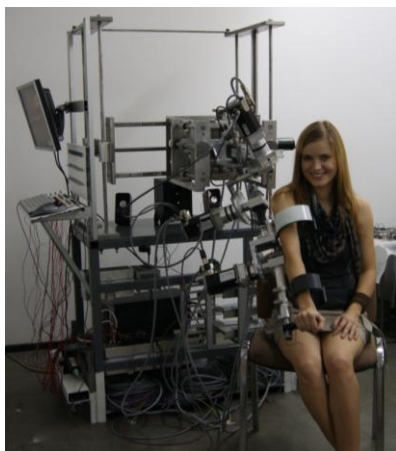


OPTYMALIZACJA KONSTRUKCJI I STEROWANIE ROBOTA DO REHABILITACJI KOŃCZYNY GÓRNEJ WYKORZYSTUJĄCEGO BIOLOGICZNE SPRĘŻENIE ZWROTNE

Streszczenie



Rozprawa doktorska miała na celu udowodnienie trzech tez badawczych z dziedziny robotyki rehabilitacyjnej. Pierwsza teza nawiązywała do optymalizacji konstrukcji robota przeznaczonego do rehabilitacji kończyny górnej. Dwie pozostałe tezy wiązały się natomiast z wykorzystaniem sygnałów bioelektrycznych do sterowania robotów.

W trakcie realizacji pracy zostały wykonane 2 roboty przeznaczone do rehabilitacji kończyny górnej oraz rodzaj przestrzennego goniometru. Eksperymenty na robotach wymagały opracowania całej technologii od podstaw poczynając od konstrukcji mechanicznej, poprzez elektronikę, a kończąc na oprogramowaniu nisko- i wyskopoziomym. System sterowania głównego robota wyposażony jest w kilka współpracujących ze sobą programów, w skład których wchodzi m.in. moduł wirtualnej rzeczywistości, sterownik admitancyjny, jak również system biofeedbacku wykorzystujący informację wyekstrahowaną z sygnałów elektromiograficznych. Dzięki temu biologicznemu sprzężeniu zwrotnemu, możliwe jest sterowanie przez pacjenta robotem, mimo iż samodzielnie jest on w stanie jedynie lekko naprężyć swoje mięśnie.

W rozprawie tej przedstawiono przegląd literatury naukowej i baz patentowych aktualnych na październik 2013. Przegląd literatury dotyczy zarówno robotów przeznaczonych do rehabilitacji kończyny górnej (konstrukcji oraz systemów sterowania), jak i metodologii związanej z rejestracją i przetwarzaniem sygnałów sEMG.

Pośrednim celem projektu było w jak największym stopniu zbliżenie się do systemu pozwalającego na automatyczną rehabilitację pacjentów. Sygnały elektromiograficzne niosą ze sobą informacje, które mogłyby to umożliwić. Określają bowiem aktywność jednostek motorycznych mięśni, na podstawie której można wnioskować o sile i zmęczeniu mięśni, a z mniejszą dokładnością oszacować nawet położenie kończyn pacjenta. Aby skutecznie wykorzystywać miopotencjały do sterowania robotem należało opracować nowe elektrody sEMG oraz metody cyfrowego przetwarzania sygnałów. Ważnym elementem było również opracowanie algorytmów sterowania, które byłyby w stanie szybko i z dużą dokładnością estymować kluczowe parametry pacjenta. Aby spełnić te wymagania wyekstrahowano optymalny wektor deskryptorów opisujący aktywność mięśni barku i ramienia oraz związane z nim klasyfikatory stwierdzające o aktywności jednostek motorycznych mięśni oraz o położeniu kończyny w stanie statycznym. Opracowano również 2 modele parametryczne opisujące siłę mięśni oraz ich zmęczenie.



Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły na udowodnienie założonych tez badawczych oraz na wyciągnięcie wniosków dla konstruktorów przyszłych robotów rehabilitacyjnych. Wśród opisanych wniosków szczególnie przydatne mogą być wytyczne w stosunku do tego, jak projektować systemy sterowania robotów oraz modele CAD nowych robotów rehabilitacyjnych przeznaczonych do rehabilitacji kończyny górnej.