

АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПРОТОННЫХ ВОЗРАСТАНИЙ НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОЙ СЕТИ ДОВЕРИЯ

Ожередов В.А.¹, Струминский А.Б.¹, Григорьева И.Ю.²

¹ИКИ РАН, ²ГАО РАН

ozheredov2016@gmail.com

В солнечно земной физике особое место занимают так называемые интерпретируемые методы машинного обучения. Они позволяют не только сделать прогноз, но и объяснить механизм влияния явлений друг на друга через стохастические связи между их параметрами. Одним из успешных примеров построения интерпретируемого метода является компактный алгоритм, описанный в [1]. В процессе обучения он «научился» отбирать значимые признаки протонной вспышки, практически совпадающие с теми, на которые опирается эксперт [2]. К недостаткам алгоритма [1] относится низкая размерность пространства признаков, в котором он может устойчиво обучаться. Поэтому мы перешли к построению байесовской сети. Последняя представляет собой решающее правило, организованное в виде направленного графа, вершины которого отвечают отдельным параметрам, а ребра – вероятностным связям между ними. Сеть ставит каждому моменту времени в соответствие меру субъективной (фидуциальной) вероятности протонного возрастания, наступающего не позднее нескольких часов после появления прогноза. В качестве входных переменных используются характеристики радио-эвентов (превышений мощностью сигнала на частотах 15400, 8800, ..., 245 МГц уровня фона), первых наблюдений коронального выброса массы (КВМ) Моментом «первой тревоги» является начало вспышки в мягком рентгене (обозначаемой в файлах YYYYMMDD.txt как XRA) или второй кадр коронального выброса массы. В отличие от нейросетевых методов прогноза и методов на основе громоздких решающих деревьев (или еще более громоздкого решающего леса), данный алгоритм допускает физическую интерпретацию и потому представляет интерес не только как средство прогноза, но и как инструмент исследования.

[1] Ожередов В.А., Струминский А.Б. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ПРИЗНАКОВ ВСПЫШКИ КАК ИСТОЧНИКА СОЛНЕЧНЫХ ПРОТОНОВ. Сборник трудов конференции «Солнечная и солнечно-земная физика – 2023», Санкт-Петербург, Пулковое, 9 – 13 октября. <https://doi.org/10.31725/0552-5829-2023-253-256>

[2] Струминский А.Б., Садовский А.М., Григорьева И.Ю. КРИТЕРИИ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПРОТОННЫХ СОБЫТИЙ ПО СОЛНЕЧНЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ. G&A, Том 64, № 2 (2024), стр. 163-174. <https://doi.org/10.31857/S0016794024020019>