

УДК 681.327.1

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА АРХИВА КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ ПАТОЛОГИЙ ЛЁГКИХ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОИСКА ЗАДАННОГО АНАТОМИЧЕСКОГО УЧАСТКА



Косарева А.А.
Ассистент
кафедры электронной
техники и технологии
БГУИР, аспирант
БГУИР



Камлач П.В.
Доцент кафедры
электронной
техники и
технологии БГУИР,
кандидат
технических
наук, доцент



Ковалёв В.А.
Заведующий
лабораторией
анализа
биомедицинских
изображений ОиПИ
НАН Беларуси,
Доцент кафедры
биомедицинской
информатики
ФПМИ Кандидат
технических наук



Снежко Э.В.
Кандидат
технических наук,
ведущий научный
сотрудник
лаборатории
математической
кибернетики ОиПИ
НАН Беларуси

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь.
Email: kosareva@bsuir.by, stebunovss@yandex.ru.

Косарева А. А.

Окончила Самарский Национальный Исследовательский Университет им С. П. Королёва. Аспирант БГУИР. Работает в БГУИР в должности ассистента. Область научного интереса – обработка данных КТ.

Камлач П. В.

Доцент кафедры электронной техники и технологии, кан. техн. наук, доцент. Область профессиональных интересов/исследований: медицинская электроника; – Информационные технологии в медицине.

Ковалёв В. А.

Доцент кафедры биомедицинской информатики ФПМИ, кандидат технических наук, Заведующий лабораторией анализа биомедицинских изображений ОиПИ НАН Беларуси.

Снежко Э. В.

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории математической кибернетики ОиПИ НАН Беларуси.

Аннотация. В данной работе описывается алгоритм работы с большим архивом КТ – изображений лёгких. Приводятся примеры изображений до и после сегментации лёгких. Составляется сводная таблица параметров: пол пациента возраст, процент лёгкого, процент отношения объема лёгкого к объему тела в проекции лёгкого. Описываются основные статистики архива, оценивается его пригодность для последующей разработки системы поиска изображений по содержанию.

Ключевые слова: Компьютерная томография (КТ), сегментация лёгких, объем лёгких, большой архив медицинских изображений, система поиска изображений по содержанию.

Легочные заболевания представляют собой одну из самых больших угроз для здоровья человечества. С ними связана каждая шестая смерть во всем мире. Системы быстрого

диагностирования заболеваний лёгких – важная, до конца не решённая задача. Открытой она остаётся в связи с разнообразием патологий лёгких и разнообразием их степени развития от пациента к пациенту.

Основная цель исследования – разработать систему автоматического поиска заданного анатомического участка [1] и получить нормативные соотношения объем лёгкого – пол, возраст пациента.

Первый шаг исследования – подготовка набора изображений.

Исходный архив содержал около 9500 каталогов, в каждом из которых находились DICOM серии обследований грудной полости пациентов. Каждая серия включала в себя от 168 до 226 аксиальных срезов размерами 512x512 пикселей.

На начальном этапе работы с архивом была произведена конвертация изображений в формат NifTI (*.nii.gz). В формате NifTI первые три измерения зарезервированы для определения разметок изображений по осям x, y и z, а четвертое для определения временных точек t. Остальные измерения, с пятого по седьмое, предназначены для других целей, например, для хранения параметров распределения, специфичных вокселей, или хранения векторных данных.

Следующим этапом являлась обработка изображений лёгких в архиве, а точнее сегментация лёгкого [2] с помощью модели, полученной в результате обучения свёрточной нейронной сети. В результате сегментации были получены маски лёгких для всех изображений (Рисунок 1). Важно отметить, что часть изображений была обработана некорректно из-за глубины поражения структур лёгкого. Также возникли проблемы изображениями, которые содержали не полные серии снимков, а только несколько КТ-срезов.

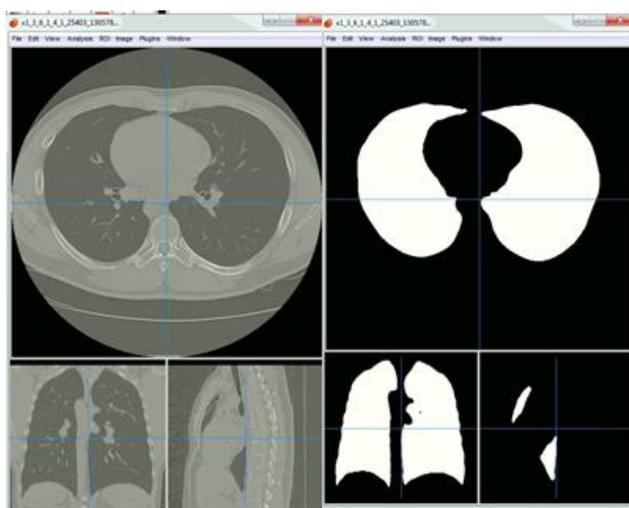


Рисунок 1. Пример получения маски лёгких

После сегментации лёгких была проведена сегментация тела пациентов в проекции лёгкого (по краям маски лёгкого). Это позволило оценить процент отношения объема лёгкого к объёму тела пациента (рисунок 2).

Все данные о КТ исследованиях, представленных в архиве, были собраны в сводную таблицу, содержащую значения о номере исследования, возрасте пациента, объёме его лёгких в вокселях и мм³ и проценте объема лёгких по отношению к объёму тела. Таблица позволила собрать статистические данные об архиве, необходимые при разработке системы поиска изображения по содержанию. Удалось установить, что (рисунок 5.):

45 % представленных случаев с установленным

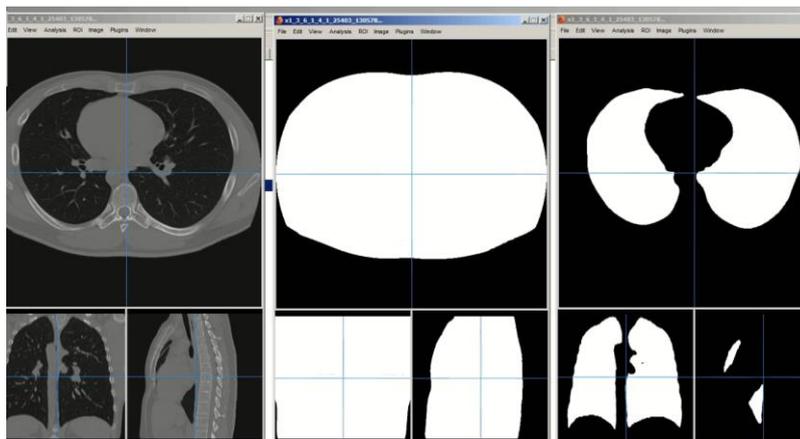


Рисунок 2. Пример изображения из архива с выделенной маской лёгкого и маской тела в проекции лёгкого

– полом пациента зарегистрированы при исследовании мужчин, 55 % – при исследовании женщин (Рисунок 3);

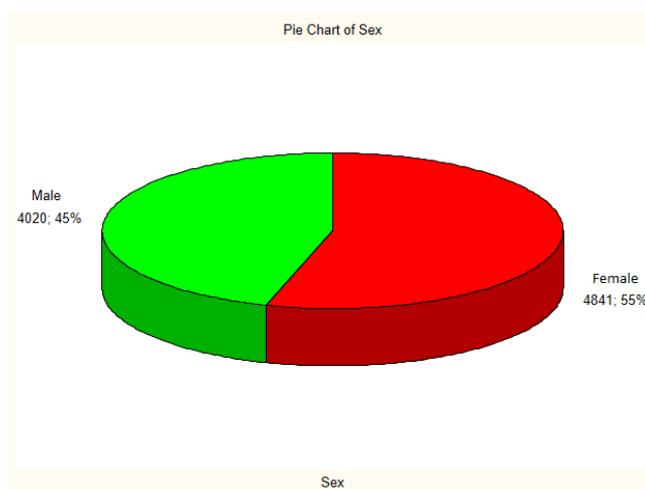


Рисунок 3. Соотношение случаев исследования пациентов мужского и женского пола

В архиве представлены случаи пациентов разного возраста (Рисунок 4). Возраст самого младшего пациента – 4 месяца, возраст самого старшего – 106 лет. Наибольшее количество случаев представлено пациентами в возрасте 48-53 лет. Соответственно, эта группа представляет особый интерес при дальнейшем статистическом исследовании.

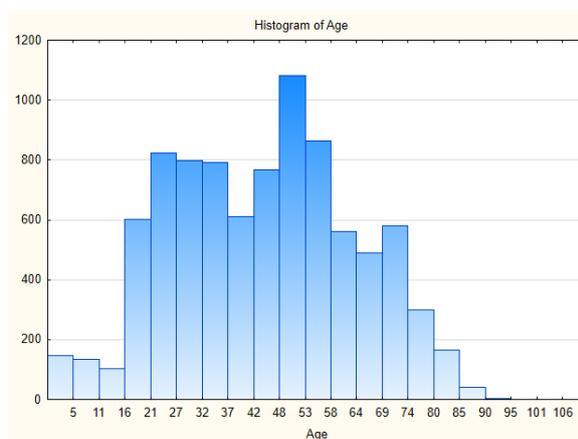


Рисунок 4. Гистограмма возрастов пациентов, чьи случаи представлены в архиве КТ-изображений

– Среднее значение процента отношения объема легкого к объёму тела в нашем исследовании для пациентов мужского и женского пола равно 30,63 % и 26,82 % соответственно. Так же был оценен разброс полученных значений и крайние случаи, выбивающиеся из выборки по значению.

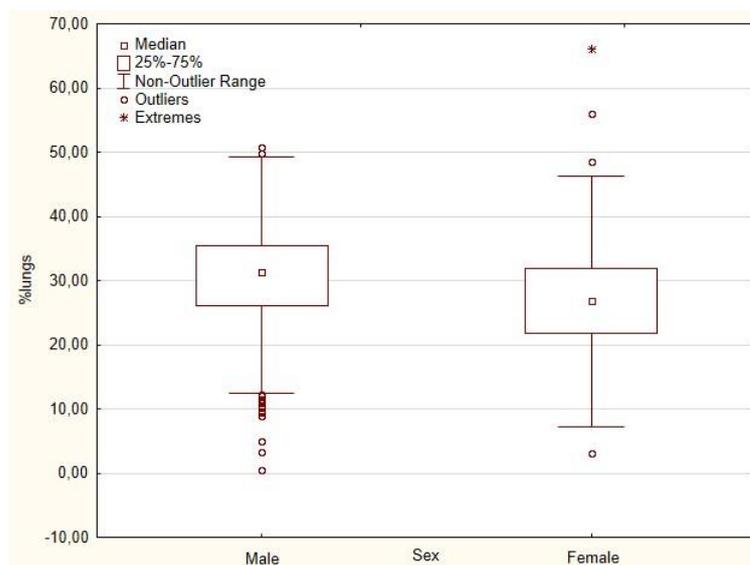


Рисунок 5. Среднее значение процента отношения объема лёгкого к объёму тела для мужчин и женщин

Соответственно, следующим этапом являлась сортировка архива с поиском неудавшихся случаев. В результате сортировки были отсеяны не представляющие исследовательский интерес серии КТ-изображений. В результате итоговая выборка составила 8861 случай. На рисунке 6 представлены все случаи, отображенные по параметрам в координатах возраст (x). – процент отношения объема лёгкого к объёму тела (y) (Рисунок 5).

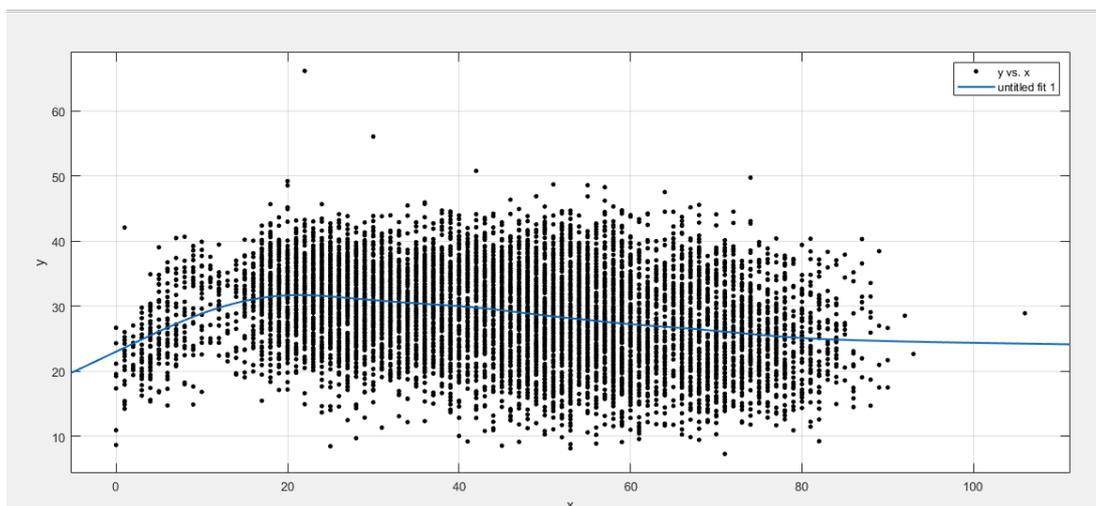


Рисунок 6. Зависимость значения процента отношения объема лёгкого к объёму тела от возраста пациентов в исследуемом архиве КТ

Заметим, что даже после сортировки разброс значений превышает стандартное отклонение. Такое различие объемов объясняется тем, что исходный архив был получен при исследовании пациентов с различной степенью поражения лёгких. Среди представленных случаев, в том числе есть пациенты после резекции части лёгкого или удаления лёгкого в целом. Данная зависимость была интерполирована разными способами (с помощью кубических сплайнов и кусочно-линейно по методу наименьших

квадратов) Была получена точка перегиба динамики изменения процента объема лёгкого До 16 лет у пациентов, участвующих в нашем исследовании, объем лёгкого увеличивался линейно После 16 лет поведение кривой трудно оценить, так как изменение объема имеет слишком большой разброс по значениям На рисунке 7. представлены результаты кусочно-линейной интерполяции В данном случае поведение ломанной линии после 16 лет не может считаться информативным.

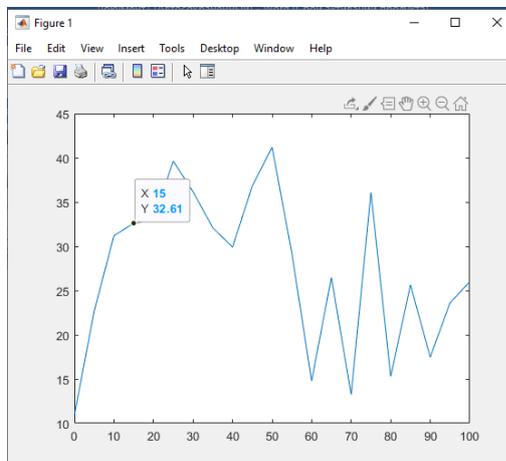


Рисунок 7. Окно программы Matlab с результатами кусочно-линейной интерполяции

При исследовании большого архива изображений КТ лёгких были получены его описательные статистики. Проведенное исследование позволило подготовить выборку изображений по разным клиническим группам с различными значениями объемов легких. Данная работа представляет первые результаты по проекту, конечной целью которого является разработка системы автоматического поиска заданного анатомического участка, которая позволила бы находить схожие клинические случаи патологий легких для углубленной оценки степени развития заболеваний.

Список литературы

- [1] Eakins, John; Graham, Margaret. «Content-based Image Retrieval». University of Northumbria at Newcastle. Archived from the original on 2012-02-05. Retrieved 2014-03-10.
[2] A. Kalinovsky and V. Kovalev, «Lung Image Segmentation Using Deep Learning Methods and Convolutional Neural Networks,» 2016.

PULMONARY PATHOLOGIES CT IMAGES ARCHIVE'S RESEARCH AND PREPARATION FOR A GIVEN ANATOMIC AREA AUTOMATIC SYSTEM

KOSAREVA A.
Assistant of Electronic
Engineering and
Technology Department,
PhD student, BSUIR

KAMLACH P.V.
Associate professor of
Electronic Engineering
and Technology
Department, PhD,
BSUIR

KOVALEV V.A
PhD, Head of the
Biomedical Image
Analysis group,
United Institute of
Informatics

SNEZKO E.V.
PhD, Leading
Researcher, United
Institute of Informatics

BSUIR, Republic of Belarus
Email: kosareva@bsuir.by

Abstract: This paper describes an algorithm for working with a large archive of lung CT images. Imagea example`s before and after lung segmentation are given. A summary table of parameters is compiled: patient gender, age, lung percentage, percentage of the ratio of lung volume to body volume. The main statistics of the archive are described, and its suitability for the subsequent development of a system for a given anatomic area automatic system.

Keywords: lungs CT, lungs segmentation, lungs volume, large archive of lung CT images, a given anatomic area automatic system.