

УДК 004.8

**Алгоритмы сегментации патологических – вследствие диабета – изменений сетчатки
методом машинного обучения**В.А. Лушников

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Е.О. Филиппова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: val32@tpu.ru**Algorithms for segmenting diabetic retinal lesions using machine learning**V.A. Lushnikov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. E.O. Filippova
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: bosyheo@tpu.ru

Abstract. *The aim of the work is to develop algorithms for segmentation of pathological – due to diabetes – changes in the retina using machine learning. As a result of the study, a trained neural network was obtained that allows segmentation of fundus images with some accuracy. The accuracy of the determination is sufficient to verify pathological processes of the retina with diabetic retinopathy.*

Key words: *diabetic retinopathy, machine learning, segmentation*

Введение

Диабет является серьезной проблемой для систем здравоохранения во всем мире. Распространенность диабета неуклонно растет, особенно у взрослых трудоспособного возраста. Приблизительно у половины людей с диабетом со временем развивается ретинопатия, при этом диабетический макулярный отек является наиболее распространенной причиной потери зрения [2]. Сообщаемая распространенность диабетической ретинопатии (ДР) у лиц с диабетом существенно различается в разных исследованиях и даже среди современных популяций в одной и той же стране, но, вероятно, составляет около 40 % [3–5]. Это заболевание чаще встречается при диабете 1 типа, чем при диабете 2 типа, а угрожающее зрению заболевание встречается примерно в 10 %. Пролиферативная диабетическая ретинопатия (ПДР) поражает 5–10 % населения с диабетом. Особому риску подвергаются диабетики 1 типа: заболеваемость достигает 90 % после 30 лет. Диабетическая ретинопатия (ДР) является одним из наиболее тяжёлых осложнений сахарного диабета. Диагностика диабетической ретинопатии основывается в большей мере на исследованиях глазного дна с помощью офтальмоскопии и цифровых фундус-камер. Из-за ручного исследования изображений глазного дна сетчатки выявление таких морфологических аномалий как микроаневризмы, экссудаты, кровоизлияния, межретинальные микрососудистые аномалии, пролиферативные процессы является очень сложным и трудоемким процессом. Кроме того, офтальмоскопические методы исследования глазного дна являются трудоемкими процедурами, выполняемыми вручную, а результаты субъективны и зависят от опыта врача, что формирует некоторую потенциальную предвзятость. Современные достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения открывают новые перспективы для автоматизации диагностики ДР. Одним из ключевых направлений в автоматическом анализе патологий сетчатки является применение методов глубокого обучения для детекции и классификации диабетической ретинопатии. Большинство работ, посвященных применению методов глубокого обучения в анализе диабетической ретинопатии, ставят задачу бинарной классификации [1]. Однако важной задачей является не только определение диагноза у пациента, но и его стадия, динамика развития патологий. Такая задача может быть решена

благодаря детекции и сегментации поражений и многоклассовой классификации изображений. Разработка и внедрение алгоритмов глубокого обучения позволяют значительно повысить точность и скорость анализа фундус-изображений. Автоматизированные системы могут не только облегчить процесс диагностики, но и спрогнозировать развитие заболевания, помогая офтальмологам принимать клинические решения на основе объективных данных. В частности, использование методов глубокого обучения в анализе патологий сетчатки способствует созданию более точных моделей стратификации риска и персонализированного подхода к лечению пациентов с диабетической ретинопатией.

Цель работы разработка алгоритмов сегментации патологических – вследствие диабета – изменений сетчатки методом машинного обучения.

Экспериментальная часть

Для сегментации снимков глазного дна с различными стадиями диабетической ретинопатии были использованы данные открытых датасетов DIAREDB1, 2-e-Ophtha. Каждое изображение сегментировано на фрагменты, аннотированные вручную и использовано для машинного обучения.

Для ручного аннотирования изображений была разработана специализированная программа (рис. 1). Она представляет собой настольное приложение, созданное на языке программирования Python с использованием библиотек PyQt, OpenCV (cv2) и NumPy.

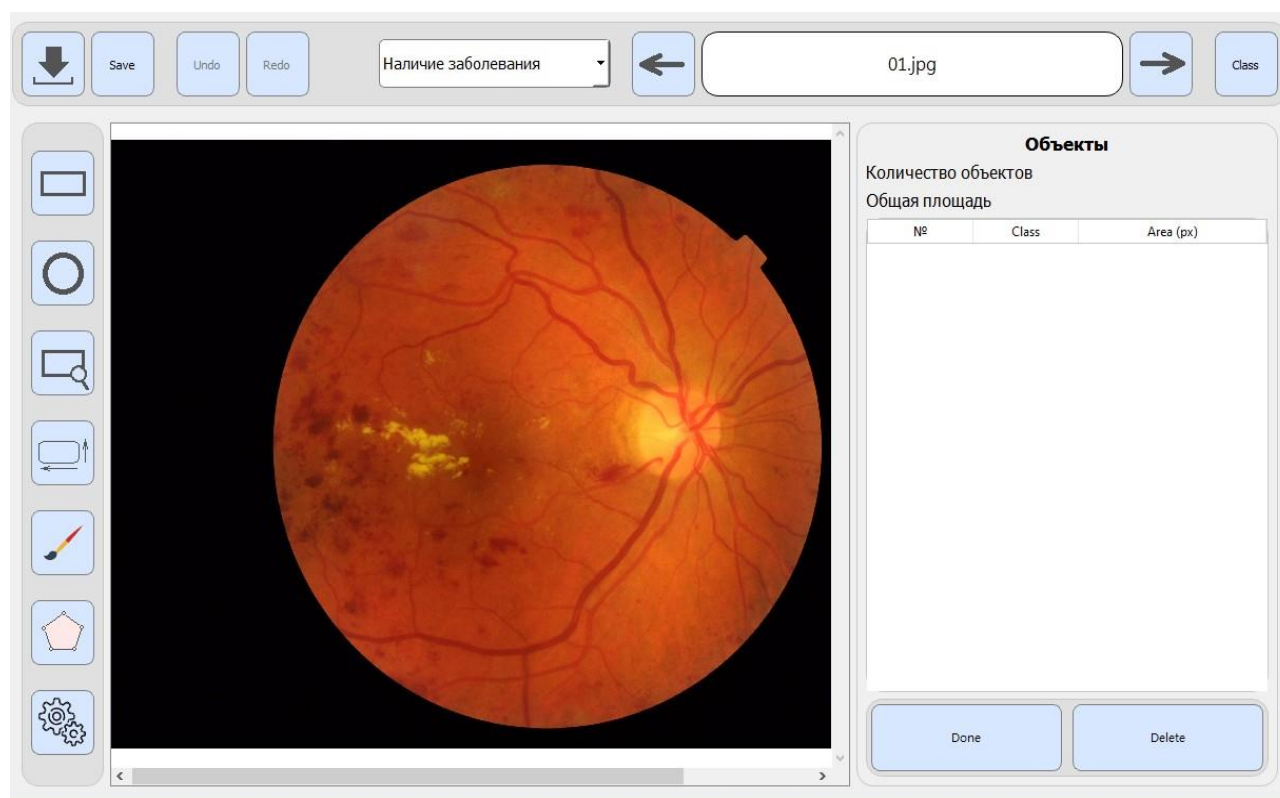


Рис. 1. Интерфейс программы

Приложение предназначено для ручного сегментирования изображений глазного дна и последующей классификации патологических участков. Пользовательский интерфейс, реализованный на основе PyQt, обеспечивает удобные инструменты для разметки изображений. Пользователь может вручную выделять необходимые области, присваивать им соответствующий тип патологии, а также формировать бинарные маски сегментированных изображений. Дополнительно приложение предоставляет инструменты для предварительной визуальной настройки изображения – регулировку яркости, контрастности, гамма-коррекции

и других параметров, что позволяет более четко выделять патологические зоны при аннотировании. Программа автоматически рассчитывает площадь поражения каждой выделенной области, суммарную площадь поражения по виду патологий и общую площадь пораженных участков в пикселях, что может быть использовано в дальнейшем для анализа динамики развития заболевания и других исследовательских задач. Данное приложение является универсальным и может быть использовано не только для аннотирования офтальмологических снимков, но и в других областях медицины, а также технических задачах, где требуется сегментация изображений и формирование обучающих данных.

Для датасета был оставлен только зеленый канал, так как он обладает наибольшей контрастностью изображений, при удалении сосудов с изображения для увеличения точности работы программы. Машинное обучение проводилось следующим образом. Имея уже размеченные вручную изображения, в программе каждому изображению присваивалась метка, к какой категории оно принадлежит: к норме или к снимку с патологией. Каждое изображение было преобразовано в массив пикселей. Массивы были преобразованы в тензоры, которые подавались на вход обучающейся модели.

Результаты

Модель обучалась 5 эпох, после второй эпохи она стала переобучаться. Это связано с небольшим количеством изображений для обучения. Наименьшая ошибка, которая была достигнута: 2859,1054. Ошибка вычислялась как «binary_crossentropy» библиотеки sklearn python. Наибольшая точность, которая была достигнута: 0,9. Метрика вычислялась как «accuracy» библиотеки sklearn python.

Заключение

В результате получена обученная нейросеть, позволяющая сегментировать изображения глазного дна с некоторой точностью. Точность определения достаточна для верификации патологических процессов сетчатки с диабетической ретинопатией.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-25-00113, <https://rscf.ru/project/25-25-00113/>.

Список литературы

1. Alyoubi W.L., Abulkhair M.F., Shalash W.M. Diabetic Retinopathy Fundus Image Classification and Lesions Localization System Using Deep Learning // Sensors. – 2021. – Vol. 21, № 3704. – P. 4–6.
2. Eshaq R.S., Aldalati A.M.Z., Alexander J.S., Harris N.R. Diabetic retinopathy: Breaking the barrier // Pathophysiology. – 2017. – Vol. 24, № 4. – P. 229–241.
3. Fowler M.J. Microvascular and Macrovascular Complications of Diabetes // Clin. Diabetes. – 2008. – Vol. 26, № 2. – P. 77–82.
4. International Council of Ophthalmology. Guidelines for Diabetic Eye Care [Руководство] / International Council of Ophthalmology. – 2017. – (<https://clck.ru/3GUEwb>)
5. International Diabetes Federation, The Fred Hollows Foundation. Diabetes eye health: A guide for health care professionals [Руководство] / International Diabetes Federation, The Fred Hollows Foundation. – Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2015. – (www.idf.org/eyecare)