

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ АРТЕФАКТОВ СКАНИРОВАНИЯ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ КЛЕТОЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Application of machine learning methods to identify scanning artifacts on cell surface images

Крылов А.А.¹, Будамян Я.С.², Назаренков В.В.¹, Филяев М.С.¹, Грачев Е.А.², Докукин М.Е.¹

¹Саровский физико-технический институт, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Саров, РФ, medokukin@mephi.ru

²Физический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, РФ

В настоящее время возникает все возрастающий интерес к применению сканирующей зондовой микроскопии в качестве инструмента для медицинской диагностики [1]. Не так давно было показано, что использование методов машинного обучения для классификации типа клеточной поверхности позволило достичь высокой точности в диагностировании рака при использовании топологических и адгезионных карт, полученных с помощью атомно силовой микроскопии [2]. Однако возникновение артефактов сканирования значительно затрудняет автоматическую обработку таких данных. Настоящая работа посвящена разработке методов распознавания артефактов на изображениях сканирующей зондовой микроскопии, что позволит существенно упростить и ускорить анализ получаемых данных.

В данной работе был проведен ряд экспериментов по обучению стандартной модели для сегментации медицинских изображений U-Net на ранее подготовленном наборе данных из 217 4-канальных изображений поверхности клеток. Был проведен сравнительный анализ нескольких типов функционала ошибки – pixelwise cross entropy, Jaccard loss, DICE loss, Focal loss. Помимо этого, был проведен анализ кривых обучения для используемой модели (зависимость целевой метрики на валидации в зависимости от объема обучающей выборки). Было показано, что при росте обучающей выборки обобщающая способность модели растет, что показывает необходимость дальнейшего расширения пула обучающих данных. На рисунке 1 приведен пример изображения поверхности клетки с артефактами сканирования. Продемонстрирована возможность выделения артефактов сканирования с помощью нейронной сети. Для текущего набора из 217 (163 в обучающей части, 33 в валидационной, 21 в тестовой) 4-х канальных изображений максимальное полученное значения IoU (Intersection over Union) валидационной части составило 0.86, что показывает, во-первых, применимость моделей сегментации для решения подобной задачи, а во-вторых, необходимость проведения дальнейших экспериментов с модификациями модели или на выборках большего объема для достижения метрик, позволяющих практическое применение предложенного метода.

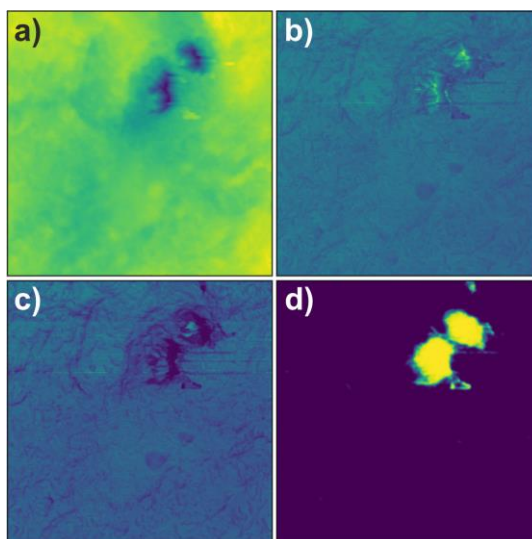


Рисунок 1. Пример изображения поверхности клетки с артефактами сканирования. Показано изображение высоты (a), адгезионная карта поверхности клетки (b), изображение восстановленной адгезии, полученной с помощью методики Ringing mode (c) и итоговая карта вероятности нахождения артефакта для каждой точки изображения (d).

1. Maver U., et al., Trac-Trends in Analytical Chemistry, 80, 96-111 (2016).
2. Sokolov I., et al., PNAS, 115 (51), 12920-12925 (2018).