

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ СЕПАРАЦИИ СКВАЖНОЙ ЖИДКОСТИ

*А.В. Цавнин, ассистент,
К.А. Черняк, студент гр. 8Т7Б
Н.В. Рожнев, студент гр. 8Е71
Томский политехнический университет
E-mail: kac8@tpu.ru, rozhnev@tpu.ru*

Введение

В данной работе продемонстрирована возможность отказа от множества измерителей, подверженных влиянию агрессивной среды в пользу видеокамеры, расположенной за пределами данной среды, для отслеживания динамики процесса сепарации скважной жидкости.

Описание

Данная система разработана в рамках проекта по созданию лабораторного стенда, имитирующего работу трехфазного гравитационного сепаратора. Принципиальная схема стенда для проведения экспериментов, представлена на рисунке 1.

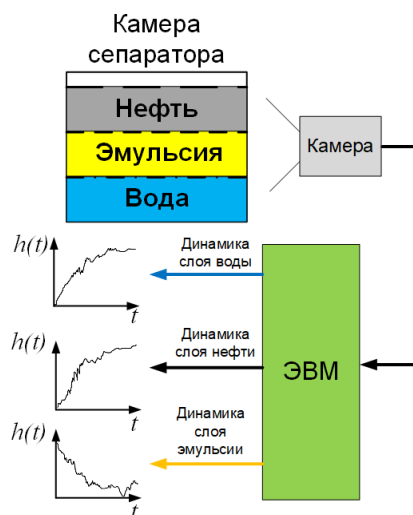


Рис. 1. Принципиальная схема эксперимента

Система построена на основе сверточной нейронной сети (СНС), на вход которой поступает снимок эксперимента. Результатом работы СНС является изображение, пиксели которого соответствуют одному из возможных классов: слой нефти, слой эмульсии, слой воды, задний фон.

Нейронная сеть является полностью сверточной нейронной и имеет архитектуру U-Net. Данная архитектура состоит из кодирующей и декодирующей частей. В качестве кодирующей части использована часть предварительно обученной СНС, параметры которой зафиксированы. Параметры декодирующей части настроены в процессе обучения нейронной сети. Данная методика называется трансферным обучением.

Причины выбора СНС:

1. Предназначены для работы с изображениями,
2. Инвариантны к преобразованиям в пространстве,
3. Менее требовательны к внешним условиям при наличии достаточного объема данных.

Причины использования трансферного обучения:

1. Снижение требований к объему набора данных для обучения.

Выбор целевой платформы

Во время использования нейронных сетей производятся множественные вычисления, которые возможно выполнять параллельно. Для хранения многочисленных параметров нейронной сети требуются гигабайты оперативной памяти. Выбор микрокомпьютера NVIDIA Jetson Nano в

комплектации 4Гб оперативной памяти обусловлен удовлетворением вышеперечисленным требованиям.

Выбор кодирующей части нейронной сети

Основным критерием выбора кодирующей части являлось требование к объему памяти. В результате выбрана MobileNetV2, как наименьшая по числу параметров предварительно обученная нейронная сеть среди доступных в библиотеке Keras. В данной нейронной сети реализована возможность настройки числа параметров. Экспериментально определено, что минимального числа параметров достаточно для решения поставленной задачи.

Алгоритм работы системы

Программа выполняет следующий алгоритм:

1. Создание снимка эксперимента через заданные промежутки времени;
2. Снижения разрешения изображения;
3. Приведение значений пикселей к диапазону [0, 1];
4. Вычисление маски с помощью СНС;
5. Вычисление доли занимаемой площади изображения для каждого из классов маски.

Результаты работы

На рисунке 2 представлено сравнение результата работы нейронной сети и истинного изображения маски.

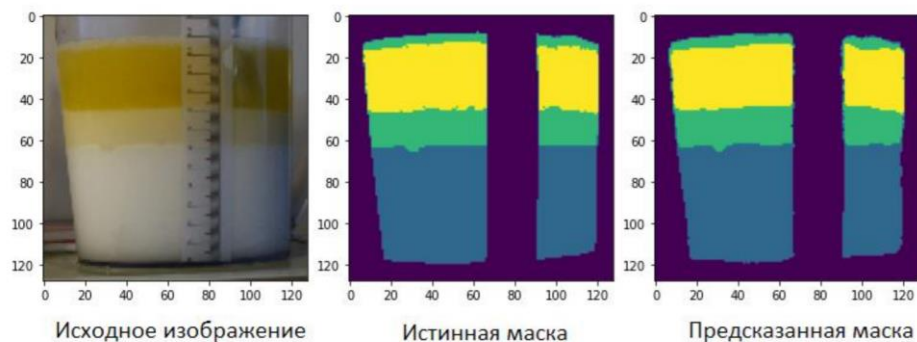


Рис. 2. Сравнение предсказания нейронной сети и истинного изображения маски

В качестве меры сходства результата работы сети и истинного изображения маски выбран коэффициент Жаккара K_J . Результат применения метрики принадлежит диапазону [0, 1], где 0 – полное несоответствие, 1 – полное соответствие. Среднее значение коэффициента Жаккара для полученной нейронной сети составило $K_J = 0.9$, что соответствует точности сегментации в 90%.

Список литературы

1. Разработка стенда физического подобия «трёхфазный сепаратор скважинной жидкости» // Филипас А.А., Мигель А.В. // В сборнике: Современные проблемы машиностроения. Сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции. Томск, 2020. С. 216-217.
2. Адаптивная информационно-измерительная система для мониторинга протекания физико-химического процесса // Цавнин А.В., Филипас А.А., Беляев А.С., Рожнев Н.В. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331. № 9. С. 122-129.
3. Коэффициент Жаккара [Электронный ресурс] / Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент_Жаккара, дата обращения 04.03.2021.
4. Keras API reference [Электронный ресурс] / Keras URL: <https://keras.io/api/>, дата обращения 04.03.2021.
5. Image segmentation [Электронный ресурс] / TensorFlow URL: <https://www.tensorflow.org/tutorials/images/segmentation>, дата обращения 04.03.2021.