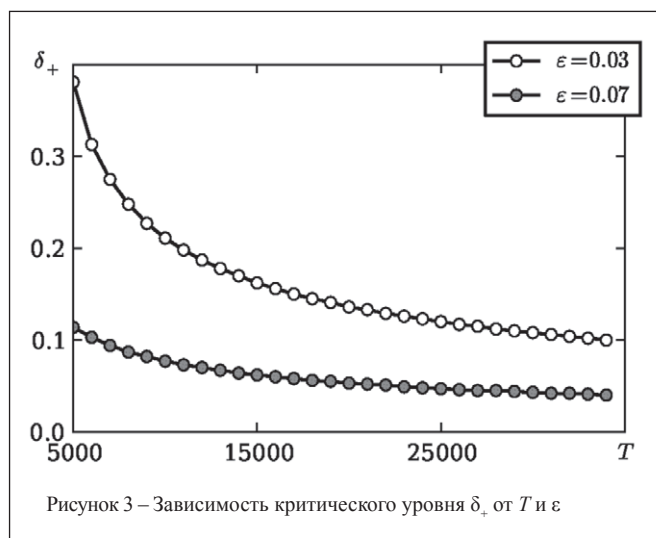




Укажем еще один подход к количественной оценке надежности стеганографического алгоритма, основанный на теории статистической проверки гипотез. Определим гипотезу $H_0 = \{\delta = 0\}$ о том, что контейнер не содержит вкраплений, и альтернативу $H_1 = \bar{H}_0 = \{\delta > 0\}$, означающую, что наблюдаемый поток данных $y_1^T \in V_T$ представляет собой стегоконтейнер. Предположим, что для проверки гипотез H_0, H_1 построен оптимальный тест $d = d_0(y_1^T) \in V$, который минимизирует вероятность ошибки II рода $\beta = P_{H_1}\{d = 0\} = \beta(\epsilon, \delta, T; \alpha_0)$ среди всех тестов, вероятность ошибки I рода для которых не превосходит некоторый заданный уровень $\alpha_0 \in (0, 1) : P_{H_0}\{d = 1\} \leq \alpha_0$. Функция $\beta(\cdot) \in [0, 1]$ характеризует вероятность того, что факт вкрапления в ситуации ϵ, δ, T не будет обнаружен «самым лучшим стегоаналитиком». Являясь характеристикой не-

обнаруживаемости вкрапления, функция $\beta = \beta(\epsilon, \delta, T; \alpha_0)$ может быть принята в качестве характеристики надежности стеганографического алгоритма. Емкость заполнения контейнера δ при заданных значениях его размера T , параметра ϵ и уровня ложных тревог α_0 следует выбирать из условия гарантированного уровня надежности $\beta_{\min} \in (0, 1)$:

$$\beta = \beta(\epsilon, \delta, T; \alpha_0) \geq \beta_{\min}. \quad (8)$$

Литература:

1. Pevny, T. Steganalysis by subtractive pixel adjacency matrix / T. Pevny, P. Bas, J. Fridrich // Proceedings of the 11-th ACM Multimedia and Security Workshop. – Princeton, 2009. – P. 75–84.
2. Bas, P. Break Our Steganographic System – the ins and outs of organizing BOSS / P. Bas, T. Filler, T. Pevny // Proceedings of Information Hiding Conference. – Prague, 2011.
3. Пономарев, К.И. Параметрическая модель вкрапления и ее статистический анализ. Дискретная математика. – Т. 21, вып. 4. – 2009. – С. 148–157.
4. Харин, Ю.С. О некоторых задачах статистической проверки гипотез в стеганографии / Ю.С. Харин, Е.В. Вечерко // Вести НАН Беларуси. Серия физ.-мат. наук. – Вып. 4. – 2010. – С. 5–12.
5. Харин, Ю.С. Математические и компьютерные основы криптологии / Ю.С. Харин, В.И. Берник, Г.В. Матвеев, С.В. Агиевич. – Новое знание, 2003.
6. Кемени, Дж. Конечные цепи Маркова / Дж. Кемени, Дж. Снелл. – Наука, 1982.

Abstract

In this paper we describe some important mathematical models of embedding. Estimators of securely embedding based on markov models are constructed. The results of computer experiments are presented.

Поступила в редакцию 18.05.2013 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВСТРАИВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ

УДК 004.056.5

М.С. Абрамович, М.Н. Мицкевич,
НИИ ППМИ БГУ, г. Минск

Аннотация

В статье описывается алгоритм встраивания цифровых водяных знаков в графические изображения. На основании визуальной характеристики определяются области изображений с высокой детализацией для встраивания данных.

Введение

Цифровые водяные знаки (ЦВЗ) предназначены для маркировки мультимедийной информации с целью ее идентификации, аутентификации, а также мониторинга ее распространения и копирования. ЦВЗ представляет собой определенную информацию, которая добавляется к цифровому объекту и может быть обнаружена или извлечена для предъявления прав на этот объект. В системах с ЦВЗ, так же как и в стеганографии, применяются методы, с помощью которых одни данные скрываются в других.

Незаметность ЦВЗ является общим требованием для всех систем ЦВЗ. Это означает, что искажения, которые вносятся водяными знаками, должны оставаться ниже определенного порога «видимости».

В связи с этим важной практической задачей при встраивании ЦВЗ в графические изображения является задача определений областей графических изображений, встраивание ЦВЗ в которые не приведет к визуальным искажениям изображений [1].

Классификация областей изображения

При встраивании данных в изображение классифицируем точки изображения на три группы. Эта классификация построена на простейших свойствах системы человеческого зрения (СЧЗ):

– точки текстур, которые не существенны для СЧЗ. В сильно текстурированные области (области которые

состоят из мелких деталей и, следовательно, имеют высокочастотный характер) можно встроить много информации. В данном случае высокочастотные мелкие элементы изображения маскируют встроены данные;

– точки текстур, которые существенны для СЧЗ. Одним из основных свойств СЧЗ является свойство фиксировать свое внимание на отдельных частях изображения, оставляя без внимания остальные. Как правило, такими точками являются отдельные точки текстур, такие как точки контуров. Поэтому необходимо встраивать меньше данных в точки, заметные для СЧЗ;

– точки, в окрестности которых изображение нетекстурировано. СЧЗ хорошо различает высокочастотные изменения на низкочастотном фоне, по этой причине ЦВЗ в окрестности таких точек также должен иметь низкочастотный характер. С другой стороны для СЧЗ незаметен лишь небольшой объем данных, встроены в низкочастотную область изображения.

Для разделения изображения на три определенных выше области используем детектор текстур и детектор точек важных для СЧЗ. С помощью детектора текстур получаем матрицу текстурированности в точках изображения:

$$T = (t_{i,j})_{i=0,j=0}^{M_I-1,N_I-1}.$$

С помощью детектора важных для СЧЗ точек получаем матрицу K значимости точек контуров изображения:

$$K = (k_{i,j})_{i=0,j=0}^{M_I-1,N_I-1}.$$

В качестве матрицы текстурированности T используем матрицу локальных дисперсий в точках изображения. Значения ее элементов задаются следующим образом:

$$t_{i,j} = \sum_{l,m=-N_a}^{N_a} (f_{i+l,j+m} - \bar{f}_{i,l,j+m})^2,$$

$$\bar{f}_{i,j} = \frac{1}{(1+2N_a)^2} \sum_{l,m=-N_a}^{N_a} f_{i+l,j+m},$$

где N_a, N_a – некоторые целые положительные числа.

Для нахождения матрицы $K = (k_{i,j})_{i=0,j=0}^{M_I-1,N_I-1}$ используется алгоритм детектирования контуров Канни [2]. Алгоритм Канни решает проблему получения фильтра, оптимального по критериям выделения, локализации и минимизации нескольких откликов одного контура. Канни ввел понятие Non-Maximum Suppression (подавление не-максимумов), которое означает, что пикселями границ объявляются точки, в которых достигается локальный максимум градиента в направлении вектора градиента.

Алгоритм состоит из следующих пяти шагов:

- 1) Сглаживание. Размытие изображения для удаления шума.
- 2) Поиск градиентов. Границы отмечаются там, где градиент изображения приобретает максимальное значение.
- 3) Подавление не-максимумов. Только локальные максимумы отмечаются как границы.
- 4) Двойная пороговая фильтрация. Потенциальные границы определяются порогами.
- 5) Трассировка области неоднозначности. Итоговые границы определяются путем подавления всех краев, не связанных с определенными (сильными) границами [3].

Алгоритм встраивания ЦВЗ

Для встраивания ЦВЗ будем использовать изображение размером $N_I \times M_I$:

$$f = (f_{i,j})_{i=0,j=0}^{M_I-1,N_I-1}.$$

Предположим, что все размеры изображения N_I, M_I кратны некоторым степеням двойки N, M , т. е.

$$N_I = 2^{Nn},$$

$$M_I = 2^{Mm},$$

где $N, M > 0, N, M \in \mathbb{N}$.

Рассмотрим алгоритм для встраивания ЦВЗ с использованием матрицы текстур T (локальных дисперсий) и матрицы значимостей K , которая определяется алгоритмом Канни.

Разобьем изображение на блоки $(B_{l,m})_{l=0,m=0}^{N_I-1,M_I-1}$ размером $2^N \times 2^M$ следующим образом:

$$B_{l,m} = \begin{pmatrix} f_{l \cdot 2^N, m \cdot 2^M} & \dots & f_{l \cdot 2^N, (m+1) \cdot 2^M - 1} \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{(l+1) \cdot 2^N - 1, m \cdot 2^M} & \dots & f_{(l+1) \cdot 2^N - 1, (m+1) \cdot 2^M - 1} \end{pmatrix}$$

Данные будут встраиваться в блоки $B_{l,m}$.

1) Для каждого блока $B_{l,m}$ вычислим его визуальную характеристику $V_{l,m}$ с использованием матрицы текстур T , матрицы значимостей K и некоторого положительного числа β , характеризующего влияние матрицы значимостей K по формуле:

$$V_{l,m} = \frac{1}{2^{N+M}} \sum_{i=-N,j=-M}^{N,M} h(t_{\ln+i,m+j} - \beta k_{\ln+i,m+j})$$

где $h(x)$ – индикаторная функция:

$$h(x) = \begin{cases} x, & x > 0, \\ 0, & x < 0. \end{cases}$$

2) Определим биты блоков $B_{l,m}$, в которые будут встроены данные. Для этого зададим два непересекающихся множества битов S_1 и S_2 для встраивания. Первое множество S_1 задает те биты блока $B_{l,m}$, встраивание в которые данных можно считать незаметным для СЧЗ независимо от характеристик самого блока. Очевидно, что эти биты должны быть наименее значимыми среди тех, из которых могут быть восстановлены встроены данные. Второе множество S_2 задает те биты блока $B_{l,m}$, встраивание в которые данных незаметно на достаточно текстурированных и незначимых частях изображения. Эти множества определяются конкретным алгоритмом встраивания ЦВЗ.

3) Встраивание данных происходит в 2 этапа:

– сначала встраиваются данные по очереди во все блоки. В каждом отдельном блоке заменяем биты заданные в множестве S_1 битами ЦВЗ.

– задается некоторый порог T . Затем поочередно для каждого блока проверяется выполнение условия:

$$V_{l,m} > T. \quad (1)$$

Если для блока выполняется условие (1), то в нем заменяются биты, заданные в множестве S_2 .

4) Процедура встраивания битов пометок. В процедуре встраивания данных блоки разбивались по объему встраи-

ваемых данных на 2 группы в соответствии с критерием (1). Для обеспечения устойчивости необходимо встраивать в каждый блок один бит $p_{l,m}$, который бы указывал на то, была ли встроена в блок дополнительная информация.

Для встраивания пометок повторяется та же процедура, что и для встраивания данных.

При извлечении данных алгоритм выполняется в обратном порядке. Сначала извлекаются биты пометок. Затем из каждого блока извлекается информация из заданных в множестве S_1 битов. Если бит пометки равен 1, то из этого блока также извлекается информация из битов, заданных в множестве S_2 . Таким образом, при извлечении данных не требуется определять визуальные характеристики областей изображения.

Заключение

В статье предложена классификация точек изображения по отношению к чувствительности системы человеческого зрения. Разработан алгоритм встраивания

цифровых водяных знаков, использующий предложенную классификацию. Разработаны методы оценки визуальных характеристик областей изображений на основе матрицы текстурованности и матрицы контуров.

Литература:

1. Cox, I.J. Digital watermarking and steganography / I.J. Cox, et al. // Second Edition. – Morgan Kaufmann, 2007. – 624 p.
2. Canny, J.F. A computational approach to edge detection / J.F. Canny // IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986. – №6. – P. 679–698.
3. Анисимов, Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений. – М.: Высш. школа, 1983. – 295 с.

Abstract

Algorithm for embedding digital watermarks is described in the paper. Areas on the images with high detailing are determined by visual characteristic.

Поступила в редакцию 18.05.2013 г.

НОВОСТИ

ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА



Ассоциация «Возобновляемая энергетика» (Беларусь) к расширению международного сотрудничества через «Проект по повышению потенциала Ассоциации».

Минск, Май 2013 года. Ассоциация «Возобновляемая энергетика» (АВЭ) объявляет о запуске «Проекта по повышению потенциала АВЭ».

Проект финансируется международной организацией – Центрально-Европейской Инициативой – благодаря гранту Правительства Италии по инициативе Европейского банка реконструкции и развития. Проект предполагает предоставить уникальную возможность для дальнейшего развития в Беларуси возобновляемой энергетики с выходом на новый уровень международного сотрудничества.

В ближайшие 15 месяцев группа итальянских и белорусских экспертов – в тесном сотрудничестве с Ассоциацией – объединят усилия в целях достижения основных целей и задач проекта.

Основной целью проекта является развитие международного сотрудничества Ассоциации «Возобновляемая энергетика» с повышением осведомленности и привлечения интереса иностранных инвесторов к растущему белорусскому рынку возобновляемой энергетики. Развитие рынка возобновляемой энергетики в Беларуси подкреплено на уровне законодательства. Принят Закон «О возобновляемых источниках энергии», разрабатывается вторичное законодательство.

Это позволит иметь более широкую диверсификацию топливно-энергетических ресурсов и увеличить использование имеющихся местных энергоресурсов.

«Сектор возобновляемых источников энергии в нашей стране ждет импульса к развитию. Мы должны укреплять и поддерживать имеющийся местный потенциал и привлекать международный опыт. Я уверен, что «Проект по повышению потенциала Ассоциации «Возобновляемая энергетика» сделает это возможным. Команда международных и местных консультантов сможет решить эти задачи с привлечением широкого международного опыта и ноу-хау ...», – говорит Владимир Петрович Нистюк, исполнительный директор Ассоциации.

Ассоциация «Возобновляемая энергетика» была создана в 2009 году как некоммерческое объединение юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Фокусировка деятельности Ассоциации включает в себя внедрение технологий по использованию: энергии ветра, воды, солнечной энергии, энергии биомассы, геотермальной энергии. В настоящее время в состав Ассоциации входят 57 членов. Это государственные и частные компании и организации, индивидуальные предприниматели из Беларуси, России, Германии, Австрии и других стран ЕС. Число членов неуклонно растет. Целью деятельности Ассоциации является обеспечение правовой, информационной, консультативной и рекламной поддержки членов Ассоциации в области энергоэффективности и возобновляемых источников энергии, а также оказания сопутствующих услуг. Деятельность Ассоциации также направлена на установление и расширение международных связей и обмен передовым опытом между отечественными и зарубежными организациями, работающими в области возобновляемых источников энергии в сотрудничестве с государственными и частными организациями.

www.energy-aven.org