

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОРМИРОВАННЫХ КАДРОВ СИГНАЛА В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ПО ПОХОДКЕ**

**Е.А. Первушин, Д.Н. Лавров**

В статье рассматривается задача распознавания человека по показаниям телеметрического датчика во время ходьбы. Описывается метод извлечения признаков, рассматривающий сигнал как периодическую функцию и выделяющий участки, соответствующие периодам. Строится система идентификации на основе метода ближайшего соседа, и приводятся результаты экспериментов.

### **Введение**

Предположим, некоторое устройство (например, мобильный телефон) содержит акселерометр, то есть способно получать данные об ускорении. Применяя устройство в качестве датчика, фиксирующего телеметрические показания, такие данные могут быть использованы для распознавания человека по его действиям, например, по походке.

Примеры записи датчика при ходьбе приведены на рисунке 1. Здесь показания датчика дискретизованы по времени с частотой дискретизации 100 Гц. По оси Y откладываются значения модуля ускорения. В приведённых примерах датчик был фиксирован в одном из трёх положений: на руке возле кисти, на бедре (в кармане брюк), на ноге возле ступни. Квазипериодическая структура графика соответствует повторению шагов. Поэтому было решено применить к такому сигналу метод, описанный в [1] и применённый для обработки речевого сигнала.

### **1. Обработка сигнала**

В данном методе сигнал рассматривается как последовательность независимых элементов, каждый из которых представляет собой результат повторяющегося во времени события (или одного из некоторого множества событий). Тогда, определив алгоритм выделения таких элементов и алгоритм вычисления меры сходства/различия между ними, становится возможным сравнивать сигналы произвольной длительности.

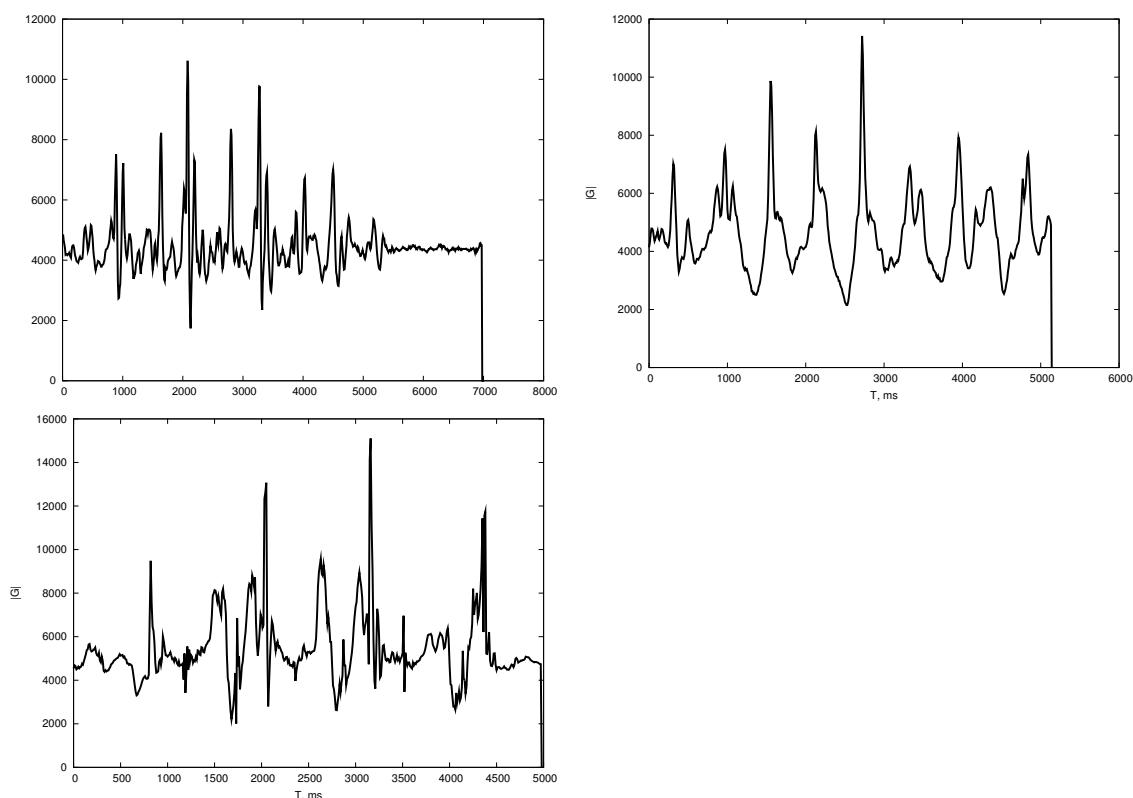


Рис. 1. Пример показаний датчика при ходьбе. Положения датчика сверху вниз: на бедре, на руке, на ноге

Для выделения участков, соответствующих периодам (шагам), использовался алгоритм, основанный на вычислении функции среднего значения разности [2]. Данный алгоритм требует задания диапазона возможных значений периодов. Минимальное значение периода было принято равным 450 мс, максимальное — 800 мс. Алгоритм последовательно исследует участки сигнала, попадающие в окно размера  $2 \cdot 800$  мс. На каждом участке в случае принятия решения о наличии периода определяется длина периода  $L$  (выраженная в количестве отсчётов) и находится точка максимума, которая затем используется для определения начала кадра. Для каждого периода фиксируется начало так, чтобы извлечённые кадры могли быть сравнены с помощью обычной меры расстояния, например, с помощью евклидова расстояния. Выбор начала кадра определялся фиксированным по времени относительно точки максимума так, чтобы выделить наиболее устойчивые элементы. Более высокие результаты были достигнуты при значении сдвига, равном 200 мс слева от точки максимума. Относительно выбранного начала следующие  $L$  отсчётов представляют собой извлекаемый кадр, который затем нормируется по амплитуде для компенсации вариабельности между кадрами во времени. Нормализация кадров осуществлялась следующим образом:

$$x'_i = \frac{1}{A}(x_i - c), i = 1, \dots, L,$$

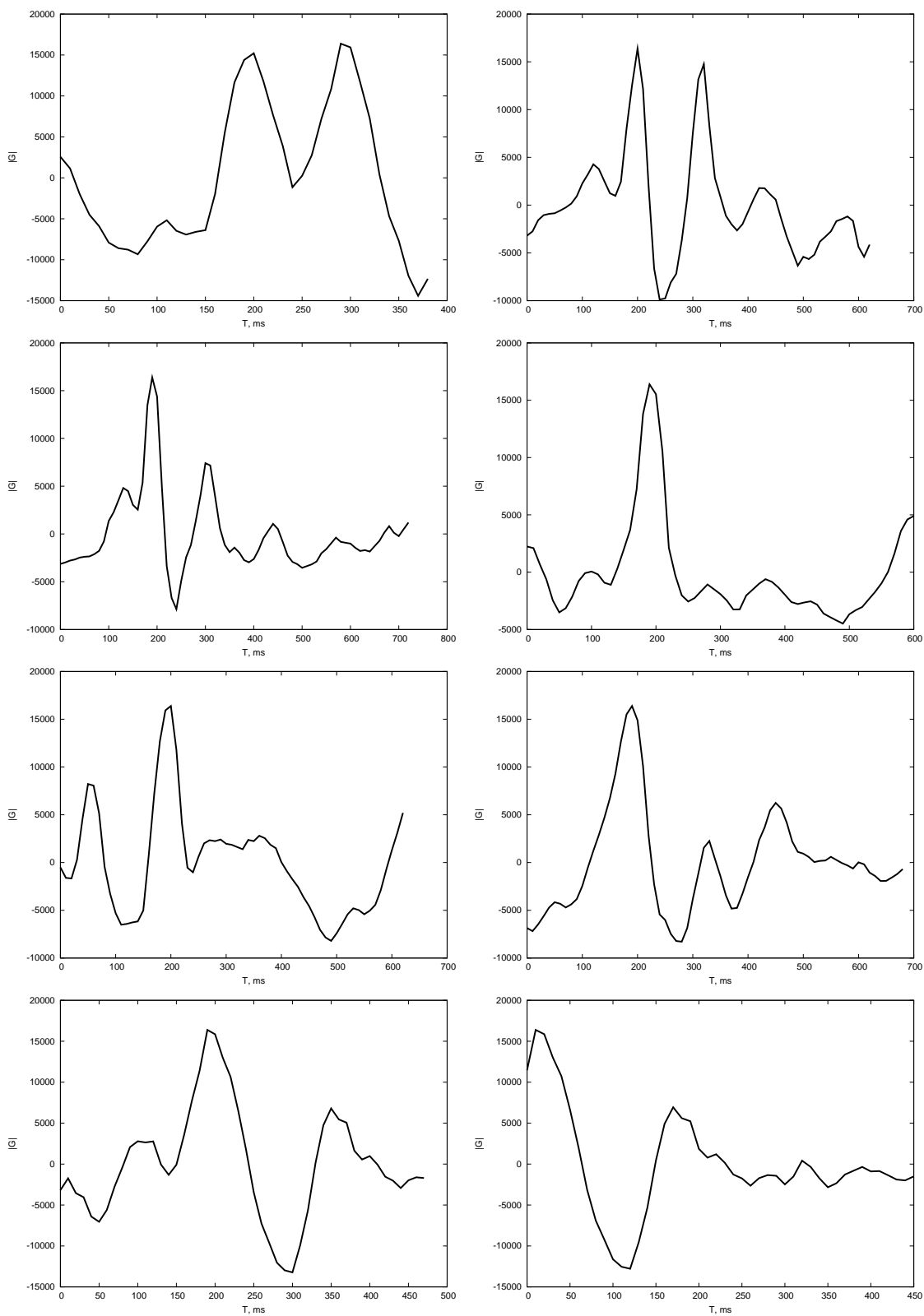


Рис. 2. Пример извлечённых кадров. Положение датчика: на бедре

$$c = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L x_i,$$

$$A = \max_i |x_i - c|,$$

где  $x'_1, \dots, x'_L$  — отсчёты нормированного кадра,  $x_1, \dots, x_L$  — оригинальные отсчёты кадра. Пример извлечённых кадров можно видеть на рисунке 2.

## 2. Система идентификации

Для идентификации был использован метод ближайшего соседа. В этом методе модель представляется самими данными, а для классификации вычисляются кратчайшие расстояния до сохранённых моделей. Расстояние между двумя кадрами вычислялось по формуле

$$d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \sqrt{\frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (x_i - y_i)^2}$$

$$L = \min(L_1, L_2),$$

где  $L_1, L_2$  — количество отсчётов в кадрах  $\mathbf{x}$  и  $\mathbf{y}$ . Необходимо отметить, что для использования такого расстояния частота дискретизации сравниваемых кадров должна совпадать. Кратчайшие расстояния от каждого кадра идентифицируемой последовательности затем суммируются. Пусть  $\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_L$  — кадры, извлечённые из представленного для идентификации образца. Согласно методу ближайшего соседа правило для классификации данной последовательности можно записать в следующем виде:

$$C = \arg \min_{C_k} \sum_{i=1}^L \min_{\mathbf{x}_j \in C_k} d(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j),$$

где  $C_k$  — модели зарегистрированных пользователей.

## 3. Эксперименты и результаты

Описанная система была испытана с помощью эксперимента по идентификации на замкнутом множестве. Эксперименты проводились как отдельно для каждого положения датчика, так и для совместного использования показаний. В последнем эксперименте для построения моделей пользователей использовались данные записей с разными положениями датчика. Продолжительность записей, используемых для создания шаблонов и для попыток идентификации, составляет 3 – 5 шагов. Записи каждого пользователя были сделаны в разные сессии, интервал между которыми составляет от 3 до 10 дней. Записи одной сессии использовались для создания моделей, записи остальных — для попыток идентификации. Данный эксперимент был использован для настройки параметров, используемых в вышеописанных алгоритмах. Результаты достигнутой точности приведены в таблице 1.

Таблица 1. Точность идентификации по походке

<b>Расположение датчика</b>	<b>Количество пользователей</b>	<b>Количество верных identификаций</b>
На бедре	5	5/6 (83,3%)
На руке	6	11/14 (78,6%)
На ноге	6	5/10 (50,0%)
Использование всех данных	7	21/30 (70,0%)

#### **4. Заключение**

Предложенный метод идентификации оказался применим к задаче распознавания личности по показаниям телеметрического датчика во время ходьбы. Для более точной оценки качества работы метода необходимо расширить базу показаний акселерометров. Наибольшую точность метод демонстрирует при работе с показаниями снятыми при положении датчика на бедре.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Первушин Е.А., Лавров Д.Н. Система идентификации диктора на основе выделения информативных участков речевого сигнала // Информационные технологии и автоматизация управления. Матер. II межвуз. науч.-практ. конф. ОмГТУ. Омск : Изд-во ОмГТУ. 2010. С. 188-189.
2. Первушин Е.А., Лавров Д.Н. Алгоритм выделения основного тона и детектирования тон/не тон по минимумам разностной функции на участке минимального периода // Математические структуры и моделирование. Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского. 2010. Вып.22. С. 24-27.