

# Paula Stępień, Marcin Rudzki

---

## Rozpoznanie aktywności ruchowych człowieka - wykorzystanie minikomputera Raspberry PI w zajęciach laboratoryjnych = Human Activity Recognition - Application of the Raspberry PI Minicomputer in a Laboratory Exercise

---

Edukacja - Technika - Informatyka nr 2(20), 335-340

---

2017

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



PAULA STĘPIEŃ<sup>1</sup>, MARCIN RUDZKI<sup>2</sup>

## Rozpoznawanie aktywności ruchowych człowieka – wykorzystanie minikomputera Raspberry PI w zajęciach laboratoryjnych

---

### Human Activity Recognition – Application of the Raspberry PI Minicomputer in a Laboratory Exercise

<sup>1</sup> Magister inżynier, Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Katedra Informatyki i Aparatury Medycznej, Polska

<sup>2</sup> Doktor inżynier, Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Katedra Informatyki i Aparatury Medycznej, Polska

#### Streszczenie

Artykuł prezentuje wykorzystanie minikomputera Raspberry PI z dołączonymi czujnikami inercyjnymi do rozpoznawania aktywności ruchowych w ramach zajęć laboratoryjnych na kierunku inżynieria biomedyczna.

**Słowa kluczowe:** rozpoznawanie aktywności, czujniki inercyjne, przetwarzanie sygnałów, Raspberry PI, zajęcia laboratoryjne, inżynieria biomedyczna

#### Abstract

The paper presents an application of the Raspberry PI minicomputer equipped with inertial sensors in human activity recognition laboratory exercise for students of Biomedical Engineering studies.

**Keywords:** activity recognition, inertial sensors, signal processing, Raspberry PI, laboratory exercise, biomedical engineering

---

#### Wstęp

Coraz większa dostępność tanich minikomputerów oferujących niemałą moc obliczeniową, jak również liczba różnorodnych czujników w postaci gotowych i łatwych do podłączenia modułów sprzyja rozwojowi zainteresowań technicznych w coraz młodszym wieku. Na rynku obecnych jest wiele takich platform sprzętowych. Najprostszą w użyciu i dostępną na zasadach wolnego oprogramowania oraz sprzętu (*open hardware*) jest Arduino ([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)). Pozwala

na łatwe tworzenie nieskomplikowanych układów mikroprocesorowych, zapewnia proste środowisko programistyczne oraz dziesiątki gotowych przykładów. Zbudowanie urządzenia wykorzystującego komunikację bezprzewodową lub łączność internetową nie stanowi już zatem problemu. Niestety wykorzystane mikrokontrolery ośmiobitowe nie pozwalają na tworzenie bardziej skomplikowanych projektów, które wymagałyby przetwarzania większej ilości danych.

Minikomputer Raspberry PI ([www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org)) można uznać za „średnią półkę” – oferuje on wystarczającą moc obliczeniową, aby pracować w środowisku graficznym, zintegrowane układy peryferyjne (USB, Ethernet, kodek dźwięku) i możliwość podłączania dowolnych modułów elektronicznych poprzez zestaw wejść-wyjść GPIO (*General Purpose Input Output*). Oprogramowanie może zostać napisane nie tylko w języku C/C++, ale i Python czy Java. Jednocześnie cena jest przystępna nawet dla kieszeni studenta.

Ciekawą platformą z „wyższej półki cenowej” służącą rozwojowi sprzętu i oprogramowania jest MySignals ([www.my-signals.co](http://www.my-signals.co)) dostępna w dwóch wersjach: SW – gotowej sprzętowej służącej tylko do rozwoju oprogramowania oraz HW – umożliwiającej także rozwój własnych elementów sprzętowych.

Aby zachęcić studentów kierunku inżynieria biomedyczna do kreatywnego myślenia oraz samodzielnego eksperymentowania z dostępnymi platformami minikomputerów, postanowiono wykorzystać w procesie dydaktycznym prototypowy zestaw umożliwiający rejestrację aktywności ruchowych człowieka. Tematyka zajęć związana z rejestracją i analizą ruchu jest zgodna z kierunkiem kształcenia oraz obecnymi trendami w edukacji (Grupa Robocza UE, 2008) i ma szerokie możliwości zastosowania (Atallah, 2010; Bonomi 2009). Zaczynając od gadżetów powstających na fali mody na aktywny i zdrowy tryb życia, poprzez wspieranie rehabilitacji ruchowej i rozpoznawanie niektórych schorzeń, po urządzenia zapewniające opiekę nad chorymi oraz osobami starszymi (Fourty, 2009; Taraldsen, 2012). Ponadto podczas takich zajęć studenci mają możliwość zapoznania się z zagadnieniami elektroniki cyfrowej, programowania i analizy sygnałów oraz w końcowej części – analizy, interpretacji i klasyfikowania danych. Stanowi to przekrój głównych gałęzi wiedzy oraz umiejętności przydatnych współczesnemu inżynierowi biomedycznemu.

### **Cel i program zajęć**

Celem laboratorium jest przybliżenie tematyki rozpoznawania aktywności ruchowej człowieka na podstawie pomiarów akcelerometrycznych (Godfrey, 2008). Użycie prototypowego zestawu pomiarowego, a nie gotowego, komercyjnego i zamkniętego systemu, ma uświadomić studentom, jak wygląda praca nad rozwojem nowych technologii. Konieczność odpowiedniego umiejscowienia, uruchomienia i obsługi urządzenia pozwala wyjaśnić, jak ważne jest dokładne zapoznanie się z dokumentacją oraz opracowanie dokładnego protoko-

łu pomiarowego przed przystąpieniem do pomiarów za pomocą narzędzi, które nie są znane.

Omawiane zajęcia laboratoryjne realizowane są w dwóch terminach, po 1,5godz. każdy. Przed pierwszą częścią studenci zobowiązani są zaznajomić się z podstawami działania czujników inercyjnych i różnymi metodami rozpoznawania aktywności ruchowych oraz podzielić się na 3–4-osobowe sekcje. Przed rozpoczęciem zajęć konsultują z prowadzącym, jakie aktywności chcą rozpoznawać oraz w jaki sposób będą wykonywać pomiary. Wspólnie podejmowana jest decyzja, czy aktywności nie będą trwały zbyt długo, czy nie będą dostarczały sygnałów zbyt podobnych do siebie lub nie doprowadzą do uszkodzenia któregoś czujnika. Przykładowymi aktywnościami teoretycznie łatwymi do rozpoznania są: stanie, siedzenie, chodzenie, wchodzenie i schodzenie po schodach, wstawanie i siadanie. Studenci mogą zaproponować również własne pomysły. Ze względów bezpieczeństwa upadki (mimo że ich detekcja jest niezbędna np. dla opieki nad seniorami) nie są realizowane podczas zajęć.

Po akceptacji protokołu pomiarowego przez prowadzącego studenci otrzymują prototyp zestawu pomiarowego (rys. 1) wraz z dokumentacją najważniejszych elementów i sposobu jego obsługi. Czujniki umieszczone są na kostkach, kolcach biodrowych oraz plecach za pomocą pasków wyposażonych w rzepy. Jednostka centralna znajduje się w saszetce, którą student nosi w pasie.



**Rysunek 1. Prototyp zestawu pomiarowego – minikomputer Raspberry PI z podłączonymi pięcioma czujnikami inercyjnymi**

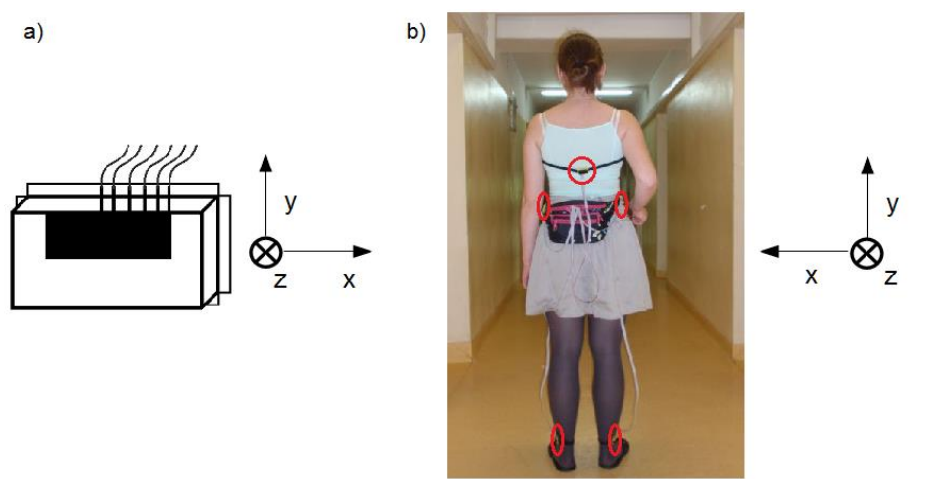
Źródło: opracowanie własne.

Każda z osób z sekcji zakłada czujniki i wykonuje zaplanowane pomiary dwukrotnie. Liczba powtórzeń ma duże znaczenie, jako że inaczej oceniane są algorytmy, które działają tylko dla jednej osoby (wtedy jeden plik używany jest jako zestaw uczący, a drugi jako testujący), a inaczej podejście umożliwiające rozpoznanie czynności każdej osoby z danej sekcji. Dużym ułatwieniem jest

wyposażenie zestawu czujników w wyzwalacz uruchamiany przez badanego w momencie zmiany aktywności. Jednak okazuje się, że pamiętanie o każdorazowym użyciu przycisku przed rozpoczęciem aktywności i koordynacja ruchów nie jest dla studentów zadaniem trywialnym, dlatego też mogą oni zdecydować, czy będą korzystać z tego elementu wyposażenia.

Zarejestrowane dane są następnie przenoszone na komputer w celu ich interpretacji i analizy. Jako że wykonanie kompletu pomiarów dla jednej sekcji może trwać nawet pół godziny, pozostali studenci pracują w tym czasie na danych wcześniej przygotowanych przez prowadzącego aż do momentu pozyskania własnych pomiarów.

Kolejnym zadaniem jest opracowanie lub wykorzystanie istniejącego narzędzia do wizualizacji przebiegów oraz ich interpretacji – w szczególności sprowadzenia lokalnych układów współrzędnych (osi czułych) sensorów do wspólnego układu współrzędnych związanych z ciałem człowieka (rys. 2).

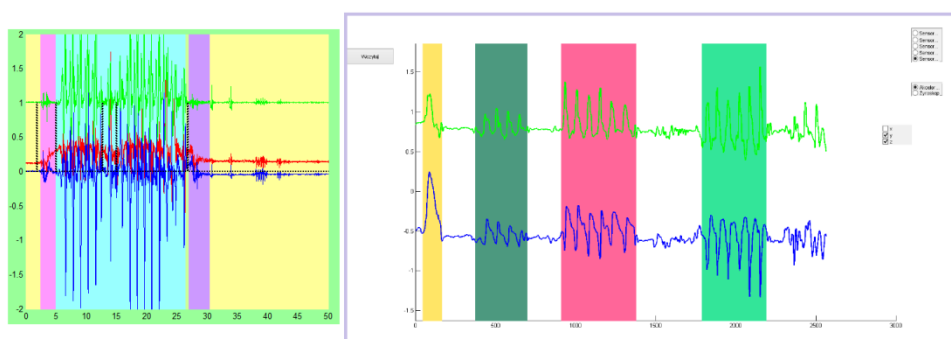


**Rysunek 2. Osie czule przykładowych czujników (a) oraz osie ciała człowieka (b)**

Źródło: opracowanie własne.

Warto podkreślić, że układ współrzędnych sensorów jest stały, ale umieszczone są one w różny sposób (bokami, „do góry nogami”) w zależności od części ciała, na której mają się znajdować. Właśnie to przekształcenie dostarcza zazwyczaj najwięcej problemów, gdyż wymaga dobrze rozwiniętej wyobraźni przestrzennej. Studenci, którzy mają z nią problem, są zachęceni do wykonania makiety czujnika z narysowanymi odręcznie osiami (np. na paczce zapalek lub opakowaniu chusteczek) i przykładania jej do własnego ciała. Wszystkie sekcje dostają na to zadanie 20 minut. Po tym czasie rozwiązania prezentowane są na forum laboratorium i przeprowadzana jest dyskusja.

Druga półtoragodzinną część zajęć poświęcona jest opracowaniu metody analizy, wydzielenia cech, a następnie klasyfikacji sygnałów w celu rozpoznania zarejestrowanej aktywności. Studenci mają pełną dowolność w zakresie wyboru algorytmów, użytego narzędzia czy języka programowania. Przykładowe okna utworzonych przez studentów aplikacji komputerowych przedstawiono na rysunku 3. Możliwe jest także ponowne wykonanie pomiarów, gdy po wizualizacji dostrzeżono jakieś błędy lub aktywności okazały się zbyt trudne do rozróżnienia. Wpływ na ocenę końcową ma także praca zespołowa, równomierny jej podział pomiędzy członkami sekcji oraz terminowość jej wykonania. Laboratorium wymaga sporządzenia sprawozdania końcowego zawierającego m.in. opis protokołu pomiarowego, opis wykorzystanych algorytmów przetwarzania sygnałów, wydzielenia cech i klasyfikacji oraz analizę uzyskanych wyników.



**Rysunek 3. Przykładowe otrzymane przez studentów wyniki rozpoznawania. Każdy kolor oznacza inną aktywność**

Źródło: opracowanie własne.

## Podsumowanie

Zajęcia cieszą się zainteresowaniem studentów, a dzięki konieczności pracy zespołowej możliwe jest rozwijanie przez studentów kompetencji społecznych – przede wszystkim pracy w grupie. Wykorzystanie podczas zajęć niedoskonałego prototypu daje studentom wgląd w to, jakie (czasem trywialne) problemy zdarza się rozwiązywać w praktyce konstruktora elektronika (np. urwany przewód czy poluzowanie złącze). Rozwijają to umiejętność krytycznej oceny otrzymywanych wyników, szukania przyczyny nieprawidłowości oraz ich wyeliminowania. Nie bez znaczenia jest demonstracja możliwości dostępnych platform sprzętowych w urzeczywistnianiu własnych pomysłów i zachęcanie do realizowania projektów inżynierskich i prac magisterskich wykorzystujących elementy sprzętowe. Podkreślana jest również rola aktywności fizycznej w poprawnym funkcjonowaniu całego organizmu człowieka.

## Podziękowania

Opisywany prototyp pomiarowy powstał w ramach projektu współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, numer projektu: POIG.01.03.01-24-061/12.



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



## Literatura

- Atallah, L., Lo, B., King, R., Yang, G.Z. (2010). *Sensor Placement for Activity Detection Using Wearable Accelerometers. Body Sensor Networks (BSN), 2010 International Conference*, 24–29.
- Bonomi, A.G., Plasqui, G., Goris, A.H., Westerterp, K.R. (2009). Improving Assessment of Daily Energy Expenditure by Identifying Types of Physical Activity with a Single Accelerometer. *Journal of Applied Physiology*, 107 (3), 655–661.
- Fourty, N., Guiraud, D., Fraisse, P., Perolle, G., Etxeberria, I., Val, T. (2009). Embedded System Used for Classifying Motor Activities of Elderly and Disabled People. *Computers & Industrial Engineering*, 57 (1), 419–432.
- Godfrey, A., Conway, R., Meagher, D., ÓLaighin, G. (2008). Direct Measurement of Human Movement by Accelerometry. *Medical Engineering & Physics*, 30 (10), 1364–1386.
- Grupa Robocza UE Sport i Zdrowie (2008). *Wytyczne Unii Europejskiej Dotyczące Aktywności Fizycznej: Zalecane działania polityczne wspierające aktywność fizyczną wpływającą pozytywnie na zdrowie*.
- Taraldsen, K., Chastin, S.F., Riphagen, I.I., Vereijken, B., Helbostad, J.L. (2012). Physical Activity Monitoring by Use of Accelerometer-based Body-worn Sensors in Older Adults: A Systematic Literature Review of Current Knowledge and Applications. *Maturitas*, 71 (1), 13–19.