

УДК 621.34

И.Д. Горбенко¹, В.В. Косенко²

¹ Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

² ГП «Харьковский НИИ технологии машиностроения», Харьков

ФОРМУЛИРОВКА ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОПТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЛИ

Сформулированы критерии, по которым определяется качество восстановления изображений при сжатии данных с потерей качества. Определена специфика критериев для систем оптического мониторинга Земли. Обоснована шкала оценки качества изображения. Определены основные требования к качеству восстановления изображений.

Ключевые слова: изображение, оптический мониторинг, сжатие.

Введение

Постановка задачи. В процессе обработки изображений конечной целью является обеспечение требуемого качества восстановления изображения.

При восстановлении осуществляется реконструкция или воссоздание изображения из сжатого массива данных. При сжатии изображений без потери информации восстановленное изображение полностью соответствует оригиналу.

В процессе сжатия изображений с потерями необходимо добиться максимально возможного качества восстановления изображений. При этом качество восстановления изображения определяется процедурами сжатия изображений, например, выбранными значениями порогов отбора и фильтрации коэффициентов. Требования к качеству восстановления изображений при этом зависят от специфики изображений и описываются во многих источниках, например [1 – 7], однако подход к восстановлению изображений в системах оптического мониторинга Земли имеет свои особенности, поэтому **цель статьи** – сформулировать и обосновать требования к качеству восстановления изображений в системах оптического мониторинга Земли.

Результаты исследований

Для того чтобы сформулировать требования к качеству восстановления изображений определим основную цель использования изображений. В системах воздушного мониторинга и искусственного интеллекта основной целью обработки изображений является выделение необходимых объектов. Существующие подходы к сжатию изображений в процессе сжатия не учитывают структуру изображения, а используют, как правило, один из видов избыточности, свойственный всему изображению. При этом подходе при восстановлении изображений, сжатых с высоким коэффициентом, малоразмерные объекты могут быть выделены неадекватно, а именно, может быть искажена их форма и внутреннее содержание.

В настоящее время в теории сжатия изображений с потерей качества ярко выражена проблема адекватного восстановления сжатых изображений. Существующие теоретические подходы к сжатию данных с потерей качества, качество восстановления изображений определяют по следующим критериям:

1. Сокращение среднеквадратического отклонения (СКО):

$$e_{\text{СКО}} = \left[\frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (\hat{f}(x, y) - f(x, y))^2 \right]^{1/2}. \quad (1)$$

2. Сокращение отношения сигнал-шум SNR:

$$\text{SNR} = \left[\frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \hat{f}(x, y)^2}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (\hat{f}(x, y) - f(x, y))^2} \right]^{1/2}. \quad (2)$$

Данные подходы позволяют оценить информационные потери и сделать вывод о предпочтительности того или иного метода сжатия. Однако этот подход не позволяет определить адекватность восстановления малоразмерных объектов изображений.

Исходя из подходов к обработке изображений, сделаем ряд предположений:

1. В процессе сжатия существует возможность выделенные объекты и все изображение обрабатывать отдельно.

2. Исходя из яркостной насыщенности, выделенные объекты можно сжимать без потери качества, либо с незначительной потерей качества при жестких требованиях к объему передаваемых изображений.

3. Изображение («фон») для обеспечения высокого коэффициента сжатия, можно сжимать с высокими значениями порогов.

При обработке изображения предлагаемым подходом для оценки качества восстановления изображений необходимо сформулировать показатели и критерии оценки качества восстановления.

В качестве **первого показателя** предложим качество изображения по международной шкале оценки.

Пусть при оценке изображения определяется количество правильно воспринятых объектов

$$N_{v,o} = N_{o,ix} - N_{o,vid}, \quad (3)$$

где $N_{v,o}$ – количество правильно воспринятых объектов, $N_{o,ix}$ – количество объектов исходного изображения, $N_{o,vid}$ – количество объектов, воспринятых в восстановленном изображении.

Анализируя изображение, наблюдатель отыскивает на нем особенности и отличия, такие как контуры или текстурные области, и подсознательно объединяет их в узнаваемые группы. Затем мозг соотносит эти группы с имеющимися априорными знаниями, завершая тем самым процесс интерпретации изображения [8 – 10]. Поэтому, если в изображении объекты будут представлены без потери информации и выделяться относительно «фона», то процесс дешифрирования будет значительно сокращен.

В табл. 1 представлена шкала оценки качества изображения.

В качестве второго показателя предложим среднеквадратическое отклонения восстановленных объектов

$$e_{\text{sko.ob}} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{N_{ob} M_{ob}} \sum_{x=0}^{M_{ob}-1} \sum_{y=0}^{N_{ob}-1} (\hat{f}(x, y) - f(x, y))^2 \right]_i^{1/2}}{n}, \quad (4)$$

где $e_{\text{sko.ob}}$ – среднее значение среднеквадратической ошибки восстановленных объектов, N_{ob} , M_{ob} – размер объекта соответственно по горизонтали и вертикали.

Таблиця 1
Шкала оценок качества изображений
(организация по исследованию классификаций
в телевидении [Friendendall, Behrend]).

Значение	Оценка	Описание
1	Отлично	Изображение чрезвычайно высокого качества, настолько хорошо, насколько только возможно
2	Хорошо	Изображение высокого качества, оставляющее приятное впечатление. Искажения не наблюдаются
3	Приемлемо	Изображение приемлемого качества. Искажения не наблюдаются
4	Плохо	Изображение плохого качества; кажется, что его можно улучшить. Наблюдаются некоторые искажения
5	Очень плохо	Очень плохое, но возможное для наблюдения изображение. Наблюдаются многочисленные искажения

В качестве *третьего показателя* выберем СКО всего изображения:

$$e_{\text{СКО}} = \left[\frac{1}{NM} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (\hat{f}(x, y) - f(x, y))^2 \right]^{1/2}. \quad (5)$$

Исходя из [11, 12] и выражений (10 – (5) основными требованиями к качеству восстановления изображений являются:

- наличие всех малоразмерных объектов;
- различимость типа и структуры объектов изображений;
- адекватное отображение всего изображения.

Выводы

Сформулированы критерии (1) и (2), по которым определяется качество восстановления изображений при сжатии данных с потерей качества.

ФОРМУЛЮВАННЯ ВИМОГ ДО ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В СИСТЕМАХ ОПТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЗЕМЛІ

І.Д. Горбенко, В.В. Косенко

Сформульовані критерії, по яких визначається якість відновлення зображень при стискуванні даних з втратою якості. Визначена специфіка критеріїв для систем оптичного моніторингу Землі. Обґрунтована шкала оцінки якості зображення. Визначені основні вимоги до якості відновлення зображень.

Ключові слова: зображення, оптичний моніторинг, стискування.

Определена специфика критериев для систем оптического мониторинга Земли.

Обоснована шкала оценки качества изображения, представленная в табл. 1.

Определены основные требования к качеству восстановления изображений, формализованные и показатели оценки качества, заданные выражениями (3) – (5).

Направление дальнейших исследований – автоматизация процесса получения объективной оценки качества изображений

Список литературы

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Введение в контурный анализ; приложения к обработке изображений и сигналов / Я.А. Фурман, А.В. Кревецкий, А.К. Передерев, А.А. Роженицов, Р.Г. Хафизов, И.Л. Егошина, А.Н. Леухин; под ред. Я.А. Фурмана. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.
3. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений / Л.П. Ярославский. – М.: Сов. радио, 1979. – 312 с, ил.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. / У. Прэтт. – М.: Мир, 1982. – Кн. 2. – 480 с.
5. Методы компьютерной обработки изображений / Коллектив авторов под ред. В.А. Соифера. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.
6. Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов: коллективная монография / Под ред. Р.Э. Пащенко. – Х.: ХОО «НЭО» «ЭкоПерспектива», 2006. – 348 с.
7. Нестеров А.В. Анализ методов цифровой обработки информации в системах компьютерного зрения и обзор областей применения данных систем / А.В. Нестеров // Вестник РГРТУ. – Рязань, 2008. – № 4 (вып. 26). – С. 121-125.
8. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А.Б. Барский. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
9. Бонгард М.М. Проблема узнавания / М.М. Бонгард. – М.: Наука, 1967. – 198 с.
10. Гренандер У. Лекции по теории образов / У. Гренандер. – М.: Мир, 1979. – Т. 1: Синтез образов. – 221 с.
11. Василенко Г.И. Восстановление изображений / Г.И. Василенко, А.М. Тараторин. – М.: Радио и связь, 1986. – 191 с.
12. Ватолин Д.С. Сжатие статических изображений / Д.С. Ватолин // Открытые системы сегодня. – 1995. – № 8 (29). – С. 25–30.

Поступила в редколлегию 15.02.2011

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. С.В. Смеляков, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

**FORMULATION OF REQUIREMENTS TO QUALITY OF REGENERATION OF IMAGES
IN THE SYSTEMS OF THE OPTICAL MONITORING OF EARTH**

I.D. Gorbenko, V.V. Kosenko

Criteria on which quality of regeneration of images is determined at the compression of data with the loss of quality are formulated. The specific of criteria is certain for the systems of the optical monitoring of Earth. The scale of estimation of quality of image is grounded. The basic requirements are certain to quality of regeneration of images.

Keywords: *image, optical monitoring, compression.*