

О сегментации опухолей головного мозга по МРТ-изображениям с применением методов глубокого обучения

Е. Ю. Щетинин*

**Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия
riviera-molto@mail.ru*

Аннотация. Сегментация опухолей головного мозга – одна из наиболее сложных задач в анализе медицинских изображений. Целью сегментации опухоли головного мозга является создание точного очертания областей опухоли головного мозга. Глиомы являются наиболее распространенным видом опухолей головного мозга. Диагностика пациентов с таким заболеванием проводится на основе анализа результатов магнитно-резонансной томографии и сегментации границ опухоли вручную. Однако из-за трудоемкого характера процесса ручной сегментации и ошибок существует необходимость в быстром и надежном алгоритме автоматической сегментации. В последние годы методы глубокого обучения показали многообещающую эффективность при решении различных задач компьютерного зрения, таких как классификация изображений, обнаружение объектов и семантическая сегментация. Для сегментации опухолей головного мозга был применен ряд методов, основанных на глубоком обучении, и были достигнуты многообещающие результаты. В статье предложен гибридный метод решения задачи сегментации опухолей головного мозга по его МРТ-изображениям на основе архитектуры U-Net, кодировщиком в которой является модель глубокой сверточной нейронной сети, предварительно обученной на наборе изображений ImageNet. В числе таких моделей были использованы VGG16, VGG19, MobileNetv2, Inception, ResNet50, EfficientNetb7, InceptionResNetv2, DenseNet201, DenseNet121. На основе гибридного метода реализована модель TL-U-Net и проведены численные эксперименты по ее обучению с различными моделями кодировщиков для сегментации опухолей головного мозга по его МРТ-изображениям. Компьютерные эксперименты на наборе МРТ-изображений головного мозга показали эффективность предложенного подхода, наилучшей моделью кодировщика оказалась нейронная сеть Densenet121, предоставившая показатели точности сегментации MeanIoU=90,34%, MeanDice=94,33%, accuracy=94,17%. Полученные оценки точности сегментации сопоставимы или превышают аналогичные оценки, полученные другими исследователями.

Ключевые слова: опухоль головного мозга, глиома, магнитно-резонансная томография, глубокое обучение, сегментация

Для цитирования: Щетинин Е. Ю. О сегментации опухолей головного мозга по МРТ-изображениям с применением методов глубокого обучения // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 3. С. 40–51. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-3-40-51

On segmentation of brain tumors by MRI images with deep learning methods

E. Shchetinin^{1*}

¹Financial University under the Government the Russian Federation, Moscow, Russia

*riviera-molto@mail.ru

Abstract. Segmentation of a brain tumor is one of the most difficult tasks in the analysis of medical images. The purpose of brain tumor segmentation is to create an accurate outline of brain tumor areas. Gliomas are the most common type of brain tumors. Diagnosis of patients with this disease is based on the analysis of the results of magnetic resonance imaging and segmentation of the tumor boundaries manually. However, due to the time-consuming nature of the manual segmentation process and errors, there is a need for a fast and reliable automatic segmentation algorithm. In recent years, deep learning methods have shown promising effectiveness in solving various computer vision problems, such as image classification, object detection and semantic segmentation. A number of methods based on deep learning have been applied to segmentation of brain tumors, and promising results have been achieved. The article proposes a hybrid method for solving the problem of segmentation of brain tumors based on its MRI images based on the U-Net architecture, the encoder of which uses a model of a deep convolutional neural network pre-trained on a set of ImageNet images. Among such models were used VGG16, VGG19, MobileNetV2, Inception, ResNet50, EfficientNetb7, InceptionResnetV2, DenseNet201, DenseNet121. Based on the hybrid method, the TL-U-Net model was implemented, and numerical experiments were carried out to train it with different encoder models for segmentation of brain tumors based on its MRI images. Computer experiments on a set of MRI images of the brain showed the effectiveness of the proposed approach, the best encoder model turned out to be the neural network Densenet121, which provided indicators of segmentation accuracy MeanIoU=90.34%, MeanDice=94.33%, accuracy=94.17%. The obtained estimates of segmentation accuracy are comparable or exceed similar estimates obtained by other researchers.

Keywords: brain tumor, glioma, MRI-scans, deep learning, segmentation

For citation: Shchetinin E. On segmentation of brain tumors by MRI images with deep learning methods. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2023, vol.18, no.3, pp.40-51 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-3-40-51

Введение

Глиомы являются наиболее распространенными опухолями головного мозга. На их долю приходится почти 80% всех злокачественных опухолей головного мозга, диагностированных в мире [1]. Согласно Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), глиому можно разделить на четыре различных уровня на основе микроскопических изображений и поведения опухоли: I и II степени – это глиомы низкой степени злокачественности (ЛПГ), которые близки к добро-

качественным и медленно растут; III и IV степени – это глиомы высокой степени злокачественности (HGGS), которые являются злокачественными и агрессивными [2]. Для анализа и мониторинга изображений опухоли головного мозга существует несколько основных инструментов, таких как магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ), рентгеноскопия. МРТ обеспечивает детальные изображения головного мозга и является распространенным методом визуализации, который используется для визуализации протяженности областей опухоли.