

УДК 681.325

О.М. Маковейчук¹, Г.В. Худов²¹ТОВ «Бюро інформаційних технологій», Львів²Харківський університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків

ОЦІНКА КОЕФІЦІЕНТУ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ПРИ ЗАХИСТІ ВИДОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ВІД МАСКУЮЧИХ ПЕРЕШКОД ШТУЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

В роботі наведено розрахунок та оцінку коефіцієнту використання енергії при захисті космічних оптико-електронних зображень від дії маскуючих перешкод штучного походження.

Ключові слова: обробка зображень, маскуючі перешкода, коефіцієнт використання енергії

Постановка проблеми у загальному вигляді

Відомо [1 – 5], що якість зображень, отриманих з космічних систем оптико-електронного спостереження, істотно визначається різного роду перешкодами природного і штучного походження. До перешкод природного походження відносяться туман, хмарність, серпанок, засвічення оптико-електронної апаратури сонячними променями. До перешкод штучного походження відносяться задимленість, обумовлена постановкою димових завіс, пожежами, обумовленими застосуванням високоточної зброї або пожежами, обумовленими природними явищами.

В даний час до якості обробки зображень, отриманих від оптико-електронних систем спостереження, пред'являються високі вимоги по забезпеченню їх перешкодостійкості і, в першу чергу, перешкодостійкості від дії природних маскуючих перешкод. Існуючі методи перешкодостійкості від дії природних маскуючих перешкод направлені в основному на підвищення контрасту зображення, ефективні тільки для певних спектральних діапазонів, а їх використання з іншими типами даних не завжди дає добрий результат. До того ж, існуючі методи компенсації серпанку на зображеннях не вирішують задачу усунення лінії розділу задимленої і незадимленої областей зображення. Це, у свою чергу, робить негативний вплив на подальші етапи обробки зображення, особливо на етапи координатної прив'язки і виявлення об'єктів на зображеннях.

Мета статті – розробка методики захисту зображень космічних систем оптико-електронного спостереження від впливу мультиплікативних штучних маскуючих перешкод та оцінка її ефективності.

Аналіз останніх досягнень та публікацій та виклад основного матеріалу дослідження

В технології комп'ютерного програмного дешифрування даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), а, відповідно, і в технології боротьби з муль-

типлікативними перешкодами у теперішній час використовуються спеціалізовані програмні засоби. Найбільш поширеними іноземними програмними засобами обробки матеріалів ДЗЗ є [6, 7]:

- ERDAS IMAGINE;
- TNT mips;
- ER Mapper;
- ENVI;
- GRASS;
- NTERGRAPH.

Із російських розробок кращою є технологічна лінія інформаційно технологічного центру «Сканекс» (м. Москва) – ScanViewer, IMAGE Transformer, MODIS Processor, IRS Processor, ScanMagic, ScanEX NeRIS, а також спеціалізоване програмне забезпечення для лінеаментного аналізу – LESSA (автор Златопольський О.О., Московський державний університет).

Зазначені вище спеціалізовані програмні забезпечення зазвичай включають наступні етапи:

- формалізовані перетворення одновимірних даних;
- комплексний аналіз багатовимірних даних з урахуванням додаткової інформації;
- експертна оцінка отриманих варіантів дешифрування;
- повторення етапів формалізованих перетворень та комплексного аналізу до отримання задовільного результату;
- створення кінцевого варіанту дешифрування та перетворення зображення виявлених об'єктів до векторного формату геоінформаційної системи.

Як видно з наведеного вище, питання захисту зображень від штучних маскуючих перешкод майже не розглядається. Виключенням є спеціалізоване програмне забезпечення фірми «Сканекс» ScanEX Image Processor, яке включає компенсацію димки на зображенні. Але алгоритм адаптований лише для даних, що мають синій спектральний діапазон.

Авторами у роботах [8 – 11] розроблена методика захисту зображень космічних систем оптико-

електронного спостереження від впливу мультиплікативних штучних маскуючих перешкод. Розроблена методика захисту зображень від дії штучних маскуючих перешкод зводиться до наступного:

- по видовому зображенню оцінюється матриця коефіцієнтів, що коректують;
- знаходиться апріорна оцінка відновленого зображення, при цьому оцінки поверхонь максимумів/мінімумів знаходяться за допомогою методів тонової математичної морфології – операцій морфологічного відкриття/закриття відповідно;
- для всіх зображень проводиться фотометрична корекція з використанням знайденої матриці коефіцієнтів;
- зображення відновлюється для ряду значень ширини вікна обробки;
- серед отриманого ряду зображень вибирається те, ентропія якого максимальна, отримане зображення є результатом обробки.

Для захисту кольорових зображень від дії штучних маскуючих перешкод запропоновано проводити

обробку в кольірному просторі з явно виділеним каналом яскравості, при цьому обробка проводиться по описаній вище методиці тільки для яскравості компоненти.

Використання для обробки зображень в просторі RGB (природне представлення кольорових зображень в цифровій формі) для кожного каналу окремо представляється недоцільним, оскільки приводить до появи кольорних артефактів, оскільки кожен канал зображення спотворюється в неоднаковому ступені. Додатковим доводом проти використання RGB є потрібна обчислювальна вартість розрахунку [11].

У якості оцінки ефективності запропонованої методики оберемо коефіцієнт використання енергії сигналу. Такий показник добре зарекомендував себе у теорії радіолокації [12] та ефективно використовується для оцінки якості захисту від перешкод. Стосовно оптико-електронних зображень, розглянемо дві характерні області (g_1 та g_2) на вихідному зображенні g (рис. 1).

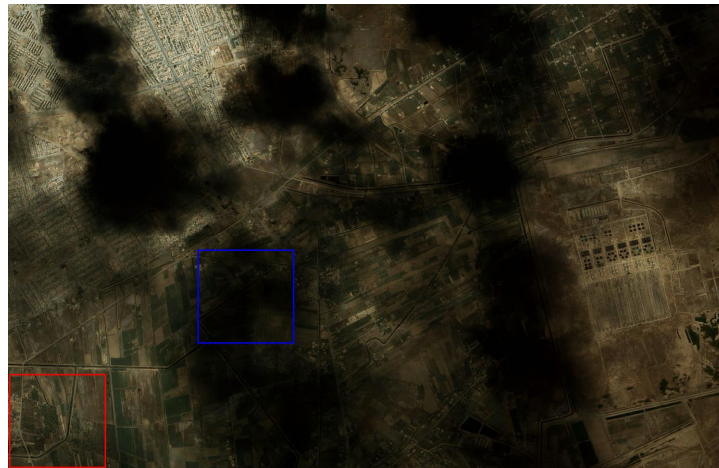


Рис. 1. Вихідне зображення

Це зображення схильно впливу маскуючих мультиплікативних перешкод штучного походження. При цьому g_1 – спотворена область дією мультиплікативної перешкоди, g_2 – неспотворена, яка розглядається як приклад ідеального зображення. Тоді, відповідно до [12] визначимо коефіцієнт використання енергії η таким чином

$$\eta = \frac{E(g_1)}{E(g_2)},$$

де $E(g_1) = \langle g_1 \rangle$, $E(g_2) = \langle g_2 \rangle$ – енергії, що розраховуються як середні по відповідним областям значення яскравості вихідного зображення g .

В процесі обробки отримано відновлене зображення r . В такому разі доречно розглядати коефіцієнт використання енергії як функцію параметра обробки (у статті як такий параметр розглядається ширина вікна обробки w)

$$\eta(w) = \frac{E(r_1(w))}{E(r_2(w))} = \frac{\langle r_1(w) \rangle}{\langle r_2(w) \rangle}.$$

Оскільки використовується методика захисту зображень слабо змінює неспотворені області, то можна вважати, що

$$E(r_2) \approx E(g_2),$$

а замість вищенаведеної формули можна розглядати вираз

$$\eta(w) = \frac{E(r_1(w))}{E_0} = \frac{\langle r_1(w) \rangle}{E_0}, \quad (1)$$

де

$$E_0 = E(g_2).$$

На рис. 2 наведено графік залежності коефіцієнту використання енергії від розміру вікна обробки $\eta(w)$, що розраховується по формулі (1).

При цьому проводилася обробка для стандартного і пропонованого методів обробки.

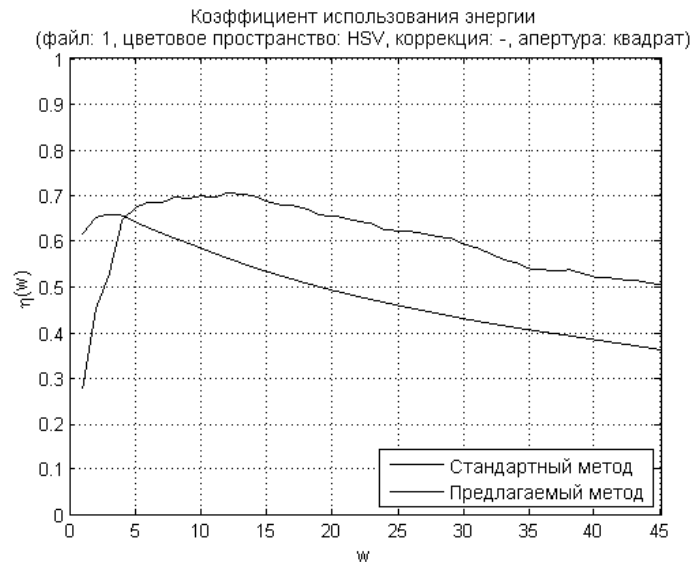


Рис. 2. Залежність коефіцієнту використання енергії від розміру вікна обробки

Висновки

1. Розроблена авторами методика захисту видових зображень від дії штучних мультиплікативних маскуючих перешкод дає значний виграш у коефіцієнті використання енергії, особливо це стосується при збільшенні розміру вікна обробки.

2. При малих розмірах вікна обробки спостерігається деякий програв, що обумовлено недостатньо точним вибором ідеального фрагменту зображення.

Список літератури

1. Чуларис В. Применение космической группировки США в ходе операции в Афганистане / В. Чуларис // Зарубежное военное обозрение. – 2002. – № 8. – С. 30-31.
2. Чуларис А. Использование США космической группировки в войне против Ирака / А. Чуларис // Зарубежное военное обозрение. – 2003. – № 11. – С. 41-42.
3. Die Kosovo – Krise im Kontext der Operation "Entschlossene Kraft" // (Information for Truppen): Bundeswehr. – 1999. – № 5. – P. 169-172.
4. Абрамов Ю.А. Аэрокосмический мониторинг / Ю.А. Абрамов, В.В. Тютюник, Р.И. Шевченко. – Х.: АГЗУ, 2006. – 172 с.
5. Мосов С.П. Аэрокосмическая разведка в современных военных конфликтах: Монография / С.П. Мосов. – К.: Изд. дом «Румб», 2008. – 248 с.

6. Ярославский Л.П. Цифровая обработка сигналов в оптике и голографии: Введение в цифровую оптику / Л.П. Ярославский. – М.: Радио и связь, 1987. – 296 с

7. Moayeri N. An Algorithm For Blind Restoration Of Blurred And Noisy Images / N. Moayeri, K. Konstantinides. – Tech Report: HPL-96-102, July 01, 1996.

8. Маковейчук А.Н. Методы улучшения качества изображений по результатам натуральных экспериментов / А.Н. Маковейчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2004. – № 2 (8). – С. 38-41.

9. Маковейчук А.Н. Теоретическое обоснование методики выбора реперных объектов на видовых изображениях / Г.В. Худов, И. Бутко, А.Н. Маковейчук // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – № 2. – С. 92-94.

10. Маковейчук О.М. Алгоритмы реставрации дефокусированных изображений / О. Маковейчук, В. Подліпаев // Системы озброєння і військ. техніка. – 2005. – N 3-4. – С. 99-103.

11. Маковейчук А.Н. Теоретическое обоснование методики защиты видовых изображений от воздействия маскирующих помех / А.Н. Маковейчук, В. Подліпаев, Г.В. Худов // Системы оброб. інформації. – 2005. – Вип. 6. – С. 62-71.

12. Ширман Я.Д. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех / Я.Д. Ширман. В.Н. Манжос. – М.: Радио и связь, 1981. – 416 с.

Надійшла до редколегії 23.07.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Д.В. Голкін, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ЗАЩИТЕ ВИДОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ МАСКИРУЮЩИХ ПОМЕХ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.Н. Маковейчук, Г.В. Худов

В работе приведено расчет и оценка коэффициенту использования энергии при защите космических оптико-электронных изображений от действия маскирующих препятствий искусственного происхождения.

Ключевые слова: обработка изображений, маскирующая помеха, коэффициент использования энергии.

ESTIMATION OF COEFFICIENT OF THE USE OF ENERGY AT PROTECTING OF SPECIFIC IMAGES FROM THE MASKING HINDRANCES OF ARTIFICIAL ORIGIN

A.N. Makoveychuk, G.V. Khudov

It is in-process resulted calculation and estimation to the coefficient of the use of energy at protecting of space onnuko-электронных images from the action of masking obstacles of artificial origin.

Keywords: processing of images, masking hindrance, coefficient of the use of energy.