

Параллельные вычисления в задаче анализа развития коррозионных процессов на поверхности металлов на основе компьютерного зрения*

М.Р. Еникеев¹, И.М. Губайдуллин¹, К.Ф. Коледина¹, М.А. Малеева²

Институт нефтехимии и катализа РАН¹, Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН²

Введение. Понятие «коррозия металлов» включает в себя большую группу химических процессов, приводящих к разрушению металла. Эти процессы резко отличаются друг от друга по внешним проявлениям, по условиям и средам в которых они протекают, а также по свойствам реагирующих металлов и образующихся продуктов реакции. Однако для их объединения имеются веские основания, так как все эти процессы имеют не только общий результат – разрушение металла, но и единую химическую сущность – окисление металла.

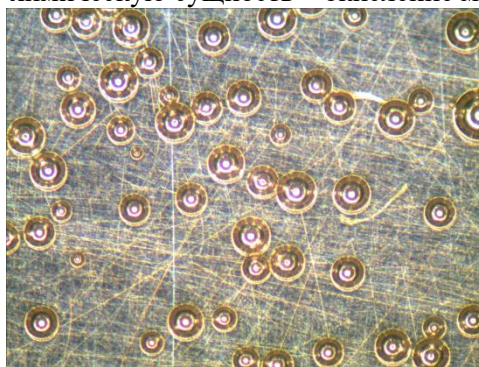


Рис. 1. Кадр примера входных данных по анализу выхода пузырьков водорода

Объектом исследования является процесс коррозии поверхности алюминия в 0.1 М растворе NaCl (рН 11) под действием электрического поля (рис. 1). Задача поиска объектов на изображении сводилась к обнаружению пузырьков выделяемого водорода, по серии снимков необходимо было определить интенсивность этого выделения.

Для поиска пузырьков на изображении использовался метод был использован НОГ-дескриптор (Histogram of Oriented Gradients, гистограмма ориентированных градиентов) [1]. Для описания одного пузырька размером 128*128 необходимо проанализировать 2048 признаков. Такое количество признаков, невозможно учитывать без использования машинного обучения. Эффективным средством решения данной задачи является метод опорных векторов (SVM) [2].

После того, как найдены объекты на изображении, в нашем случае пузырька, произведем расчет его площади. Так как контур пузырька представляет собой окружность, то, используя метод наименьших квадратов для окружности, найдем необходимые значения радиуса и центра пузырька. Более подробно о методике поиска и вычислении площади контура пузырька можно ознакомиться в работе [3].

Параллельные вычисления в задаче обучения классификатора на основе метода опорных векторов. Системы, реализованные с использованием метода опорных векторов, обладают высокой точностью классификации, при этом время обучения велико, особенно на больших наборах данных, и увеличивается пропорционально квадрату числа обучающих примеров. Решить проблему недостаточной скорости обучения SVM возможно при использовании технологии CUDA.

Решение задачи классификации методом опорных векторов для задачи исследования развития коррозионных поражения было реализовано с использованием библиотеки OpenCV. Она представляет собой библиотеку алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов.

Параллелизм обработки изображений заключается в том, что в каждой процедуре изображение разбивается на множество фрагментов, работа над которыми осуществляется независимо. При реализации на GPU каждое ядро вычисляет свой фрагмент одновременно с другими.

Результаты. Для исследования процесса выделения пузырьков водорода в процессе коррозии поверхности алюминия была создана параллельная программа на языке C++ в среде Qt SDK с использованием библиотеки OpenCV, реализующая описанные выше алгоритмы.

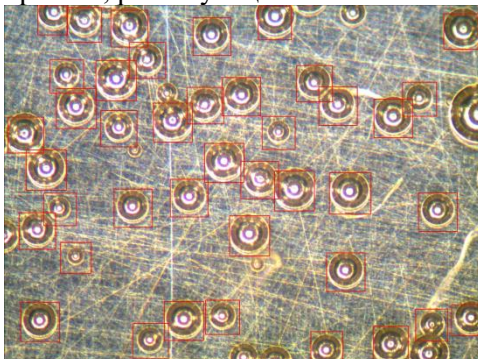


Рис. 4. Результат работы линейного классификатора на данных первоначального эксперимента

Была создана выборка, состоящая из ста положительных и отрицательных примеров. На полученной выборке был обучен линейный классификатор SVM. Из рисунка 4 следует, что классификатор неудовлетворительно справляется с пузырьками, которые частично попадают в кадр либо имеют небольшие размеры. Для получения общей картины изменения площади наблюдаемых пузырьков данным эффектом можно пренебречь.

Для проверки эффективности работы классификатора, его работы была проверена на наборе данных другого эксперимента, происходящего в других условиях. Результат обработки данных эксперимента представлен на рисунке 5.

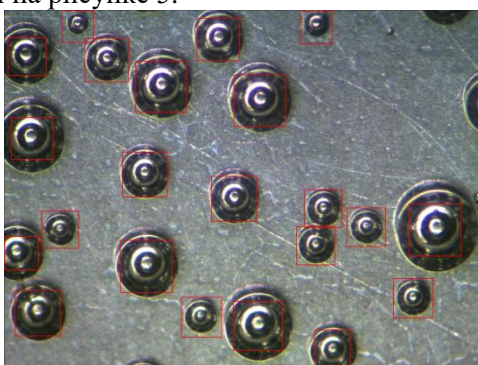


Рис. 5. Результат работы линейного классификатора на данных альтернативного эксперимента

Использование параллельной реализации обучения SVM превосходно сказалось на результате времени выполнения расчета. В целом для задачи идентификации пузырьков на изображении ускорение составило более 15 раз (последовательная версия 93 сек., параллельная 6 сек).

Литература

1. Dalal, N. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. / Dalal, N., Triggs, W. // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition CVPR05 – 2005 – Vol. 1(3) – P. 886-893 Amit Y. 2D Object Detection and Recognition: models, algorithms and networks. MIT Press, 2002. 325 p.
2. Vapnik V. N. "An Overview of Statistical Learning Theory", IEEE transactions on neural networks, vol.10, № 5,– 1999, – pp. 988–999
3. Еникеев М.Р., Малеева М.А., Губайдуллин И.М. Компьютерное зрение в задаче исследования механизма развития коррозионных поражений// Системы управления и информационные технологии, №1.1(59), 2015. – С. 198-204