

УДК 004.932.2

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

К. т. н. Е. В. Нариманова, Е. А. Трифонова, М. С. Кучма

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса

semejka@ua.fm; kaf.iyzis@gmail.com; maricha705@gmail.com

В работе проводится разработка методики количественной оценки надежности восприятия цифрового изображения при помощи пикового отношения «сигнал/шум» при наличии различных возмущающих воздействий, а также при локальном возмущении цифрового изображения. Результаты вычислительного эксперимента подтверждают эффективность предложенной методики, корреляцию результатов, полученных с ее помощью, с результатами субъективного ранжирования.

Ключевые слова: цифровое изображение, оценка надежности восприятия, пиковое отношение «сигнал/шум».

В процессе формирования и передачи стеганографического сообщения требуется оценивать качество получаемого цифрового изображения (ЦИ). При его передаче по каналам связи возможно наложение различных шумов или нанесение локальных изменений. Алгоритмы сжатия с потерями при значительной степени сжатия, как правило, приводят к появлению хорошо заметных человеческому глазу артефактов на ЦИ. Все это порождает необходимость оценки качества цифрового изображения.

На данный момент наиболее распространенной количественной оценкой качества цифрового изображения при анализе уровня его визуальных искажений являются разностные показатели, основывающиеся на различных модификациях отношения «сигнал/шум», в том числе пиковое отношение «сигнал/шум» (peak signal-to-noise ratio – $PSNR$) [1]. Однако, как не раз было отмечено [2], эти показатели, оценивая ЦИ целиком, слабо коррелируют с субъективными оценками системы человеческого зрения, что при передаче стеганографического сообщения может привести к противоречию между приемлемой количественной и неприемлемой качественной оценками надежности восприятия изображения, которое имеет явные визуальные искажения, хорошо заметные невооруженным глазом. Чрезвычайно важным здесь является то, что такие визуальные искажения носят, как правило, локальный характер.

Целью данной работы является разработка методики количественной оценки надежности восприятия ЦИ, подвергнутого возмущающим воздействиям при помощи пикового отношения «сигнал/шум».

Для достижения цели в работе необходимо: провести искажение ЦИ или его части таким образом, чтобы на основании экспертного оценивания разделить изображения после возмущающего воздействия на разные группы (с сохранением надежности восприятия и с частичным или полным нарушением надежности восприятия); провести вычислительный эксперимент, в котором разбить ЦИ на непересекающиеся части и провести оценку надежности восприятия по значениям $PSNR$ для каждой из частей ЦИ в сравнении с $PSNR$ для всего изображения.

Основным недостатком $PSNR$ для оценки надежности восприятия ЦИ является то, что это отношение мало чувствительно к локальным изменениям изображения. С учетом этого, в работе предлагается методика, основные шаги которой следующие.

1. Разбиение ЦИ на непересекающиеся части – так называемые подблоки сигнала (ПБС), размер которых сравним с размером 128×128 пикселей, что необходимо для сохранения представительности и информативности блока [3–5].

2. Определение $PSNR$ для каждого ПБС.

3. Поиск минимального значения $PSNR$ среди всех ПБС, которое является количественной оценкой надежности восприятия ЦИ, поскольку нарушение в любой части изображения является нарушением надежности восприятия всего ЦИ.

В данной работе при проведении вычислительного эксперимента ЦИ разбивалось на 4 ПБС, минимальное значение $PSNR$ среди этих блоков обозначено $PSNR_4$. При проведении вычислительного эксперимента $PSNR$ и $PSNR_4$ вычислялись для более чем 100 цветных ЦИ и изображений в градациях серого. На каждую из этих групп изображений накладывался мультипликативный, гауссовский и пуассоновский шум. При использовании шумов в качестве возмущающего воздействия на каждое ЦИ или его часть накладывался шум разной интенсивности таким образом, что при помощи экспертного оценивания ЦИ качественно можно было отнести к одной из трех групп: I – «искажения видны хорошо на всем изображении», II – «искажения видны на некоторых частях изображения», III – «искажения не визуализируются».

Результаты вычислительного эксперимента показывают, что оценивание надежности восприятия изображения при помощи пикового отношения «сигнал/шум» дает схожие результаты с экспертным оцениванием и может считаться объективным только в том случае, когда возмущение оказывает сравнимые по величине воздействия на все части изображения.

При выявлении локальных нарушений визуальной устойчивости оценка $PSNR$ оказывается близкой к 40 дБ, в отличие от $PSNR_4$ (о чем свидетельствуют результаты для II группы, где наложение шума проводилось и заметно на некоторых частях изображения). В этом случае $PSNR$ и $PSNR_4$ отличаются значительно, и в то время как оценка по $PSNR$ свидетельствует скорее о сохранении надежности восприятия, оценка по $PSNR_4$ и группа качественной оценки визуального восприятия, к которой относятся изображения, указывают на то, что надежность восприятия нарушена.

В связи с этим, при наличии локальных нарушений визуальной устойчивости рекомендуется оценивать отдельные части цифрового изображения, которые их содержат. Такое оценивание цифрового сигнала по частям уже дало хороший результат и активно применяется для выявления областей нарушения целостности малых размеров в различных цифровых сигналах независимо от методов исследования [3–5].

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Коначович Г. Ф., Пузыренко А. Ю. Компьютерная стеганография: теория и практика.— Киев: МК-Пресс, 2006.
2. Кобозева А. А., Трифонова Е. А. Учет свойств нормального спектрального разложения матрицы контейнера при обеспечении надежности восприятия стегосообщения // Вестник НТУ «ХПИ».— 2007.— № 18.— С. 81—93.
3. Нариманова Е. В. Практическое использование DQ-эффекта для построения универсального метода обнаружения фальсификации ЦС // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля.— 2010.— С.80—85.
4. Нариманова Е. В. Проверка целостности цифрового сигнала.— Донецк: Цифровая типография, 2011.
5. Нариманова Е. В., Ботнар С. И. Обнаружение области нарушения целостности малого размера в цифровом изображении // Сучасний захист інформації.— 2013.— Спеціальний випуск.— С. 43—48

O.V. Narimanova, K.O. Tryfonova, M.S. Kuchma

Development of technique of quantitative assessment of digital image perception reliability.

The work is dedicated to the study and development of the technique of quantitative assessment of digital image perception reliability at various disturbing effects, including local perturbations of the digital image, using the peak signal/noise ratio. The results of computational experiments confirm the effectiveness of the proposed technique. The correlation of obtained results with the results of subjective rankings are shown.

Key words: *digital image, perception reliability assessment, peak signal/noise ratio.*