

Применение сверточной нейросети на основе вейвлет-разложения (wavelet-scattering) для анализа микросейсмических сигналов

Абзалилов И.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер имени академика М.А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: abzalilov.ia@phystech.edu

Микросейсмический мониторинг позволяет отследить множество процессов, происходящих в районах с естественной и индуцированной сейсмичностью. Системы мониторинга производят сбор и дальнейший анализ данных. Появление и активное развитие методов машинного обучения позволяет применить их к обработке микросейсмических данных, чтобы упростить ее и ускорить. Это особенно актуально ввиду все большего объема данных, которые поступают с объектов мониторинга.

Методология обработки и анализа сейсмического сигнала с точки зрения машинного обучения не уникальна и является общей для нескольких типов сигнала. Она включает в себя преобразование сигнала в частотно-временное изображение (спектрограмму) при помощи преобразования Фурье с дальнейшим применением нейронной сети. Нейронная сеть, как правило, представляет из себя последовательность из сверточных, рекуррентных и полносвязных слоев. Подобный подход демонстрирует свою эффективность относительно большого числа задач сейсмологии: выделение сигнала относительно шума, выделение первых вступлений S и P волн, локация источника сейсмического события и его характеристик.

В настоящей работе применен альтернативный подход к решению подобных задач. Он заключается в замене сверточных слоев фильтрами на основе вейвлет-преобразования. Таким образом, появляется возможность сократить число обучаемых параметров, а также обобщить методологию для обработки и анализа микросейсмических сигналов путем выбора оптимальных наборов вейвлет-преобразований. В пользу выбора вейвлет-преобразования говорит то, что преобразование производится в частотном и во временном диапазоне одновременно, чего нет при преобразовании Фурье. Плюсом вейвлет-разложения является инвариантность относительно деформаций.

В ходе работы решалась задача выделения сигнала и первого вступления. Для анализа были использованы волновые формы из глобального набора сейсмических данных Стэнфордского университета. В дальнейшем предполагается адаптировать полученные результаты к задаче анализа типа источника сейсмического сигнала.