

УДК 004.4

ОБНАРУЖЕНИЕ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С АРТЕФАКТАМИ JPG-СЖАТИЯ (НА ПРИМЕРЕ СНИМКОВ МАГНИТОРЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ).

А.А. Деркач, М.В. Привалов

Донецкий национальный технический университет

Розглянуті деякі методи виділення контурів та проблеми, які виникають при використанні цих методів для зображень з артефактами JPG-стиснення. Наведені методи кількісної оцінки різниці між двома зображеннями. В результаті експериментальних досліджень обрано оптимальний метод для виділення контурів частин органів на МРТ-зображеннях.

Введение. Цифровые снимки магниторезонансной томографии в настоящее время является одним из главных источников информации при диагностике различных заболеваний сосудистой системы, головного мозга, внутренних органов. Достоверная интерпретация изображений тесно связана с качеством представления достаточно мелких неискаженных деталей. Зачастую у снимков, полученных в результате МРТ, могут быть проблемы, препятствующие проведению точной диагностики, такие, как малый размер снимка, наличие артефактов, которые возникают при сжатии изображения в формате JPG.

При этом основная трудность состоит в получении наиболее достоверного результирующего изображение после выделения контуров на основании исходного снимка. Правильно обнаруженные границы органов и их частей помогут врачу ускорить процесс диагностики и сделать его более точным. Однако наличие артефактов JPG-сжатия негативно сказывается на конечном результате выделения контуров. Для устранения этой проблемы можно воспользоваться одним из следующих вариантов:

1. Выбрать метод предварительного улучшения исходного изображения с целью устранить артефакты сжатия.
2. Выбрать метод обнаружения границ и экспериментальным путем подобрать параметры, которые будут давать лучший результат для заданного набор снимков.

Постановка задачи. При использовании методов улучшения изображений исходный снимок подвергается дополнительной обработке. С учетом небольшого размера и невысокого качества

изображения это может привести к потере важных деталей, что в свою очередь снизит точность интерпретации. Так как речь идет о снимках МРТ, на основании которых врачи выставляют диагноз пациенту, то снижение точности интерпретации недопустимо. Следовательно, использование методов, которые каким-либо образом изменяют исходный снимок является нежелательным. Поэтому рассмотрим выбор оптимального метода выделения контура для применения на снимках небольшого размера с артефактами JPG-сжатия.

Для оценки качества работы методов обнаружения границ применим следующий алгоритм:

1. Сформируем тестовую выборку изображений, которая будет состоять из снимков МРТ и эталонных снимков. Эталонный снимок представляет собой изображение, на котором исследователем вручную выделены контуры всех важных частей органа, заснятого на МРТ.

2. Проведем сегментацию исходных МРТ-снимков выбранным для исследования методом обнаружения границ.

3. Оценим различие между полученным результатом и эталонным снимком.

4. В зависимости от степени различия проведем коррекцию параметров метода обнаружения границ.

Пункты 2-3 являются итеративными и повторяются для каждого из выбранных для исследования методов.

Пример тестового и эталонного снимков можно увидеть на рисунке 1. МРТ-снимки представляют собой цифровые изображения размером 256x256 пикселей и цветностью в 256 градаций серого.

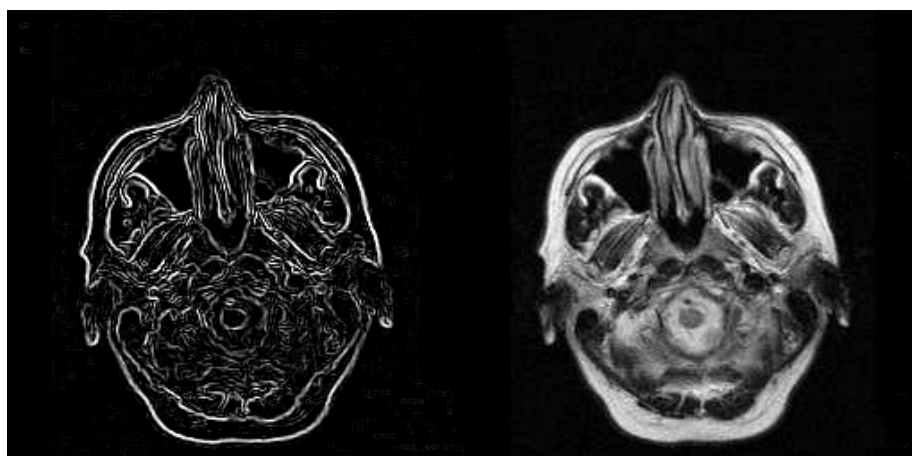


Рис. 1. МРТ-снимки (справа – исходный снимок, слева – эталонный)

Методы обнаружения границ объектов на цифровых изображениях. Для сегментации на изображениях часто необходимо обнаружить границы объектов - участки изображения, в которых есть перепад яркости. В данной работе мы проведем исследование 3-х широкоизвестных методов обнаружения границ:

- фильтрация I фильтром Собеля [1, 2]
- фильтрация I фильтром Превита [2]
- метод Канни [3]

В случае использования фильтров, пиксель исходного изображения считается относящимся к границе, если соответствующий ему пиксель результата фильтрации имеет значение, большее некоторой пороговой величины. В [1,2] фильтры Собеля и Превита описаны как имеющие лучшие показатели соотношения сигнал-шум среди других фильтров. Метод Канни – достаточно сложный, состоящий из большого числа этапов. Суть метода состоит в поиске локальных участков с перепадами яркости. Перепады яркости ищутся с помощью фильтрации по каждой из осей одномерным фильтром лапласиан–гауссиана. В методе Канни для классификации перепадов на "слабые" и "сильные" используется два порога – нижний и верхний. "Слабые" границы отмечаются в результирующем изображении, только если они соединены с "сильными". Считается [3], что для зашумленных изображений данный метод обеспечивает наилучшее обнаружение границ по сравнению с остальными методами фильтрации, но требует существенно большего времени.

Оценка разницы между двумя изображениями. В качестве количественной меры различия между двумя изображениями используем меры оценки качества изображения [4]. Они основаны на сравнении исходного и преобразованного изображения. В нашем случае сравнение будем проводить между эталонным снимком и снимком, полученным в результате выполнения метода обнаружения границ. Для проведения экспериментальных исследований воспользуемся следующими оценками [4]:

- сумма квадратов разностей нормированных гистограмм

$$HI = \sum_i^{256} (HIST_{f(x,y)} - HIST_{\mathcal{F}(x,y)})^2, \quad (1)$$

где HIST – нормированная гистограмма изображения, $f(x,y)$ – функция яркостей исходного изображения, $\mathcal{F}(x,y)$ – функция яркостей преобразованного изображения;

- нормированная абсолютная погрешность (normalized absolute

error)

$$NAE = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N |f(x, y) - \hat{f}(x, y)|}{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N |f(x, y)|}, \quad (2)$$

где M, N – размеры изображения;

– средняя разность

$$AD = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [f(x, y) - \hat{f}(x, y)]}{MN}. \quad (3)$$

Считается [4], что изображения различаются наименьшим образом тогда, когда оценки (1), (2) и (3) будут минимальны.

Экспериментальные исследования и анализ результатов.

Основываясь на предложенном выше алгоритме оценки качества работы методов обнаружения границ была написана программа для математического пакета Matlab. Программа итеративно производит изменение порогового значения, выделение границ одним из методов с вычисленным значением порога и вычисляет количественную оценку разницы между полученным изображением и эталонным. Ввиду особенностей изображения (256 градаций серого, наличие артефактов JPG-сжатия) в качестве критерия для остановки цикла было предложено следующее условие:

$$\begin{cases} |HI_{i-1} - HI_i| < eps \\ |AD_{i-1} - AD_i| < eps \\ |NAE_{i-1} - NAE_i| < eps \end{cases}, \quad (4)$$

где eps – некая заданная точность, i – номер итерации.

Для фильтров Собеля и Превита возьмем eps = 0.0007, а для метода Канни – 0.0001.

Таблица 1.

Результаты эксперимента

Метод	Шаг, i	Значение порога	HI _{i-1}	HI _i	AD _{i-1}	AD _i	NAE _{i-1}	NAE _i
Фильтр Собеля	71	0.071	0.11790	0.11824	17.67288	17.67356	0.99540	0.99543
Фильтр Превита	75	0.075	0.12075	0.12107	17.67851	17.67913	0.99572	0.99575
Метод Канни	43	0.043	0.12078	0.12080	17.67857	17.67861	0.99661	0.99662

Мы видим, что метод Канни с большей точностью и быстрее достиг выполнения условия (4). В результате выполнения фильтрации фильтрами Собеля и Превита были получены меньшие значения оценок (1), (2) и (3). Несмотря на это, дополнительная визуальная

оценка полученного в результате выделения границ методом Канни изображения показала, что оно является более близким к эталонному (смотри рисунок 2).



Рис. 2. Результат сегментации методом Канни (справа) и эталонный снимок (слева)

Таким образом метод Канни с пороговым значением 0,043 можно порекомендовать для использования при сегментации МРТ-изображений с артефактами JPG-сжатия.

Выводы

Предложен алгоритм выбора оптимального метода определения границ для МРТ-изображений с различной степенью зашумленности. Описаны методы количественной оценки различия между двумя изображениями.

Проведенные экспериментальные исследования использования различных методов выделения границы показали, что метод Канни с пороговым значением 0,043 позволяет с большей точностью выделить границы объектов (органов и их частей) на изображении в условиях малых размеров исходного изображения и наличия остаточных артефактов JPG-сжатия.

Библиографический список

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений В 2 т. М: Мир, 1982.
2. Lim, Jae S. Two-Dimensional Signal and Image Processing// Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall, 1990.
3. Canny, John. A Computational Approach to Edge Detection// IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1986. V. PAM I-8, N 6.
4. Журавель И.М. Оценка визуального качества цифровых изображений // Электронный документ. Способ доступа URL: http://www.nsu.ru/matlab/MatLab_RU/imageprocess/book2/2.asp.htm