

Построение метода динамического выравнивания многомерных временных рядов, устойчивого к локальным колебаниям сигнала.*

И. О. Автор¹, И. О. Соавтор², И. О. Фамилия^{1,2}
author@site.ru; co-author@site.ru; co-author@site.ru

¹Организация, адрес; ²Организация, адрес

Данная работа посвящена построению эффективного алгоритма динамического выравнивания многомерных временных рядов. Для решения данной задачи предлагается использовать функцию расстояния DTW между двумя многомерными временными рядами, согласно которому выравниваются две оси времени, при этом внутри функционала DTW выбирается расстояние между i -м и j -м измерениями такое, что оно устойчиво к локальным “сдвигам” сигнала. В качестве решения будет рассмотрено более продвинутое, основанное на DTW между парой измерений. Для проверки корректности используются как и реальные данные, например измерения активность мозга обезьян, так и искусственно сгенерированные, например движение сигнала в пространстве по часовой и против часовой стрелки.

Ключевые слова: многомерные временные ряды; DTW; динамическое выравнивание.

1 Введение

В данной работе исследуется проблема динамического выравнивания многомерных временных рядов, устойчивого к локальным колебаниям сигнала. Временной ряд - собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров (в простейшем случае одного исследуемого процесса). В данном случае рассматривается многомерный случай.

Базовое решение задачи с помощью метрики L2 расстояния между рядами не всегда оказывается эффективным. Таким примером являются 2 временных ряда, полученные при близком расположении датчиков с сигналами, которые могут зафиксировать один и тот же пик. Полученный пик окажет большое влияние на значение метрики L2.

Напротив, использование известного алгоритма DTW, но уже в многомерном случае позволит обойти проблему малого расстояния между датчиками.

Полученные алгоритмы тестировались на реальных данных и искусственно сгенерированных. Полученные результаты показали преимущество использования попарного DTW алгоритма.

2 Постановка задачи.

Рассматривается алгоритм решения задачи динамического выравнивания многомерных рядов.

$t = (t_1, t_2, \dots, t_n), r = (r_1, r_2, \dots, r_m)$, где $\forall i \in \{1, 2, \dots, n\} X_i, Y_i \in \mathbb{R}^K$ и $\forall i \in \{1, 2, \dots, m\} X_i \in \mathbb{R}^K$ - 2 многомерных временных ряда размерности K .

Метрика L_2 между i сигналом 1 датчика и j сигналом 2 датчика:

$$d(i, j) = \sum_{k=1}^K (t(i, k) - r(j, k))^2$$

Расстояние DTW между парой сигналов определяется с помощью следующей рекуррентной формулы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты № 00-00-00000 и 00-00-00001.

$$D_{(i,j)} = d_{(i,j)} + \min(D_{(i-1,j)}, D_{(i,j-1)}, D_{(i-1,j-1)})$$

В качестве данных предлагается рассмотреть выборку из 1000 измерений $X_1, X_2, \dots, X_{1000}$ с пиком пробегающим от 1 до 1000 элемента, на остальных точках принимаются нулевые значения, кроме точек $\{i-d, i-d+1, \dots, i, i+1, \dots, i+d\}$ на них функция линейно возрастает/убывает к пику (i - пиковая). Если рассмотреть 2 временных ряда со смежными пиками, то и получим измерения с близкими максимумами.

Литература

Поступила в редакцию