

Восстановление нейтральных линий магнитного поля Солнца методами машинного обучения

Научный руководитель – Илларионов Егор Александрович

Киселюс Вацловас

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра теории вероятностей, Москва, Россия
E-mail: waclove@yandex.ru

Анализ наблюдательных данных по солнечной активности является основой для понимания процессов, протекающих на Солнце, и для прогноза космической погоды [4].

Одним из способов изучения солнечной активности является построение карт крупномасштабного магнитного поля, на которых, в частности, представляет интерес положение нейтральной линии магнитного поля. Существует несколько подходов [2, 3, 4] к восстановлению положения нейтральной линии и одним из них является восстановление линии по положениям волокон, задающим фрагменты этой линии [2]. Зачастую, эта процедура реализуется вручную, а результат оказывается неоднозначным. Возникает вопрос, можно ли решить эту задачу методами машинного обучения?

В нашем исследовании предлагается нейросетевой подход для реконструкции нейтральных линий солнечного магнитного поля на основе данных о солнечных волокнах. Ключевой идеей стало создание полносвязной нейронной сети, аппроксимирующей некую функцию [1], линией уровня нуль которой являлась бы искомая нейтральная линия. Одной из ключевых задач было создание функции потерь, необходимой для обучения модели, которая бы учитывала множество факторов, влияющих на форму нейтральной линии. Другой важной идеей стало использование многомасштабного подхода, при котором вначале восстанавливается глобальная структура поля, а затем происходит уточнение деталей.

Для тестирования модели была разработана процедура генерации синтетических изображений, которые похожи на возможное распределение магнитного поля и задают положение нейтральной линии. Эксперименты показали, что нейронная сеть способна восстанавливать нейтральную линию. Это подчеркивает потенциал предложенного подхода для анализа солнечных данных. Для иллюстрации мы приводим примеры восстановления для реальных наблюдательных данных и сравниваем результат с тем, как эту задачу решают астрономы-наблюдатели. В перспективе мы рассчитываем, что с помощью предложенного метода будет проведена обработка большого массива наблюдательных данных, что позволит создать новый однородный ряд данных, представляющий интерес для изучения в контексте физики Солнца.

Источники и литература

- 1) Hornik K., Stinchcombe M., White H. Multilayer feedforward networks are universal approximators //Neural networks. – 1989. – Т. 2. – №. 5. – С. 359-366.
- 2) Ipson S. S. et al. Automated technique for comparison of magnetic field inversion lines with filament skeletons from the Solar Feature Catalogue //Solar Physics. – 2005. – Т. 228. – С. 399-421.
- 3) Makarenko N. G., Karimova L. M., Novak M. M. Investigation of global solar magnetic field by computational topology methods //Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. – 2007. – Т. 380. – С. 98-108.

- 4) McIntosh P. S. Solar magnetic fields derived from hydrogen alpha filtergrams //Reviews of Geophysics. – 1972. – Т. 10. – №. 3. – С. 837-846.