

Разработка технологии прогнозирования роста опухолей по изображениям головного мозга на основе глубокого обучения

Р.Т. Фазылов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

Обоснование. Внемозговые опухоли (ВО) — гетерогенная группа, включающая в себя как доброкачественные, так и злокачественные опухоли, которые образуются в мозговых оболочках. Они могут образовываться из различных типов клеток головного или спинного мозга. Наиболее распространенной внемозговой опухолью является менингиома, которая составляет более 30 % всех опухолей головного мозга и более 50 % доброкачественных внутримозговых новообразований. Большинство менингиом являются доброкачественными, но в зависимости от степени они могут перейти в злокачественные [1].

С помощью МРТ-изображений головного мозга можно предсказать реакцию менингиомы на применение лучевой терапии [2]. Существует ряд геометрических признаков, инвариантных к пространственным изменениям, который может описать внемозговую опухоль [3]. Необходимо определить, возможна ли корреляция между данными признаками и реакцией на лучевую терапию. Также для выявления скрытых признаков на изображениях будет использоваться сверточная нейронная сеть на базе архитектуры ResNet50.

Цель — разработать технологию и программное средство для прогнозирования роста опухолей.

Методы. Язык программирования Python, Python библиотеки TensorFlow (построение сверточной нейронной сети), NumPy (математические преобразования), веса для ResNet50, полученные на наборе данных ImageNet, набор сегментированных внемозговых опухолей, опухолей с окружением вокруг них (отеки, некроз и т. д.), МРТ-изображения срезов головного мозга с новообразованием (вид сверху).

Результаты. Был разработан программный модуль, вычисляющий геометрические признаки, такие как коэффициент аспекта (мера вытянутости), коэффициент формы (извилистость контура), коэффициент площади (мера выпуклости), фактор Blair-Bliss (характеризует форму объекта), Малиновской (характеризует близость формы к кругу) и Харалика (характеризует извитость контура), коэффициент компактности (характеризует среднеквадратичное отклонение объекта от окружности). Также были посчитаны яркостные характеристики, а именно: медиана яркости, ее среднее значение и дисперсия, коэффициент прозрачности. Данные признаки считались для более 200 объектов. Корреляция между геометрическими и яркостными характеристиками не была выявлена.

Была применена предварительно обученная на ImageNet сверточная нейронная сеть ResNet50 для нахождения скрытых признаков на изображении. Использовались два набора данных: сегментированные ручным способом опухоли и опухоли с прилегающим окружением. В результате обучения по 110 эпохам метрики качества precision и recall для первого набора соответственно были равны 0,69 и 0,75, а для второго набора — 0,76 и 0,84. Это доказывает влияние окружения опухоли на прогноз.

Выводы. Геометрические признаки не коррелируют с реакцией внемозговой опухоли на лучевую терапию. Сделан вывод, что опухоль с ее окружением (отеки, некроз и т. д.) имеют информацию о росте или стабилизации опухоли после лучевой терапии. Получен набор данных для последующего изучения темы данной работы.

Ключевые слова: глубокое обучение; лучевая терапия; сверточные нейронные сети; геометрические признаки; компьютерное зрение; менингиомы.

Список литературы

1. www.cancer.gov [Электронный ресурс]. Adult central nervous system tumors treatment [дата обращения 17.01.2024]. Режим доступа: <https://www.cancer.gov/types/brain/patient/adult-brain-treatment-pdq>
2. Langenhuisen P.J.H., Sebrechts S.H.P., Zinger S., et al. Prediction of transient tumor enlargement using MRI tumor texture after radio-surgery on vestibular schwannoma // Med Phys. 2020. Vol. 47, N 4. P. 1692–1701. doi: 10.1002/mp.14042

3. Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г. Информационные технологии анализа изображений в задачах медицинской диагностики. Москва: Радио и связь, 2012. 424 с.

Сведения об авторе:

Руслан Тахирович Фазылов — студент, группа 6409-010302D, Институт информатики и кибернетики; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: fazylov.2002@mail.ru

Сведения о научном руководителе:

Наталья Юрьевна Ильясова — доктор технических наук, профессор, доцент кафедры технической кибернетики; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: ilyasova.nata@gmail.com