

DOI: 10.25205/978-5-4437-1843-9-330

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ СЕРДЦА НА ОСНОВЕ ТОМОГРАФИИ<sup>\*</sup>

### RESEARCH OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR CREATING PERSONALIZED HEART MODELS BASED ON TOMOGRAPHY

В. О. Карнаухова, М. М. Слотвицкий, А. П. Синицына, В. А. Цвела

*Московский физико-технический институт, Долгопрудный*

V. O. Karnaughova, M. M. Slotvitsky, A. P. Sinityna, V. A. Tsvelaya

*Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny*

✉ karnaughova01@bk.ru

#### Аннотация

В работе предложен подход к интерполяции МРТ-изображений стенки левого предсердия с помощью алгоритма RIFE для построения 3D-модели сердца с изотропными voxelами. Метод позволяет повысить точность моделирования и сократить затраты на ручную разметку. Полученная модель прошла верификацию и функциональное тестирование.

#### Abstract

The paper proposes an approach to interpolating MRI images of the left atrium wall using the RIFE algorithm to build a 3D model of the heart with isotropic voxels. The method allows you to increase the accuracy of modeling and reduce the cost of manual markup. The resulting model has passed verification and functional testing.

Искусственный интеллект в медицине в последнее время начинает развиваться все активнее. Не обошел он и сферу кардиологии. Одно из его возможных применений заключается в тестировании новых лекарственных препаратов на персональной 3D-модели человеческого сердца. Кроме того, в последнее время широко развивается область персонализированной медицины — изучаются условия возникновения аритмий для конкретного пациента, а также предполагается создавать 3D-модели для улучшенного проведения операции аблации и снижения рецидивов в кардиохирургии. Ниже будет описан процесс создания такой модели, а также возможности ее применения.

Основой для 3D-модели сердца являются снимки МРТ грудной клетки. Однако этих снимков недостаточно для построения модели приемлемого качества. Проблема заключается в том, что в исходных МРТ-изображениях шаг по вертикальной оси Z кратно отличается от пространственного разрешения в плоскости XY. Создание более тонких срезов затруднено из-за параметров оборудования, характера образца и экономических ограничений. Для уменьшения величины шага между снимками можно применить метод интерполяции [1]. Поскольку томографические изображения представляют собой послойные изображения внутренней структуры объекта, для их улучшения мы можем использовать нейронную сеть, предназначенную для интерполяции видеокадров. В данном случае интерполяция необходима для усреднения размеров voxelей для построения однородной трехмерной модели.

В данной работе исследовалось решение задачи интерполяции стенок левого предсердия, сегментированных с МРТ грудной клетки. Основной целью является преобразование исходных МРТ-изображений в объемную модель стенки левого предсердия с одинаковым пространственным разрешением по осям X, Y и Z. Стоит отметить, что аналогичный подход, применение нейросети RIFE в таких целях, ранее был успешно применен для интерполяции МРТ-изображений головного мозга [1]. В данной работе получено аналогичное решение задачи интерполяции для МРТ сердца (стенка левого предсердия) независимо от авторов исследования [1]. Для оценки точности было применено два подхода: восстановление «промежуточных» изображений в стеке МРТ-изображений (коэффициент DICE = 0,89), а также проверка функциональности полученных 3D-моделей на референсном датасете с МРТ максимального качества [2] — более 9 Тесла на фиксированных извлеченных сердцах.

Для функциональных тестов полученных 3D-моделей проводилась симуляция проведения волны возбуждения по стенке левого предсердия; решение соответствующих дифференциальных уравнений выполнялось в среде OpenCarp (открытом симуляторе сердечной электрофизиологии для виртуальных экспериментов).

<sup>\*</sup> Исследование выполнено за счет гранта Московского центра инновационных технологий в здравоохранении (соглашение № 1208-7).

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы. Решена задача интерполяции МРТ-изображений стенки левого предсердия при помощи алгоритма RIFE; точность решения составляет 89 %, что может значительно ускорить процесс ручной разметки, а также позволяет проводить точные электрофизиологические симуляции на 3D-моделях с изотропными вокселями.

### **Литература**

1. Gambini L., Gabbett C., Doolan L. et al. Video frame interpolation neural network for 3D tomography across different length scales // *Nature Communications*. 2024. Vol. 15, No. 1. P. 7962. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-52260-2>.
2. Roney C., Bendikas R., Pashakhanloo F. et al. Constructing a human atrial fibre atlas // *Zenodo*. 2020. URL: <https://zenodo.org/records/3764917>.