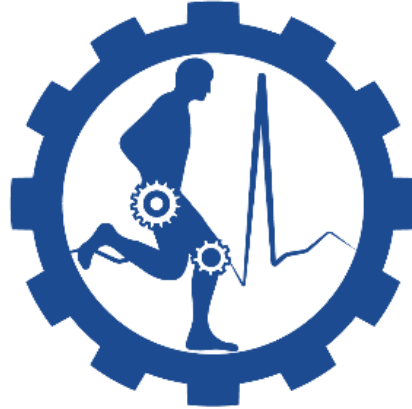


Department of Biomedical Engineering  
Silesian University of Technology



PhD Thesis

A data glove with a reduced number of  
sensors for the recognition of Polish Sign  
Language letters

*Author:*

mgr inż. Jakub Piskozub

*Supervisor:*

prof. dr hab. inż. Paweł Strumiłło

Łódź, 2023

## Streszczenie

Budowane obecnie rękawice sensorowe do rozpoznawaniu ruchów rąk podczas komunikacji językami migowymi mają niedostateczną ergonomię, niezadowalającą skuteczność, co wynika często z błędnego zrozumienia istoty języka migowego przez badaczy budujących takie rękawice. Celem niniejszej pracy jest budowa i badania autorskiej rękawicy sensorowej o jak najmniejszej liczbie wymaganych czujników. Badania opisane w niniejszej pracy skupiają się na eksperymentach, z użyciem rękawicy własnego projektu, związanych z zastosowaniem technologii uczenia maszynowego. Dane treningowe zostały pozyskane od 15 uczestników wykonujących zarówno statyczne gesty ręki Alfabetu Polskiego Języka Migowego (APJM) jak i gesty dynamiczne. Eksperymenty z gestami statycznymi polegały na przeprowadzeniu ich klasyfikacji za pomocą 6 klasyfikatorów. Najlepszą skuteczność rozpoznawania gestów na poziomie 99% uzyskano dla klasyfikatora *k*-Nearest Neighbours in Random Subspaces. Za pomocą algorytmu drzewa decyzyjnego z zastosowaniem współczynnika Gini'ego wyznaczono hierarchię wpływu poszczególnych czujników piezoelektrycznych rękawicy na skuteczność klasyfikacji a następnie potwierdzono ją w ponownie przeprowadzonych klasyfikacjach gestów. Dla danych z trzech czujników osiągnięto skuteczność 94%. W kolejnym etapie badań rozpoznawano gesty dynamiczne liter Alfabetu Polskiego Języka Migowego. Z wykorzystaniem sieci neuronowej zbudowanej z warstw splotowych oraz jednostek rekurencyjnych GRU przeprowadzono klasyfikację gestów dynamicznych ze skutecznością 99% dla danych zawierających odczyty ze wszystkich 10 czujników piezorezystancyjnych oraz 6 osi czujnika inercyjnego. Najważniejszy wątek pracy skupiał się na selekcji najistotniejszych czujników. Ze względu na silną zależność korelacyjną sygnałów rejestrowanych z czujników wyznaczenie hierarchii cech metodami statystycznymi, przeprowadzono selekcję metodą brute-force, sprawdzając skuteczność każdej możliwej kombinacji w procesie treningu sieci neuronowej. Otrzymane rezultaty dowodzą możliwości klasyfikacji liter APJM ze skutecznością przekraczającą 98% na podstawie danych jedynie z trzech czujników piezoelektrycznych oraz 6 osi czujnika inercyjnego oraz wskazują na istnienie uniwersalnego dla każdej osoby tercetu takich czujników. Dowodząc tezy o skutecznej klasyfikacji liter APJM z wykorzystaniem mniej niż 5 czujników wykazano, że jest możliwe stosowanie rękawic sensorowych o uproszczonej budowie, co może pozwolić na poprawię ergonomii rękawicy, jej niezawodności i możliwość akceptacji przez osoby z niepełnosprawnościami.