

Секция «17.3 Искусственный интеллект и анализ данных в космических исследованиях»

Определение частоты сердечных сокращений подвижных особей *Danio rerio*

Научный руководитель – Савчук Артём Маркович

Славин Артём Евгеньевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет
космических исследований, Москва, Россия

E-mail: arts8582@gmail.com

Работа посвящена определению частоты сердечных сокращений (ЧСС) свободно плавающих особей *Danio rerio* – модельного объекта, позволяющего изучать влияние различных факторов на сердечно-сосудистую систему человека. Определение ЧСС предлагается проводить при помощи фотоплетизмографии – метода, основанного на измерении оптической плотности тканей. Для этого записывается последовательность кадров с телом особи, выделяется область интереса, после чего строится фотоплетизмограмма – временной сигнал, состоящий из последовательности средних значений пикселей в области интереса. Характерная ЧСС определяется по спектру фотоплетизмограммы. Фотоплетизмография широко применяется при работе с обездвиженными особями *Danio rerio* [3], однако средства, при помощи которых особей обездвиживают, оказывают влияние на проводимые измерения [1] и могут быть несовместимы с целями эксперимента. При отсутствии обездвиживания расчет фотоплетизмограммы значительно осложнен, поскольку требует устойчивого выделения области интереса на теле активно перемещающейся особи. Для решения этой задачи разработан алгоритм, основанный на применении нейронных сетей. Первым шагом работы алгоритма является выделение особи на каждом кадре при помощи детектора. Затем при помощи сверточной нейронной сети выделяются глаза и тело особи, что позволяет специальным образом выровнять каждый кадр, а затем стабилизировать его относительно первого кадра. Оказывается, что во время движения особь может вращаться вокруг своей продольной оси, что приводит к некоторому изменению положения области интереса на обработанных кадрах несмотря на стабилизацию. Для решения этой проблемы предлагается регистрировать фотоплетизмограмму в нескольких участках тела, а затем выделить полезный сигнал при помощи анализа независимых компонент. Используемые гиперпараметры и архитектуры нейронных сетей подобраны таким образом, чтобы минимизировать время обработки кадров при сохранении достаточного качества детектирования и сегментации. Работа алгоритма проверена в эксперимент по изучению влияния гипомангнитного поля на ЧСС особей *Danio rerio*. Показано, что подобное воздействие повышает их ЧСС, что согласуется с проведенными ранее экспериментами на малоподвижных особях [2].

Источники и литература

- 1) 1. Craig M. P., Gilday S. D., Hove J. R. Dose-dependent effects of chemical immobilization on the heart rate of embryonic zebrafish // *Lab. Anim. (NY)*. 2006. Vol. 35, No. 9. P. 41–47. DOI: 10.1038/labani1006-4
- 2) 2. Krylov V., Machikhin A., Sizov D., Guryleva A., Sizova A., Zhdanova S., Tchougounov V., Burlakov A. Influence of hypomagnetic field on the heartbeat in zebrafish embryos // *Front. Physiol.* 2022. Vol. 13. Art. no. 1040083. DOI: 10.3389/fphys.2022.1040083
- 3) 3. Volkov M., Machikhin A., Bukova V., et al. Optical transparency and label-free vessel imaging of zebrafish larvae in shortwave infrared range as a tool for prolonged studying of cardiovascular system development // *Sci. Rep.* 2022. Vol. 12. Art. no. 20884. DOI: 10.1038/s41598-022-25386-w