

PROJEKT MANIPULATORA REHABILITACYJNEGO STAWU KOLANOWEGO DLA DZIECI U KTÓRYCH PROWADZONE JEST WYDŁUŻANIE KOŃCZYNY DOLNEJ METODĄ ILIZAROWA

dr inż. Piotr Sauer, mgr inż. Agnieszka Krzykowska

Katedra Sterowania i Inżynierii Systemów, Politechnika Poznańska

Celem niniejszej pracy jest zaprojektowanie manipulatora rehabilitacyjnego stawu kolanowego dla dzieci w wieku od 6 do 18 lat, u których prowadzone jest wydłużanie kości udowej za pomocą aparatu Ilizarowa. Głównym problemem w trakcie tego zabiegu jest ograniczona ruchomość stawu kolanowego oraz możliwość wystąpienia powikłań np. tzw. podwichnięcie kolana. Nie istnieją gotowe komercyjne rozwiązania, które spełniałyby jednocześnie wymagania małej wagi i wysokiej wydajności dla pacjentów z wydłużaną kością udową metodą Ilizarowa. Konieczna jest tu możliwość łatwego dopasowania manipulatora do danego pacjenta, kompaktowość urządzenia oraz możliwość przemieszczania go poza klinikę, co zwiększyłoby częstotliwość wykonywania ćwiczeń. Szczególne zastosowanie manipulatora wymusza jego następujące cechy konstrukcyjne: mała waga (do 3,5 kg), niewielkie wymiary (długości ok. 30cm), mocowanie pozwalające siadać oraz możliwość montażu i demontażu manipulatora.

Konstrukcja manipulatora zaprojektowana została w środowisku Autodesk Inventor. W projekcie zaimplementowano sterowanie pozycją silnika BLDC poprzez magistralę CAN. Wykorzystano procesor sygnałowy Texas Instruments, sterownik napędu firmy miControl oraz silnik BLDC firmy Maxon. Do komunikacji poprzez sieć CAN wykorzystano wbudowane w procesor sygnałowy oraz sterownik miControl kontrolery sieci CAN. Aplikacja przygotowana jest do pracy z prędkością 1 Mb/s. Aby osiągnąć jedną z najważniejszych cech czyli lekkość manipulatora, większość elementów została wykonana z aluminium.

Bezpieczeństwa pacjenta w czasie wykonywania ćwiczeń zostało zwiększone poprzez zastosowanie w manipulatorze napędu elastycznego oraz algorytmu sterowania dla manipulatorów z elastycznością w złączach. Dzięki takiemu rozwiązaniu noga badanego pacjenta nie jest zablokowana całkowicie, przez co nie wystąpi uszkodzenie stawu w momencie nagłego ruchu zarówno pacjenta (w wyniku odruchu), jak i ogniwa (na skutek stanów przejściowych systemu). W zaprojektowanej konstrukcji manipulatora elementem elastycznym jest przekładnia pasowa.

Badania symulacyjne przeprowadzone zostały w środowisku Matlab/Simulink. Wykonano także badania eksperymentalne zbudowanego manipulatora bez uwzględniania dynamiki pacjenta (bez obciążenia). W kolejnych etapach prac przeprowadzone zostaną badania dla manipulatora z obciążeniem, a także rozważone zostaną sposoby dalszego zmniejszenia wagi manipulatora. Docelowy system będzie zapewniał możliwość rehabilitacji pasywnej, aktywnej oraz uczenia systemu parametrów ruchu danego pacjenta.

Praca ta stanowi element współpracy Katedry Sterowania i Inżynierii Systemów Politechniki Poznańskiej oraz Katedry i Kliniki Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu w ramach projektu badawczego „**Kompaktowy Przenośny System Rehabilitacyjny dla stawu kolanowego**” nr NR13-0028-10.