

І. М. Тупиця, С. І. Хмелевський

МЕТОД КОМПРЕСІЙНОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ ДЛЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ БПЛА

Анотація. Аналізуються недоліки існуючих методів кодування відеоданих з позиції забезпечення необхідного рівня достовірності даних повітряної розвідки в умовах впливу помилок в каналі передачі даних. Розробляється метод компресійного кодування даних повітряної розвідки для інфокомунікаційних систем безпілотних літальних апаратів. Відмінними рисами методу є: додаткове скорочення структурної надмірності кодованих відеоданих в умовах збереження їх цілісності зарахунок реструктуризації інформаційного простору; використання двохієрархічної схеми статистичного кодування в процесі формування вихідної кодограми. Аналізується ефективність використання розробленого методу компресійного кодування для інфокомунікаційних систем безпілотних літальних апаратів з позиції підвищення достовірності відеоінформаційного ресурсу в умовах забезпечення необхідного рівня оперативності доставки кодованих даних повітряної розвідки.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; дані повітряної розвідки; кодування; достовірність; оперативність; канал передачі даних; відеодані.

Abstract. The shortcomings of the existing video data coding methods are analyzed from the point of view of ensuring the necessary level of reliability of aerial reconnaissance data under the influence of errors in the data transmission channel. A method of compression coding of air reconnaissance data for information communication systems of unmanned aerial vehicles is being developed. Distinctive features of the method are: additional reduction of the structural redundancy of coded video data while maintaining their integrity due to the restructuring of the information space; the use of a two-hierarchical scheme of statistical coding in the process of forming the original codegram. The efficiency of using the developed method of compression coding for information communication systems of unmanned aerial vehicles is analyzed from the point of view of increasing the reliability of the video information resource in the conditions of ensuring the necessary level of operational efficiency of the delivery of coded aerial reconnaissance data.

Keywords: unmanned aerial vehicle; aerial reconnaissance data; coding; certainty; efficiency; data transmission channel; video data.

В умовах ведення бойових дій на території України зростає роль системи повітряної розвідки як ключової компоненти своєчасного та ефективного реагування на кризові ситуації, що виникають як в суспільстві, так і в системі критичної інфраструктури. Особливо це стосується областей, в районах яких ведуться бойові дії. Це пов'язано зі значними намаганнями ворога до створення хаосу серед суспільства шляхом нанесення ударів як по об'єктах цивільної, так і критичної інфраструктури. В зв'язку з чим, зростає роль розвідувальних безпілотних літальних апаратів (БПЛА), як основного джерела інформаційного забезпечення відповідних органів сектору безпеки та оборони для своєчасного отримання інформації (даних повітряної розвідки) про об'єкти інтересу з метою попередження, своєчасного реагування та подолання кризових явищ. Слід зазначити, що для доставки відеоінформації в інфокомунікаційних системах БПЛА використовуються бездротові канали зв'язку, проблемним аспектом яких є низька стійкість до помилок в каналі передачі даних [1]. Це призводить до значної втрати достовірності відеоінформації (даних повітряної розвідки) внаслідок дії наступних факторів [1]:

- часових затримок в процесі доставки відеоінформаційного ресурсу, що призводить до втрати актуальності отриманих відеоданих;
- руйнування відеоінформації за семантичним змістом, що призводить до неможливості розпізнавання (виявлення) об'єктів інтересу.

Таким чином, використання розвідувальних БПЛА з однієї сторони дозволяє підвищити рівень інформатизації органів сектору безпеки та оборони, а з іншої – не дозволяє забезпечити

необхідний рівень достовірності даних повітряної розвідки в умовах впливу помилок в каналах передачі даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що на теперішній час існують наступні напрямки вирішення задачі підвищення достовірності відеоданих: технології завадостійкого кодування; технології компресійного кодування з локалізацією помилок, що виникають в каналі зв'язку [2, 3]. Використання технологій завадостійкого кодування дозволяє підвищити стійкість відеоінформаційного ресурсу до помилок в каналах передачі даних за рахунок використання додаткових коректуючих розрядів, але має ряд суттєвих недоліків [2]:

1. Призводить до значного збільшення бітового об'єму відеоданих.
2. Зростають часові затримки на доставку даних повітряної розвідки, що в умовах ведення бойових дій є критичним.
3. Зростає час на обробку відеоданих (відеозображень (цифрових аерофотознімків), потокового відео).

В свою чергу, перевагою другого напрямку є зниження бітового об'єму відеоінформаційного ресурсу. Але слід зазначити, що існуючі технології компресійного кодування відеоданих базуються на використанні методів групового та статистичного кодування елементів відеоданих, що призводить до виникнення ряду суттєвих недоліків, а саме:

1. Низька стійкість до помилок в каналах передачі даних. Це пов'язано з тим, що внаслідок використання методів статистичного кодування (кодові таблиці Хаффмана) вплив помилок, що виникають в каналі зв'язку, призводить до суттєвого спотворення (руйнування) відеоресурсу.

2. Внаслідок використання методів групового кодування елементів для додаткового скорочення надмірності в відеозображеннях, вплив помилок в процесі реконструкції може призводити до зсуву кодованих даних.

Таким чином зазначений напрямок не забезпечує необхідний рівень локалізації помилок, тому необхідно вдосконалювати існуючі технології компресійного кодування в напрямку виявлення закономірностей, врахування яких дозволить локалізувати руйнівний вплив помилок, що виникають в каналі зв'язку.

В свою чергу, в роботах [4-6] з метою підвищення достовірності даних в умовах забезпечення необхідного рівня оперативності доставки розроблений метод компресійного кодування, відмінними рисами якого є наступні:

1. Декомпозиція (реструктуризація) статистичного простору кодованих відеоданих за кількісною ознакою без втрати цілісності. Це дозволяє суттєво зменшити потужність кодованих даних і, як наслідок, створити умови для скорочення довжини нерівномірних кодових конструкцій, що формуються в процесі статистичного кодування елементів відеоданих.1.

2. Двохієрархічна схема статистичного кодування для формування кодованих даних повітряної розвідки. Відмінною рисою розробленого методу є використання статистичного кодування в процесі формування інформаційної (кодова частина) та службової (службові відомості) складових кодограми.

Аналіз ефективності методу компресійного кодування даних для інфокомунікаційних систем БпЛА з позиції забезпечення необхідного рівня достовірності свідчить про те, що:

1. Розроблений метод вирішує наукову задачу, що полягає у підвищенні достовірності відеоінформаційного ресурсу в умовах впливу помилок в каналі передачі даних;

2. У порівнянні з існуючим розроблений метод дозволяє підвищити достовірність відеоінформаційного ресурсу в умовах впливу помилок в каналі передачі даних за величиною пікового відношення сигнал/шум в середньому в 2,3 рази.

3. Розроблений метод компресійного кодування відеоданих вирішує наукову задачу, що полягає у підвищенні достовірності даних повітряної розвідки за величиною ймовірності розпізнавання об'єктів повітряної розвідки на відеозображенні за рахунок забезпечення необхідного рівня якості реконструйованих відеоданих в умовах впливу помилок в каналі передачі даних.

4. Розроблений метод компресійного кодування не призводить до виникнення додаткових часових затримок в процесі доставки відеоінформації в інфокомунікаційних

системах БПЛА за рахунок додаткового скорочення структурної надмірності кодового представлення відеоданих.

Таким чином, використання розробленого методу компресійного кодування даних в ІКС БПЛА дозволяє підвищити достовірність відеоресурсу в умовах забезпечення необхідного рівня оперативності доставки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хмелевський С. І., Тупиця І. М., Кібіткін С. В., Королюк Н. О., Романюк А. О., Дзюба І. В. Створення моделі оцінки достовірності відеоданих для технології компресійного кодування в умовах дії помилок в каналі передачі даних. Системи обробки інформації. 2022. № 2 (169). С. 72-86. <https://doi.org/10.30748/soi.2022.169.09>.

2. Тупиця І. М., Кібіткін С. О., Сухотеplий В. М., Непокритов Д. М., Конов Д. В. Метод реконструкції відеозображень для підвищення ефективності доставки в інфокомунікаційних системах аеросегмента. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. №4(163). С.72–82. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-163-4-72-82>.

3. Khmelevskiy, S., Tupitsya, I., Parkhomenko, M., Borovensky, Y. Model of transformation of the alphabet of the encoded data as a tool to provide the necessary level of video image quality in aeromonitoring systems. CEUR Proceedings (CEUR-WS.org), Aachen, Germany, 2021. Vol-3179, pp. 311-319.

4. Стасєв Ю. В., Тупиця І. М., Пархоменко М. В. Метод додаткового скорочення структурної надмірності кодового представлення відеоданих. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. № 3(156), С. 67–76. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-162-3-67-76>.

5. Karlov, D., Tupitsya, I., Parkhomenko, M., Musienko, O. and Lekakh, A. (2022) “Compression Coding Method Using Internal Restructuring of Information Space”, International Journal of Computing, 21(3), pp. 360-368. doi: 10.47839/ijc.21.3.2692.

6. Karlov, D., Tupitsya, I., Parkhomenko “Methodology of increasing the reliability of video information in infocommunication networks arosegment”, Radio Electronics, Computer Science, Control, №3(2022), pp. 120-132. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2022-3-12>.

Тупиця Іван Михайлович – старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: ivan20081982@gmail.com.

Хмелевський Сергій Іванович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри бойового застосування та експлуатації автоматизованих систем управління, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sserg1978@ukr.net.

Tupitsya Ivan M. – Senior Lecturer of the Department of Aviation Equipment and Air Reconnaissance Complexes of Aircraft, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: ivan20081982@gmail.com.

Khmelevskiy Serhii I. – Candidate of Technical Science, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Combat use of Automated Control Systems, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: sserg1978@ukr.net.