

УДК 007:57

Гладырева А. Ю.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СЖАТИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ JPEG 2000

Институт компьютерных технологий
Национальный авиационный университет

Рассмотрены основные теоретические принципы функционирования алгоритма JPEG 2000, приведена его практическая реализация на примере создания автоматизированной системы сжатия медицинских изображений

Введение

Современный этап развития медицины во всем мире характеризует широкое использование и внедрение новейших информационных технологий. Еще совсем недавно вопросы сжатия мультимедийной информации (в том числе медицинских данных и изображений) представляли интерес лишь для узкого круга специалистов, занимающихся научными исследованиями в области прикладной теории передачи данных. На сегодняшний день обработка изображений является важным направлением применения современной вычислительной техники [1].

Теоретические аспекты работы алгоритма JPEG 2000

Задача сжатия изображения заключается в сокращении объема данных, необходимого для представления цифрового изображения. Эффект сжатия может быть достигнут путём удаления одного из трёх типов избыточности:

1. кодовой избыточности, имеющей место, если используемые кодовые слова не являются оптимальными (например, не имеют минимальную длину);

2. межпиксельной избыточности, которая возникает при наличии определенной корреляции между близкими пикселями;

3. визуальной избыточности, содержащейся в информации, которая не воспринимается органами зрения чело-

века (т. е. детали изображения, несущественные для глаза) [2].

Данные типы избыточности оперируют непосредственно с пикселями изображения и называются методами квантования в пространственной области. Помимо методов устранения избыточности, существует ряд алгоритмов, основанных на модификациях преобразованного изображения. Среди них наиболее известным является алгоритм сжатия JPEG.

Данный метод является наиболее оптимальным для сжатия медицинских изображений [3, 4]. Однако, как известно, вследствие ряда причин в 2000-м году алгоритм JPEG был заменён на более гибкий и мощный стандарт JPEG 2000, который ранее не использовался в связи с тонкостями патентного законодательства. Основные преимущества JPEG 2000 в следующем: лучшее качество изображения при более сильной степени сжатия; поддержка кодирования отдельных областей с лучшим качеством; основной алгоритм сжатия заменен на *wavelet*; для повышения степени сжатия вместо кодирования по Хаффману используется арифметическое сжатие.

В соответствии с [5 – 7] пошаговое представление процесса сжатия алгоритмом JPEG 2000 схематически можно представить следующим образом (рис. 1).

1. В JPEG 2000 предусмотрен сдвиг по яркости каждой компоненты (RGB) изображения перед преобразованием в YUV (иногда обозначают как YCrCb, где Y – яркостная составляющая, Cr, Cb – компоненты, отвечающие за цвет (хроматический красный и хроматический синий)). За счёт того, что человеческий глаз менее чувствителен к цвету, чем к яркости, появляется возможность ар-

хивировать массивы для C_r и C_b компонент с большими

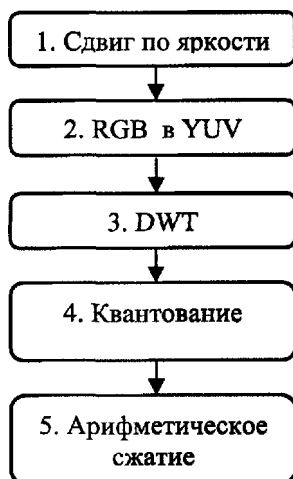


Рис. 1. Последовательность операций, используемых в алгоритме JPEG 2000

потерями и, соответственно, большими степенями сжатия.

Однако при сжатии медицинских изображений следует обращать пристальное внимание на тот факт, чтобы потери на изображении не вносили никаких искажений, а относились лишь к помехам и не несли в себе никакой функциональной нагрузки, способной препятствовать постановке верного диагноза пациенту.

Вышеуказанный сдвиг яркости делается для выравнивания динамического диапазона (приближения к нулю гистограммы частот), что приводит к увеличению степени сжатия. Формулу преобразования можно записать как:

$$I'(x, y) = I(x, y) - 2^{ST-1}. \quad (1)$$

Значение степени ST для каждой компоненты R , G и B свое (определяется при сжатии компрессором). При восстановлении изображения выполняется обратное преобразование:

$$I'(x, y) = I(x, y) + 2^{ST-1}. \quad (2)$$

2. Переводим изображение из цветового пространства RGB , с компонентами, отвечающими за красную (*Red*), зеленую (*Green*) и синюю (*Blue*) составляющие цвета точки, в цветовое пространство YUV . Для случая более упрощенной вариации сжатия JPEG

2000 – сжатия без потерь – матрица перевода выглядит следующим образом:

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{R+2G+B}{4} \\ R-G \\ B-G \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Обратное преобразование осуществляется с помощью обратной матрицы:

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U+G \\ Y - \frac{U+V}{4} \\ V+G \end{pmatrix}. \quad (4)$$

3. Дискретное *wavelet* преобразование (*DWT*) также может быть двух видов – для случая сжатия с потерями и для сжатия без потерь. Само преобразование в одномерном случае представляет собой скалярное произведение коэффициентов фильтра на строку преобразуемых значений (на строку изображения). При этом четные выходящие значения формируются с помощью низкочастотного преобразования, а нечетные с помощью высокочастотного:

$$y_{output}(2n) = \sum_{j=0}^{N-1} x_{input}(j) \cdot h_H(j-2n), \quad (5)$$

$$y_{output}(2n+1) = \sum_{j=0}^{N-1} x_{input}(j) \cdot h_L(j-2n-1), \quad (6)$$

где h_H и h_L – табличные значения коэффициентов высокочастотного и низкочастотного преобразований соответственно.

4. После *DWT* применяется квантование. Коэффициенты квадрантов делятся на заранее заданное число. При увеличении этого числа снижается динамический диапазон коэффициентов, они становятся ближе к 0, и мы получаем большую степень сжатия. Варьируя эти числа для разных уровней преобразования, для разных цветовых компонент и для разных квадрантов, мы очень гибко управляем степенью потерь в изображении.

5. Для сжатия получающихся массивов данных в JPEG 2000 используется вариант арифметического сжатия, называемый *MQ*-кодер, прообраз которого рассматривался еще при использовании стандарта JPEG, но

реально не использовался из-за патентных ограничений.

К основным характеристикам алгоритма *JPEG 2000* можно отнести: довольно высокую степень сжатия (до 200), возможность удаления визуально неприятных эффектов, тем самым повышая качество в отдельных областях, однако весьма неприятным моментом является тот факт, что при очень сильном сжатии появляется блочность и большие волны в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Практическая реализация алгоритма *JPEG 2000*

Исходя из теоретических аспектов построения алгоритма разработана информационная технология, позволяющая производить сжатие медицинских изображений. Данная автоматизированная система создана для преобразования форматов графических файлов посредством алгоритма *JPEG 2000* с целью нахождения наиболее оптимального баланса между размером и качеством медицинского изображения. Выполнение данного условия является залогом эффективной передачи медицинских диагностических изображений по телемедицинским сетям в кратчайшие сроки и с минимальными искажениями для постановки верных диагнозов пациентам.

В основу функционирования данной системы положен программный продукт, выполненный на объектно ориентированном языке *Borland C++ Builder 6* при помощи специализированных библиотек.

Рабочее окно программы имеет следующий вид (рис. 2).

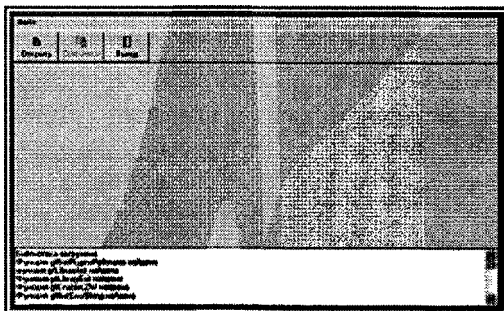


Рис. 2. Рабочее окно программы

Данная программа позволяет преобразовывать медицинские изображения в форматах **.bmp* и **.tiff*. Рассмотрим эффективность работы данной автоматизированной системы на примере сжатия изображений рентгена лёгких (**.bmp*) и УЗИ почек пациента (**.tiff*).

Выбираем в меню «открыть» необходимые диагностические снимки (рис.3).

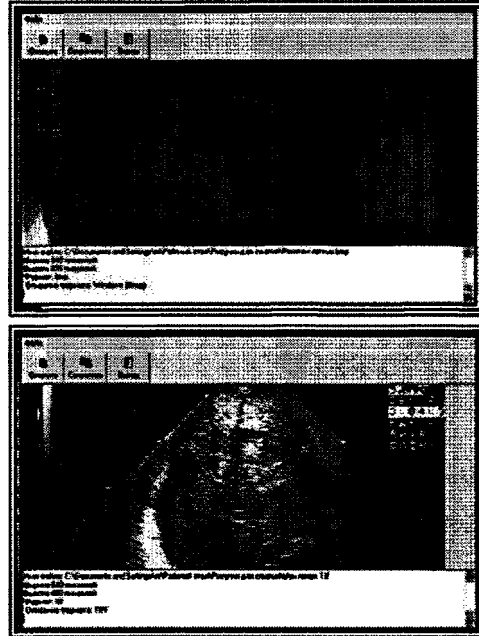


Рис. 3. Выбор исследуемых объектов

После выбора исследуемого изображения выбираем опцию «сохранить» и, учитывая актуальные для данного случая параметры сохранения, получаем исходные диагностические снимки в формате **.jpg* (рис.4).

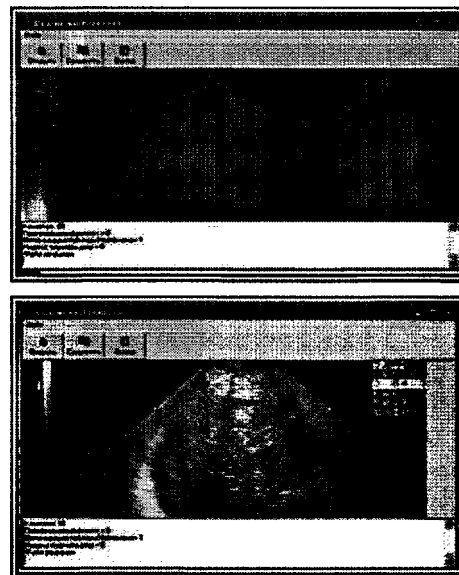


Рис. 4. Сжатые медицинские снимки в формате **.jpg*

Целесообразно провести оценку полученных результатов. Исходное изображение рентгеновского снимка лёгких в формате *.bmp занимало 2МБ, а будучи преобразованным в формат *.jpg стало занимать 46.5КБ памяти, аналогичным образом диагностическое изображение УЗИ почек в формате *.tiff занимавшее 646КБ было сжато до 43.2КБ. Как видим из представленных рисунков качество медицинских изображений визуально не ухудшилось, что позволяет с полной уверенностью проводить постановку точного диагноза испытуемым. Всё вышесказанное свидетельствует о достаточно высокой эффективности предложенного метода и предполагает его дальнейшее внедрение в различные области телемедицины.

Выводы

Цифровые медицинские изображения, как правило, соответствуют чрезвычайно большим объёмам данных. Это ставит перед разработчиками программно – аппаратных средств обработки изображений целый ряд серьёзных проблем. Таким образом, одной из первоочередных задач в данной области является поиск наиболее оптимального метода сжатия изображений.

Компрессия изображений позволяет разгрузить канал и тем самым повысить достоверность полученной информации, сократить время и снизить мощность и массу передающей аппаратуры.

Разработанная информационная технология по реализации алгоритма JPEG 2000 позволяет создавать автоматизированные программные комплексы по сжатию и дальнейшей обработке медицинской информации для нужд телемедицины, что приводит к существенному ускорению процесса диагностики заболеваний, лечения пациентов, а также повышает обоснованность принимаемых медицинских решений.

Список литературы

1. Хрекин К. Е. Разработка методов сжатия без потерь для серий изображений: Автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 2006. – 19 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддингс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
3. Экспериментальное исследование методов сжатия медицинских изображений/ Никитин О. Р., Архипов Е. А. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2004. – №3. – С. 21–27.
4. Коришнуова Н. П. Повышение эффективности применения методов сжатия цифровых изображений. Дис. канд. техн. наук. – Тула, 2004. – 155 с.
5. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео/ Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 384 с.
6. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука. – М.: Техносфера, 2006. – 368 с.
7. Миано Дж. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии. Уч. пособ. – М.: Триумф, 2003. – 336 с.