**Министерство науки и высшего образования Российской**

**Федерации**

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет ИТМО»**

Факультет информационных технологий и программирования

Прикладная математика

Лабораторная работа №4

Регрессия временных рядов.

**Выполнили студенты группы № M33091**

Фисенко Никита Данилович

Рустамов Марк Самирович

Санкт-Петербург 2023

**Постановка задачи:**

* Построить авторегрессионную модель временного ряда AR (3) и проверить его на стационарность.
* Выбрать случайным образом первые несколько значений временного ряда и сгенерировать порядка 1000 значений временного ряда соответственно авторегрессионной модели стационарного временного ряда с шумом из нормального распределения. Построить график.
* Преобразовать временной ряд к последовательности векторов задержек. Обучить машину опорных векторов для задачи регрессии на обучающей части выборки (объем обучающей выборки 80%) и определить авторегрессионные параметры.
* Построить продолжение временного ряда по найденным параметрам модели и поместить на график первого временного ряда. Сравнить полученные графики. Проанализировать результаты при различных ядрах и других гиперпараметрах модели.

**Цель работы:**

Изучить регрессию временных рядов на примере авторегрессионного ряда AR (3).

**Теория:**

Авторегрессионная модель — это статистическая модель, которая используется для анализа временных рядов. Она предполагает, что текущее значение временного ряда зависит от его предыдущих значений. Таким образом, авторегрессионная модель описывает временной ряд как функцию его собственных предыдущих значений.

**Изображение выглядит как Шрифт, белый, диаграмма, дизайн

Автоматически созданное описание**Авторегрессионный процесс порядка p (AR(p)-процесс) определяется следующим образом:

где a1, …, ap – параметры модели (коэффициенты авторегрессии), c – постоянная, а εt – шум.

Авторегрессионные модели широко используются в эконометрике, финансах, метеорологии и других областях для анализа и прогнозирования временных рядов.

Стационарность временного ряда — это свойство, при котором статистические характеристики ряда (такие как среднее значение и дисперсия) не меняются со временем. Формально, временной ряд считается стационарным, если выполняются следующие условия:

1. Постоянство среднего значения: среднее значение временного ряда не зависит от времени.
2. Постоянство дисперсии: дисперсия временного ряда не зависит от времени.
3. Постоянство автокорреляции: автокорреляционная функция (корреляция между значениями ряда в разные моменты времени) не зависит от времени.

Проверить временной ряд на стационарность позволяет, например ADF тест.

Последовательность векторов задержек (или лагов) — это набор предыдущих значений временного ряда, который используется для построения авторегрессионной модели. Вектор задержек представляет собой последовательность значений временного ряда, взятых с определенными интервалами времени назад.

**Примечание:**

Код представлен на:

Первые значения временного ряда были выбраны следующие:



Для 100 значений временного ряда график выглядел следующим образом:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание

Также была выполнена проверка на стационарность. Результат:

Изображение выглядит как текст, Шрифт, чек, белый

Автоматически созданное описание

Для 1000 значений временного ряда график выглядел следующим образом:

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Создаются векторы задержек, представляющие значения временного ряда на разных временных точках, с учетом указанного числа задержек (lags). Для каждого типа ядра (linear, poly, rbf) строится модель SVM регрессии на обучающих данных и оценивается на тестовых данных. Рассчитывается MSE для каждого типа ядра, предоставляя метрику качества предсказания модели. В случае линейного ядра выводятся коэффициенты регрессии, а для других ядер - двойственные коэффициенты.

Результат работы типа ядра linear:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, линия

Автоматически созданное описание

Результат работы типа ядра poly:

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, График

Автоматически созданное описание

Результат работы типа ядра rbf:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

**Выводы:**

В ходе работы мы изучили регрессию временных рядов на примере авторегрессионного ряда AR (3): случайным образом выбрали первые значения, сгенерировали 1000 значений и проверили ряд на стационарность, а также построили график. Кроме того, мы преобразовали ряд к последовательности векторов задержек и обучили машину опорных векторов для задачи регрессии на обучающей части выборки и определили авторегрессионные параметры. По вычисленным mse можно определить, что лучше всего себя показал тип ядра linear, затем идут rbf и poly. Однако можно отметить, что график типа ядра poly наилучшим образом повторяет оригинал.