

ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ В РЕЗУЛЬТАТАХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Вычужанин П.В.¹, Хватов А.А.¹, Калюжная А.В.¹

¹ – Санкт-Петербургский Государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия, pavel.vychuzhanin@gmail.com

Аннотация. Описан подход, позволяющий обнаруживать аномалии в результатах моделирования океана при помощи сверточных нейронных сетей в автоматическом режиме без привлечения эксперта.

Ключевые слова: обнаружение аномалий, машинное обучение, моделирование океана.

Гидрометеорологическое моделирование, особенно для детальных прогнозов, влечет за собой генерацию большого количества многомерных полей и требует повышенных вычислительных мощностей. Часто во время моделирования могут возникать различные типы артефактов из-за неверной настройки модели или ошибок в граничных и начальных условиях, и для таких случаев требуется контроль и валидация экспертом. При увеличении числа изображений становится сложно или даже невозможно проверять все выходные поля вручную. Для таких случаев требуется использовать алгоритмы машинного обучения, чтобы сократить время проверки эксперта. Таким образом, было бы целесообразным разработать систему, позволяющую автоматически обнаруживать аномалии в генерируемых данных во время эксперимента. В данной работе предложен метод автоматического обнаружения аномалий для геопространственных данных на примере результатов моделирования океана для Арктического региона при помощи модели NEMO.

Поскольку данные климатографических архивов доступны значительно ограничены, полные изображения Арктики делятся на подзоны, что позволяет увеличить обучающую выборку. Более того, это деление можно использовать для учета пространственной зависимости, необходимой для изображений льда. Этот подход позволяет формировать обучающую выборку, размер которой дает возможность использовать более глубокие нейронные сети.

В первом эксперименте набор данных представлял собой смоделированные среднесуточные пространственные картины течений мирового океана для российской части Арктики за период с января по март 2013 года. Данные картины были разбиты на квадраты равной размерности и размечены, исходя из наличия или отсутствия выбросов в них. Для обнаружения аномалий в квадратах был применен подход, аналогичный распознаванию образов с использованием сверточных нейронных сетей.

Во втором эксперименте в качестве набора данных были взяты аналогичные результаты моделирования, но для полей концентрации льда. Основной целью эксперимента являлось учитывать не только факты наличия аномалий в данных, но и географические характеристики подзон – характерны ли значения характеристик льда выбранной подзоны для данной местности. Таким образом, нейронная сеть была обучена на спутниковых изображениях Арктического льда без аномалий для разных сезонов года, предоставленных OSI SAF с 1980 по 2015 год, и спроектирована так, что результатом обработки является оценка, соответствует ли выбранный квадрат характерным картинам для различных сезонов. Главной особенностью здесь является этап подготовки обучающей выборки, поскольку он выполняется в полностью автоматическом режиме без привлечения эксперта.

Результаты проведенных экспериментов показали, что сверточные нейронные сети могут быть успешно использованы для задач обнаружения аномалий в результирующих полях гидрометеорологического моделирования, а предложенный подход позволяет проводить валидацию полностью в автоматическом режиме без привлечения эксперта.

Литература

1. Gu J. et al. Recent advances in convolutional neural networks //Pattern Recognition. – 2017.
2. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition //arXiv preprint arXiv: 1409.1556. – 2014.
3. Leppäranta M. The drift of sea ice. – Springer Science & Business Media, 2011.
4. Schulz J. et al. Operational climate monitoring from space: the EUMETSAT Satellite Application Facility on Climate Monitoring (CM-SAF) //Atmospheric Chemistry and Physics. – 2009. – Т. 9. – №. 5. – С. 1687-1709.

ANOMALIES DETECTION IN METOCEAN SIMULATION RESULTS USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Vychuzhanin P.¹, Hvatov A.¹, Kalyuzhnaya A.¹

¹ – Saint-Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Russian Federation

Abstract. The approach to detect anomalies in metocean modelling results using convolutional neural networks is presented. It allows to validate the results in a fully automatic mode without the expert supervising

Key words: anomalies detection, machine learning, ocean modelling.