

Казанкова Ольга Сергеевна, Казначеева Анна Олеговна

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ТОМОГРАММ ГОЛОВНОГО МОЗГА И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТКАНЕЙ

Рассмотрены задачи сегментации медицинских изображений, методы идентификации однородных областей, проанализированы особенности специализированных программных пакетов. Выполнена сегментация белого и серого веществ головного мозга для модельных и экспериментальных изображений, рассчитаны чувствительность и избирательность. Показано, что наилучший результат при автоматической сегментации достигается в случае модельных изображений; для экспериментальных данных точность определяется зашумленностью изображений, неоднородностью сигнала и контрастностью.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2015/5/19.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2015. № 5 (95). С. 75-78. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2015/5/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Список литературы

1. Дианов Д. В. Возможности применения статистических методов для оценки экономических активов как фактора налоговых поступлений // Аудит и финансовый анализ. 2006. № 5. С. 005-018.
2. Креминская Ю. А., Суслов Д. А. К вопросу о проведении экономических исследований с использованием электронных баз данных // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2014. № 5. С. 48-53.
3. Накова М. Р. Анализ применения кадастрового учета и кадастровой оценки земель в России для рыночных операций и налогообложения // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2012. № 2. С. 60-64.
4. Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию 04.12.2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://news.kremlin.ru/news/47173> (дата обращения: 29.01.2015).
5. Сальников К. Е., Суслов Д. А. Методические проблемы решения типовых экспертных задач при исследовании исполнения обязательств по исчислению НДС // Вестник Академии экономической безопасности МВД России. 2009. № 7. С. 21-27.
6. Суслов Д. А., Седов Д. М. Проблемы информационного обеспечения выявления мошеннических действий в банковском секторе // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 6. С. 110-113.

**ON NEED FOR NEW APPROACHES IN WORK OF SUPERVISORY,
REGULATORY AUTHORITIES AND LAW MACHINERY****Ishchenko Andrei Nikolaevich**, Ph. D. in Economics*Moscow University of Ministry of Interior Affairs of Russia named after V. Ya. Kikot
botonko@yandex.ru*

The article considers the need for new approaches in the work of supervisory, regulatory authorities and law machinery, and estimates the possibility of using the means of the automation and application of statistical methods to increase the efficiency of the work of supervisory, regulatory authorities and law machinery. The author also touches on the issues of the formalization of information and evidentiary field of economic activity fragment.

Key words and phrases: regulatory authorities; law machinery; supervisory authorities; statistical methods; regression analysis; automation.

УДК 528.854.2

Технические науки

Рассмотрены задачи сегментации медицинских изображений, методы идентификации однородных областей, проанализированы особенности специализированных программных пакетов. Выполнена сегментация белого и серого веществ головного мозга для модельных и экспериментальных изображений, рассчитаны чувствительность и избирательность. Показано, что наилучший результат при автоматической сегментации достигается в случае модельных изображений; для экспериментальных данных точность определяется шумленностью изображений, неоднородностью сигнала и контрастностью.

Ключевые слова и фразы: томография; сегментация; морфометрия; количественная оценка; серое вещество; белое вещество; программные пакеты.

Казанкова Ольга Сергеевна**Казначеева Анна Олеговна**, к.т.н., доцент*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
a_kazn@mail.ru***ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ
ТОМОГРАММ ГОЛОВНОГО МОЗГА И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТКАНЕЙ[©]**

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-04-00622.

Одним из методов получения дополнительной информации о виде, размере и форме объектов, отсутствующей в явном виде в исходных данных, является сегментация. В МРТ полученная при сегментации количественная оценка объема структур может быть использована для анализа возрастных и патологических изменений [1; 2], функциональной активности, планирования хирургических вмешательств [9]. Основные трудности сегментации связаны с высокой трудоемкостью обработки данных экспертом [5] и зависимостью результата обработки в специализированных пакетах как от используемого алгоритма, так и от характеристик исходных данных [4; 7].

Существующие методы идентификации однородных областей на изображении [8] можно разделить на: структурные методы, основанные на использовании информации о структуре сегментируемой области; стохастические методы, основанные на статистическом анализе изображений; и смешанные (гибридные) методы, которые включают характеристики двух указанных выше групп. Данные методы сегментации являются основой различных программных средств для медицинских и научных приложений [3], направленных на решение определенных клинических задач [1; 2; 5; 6]. Предметом нашего исследования являются сравнительный анализ эффективности программных средств сегментации МР-томограмм головного мозга и исследование зависимости результата от характеристик исходных изображений.

Программный пакет *SPM* (Statistical Parametric Mapping) представляет собой библиотеку функций и дополнений к пакету *Matlab* и предназначен для работы с изображениями головного мозга различных модальностей, представленными в формате *Nifti*. Он имеет открытый исходный код, основан на статистических параметрических картах и использует итеративный алгоритм, учитывающий число классов тканей, нормальное распределение интенсивностей вокселей для каждого класса и априорную информацию о распределении тканей (атлас Неврологического института Монреаля). В качестве входных данных могут быть использованы только оригинальные T1 взвешенные изображения (ВИ) головного мозга, для которых интенсивности сигналов тканей каждого класса выравниваются в соответствии с нормальным законом распределения.

Одним из широко используемых в медицинской диагностике является пакет с открытым кодом *FSL*, разработанный в университете Оксфорда и предназначенный для обработки и анализа изображений головного мозга. Он основан на гибридном методе сегментации, сочетающем использование атласов и статистической информации. Алгоритм выделения тканей мозга *BET* (Brain Extraction Tool) включает пороговую обработку, поиск центра и последующее построение поверхности мозга с помощью деформируемых моделей. Использование комбинаций T1 и T2 ВИ позволяет повысить точность сегментации [10], в основе которой лежат *EM*-алгоритм (начальные параметры которого задаются методом *k*-средних) и скрытая марковская модель. При использовании изображений разной взвешенности необходимо выравнивание их друг относительно друга. Результатом сегментации тканей различных классов являются изображения с вероятностным распределением тканей или их бинарные маски.

Приложение *MIPAV* (Medical Image Processing, Analysis and Visualization) основано на статистических данных и позволяет обрабатывать изображения различных анатомических областей и модальностей с выбранной степенью автоматизации (пороговая обработка, выделение краев, кластеризация, алгоритм водораздела), выполнять количественный анализ результатов сегментации (расчет объема, сравнение с эталонным изображением). Пакет обеспечивает возможность коррекции разными методами выделенного контура или области, а также содержит специализированные алгоритмы для выделения области головного мозга, подобные *BET*.

Для оценки точности сегментации с помощью наиболее распространенных программных средств использовались две группы томограмм головного мозга: модельные и экспериментальные. Первый набор МР-томограмм получен из открытой базы данных *BrainWeb* и представляет собой результат работы симулятора томографа. Моделирование интенсивностей сигналов тканей основано на анатомической модели мозга, полученной по результатам реального исследования (27 изображений одного и того же пациента, обработанных экспертом, для выделения серого, белого вещества мозга и спинномозговой жидкости), и использовании постоянных T1 и T2 релаксации тканей мозга. База изображений содержит наборы данных с различными толщиной среза (1, 3, 5, 7 и 9 мм), неоднородностью поля, создаваемого радиочастотной (РЧ) катушкой (0%, 20%, 40%), и уровнем шума (0%, 1%, 3%, 5%, 7% и 9%).

Во вторую группу входили исследования 10-ти добровольцев, выполненные на МР-сканере *Excite HDx 3 Tl* (General Electric) с помощью высококонтрастной импульсной последовательности *SPGR* со следующими параметрами: время эхо – $TE=3$ мс, время повторения – $TR=7,8$ мс, матрица – 256×192 , полоса пропускания – 31,25 кГц, угол отклонения – 12° . Оценка сегментации белого и серого веществ выполнялась с помощью коэффициентов чувствительности *C* (отношение числа верно сегментированных пикселей ткани к общему числу сегментированных пикселей) и избирательности *I* (отношение числа верно сегментированных пикселей фона к числу всех сегментированных пикселей). Для модельных изображений оценка включала также коэффициент Дайса (отражающий степень совпадения сегментированных областей с референсными данными) и среднеквадратическое отклонение (СКО).

Наилучший результат сегментации модельных изображений достигнут при использовании пакета *FSL* ($C=98\%$, $I=92\%$), обеспечивающего коэффициент Дайса 0,93 при РЧ-неоднородности 40%; уменьшение коэффициента Дайса для томограмм с однородной РЧ-чувствительностью составляет около 0,01. Значение $СКО=0,05$ показывает, что колебания интенсивности изображения не оказывают существенного влияния на точность сегментации в *FSL*.

Пакет *SPM* обеспечил близкий результат ($C=95\%$, $I=87\%$), однако коэффициент Дайса имел сильно выраженную зависимость от зашумленности и для уровня 9% составил 0,71. Смоделированная неоднородность РЧ-поля (до 40%) увеличивала погрешность сегментации на 2%, что может быть связано с использованием в *SPM* коррекции интенсивности исходного изображения; вместе с этим, изображения без неоднородности подвергаются избыточной коррекции.

Сегментация в пакете *MIPAV* дала $C=93\%$ и $I=84\%$; для изображений с отсутствием неоднородности коэффициент Дайса составляет 0,83, для неоднородности порядка 40% – 0,88. СКО для неоднородности

РЧ-поля 40% составляет 0,07, что в два раза превышает его значение для однородной РЧ-чувствительности. Худший результат получен для автоматической пороговой сегментации в пакете *MatLab* ($C=63\%$, $I=69\%$).

Сегментация белого вещества на экспериментальных томограммах показала, что при изменении соотношения сигнал/шум в 3 раза коэффициент чувствительности изменяется с 65% до 77%, коэффициент избирательности – с 59% до 79% (Рис. 1). Столь низкие показатели для различных импульсных последовательностей могут объясняться наличием эффекта усреднения сигнала, снижающим контраст между белым и серым веществом и одновременно затрудняющим автоматическую сегментацию.

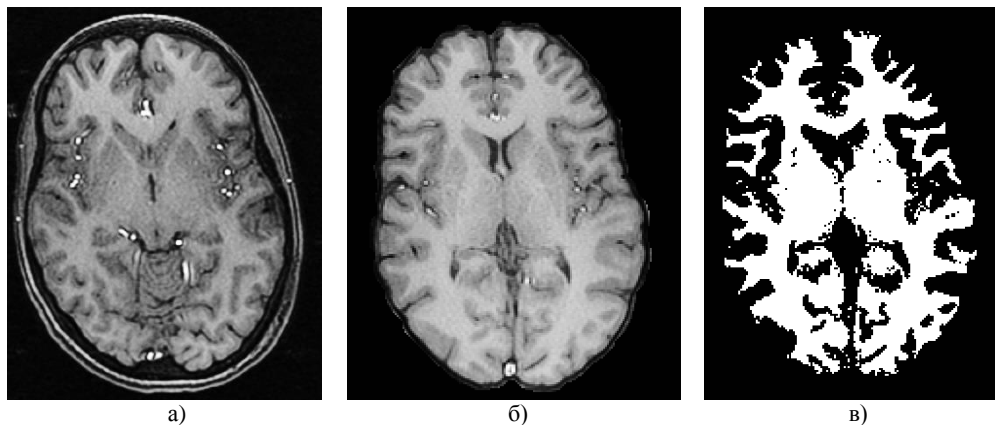


Рис. 1. Сегментация изображений в пакете *FSL*: а) исходное SPGR-изображение, б) сегментация тканей мозга, в) сегментация белого вещества

По итогам работы следует отметить, что оценка качества сегментации должна проводиться не только на основе модельных изображений, поскольку данные снимки не содержат всех особенностей реальных исследований. Также необходимо учитывать, что для оценки результатов сегментации недостаточно использования одного или пары критериев, так как результаты могут зависеть от ряда различных факторов, в том числе и особенностей работы алгоритма, и полученная оценка может быть некорректной. В перспективе возможно построение связи результатов оценки отдельными критериями между собой, например, с помощью присвоения им весовых коэффициентов и последующих вычислений.

Полученные результаты показывают возможность применения автоматической сегментации преимущественно для модельных изображений. Использование одного или пары критериев для оценки точности сегментации недостаточно, так как ее результаты могут зависеть от характеристик исходных данных (зашумленность, неоднородность, контраст тканей), и необходимо учитывать их вес и взаимосвязь. Наилучший результат сегментации белого и серого веществ головного мозга с погрешностью определения объема около 1% достигнут в пакете *FSL*, обеспечивающем высокую чувствительность и избирательность, а также устойчивость к шуму и отдельным видам артефактов, часто встречающимся на практике.

Список литературы

1. Антонова А. С. Сегментация магнитно-резонансных томограмм коленного сустава // Альманах современной науки и образования. 2014. № 10 (88). С. 18-21.
2. Воронков Л. В., Труфанов А. Г., Фокин В. А. и др. Возможности воксель-базированной морфометрии в диагностике неопухольевых заболеваний головного мозга // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2012. № 1. С. 203-207.
3. Казанкова О. С., Казначеева А. О. Возможности программных пакетов сегментации МР-томограмм для количественной оценки тканей // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2012. Т. 2. № 2 (6). С. 227-229.
4. Казначеева А. О. Разработка методов и средств шумоподавления в томографии: автореф. дисс. ... к.т.н. СПб., 2006. 19 с.
5. Никитин О. Р., Пасечник А. С. Оконтуривание и сегментация в задачах автоматизированной диагностики патологии // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2009. № 11. С. 300-309.
6. Сеньюкова О. В., Лукин А. С., Ветров Д. П. Автоматическая сегментация срезов мозга мыши, окрашенных по NISSL, основанная на обучении с учителем по разметке из атласа // Программирование. 2011. Т. 37. № 5. С. 39-48.
7. Трофимова Т. Н., Парижский З. М., Суворов А. С., Казначеева А. О. Физико-технические основы рентгенологии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Фотопроект и информационные технологии в лучевой диагностике. СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2007. 192 с.
8. Bankman I. N. Handbook of Medical Imaging, Processing and Analysis. Academic Press, 2000. 901 p.
9. Germond L., Dojat M., Taylor C., Garbay C. A Cooperative Framework for Segmentation of MRI Brain Scans // Artificial Intelligence in Medicine. 2000. Vol. 20. P. 77-93.
10. Pham D. L. Robust Fuzzy Segmentation of Magnetic Resonance Images // Proceedings of the 14th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems. Baltimore, USA, 2001. P. 127-131.

CAPABILITIES OF SOFTWARE PACKAGES FOR SEGMENTATION OF TOMOGRAMS OF BRAIN AND TISSUE QUANTITATIVE ASSESSMENT

Kazankova Ol'ga Sergeevna

Kaznacheeva Anna Olegovna, Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor
St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
a_kazn@mail.ru

The article considers the objectives of medical images segmentation, the methods of the identification of homogeneous areas, and analyzes the features of specialized software packages. The segmentation of white and gray matter of the brain for model and experimental images is made, sensitivity and selectivity are calculated. It is shown that the best result in automatic segmentation is achieved in the case of model images; for experimental data accuracy is determined by images noisiness, signal heterogeneity and contrast range.

Key words and phrases: tomography; segmentation; morphometry; quantitative assessment; gray matter; white matter; software packages.

УДК 658.562.012.7

Технические науки

Рассмотрены составляющие ежедневного контроля качества исследований в магнитно-резонансной томографии. Показана необходимость использования стандартных операционных процедур, в т.ч. для мониторинга криогенной системы. Приведено описание процедуры визуального контроля оборудования, выполняемого рентгенлаборантом. Выполнена оценка вариаций центральной частоты и коэффициента усиления радиочастотного излучения по результатам сканирования фантома по утвержденному протоколу.

Ключевые слова и фразы: томография; медицинская диагностика; стандарты; контроль; менеджмент качества.

Казначеева Анна Олеговна, к.т.н., доцент

Российско-финская клиника «Скандинавия», г. Санкт-Петербург
a_kazn@mail.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ В МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ[©]

Успешность любого исследования в медицинской диагностике в значительной мере определяется техническим состоянием оборудования и действиями персонала. Одной из трудностей при эксплуатации оборудования в лучевой диагностике является отсутствие нормативной и методической документации по контролю качества, а также универсальных методик оценки качества исследований [1; 2]. Повышение уровня оказания медицинской помощи связано с внедрением системы менеджмента качества (международный стандарт ИСО 9001:2008) применительно к управленческим и медицинским процессам в клинике [7; 8]. В отделении магнитно-резонансной томографии (МРТ) качество исследований обеспечивается документированием процедуры, ежедневным визуальным контролем оборудования, выполнением тестов для оценки центральной частоты и коэффициента усиления радиочастотного (РЧ) излучения и анализом показаний криогенной системы.

Качество исследования в МРТ определяется не только качеством получаемых изображений, но и методикой исследования. Действия рентгенлаборанта в ходе исследования каждого типа регламентируются стандартными операционными процедурами (СОП), описывающими подготовку к исследованию (правила выбора катушек, позиционирования пациента), протокол исследования, выбор ориентации срезов, печать снимков.

При разработке протокола исследования параметры сканирования подбираются таким образом, чтобы обеспечивать высокое соотношение сигнал/шум при минимизации продолжительности сканирования с учетом специфики исследования данного вида. Параметры протокола, определяющие временные интервалы между радиочастотными (РЧ) импульсами, могут незначительно варьироваться, в то время как параметры, определяющие пространственное разрешение, как правило, не меняются [6]. Выполнение исследования включает получение серий изображений в трех анатомических плоскостях с помощью различных импульсных последовательностей. Документация по выполнению стандартных операционных процедур включает изображения, показывающие графическую ориентацию срезов относительно анатомических ориентиров, что снижает вероятность появления артефактов.

Ежедневный контроль оборудования МРТ-сканера *LX Echo Speed 1,5 Тл* (General Electric), осуществляемый в клинике «Скандинавия» (г. Санкт-Петербург), включает:

- мониторинг криогенной системы;
- визуальный контроль состояния оборудования до его включения;