

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (государственный университет)
ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
КАФЕДРА «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»
ПРИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ ИМ. А. А. ДОРОДНИЦЫНА РАН

Гальцева Александра Ивановна

Модели инвариантных и композитных движений в задачах анализа физической активности

030401 — Прикладные математика и физика

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

Научный руководитель:
д.ф.-м.н. Стрижов Вадим Викторович

Москва
2020 г.

Содержание

1	Введение	4
2	Обзор литературы	5
3	Постановка задачи декомпозиции временного ряда	6
3.1	Исследование метрического пространства параметров ЛАМ	6
3.2	Виды отображения движения в метрическое пространство	6
4	Исследование свойств метрического пространства	7
4.1	Рассмотрение метрик	7
4.1.1	Метрика ₁	7
4.1.2	Метрика ₂	7
4.2	Инвариант элементарного движения в метрическом пространстве . . .	7
5	Композитность движения	8
5.1	Декомпозиция движений	8
5.1.1	Разложение Фурье	8
5.1.2	Разложение Хаара-Олина	8
5.2	Разбиение движений	8
6	Сбор и подготовка данных	9
6.1	Выделение, выравнивание и разметка сегментов	9
7	Вычислительный эксперимент	10
8	Выводы	11

Аннотация

Ключевые слова: *разложение временных рядов, модели инвариантных движений.*

1 Введение

За последние годы накоплено много данных, которые описывают физическую активность, акселерометрами смартфонов и иными устройствами (фитнес-браслеты, медицинское оборудование). Данные представляют собой временные ряды. Решается задача классификации видов деятельности человека по измерениям акселерометра. Работа посвящена исследованию проблемы декомпозиции движения на элементарные посредством исследования пространства признаков ЛАМ. Предполагается, что временной ряд представляет собой 1) композицию/суперпозицию или 2) объединение элементарных движений. Рассмотрены несколько подходов разложения временных рядов: декомпозиция временного ряда и разложение суммы произведения движений. В первом случае производится вычисление обратной функции к функции движения (??), а во втором - разделение пространства параметров ЛАМ на подпространства. В работе [1] рассматривается решение задачи классификации физической активности посредством построения промежуточного признакового пространства. В этой работе оно будет исследовано. Предполагается, что это пространство с метрикой μ . Также в пространстве параметров ЛАМ определен инвариант физических характеристик испытуемого/действующего лица/движущегося объекта.(???) Исследование пространства параметров ЛАМ состоит из двух этапов:

- На первом этапе исследуется пространство параметров ЛАМ: в каком метрическом пространстве оно находится, введена метрика, понятие инварианта движения в данном пространстве.
- На втором этапе производится разложение пространства параметров ЛАМ на подпространства, чтобы показать, что оно есть элементарное движение. Также осуществлена попытка найти алгоритм декомпозиции и разбиения пространства.

В результате проделанной работы получаем классификатор элементарных движений, который дает возможность решать задачи детектирования, ... Таким образом, алгоритм позволяет найти/определить уникальный шаблон для всех движений - инвариант.

2 Обзор литературы

Алгоритм классификации временных рядов по их признаковому описанию а также базовые подходы к генерации признаков описаний в задаче определения типа движения рассмотрены в работе [1]. Альтернативный подход к генерации признаков описаний, основанный на описании сегментов оптимальными параметрами аппроксимирующих моделей описан в работе [2].

3 Постановка задачи декомпозиции временного ряда

Введем определения временного ряда, сегмента временного ряда.

3.1. *Временной ряд - функция, которая определена на множестве временных меток, отображающая их в m - мерное пространство (m -количество используемых датчиков)*

$$S : T \rightarrow \mathbb{R}, \text{ где } T = \{t_0, t_0 + d, t_0 + 2d, \dots\}$$

Разделим ряд на отрезки - сегменты.

3.2. *Сегмент временного ряда:*

$$\mathbf{x}_i = [S(t_i), S(t_i - d), \dots, S(t_i - (n - 1)d)], \mathbf{x}_i \in X \equiv \mathbb{R}^n$$

Пусть пространство сегментов X отображается набором функций $\mathbf{h} = [\mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_k]$ в пространство признаков описаний G . Нужно найти алгоритм \mathcal{A} : 1) $\mathcal{A}(G) = \cup_i g_i$, или 2) $\mathcal{A}(G) = (\circ, g_i)$. Таким образом, \mathcal{A} определяет биекцию между X и G .

3.1 Исследование метрического пространства параметров ЛАМ

3.2 Виды отображения движения в метрическое пространство

4 Исследование свойств метрического пространства

4.1 Рассмотрение метрик

4.1.1 Метрика₁

...

4.1.2 Метрика₂

4.2 Инвариант элементарного движения в метрическом пространстве

5 Композитность движения

5.1 Декомпозиция движений

5.1.1 Разложение Фурье

5.1.2 Разложение Хаара-Олина

5.2 Разбиение движений

6 Сбор и подготовка данных

6.1 Выделение, выравнивание и разметка сегментов

7 Вычислительный эксперимент

8 Выводы

Удалось показать, что элементарные движения соответствуют подпространствам пространства параметров ЛАМ и найдены способы их выделения. Также найден алгоритм декомпозиции пространства параметров движения. Проведен численный эксперимент, подтверждающий, что выдвинутая гипотеза существования алгоритма декомпозиции временного ряда может быть принята.

Список литературы

- [1] Кузнецов МП and Ивкин НП. Алгоритм классификации временных рядов акселерометра по комбинированному признаковому описанию. *Машинное обучение и анализ данных*, pages 1471–1483, 2015.
- [2] Карасикова МЕ and Стрижов ВВ. Классификация временных рядов в пространстве параметров порождающих моделей . *Информ. и её примен.*, page 121–131, 2016.
- [3] Иванычев С. В. Выбор оптимальных моделей локальной аппроксимации для классификации временных рядов, 2019.
- [4] Damian Eads, Daniel Hill, Sean Davis, Simon Perkins, Junshui Ma, Reid Porter, and James Theiler. Genetic algorithms and support vector machines for time series classification. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 4787:74–85, 2002.
- [5] Michael Hüskens and Peter Stagge. Recurrent neural networks for time series classification, 2003.
- [6] Yi Zheng, Qi Liu, Enhong Chen, Yong Ge, and J. Leon Zhao. Time series classification using multi-channels deep convolutional neural networks. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, volume 8485 LNCS, pages 298–310, 2014.
- [7] H. Hassani. Singular Spectrum Analysis: Methodology and Comparison. *Journal of Data Science*, 5:239–257, 2007.