

Исследование методов сегментации для выделения областей интереса на рентгеновских снимках лёгких

Д.В. Машков
Самарский национальный
исследовательский университет им.
академика С.П. Королева
Самара, Россия
dima-mashkov00@mail.ru

Н.Ю. Ильасова
Институт систем обработки
изображений - филиал ФНИЦ
«Кристаллография и фотоника»
РАН
Самарский национальный
исследовательский университет им.
академика С.П. Королева
Самара, Россия
ilyasova.nata@gmail.ru

Н.С. Демин
Институт систем обработки
изображений - филиал ФНИЦ
«Кристаллография и фотоника»
РАН
Самарский национальный
исследовательский университет им.
академика С.П. Королева
Самара, Россия
volfgunus@gmail.com

Аннотация—В статье представлены различные подходы сегментации лёгких реализованные с использованием библиотеки Scikit-Learn и языка программирования Python, а также проведён сравнительный анализ их эффективности для повышения точности выделения областей интереса в задаче диагностики заболеваний лёгких. Набор данных, используемый для исследования, получен из базы данных пациентов клиники «Дорожная клиническая больница на ст. Самара ОАО РЖД».

Ключевые слова— биомедицинские изображения, зоны интереса, автоматическая сегментация, классификаторы, рентгеновские снимки лёгких.

1. ВВЕДЕНИЕ

Для того, чтобы предотвратить сложное течение болезни, необходима своевременная диагностика и точное установление диагноза. Рентгеновские снимки лёгких обычно используются в пульмонологии. Поскольку обследование с использованием рентгена грудной клетки является относительно быстрой и дешевой процедурой, его можно использовать в качестве надлежащего диагностического инструмента для скрининга заболеваний органов дыхания, таких как пневмония и туберкулез. Тема представляет практический интерес, так как в последние годы для ускорения проведения анализа медицинских изображений стало распространённым использование технических средств и цифровых технологий распознавания изображений [1]. Более того, сегментация рентгеновских снимков лёгких имеет важное значение при определении диагноза болезни [2]. Разработчики совместно с врачами представляют программное обеспечение для автоматической сегментации изображений с целью облегчить и сделать анализ снимков более удобным и быстрым.

На данный момент есть множество способов классификации медицинских изображений. Текстурные признаки и ранее показывали хорошие результаты при распознавании биомедицинских изображений и их дальнейшей диагностики [3]. Также в статье о клетках крови [4] проводится выявление патологий с использованием текстурных характеристик в различных цветовых спектрах. В этой работе предложена технология выделения областей интереса, разработанная на основе метода классификации изображений k – средних. Для

повышения точности изображения пользуются коэффициентами корреляции, которые описаны в работе [5].

Основная цель данной работы – выполнить сегментацию разными способами с акцентами на трёх областях: лёгкие, тело человека и задний фон. Для решения поставленной задачи мы имеем на руках сырую и не размеченную базу данных пациентов клиники «Дорожная клиническая больница на ст. Самара ОАО РЖД». База данных включала в себя рентгенограммы пациентов разных полов, старше 18 лет. Все изображения были в формате (.bmp) с разрешением 512x512. Для нашей задачи необходимо было выделить три области интереса: легкие, тело человека и задний фон. Для этого врачом-экспертом вручную были размечены данные в датасете.

Подобное исследование с учётом специфики данных, числа классов и способов сегментации проводилось впервые. В рамках работы также выявлялись факторы, которые необходимо учитывать для получения качественной сегментации изображений лёгких.

2. СЕГМЕНТАЦИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ ЛЁГКИХ

В данной работе сегментация изображения проводится в две фазы: выделение признаков с предварительной подготовкой снимка и обучение модели с последующей сегментацией. Перед расчётом признаков выполняются некоторые предварительные операции: перевод изображений в оттенки серого и нормализация изображений. Результатом данного шага является более чёткая и резкая рентгенограмма лёгких в оттенках серого.

Для проведения сегментации использовался текстурный анализ на основе признаков Харалика [6]. Вычисление этих признаков выполнялось средствами библиотеки Scikit-Learn. На следующем этапе после получения необходимых численных значений нужно выполнить объединение масок с отдельными зонами в одну для каждого снимка.

Следующим шагом является разделение данных на тренировочные и тестовые, обучение модели и сегментация тестовых изображений. Проводим сегментацию рентгеновских снимков лёгких, используя

нижеперечисленные методы анализа изображений: дискриминантный анализ, алгоритм KNN, логистическая регрессия, дерево решений и Random forest.

Ниже приведена таблица 1, отражающая численные значения метрики precision, демонстрирующая способность отличать данный класс от других классов. На рисунке 1 представлено исходное изображение (рис. 1а) с результатами сегментации рентгеновского снимка лёгких. Из представленных расчётов можно сделать вывод, что дерево решений в экспериментальных условиях, в совокупности с представленными данными, является самым эффективным, так как по результатам сегментации метод показал себя быстрым и точным.

Дискриминантный анализ продемонстрировал точность близкую к значению 0.5, что является низким показателем. Такой же результат прослеживается и в методе логистической регрессии. Метод К-соседей показал неплохие результаты наравне с деревом решений и Random forest, но является несколько более медленным по времени анализа снимков, чем дерево решений. Random forest, демонстрируя точные результаты, является неэффективным из-за длительного времени работы.

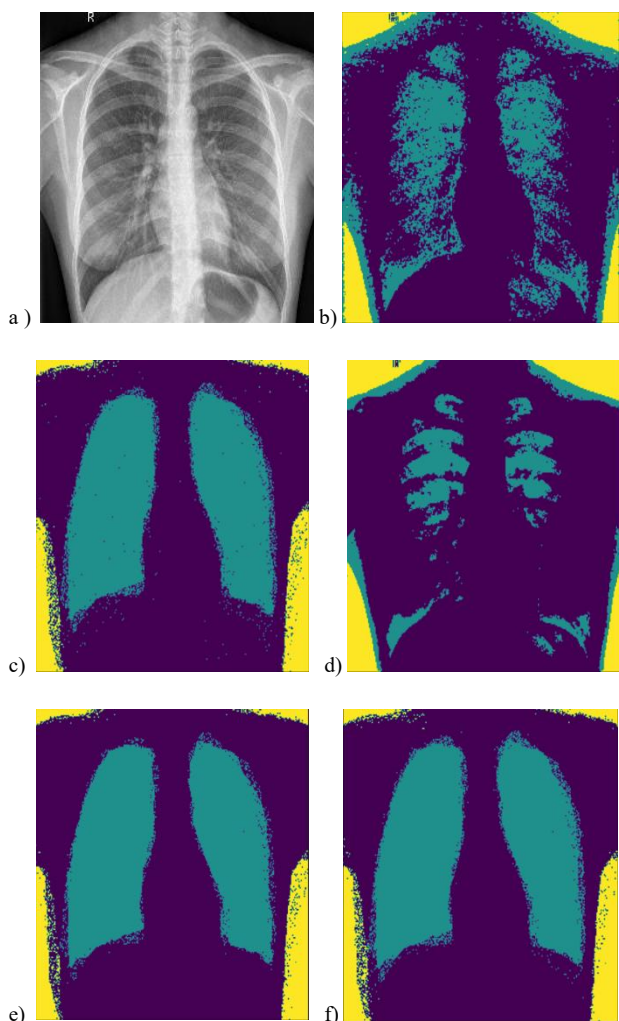


Рис. 1. Результаты экспериментальных исследований. а) Начальное изображение б) Дискриминантный анализ с) Метод К-соседей д) Логистическая регрессия е) Дерево решений ф) Random forest

Таблица 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

		Показатели эффективности			
		Время, с	Точность определения тела человека	Точность определения лёгких	Точность определения заднего фона
АЛГОРИТМЫ	Дискриминантный анализ	6.504	0.69	0.57	0.62
	Метод К-соседей	6.577	0.86	0.88	0.73
	Логистическая регрессия	14.651	0.64	0.56	0.61
	Дерево решений	4.683	0.86	0.9	0.74
	Random forest	116.50	0.87	0.89	0.73

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы компьютерного анализа изображений, являясь удобным инструментом, помогают человечеству во многих аспектах жизни, но особенно это заметно в медицине. За долгое время развития цифровых технологий человек сделал алгоритмы сегментации достаточно совершенными, чтобы проводить анализ биомедицинских изображений, опираясь на ограниченные объёмы данных. В ходе работы были реализованы несколько методов сегментации лёгких, а также проведён сравнительный анализ их эффективности. Из проведённых исследований можно увидеть разницу между самым точным и самым неточным из приведённых алгоритмов. Так, разница точности определения лёгких составляет 36%.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-29-01135), Министерства науки и высшего образования РФ, в рамках выполнения работ по государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бурсов, А.И. Применение искусственного интеллекта для анализа медицинских данных / А. И. Бурсов. – Альманах клинической медицины. – 2019. – № 47(7). – С. 630-633.
- [2] Zhou, B. Lung mass density analysis using deep neural network and lung ultrasound surface wave elastography / Boran Zhou, Xiaoming Zhang // Ultrasonics. – 2018. – № 89. – P. 173-177.
- [3] Ilyasova, N. Particular Use of BIG DATA in Medical Diagnostic Tasks / N. Ilyasova, A. Kupriyanov, R. Paringer // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2018. – № 28(1) – P. 114-121.
- [4] Nikitaev, V. Sposob raspoznavaniya izobrazheniya tekstury kletok / V. Nikitaev, B. Flury // Biometrika. – 2010. – № 97(1) – P. 33-41.
- [5] Ilyasova, N. Formation of features for improving the quality of medical diagnosis based on discriminant analysis method / N. Ilyasova, A. Kupriyanov, R. Paringer // Computer Optics. – 2014. – Vol. 38(4). – P. 851-856. DOI: 10.18287/0134-2452-2014-38-4-851-855.
- [6] Haralick, R.M. Textural features for image classification / R.M. Haralick, K. Shanmugam, Dinstein // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 1973. – Vol. SMC-3. – P. 610-621.
- [7] Мясников, В.В. Методы обнаружения и распознавания объектов на цифровых изображениях: учеб. пособие / В.В. Мясников, Н.И. Глушов, В.В. Сергеев. – Самара: Изд-во Самара. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 168 с.
- [8] Еременко, Ю.И. Применение метода k-средних для идентификации пользователя по клавиатурному почерку / Ю.И. Еременко, Ю.С. Олюнина // Вестник НГУ. – 2019. – № 17(2). – С. 30-38.