

Защита цифровых изображений с возможностью восстановления для метода компрессии HGI

А.Ю. Баврина^{1,2}, В.А. Федосеев^{1,2}

¹Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

²Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

Аннотация

Предлагается новая полухрупкая система цифровых водяных знаков (ЦВЗ) с возможностью восстановления исходного изображения после локальных искажений, адаптированная для метода компрессии HGI. Система использует иерархическую структуру изображения при встраивании и заменяет этап квантования постинтерполяционных остатков метода HGI квантователем, основанным на QIM. Предлагаемая система ЦВЗ, состоящая из части проверки подлинности и части восстановления, встраиваемых на разных иерархических уровнях, позволяет не только обнаружить область локальных изменений, но и восстановить исходное изображение в этой области с приемлемым качеством. Разработанная система ЦВЗ, совместимая с методом компрессии HGI, применима для защиты от злонамеренных искажений снимков ДЗЗ и медицинских снимков.

Ключевые слова

Цифровая обработка изображений, цифровые водяные знаки, компрессия изображений, метод иерархической сеточной интерполяции

1. Введение

В настоящее время развитость методов и средств обработки изображений позволяет производить злонамеренные искажения данных, которые очень трудно распознать. Такие искажения недопустимы в стратегически и жизненно важных областях, таких, как данные дистанционного зондирования и медицина.

Снимки со спутников и дронов все чаще используются в различных сферах промышленности, сельского хозяйства, при предупреждении стихийных бедствий, в военной сфере и в средствах массовой информации [1]. Одним из способов защиты изображения от фальсификации является встраивание в них ЦВЗ [2, 3]. Разница между встроенным ЦВЗ и извлеченным из изображения на этапе аутентификации может свидетельствовать о несанкционированных изменениях в исходном изображении.

В предыдущей работе авторов [4] была предложена система ЦВЗ, совместимая с методом компрессии HGI, показавшим высокую производительность в системах обработки данных ДЗЗ ввиду возможности иерархического доступа к данным и контролируемой ошибки компрессии [5]. В предложенной системе ЦВЗ встраивание производилось на этапе квантования постинтерполяционных остатков путем использования квантователя на основе QIM [6]. Было рассмотрено обнаружение локальных искажений и найден компромисс между величиной искажений, вносимых встраиванием, и точностью определения области локальных искажений.

Настоящая работа авторов, помимо проверки подлинности цифрового изображения, предлагает алгоритм восстановления изображения в обнаруженных областях локальных изменений. Системам ЦВЗ, позволяющим обнаруживать и исправлять незаконные изменения, посвящено довольно много работ [7]. Преимуществом предлагаемой системы ЦВЗ является наличие совокупности параметров, дающих возможность варьировать соотношение «величина искажений – точность обнаружения и восстановления», а также устойчивость по отношению к методу компрессии HGI.

2. Система ЦВЗ с возможностью проверки подлинности и восстановления

Суть предлагаемой модификации системы ЦВЗ, описанной в [4], заключается в следующем. Для встраивания выделяется два младших иерархических уровня. Отсчеты уровня l_a используются для проверки подлинности (ЦВЗ этого уровня – псевдослучайная последовательность битов). Отсчеты уровня l_r делятся на блоки, блоки перемешиваются, а в качестве ЦВЗ выступают биты среднего значения по блоку. На принимающей стороне происходит определение области локальных искажений и восстановление средних значений искаженных блоков. На Рисунке 1 представлен результат работы алгоритма.



Рисунок 1: Работа предлагаемого алгоритма ($l_a = 1, l_r = 0$): (а) – изображение со встроенным ЦВЗ; (б) – результат искажений; (в) – восстановленное изображение

3. Заключение

В работе предложена система ЦВЗ с возможностью проверки подлинности и восстановления после искажений, работоспособность которой подтверждена экспериментами.

4. Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 19-29-09045 мк).

5. Литература

- [1] Chuvieco, E. Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach, Second Edition. – Boca Raton: CRC Press, 2016. – 486 p. DOI: 10.1201/b19478.
- [2] Cox, I.J. Digital Watermarking and Steganography / I.J. Cox, M.L. Miller, J.A. Bloom, J. Fridrich, T. Kalker. – USA: Elsevier, 2008. – 587 p.
- [3] Egorova, A.A. A classification of semi-fragile watermarking systems for JPEG images/ A.A. Egorova, V.A. Fedoseev // Computer Optics. – 2019. – Vol. 43(3). – P. 419-433.
- [4] Bavrina, A. Semi-fragile watermarking for HGI image compression / A. Bavrina, V. Fedoseev // CEUR Workshop Proceedings. – 2020. – Vol. 2665. – P. 157-163.
- [5] Gashnikov, M.V. Hyperspectral remote sensing data compression and protection / M.V. Gashnikov, N.I. Glumov, A.V. Kuznetsov, V.A. Mitekin, V.V. Myasnikov, V.V. Sergeev // Computer Optics. – 2016. – Vol. 40(5). – P. 689-712.
- [6] Chen, B. Quantization index modulation: a class of provably good methods for digital watermarking and information embedding / B. Chen, G. Wornell // IEEE Transaction on Information Theory. – 2001. – Vol. 47 (4). – P. 1423-1443.
- [7] Rakhmawati, L. A recent survey of self-embedding fragile watermarking scheme for image authentication with recovery capability / L. Rakhmawati, W. Wirawan, S. Suwadi // J Image Video Proc. – 2019. – Vol. 61(2019). DOI: 10.1186/s13640-019-0462-3.