

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Старков Артем Дмитриевич

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ДЛЯ
ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТОРГОВЫХ СИСТЕМ**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по образовательной программе подготовки магистров по направлению
09.04.03 – «Прикладная информатика»

**г. Владивосток
2020**

1. Введение

Одной из центральных проблем науки является прогнозирование. Классический подход заключается в построении модели на основе первых принципов, что не всегда возможно. Особенно в таких областях как экономика и финансы. Современная теория прогнозирования рассматривает временной ряд как реализацию случайного процесса. Это справедливо, когда речь идёт о системах с большим числом степеней свободы. Альтернативной причиной случайности является хаос, который может возникать даже в простых изолированных системах. В то время как природа хаоса устанавливает предел для долгосрочного прогнозирования, существуют возможности для краткосрочного прогноза. Данные, которые выглядят случайно, могут содержать простые, обусловленные соотношения. Более того эти соотношения некоторым образом чередуются с периодами случайного блуждания.

Работа посвящена анализу финансовых временных рядов. Задача сводится к построению предсказательной модели будущих цен финансовых активов (акций, валюты, и т.д.) с достаточной точностью для её дальнейшего применения в торговле.

Для этих целей предлагается подход в основе которого лежит метод локальной аппроксимации (local approximation method) и вычисление размерности минимального покрытия. На основе эмпирических наблюдений было замечено, что метод локальной аппроксимации хорошо прогнозирует направление изменения временного ряда. Но величина этого изменения часто оставляет желать лучшего. Поэтому предложен подход, корректирующий будущие изменения цены на основе прогноза фрактальных характеристик.

2. Постановка задачи прогнозирования

Необходимо найти функцию F_τ :

$$x_{i+\tau} = F_\tau(\mathbf{x}_i), \quad (1)$$

где

\mathbf{x}_i – вектор в реконструированном ф.п. в момент t_i

F_τ – зависимость будущего значения $x_{i+\tau}$ от предыдущих \mathbf{x}_i

3. Метод локальной аппроксимации

Главная идея ЛА состоит в построении обучающего набора данных из векторов-соседей, выбранных по некоторому критерию в реконструированном ф.п.

Алгоритм следующий:

- Реконструкция
- Выбор соседней
- Аппроксимация выбранных данных
- Построение прогноза

3.1. Реконструкция

Необходимо перейти от скалярного временного ряда $\{x_n\}$ к его многомерному представлению:

$$\{\mathbf{x}_n = (x_n, x_{n-p}, \dots, x_{n-(d-1)p})\},$$

где

p – временная задержка

d – размерность вложения траектории исходного ф.п. в \mathbb{R}^d

3.2. Выбор соседей

Чтобы предсказать будущее значение необходимо задать метрику в пространстве состояний $\|\cdot\|$ и k соседей вектора x_i , т.е. k векторов прошлых состояний $\{x_k\}$.

Критерий близости:

$$\|x_i - x_k\| \rightarrow \min$$

3.3. Аппроксимация

Следующий шаг после выбора соседей – оценка параметров выбранной для аппроксимации модели. Выбор модели представляет собой отдельную задачу. Как правило, это делается эмпирически по результатам сравнения точности прогнозов на различных примерах. В отсутствие априорной информации о системе, породившей прогнозируемый временной ряд, используются полиномиальные аппроксимации. Поэтому схемы локальной аппроксимации можно классифицировать в соответствии с порядком аппроксимирующего полинома.

4. Модификация метода локальной аппроксимации

В качестве вспомогательного критерия предложена мера близости на основе индекса $\mu = D - 1$:

$$\|\mu_i - \mu_m\| \rightarrow \min,$$
$$\sum_{i=0}^m A_i \sim \delta^{-\mu}$$

Тогда прогноз можно скорректировать как (вычислив будущие значения, сможем вычислить дельты):

$$\Delta'_\tau = \Delta_\tau \frac{\overline{A}_\tau(\delta_0)}{|\Delta_\tau|}$$

В итоге прогноз сводится к следующему алгоритму:

- Реконструкция ф.п. временного ряда
- Выбор соседей, аппроксимация и прогнозирование x_t
- Вычисление индекса μ_i
- Реконструкция ф.п. временного ряда индекса
- Выбор соседей, аппроксимация и прогнозирование μ_t
- Вычисление скорректированного прогноза $\Delta'_t(\Delta_t, \mu_t)$