

PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

# Estymacja kroków z czujników ruchu

Wykonał: Maksymilian Kisiel

Promotor: dr hab. inż. Agnieszka Szczęśna, prof. PŚ.

Katedra Grafiki, Wizji Komputerowej i Systemów Cyfrowych

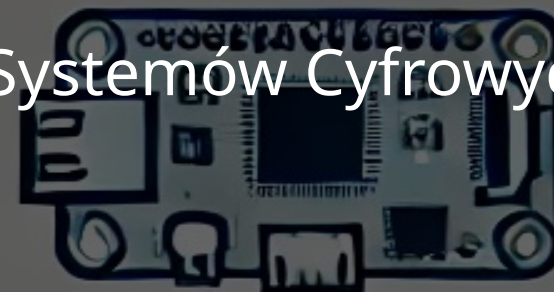
GLIWICE 2025



Politechnika  
Śląska



Wi-Fi  
PICO



# Spis treści

---

05

Kontekst  
i znaczenie  
tematu

06

Przegląd  
dostępnych  
metod  
i rozwiązań

07

Metody  
badawcze

08

Narzędzia  
wykorzystywa  
ne w pracy



# Spis treści

---

09

Bibliografia  
i neografia

10

...

11

...

12

...



# Kontekst i znaczenie tematu

---

1. Precyzyjna estymacja kroków jest kluczowa w wielu dziedzinach
  - Monitoring aktywności fizycznej,
  - Systemy nawigacji osobistej w zamkniętych przestrzeniach
  - Diagnostyka chodu w medycynie i rehabilitacji
  - Techniki biometryczne i identyfikacja użytkownika
2. Wzrost popularności urządzeń wearables i aplikacji fitness zwiększa zapotrzebowanie na dokładne algorytmy liczenia kroków
3. Wyzwaniem pozostaje dokładność pomiaru w różnych warunkach
  - Różne typy chodu (wolny/szybki, bieg, chód po schodach)
  - Różne miejsca noszenia czujników (nadgarstek, kieszeń, obuwie)
  - Zakłócenia wynikające z innych ruchów ciała



# Przegląd metod i rozwiązań

---

1. Algorytmy oparte na wartościach progowych
  - Peak Detection - wykrywanie lokalnych maksimów w sygnale akcelerometru
  - Zero-Crossing - analiza przejść sygnału przez wartość zerową
  - SHOE (Step Heading Offset Estimator) - kompensacja błędów dryfu
2. Metody oparte na analizie częstotliwościowej
  - Transformata Fouriera do analizy okresowości kroków
  - Filtracja pasmowo-przepustowa do eliminacji szumów



# Przegląd metod i rozwiązań

---

## 3. Rozwiązania oparte na uczeniu maszynowym

- Sieci neuronowe do klasyfikacji i detekcji kroków
- Algorytmy Hidden Markov Models do wykrywania wzorców chodu
- Modele regresyjne do estymacji długości kroku

## 4. Komercyjne rozwiązania

- Oprogramowanie wbudowane w smartwatche i opaski sportowe
- Aplikacje mobilne wykorzystujące czujniki ruchu w smartfonach



# Metody badawcze

---

## 1. Gromadzenie danych

- Zbieranie odczytów z akcelerometru i żyroskopu z dwóch różnych czujników IMU
- Synchronizacja czasowa pomiarów
- Równoległe rejestrowanie rzeczywistej liczby kroków (metoda referencyjna)

## 2. Przetwarzanie danych

- Filtracja sygnału w celu redukcji szumów
- Kalibracja czujników i kompensacja dryfu
- Normalizacja amplitudy sygnałów



# Metody badawcze

---

## 3. Implementacja i testowanie algorytmów

- Peak Detection z adaptacyjnym progiem
- Metoda Zero-Crossing
- Algorytm oparty na analizie częstotliwościowej
- Własny algorytm łączący powyższe podejścia

## 4. Analiza statystyczna

- Ocena dokładności (precision, recall, F1-score)
- Analiza błędów (RMSE, MAE)
- Testy zgodności między różnymi czujnikami





# Wykorzystywane narzędzia

---

## 1. Sprzęt

- Raspberry Pi Pico jako główny mikrokontroler
- Dwa różne moduły IMU (czujniki inercyjne)
- Moduł UPS do zasilania
- Wyświetlacz OLED do podglądu danych w czasie rzeczywistym

## 2. Oprogramowanie i biblioteki

- MicroPython i CircuitPython na urządzeniu Raspberry Pi Pico
- CircuitPython compatibility layer dla MicroPython
- Biblioteki CircuitPython do obsługi czujników
- Python 3.12 do zaawansowanej analizy danych na komputerze PC
- NumPy, SciPy, Pandas do przetwarzania i analizy danych
- Matplotlib i Seaborn do wizualizacji wyników



# Wykorzystywane narzędzia

---

## 3. Środowiska programistyczne

- Visual Studio Code z rozszerzeniami do MicroPython
- Jupyter Notebook do analizy eksploracyjnej danych

## 4. Źródła danych

- Dane z własnych pomiarów z wykorzystaniem opisanego stanowiska
- Publicznie dostępne zbiory danych do celów porównawczych (opcjonalnie)



# Bibliografia i neografia

---

## 1. Literatura naukowa

- Susi, M., Renaudin, V., & Lachapelle, G. (2013). Motion mode recognition and step detection algorithms for mobile phone users. *Sensors*, 13(2), 1539-1562.
- Ying, H., Silex, C., Schnitzer, A., Leonhardt, S., & Schiek, M. (2007). Automatic step detection in the accelerometer signal. In 4th International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN 2007) March 26–28, 2007 RWTH Aachen University, Germany (pp. 80-85). Springer Berlin Heidelberg.

## 2. Zasoby internetowe

- Dokumentacja CircuitPython - <https://docs.circuitpython.org/en/latest/README.html> (dostęp: marzec 2025)
- Dokumentacja Raspberry Pi Pico - <https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/pico-series.html> (dostęp: marzec 2025)
- GitHub: "Step Detection" - <https://github.com/hdqeing/step-detection> (dostęp: marzec 2025)



# Bibliografia i neografia

---

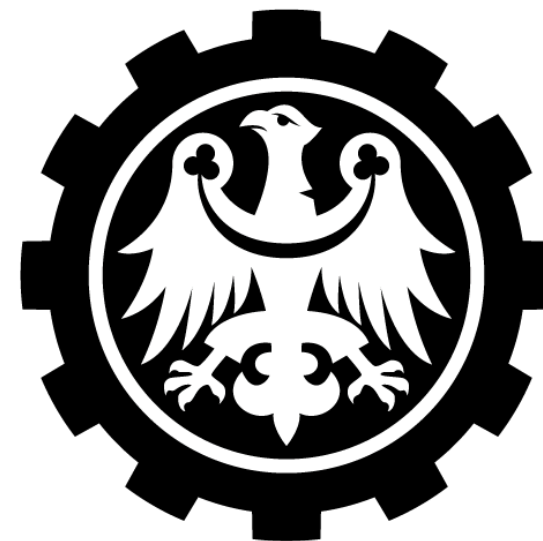
## 3. Materiały konferencyjne

- Bulling, A., Blanke, U., & Schiele, B. (2014). A tutorial on human activity recognition using body-worn inertial sensors. ACM Computing Surveys (CSUR), 46(3), 1-33.
- Maenaka, K. (2008, June). MEMS inertial sensors and their applications. In 2008 5th International Conference on Networked Sensing Systems (pp. 71-73). IEEE.



Dziękuję za  
uwagę

---



**Politechnika  
Śląska**