

УДК 004.932

СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОПЕРАТОРОВ



А.И. Онгарбаева
докторант ЕНУ, Казахстан



Ж.Ж. Ахметова
заместитель декана
факультета информационных
технологий ЕНУ, PhD, и.о.
доцента, Казахстан



Д.В. Лихачевский
декан компьютерного
проектирования к.т.н.,
доцент БГУИР, Беларусь



А.А. Шарипбаев
академик Международной академии
информатизации, доктор технических наук
ЕНУ, Казахстан



А.В. Чураков
к.т.н., доцент БГУИР, Беларусь

Евразийский национальный университет имени Л. Н.Гумилева, Республика Казахстан
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: Gera_002@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены этапы истории возникновения медицинской визуализации, проведен анализ математических подходов с применением операторов, изложены современные алгоритмы обработки медицинских изображений

Ключевые слова: сегментация, медицинские изображения, оператор Робертса, оператор Собеля, обработка изображений

Введение.

Медицинская визуализация - технология, используемая для получения изображений анатомических структур для медицинских исследований с целью диагностики и изучения патологии. Во всех клиниках ежедневно проводятся большое количество КТ и МРТ исследований. Медицинская визуализация быстро развивается благодаря созданию инновационных методов и алгоритмов обработки изображений, включая распознавание и анализ изображений. Интеллектуальная медицинская визуализация с аппаратным ускорением успешно интегрируется во все направления биоинженерных и медицинских наук

Обработка медицинских изображений включает в себя множество типов методов и операций, таких как получение изображений, их хранение, представление и обмен

данными. Изменения размера изображения, например увеличение при использовании определенных алгоритмов обработки могут быть более детально сохранены и использованы в дальнейшей работе. Есть множество последовательных действий, которые благодаря аппаратному ускорению выполняются в 2D и 3D- изображениях, и позволяют одновременно обрабатывать и анализировать сканы снимков в нескольких измерениях. Исследования в области обработки медицинских изображений были начаты в 1960 годах. Эти методы использовались в различных сферах: в космических исследованиях, в клинических исследованиях в области медицины, в целях улучшения телевизионного изображения. Важнейшим этапом развития медицинской визуализации можно считать 1895 год, когда профессор Вильгельм Конрад Рентген сделал первый рентгеновский снимок руки своей жены и назвал это открытие "рентгеновскими лучами".

Это изобретение в конечном итоге было стандартизировано Ульямом Кулиджем. Его устройство и метод получения рентгеновского снимка стал известен, как "трубка Кулиджа" и требовал не менее 11 минут воздействия, на этом были основаны все рентгенологические методы исследований. В настоящее время рентген исследования занимают всего несколько секунд и используют около 2 % количества излучения. В начале 1960-х годов ученые обнаружили, что звуковые волны, посылаемые в тело, отражаются от внутренних структур, затем возвращаются в ультразвуковой аппарат для преобразования в изображения. Это позволило врачам неинвазивно диагностировать различные повреждения и новообразования. В 1970-е годы Годфри Хаунсфильд изобрел первый аппарат названный аксиальным томографом, который теперь известен как компьютерный томограф. По мнению самого изобретателя получился аппарат превосходивший существовавшие в то время рентгеновские устройства ровно в 100 раз. Началом основания магнитно-резонансной томографии (МРТ) принято считать 1973 год и она была названа магнитно-резонансной томографией, а не ядерно-магнитной резонансной томографией (ЯМРТ) из-за негативных ассоциаций со словом "ядерный".

Материалы и методы.

Существует множество концепций и подходов для структурирования методов и алгоритмов обработки медицинских изображений, которые сосредоточены на различных аспектах их основных областей представленных на рисунке 1.



Рисунок 1. Этапы обработки медицинских изображений

Существует множество концепций и подходов для структурирования методов и алгоритмов обработки медицинских изображений, которые сосредоточены на различных аспектах их основных областей, представленных на рисунке 1.

Для реализации данных этапов обработки медицинских изображений и высокой производительности разрабатываемой технологии необходимо рассмотреть следующие основные процессы - формирование изображения, вычисление изображений и управление изображениями

Процесс формирования изображения состоит из этапов сбора данных и

восстановления изображений, которые улучшают интерпретируемость реконструированного изображения и извлекают из него клинически значимую информацию из области интереса.

Вычисление изображений – вычислительные и математические методы, используемые для улучшения, анализа и визуализации результатов. Последним этапом является управление изображениями, которое имеет дело со сжатием, архивированием, поиском и передачей полученных изображений и полученной информации в определенном формате.

Проанализированы современные методы обработки медицинских изображений и простейшем методом их обработки является гистограмма. Данный метод в градациях серого учитывает основной тип изображений, которые используются для оценки и улучшения. Практически метод является схемой, которая показывает значение пикселей, а не их расположение. Среднее значение пикселя получается из гистограммы путем суммирования полученных значений пикселей и согласованной высоты бина и деления на все количество пикселей. Выравнивания гистограммы используется для сравнения множества изображений, полученных на определенных основаниях. Этот метод работает путем изменения гистограммы, чтоб она стала гладкой, идентичной и сбалансированной.

Среднее значение яркости центрального пикселя соответствует идеальной яркости. Любая интенсивность выше или ниже делает изображение темнее или ярче. Отношение сигнал / шум (SNR-signal – to - noiseratio) изображения используется для связывания уровня ожидаемого сигнала с уровнем контекстного сигнала. Отношение сигнал / шум (SNR) определяется как отношение интенсивность сигнала к интенсивности шума. Средняя интенсивность изображения выражается как квадрат среднего значения пикселя.

$$SNR = \frac{P_{signal}}{P_{noise}}$$

где P – средняя мощность

Известны методы улучшения изображения, используемые для улучшения качества и восприятия изображения с помощью различных программных продуктов. Однако эти методы включают как объективные, так и субъективные улучшения. Эти технологии включают в себя локальные операции по улучшению изображений. Локальные операции зависят от значений входных пикселей. Улучшение изображений бывает двух типов: методы пространственной области и методы преобразования. Пространственные методы работают непосредственно на уровне пикселей, тогда как метод преобразования работает по закону Фурье, а затем и по пространственному методу.

Сегментация изображения - метод разделения изображения на множество частей. Основная цель этого разделения - облегчить анализ и интерпретацию изображений с сохранением качества. Этот прием также используется для отслеживания границ объектов на изображениях. Метод сегментации маркирует пиксели в соответствии с их интенсивностью и характеристиками. Части представляют собой исходное изображение и приобретают такие характеристики, как интенсивность и сходство. Техника сегментации изображения используется для создания трехмерного контура тела в клинических условиях. Сегментация используется в машинном восприятии, анализе злокачественных заболеваний, объемах тканей, анатомическом и функциональном анализе, технологии визуализации виртуальной реальности и анализе аномалий, а также определений и обнаружений объектов. Она имеет два вида, первый вид - локальная сегментация, которая связана с разделением изображений на мелкие части внутри изображений, второй вид - глобальная сегментация, которая занимается сборкой этих разделов [1].

Сегментация изображения работает тремя способами: областью, границей и краем. Метод области используется для проверки изображений и класса области соседних пикселей. Сегментация с пороговым значением использует гистограмму и пороговое значение пикселей. Методы краев изображения используются для анализа изображений на границах или прерываниях. В эти методы включены операторы Робертса, Превитта и Собеля.

Данные методы основываются на яркости разрывности. Поиск разрывов является обработкой медицинских изображений с помощью скользящей маски, которая называется фильтром, ядром, окном или шаблоном и представляет некую квадратную матрицу, соответствующую группе пикселей исходного изображения. Оперирование матрицей в каких-либо локальных преобразованиях называется пространственной фильтрацией [2].

На пространственной фильтрацией перемещаются маски фильтра от точки до точки изображения, в точке (x,y) фильтр вычисляется суммой произведения коэффициентов фильтра на соответствующие значения пикселей в области, покрытой маской фильтра. Отклик (результат) линейно пространственной фильтрацией - R для маски 3×3 элемента в точке (x,y) изображения составит:

$$R = w(-1, -1)f(x - 1, y - 1) + w(-1, 0)f(x - 1, y) + \dots + \\ + w(0, 0)f(x, y) + \dots + w(1, 0)f(x + 1, y) + \\ + w(1, 1)f(x + 1, y + 1)$$

Формула показывает сумму произведения коэффициентов маски на значения пикселей непосредственно под маской. Заметим, что коэффициент $w(0,0)$ стоит при значении $f(x,y)$, указывая тем самым, что маска центрирована в точке (x,y) .

Вычисление цифрового изображения основано на различных дискретных приближениях двумерного градиента. По определению, градиент изображения f в точке (x,y) - это вектор

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

Известно из курса математического анализа, что направления вектора градиента совпадает с направлением максимальной скорости изменения функции f в точке модуль вектора:

$$|\nabla f| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Величина равна максимальной скорости изменения функции значению f в точке (x,y)

Рассмотрим оператор Робертса – данный метод используется для определения разницы между двумя близкими пикселями. Этот метод позволяет находить края на изображениях с высоким уровнем шума и вычисляется с использованием производной первого порядка и перекрестного оператора градиента:

$$\frac{df}{dx} = f(x, y) - f(x + 1, y + 1)$$

$$\frac{df}{dx} = f(x + 1, j) - f(x, y + 1)$$

Производную можно применить к двум матрицам 2 x 2. В этой ситуации маски Робертса рассчитываются:

$$G_x = |-1 0 0 1| \quad \text{и} \quad G_y = |0 - 1 1 0|$$

Оператор Превитта точнее, чем оператор Робертса [3]. Предположим, что матрица имеет расположение пикселей [i,j]

$$|a_0 a_1 a_2 a_7 |i,j| a_3 a_6 a_5 a_4 |$$

Производная вычисляется по формуле:

$$G_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$$

где с является константой и выражает пиксели. Когда с=1, то ядро Превитта вычисляется по формуле:

$$G_x = |-1 - 1 - 1 0 0 0 1 1 1| \quad \text{и} \quad G_y = |-1 0 1 - 1 0 1 - 1 0 1|$$

Оператор Собеля выражена как матрица 3 x 3 к первой производной[4]. Метод рассчитывается, как показано в уравнениях:

$$G_x = (a_2 + 2a_3 + a_4) - (a_0 + 2a_7 + a_6)$$

$$G_y = (a_6 + 2a_5 + a_4) - (a_0 + 2a_1 + a_2)$$

Маски оператора Собеля следующие:

$$G_x = |-1 - 2 - 1 0 0 0 1 1 1|$$

$$G_y = |-1 0 1 - 2 0 2 - 1 0 1|$$

Результаты.

Результаты сегментации КТ скана мягкотканых структур глазных орбит при экзофтальме с метками очагов интересас использованием оператора Робертса (Рис.2) и оператора Собеля (Рис.3)в Mevislab.

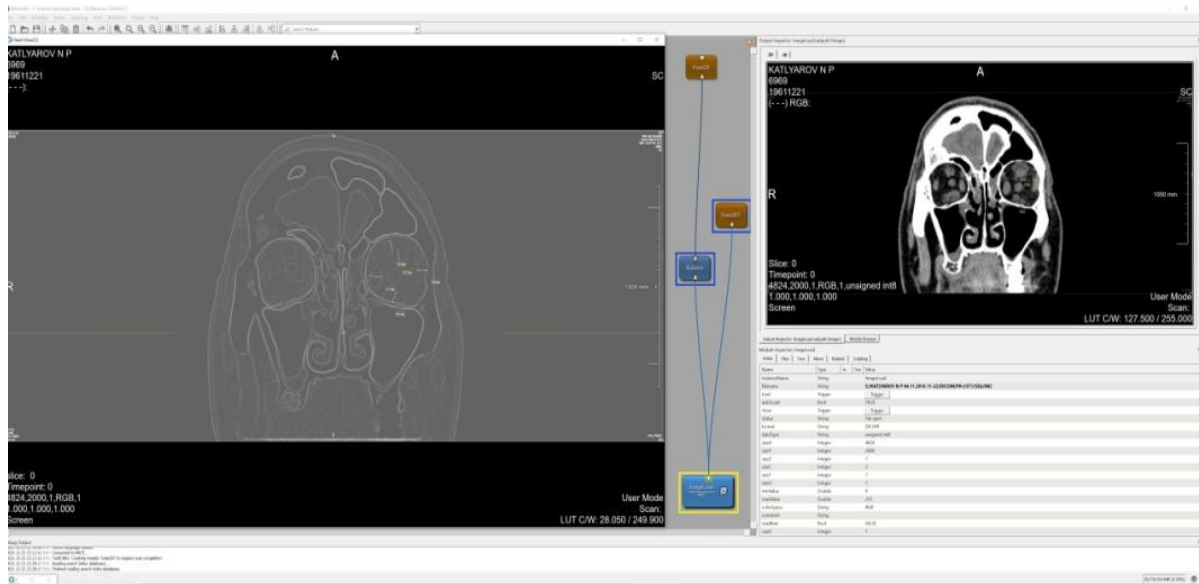


Рисунок 2. Оператор Робертса

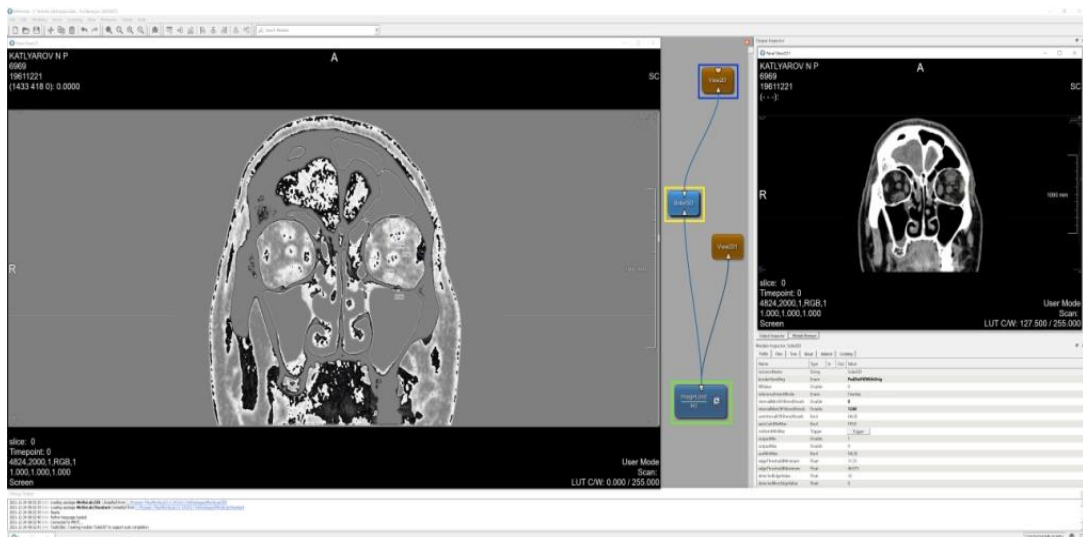


Рисунок 3. Оператор Собеля

Заключение.

На основании проведенной работы, сделаны следующие выводы:

- 1) Для повышения устойчивости сегментации к шумам в процессе обработки используются специальные фильтры с операторами
- 2) Метод Собеля эффективней в шумоподавлении и используется в методах функциональной визуализации
- 3) Применение данного математического подхода для сегментации позволит решить многие задачи обработки медицинских изображений

Список использованных источников

- [1] Тропченко, А. А. Методы вторичной обработки и распознавания изображений : учеб. пособие / А. А. Тропченко, А. Ю Тропченко. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – С. 11-35
- [2] Федотов, А. А. Основы цифровой обработки биомедицинских изображений: учеб. пособие / А. А. Федотов. – СГАУ: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2013. – С.47-98

- [3] Pavlids T. Algorithms for Graphics and Image Processing . – N.Y. : Springer.-1982. – 320 p.
[4] Jähne B., Scharf H., Körkel S. Principles of filter design /B. Jähne, H. Scharf, S. Körkel //Handbook of Computer Vision and Applications :- Academic Press, 1999.-206 p.

MEANS OF REALIZATION OF METHODS AND ALGORITHMS FOR PROCESSING MEDICAL IMAGES USING OPERATORS

A.I. ONGARBAYEVA
PhD student ENU , Kazakhstan

ZH.ZH. AKHMETOVA
Deputy Dean of the Faculty of Information Technologies of ENU, PhD, Acting Associate Professor, Kazakhstan

D.V.LIKHACHEVSKY
Dean of Computer Engineering, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of BSUIR, Belarus

A.A. SHARIPBAYEV
Academician of the International Academy of Informatization, Doctor of Technical Sciences ENU, Kazakhstan

A.V.CHURAKOV
Associate Professor of BSUIR, Belarus

*L. N.Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: Gera_002@mail.ru*

Abstract. The article considers the basics of the history of medical imaging, analyzes mathematical approaches using operators, and outlines modern algorithms for processing medical images

Keywords: segmentation, medical images, Roberts operator, Sobel operator, image processing.