DOI: 10.17117/na.2016.05.03.170

<http://ucom.ru/doc/na.2016.05.03.170.pdf>

Поступила (Received): 01.05.2016

Тюрликов А.М., Татарникова А.А.
Исследование возможностей использования
акселерометров мобильных устройств для обнаружения
патологий опорно-двигательного аппарата

Turlikov A.M., Tatarnikova A.A.
Possible usage of accelerometers in mobile devices
for musculoskeletal pathology detection

Исследуется возможность обнаружения патологий опорно-двигательного аппарата с применением акселерометров в мобильных устройствах без использования дополнительных измерительных приборов

Ключевые слова: акселерометры в мобильных устройствах, дискретное преобразование Фурье, заболевания опорно-двигательного аппарата

The paper provides an overview of the research of possibility of musculoskeletal pathology detection based on accelerometers in mobile devices without using additional measuring instruments

Key words: accelerometers of mobile devices, discrete Fourier transform, musculoskeletal disorder

Тюрликов Андрей Михайлович

Доктор технических наук, профессор
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения
г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

Turlikov Andrey Mikhailovich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Saint-Petersburg state university of aerospace
instrumentation
St. Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67

Татарникова Анна Александровна

Студент
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения
г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

Tatarnikova Anna Aleksandrovna

Student
Saint-Petersburg state university of aerospace
instrumentation
St. Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67

Актуальность статьи обусловлена исследованием возможностей использования акселерометров мобильных устройств для обнаружения патологий опорно-двигательного аппарата человека (ОДА).

В работе [1] с помощью акселерометров мобильных устройств идентифицируют классы транспортных средств.

В работе [2] рассматриваются различные способы оценки функционального состояния ОДА применением информативных параметров. Выдвигается предположение о влиянии функционального состояния ОДА на частотные характеристики. Предположение проверяется с помощью специально разработанного устройства, состоящего из двух акселерометров, аналого-цифрового

преобразователя и других приборов, что является достаточно громоздкой немобильной конструкцией.

В работах [3–5] исследуется идентификация человека по походке с помощью акселерометров мобильных устройств.

Используя идею, представленную в работе [2], предлагается следующий подход к построению системы обнаружения патологий ОДА.

а)

б)

в)

Рис. 1. Типовой спектр – испытуемый №2 (23 года, пол – м):
а) ось в направлении вверх-вниз, б) ось в направлении вперед-назад,
в) ось в направлении вправо-влево

Известно, что при возникновении заболевания ОДА в частотном спектре возможны изменения, например, появление пиков на высоких частотах. Таким образом, по походке человека, применяя мобильное приложение, фиксирующее показания акселерометра в мобильном телефоне, можно обнаруживать патологии ОДА и отправлять соответствующие данные лечащему врачу.

Для проверки данного предположения был проведен ряд экспериментов, суть которых заключалась в следующем:

1. Мобильный телефон фиксировался на теле человека, после чего испытуемый в течение, приблизительно, 15 с должен был пройти по прямой своей обычной походкой. За это время происходила запись данных с трех осей акселерометра. Отсчеты брались с частотой 100 Гц (каждые 10 мс).

2. Данные с акселерометра подвергались дискретному преобразованию Фурье (ДПФ).

3. Полученные спектры анализировались на качественном уровне.

В эксперименте участвовало 13 человек. В результате проведенных испытаний выявлены следующие типовые особенности в спектрах (рис. 1):

1. Максимальные амплитуды колебаний по всем осям акселерометра у большинства испытуемых находятся на одних и тех же частотах.

2. У большинства испытуемых наиболее сильные колебания происходят по направлению вверх-вниз.

С возрастом у человека появляются более сильные высокочастотные составляющие в спектре вне зависимости от наличия заболеваний ОДА.

Первые две типовые особенности видны непосредственно из спектров, чего нельзя сказать о типовой особенности под номером 3. Для ее выявления выполнялись дополнительные преобразования над данными, полученными после ДПФ:

1) $T = k \cdot \max A$, где k – коэффициент (в настоящей работе $k=0,01$); $\max A$ – максимальное значение амплитуды колебаний в исходном массиве данных A .

$$2) V_i = \frac{\sum_{j=1}^i x_j}{\sum_{j=1}^n x_j}, \text{ где } i = \overline{1, n}; x_j = \begin{cases} 0, & A_i < T \\ 1, & A_i \geq T \end{cases}$$

Рис. 2. Увеличение высокочастотных колебаний с возрастом человека для порогового значения 0,01

Рис. 3. Пример особенности в спектре испытуемого №1 (21 год, пол – м, заболевание ОДА – сколиоз третьей степени)

Результаты данного преобразования представлены на рис. 2, где видно увеличение высокочастотных составляющих с возрастом человека.

Характерные особенности в спектрах были выявлены у двоих испытуемых:

1. У испытуемого №1 (21 год, пол – м, заболевание ОДА – сколиоз третьей степени) максимум колебаний по направлению вперед-назад смещен в область высоких частот (рис. 3).

2. У испытуемого №8 (80 лет, пол – м, заболевание ОДА – коксартроз) более высокая амплитуда колебаний выражена в направлении вправо-влево.

Список используемых источников:

1. Бардов В.М., Обертов Д.Е. Алгоритм идентификации классов транспортных средств при помощи акселерометров // Информационно-управляющие системы. 2012. №5. С. 15-18.
2. Жилиев А.А. Биомеханические и электрофизиологические критерии оценки функционального состояния опорно-двигательного аппарата нижних конечностей: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 01.02.08. Центр. научно-исследовательский ин-т травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. М., 2003. 34 с.
3. Kwapisz J.R., Weiss G.M., Moore S.A. Cell phone-based biometric identification // 2010 Fourth IEEE International Conference on Biometrics: Theory Applications and Systems (BTAS). IEEE. Washington, 2010. P. 1-7.
4. Derawi M.O., Nickel C., Bours P. et al. Unobtrusive user-authentication on mobile phone using biometric gait recognition // Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP). IEEE. Darmstadt, 2010. P. 306-311.
5. Yan L., Yue-e L., Jian H. Gait recognition based on MEMS accelerometer // 2010 IEEE 10th International Conference on Signal Processing (ICSP). IEEE. Beijing, 2010. P. 1679-1681.