

Mgr inż. Krzysztof Nasilowski

PROMOTOR: Prof. dr hab. inż. Jan Awrejcewicz

Wydział Mechaniczny, Katedra Automatyki, Biomechaniki i Mechatroniki, Politechnika Łódzka

Modelowanie, konstrukcja i budowa prototypu egzoszkieletu palca dłoni

Ograniczenie zdolności ruchowej dłoni, a w szczególności palców to jeden z typowych problemów, z którym stykamy się w życiu codziennym. Standardowa metoda rehabilitacji polega na obciążaniu uszkodzonych części dłoni i palców w sposób, który zapewni odzyskanie możliwości generowania siły i sprawności ruchowej dłoni i palców jak najbardziej zbliżonej do wartości typowych dla zdrowego organizmu. Zwykle czynności związane z rehabilitacją są przeprowadzane przez wykwalifikowanych fizjoterapeutów, jednak istnieje również możliwość stworzenia odpowiednio zaprojektowanego egzoszkieletu, który byłby w stanie odtworzyć wymagane trajektorie ruchu i siły odpowiednie dla terapii.

Niniejsza praca doktorska dotyczy konstrukcji i budowy prototypowego egzoszkieletu palca dłoni w oparciu o model teoretyczny układu, obliczenia numeryczne w programie MATLAB/Simulink oraz model trójwymiarowy wykonany w programie Autodesk Inventor. W pracy doktorskiej sformułowano następującą tezę:

Model matematyczny egzoszkieletu palca wspomagającego ruch w stawach śródrečno-paliczkowym, paliczkowym bliższym i paliczkowym dalszym oraz stworzone w ramach pracy stanowisko doświadczalne wniosą wkład do badań nad konstrukcją egzoszkieleatów palca służących do rehabilitacji niesprawnych palców dłoni.

Zaproponowane zostało nowatorskie rozwiązanie konstrukcyjne bazujące na ogniwach wykonujących wyłącznie ruch obrotowy względem punktów łożyskowych. Podstawową konstrukcją kinematyczną wykorzystywaną w rozważaniach jest czworobok przegubowy. Jednym z założeń i jednocześnie podstawową zaletą proponowanego rozwiązania konstrukcyjnego jest odciążenie stawu palca podczas pracy urządzenia, co pozwala na wspomaganie (rehabilitację) w przypadku uszkodzenia stawów. Do napędu egzoszkieletu posłużyły elektromechaniczne siłowniki liniowe, a sterowanie zostało zrealizowane przy użyciu prototypowego układu elektronicznego podłączonego do karty pomiarowej firmy National Instruments i sterowanego przez oprogramowanie tej samej firmy zainstalowane na komputerze klasy PC. Ostatnim krokiem była budowa stanowiska badawczego na podstawie dokumentacji technicznej wykonanej w oparciu o programy Autodesk Inventor oraz AutoCAD.

Sformułowano zostały następujące wnioski:

1. Proponowane rozwiązanie konstrukcyjne umożliwia wspomaganie ruchu palca w pełnym zakresie ruchu stawów śródrečno-paliczkowego, paliczkowego bliższego i dalszego.
2. Praca urządzenia nie powoduje dodatkowego obciążenia stawów pacjenta.
3. Symulacje numeryczne zawarte w pracy obrazują zmiany przemieszczeń, prędkości i przyspieszeń punktów charakterystycznych układu. Przeprowadzona została również symulacja zmiany sił obciążających łożyska układu w trakcie pracy.
4. Wykonany model trójwymiarowy umożliwił utworzenie dokumentacji technicznej stanowiska doświadczalnego.
5. Program sterujący siłownikami wykonawczymi pracujący w środowisku LabVIEW umożliwia swobodną modyfikację algorytmów sterowania w zależności od przyjętej metody rehabilitacji.

Krzysztof Nasilowski