Filip Wojciechowski

Nr indeksu: 233854

PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

na kierunku Automatyka i Sterowanie Robotów

Studia stacjonarne

**Zadajnik haptyczny jako narzędzie do pomiaru i diagnostyki**

**ręki plegicznej**

kierujący pracą:

dr Igor Zubrycki

Łódź, wrzesień 2021 r.

PODZIĘKOWANIA

POLITECHNIKA ŁÓDZKA   
WEEIA

**Filip Wojciechowski**

PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

**Zadajnik haptyczny jako narzędzie do pomiaru i diagnostyki   
ręki plegicznej**

Łódź, 2021 r.

Promotor: dr Igor Zubrycki

# Streszczenie

**Słowa kluczowe:** [], [], []

LODZ UNIVERISTY OF TECHNOLOGY   
FACULTY OF ELECTRICAL, ELECTRONIC, COMPUTER AND CONTROL ENGINEERING

**Filip Wojciechowski**

MSc THESIS

**Zadajnik haptyczny jako narzędzie do pomiaru i diagnostyki   
ręki plegicznej**

Lodz, 2021

Supervisor: Igor Zubrycki, PhD

# Abstract

**Key words:** [], [], []

SPIS TREŚCI

[Streszczenie 3](#_Toc78997079)

[Abstract 4](#_Toc78997080)

[1. Wstęp i motywacja 6](#_Toc78997081)

[1.1. Cel i zakres pracy 6](#_Toc78997082)

[1.2. Motywacja 6](#_Toc78997083)

[1.3. Wstęp 6](#_Toc78997084)

[1.4. Terminologia 6](#_Toc78997085)

[2. Przegląd literatury 7](#_Toc78997086)

[2.1. Zadajnik haptyczny jako narzędzie diagnostyczne lub rehabilitacyjne w przypadku plegii 7](#_Toc78997087)

[2.2. Pozostałe zastosowania zadajników haptycznych w medycynie 7](#_Toc78997088)

[3. Analiza zadajnika haptycznego Omega 3 8](#_Toc78997089)

[3.1. Konstrukcja oraz sposób działania zadajnika haptycznego 8](#_Toc78997090)

[3.2. Dostępne sterowniki oraz oprogramowanie 8](#_Toc78997091)

[4. Analiza stosowanych czynności medycznych do pomiaru dłoni plegicznej 8](#_Toc78997092)

[4.1. Plegia - teoria 8](#_Toc78997093)

[4.2. Czynności medyczne służące do diagnostyki oraz rehabilitacji ręki plegicznej 9](#_Toc78997094)

[5. Projekt wykorzystania zadajnika haptycznego jako narzędzia do diagnostyki dłoni plegicznej 9](#_Toc78997095)

[5.1. Przygotowanie stanowiska pomiarowego dla zadajnika 9](#_Toc78997096)

[5.2. Funkcje oprogramowania 9](#_Toc78997097)

[5.3. Schemat funkcji oraz przebiegi 9](#_Toc78997098)

[6. Omówienie możliwości oraz analiza badań przeprowadzonych na zadajniku Omega 3 z zastosowaniem stworzonego oprogramowania 10](#_Toc78997099)

[6.1. Wybrane badania do stwierdzenia skuteczności oprogramowania 10](#_Toc78997100)

[6.2. Analiza wyników przeprowadzonych badań 10](#_Toc78997101)

[7. Literatura 11](#_Toc78997102)

# 1. Wstęp i motywacja

Wstęp

1.1. Cel i zakres pracy

Celem tego projektu jest przystosowanie zadajnika haptycznego jako narzędzia pozwalającego na przeprowadzenie diagnostyki oraz zebranie odpowiednich pomiarów na temat ręki plegicznej u badanej osoby. W tej pracy magisterskiej poruszone zostaną zagadnienia mówiące o aktualnych czynnościach medycznych wykorzystywanych w celu diagnozy i wykrywania plegii oraz w jaki sposób czynności te przyczyniły się do stworzenia odpowiedniego oprogramowania. W pracy opisane zostaną kryteria, według których określona będzie skuteczność stworzonego systemu pomiarowo-diagnostycznego opierającego się na zadajniku haptycznym Omega 3 Force Dimension.

1.2. Motywacja

Opracowanie tego tematu pracy wiąże się z dwoma powodami. Jeden z nich to stworzenie stanowiska pomiarowego dla ręki plegicznej jako jednego z narzędzi potrzebnych w większym projekcie zajmującym się rehabilitacją i diagnostyką ręki plegicznej. Zebranie odpowiednich pomiarów takich jak siła, opór czy kąt wychylenia nadgarstka badanej osoby będzie bezpośrednio wykorzystywane aby w odpowiedni sposób przygotować rękawice rehabilitacyjną dla chorej osoby. Drugim i równie ważnym powodem wyboru tego tematu jest stworzenie narzędzia, które w dokładniejszy i bardziej rzetelny sposób jest w stanie dokonać pomiaru i diagnostyki ręki plegicznej niż ludzkie zmysły. Doświadczony medyk z łatwością dokona diagnozy i określi poziom spastyczności ręki badanego, natomiast nie jest w stanie nawet przy dużym doświadczeniu określić dokładnych wartości sił jakimi może oddziaływać ręka czy oporów, które stawia przez spastyczność. Tak więc narzędzie, które pozwalało by na zebranie takich pomiarów byłoby bardziej wiarygodnym źródłem w przypadku określenia stopnia spastyczności lub oceny skuteczności przeprowadzanej rehabilitacji.

1.3. Wstęp

Krótko na temat historii o rehabilitacji – jak na początku sobie z tym radzono jak jest to wykonywane teraz. Opisz ogólnikowo proces, podczas którego wykonywana jest diagnoza i dlaczego między innymi urządzenie byłoby lepsze – dostarcza informacji o dokładnych siłach oporach kątach wychylenia itp.

1.4. Terminologia

Opis zagadnień takich jak plegia, spastyczność rodzaje spastyczności itp.

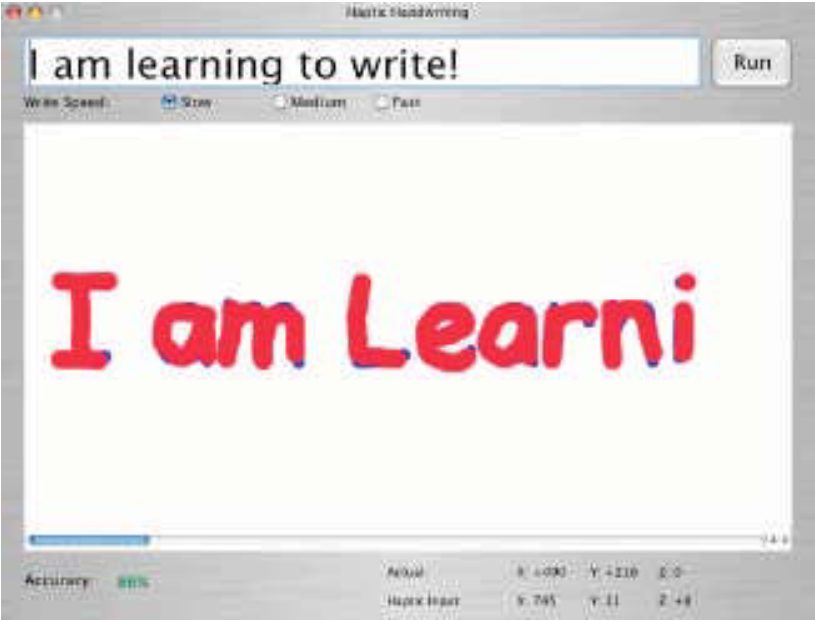
# 2. Przegląd literatury

W tym dziale opis artykułów, znalezionych w których zastosowany został zadajnik haptyczny omega 3 lub innego rodzaju zadajniki haptyczne

2.1. Zadajnik haptyczny jako narzędzie diagnostyczne lub rehabilitacyjne w przypadku plegii

Modele zadajników haptycznych mogą różnić się między sobą pod wieloma względami. Najbardziej charakterystycznymi cechami urządzeń haptycznych jest możliwość kontaktowania się z użytkownikiem za pomocą zmysłu dotyku poprzez odpowiednie wywieranie sił urządzenia na efektor, który jest bezpośrednim elementem do komunikacji z użytkownikiem. Jedną z dziedzin, w której wykorzystuje się technologie haptyczną jest medycyna. Zadajniki haptyczne mogą być wykorzystywane zarówno przez pacjentów jak i lekarzy w zależności od przeznaczenia danego urządzenia i jego oprogramowania. W tym podrozdziale przeanalizowane zostaną opublikowane artykuły mówiące o wykorzystaniu technologii haptycznej w rehabilitacji oraz współpracy z pacjentami po porażeniach, natomiast w podrozdziale 2.2 omówione zostanie wykorzystanie zadajników haptycznych dla pozostałych zastosowań w medycynie.

W artykule [1] opisane zostały prace nad zadajnikiem haptycznym Phantom Omni, który użyty został jako narzędzie służące do wspomagania ponownej nauki pisania po przejściu udaru. Urządzenie haptyczne Phantom Omni pozwala na odczyt pozycji efektora z dokładnością do 0.05mm. Możliwe jest również wywieranie sił o wartości 3.3N przez efektor w przestrzeni roboczej, która wynosi 160 x 120 x 70 mm. Autorzy omawianego artykułu, opisując algorytm sterujący, mówią pobieżnie o wykorzystaniu oprogramowania Sensable 3D touch SDK jako bazy do stworzonego środowiska. Kontakt z użytkownikiem polega na wykonywaniu odpowiednich ruchów efektorem zadajnika w taki sposób aby odtworzyć pokazany na ekranie tekst. W zależności od zaawansowania niedowładu ręki badanej osoby, zadajnik haptyczny ma za zadanie w mniejszym lub większym stopniu pokierować rękę użytkownika, tak aby ta pokryła w jak najlepszym stopniu przedstawiony na ekranie tekst.



Rysunek 1. Interfejs użytkownika dla haptycznego wspomagania pisowni [1].

W omawianym artykule skuteczność działania systemu wspomagania pisowni bazującego na urządzeniu Phantom Omni niestety nie została przetestowana na osobach z plegią. Podane rezultaty w poprawie pisowni ze wspomaganiem w postaci zadajnika haptycznego nie są porównane z dokładnością pisowni bez wspomagania kontrolera jednakże cały ary

2.2. Pozostałe zastosowania zadajników haptycznych w medycynie

Między innymi teleoperacje, zastosowania chirurgiczne itp.

# 3. Analiza zadajnika haptycznego Omega 3

Asadnsjds

3.1. Konstrukcja oraz sposób działania zadajnika haptycznego

asadasfsaf

3.2. Dostępne sterowniki oraz oprogramowanie

# 4. Analiza stosowanych czynności medycznych do pomiaru dłoni plegicznej

4.1. Plegia - teoria

Konieczne do dobrania odpowiednich czynności medycznych, które posłużyły za przykład wykonywania diagnozy oraz badań nad ręką plegiczną było dokładne zrozumienie tego na czym polega to schorzenie. Aby opis kolejnych rozdziałów był zrozumiały przytoczona zostanie definicja plegii oraz jej rodzajów.

Plegia nazywana również porażeniem występuje w przypadku braku dopływu bodźców nerwowych do mięśni lub samego uszkodzenia mięśni. Można wyróżnić kilka rodzajów plegii, takich jak: porażenie wiotkie pochodzenia neurogennego, porażenie wiotkie pochodzenia miogennego, porażenie spastyczne oraz porażenie przysenne. Porażenie wiotkie pochodzenia neurogennego spowodowane jest przerwaniem zespołu nerwów przewodzących impulsacje nerwową do efektora – mięśnia. Ten rodzaj plegii niesie za sobą objawy takie jak znaczne obniżenie napięcia mięśniowego, zanik mięśni, uniemożliwienie poruszania kończyną dotkniętą porażeniem. Istnieje również drugi rodzaj porażenia wiotkiego – porażenie wiotkie pochodzenia miogennego. Tak jak w przypadku poprzednio opisanego porażenia występują u chorej osoby objawy związane z bezwładnością kończyny i nie możność poruszenia dotkniętą porażeniem kończyną. W tym jednak wypadku przyczyną jest bezpośrednio uszkodzenie mięśnia między innymi na skutek urazu fizycznego czy też miopatii [2]. Porażenie przysenne związane jest bezpośrednio z zasypianiem lub budzeniem się. Osoba doświadczająca tego rodzaju porażenia znajduje się w stanie pełnej świadomości ale nie jest w stanie wykonać żadnych ruchów często za wyjątkiem mrugania lub poruszania oczyma. Nie jest to rodzaj paraliżu, które może podlegać rehabilitacji fizycznej i nie będzie on poruszany w dalszej części pracy. Głównym porażeniem, ze względu na które wykonywany jest ten projekt jest porażenie spastyczne nazywane również porażeniem kurczowym lub spastycznością. W porównaniu do poprzednio opisanych porażeń, w tym przypadku objęta plegią kończyna nie jest wiotka, a często wręcz posiada silny skurcz mięśniowy. W tym przypadku bardzo często konieczne jest podejmowanie rehabilitacji w celu zmniejszenia porażenia lub całkowitego wyeliminowania plegii [3]. W artykule [3] przedstawiony został schemat leczenia spastyczności, który przedstawia etapy leczenia spastyczności i pokazuje, że pierwszym etapem na drodze leczenia zanim pacjentowi zostaną podane leki, jest rehabilitacja [4].

4.2. Czynności medyczne służące do diagnostyki oraz rehabilitacji ręki plegicznej

Dobór funkcji diagnostycznej, określającej jakie opory stawia ręka spastyczna badanej osoby lub jakie siły jest w stanie wygenerować dobrane zostały na podstawie kontaktu z medykami zajmującymi się rehabilitacją osób z porażeniami. Urządzenie, które miałoby posłużyć jako diagnostyka i określenie stopnia spastyczności musi być odpowiednio dopasowane do współpracy z osobami o znacznie utrudnionych zakresach ruchu, często nie tylko kończyn górnych. Oprócz odpowiednich funkcji programistycznych sterujących w odpowiedni sposób efektorem zadajnika haptycznego konieczne jest dostosowanie stanowiska diagnostyczno-pomiarowego w taki sposób aby możliwe było stabilne zamocowanie ręki badanej osoby. Zamocowanie polegać musi na tym aby pacjent nie musiał własną siłą podtrzymywać ręki w odpowiedniej pozycji pozwalającej na zamocowanie dłoni do efektora zadajnika haptycznego. Niezwykle ważne jest również takie zaprojektowanie statywu podtrzymującego rękę aby ruch dłoni nie wywoływał niepożądanych ruchów przedramienia lub całej ręki, co mogło by spowodować niedokładny pomiar sił, oporów lub kąta wychylenia nadgarstka.

*[Między innymi jaki jest cel omówienia tego działu. Przeprowadzenie analizy czynności medycznych, które są stosowane do wykrywania i rehabilitacji dłoni plegicznej, posłużyło do przygotowania projektu wykorzystującego zadajnik haptyczny jako narzędzie do wykonania diagnostyki dłoni plegicznej. Dzięki rozmowom z doświadczonymi medykami w tej dziedzinie wyodrębnione zostały sposoby na odpowiednie przeprowadzenie analizy w celu ustalenia stopnia plegii oraz dobranie indywidualnego toku rehabilitacji do każdego pacjenta.]*

# 5. Projekt wykorzystania zadajnika haptycznego jako narzędzia do diagnostyki dłoni plegicznej

5.1. Przygotowanie stanowiska pomiarowego dla zadajnika

asd

5.2. Funkcje oprogramowania

1 – bezpieczeństwo, hamowanie ograniczenia prędkości

- cel tej części sterownika oraz słownie jaki rodzaj sterowania został zastosowany. Opisać również na czym polega sztuczne utrzymanie ręki na okręgu którego promieniem jest odległość stawu nadgarstka od efektora zadajnika

2 – funkcje do diagnostyki i pomiaru dłoni plegicznej

- w jaki sposób działają funkcje oraz jakie wartości wyjściowe i wejściowe są tam obecne. Opis teoretyczny a w 5.2 schematy i przebiegi

**Pamiętaj w tym dziale o tym, że masz pisać tak jakbyś zlecał komuś wykonanie projektu – nawet jeżeli nie zostanie skończony to na podstawie tej pracy ktoś ma wiedzieć jak go wykonać**

**Tak więc opis funkcjonalności dokładny – co ma robić oprogramowanie a w dziale 5.2 jak ma robić**

5.3. Schemat funkcji oraz przebiegi

1 – schemat blokowy części oprogramowania kolejno od: hamowania/utrzymania chwytaka w położeniu po łuku/funkcji do diagnostyki i pomiaru

Tutaj wstawić już przygotowany schemat części sterownika służącego za ograniczenie niebezpiecznych prędkości oraz opisać na podstawie przebiegów jego skuteczność. Schemat blokowy pozostałych części sterownika nie koniecznie w matlabie

# 6. Omówienie możliwości oraz analiza badań przeprowadzonych na zadajniku Omega 3 z zastosowaniem stworzonego oprogramowania

6.1. Wybrane badania do stwierdzenia skuteczności oprogramowania

Rodzaje badań – zastosowanie wiedzy pozyskanej od medyków do porównania badań które wykonują oni z tym co potrafi odczytać i przeanalizować oprogramowanie chwytaka

6.2. Analiza wyników przeprowadzonych badań

Porównanie skuteczności stworzonego narzędzia z opisanymi w dziale 6.1 badaniami, które mają posłużyć za kryterium skuteczności przygotowanego sprzętu

# 7. Literatura

[1] “Mullins, James, Christopher Mawson, and Saeid Nahavandi. ‘Haptic handwriting aid for training and rehabilitation.’ 2005 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Vol. 3. IEEE, 2005.,” doi: 10.1109/icsmc.2005.1571556.

[2] “Radło, W., Mazurkiewicz, S., Juda, Z., Tutaj, J., & Woźny, Z. (2014). Orteza wspomagana mechatronicznie dla pacjentów z trwałym wiotkim porażeniem kończyn. Problemy Nauk Stosowanych, 2.”

[3] “Olchowik, B., Sobaniec, W., Sołowiej, E., & Sobaniec, P. (2009). Aspekty kliniczne zwalczania spastyczności. Neurol Dziec, 18(36), 47-57.”

[4] “Ochs, G. A. (Ed.). (1995). Baclofen intrathekal: Leitfaden für die praktische Anwendung; 29 Tabellen. Thieme.”