

КЛАССИФИКАЦИЯ КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СФЕРИЧЕСКИХ ГАРМОНИК

Тихонов Денис Максимович

Студент

ФПМИ МФТИ, Москва, Россия

E-mail: tihonov.dm@phystech.edu

Научный руководитель — *Стрижов Вадим Викторович*

Решается задача классификации квазипериодических временных рядов: измерений акселерометра телефона при ходьбе и беге. Предлагается подход, основанный на методе задержек [1]. Фазовые траектории аппроксимируются линейной комбинацией сферических гармоник [2]. Вычислительные требования к оптимизации параметров этой модели ниже, чем у альтернативных моделей, основанных на порождении высокоразмерного признакового описания.

Модель классификации строится как суперпозиция

$$t \mapsto \mathbf{s} \mapsto \mathbb{H}_s^n \rightarrow \mathbb{H}_x^p \rightarrow \mathbb{S}_z^p \rightarrow \mathbb{W}^{p-1} \rightarrow \{-1, 1\},$$

где \mathbb{H}_s^n — фазовое пространство, полученное методом задержек, \mathbb{H}_x^p — фазовое подпространство в декартовых координатах, \mathbb{S}_z^p — фазовое подпространство в сферических координатах, \mathbb{W}^{p-1} — пространство весов модели аппроксимации.

Для построения фазового подпространства \mathbb{H}_x^p , где $p \ll n$, используется метод главных компонент с ядерными функциями

$$k(\mathbf{x}, \mathbf{x}') = \frac{\mathbf{x}\mathbf{x}'}{\|\mathbf{x}\| \|\mathbf{x}'\|}, \quad k(\mathbf{x}, \mathbf{x}') = \tanh(\gamma(\mathbf{x}\mathbf{x}') + c), \quad \gamma, c > 0.$$

Модель аппроксимации в пространстве \mathbb{S}_z^p имеет вид

$$f_{\text{sh}}(\mathbf{w}_{\text{sh}}, \mathbf{a}) = \sum_{l_{p-1}=0}^N \sum_{l_{p-2}=0}^{l_{p-1}} \cdots \sum_{l_1=-l_2}^{l_2} w_{l_{p-1}, \dots, l_1} Y_{l_{p-1}, \dots, l_1}(\mathbf{a}),$$

где N — порядок приближения, \mathbf{a} — вектор углов точек фазовой траектории в сферических координатах, $Y_{l_{p-1}, \dots, l_1}(\mathbf{a})$ — сферические гармоники.

Полученные веса \mathbf{w}_{sp} используются в качестве признакового опи-

сания. Моделью классификации является g метод опорных векторов:

$$g(\mathbf{w}_{sh}) = \text{sign}(\hat{\mathbf{w}}^T \mathbf{w}_{sh})$$

Основные результаты: 1) построена модель аппроксимации с использованием гиперсферических гармоник размерности $p \geq 3$, 2) проведено сравнение качества классификации в сравнении с альтернативными методами [1], использующие координаты в фазовом подпространстве как признаковое описание.

Иллюстрации

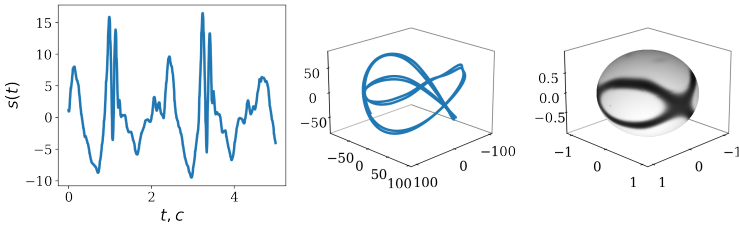


Рис. 1. Слева: сегмент временного ряда. В центр: трехмерная фазовая траектория временного ряда. Справа: модель аппроксимации.

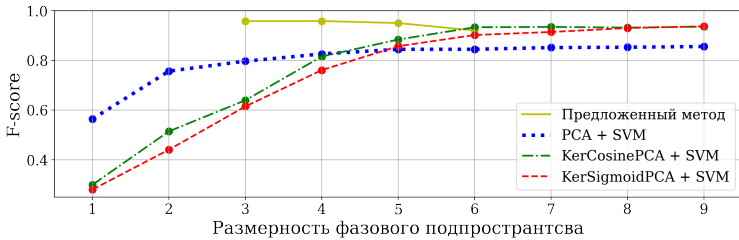


Рис. 2. F-score на ходьбе, беге, спуску и подъему по лестнице.

Литература

1. Jordan F, et al. Activity and Gait Recognition with Time-Delay Embeddings // AAAI press, 2010
2. Higuchi A. Symmetric tensor spherical harmonics on the N-sphere and their application to the de Sitter group $SO(N,1)$ // Journal of Mathematical Physics, 1998