработки и передачи аэрофотоснимков, является достоверность D получаемой информации, обусловленная процессом ее формирования, обработки и передачи.

Под достоверностью аэрофотоснимков в процессе их обработки и передачи в условиях авторизированных источников предлагается понимать три составляющие:

1) степень $d_{\text{сфи}}$ соответствия полученной информации относительно сформированной информации (т.е. включается этап формирования информации на борту летательного аппарата);

2) требуемый уровень $d_{\text{рс}}$ к разрешающей способности аэрофотоснимка;

3) степень $d_{\text{си}}$ старения информации, т.е. степень соответствия получаемой информационной модели (аэрофотоснимка) относительно реальных условий текущей обстановки.

Достоверность D получаемой информации представляет собой функцию:

$$D = \{ d_{\text{сфи}} ; d_{\text{рс}} ; d_{\text{си}} \} = F_D(\delta_{\text{пф}} ; \delta_{\text{обр}} ; \delta_{\text{п}} ; \delta_{\text{аз}} ; \delta_{\text{рс}} ; \delta_{\text{си}}), \quad (2)$$

где $\delta_{\text{пф}}$ – показатель качества формирования аэрофотоснимка бортовой оптико-электронной аппаратурой, зависящей от уровня искажений аэрофотоснимка в процессе его формирования видеокамерой;

$\delta_{\text{обр}}$ – показатель потери достоверности получаемой информации на синтаксическом и семантическом уровне в результате обработки для выделения и представления информативных составляющих аэрофотоснимка;

$\delta_{\text{п}}$ – показатель потери достоверности получаемой информации, который обусловлен ошибками в кодовых конструкциях видеоресурса и потери пакетов в процессе передачи по радиоканалу;

$\delta_{\text{аз}}$ – показатель потери достоверности получаемой информации, который обусловлен действиями злоумышленника (например, наведение помех);

$\delta_{\text{рс}}$ – показатель потери достоверности получаемой информации в случаях несоответствия реальной разрешающей способности требуемой.

$\delta_{\text{си}}$ – показатель потери достоверности получаемой информации, обусловленный несоответствием информационной модели (аэрофотоснимка) относительно реальных условий текущей обстановки.

В условиях управления кризисными ситуациями особое место отводится требованиям относительно временных задержек доставки информации с борта летательного аппарата.

Проведем оценку влияния роста информационной интенсивности I_t на увеличение временных задержек $T(I)_{\text{дд}}$ доставки информации с борта летательного аппарата.

Для известных значений скорости $V_{\text{пд}}$ передачи данных с борта летательного аппарата по существующим каналам связи, время $T(I)_{\text{дд}}$ доставки данных, интенсивностью I_t определяется в основном временем $T(I)_{\text{ппд}}$ обработки и передачи данных по каналу связи, и оценивается по формуле:

$$T(I)_{\text{дд}} = T(I)_{\text{ппд}} = \frac{I_t}{V_{\text{пд}}}, \quad (3)$$

В табл.3 представлено влияние роста информационной интенсивности I_t на увеличение временных задержек $T(I)_{\text{дд}}$ доставки информации с борта летательного аппарата при фиксированных скоростях $V_{\text{пд}}$ каналов передачи данных с борта летательного аппарата для выполнения задач дешифрирования по идентификации наземного транспортного средства.

Таблица 3
Временные задержки $T(I)_{\text{дд}}$ доставки информации с борта летательного аппарата одного аэрофотоснимка

Скорость передачи по КС	Информационная интенсивность I_t , Мбит/с							
	18,9	31,5	94,0	97,5	150,9	191,8	196,4	629,1
256 Кбит/с	73,8	123,0	367,2	380,8	589,4	749,2	767,2	2457,4
16 Мбит/с	1,18	1,97	5,88	6,09	9,43	12,0	12,3	39,3

Из анализа данных табл.1, 2, 3 следует, что:

Ситуацию не спасает даже скоростной канал связи 16Мбит/с: для выполнения такой же задачи при высоте полета летательного аппарата 6000м время доставки одного аэрофотоснимка составляет порядка 40с.

Таким образом, рост информационной интенсивности видеопотоков, формируемых на борту беспилотного комплекса, ведет к увеличению временных задержек доставки информации с борта летательного аппарата, а следовательно и к увеличению времени принятия решения по идентификации объекта мониторинга.

Отсюда следует, что существующие возможности бортового оборудования беспилотного комплекса не обеспечивают требуемого времени доставки аэрофотоснимков в случаях когда:

а) задан требуемый уровень разрешающей способности ρ для решения соответствующего класса задач по дешифрированию (обнаружение,

распознавание типа, распознавание модели, детальное описание, анализ состояния), т.е.

$$T(I)_{\text{дд}} > T(I)_{\text{дд}}^{(\text{тр})}, \quad (4)$$

где $T(I)_{\text{дд}}^{(\text{тр})}$ - необходимое время для доведения требуемой информационной интенсивности $I_{\text{нт}}$ видеопотоков (определяется особенностями процесса управления и высотой полета летательного аппарата).

б) задана требуемая высота полета $H^{(\text{тр})}$ летательного аппарата для решения соответствующего класса задач по дешифрированию.

Значит, необходимо разработать метод $F_{\text{обр}}$, который позволит снизить информационную интенсивность $I_{\text{нт}} \rightarrow \min$, формируемую на борту летательного аппарата, но с сохранением требуемой разрешающей способности $\rho \approx \rho^{(\text{тр})}$ и достоверности аэрофотоснимка с соблюдением требуемых высот полета $H \geq H^{(\text{тр})}$ беспилотного комплекса.

Существующие технологии и методы снижения информационной интенсивности имеют ряд недостатков, среди которых высокая вычислительная сложность и разрушение (потеря) информационных блоков. Это ведет к сложности выполнения требований по сохранению разрешающей способности аэрофотоснимка или же к увеличению времени доведения видеоинформации с борта беспилотного комплекса.

3. Выводы

1. Обосновано, что с повышением высоты полета беспилотного комплекса возрастают требования относительно характеристик ПЗС-матрицы в частности ее размерности, что ведет к росту информационной интенсивности, которая, в свою очередь, определяется классом решаемых задач по анализу объектов мониторинга кризисной ситуации.

2. Оценка влияния роста информационной интенсивности на увеличение временных задержек доставки информации с борта летательного аппарата, показала, что время доставки данных с борта летательного аппарата, интенсивностью I_t определяется в основном временем подготовки и передачи данных по каналу связи и достигает порядка 40 мин.

3. Показано, что предоставление сервиса дистанционных видеослужб в процессе управления кризисных ситуаций, т.е. когда требуется обеспечить живучесть, скрытность и полную достоверность информации является проблематичным.

Список литературы

1. Комарова Л.О. Методи управління інформаційно-комунікаційними кластерами в кризових ситуаціях: монографія [Текст] / Л.О.Комарова // К.:ДУТ, 2014. – 395 с.
2. Кутовой О.П. Тенденції розвитку безпілотних літальних апаратів / О.П. Кутовой // Наука і оборона. – 2000. – № 4. – С. 39 – 47.
3. Виноградов Б.А. Аэрокосмический мониторинг экосистем. – М.: Наука, 1984. – 319с.

4. Баранник В.В. Метод интеллектуальной обработки государственных видеoinформационных ресурсов для повышения их семантической целостности в системах мониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // Захист інформації. – №2. – 2015. – С. 00-00.

5. Кашкин В.Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений: Конспект лекций. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 121 с.

6. Лабутина И. А. Дешифрование аэрокосмических снимков: учебн. пособие / И. А. Лабутина. – М.: Аспект-Пресс, 2004. – 184 с.

Поступила в редакцию 24.11.2015

Дослідження характеристик сервісу дистанційного надання відеопослуг при управлінні у кризових ситуаціях

Проводиться оцінка характеристик сервісу дистанційного надання відеопослуг в процесі управління кризових ситуацій. Обґрунтовується, що для забезпечення інформаційної переваги потрібно забезпечити підвищення живучості та скритності проведення аеромоніторинга, яка тісно пов'язана з підвищенням висоти польоту безпілотного комплексу. Обґрунтовано, що компенсація зниження роздільної здатності аерофотознімки тісно пов'язана зі збільшенням розмірності зображення. Показано залежність інформаційної інтенсивності відеопотоку від висоти польоту безпілотного комплексу і класу вирішуваних завдань дешифрування для ідентифікації наземного транспортного засобів. Обґрунтовується вплив зростання інформаційної інтенсивності на збільшення тимчасових затримок доставки інформації з борту літального апарата. Вводиться поняття достовірність одержуваної інформації, що характеризує динамічні процеси формування, обробки і передачі аерофотознімків. Показані складові достовірності аерофотознімків в процесі їх обробки і передачі в умовах авторизованих джерел.

Investigation of the Characteristics of Remote Video Delivery Service in the Management of Crisis Situations

The estimation of the characteristics of remote video delivery service in the management of crisis situations. It is proved that for information superiority is required to provide increasing survivability and stealth of aeromonitoringa, which is closely connected with increasing altitude unmanned complex. It is proved that the compensation reduce the resolution of the aerial photo is closely linked to an increase in the dimensions of the image. The dependence of the intensity of the video information from the altitude unmanned complex class and decryption tasks for identifying land vehicles. Substantiates the impact of increased intensity of information to increase the time delay delivery of information on board aircraft. The notion of the accuracy of the information obtained, characterizing the dynamic processes of formation, processing and transmission of aerial photographs. Aerial photographs showing reliability components during processing and transmission in the authorized sources.