

Dwuosiowy dżojstik dotykowy HapticUZ 2-DOF/DC

Paweł Bachman, Marcin Chciuk

Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski

Streszczenie: W artykule opisano budowę i badania dwuosiowego aktywnego dżojstika dotykowego, w którym wykorzystano silniki prądu stałego jako elementy wywołujące uczucie dotyku.

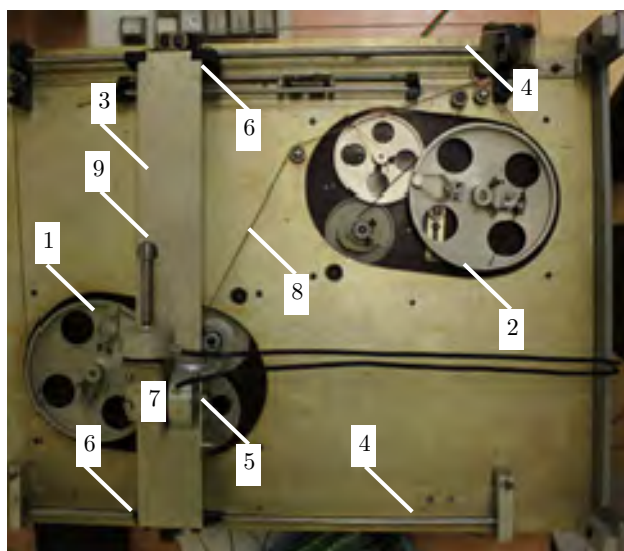
Słowa kluczowe: urządzenia dotykowe, sterowanie

1. Wprowadzenie

W wielu ośrodkach naukowych trwają obecnie badania nad zastosowaniem urządzeń dotykowych (ang. *haptic devices*) w procesie sterowania. Badania takie trwają też w zespole badawczym złożonym z pracowników Politechniki Poznańskiej i Uniwersytetu Zielonogórskiego. Dotychczas zajmowano się badaniami półaktywnych dżojstików z cieczami magnetoreologicznymi w sterowaniu serwonapędami elektrohydraulicznymi [1, 4, 5] oraz ramieniem robota [2, 3]. Kontynuując te badania wykonano dwuosiowy aktywny dżojstik, pracujący w układzie kartezjańskim.

2. Budowa dżojstika

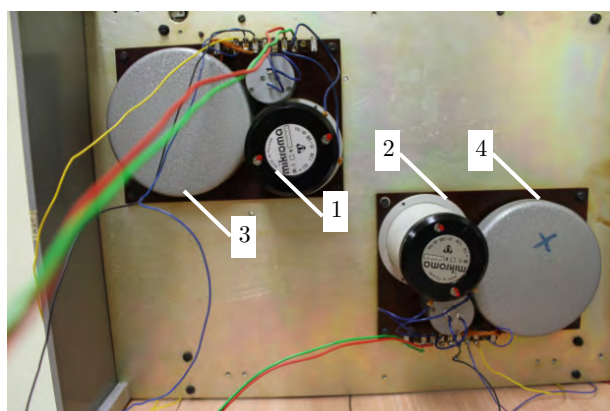
Dżojstik składa się z dwóch wózków (5 i 6 na rys. 1 dla osi X i Y) poruszających się po prowadnicach 3 i 4. Wózki połączone są z silnikami i potencjometrami służącym do pomiaru położenia za pomocą linek i systemu wielokrążków 8. Zakres ruchów wynosi 200 mm w osi X i 300 mm w osi Y.



Rys. 1. Widok mechanizmów dżojstika (z góry)

Fig. 1. Top view of joystick

W dżojstiku jako elementy aktywne wykorzystano silniki prądu stałego, które połączone są w moduły wraz z potencjometrami pomiaru położenia (1 i 2). Na wózku 5 zamocowany jest dwuosiowy czujnik siły 7 połączony z uchwytem dżojstika 9 w taki sposób, że mierzy on siły w osiach X i Y.



Rys. 2. Widok mechanizmów dżojstika (z dołu)

Fig. 2. Back side of the joystick

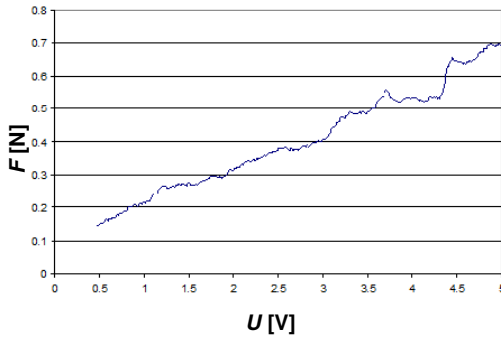
Na rys. 2 widoczna jest dolna część dżojstika. Umieszczone są na niej silniki 1 i 2 oraz precyzyjne potencjometry pomiarowe 3 i 4. Na obu silnikach zamontowane są sprzęgła zabezpieczające układ przez zniszczeniem.

Dwuosiowy czujnik siły wykonany jest z dwóch tenzometrów wagowych połączonych ze sobą pod kątem 90° . Widoczny on jest na rys. 3. Wykres pokazany na rys. 4. przedstawia zależność siły w osi X od napięcia silnika. Na rys. 5 pokazana jest podobna zależność dla osi Y. Pomiary zostały wykonane dla napięcia niepowodującego jeszcze ślizgania się sprzęgieł, czyli dla maksimum 5 V dla osi X i 3 V dla osi Y (proces ślizgania obserwowano w trakcie doświadczeń).

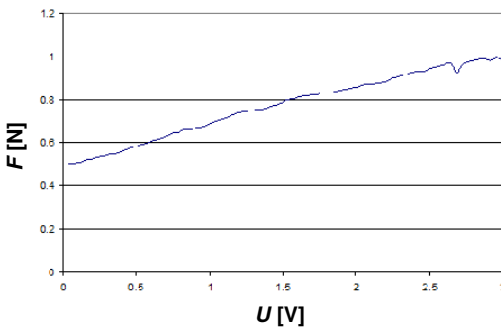


Rys. 3. Dwuosiowy czujnik siły

Fig. 3. 2-DOF force sensor

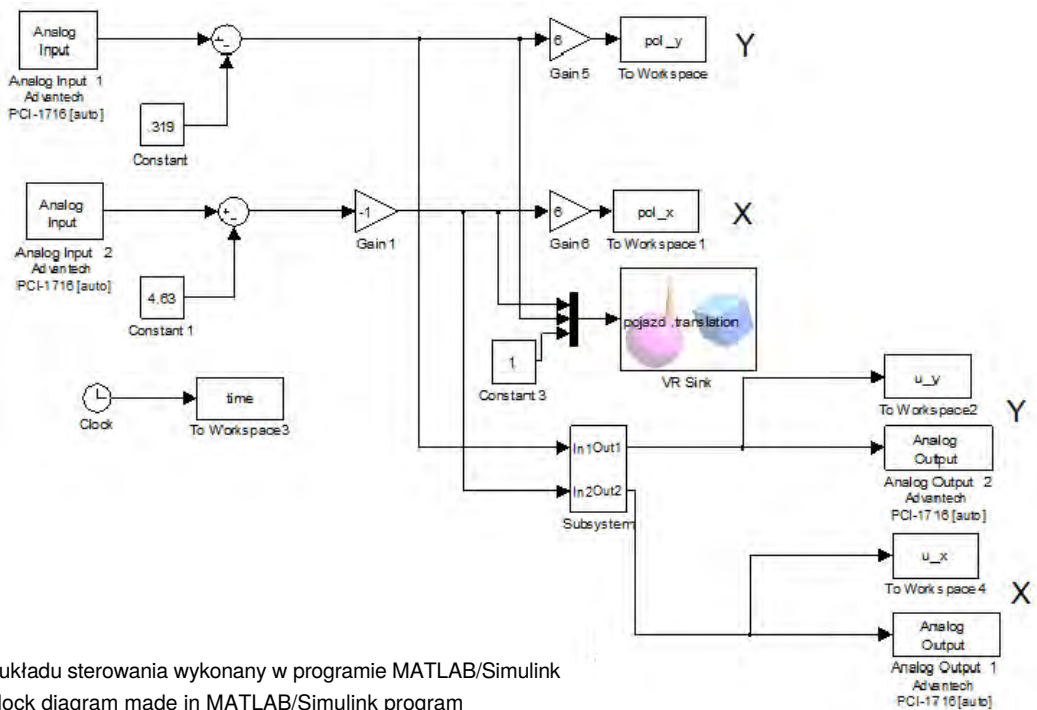


Rys. 4. Zależność siły od napięcia silnika w osi X
Fig. 4. The dependence of force from the motor voltage in the X axis



Rys. 5. Zależność siły od napięcia silnika w osi Y
Fig. 5. The dependence of force from the motor voltage in the Y axis

Wykonywane próby miały charakter statyczny, to znaczy, że dźwójnik był zablokowany, a mierzona na czujniku siła pochodziła tylko od silnika.

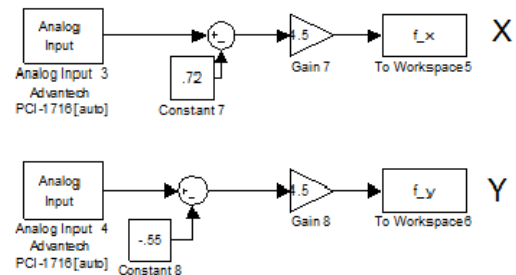


Rys. 6. Schemat układu sterowania wykonany w programie MATLAB/Simulink
Fig. 6. Control block diagram made in MATLAB/Simulink program

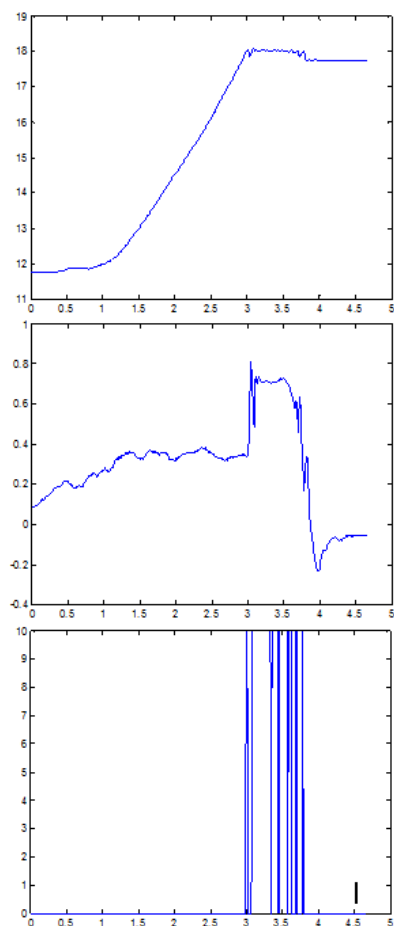
3. Układ sterowania i pomiary

Układ sterowania dźwójnika został wykonany w programie MATLAB/Simulink (rys. 6). Do przetwarzania sygnałów analogowych wykorzystano kartę wejść/wyjść RT-DAC z RT-CON. Na wejścia analogowe *Analog Input 1* i *Analog Input 2* doprowadzone są sygnały napięcia odpowiadające położeniu dźwójnika w osiach Y i X. Na rys. 7 widoczny jest wykonany w programie Simulink układ pomiaru sił dla obu osi. Układ sterowania połączono z wirtualną rzeczywistością, w której widoczny jest poruszający się obiekt wraz z ograniczeniem pola, po którym może się poruszać (w pierwszym przypadku) lub z drogą, którą ma przebyć (w drugim).

W pierwszym etapie badań sprawdzono, jak zachowuje się dźwójnik podczas uderzenia sterowanego obiektu w wirtualną, sztywną przeszkodę. Próby wykonano dla każdej z osi osobno. Na rys. 8 i 9 widoczne są charakterystyki położenia, siły i napięcia odpowiednio dla osi X i Y podczas zderzenia.

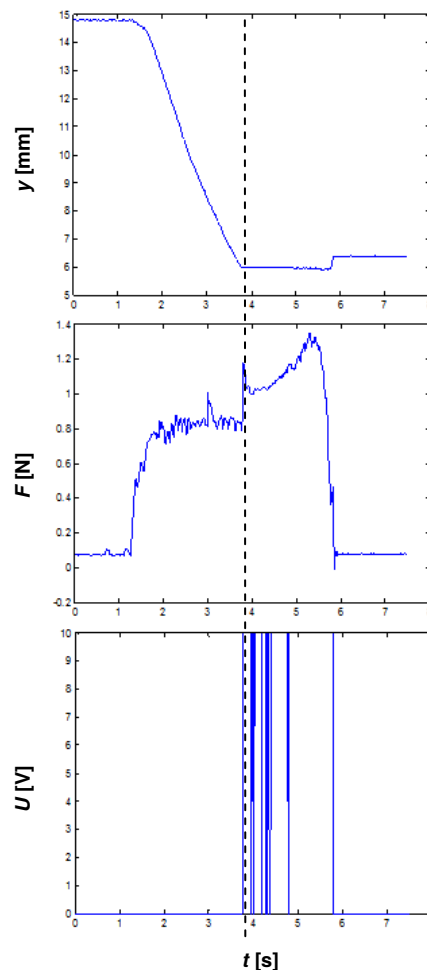


Rys. 7. Schemat układu pomiaru siły
Fig. 7. Diagram of force measurement system



Rys. 8. Przebiegi położenia, siły i napięcia silnika podczas zderzenia w osi X

Fig. 8. Characteristics of the position, force and motor voltage during a collision in the X

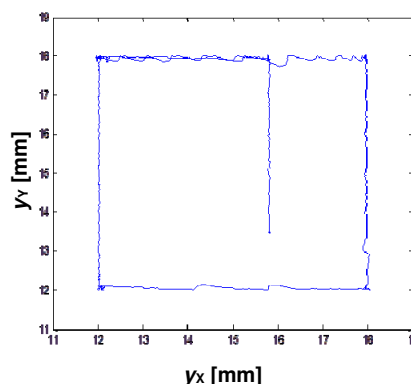
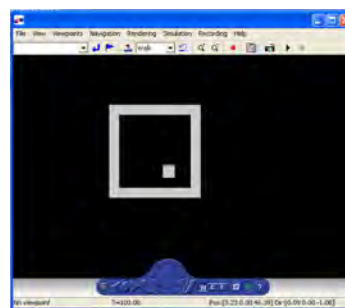


Rys. 9. Przebiegi położenia, siły i napięcia silnika podczas zderzenia w osi Y

Fig. 9. Characteristics of the position, force and motor voltage during a collision in the Y

Widoczna jest na nich zmiana położenia aż do momentu zderzenia oznaczonego linią przerywaną. W momencie zderzenia na silnik podawane jest napięcie powodujące ruch dżojstika w przeciwnym kierunku niż ruch ręki operatora, co powoduje wzrost siły oporu i wywołanie uczucia dotyku sztywnego przedmiotu.

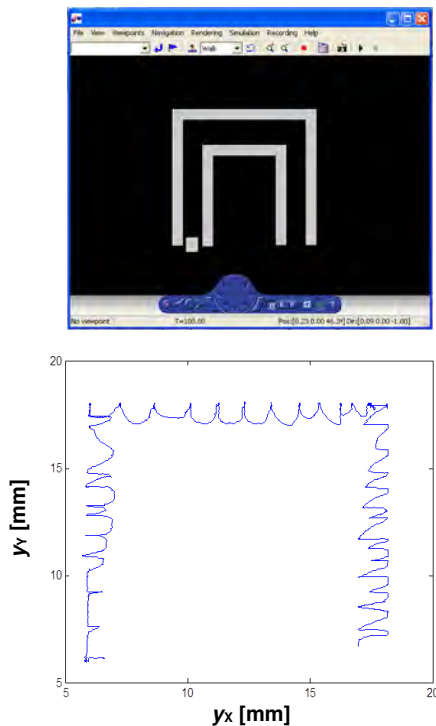
Na rys. 10 pokazano ekran komputera, na którym zaimplementowano wirtualne pomieszczenie (bariera w kształcie kwadratu), w którym umieszczony jest poruszany dżojstikiem obiekt (mały kwadracik). Założono, że obiekt ten nie może przekroczyć bariery. Każde zetknięcie obiektu z przeszkodą powoduje podanie na silnik napięcia wywołującego opór ruchu dżojstika w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu operatora. Na wykresie widoczna jest trajektoria ruchu dżojstika. Można zauważyć, jak dokładnie odwzorowany jest kształt wirtualnej bariery. Wynika z tego, że przy pomocy tego typu interfejsu można nie tylko wyczuwać siłę, z jaką działa sterowane urządzenie ale również identyfikować kształty dotykanych przez nie przedmiotów.



Rys. 10. Wirtualna rzeczywistość i trajektoria ruchu I

Fig. 10. Virtual reality and the motion trajectory I

W przypadku przedstawionym na rys. 11 sterowany obiekt miał „przejsć” przez wirtualny korytarz ograniczony z dwóch stron barierami. Podobnie jak w pierwszym przypadku każde zetknięcie się z przeszkodą powodowało zadziałanie silników i wygenerowanie siły działającej na ramiona dżojstika w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu operatora. Również i w tym przypadku widać, że trajektoria ruchu dżojstika niemal całkowicie mieści się wewnątrz wyznaczonego korytarza.



Rys. 11. Wirtualna rzeczywistość i trajektoria ruchu II
Fig. 11. Virtual reality and the motion trajectory II

4. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów można wnioskować, że dotykowe dżojstiki aktywne z zastosowaniem silników prądu stałego mogą być wykorzystywane zarówno do przekazywania operatorowi informacji o sile, z jaką pracuje sterowany napęd, jak i do identyfikacji kształtów dotykanych przez niego przedmiotów. Dodatkowo można dzięki takiemu interfejsowi odnajdować drogę w środowisku trudno dostępnym, bez możliwości jego obserwacji, np. podczas sterowania pojazdami. Dzięki temu, że interfejs można niemalże dowolnie wyskalować można z jego pomocą wykonywać dość precyzyjne ruchy.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010–2012 jako projekt badawczy "Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do nadzorowania pracy urządzeń mechatronicznych z napędami elektrohydraulicznymi sterowanymi bezprzewodowo".

Bibliografia

1. Chciuk M., Milecki A., Myszkowski A.: *Applications of magnetorheological brakes in manual control of lifting devices and manipulators*. „Journal of Physics: Conference Series”, 2009, Vol. 149.
2. Gawłowicz P., Chciuk M., Bachman P.: *Robot sterowany trzyosiowym dżojstikiem dotykowym z cieczą magnetoreologiczną*. „Pomiary Automatyka Robotyka”, 2/2009, 703–709.
3. Milecki A., Bachman P., Chciuk M.: *Control of a small robot by haptic joystick with magnetorheological fluid*. Mechatronic Systems and Materials – MSM 2011: 7th International Conference. Kaunas, Litwa, 2011.
4. Milecki A., Chciuk M., Bachman P.: *Sterowanie dwuosiowym podnośnikiem elektrohydraulicznym przy pomocy dżojstika dotykowego z cieczą MR*. „Pomiary Automatyka Robotyka”, 2/2011, 735–743.
5. Milecki A., Chciuk M., Bachman P.: *Zastosowanie liniowego dżojstika dotykowego do sterowania napędem elektrohydraulicznym*, „Pomiary Automatyka Robotyka”, 2/2011, 744–753. ■

2-DOF haptic joystick HapticUZ 2-DOF/DC

Abstract: The article describes the construction and research of 2-DOF active haptic joystick, which uses DC motors as components that cause a sense of touch.

Keywords: haptic device, control

mgr inż. Paweł Bachman

Asystent w Instytucie Edukacji Techniczno-Informatycznej, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski. Zainteresowania: mechatronika, sterowanie. Jest stypendystą w ramach Poddziałania 8.2.2 „Regionalne Strategie Innowacji”, Działania 8.2 „Transfer wiedzy”, Priorytetu VIII „Regionalne Kadry Gospodarki” Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej i z budżetu państwa.

e-mail: P.Bachman@eti.uz.zgora.pl

mgr Marcin Chciuk

Asystent w Instytucie Edukacji Techniczno-Informatycznej, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski. Zainteresowania: mechatronika, sterowanie.

e-mail: M.Chciuk@eti.uz.zgora.pl

