

Моисеенко И.А.^{1,2}, Попель Г.А.¹

¹ Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Беларусь

² Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ И НИЖНЕЙ ПОЛОЙ ВЕНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Moiseenko I.^{1,2}, Popel H.¹

¹ Republican Scientific and Practical Centre "Cardiology", Minsk, Belarus

² Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Differentiated Automatic Segmentation of the Abdominal Aorta and Inferior Vena Cava Using Deep Learning

Введение. На сегодняшний день использование искусственного интеллекта в хирургии и медицине в целом является актуальным и современным направлением. Сегментация сосудов с помощью нейронной сети – одна из современных технологий компьютерного зрения, используемая для улучшения диагностики и планирования лечебной тактики в сосудистой хирургии. Процесс сегментации включает использование различных алгоритмов обработки сигналов, которые, в частности, позволяют классифицировать и выделять аорту и нижнюю полую вену на компьютерных или магнитно-резонансных томограммах. Кроме того, эта технология может быть использована для автоматического построения персонализированных 3D-моделей магистральных сосудов, не требующего при этом участия человека.

Цель. Создать нейронную сеть, выполняющую обнаружение и сегментацию брюшной аорты и нижней полой вены на бесконтрастных компьютерных томограммах органов брюшной полости.

Материалы и методы. Для разработки нейронной сети использовался язык программирования Python (v.3.7.13 для ОС Windows). Библиотека для глубокого обучения – TensorFlow (v.2.9.1). Дополнительные специализированные библиотеки

машинного обучения не применялись. Для обучения сверточной нейронной сети использованы изображения бесконтрастных компьютерных томограмм органов брюшной полости в аксиальной проекции 30 пациентов (средний возраст $45,12 \pm 8,64$ года). Количество изображений – 960, размер изображения – 512×512 px. Все томограммы были размечены с помощью программы ITK-SNAP (v.3.8.0, University of Pennsylvania, University of Utah, USA). Из-за большого количества изображений разметка выполнена с использованием морфологической интерполяции, точность которой была оценена опытным врачом-рентгенологом.

Гиперпараметры нейронной сети: количество эпох – 20, размер батча – 8, скорость обучения – 0,0001 (подбор скорости осуществлен с учетом динамики функции потерь), оптимизатор – Adam, kernel size 3×3 . Тренировочная выборка – 70% изображений, тестовая выборка – 30%. Критерий остановки обучения – отсутствие увеличения точности на валидационном наборе изображений в течение 2 эпох. Среда выполнения – серверный ускоритель Python 3 на базе Google Compute Engine.

Результаты. Точность модели на обучающей выборке изображений на 20-й эпохе составила 0,996 (на валидационной выборке – 0,985). Функция потерь на обучающей выборке на 20-й эпохе – 0,019 (на валидационной выборке – 0,021). На тестовой выборке изображений точность модели составила 0,853. Динамика показателя точности и функции потерь показала адекватность выбранных гиперпараметров.

Заключение. Разработанная нейронная сеть позволяет в короткий срок выполнять обработку компьютерных томограмм органов брюшной полости с высоким уровнем точности. Представляется необходимым создание комплексной, интегрированной с регистром аортальной патологии, аналитической платформы, работающей на основе нейронных сетей и других алгоритмов машинного обучения с постоянным обучением на большом количестве клинических и лабораторно-инструментальных данных. Такая система однозначно поможет сосудистым хирургам использовать более персонализированный подход в отношении диагностики и лечения пациентов с патологией магистральных сосудов.
