**Программный модуль для диагностики опухолей головного мозга на МРТ-изображениях**

**АВТОРЫ**

Б.Н. Тучинов1, А.Ю. Летягин1,2, Е.В. Амелина1, М.Е. Амелин3, Е.Н. Павловский1, С.К. Голушко1

1 Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, РФ

2 Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии – филиал ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск, РФ

3 Федеральный нейрохирургический центр Минздрава России, г. Новосибирск, РФ

***Обоснование*:**

Основной причиной для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в нейроонкологии является высокая распространенность опухолей головного мозга – до 200 случаев на 100 тысяч населения. Частота встречаемости первичного очага в головном мозге 5-10%, но у 60-70% умерших от злокачественных новообразований обнаруживаются метастазы в головном мозге.

Магнитно-резонансная томография - наиболее распространенный метод первичной неинвазивной диагностики опухолей головного мозга и контроля динамики заболевания. Одними из самых сложных задач в этой области являются классификация типов опухолей и определение клинических параметров (размер и объем) для проведения, диагностики и лечебных процедур, в т.ч. операции.

***Цель*:**

Разработать программный модуль для дифференциальной диагностики новообразований головного мозга на МРТ-изображениях.

***Методы*:**

Программный модуль основан на разработанном наборе данных - Siberian Brain Tumor Dataset (далее - SBT) [1], в котором содержится информация о более 1000 пациентах нейрохирургического профиля с полностью верифицированными постоперационными диагнозами (гистологически и иммуногистохимически). Источником данных для исследований и разработки является федеральный центр нейрохирургии (г. Новосибирск).

В основе лежат 2-х и 3-х мерные модели компьютерного зрения [2,3], с предварительной обработкой данных МРТ-последовательности, включенные в пакеты: предконтрастное Т1-взвешенное изображение, постконтрастное Т1- взвешенное изображение, T2-взвешенное изображение, T2-взвешенные изображения с технологией инверсии-восстановления с ослаблением сигнала от жидкости. Данные модели позволяют с высокой точностью обнаруживать и распознавать 4 типа новообразований: менингиома, невринома, глиобластома и астроцитома, а также сегментировать и выделять компоненты и размеры: ET (часть опухоли, поглощающая Gd-содержащий контраст); TC (tumor core – ядро опухоли) = ET + Necr(некроз) + NenTu; WT (whole tumor – опухоль целиком) = TC + Ed (перитуморальный отек).

***Результаты*:**

Разработанный программный модуль демонстрирует высокие результаты сегментации на SBT по метрике Dice для областей ET 0.846, TC 0.867, WT 0.9174, Sens 0,881 и Spec 1,000. Была проведена апробация и проверка на международном конкурсе BraTS Challenge 2021. На тестовом наборе данных получены значения DiceET 0.86588, DiceTC 0.86932 и DiceWT 0.921, что позволило войти в топ-10 [3-6].

По классификации полученные результаты демонстрируют не только вдохновляющие и высокие показатели точности до 92% при анализе пациентов (и до 89% анализ срезов), но также очень высокий потенциал и перспективу для будущих исследований в этой области.

***Заключение*:**

Разработанный программный модуль может быть использован для обучения специалистов и в клинической диагностике.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

МРТ, нейроонкология, компьютерное зрение, сегментация опухоли, классификация опухолей головного мозга.

**Software for brain tumors diagnosis on MRI**

**AUTHORS**

B.N. Tuchinov1, A.Yu. Letyagin1,2, E.V. Amelina1, M.E. Amelin3, E.N. Pavlovskiy1, S.K. Golushko1,

**AFFILIATION**

1 Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

2 Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of the Institute of Cytology and Genetics of SB RAS, Novosibirsk, Russia

3 Federal Neurosurgical Center of the Minzdrav of Russia, Novosibirsk, Russia

**KEYWORDS**

MRI, neuro-oncology, computer vision, tumor segmentation, classification of brain tumors

**Список литературы**

1. Amelina E.V., Letyagin A.Yu., Tuchinov B.N., Tolstokulakov N.Yu., Amelin M.E., Pavlovsky E.N., Groza V.V., Golushko S.K. Specific features of designing a database for neuro-oncological 3D MRI images to be used in training artificial intelligence. Сибирский научный медицинский журнал. 2022;42(6):51-59. (In Russ.) <https://doi.org/10.18699/SSMJ20220606>
2. Pnev S. et al. Multi-Class Brain Tumor Segmentation via 3d and 2d Neural Networks //2022 IEEE 19th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI). – IEEE, 2022. – С. 1-5.
3. Sao Khue L. M., Pavlovskiy E. Binary Brain Tumor Classification With Semantic Features Using Convolutional Neural Network //2022 Ural-Siberian Conference on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBEREIT). – IEEE, 2022. – С. 044-047.
4. Pnev S. et al. Brain Tumor Segmentation with Self-supervised Enhance Region Post-processing //Brainlesion: Glioma, Multiple Sclerosis, Stroke and Traumatic Brain Injuries: 7th International Workshop, BrainLes 2021, Held in Conjunction with MICCAI 2021, Virtual Event, September 27, 2021, Revised Selected Papers, Part II. – Cham : Springer International Publishing, 2022. – С. 267-275.
5. Menze B.H., Jakab A., Bauer S., Kalpathy-Cramer J., Farahani K., Kirby J., Burren Y,. Porz N., Slotboomy J., Wiest R. … van Leemput K. The multimodal brain tumor image segmentation benchmark (BRATS). IEEE Trans. Med. Imaging. 2015;34(10):1993-2024. https://doi.org/10.1109/TMI.2014.2377694
6. Bakas S., Akbari H., Sotiras A., Bilello M., Rozycki M., Kirby J.S., Freymann J.B., Farahani K., Davatzikos C. Advancing the cancer genome atlas glioma MRI collections with expert segmentation labels and radiomic features. Sci. Data: 2017;4:170117. https://doi.org/10.1038/sdata.2017.117
7. Baid U., Ghodasara S., Mohan S., Bilello M., Calabrese E., Colak E., Farahani K., Kalpathy-Cramer J., Kitamura F.C., Pati S., Prevedello L.M. … Bakas S. The RSNA-ASNR-MICCAI BraTS 2021 Benchmark on Brain tumor segmentation and radiogenomic classification. Computer Vision and Pattern Recognition. 2021;2107.02314. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.02314>
8. Louis D. N. et al. The 2021 WHO classification of tumors of the central nervous system: a summary //Neuro-oncology. – 2021. – Т. 23. – №. 8. – С. 1231-1251.

-------------------------------------

Автор, ответственный за переписку – Тучинов Б.Н., e-mail: bairt@nsu.ru