

УДК [543.429.23+616-006.385]: 004.891.2

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ СЕГМЕНТАЦИИ ШВАННОМ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ МР-ТОМОГРАФИИ



О.С. Спиридонова
системный аналитик
ООО "HiQo-Solutions"



О.Л. Яблонский
доцент, кандидат физ-мат наук.
системный аналитик ООО "HiQo-Solutions"

ООО "HiQo-Solutions"
E-mail: olga.spiridonova@gmail.com

О.С. Спиридонова
Работает в HiQo-Solutions в должности системного аналитика.

О.Л. Яблонский
Доцент. Кандидат физ-мат наук. Работает в HiQo-Solutions в должности системного аналитика.

Аннотация. Экстракция головного мозга имеет важное значение при дальнейшей обработке изображений МР-томографии в нейроонкологии. Однако, существующие алгоритмы экстракции позволяют работать только с изображениями головного мозга без патологий. Применение данных алгоритмов на изображениях с различными патологиями приводит к тому, что зона интереса не включается в финальное изображение после экстракции. В данной работе описан результат проведения сегментации шванном, с проведением предварительной экстракции головного мозга с помощью нейросетевого алгоритма HD-BET.

Ключевые слова: головной мозг, сегментация изображений, магниторезонансная томография, сверточные нейронные сети.

Введение.

Экстракция головного мозга на медицинских изображениях, процесс отделения структур головного мозга от структур, не относящихся к нервной системе, является предварительным, но важным шагом во многих нейровизуализационных задачах. Точность экстракции мозга может иметь существенное влияние на качество дальнейшей обработки изображения, сегментации пораженных участков. Ручной метод является золотым стандартом при экстракции головного мозга, однако этот метод очень трудозатратный и требует большого количества времени [1]. Искусственные нейронные сети в последнее время успешно применяются во множестве задач сегментации медицинских изображений. В связи с этим несколько подходов, основанных на нейросетевых алгоритмах, были предложены для повышения точности предварительной экстракции головного мозга. Однако они имели ряд ограничений, - были обучены на выборках, содержащих только нормальные изображения головного мозга, без патологий. Также при обучении использовались изображения МР-томографии, полученные на сканере одного производителя. Искусственная нейронная сеть HD-BET учитывает все эти ограничения и показывает лучшие результаты при экстракции головного мозга.

Материалы и методы.

В исследование были включены 292 пациента с новообразованиями головного мозга –

шванномами. Шваннома — это опухоль, которая возникает из шванновских клеток оболочки нерва. МРТ проводилось на высокопольном (1.5 Тесла) МР-сканере в режиме T1-w. Предварительно перед сегментацией шванном проводилась экстракция головного мозга с помощью сверточной нейронной сети HD-BET. Архитектура HD-BET построена на основе сверточной нейронной сети 3dU-NET. HD-BET была обучена с использованием данных МРТ из большого многоцентрового клинического исследования у взрослых пациентов с опухолью головного мозга, полученных в 37 учреждениях Европы, и включала исследования с различными патологиями головного мозга и изменениями тканей, вызванных лечением. Кроме того, было проведено независимое тестирование HD-BET на трех общедоступных наборах данных (NFBS, LPBA40 и CC-359) [2]. В обучающую выборку включались исследования, полученные на аппаратах разных производителей. HD-BET была обучена с использованием изображений, полученных в разных режимах (T1, T2, FLAIR). Далее, с помощью нейронной сети U-NET проводилась сегментация опухоли. В качестве метрики качества был выбран коэффициент Соренсена – Дайса. Коэффициент Соренсена – Дайса является стандартной метрикой качества при оценке результатов сегментации на изображениях и измеряет степень пространственного перекрытия между двумя бинарными изображениями, истинной маской (GT) и предсказанной маской головного мозга (PM) [3].

Результаты.

Обучение нейросети U-Net проводилось на исходных изображениях, а также на изображениях с предварительной экстракцией головного мозга. На рисунке 2 представлены изображения до и после экстракции головного мозга, истинная маска для шванномы.

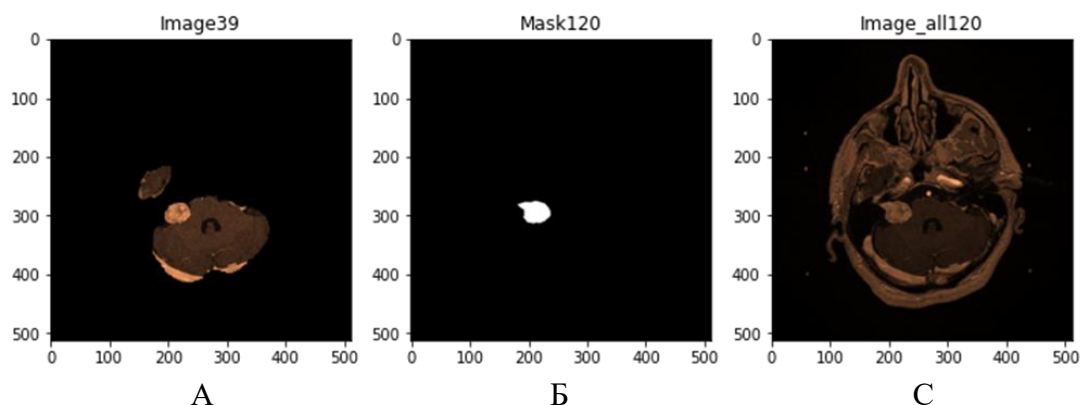


Рисунок 1. Изображения для обучающей выборки (А- изображение после экстракции, Б- истинная маска, С-исходное изображение)

В результате обучения коэффициент Дайса был выше для нейросети обученной на изображениях с экстракцией головного мозга. Однако для двух серий изображений при экстракции головного мозга область шванномы при предварительной экстракции не попадала в зону интереса, что привело к появлению ошибок в истинных масках для шванном.

Заключение.

Проведение предварительной экстракции головного мозга при сегментации опухолей на изображениях МР-томографии значительно увеличивает метрику качества, за счет уменьшения сложности структур на изображении. Однако, если опухоль имеет небольшие размеры, то при проведении экстракции она может не попасть в зону интереса. Таким образом, при сегментации новообразований маленьких размеров, а также метастазов необходим ручной контроль качества истинных масок обучающей выборки.

Список использованных источников

[1] Review of MRI-based Brain Tumor Image Segmentation Using Deep Learning Methods/ R.A. Aliev, W. Pedrycz, M. Jamshidi, J. Kacprzyk, I.B. Turksen// 12th International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, ICAFS 2016, 29-30 August 2016, Vienna, Austria.

[2] Automated brain extraction of multi-sequence MRI using artificial neural networks/ Philipp Kickingreder// Hum Brain Mapp. 2019 Dec 1; 40(17): 4952–4964.

APPLICATION OF PRELIMINARY BRAIN EXTRACTION IN SCHANNOMA SEGMENTATION ON MR-TOMOGRAPHY IMAGES

O.S. SPIRIDONOVA

Systems Analyst "HiQo-Solutions"

O.L. YABLONSKI,

*Ph. D of Physical and Mathematical Sciences
Systems Analyst "HiQo-Solutions"*

"HiQo-Solutions"

Belarusian State Medical University, Republic of Belarus

E-mail: olyasprdnv@gmail.com

Abstract. Brain segmentation is essential for further processing of MRI images in neurooncology. However, the existing extraction algorithms allow working only with brain images without pathologies. The use of these algorithms on images with various pathologies leads to the fact that the area of interest is not included in the final image after extraction. This paper describes the result of schwannoma segmentation with preliminary brain extraction using the HD-BET neural network algorithm.

Keywords: brain, image segmentation, magnetic resonance imaging, convolutional neural networks.