

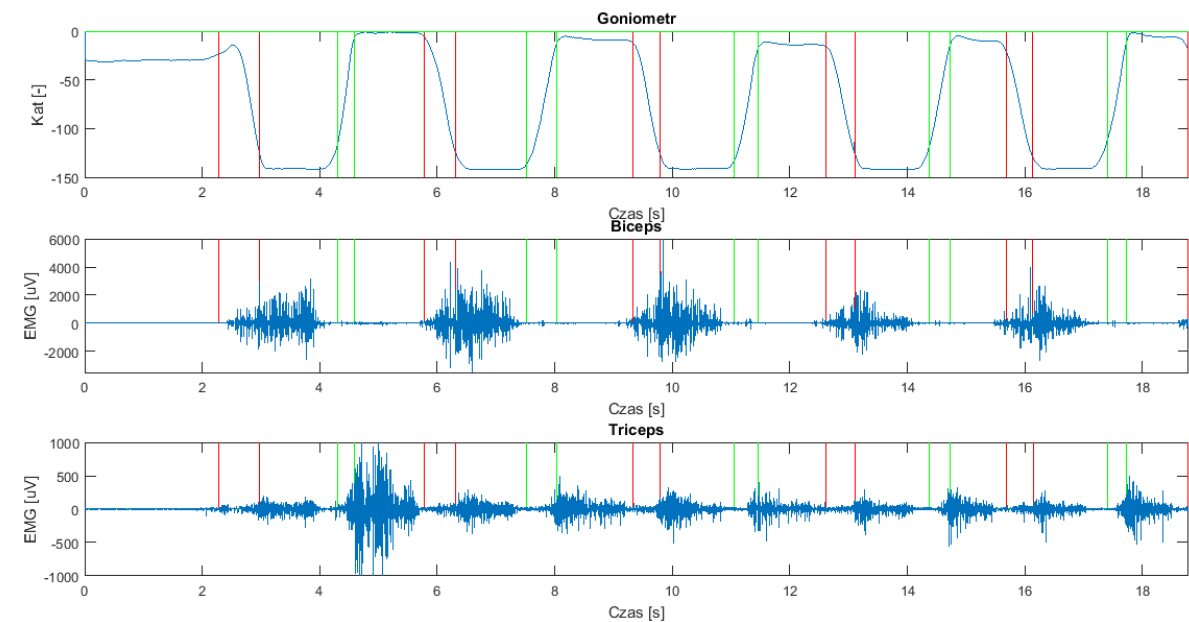
# Badanie możliwości wykorzystania sygnałów z elektromiografii powierzchniowej do sterowania protezą przedramienia

Kamil Olszewski

kierunek: Automatyka i robotyka  
specjalność: Biomechanika i biorobotyka

Rok akademicki 2016/2017

Promotor: dr hab. inż. Cezary Rzymkowski, prof. PW



Rysunek 1: Przebieg sygnału z goniometru, bicepsa i tricepsa podczas zginania i prostowania ramienia

## 1. Wprowadzenie

Sygnały elektromiograficzne (*EMG*) powstające w wyniku zmiany napięcia na błonie włókna mięśniowego mogą być w nieinwazyjny sposób mierzone za pomocą elektrod umocowanych na powierzchni skóry, dzięki czemu mogą posłużyć ludziom z amputacjami kończyn do naturalnego sterowania protezami. Celem niniejszej pracy było zbadanie możliwości sterowania protezą przedramienia za pomocą sygnałów mięśniowych pobranych z mięśni ramienia i pleców.

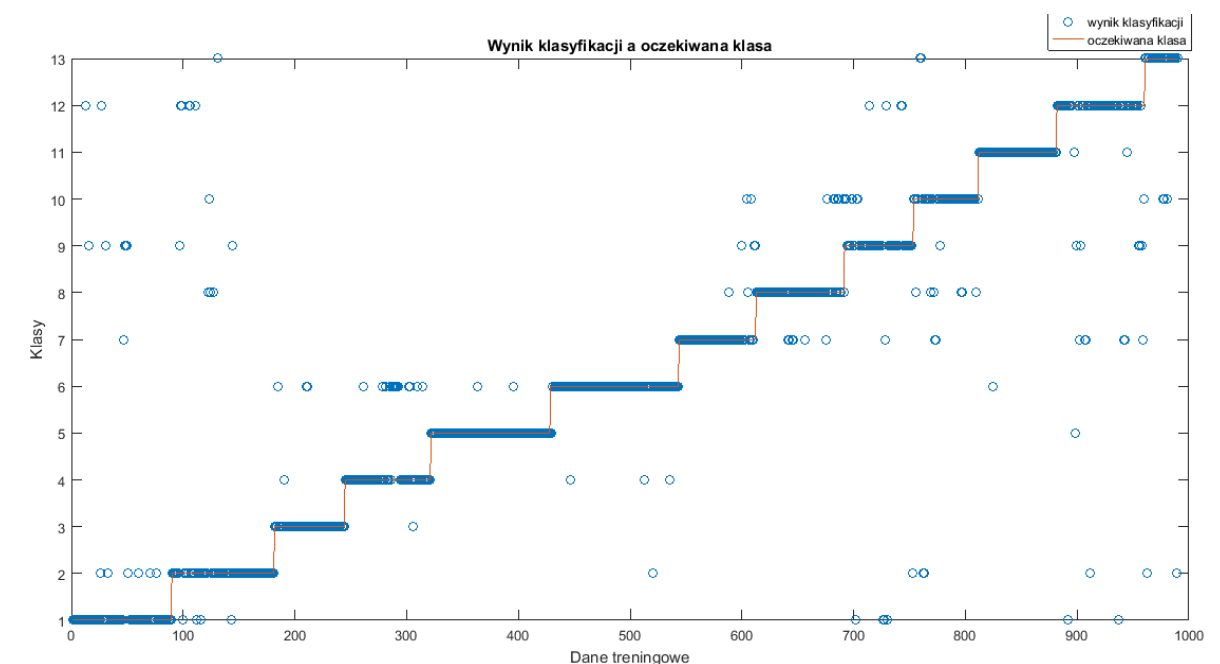
Pomiary zostały przeprowadzone w pracowni biomechaniki Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego. W ramach procedury pomiarowej rejestrowano sygnał z pięciu mięśni podczas wykonywania sześciu par ruchów (razem z utrzymaniem pozycji daje to 13 klas ruchu). Pozyskane przebiegi przeskalowano i przetworzono, uzyskując sześć parametrów na każdy mięsień i otrzymując w rezultacie wektory danych o wymiarach 1x30. Dane zostały podzielone na zbiór treningowy oraz testowy w proporcjach 2:1. Do klasyfikacji użyto *maszyny wektorów nośnych (SVM)*, która dokonuje binarnego podziału danych za pomocą hiperpłaszczyzny w taki sposób, aby jej odległość od każdego ze zbiorów była możliwie największa. Przetestowano klasyfikatory korzystające z dwóch strategii: każdy z każdym i każdy ze wszystkimi. Najlepszy okazał się klasyfikator w drugiej z nich, który poprawnie przewidział klasę dla 86.87% danych testowych.

Ostatecznym testem było dokonanie predykcji na danych z sekwencji ruchów. Ujawniła ona wiele problemów związanych z poprawnym rozpoznawaniem klas w etapach przejściowych między jednym ruchem a drugim.

## 2. Wyniki pomiarów

Czerwone linie na rysunku 1 oznaczają momenty zginania, natomiast zielone prostowania przedramienia. Biceps jest aktywny głównie przy zginaniu natomiast triceps podczas prostowania. W chwilach najcięższej pracy jednego z mięśni, drugi jest praktycznie nieaktywny. Wynik jest zgodny z oczekiwaniami, próba stanowi bowiem przykład pracy antagonistycznych mięśni podczas wykonywania ich podstawowych zadań. Warto zauważyć, iż sygnał jest z reguły najsilniejszy podczas utrzymywania pozycji końcowej, a nie w czasie jej osiągnięcia.

## 3. Wyniki klasyfikacji



Rysunek 2: Wyniki klasyfikacji SVM w strategii one vs all o optymalnych wartościach parametrów

## 4. Wnioski

W wyniku treningu na odpowiednio wydzielonych fragmentach danych udało się uzyskać klasyfikator, który rozpoznaje aż 13 klas ruchów z bardzo dużą skutecznością. Zanim proteza osiągnęłaby funkcjonalność chociaż zbliżoną do ludzkiej ręki, należałoby przeprowadzić jeszcze wiele dokładnych pomiarów nowych ruchów. Następnym krokiem byłoby stworzenie wirtualnego modelu protezy i napisanie programu sterującego nią na podstawie predykcji dokonywanej przez klasyfikator. Zwieńczenie prac stanowiłoby zbudowanie prawdziwej konstrukcji i przetestowanie jej w czasie rzeczywistym.