

Jarosław Jankowski

**METODY STEROWANIA
RUCHEM EGZOSZKIELETU
WYKORZYSTUJĄCE SYGNAŁ EMG
I MANUALNE URZĄDZENIA STEROWNICZE
ADRESOWANE
DO PRODUCENTÓW EGZOSZKIELETÓW**

Materiały informacyjne CIOP-PIB

Metody sterowania ruchem egzoszkieletu wykorzystujące sygnał EMG i manualne urządzenia sterownicze adresowane do producentów egzoszkieleatów

Opracowano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/ Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt III.N.03: Metoda sterowania ruchem modelu egzoszkieletu wspomagającego ruchy kończyny górnej wykorzystująca sygnały o aktywności mięśni i manualne urządzenia sterownicze

Autor:

dr inż. Jarosław Jankowski – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Techniki Bezpieczeństwa, Pracownia Techniki Rzeczywistości Wirtualnej

Zdjęcie na okładce: CIOP-PIB

© Copyright by

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2019

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

tel. (48-22) 623 36 98, www.ciop.pl



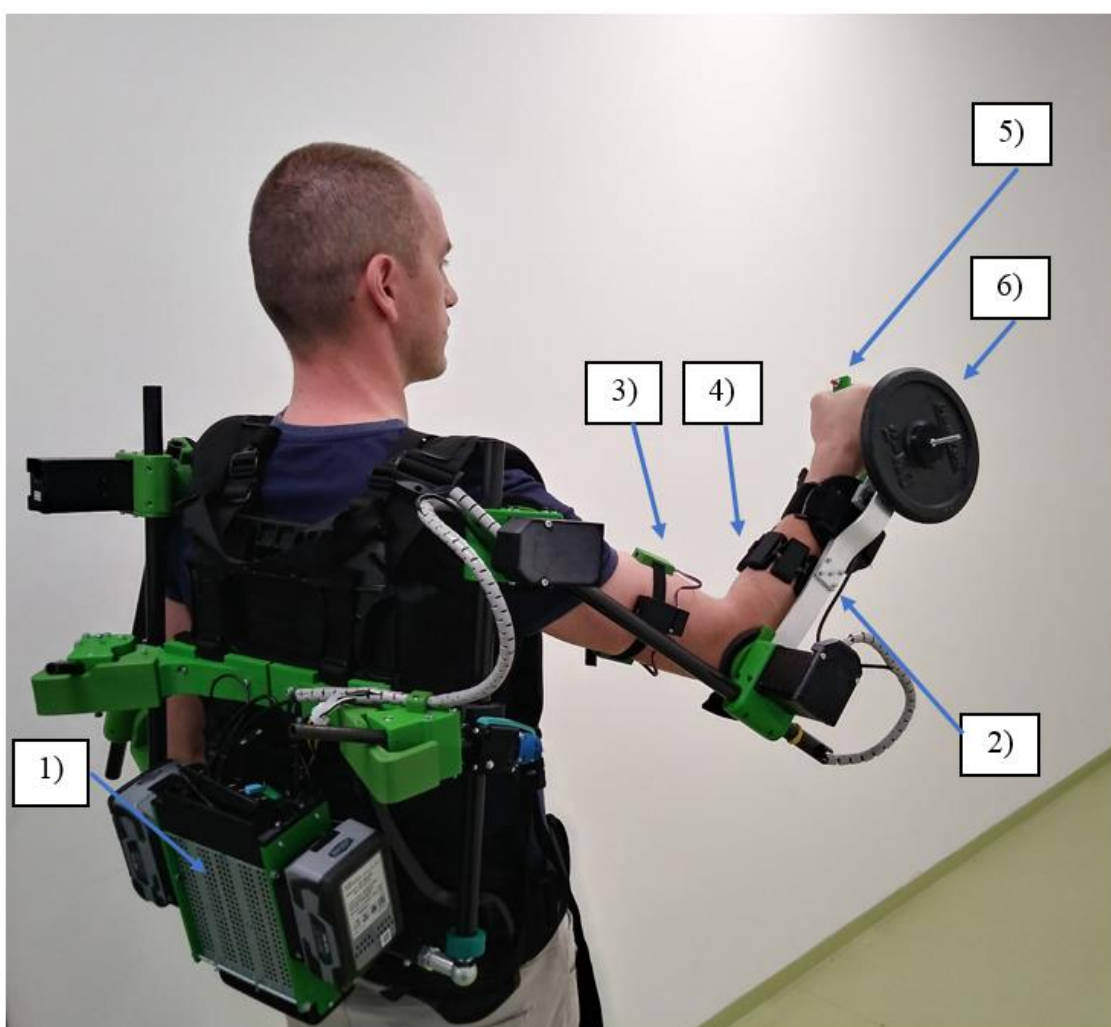
Głównym celem projektu realizowanego w CIOP-PIB było opracowanie systemu sterowania egzoszkieletem wspomagającym ruchy kończyny górnej (w zakresie generowanej siły) z wykorzystaniem sygnałów informujących o aktywności mięśniowej i manualnych urządzeń sterowniczych, a celem szczegółowym – opracowanie modelu egzoszkieletu.

W ramach projektu zostały opracowane dwie metody sterowania. Pierwsza metoda wykorzystuje sygnały o aktywności mięśniowej użytkownika w oparciu o informację z dwóch mięśni oraz informacji o gestach ręki operatora. Pierwsza składowa metody oparta jest o analizę progową sygnału EMG z czujników powierzchniowych rozmieszczonych w obrębie mięśnia dwugłowego ramienia, głowy długiej i mięśnia trójgłowego ramienia, głowy długiej. W przypadku tego algorytmu brana jest pod uwagę jedynie aktualna amplituda odczytywanego sygnału mięśniowego, która po przekroczeniu ustalonej wartości progowej inicjuje zmianę pozycji kątowej serwosilnika odpowiadającego za ruch wyłącznie przedramienia. Zmiana pozycji kątowej silnika została wyznaczona

eksperymentalnie i jest stała niezależnie od stopnia przekroczenia wartości progowej. Wartości progowe dla poszczególnych mięśni muszą być wyznaczone indywidualnie dla każdego użytkownika i każdego mięśnia, chociażby ze względu na różnice w budowie ciała i dużą zmienność osobniczą siły sygnału EMG. W sytuacji wykrycia napięć izometrycznych, podczas których antagonistyczne mięśnie są napinane w sposób usztywniający pozycję stawu, (bez wykonania ruchu) ruch serwosilnika jest blokowany. Powyższy ruch przedramienia jest realizowany wyłącznie, kiedy system sterowania otrzyma informację o wykonaniu gestu zaciśnięcia ręki. Informację o gestach zginania i prostowania nadgarstka wykorzystuje się do realizacji ruchu efektora w poziomie (odpowiednio przybliżenie i oddalenie). W tej sytuacji w każdym cyklu pętli działania programu pobierana jest informacja o aktualnej pozycji silników. Na podstawie tych informacji rozwiązywane jest zadanie proste kinematyki w celu określenia pozycji efektora. Do tak wyznaczonej pozycji efektora wprowadzane jest proponowane przesunięcie efektora w poziomie. Posiadając informację o nowej lokalizacji efektora rozwiązujemy zadanie odwrotne dla mechanizmu o dwóch obrotowych stopniach swobody i przesyłamy do napędów informację o nowych ustawieniach kątowych napędów.

Druga metoda wykorzystuje informacje rejestrowane przez joystick. Mają one również charakter progowy tzn. po ustaleniu progu dla kierunku pionu lub poziomemu następuje zmiana położenia efektora egzoszkieletu. Użytkownik poprzez siłowe oddziaływanie na joystick wyznacza kierunek położenia efektora egzoszkieletu w przestrzeni. Kierunek zmian wyznaczany jest lokalnie względem chwilowej pozycji przedramienia manipulatora. Ciągnięcie lub naciskanie joysticka przez użytkownika w kierunku prostopadłym do przedramienia inicjuje zmianę pozycji kątowej serwosilnika odpowiadającego za ruch wyłącznie przedramienia. Natomiast wykonanie ruchu przywodzenia lub odwodzenia z ręką zaciśniętą na joysticku inicjuje ruch w kierunku poziomym. W każdym cyklu pętli działania programu pobierana jest informacja o aktualnej pozycji silników. Na podstawie tych informacji rozwiązywane jest zadanie proste kinematyki w celu określenia pozycji efektora. Do wyznaczonej pozycji efektora wprowadzane jest proponowane przesunięcie efektora w oparciu o informacje z joysticka (odpowiednio w układzie współrzędnym przedramienia). Posiadając informację o nowej lokalizacji efektora rozwiązujemy zadanie odwrotne dla mechanizmu o dwóch obrotowych stopniach swobody i przesyłamy do napędów informację o nowych pozycjach docelowych napędów.

Obie metody zostały zaimplementowane i przetestowane na opracowanym w ramach projektu egzozszkielecie. Egzozszkielet kończyny górnej (rys. 1) składa się z segmentu sztywno związanego ze stelażem (uchwyty, sekcja zasilania akumulatorowego i sterowania) oraz manipulatora zakończony joystickiem o wysokiej sztywności. Egzozszkielet mobilny ma udźwig 30N, a jego zadaniem jest wspomaganie użytkownika w zakresie generowanej siły. Podstawową grupą odbiorców tego produktu są osoby z deficytem w tym zakresie, potrzebujące wsparcia przy zadaniach wymagających zwiększonej siły. Wspomagając ruchy w stawie łokciowym i w ograniczonym stopniu w stawie ramiennym, egzozszkielet pozwala zmniejszyć zmęczenie np. podczas długotrwałych i monotonicznych prac montażowych lub prac magazynowych.



Rys. 1 Funkcjonalny model egzozszkieletu wspomagającego wykorzystujący dwie metody sterowania, pozwalający na ich ocenę i porównanie. 1 – część egzozszkieletu sztywno związanego ze stelażem (uchwyty, sekcja zasilania oraz sterowania), 2 – manipulator kończyny górnej, 3 – czujnik sygnałów EMG, 4 – czujnik rozpoznawania gestów ręki, 5 – joystick, 6 – obciążenie