

Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Краткосрочное прогнозирование солнечной активности

Чернышов Виктор Геннадьевич

Студент

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет
вычислительной математики и кибернетики, Москва, Россия*

E-mail: webcreator18@gmail.com

Солнечные вспышки — это уникальные по своей мощности процессы выделения энергии (световой, тепловой и кинетической) в атмосфере Солнца.

Жесткое ультрафиолетовое и рентгеновское излучения от вспышек изменяют состояние земной атмосферы, вызывая сильные магнитные бури. Потоки энергичных частиц от протонных вспышек представляют опасность для здоровья и жизни космонавтов в космическом пространстве. Они могут вызывать сбои и деградацию бортовых ЭВМ и других приборов.

Целью исследовательской работы является разработка автоматизированной системы краткосрочного ($T_f \in [0, 2.5]$ суток) прогнозирования сильных (класса M1 и сильнее, класс определяется исходя из пиковой величины потока) солнечных вспышек, используя современные методы машинного обучения.

В качестве исходных данных используются изображения со спутника SOHO в формате FITS двух типов: снимки в видимом диапазоне (cont-изображения) и магнетограммы Солнца (magn-изображения). Прецедент формируется из признаков, выделенных из пары соседних cont-изображений и пары наиболее близко к ним по времени расположенных magn-изображений. Примером признака может служить скорость изменения магнитного потока в активной области (далее АО), полученная по двум соседним магнетограммам.

Преимуществами разработанного метода перед известными работами [1], [2] являются:

- создание и использование тестовой базы по солнечной активности с 1997 по 2009 года: более 300Гб изображений, несколько тысяч вспышек,
- процедура сферической коррекции для проекции видимой полусферы Солнца на круг; использование эффективных и робастных процедур для выделения АО на cont-изображении (базируется на работе [3]),
- уточнение границ АО по cont-изображению с помощью метода ветвей и границ,
- предложена новая модель вспышечного прецедента; используемые в описании прецедента признаки отражают физическую суть явления и рассчитываются непосредственно из имеющихся серий изображений,
- реализована автоматическая система тестирования на основе алгоритма классификации SVM [4], включающая в себя подбор оптимальных значений параметров для выбранного ядра и выделение наиболее информативных признаков.

На данный момент достигнута точность 75% при прогнозировании сильных вспышек на реальных данных; для повышения качества классификации ведётся поиск более информативных признаков.

Литература

1. Qahwaji, R. Automatic Short-Term Solar Flare Prediction Using Machine Learning and Sunspot Associations / R. Qahwaji, T. Colak. — 2007.
2. Support Vector Machine combined with K-Nearest Neighbors for Solar Flare Forecasting / Rong Li, Hua-Ning Wang, Han He et al. // Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics. — 2007. — Vol. 7, no. 3. — P. 441.
3. Technique for Automated Recognition of Sunspots on Full-Disk Solar Images / S. Zharkov, V. Zharkova, S. Ipson, A. Benkhalil // EURASIP Journal on Applied Signal Processing. — 2005. — Vol. 2005, no. 15. — Pp. 2573–2584.
4. Support Vector Regression Machines / Harris Drucker, Christopher J. C. Burges, Linda Kaufman et al. // NIPS / Ed. by Michael Mozer, Michael I. Jordan, Thomas Petsche. — MIT Press, 1996. — Pp. 155–161.

Слова благодарности

Автор выражает благодарность своему научному руководителю Ветрову Дмитрию Петровичу. Работа выполнена при поддержке Microsoft Research.