

Муругова Ю.В.

*Научный руководитель: к. т. н., доц. каф. ИС Подгорнова Ю.А.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

### **Разработка и исследование вейвлет-преобразований Добеши для обработки маммограмм**

Вейлеты широко используют во многих областях:

1. Обработка изображений [1];
2. Сжатие данных [2];
3. Нейросети и другие механизмы анализа данных [3];
4. Системы передачи данных и цифровой обработки сигналов [4].

Самый распространенный набор дискретный вейвлет-преобразований – базисы Добеши, был сформулирован в 1988 году, бельгийским математиком Ингрид Добеши. В основе метода лежит использование рекуррентных соотношений, с помощью которых вычисляются всё более точные выборки неявно заданной функции материнского вейвлета с удвоением разрешения при переходе к следующему уровню (масштабу) [5].

Вейвлеты Добеши представляют собой семейство ортогональных вейвлетов. Благодаря тому, что вейвлеты Добеши определяют дискретное вейвлет - преобразование, они находят применение при решении широкого круга задач, например, сжатия данных или фрактальных проблем и т.д. [5].

При ортогональном вейвлет-разложении коэффициенты аппроксимации раскладываются на аппроксимирующие и детализирующие коэффициенты более низкого уровня, а затем процедура применяется к вновь полученным аппроксимирующим коэффициентам [6].

В результате применения «чистых» вейвлетов Добеши на результирующих изображениях выделяется шум и граница молочной железы. Следовательно для фильтрации изображения необходимо применять вейвлеты в комплексе с другими алгоритмами.

Первым этапом в любом из рассмотренных алгоритмов применяется разложение на вейвлет коэффициенты, и дальнейшая обработка производится над ними.

В данной работе исследуются несколько алгоритмов порогового улучшения контрастности маммографических снимков:

1) Алгоритм с применением жесткого порога. Применение жесткого порога означает строгое сравнение с коэффициентом, т.е. яркость строго больше него, либо строго меньше.

Для нахождения порогового коэффициента используется следующая формула:

$$T = \sqrt{2 \cdot \ln(n)},$$

где  $n$  - кол-во пикселей.

Яркость каждого пикселя  $sh(i,j)$ ,  $sv(i,j)$  и  $sd(i,j)$  сравнивается с пороговым коэффициентом  $T$ , по следующей формуле:

$$s(i,j) \begin{cases} s(i,j), & s(i,j) > T \\ 0, & s(i,j) < T \end{cases},$$

где  $s(i,j)$  - общее обозначение для детализирующих коэффициентов  $sh$ ,  $sv$  и  $sd$ .

2) Алгоритм с применением двухпараметрической пороговой функции. Двухпараметрическая пороговая функция подразумеваем использование двух коэффициентов сравнения.

Для нахождения порогового коэффициента используется следующая формула:

$$T = \sqrt{2 \cdot \ln(n)},$$

где  $n$  - кол-во пикселей.

В данной работе второй коэффициент равен отрицательному первому, т.е.  $T_2 = -T$ .

Яркость каждого пикселя  $sh(i,j)$ ,  $sv(i,j)$  и  $sd(i,j)$  сравнивается с пороговыми коэффициентами  $T$  и  $T_2$ , и преобразуется по следующей формуле:

$$s(i, j) = \begin{cases} 0, & \text{если } s(i, j) \leq T_2 \\ \frac{s(i, j)}{\exp - 1} \cdot \left( \exp^{\frac{s(i, j) + T}{T - T_2}} - 1 \right), & \text{если } T_2 < s(i, j) \leq T, \\ s(i, j), & \text{если } s(i, j) > T \end{cases}$$

где  $s(i, j)$  - общее обозначение для детализирующих коэффициентов  $sv$ ,  $sd$  и  $sh$ .

3) Алгоритм с применением среднего порога. Нахождение пороговых значений, выполняется путем деления суммы яркостей на количество пикселей.

Нахождение количества пикселей значение яркостей которых больше нуля, и значения которых меньше нуля выполняются по следующей формуле:

$$\begin{aligned} \text{if } (s(i, j) > 0) \text{ counter}_{\max} &= \text{counter}_{\max} + 1 \\ \text{if } (s(i, j) < 0) \text{ counter}_{\min} &= \text{counter}_{\min} + 1 \end{aligned}$$

Нахождение суммы яркостей пикселей значение яркости которых больше нуля, и значения которых меньше нуля.

$$\begin{aligned} \text{if } (s(i, j) > 0) \text{ temp}_{\max} &= \text{temp}_{\max} + 1 \\ \text{if } (s(i, j) < 0) \text{ temp}_{\min} &= \text{temp}_{\min} + 1 \end{aligned}$$

Нахождение пороговых значений, выполняется путем деления суммы яркостей на количество пикселей.

$$\begin{aligned} \text{temp}_1 &= \frac{\text{counter}_{\max}}{\text{temp}_{\max}} \\ \text{temp}_2 &= \frac{\text{counter}_{\min}}{\text{temp}_{\min}} \end{aligned}$$

Яркость каждого пикселя  $sh(i, j)$ ,  $sv(i, j)$  и  $sd(i, j)$  сравнивается с пороговыми коэффициентами и преобразуется по следующей формуле:

$$\begin{aligned} \text{if } (s(i, j) > \text{temp}_1) \quad s(i, j) &= s(i, j) + 100, \\ \text{if } (s(i, j) < \text{temp}_2) \quad s(i, j) &= s(i, j) - 100 \end{aligned}$$

4) Алгоритм основанный на вычитании коэффициентов. В данном методе используются два коэффициента разложения: детализации и аппроксимации. Из матрицы коэффициента аппроксимации вычитается матрица коэффициента детализации.

Для фильтрации используются как линейные, так и нелинейные фильтры.

Алгоритм линейной сглаживающей фильтрации основан на фильтрации значений интенсивности в каждой точке посредством усреднения по некоторой сглаживающей маске. Обычно маска фильтра представляет собой небольшую матрицу, коэффициенты которой выбираются таким образом, чтобы обнаружить заданное свойство изображения [6].

Медианный фильтр в отличие от сглаживающего фильтра реализует нелинейную процедуру подавления шумов. Медианный фильтр представляет собой скользящее по полю изображения окно, охватывающее нечетное число отсчетов [6].

### Литература

- 1 Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая Обработка Изображений. - М.: Техносфера, 2005. - 1072 с.
- 2 Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. пособие. –Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 104 с.
- 3 Научная сессия МИФИ – 2001. III всероссийская научно-техническая конференция «НЕЙРОИНФОРМАТИКА-2001»: ЛЕКЦИИ ПО НЕЙРОИНФОРМАТИКЕ. - М.: МИФИ, 2001. - 212 с.
- 4 Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. - М.: Мир, 2005. –671 с.
- 5 Блаттер К. Вейвлет-анализ. Основы теории. – М.: Техносфера, 2004. – 273 с.
- 6 Поликар Р. Введение в вейвлет-преобразование. СПб: Автэкс, 2001. – 59 с.