

В пациент-ориентированном математическом моделировании системы кровообращения важную роль играет задача сегментации области (получения бинарной маски области), то есть разделения вокселей на две группы: принадлежащие и не принадлежащие интересующей области. Важность этой задачи обусловлена тем, что сегментация сосудов позволяет предоставлять входные данные для трехмерных и одномерных моделей кровообращения. Не менее важна автоматизация этого процесса, так как ручная обработка медицинских снимков является трудоемкой и затратной по времени. Целью данной работы является автоматическая сегментация сосудов шеи и головы.

В предыдущей работе [1] были исследованы вопросы сегментации коронарных сосудов и была разработана технологическая цепочка для автоматической обработки артерий сердца, состоящая из трех шагов: сегментация аорты, применение фильтра сосудистости, нахождение точек устья и сегментация. Метод сегментации аорты основывался на алгоритме изопериметрических деревьев расстояний [2]. На втором шаге использовался фильтр сосудистости Франжи [3], сопоставляющий каждому вокселю значение «сосудистости» – специальной меры попадания вокселя в светлую трубчатую структуру на темном фоне. Наконец, точки устья коронарных артерий определялись как два локальных максимума значения фильтра сосудистости, а к сосудам относились две содержащие точки устья компоненты связности вокселей, с сосудистостью большей пользовательского порога.

Разработанные алгоритмы были дополнены для случая сосудов шеи и мозга. Параметры алгоритмов в настоящее время учитывают реальные физические размеры, что дает независимость от разрешения медицинских снимков. Алгоритм сегментации аорты был дополнен для удаления крупных сосудов, выходящих из нее. Метод поиска точек устья был переделан для неизвестного их количества, что отвечает различной анатомии пациентов.

Кроме описанных выше шагов, для сегментации сосудов шеи необходима специальная предобработка для подавления интенсивности костей и сосудов легких. Для подавления легких использовались морфологические операции. Для подавления костей использовался алгоритм multiscale matched bone mask elimination [4]. Необходимость подавления костей обусловлена анатомией: в шее позвоночные артерии проходят сквозь позвонки, что делает невозможным применение фильтра сосудистости без предобработки.

Тесты были проведены для двух наборов медицинских данных в формате DICOM исходного разрешения $0.759 \times 0.759 \times 0.8$ и $0.625 \times 0.625 \times 0.8$ соответственно. В обоих случаях были корректно просегментированы аорты с помощью алгоритма на основе изопериметрических деревьев. В обоих случаях позвонки были успешно подавлены, что позволило корректно сегментировать сонные и позвоночные артерии. Разрешения снимков хватило, чтобы просегментировать сосуды вплоть до виллизиева круга. Таким образом, предложен метод автоматизированной сегментации сосудов шеи и головного мозга.

Литература

1. *Vassilevski Y.V. [et al.] Patient-Specific Anatomical Models in Human Physiology // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling – 2015. – V. 30, N 3 – P. 185-201.*
2. *Grady L. Fast, quality, segmentation of large volumes – Isoperimetric distance trees. // Computer Vision ECCV 2006 – 2006. – P. 449-462.*
3. *Frangi A. [et al.] Multiscale vessel enhancement filtering. // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI'98 – 1998. – P. 130-137.*
4. *Gratama van Andel H.A. Removal of bone in CT angiography by multiscale matched mask bone elimination. // Med Phys. – 2007. – V. 34, N 10 – P. 3711-3723.*