Научная статья

Original article

УДК *004.032.26*

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДЕКСОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОЛЯРНОЙ ШАПКЕ

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF USING RECURRENT NEURAL NETWORKS FOR PREDICTION OF MAGNETIC FIELD INDICES IN THE POLAR CAP

Музипов Булат Азатович, студент, факультет информатики и робототехники, Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, г. Уфа, bulat.muzipov@mail.ru

Muzipov Bulat Azatovich, student, Faculty of Computer Science and Robotics, Ufa State Aviation Technical University, Russia, Ufa, bulat.muzipov@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Темп событий в современном мире не перестает набирать обороты. Тот, кто может предсказать завтрашний день, неделю или даже месяц, обретает неоспоримое преимущество перед конкурентами или обстоятельствами.

В статье проводиться анализ эффективности прогнозирования временных рядов с использованием рекуррентных нейронных сетей на примере геомагнитных данных. Были рассмотрены различные типы нейросетей и их классификация.

ABSTRACT

The pace of events in the modern world does not cease to gain momentum. Anyone who can predict tomorrow, a week or even a month gains an undeniable advantage over competitors or circumstances.

The article analyzes the effectiveness of time series forecasting using recurrent neural networks on the example of geomagnetic data. Various types of neural networks and their classification were considered.

Ключевые слова: прогнозирование, прогнозирование временных рядов, временные ряды, нейронные сети, геоинформационные системы, ГИС, РНС.

Keywords: forecasting, time series forecasting, time series, neural networks, geographic information systems, GIS, RNN.

Введение

Прогнозирование — это разработка прогноза. Прогноз в свою очередь это научно обоснованное суждение о будущем состоянии какого-либо объекта или процесса.

Нейронная сеть – это компьютерная программа, которая работает по принципу человеческого мозга: она пропускает входные данные через систему «нейронов» — более простых программ, взаимодействующих между собой, после чего выдаёт некий результат вычислений на основе этого взаимодействия, учитывая опыт и ошибки прошлых запусков программы.

Временной ряд — собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров исследуемого процесса. В данном случае в роле временного ряда будет выступать набор геоданных представленный таблицей Excel.

Типы нейросетей и их классификация

На сегодняшний день имеется большое разнообразие нейросетей. С целью систематизации уже имеющихся и будущих нейросетей, делаются попытки их классификации, представленные далее.

Классификация по типу входных данных:

- аналоговые (на входе действительные числа);

- двоичные (на входе двоичные числа);
- образные (на входе знаки, иероглифы, символы) нейронные сети.

Классификация по характеру обучения:

- обучение с учителем (выходное пространство решений нейронной сети известно);
- обучение без учителя (выходное пространство решений формируется только на основе входных воздействий; такие сети называют самоорганизующимися);
- обучение с подкреплением (используется система назначения штрафов и поощрений, получаемых в результате взаимодействия ИНС со средой).

Классификация по характеру настройки синапсов:

- сети с фиксированными связями (весовые коэффициенты нейронной сети выбираются сразу, исходя из условий задачи);
- сети с динамическими связями (у этих сетей в процессе обучения происходит настройка синаптических связей).

Классификация по характеру связей: сети прямого распространения (все связи направлены строго от входных нейронов к выходным);

- рекуррентные сети (сигнал с выходных нейронов или нейронов скрытого слоя частично передается обратно на входы нейронов входного слоя);
- рекуррентная сеть Хопфилда (фильтрует входные данные, возвращаясь к устойчивому состоянию и, таким образом, позволяет решать задачи сжатия данных и построения ассоциативной памяти);
- двунаправленные сети (между слоями существуют связи как в направлении от входного слоя к выходному, так и в обратном).

Прогнозирование геомагнитных данных

В качестве исходных данных будет выступать временной ряд представляющий ежеминутно зафиксированные значения индексов магнитного поля в полярной шапке. Для повышения точности прогноза значения были усреднены до 30 минут.

Для прогнозирования будет использоваться разработанная программа на языке программирования Python. Программа состоит из 3 модулей: модуль обработки данных, модуль прогнозирования и модуль визуализации прогноза.

Модуль обработки данных предназначен для преобразования данных из формата таблицы (.xlsx) в трехмерный массив данных (куб) который будет использоваться в модуле прогнозирования нейронной сети.

Модуль прогнозирования содержит в себе рекуррентную нейросеть. В нашем случае нейросеть состоит из пяти слоёв: входного, трех скрытых и выходного. Три скрытых слоя являются рекуррентными, входной и выходной слои – полносвязными. Методом обучения был выбран метод обучения с учителем. На основе исходных данных был создан ряд моделей, из которых был отобрана модель с самой высокой точностью прогноза, точность оценивалась по формуле среднеквадратической ошибки. Результат прогноза выбранной модели представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Результат прогноза

По графику видно, что модель прогнозирует значения с низкой точностью. Значения индексов магнитного поля в полярной шапке изменяются слишком резко, а также имеют большой разброс, поэтому, несмотря на низкую ошибку на обучающем и тестовом наборах, нейросеть с поставленной задачей справляется неэффективно.

Заключение

В ходе данного исследования была разработана рекуррентная нейронная сеть, были созданы несколько моделей прогнозирования и выбрана наиболее точная. На основе собранной информации и проведенных исследований можно сказать, что для прогноза значений индексов магнитного поля в полярной шапке

рекуррентная нейронная сеть является не самым эффективным решением. Модель прогнозирует значения с низкой точностью.

Литература:

1. Воробьев А.В., Пилипенко В.А. Подход к восстановлению геомагнитных данных на базе концепции цифровых двойников // Солнечно-земная физика. 2021. № 2. С. 53-62. DOI: https://doi.org/10.12737/szf-72202105.
2. Воробьев А.В., Пилипенко В.А., Еникеев Т.А., Воробьева Г.Р. Геоинформационная система для анализа динамики экстремальных геомагнитных возмущений по данным наблюдений наземных станций // Компьютерная оптика. 2020. Т. 44. № 5. С. 782-790. DOI: https://doi.org/10.18287/2412-6179-CO-707.
3. Тарик Рашид. Создаем нейронную сеть. 2017. С 274.
4. А.Мюллер, С.Гвидо. Введение в машинное обучение с помощью Python. 2017. С 393.

Literature:

1. Vorobyev A.V., Pilipenko V.A. Approach to geomagnetic data recovery based on the concept of digital twins // Solar-terrestrial physics. 2021. No. 2. PP. 53-62. DAY: https://doi.org/10.12737/szf-72202105
2. Vorobyov A.V., Pilipenko V.A., Enikeev T.A., Vorobyova G.R. Geoinformation system for analyzing the dynamics of extreme geomagnetic disturbances based on observations of ground stations // Computer optics. 2020. VOL. 44. No. 5. PP. 782-790. DAY: https://doi.org/10.18287/2412-6179-CO-707 .
3. Tariq Rashid. Creating a neural network. 2017. From 274.
4. A.Muller, S.Guido. Introduction to Machine Learning using Python.

© ***Музипов Б.А.***, *2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.*

Для цитирования: Музипов Б.А. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДЕКСОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОЛЯРНОЙ ШАПКЕ// Научно- образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.