

Список использованных источников

1. Raman spectroscopy of blood and blood components / C. G. Atkins, K. Buckley, M. W. Blades, R. F. Turner // *Applied spectroscopy*. – 2017. – Vol. 71, № 5. – P. 767-793.
2. Silver nanoparticles-based substrate for blood serum analysis under 785 nm laser excitation / S. Z. Al-Sammarraie, L. A. Bratchenko, E. N. Tytikova [et al.] // *Journal of Biomedical Photonics & Engineering*. – 2022. – Vol. 8, № 1. – P. 010301.

Бешанова Екатерина Алексеевна, студ. гр. 6401-120305D, katyabeshanova@yandex.ru.

УДК 004.891.3:616-71

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ КОЖИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.А. Боровков, И.А. Матвеева

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: гиперспектральная визуализация, нейронная сеть, новообразования кожи, сегментация, классификация, логистическая регрессия.

В нашей стране новообразования кожи занимают около 13% в структуре злокачественных онкологических заболеваний [1]. По всему миру за последнее десятилетие наблюдается рост заболеваемости и смертности от данной группы болезней [2]. Точность диагностики пигментных опухолей на ранних стадиях у врачей общей практики не превышает 50%, что определяет необходимость объективных неинвазивных инструментальных методов. Гиперспектральная визуализация объединяет пространственную и спектральную информацию в едином трехмерном массиве данных (гиперкубе), обеспечивая возможность одновременного анализа морфологии и биохимического состава биотканей [3].

Для исследования использовался датасет гиперспектральных изображений новообразований кожи, полученных с помощью акустооптического видеоспектрометра (АОТФ). Технические параметры: спектральный диапазон 450–750 нм, шаг дискретизации 2 нм, 151 спектральный канал, разрешение матрицы 1360×1024 пикселя, тип данных uint8. Набор данных охватывает три нозологические группы: злокачественная меланома, пигментный невус и себорейный кератоз. Разметка выполнена вручную: для каждого снимка создана бинарная маска новообразования. При обучении изображения масштабировались до 256×256 пикселей и нормировались.

Для семантической сегментации применялась архитектура U-Net, состоящая из энкодера и симметричного декодера. Модель обучалась 50

эпох с функцией потерь binary crossentropy, оптимизатором Adam, размером батча 8. Для предотвращения переобучения применялись коллбеки EarlyStopping и ReduceLROnPlateau. Реализована возможность дообучения модели на новых данных с заморозкой начальных слоев и использованием оптимизатора SGD с малой скоростью обучения.

Количественная оценка модели U-Net выполнена на тестовой выборке (n = 151 изображение). Метрики качества сегментации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрики качества сегментации U-Net

Метрика	Значение
Dice coefficient	$0,831 \pm 0,063$
IoU (Jaccard)	$0,717 \pm 0,096$
Точность (пиксельная)	0,994
Чувствительность	0,730
Специфичность	0,9997
ROC AUC	0,996
PR AUC	0,921
F1-мера (пиксельная)	0,831

Достигнутое значение коэффициента Дайса 0,831 превышает показатель базовой архитектуры U-Net (0,77) для задач сегментации злокачественной меланомы [4]. После сегментации из центра выделенного новообразования извлекается спектр обратного рассеяния. На рисунке 1 представлены изображение с наложенной маской новообразования и спектр обратного рассеяния из центра патологического новообразования.

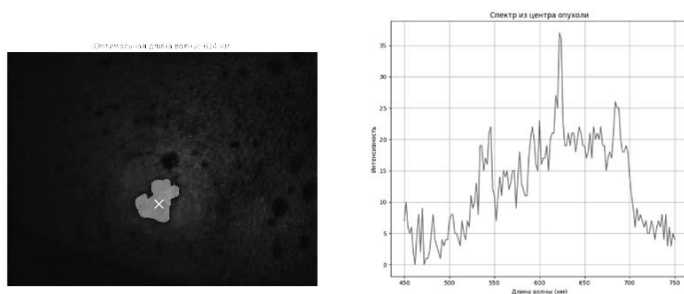


Рисунок 1 – Результат сегментации (слева) и спектр обратного рассеяния в центре новообразования (справа)

Для классификации в работе применяется мультиклассовая логистическая регрессия (метод lbfgs, регуляризация L2, C = 1,0) на спектральных данных диапазона 450–750 нм. Качество модели оценивается методом стратифицированной кросс-валидации с построением ROC-кривых для каждого класса.

Высокая специфичность (0,9997) свидетельствует о корректном

распознавании нормальных участков кожи. Значение ROC AUC = 0,996 подтверждает высокую дискриминирующую способность модели на уровне пикселей. Относительно более низкая чувствительность (0,730) указывает на возможность пропуска части пикселей новообразования.

Анализ спектральных кривых выявляет характерные различия между нозологическими группами в диапазонах поглощения меланина (530–570 нм) и гемоглобина (600–606 нм), что согласуется с данными литературы [5]. Разработанная двухэтапная система обеспечивает автоматическое определение локализации, границ и нозологии новообразований, что формирует основу для неинвазивного метода ранней диагностики злокачественных новообразований кожи.

Список использованных источников

1. Шахзадова, А. О. Состояние онкологической помощи населению России в 2022 году / А. О. Шахзадова, В. В. Старинский, И. В. Лисичникова // Сибирский онкологический журнал. – 2023. – Т. 22, №. 5. – С. 5-13.
2. Еремина, Е. Н. Молекулярно-генетические маркеры пигментной меланомы кожи (обзор литературы) / Е. Н. Еремина, А. Р. Караханян, Д. А. Вахрунин [и др.] // Сибирское медицинское обозрение. – 2020. – №. 3 (123). – С. 38-46.
3. Hogervorst, M. A. Hyperspectral data analysis and visualization / M. A. Hogervorst, P. B. W. Schwing. – INTECH Open Access Publisher, 2011.
4. Ashraf, H. Melanoma segmentation using deep learning with test-time augmentations and conditional random fields / H. Ashraf, A. Waris, M. F. Ghafoor [et al.] // Scientific Reports. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 3948.
5. Нейросетевой классификатор гиперспектральных снимков кожных патологий / В. О. Винокуров, И. А. Матвеева, Ю. А. Христофорова [и др.] // Компьютерная оптика. – 2021. – Т. 45, №. 6. – С. 879-886.

Боровков Артём Андреевич, студ. гр. 6401-120304D, a.borovkov2004@ya.ru.
Матвеева Ирина Александровна, к.т.н., доцент каф. ЛБС, matveeva.ia@ssau.ru.

УДК 543.424.2:616-71

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МИЕЛОМНОЙ БОЛЕЗНИ ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ ДАННЫМ КРОВИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

П.В. Горбачева, И.А. Матвеева

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: метод разрешения многомерных кривых, рамановская спектроскопия, сыворотка крови, миеломная болезнь, машинное обучение.

В медицине все чаще используются оптические методы исследования