

Тарасенко Ф.Д., Тархов Д.А. Применение различных базисных функций в алгоритмах последовательного сглаживания данных. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2015. – С. 80-83.

УДК 519.23

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ В АЛГОРИТМАХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ ДАННЫХ

Ф.Д. Тарасенко, Д.А. Тархов

USAGE DIFFERENT BASIS FUNCTIONS IN CONSECUTIVE ALGORITHMS OF SMOOTHING OF DATA

F.D. Tarasenko, D.A. Tarkhov

Аннотация. Исследуются алгоритмы построения зависимости по зашумлённым данным, построенные на основе последовательной обработки экспериментальных точек по одной. Проведен сравнительный анализ четырех алгоритмов для разных базисных функций, уровня шума и других параметров в случаях статических и динамических данных. Проведены численные эксперименты, позволившие сделать выводы о сравнительной эффективности алгоритмов и базисных функций и дать рекомендации по их использованию.

Ключевые слова: последовательные алгоритмы, обработка данных, RBF-сети, сплайн, базисные функции, динамические данные.

Abstract. There is investigation of the algorithms of constructing dependence based on experimental data that are based on sequential processing of the points one by one. Four algorithms were reviewed and comparative analysis for different basis functions, level of noise and other options for static and dynamic data cases was done. Numerical experiments led to the conclusions about comparative efficiency of algorithms and basic functions and recommendations on their usage.

Keywords: sequential algorithms, data processing, RBF-network, spline, basis functions, dynamic data.

Рассмотрим методы [1–4] нахождения зависимости по экспериментальным данным, основанные на последовательной обработке точек по одной. Будем искомым зависимость представлять в виде выхода RBF-сети $y = \sum_{j=1}^n c_j \phi_j(x)$ [4] с подобранными при обучении значениями коэффициентов c_j .

Любой сплайн можно разложить по базисным функциям, соответствующим его степени и гладкости [5]. В экспериментах использовались следующие базисные сплайны [5]: парабола, кубическая парабола, гауссиан.

Нами исследовано четыре алгоритма обработки точек по одной:

1. С адаптацией веса базисной функции с ближайшим центром.
2. То же, но с адаптацией весов двух ближайших функций.
3. То же, что и в алгоритме 2, но с линейной зависимостью скорости адаптации веса от близости абсциссы добавляемой точки к центру базисной функции [1].
4. Нахождение оптимальных коэффициентов разложения по базисным функциям решением линейной системы.

Изменения весов в алгоритмах 1–3 основаны на минимизации функционала ошибки. Для подходов 1 и 3 исследовалась также вариация алгоритма с заданным заранее законом изменения шага [1].

Результаты численных экспериментов.

Проведено сравнительное тестирование алгоритмов, реализующих подходы 1–4 для указанных выше базисных функций для разных величин ошибки «измерений», количества точек и числа базисных функций для постоянных и переменных во времени данных.

Ниже приведены иллюстрации работы алгоритмов и выводы, полученные при анализе результатов экспериментов. На рис. 1 представлен результат применения 10-ти прогонов первого алгоритма и формулы из [1] для 20-ти базисных функций, 400-сот экспериментальных точек, ошибки измерений – 0,1. Приближаемая функция – $\sin(\pi x) + 0.1 \sin(10\pi x)$.

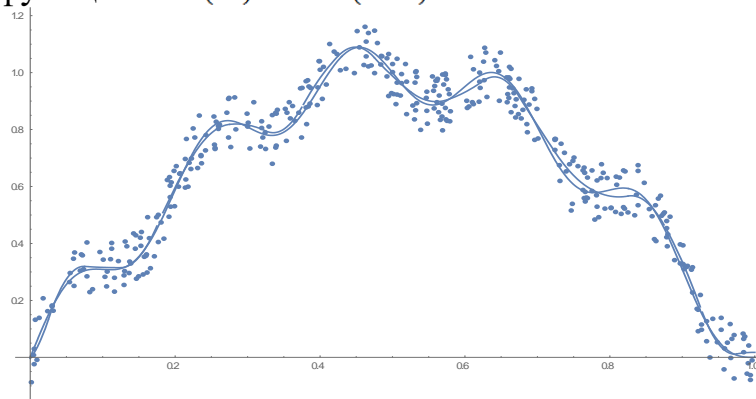


Рис. 1. Результат работы первого алгоритма

На рис. 2 представлены результаты применения второго алгоритма для динамических данных. Приближаемая функция – $\sin(w\pi x)$, где w меняется от 1 до 4,5. Базисная функция – кубическая парабола. 300 экспериментальных точек. 10 базисных функций. Ошибка измерений – 0,1. Изображены три момента, в которые функция имеет вид соответственно: $\sin(\pi x)$, $\sin(2,25\pi x)$, $\sin(4,5\pi x)$.

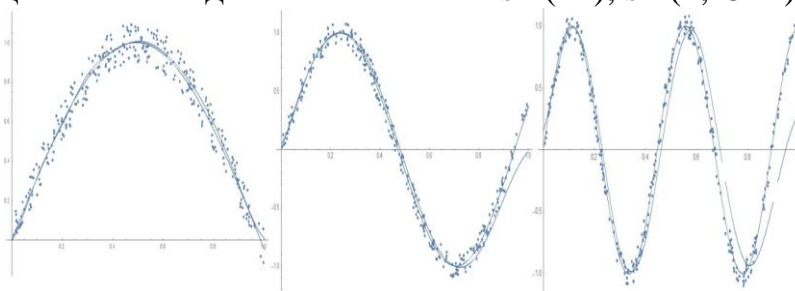


Рис. 2. Результаты работы второго алгоритма для динамических данных

Выводы.

1. Ни один из алгоритмов не имеет решающего преимущества над другими. Это позволяет рекомендовать самый простой из них – первый.

2. Точное вычисление шага не имеет таких преимуществ над формулой из [1], которые могли бы компенсировать существенное увеличение вычислительной сложности, если выборка достаточно велика или продублирована необходимое число раз.

3. Результаты, полученные при использовании разных базисных функций примерно одинаковы. Выбор конкретной функции диктуется условиями на гладкость получаемого приближения. Если таких условий нет, то предпочтительной является треугольная функция, как приводящая к минимальной вычислительной сложности. Если такие условия заранее неизвестны или достаточно жёстки, то предпочтительнее следует гауссиан, как имеющий бесконечную гладкость.

4. Наилучшим из рассмотренных алгоритмов для сглаживания динамических данных является подход 2, так как он значительно лучше обрабатывает конец промежутка.

Статья подготовлена по результатам исследования, выполненного при финансовой поддержке гранта Российского Научного Фонда (проект 14-38-00009) «Программно-целевое управление комплексным развитием Арктической зоны РФ» (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого).

Библиографический список

1. Хакимов Б.В. Моделирование корреляционных зависимостей сплайнами на примерах в геологии и экологии. – М.: МГУ; СПб.: Нева, 2003. – 144 с.

2. Хакимов Б.В., Михеев И.М. Нелинейная модель нейрона – многомерный сплайн // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2012. – № 7. – С. 36–40.

3. Тархов Д.А. Последовательные алгоритмы сглаживания данных // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2015. – № 3. – С. 11–18.

4. Тархов Д.А. Нейросетевые модели и алгоритмы. – М.: Радиотехника, 2014. – 352 с.

5. Свиньин С.Ф. Базисные сплайны в теории отсчётов сигналов. – СПб.: Наука, 2003. – 118 с.

Тарасенко Федор Дмитриевич
Санкт-Петербургский
государственный политехнический
университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: oudi@mail.ru

Tarassenko F.D.
Peter the Great Saint-Petersburg
Polytechnical University,
Saint-Petersburg, Russia

Тархов Дмитрий Альбертович
Санкт-Петербургский
государственный политехнический
университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: dtarkhov@gmail.com

Tarkhov D.A.
Peter the Great Saint-Petersburg
Polytechnical University,
Saint-Petersburg, Russia