

УДК 004.932.72'1

## ИССЛЕДОВАНИЯ И ВЫБОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

*Акульшина Н.В.*

*Донецкий национальный технический университет*

### **Введение**

Больные опухолями головного мозга составляют около 4 % среди больных с органическими поражениями нервной системы. Опухоли головного мозга по частоте занимают пятое место среди опухолей других локализаций, уступая опухолям желудка, матки, легких и пищевода. Встречаются опухоли головного мозга в любом возрасте, однако отмечается некоторое их преобладание в пубертатном периоде и в возрасте 45–50 лет.

Для доброкачественных опухолей головного мозга характерны медленный клеточный рост без прорастания в соседние мозговые структуры и отсутствие метастазов. Как правило, клетки этих новообразований практически не отличаются от таковых в нормальной ткани, однако их ускоренный рост способствует увеличению объема содержимого полости черепа, тем самым создавая повышенное внутричерепное давление и вызывая соответствующую симптоматику [1, с. 20].

Компьютерная томография является очень точным методом диагностики опухолей головного мозга. Рисунок мозга выявляется на томограмме в связи с различной плотностью белого, серого вещества, желудочков мозга. Изменения плотности мозгового вещества при наличии опухоли (участки повышенной плотности в местах фокальных кровоизлияний и участки пониженной плотности в местах некроза) позволяют увидеть опухоль на томограмме.

## Постановка задачи

Целью статьи является разработка алгоритмов цифровой обработки, позволяющих улучшить качество изображения, получаемого при помощи компьютерного томографа.

Для достижения этой цели решались следующие задачи:

1. Анализ и совершенствование адаптивного метода контрастирования.
2. Анализ и совершенствование линейного метода контрастирования.
3. Автоматическое ограничение областей на изображении.
4. Разработка программного обеспечения, описанного в [1-3].
5. Зная концентрацию опухолевых клеток на КТ-изображении определить количество клеток в каждой снимке по формуле:

$$S = \frac{kol}{koef}, \quad \blacksquare(1)$$

где  $kol$  – общее количество пикселей в выделенной области,  $koef$  - коэффициент пересчета = 2,082 для получения величины в мм<sup>2</sup>.

6. Используя визуалистические методы определить гистологические признаки для получения наименования новообразования.
7. Протестировать разработанное программное обеспечение.

## Решение задачи

Для решения поставленной задачи был проведен обзор известных методов цифровой обработки изображений, полученных с помощью компьютерного томографа (выявление дефектных элементов и их замещение, компенсация шумов методом медианной фильтрации, выделение контуров, преобразование уровней яркости

и контраста).

Анализ этих методов применительно к компьютерной обработке КТ-снимков показывает, что они нуждаются в существенной доработке. Так, применительно к системе томографа наиболее часто используемая двухточечная калибровка не обеспечивает требуемого качества изображения во всем наблюдаемом диапазоне температур. При компенсации шума при помощи пространственной фильтрации происходит размытие контрастных границ объектов, что снижает пространственное разрешение, а как следствие, снижает расстояние обнаружения и распознавания. Применяя медиальный фильтр дифференцирования можно повысить контраст границ объектов, что приводит к повышению дальности обнаружения и распознавания.

Медианный фильтр реализует нелинейную процедуру подавления шумов. Медианный фильтр представляет собой скользящее по полю изображения окно  $W$ , охватывающее нечетное число отсчетов. Центральный отсчет заменяется медианой всех элементов изображения, попавших в окно. Медианой дискретной последовательности  $x_1, x_2, \dots, x_L$  для нечетного  $L$  называют такой ее элемент, для которого существуют  $(L-1)/2$  элементов, меньших или равных ему по величине, и  $(L-1)/2$  элементов, больших или равных ему по величине. Другими словами, медианой является средний по порядку член ряда, который получается при упорядочении исходной последовательности [2, с. 54]. Например,  $\text{med}(20, 10, 3, 7, 7) = 7$ . Двумерный медианный фильтр с окном  $W$  определим следующим образом:

$$\hat{x}(n_1, n_2) = \text{med } y(n_1, n_2) = \text{med}_y[(n_1 + k_1, n_2 + k_2) : (k_1, k_2)] \quad (2)$$

Для улучшения качества изображения было использовано линейное контрастирование. Задача контрастирования связана с улучшением согласования динамического диапазона изображения и экрана, на котором выполняется визуализация. При линейном контрастировании используется линейное поэлементное

преобразования вида:

$$y = a \cdot x + b \quad (3)$$

параметры которого  $a$  и  $b$  определяются желаемыми значениями минимальной и максимальной исходной яркости. Решив систему уравнений:

$$\begin{cases} y_{\min} = a \cdot x_{\min} + b \\ y_{\max} = a \cdot x_{\max} + b \end{cases} \quad (4)$$

относительно параметров преобразования  $a$  и  $b$ , нетрудно привести (4) к виду:

$$y = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \cdot (y_{\max} - y_{\min}) + y_{\min} \quad (5)$$

## Результаты исследований

Во время работы были рассмотрены методы обработки изображений, были проведены эксперименты в процессе сравнения и выбора наиболее приемлемых для визуального просмотра и получения более точного выделения новообразования и для расчета данных для пункта.

С помощью программного обеспечения написанного на языке Microsoft Visual Basic, реализовывались исследуемые методы. Используя гистологические особенности новообразований, из базы данных Access, ставился предварительный диагноз.

На рис. 1 показаны результаты реализации методов обработки КТ-изображений.

Изображения в процессе формирования их изображающими системами обычно подвергаются воздействию различных случайных помех и шумов. Поэтому перед определением новообразования необходимо, сначала очистить изображение от помех. В программе был реализован медианный фильтр, который

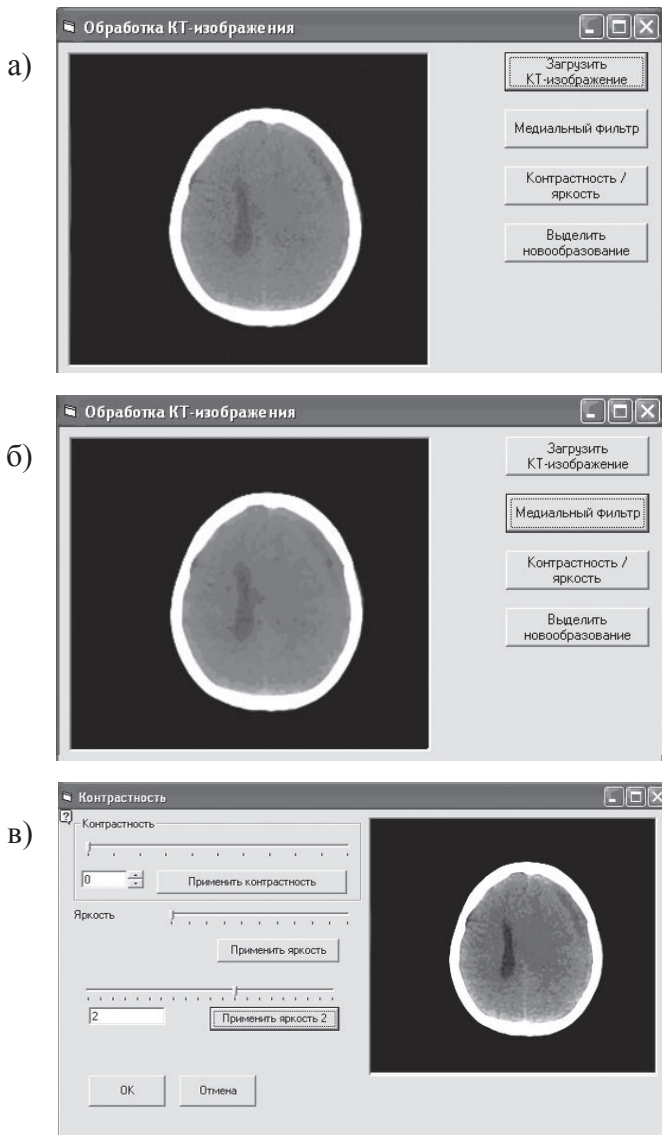


Рисунок 1 – Результаты реализации методов обработки КТ-изображений: а) Исходное КТ-изображение; б) применение медиального фильтра; в) применение метода линейного контрастирования

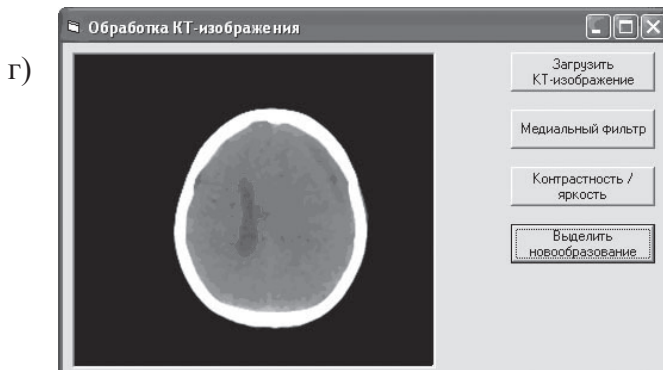


Рисунок 1 – Результаты реализации методов обработки КТ-изображений (продолжение): г) применение пороговой сегментации

подавил шумы на изображении. Данный фильтр кроме того что чистит изображение, сохраняет перепады яркости, что дает возможность далее обрабатывать срез и не потерять перепад когда будет происходить поиск новообразования (рис. 1, б).

Также изображения, вводимые в компьютер, часто являются малоконтрастными, то есть у них вариации функции яркости малы по сравнению с ее средним значением. Реальный динамический диапазон яркостей  $[f_{\min}, f_{\max}]$  для таких изображений оказывается намного меньше допустимого диапазона (шкалы яркости). Поэтому в программе была решена задача контрастирования путем «растягивания» реального динамического диапазона на всю шкалу. Были усилены перепады яркости для более четкого поиска контуров новообразования (рис. 1, в). А также в программе был реализован алгоритм яркости, при котором изображение стало более насыщенным.

В программе была реализована процедура препарирования обработки изображения, то есть изображение было приведено к такому виду, который, возможно, весьма далек от естественного, но удобен для машинного анализа. На данном этапе был произведено преобразование яркостного среза, что позволило выделить

определенный интервал диапазона яркостей входного изображения. Детали, не попадающие в указанный интервал, то есть относящиеся к «фону», были подавлены, а участки примыкавшие к границе шкалы яркости были определены как новообразование и по границе были выделены контуром (рис. 1, г).

Применяя весь комплекс методов по обработке изображения в итоге мы получили четкий, насыщенный и отфильтрованный КТ-срез, что способствует наиболее точному определению новообразования головного мозга.

### **Выводы**

В работе были рассмотрены и проанализированы методы обработки КТ-изображений, были проведены эксперименты и на основании полученных данных рассчитали параметры системы. Сравнительный анализ методов показал, что наиболее эффективными оказались медиальная фильтрация, метод линейного контрастирования, пороговая сегментация.

### **Литература**

- [1] Терновой К.С. Введение в современную томографию. - К., 1983. - 231 с.
- [2] Тихонов А.Н., Арсенин В.Я., Тимонов А.А. Математические задачи компьютерной томографии. –М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1987. – 160 с.
- [3] Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. - М.: Радио и связь, 1986. - 400 с.
- [4] Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Кн.2. - М.:Мир, 1982.- 784 с.