

АНАЛИЗ И РАСПОЗНАВАНИЕ МНОГОМЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Шестакова Анна Николаевна

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: annashest@inbox.ru

Научный руководитель — Гуров Сергей Исаевич

Многомерные временные ряды — это широко распространенный способ представления данных, который содержит значения нескольких величин через определенные промежутки времени. Они применяются в экономике, метеорологии и распознавании речи. В данной работе рассмотрена задача классификации многомерных временных рядов, полученных с помощью выделения признаков, характеризующих звуки речи (русский язык) в каждый момент времени.

Одним из подходов к решению данной задачи является выделение признаков рядов и применение стандартных методов классификации фрагментов рядов. Например, могут быть выделены следующие характеристики: длина сигнала, максимальные, минимальные и средние значения каналов и номер измерения, на котором они достигаются, и другие.

Для классификации и предсказания значений многомерных временных рядов применяются также нейросетевые подходы, в частности рекуррентные нейронные сети, в частности, LSTM (Long short-term memory). Это особая разновидность рекуррентных нейронных сетей, способная к обучению долговременным зависимостям, представленная З.Хохрайтер и Ю.Шмидхубером в 1997 году.

Еще один подход — это применение обобщенного метода моментов (GMM — Generalized Method of Moments). Это метод, применяемый в математической статистике для оценки неизвестных параметров распределений и эконометрических моделей, являющийся обобщением классического метода моментов. Он был предложен Л.П.Хансенom в 1982 году и использован Ю.Фама, Л.П.Хансом и Р.Шиллером в анализе изменения цены активов, за что им в 2013 году была присуждена Нобелевская премия по экономике.

Пусть распределение случайного вектора x_t зависит от некоторого вектора неизвестных параметров θ размера T и имеются некоторые функции $g(x, \theta)$, называемые моментными функциями, для которых предполагается, что $\mathbb{E}g(x_t, \theta) = 0$. Идея метода моментов заключается в использовании вместо математических ожиданий вы-

борочные средние: $g_T(\theta) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T g(x_t, \theta)$, которые согласно закону больших чисел при достаточно слабых условиях должны асимптотически сходиться к математическим ожиданиям. Обобщенным методом моментов называется оценка, минимизирующая положительно определенную квадратичную форму от выборочных условий на моменты: $S_T(\theta) = T g_T(\theta)' W g_T(\theta)$ и $\hat{\theta}_T = S_T(\theta)$, где $W > 0$ — матрица весов. Матрица весов может быть произвольной положительно определенной, но $W = V^{-1} = (\sum_{j=-\inf}^{\inf} \mathbb{E} g_t(\theta) g_{t-j}(\theta)')^{-1}$ — наиболее эффективная.

При проведении экспериментов данными являлись результаты обработки звуковых дорожек, каждая из которых это записанное произнесение некоторой фонемы русской речи. Обработка заключалась в выделении четырёх характеристик — факторов речи для каждой 0,01с. записи. Таким образом, результат обработки дорожки — четырёхмерный временной ряд. Для каждой фонемы известна её метка класса — кинакема. Решалась задача классификации: определение принадлежности каждого объекта к некоторому классу (определение кинакемы). Из сигналов были выделены признаки (всего 53 признака для одного сигнала). Далее к полученной выборке были применены следующие методы классификации: решающее дерево, метод ближайших соседей, гребневая регрессия и LSTM. При решении данной задачи удалось достичь точности (accuracy) 44%. Наилучшее качество показал метод решающего дерева. Учитывая небольшой размер выборки и несбалансированность классов, результат считается значимым. Получено достаточно высокое качество и можно ожидать, что в будущем удастся достичь лучшего результата за счет увеличения размера выборки, доработки обработки сигналов и использования других методов классификации.

Литература

1. К.В.Воронцов. Математические методы обучения по прецедентам.
2. А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева. Основы цифровой обработки сигналов: курс лекций / — 2-е изд., испр. и перераб. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
3. Hochreiter, S., Schmidhuber, J. Long short-term memory. Neural computation, 1997.
4. Scientific Background on the Sveriges Riks bank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel 2013. UNDERSTANDING ASSET PRICES compiled by the Economic Sciences Prize Committee of the Royal Swedish Academy of Sciences, 14.10.2013.