

Особенности интеллектуального анализа снимков ультразвуковых и цитологических исследований щитовидной железы

Ложкин Илья Александрович

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

E-mail: ilya.lojkin@yandex.ru

Соавторы: Миронов А.М., Павлов Д. В., Дунаев М.Е., Зайцев К.С.

Несмотря на значительный прогресс медицины, на сегодняшний день заболевания щитовидной железы имеют широкую область распространения. При этом в тканях железы человека формируются новообразования в виде узлов, которые могут быть как доброкачественными, так и злокачественными.

Своевременная дифференциальная диагностика узлов щитовидной железы крайне важна, поскольку в случае рака необходимо хирургическое вмешательство, в то время как в случае доброкачественных образований достаточно только последующего наблюдения. Комплексное обследование щитовидной железы включает четыре стадии исследований: ультразвуковое, цитологическое, генетическое и гистологическое. В результате первого пациент получает одиночные снимки или кинопетли с узлами, которые классифицируются по системе EU-TIRADS [1]. При появлении сомнений производится цитологическое исследование биопсийного материала железы, который оценивается по системе Bethesda [4]. Далее при невозможности поставить точный диагноз прибегают к генетическому и гистологическому анализам, оцениваемым по своим шкалам классификации. В работе рассмотрены две первые стадии.

Для ускорения работы врачей в последнее время все чаще используется компьютерное зрение. При этом компьютерная обработка снимков ультразвуковых и цитологических исследований сильно различается. Дело в том, что снимки или кинопетли ультразвуковых исследований (УЗИ), занимающие несколько десятков Кб или Мб, обрабатываются стандартным образом. Для оцифровки же цитологических стекол используется технология whole slide image (WSI), которая позволяет получать детальные изображения с высокой четкостью. Но объем этих снимков составляет несколько Гб, поэтому работа с ними отличается от работы с обычными изображениями. Анализ таких целиковых изображений требует значительных вычислительных ресурсов и времени. При этом для получения более точных результатов необходима тщательная предобработка снимков.

Работа с цитологическими WSI может производиться в двух вариантах – либо обработкой всего изображения целиком с использованием специальных инструментов, либо разбиением WSI на фрагменты меньшего размера (т.н. плитки).

Работа с отдельными плитками схожа с работой со снимками УЗИ и состоит из этапов предварительной обработки (удаление нерелевантных областей, изменение размеров, нормализация и т.п.), формирования датасета в виде, требуемом для обучения нейросети, последующего обучения и тестирования модели. Описание интеллектуального анализа снимков УЗИ щитовидной железы, включающего решение задач семантической сегментации изображений и классификации узлов, приведено в [3].

Другой способ работы со снимками WSI, обработка всего целикового изображения сразу, может проводиться с использованием инструмента QuPath [2]. Такая обработка особенно полезна, когда требуется анализировать не отдельные клетки, а их скопления. В качестве предварительной обработки снимков здесь используется процедура выбора типа изображения и настройки оценки векторов пятен. С помощью встроенных моделей QuPath можно детектировать и классифицировать клетки, предварительно вручную разметив часть из них и обучив модель, проводить пиксельную классификацию, рассчитывать

некоторые из количественных величин для объектов, интегрировать модели из ограниченного зоопарка моделей, создавать пользовательские скрипты на языке Groovy. Для полноценного решения задачи классификации цитологических снимков щитовидной железы по системе Bethesda возможностей только этого инструмента недостаточно, поэтому разрабатываются собственные алгоритмы и методы, модифицируются модели, а имеющийся функционал QuPath активно используется для автоматизированной разметки снимков и последующего составления датасетов для обучения нейросетей.

Таким образом, в данной работе представлено сравнение особенностей обработки и интеллектуального анализа снимков ультразвуковых и цитологических исследований щитовидной железы. Они имеют некоторую схожесть по этапам обработки, но из-за существенно разных размеров не могут быть обработаны одними и теми же инструментами. Работа с цитологическими снимками WSI сложнее, количество выделяемых признаков значительно больше, поэтому требуется комплексный подход, при котором многие операции должны быть автоматизированы.

Источники и литература

- 1) Botz, B. (2021). European Thyroid Association TIRADS [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://radiopaedia.org/articles/european-thyroid-association-tirads>, свободный — (29.11.2023).
- 2) Bankhead, P. et al. (2017). QuPath: Open source software for digital pathology image analysis. Scientific Reports.
- 3) Lozhkin, I., Tsyguleva, K., Zaytsev, K., Dunaev, M., Zakharova, S., Troshina, E., Garmash, A. (2023). Development of neural network models for obtaining information about nodular neoplasms of the thyroid gland based on ultrasound images. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 101(15), 6076-6091.
- 4) Syed Z. Ali, Edmund S. Cibas. (2018). The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology. Springer, 236.