

УДК 004.9:61

ФУНКЦИИ НАВИГАТОРА МЕДИЦИНСКИХ DICOM-ИЗОБРАЖЕНИЙ

Горюнова В.В., Кухтевич И.И., Ерин А.Н.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза,
e-mail: gvv17@ya.ru

В статье рассмотрены возможности использования стандарта данных Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), предназначенного для обработки и хранения как одиночных изображений или их объединенных форм. Определены функции навигатора медицинских изображений для подготовки DICOM файлов или их серий манипуляциям. После диагностики пациента результаты обследования сохраняются. При этом обследование может состоять из нескольких групп наблюдений, результатом которых являются медицинские изображения. В статье замечено, что особенностью формата DICOM является заголовок, который несет в себе большой объем информации описывающий: параметры изображения и информацию для управления данными пациента в клинической базе данных... Набор данных формата DICOM является стандартизированным множеством, несмотря на это все одиночные изображения находятся на одном уровне файловой системы в хаотичном порядке. Определенный порядок в файлы изображений вносят метаданные, которые используются навигатором.

Ключевые слова: медицинские изображения, формат DICOM, медицинская визуализация, поиск

FUNCTIONS OF THE NAVIGATOR OF MEDICAL DICOM-IMAGES

Goryunova V.V., Kukhtevich I.I., Erin A.N.

Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru

The article discusses the possibilities of using the Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) standard for processing and storing both single images or their combined forms. The functions of the medical image navigator are defined for the preparation of DICOM files or their series of manipulations. After the diagnosis of the patient, the results of the examination are preserved. In this case, the survey can consist of several groups of observations, the result of which are medical images. It is noted in the article that a feature of the DICOM format is a header that carries a large amount of information describing: image parameters and information for managing patient data in a clinical database. The DICOM data set is a standardized set, despite this all single images are at the same level of the file system in a chaotic order. The metadata used by the navigator makes a certain order in the image files.

Keywords: medical images, DICOM format, medical visualization, search

Увеличение числа методов диагностики и создание совершенствующейся медицинской техники привели к необходимости разработки особого формата данных, который поддерживался бы большинством производителей аппаратуры и программных средств для выполнения комплексных обследований пациентов.

Многие аппараты медицинской визуализации позволяют получить двумерные или трехмерные изображения исследуемых органов. Часто трехмерные изображения основаны на дискретных срезах (двумерных изображениях), что требует применения современных информационных программных средств для обработки, визуализации и организации хранения медицинских данных.

В США для решения указанной выше проблемы разработан стандарт данных Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), предназначенный для обработки и хранения как одиночных изображений или их объединенных форм.

Формат DICOM реализует связь между медицинскими устройствами. Этот стан-

дарт разработан Американским колледжем радиологии (ACR) и Национальной ассоциацией производителей электрооборудования (NEMA) [14].

DICOM поддерживает:

- системы PACS (Picture Archiving and Communications);
- инфраструктуру хранения данных;
- получения изображений;
- визуализации и печати изображений.

Набор данных формата DICOM является стандартизированным множеством, несмотря на это все одиночные изображения находятся на одном уровне файловой системы в хаотичном порядке. Определенный порядок в файлы изображений вносят метаданные, которые сохраняются в одном файле DICOMDIR. Файл DICOMDIR формирует файлы изображений по иерархической структуре (рис. 1).

После диагностики пациента результаты обследования сохраняются [1-2]. При этом обследование может состоять из нескольких групп наблюдений, результатом которых являются медицинские изобра-

жения [3]. Файл DICOMDIR не содержит изображения, он предоставляет ссылку и структурирует файлы с графической информацией в единое целое. Формат данных, определяющих графический фрагмент, жестко не определен. Что позволяет применять к данным различные алгоритмы сжатия, (JPEG).



Рис. 1. Методика формирования *Dicom* файлов изображений по иерархической структуре

Особенность формата DICOM – заголовок, который несет в себе огромный массив информации, описывающий:

- параметры изображений;
- информацию для управления данными пациента в клинической базе данных.

Заголовок файла формата DICOM имеет произвольную длину. Записи в заголовке классифицируются по трем типам: обязательные, условные и определенные пользователем:

- обязательные записи постоянно необходимы;
- условные имеют зависимость от наличия предыдущих;
- записи создаваемые пользователем.

Последний тип заголовка вызвал появление новых форматов данных, производных от DICOM, например DICOM-RT.

Работа с файлами формата предполагает использование языка программирования InteractiveDataLanguage (IDL), где есть вспомогательная служба DICOM NetworkServices. При обработке и анализе медицинских данных следует внимание что уделено следующим задачам:

- улучшение качества изображения;
- обнаружение границ изображения;
- сегментация;
- пространственное преобразование.

Один из способов улучшения изображения – увеличение контрастности. В компьютерной томографии (КТ) контрастность изображений томографических срезов определяется коэффициентами ослабления соседних объемных элементов. Контрастность в КТ рассчитывается локально как разность коэффициентов ослабления соседних тканей, но остальные структуры не влияют или незначительно влияют на регистрируемый показатель интенсивности.

Такой подход позволяет получать контрастное изображение биотканей, по составу или плотности различающихся в малой степени во многих методах послойной визуализации.

Навигатор медицинских изображений служит для подготовки **DICOM** файлов или их серий к следующим манипуляциям:

- Поиску **DICOM** файлов или их серий по директориям (каталогам);
- Визуализации значимых кадров **DICOM** серий или одиночных **DICOM** файлов;
- Показу основных параметров **DICOM** файлов и их серии;
- Групповой разборке **DICOM** файлов по разным сериям;
- Сборке в серии одиночных **DICOM** файлов, являющихся одиночными кадрами, и представляющих собой одну серию снимков (рис. 2).

Часть графического навигатора, работающая с новыми **DICOM** файлами, представляет собой разделенный на несколько частей интерфейс, где расположены:

- Специализированный **DICOM File Navigator** для поиска и выбора **DICOM** файлов.
- Блок управления процессами поиска, разборки, сборки и открытия **DICOM** серий пациентов.
- Значимый кадр анализируемого **DICOM** файла или серии.
- Набор данных по пациенту и исследованию находящихся в выбранном **DICOM** файле.

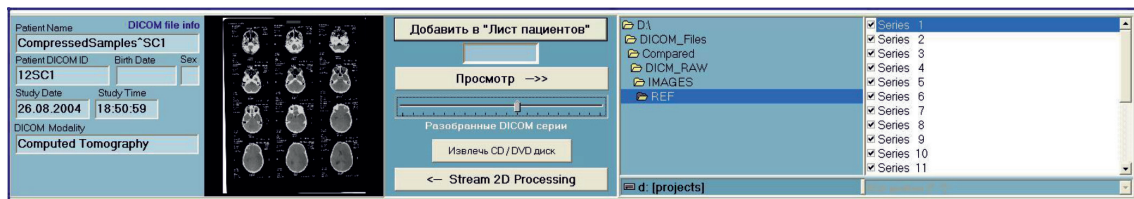


Рис. 2. Панель управления навигатора по DICOM файлам

В случае монохромных ультразвуковых биомедицинских изображений заключение о принадлежности элемента изображения к определенной биоткани, основанное только лишь на значении его яркости является малоэффективным, поскольку подобные изображения часто зашумлены и обладают невысоким контрастом. Именно поэтому при проведении классификации следует рассматривать элемент изображения не отдельно, а в совокупности с его ближайшим окружением, образующим текстуру биоткани.

Общеизвестно, что текстура является ценным признаком для анализа изображений, однако применению этой идеи на практике препятствовало отсутствие надежных и эффективных способов обнаружения и измерения параметров текстуры. Существует несколько подходов к решению данной проблемы, использующих стандартные дискретные преобразования.

Один из подходов к текстурной сегментации состоит в подсчете некоторой меры зернистости текстуры во всех точках изображения с последующим обнаружением изменений этой меры. Фактически исходное изображение подвергается предварительной обработке с тем, чтобы преобразовать его в яркостное изображение. Основная трудность, связанная с этим подходом, состоит в том, что параметры текстуры измеряются в некотором окне, в результате чего при преобразовании в яркостное изображение, теряется группа между текстурными областями.

Другой подход к текстурной сегментации заключается в обнаружении переходной зоны между областями с различной текстурой. Основная идея обнаружения изменения текстуры идентична идее обнаружения яркостного перепада: различие между текстурными областями усиливается во всех точках изображения, а затем контрастированное изображение подвергается пороговому ограничению для локализации текстурных перепадов.

Ранее в литературе был предложен гистограммный пороговый метод текстурной сегментации. При использовании этого метода значение признака текстуры подсчитывается в каждой точке изображения по градиенту текстуры с использованием алгоритма подавления доминирующим соседом. Затем по полученным модифицированным данным градиента формируется гистограмма изображения. Если гистограмма многомодульная, то пороговое ограничение градиента по минимуму гистограммы, находящемуся между ее модами, должно приводить к сегментации текстурных областей. Этот процесс можно повторять для отдельных частей изображения до тех пор, пока не будет завершена сегментация.

Однако перечисленные выше методы имеют свои недостатки. Эти методы либо не обеспечивают достаточно эффективного и четкого разделения текстурных областей, либо требуют значительных вычислительных затрат, обрабатывая при этом данные медленно, либо характеризуются и тем, и другим. При этом, если разработанные методы и способны выделять области с однородной текстурой, зачастую имеет место отсутствие средств классификации выделенных областей.

Для решения задачи классификации параллельно с сегментацией изображения целесообразно применить компьютерные системы искусственного интеллекта, в частности, нейронные сети [4]. Применение нейронных сетей для текстурной сегментации изображения позволяет более гибко решать задачи диагностики, комбинируя текстурную сегментацию с классификацией.

Основой текстурного анализа является текстурная сегментация изображения, то есть выделение в изображении участков с однородной текстурой. Это так, поскольку текстура – пространственное свойство, и измерения ее признаков должны быть ограничены областями, обладающими относительной однородностью.

Решением задачи текстурной сегментации с классификацией является

нахождение отображения, множество входных векторов, предъявляемых системе для идентификации, а – множество текстур, которое выбрано для классификации. Математически изображение представляет собой набор входных векторов принадлежащих одному из M классов $G < t < M$. Суть задачи классификации состоит в том, чтобы определить, к какому именно из M классов текстур принадлежит вектор z . Такая задача может быть эффективно решена с помощью нейронной сети, в которой i -мерному входному вектору Z будет соответствовать m -мерный входной слой, а каждому текстурному классу будет соответствовать M -мерный выходной вектор.

При снятии входных данных можно использовать в качестве основы метод скользящего окна, относительно неплохо зарекомендовавший себя среди дискретных методов. Однако анализ текстуры в окне будет проводиться с помощью нейронных сетей [5].

Как правило, окно имеет прямоугольную форму. При этом должна учитываться возможность появления одних и тех же текстур при различных углах поворота относительно краев изображения. Погрешность обработки участков, содержащих стыки двух и более текстур, должна быть невысокой. Однако при непосредственном предъявлении на вход классификатора пикселей изображения возникают сложности учета углов поворота текстурных участков относительно краев изображения. Сложность состоит в том, что одна и та же текстура может быть захвачена окном, используемым для анализа, по-разному. В этом случае, при обработке текстуры под разными углами, на вход классификатора поступят различные данные, это приведет к тому, что в одном случае рассматриваемая текстура будет распознана правильно, а в другом возможна ошибка распознава-

ния. Чтобы избежать такой ошибки, необходима настройка классификатора на все текстуры, повернутые под различными углами. Однако это резко увеличивает число распознаваемых классов, что приводит к ухудшению точности и быстродействия решения задачи классификации.

Таким образом, для решения задачи текстурной сегментации с помощью нейронных сетей необходимо выполнить следующее:

1. определить параметры вектора входных данных (его тип, размерность), задав размер окна для блочных манипуляций с изображением;
2. определить параметры выходного вектора, выбрав систему идентификации текстур;
3. выбрать топологию и структуру нейронной сети;
4. выбрать метод обучения нейронной сети;
5. сформировать обучающие воздействия для каждого типа текстур и обучить нейронную сеть, включая обучение с различными уровнями шума.

В настоящее время существует большое количество моделей нейронных сетей, различаемых по способам построения, функционированию и методам обучения.

Список литературы

1. Горюнова В.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 11-9 – С. 67-73.
2. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 5. Т.1 – С. 58-62.
3. Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И. Практика проектирования и использования телеконсультационных центров неврологического профиля // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11-11. – С. 1767-1773.
4. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2001. – С. 240.
5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.