



**Pracownia Nauki Programowania
i Aplikacji Robotów Przemysłowych**

Instrukcja laboratoryjna

R 17

Zadajnik położeń o sześciu stopniach swobody.

Instrukcja dla studentów studiów dziennych.

Przygotował:
mgr inż. Paweł Żak

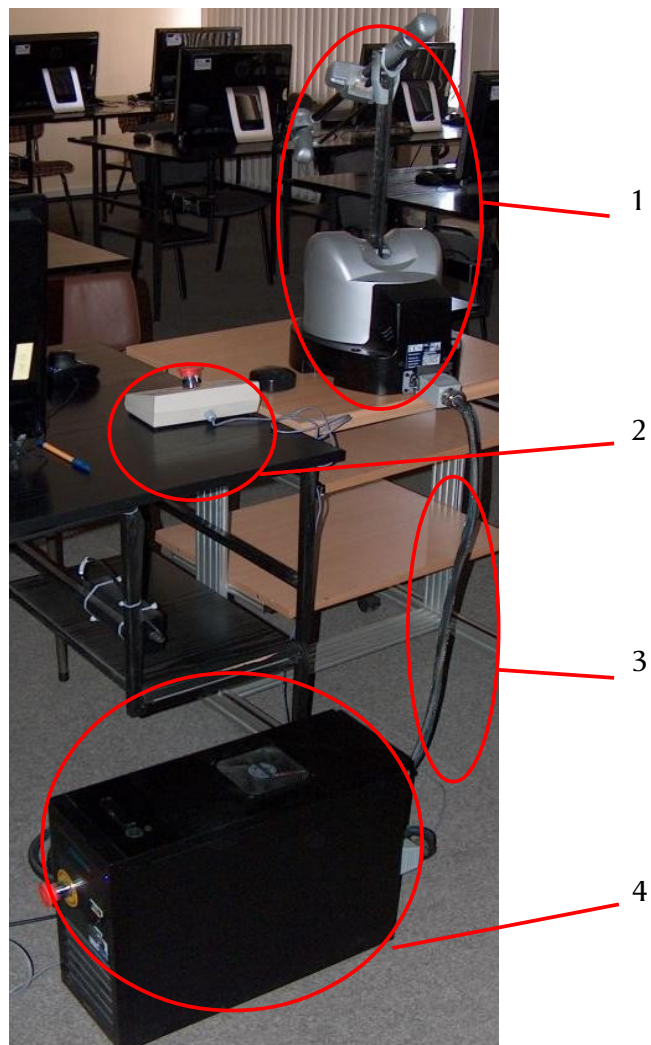
Łódź 2011 r.

Zajęcia odbywają się na aparaturze zakupionej w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013. Oś priorytetowa :V Infrastruktura Społeczna, Działanie :V.3 Infrastruktura edukacyjna pt.: "Dostosowanie infrastruktury edukacyjnej Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej do prognozowanych potrzeb i oczekiwań rynku pracy województwa łódzkiego poprzez zakup wyposażenia przeznaczonego do nowoczesnych metod nauczania."

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z tajnikami konstrukcji przemysłowego zadajnika położeń Virtuouse 6D35-45 francuskiej firmy Haption. Na kolejne zadania składać się będą: nauka obsługi zadajnika w środowisku wirtualnym dostarczonym przez producenta, integracja urządzenia ze środowiskiem programu SolidWorks w celu przemieszczania zaprojektowanych detali i mechanizmów oraz programowanie ruchów robota, również za pośrednictwem ww. programu.

2. Opis stanowiska



Rys. 1. Stanowisko laboratoryjne

W skład stanowiska (rys. 1) wchodzi:

- 1 – Zadajnik Virtuose6D35-45
- 2 – Wyłącznik bezpieczeństwa
- 3 – Przewód kompozytowy
- 4 – Jednostka sterująca

Głównym elementem omawianego stanowiska jest przytwierdzony do stolika zadajnik położony Virtuose6D35-45 (1). Za pośrednictwem kabla kompozytowego połączony jest z jednostką sterującą (4). Kabel ten służy do zasilania napędów zadajnika oraz przesyłu danych sprzężenia siłowego. Kolejnym elementem podłączonym do jednostki jest wyłącznik bezpieczeństwa (2), ta natomiast przesyła dalej przetworzone dane za pomocą typowego kabla sieciowego.

3. Opis zadajnika

W wielu gałęziach przemysłu praca, którą wcześniej wykonywali ludzie może z powodzeniem być przekazana do wykonania robotom przemysłowym, w szczególności prace nużące i żmudne, wymagające długotrwałego skupienia połączonego z zachowaniem wysokiej precyzji i dokładności wykonywanych działań, do których można dołączyć niekorzystne warunki środowiskowe (np. wysoka temperatura, zapylenie), jakie często mogą występować w miejscu pracy. Nie ma większego problemu, gdy wykonywane czynności można opisać powtarzającymi się komendami i stworzyć w ten sposób algorytm działania, które można bez większych problemów przenieść na język programowania zrozumiały przez danego robota. Istnieją jednak dziedziny przemysłu i życia, w których napisanie tego typu algorytmów jest bardzo trudne, albo wręcz niemożliwe. Dziedziny, w których konieczne jest błyskawiczne reagowanie na zaistniałe sytuacje (często nieprzewidziane), takie, które wymagają odrobiny wyczucia czy

nabytego doświadczenia, np. operacje chirurgiczne. W tego typu zastosowaniach doskonałym rozwiązaniem stają się tzw. telemanipulatory.

Telemanipulatory są to roboty, w których nie jest wymagane wcześniejsze pisanie programu, gdyż ruchy ramion uzależnione są przez cały czas od pracującego z nimi operatora, który steruje ruchami robota za pomocą zadajnika. Działa to w następujący sposób: operatora trzyma uchwyt zadajnika i wykonuje dowolne ruchy ręką. Zadaniem robota jest wykonanie takich samych ruchów za pomocą swojej końcówki roboczej. Ogólny zamysł jest taki, by ramię robota stało się przedłużeniem ręki operatora, co znacząco ułatwia zamontowanie na robocie czujnika siły, dzięki czemu możliwe staje się przekazanie informacji nt trafienia w jakiś obiekt.



Rys. 2. Zadajnik Virtuose6D35-45

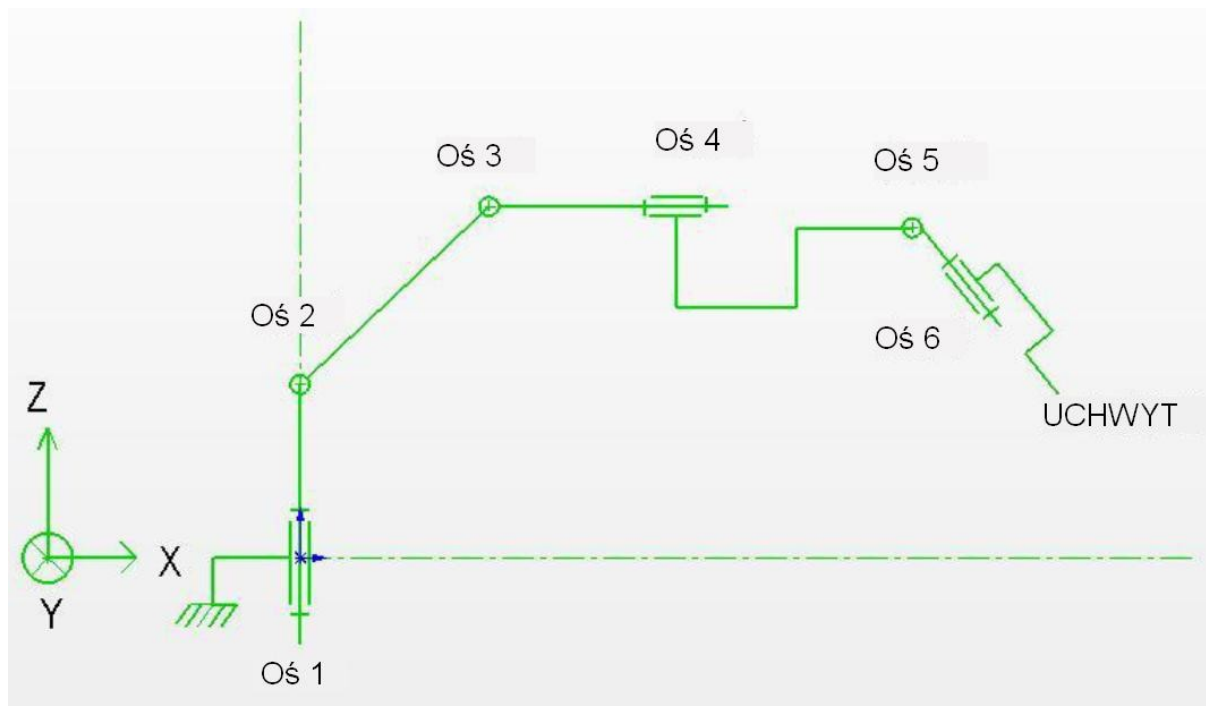
Na rysunku 2 przedstawiony został zadajnik Virtuose6D35-45 powszechnie stosowany w przemyśle do sterowania telemanipulatorami i maszynami, projektowania przestrzennego, symulowania ruchów mechanizmów oraz programowania robotów przemysłowych w środowisku programu SolidWorks. Tabela 1 zawiera informacje nt głównych parametrów opisywanej konstrukcji.

Tabela 1. Specyfikacja techniczna.

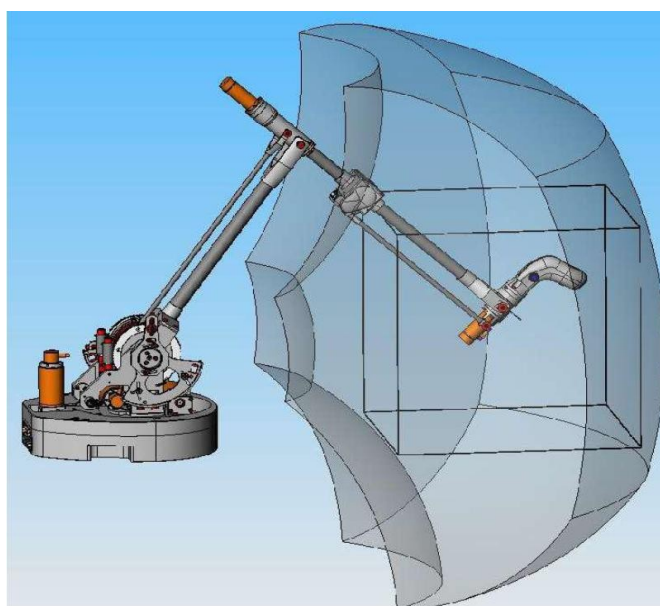
Wymiary zewnętrzne	110 x 50 x 30 cm
Ciężar	10 kg

Liczba napędów	6
Typ napędów	DC
Moc napędów	150 W (osie 1 - 3) i 20 W (osie 4 - 6)
Napięcie zasilające zadajnika	48 V DC
Napięcie zasilające jednostki sterującej	100V-240 VAC, 50/60 Hz jednofazowe
Przestrzeń robocza dla przemieszczeń	450 mm
Przestrzeń robocza dla obrotów	145° - 115° - 118°
Maksymalna siła dla przemieszczeń wewnątrz przestrzeni roboczej	35 N
Ciągła siła dla przemieszczeń wewnątrz przestrzeni roboczej	10 N
Maksymalny moment dla obrotów wewnątrz przestrzeni roboczej	3,1 Nm
Ciągły moment dla obrotów wewnątrz przestrzeni roboczej	1 Nm
Maksymalna sztywność podczas przemieszczeń wewnątrz przestrzeni roboczej	2000 N/m
Maksymalna sztywność podczas obrotów wewnątrz przestrzeni roboczej	30 Nm/rad
Maksymalna rozdzielczość	0,006 mm

Omawianą konstrukcję cechuje szeregowy łańcuch kinematyczny o sześciu stopniach swobody. Każda oś wyposażona jest we własny napęd, dzięki czemu możliwe jest realizowanie siłowego sprzężenia zwrotnego dla każdego członu ramienia. Rysunki 3 i 4 przedstawiają dokładny schemat kinematyczny zadajnika oraz wygląd przestrzeni roboczej.



Rys. 3. Schemat kinematyki zadajnika



Rys. 4. Przestrzeń robocza zadajnika

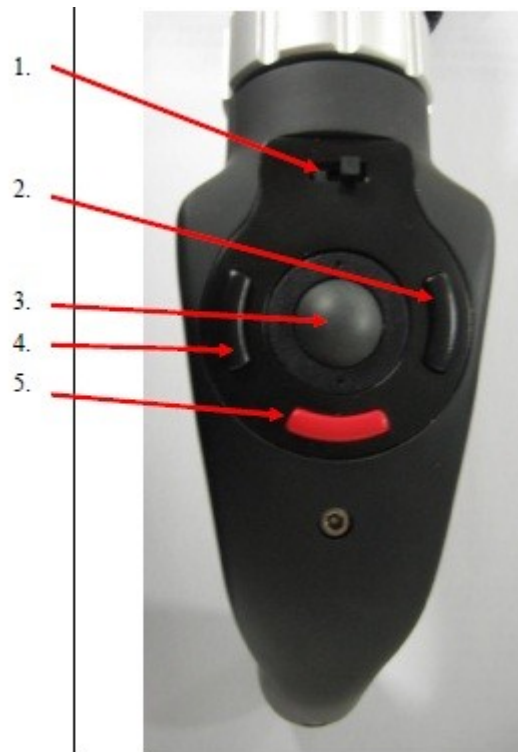
4. Opis jednostki sterującej



Rys. 5. Jednostka sterująca

Podczas obsługi jednostki sterującej (rys. 5) należy zwracać uwagę na komunikaty pojawiające się na wyświetlaczu LCD (3). Informacje przekazywane za jego pomocą są bardzo zdawkowe i lakoniczne, jednak w większości wypadków wystarczające. Jeśli jednak potrzebna jest pełna komunikacja z jednostką należy podłączyć do niej monitor poprzez złącze VGA. Dwupołożeniowy przełącznik 2 służy do włączania siłowego sprzężenia zwrotnego. Ostatnim elementem jest wyłącznik bezpieczeństwa 1. Jego wduszenie powoduje fizyczne rozłączenie układu zasilającego, co oznacza, że jest on kompletnie niezależny od programu sterującego.

5. Opis uchwytu sterującego



Rys. 6. Uchwyt sterujący

Na rysunku 6 przedstawiającym uchwyt zadajnika zaznaczono następujące elementy:

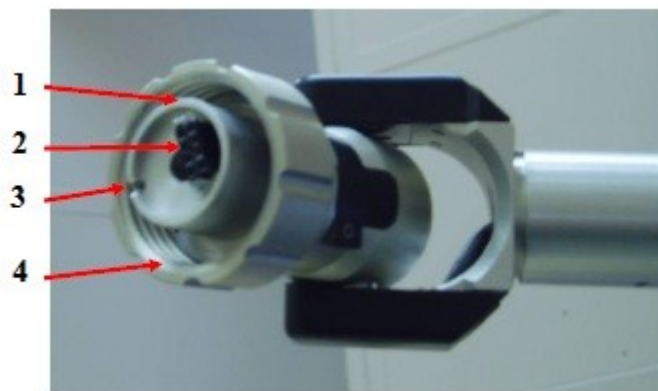
1. Przełącznik trybu pracy; przestawiony w prawo ustawia urządzenie do pracy w trybie Virtuouse, co oznacza, że korzystać można ze wszystkich funkcji zadajnika. Ustawienie drugiego położenia włączy pracę w trybie myszy, w wyniku czego ruchy zadajnika przekładane będą na ruch kursora myszy. Warto o tym pamiętać jeśli praca z zadajnikiem odbywa się przy komputerze pozbawionym własnej myszy.
2. Przycisk programowalny, w zależności od uruchomionej aplikacji jego funkcje mogą być różne. Niezależnie od współdziałającego programu podwójny wciśnięcie przycisku przełączy zadajnik w tryb pracy myszy.
3. Trackball – element dodatkowy, w razie potrzeby istnieje możliwość dodania jego obsługi w tworzonym oprogramowaniu.

4. Przycisk programowalny, brak dodatkowy funkcji.
5. Przycisk sprzęgła, wykorzystuje się go, gdy w trakcie manipulowania przedmiotem w przestrzeni wirtualnej zadajnik osiągnie kres swoich możliwości ruchowych. Wduszenie przycisku spowoduje programowe „odłączenie” enkoderów i ruchy zadajnika przestaną być rejestrowane, dzięki czemu możliwe staje się ustawienie kiści na powrót wewnątrz przestrzeni roboczej.

Warto nadmienić, że domyślny uchwyt operatora wyposażony został w zabezpieczenie sprawiające, że zadajnik zareaguje jedynie na ruchy wykonywane pewnie chwyconym uchwytem sterującym.

5. 1. Wymiana uchwytu sterującego

Domyślny uchwyt sterujący zamocowany jest w złączu umożliwiającym szybką wymianę narzędzia pracy (rys. 7). W zależności od uruchomionej aplikacji użytkownik ma możliwość wyboru uchwytu, z którym będzie pracował, co praktycznie pozbawione jest ograniczeń, gdyż znajdujący się w zestawie uchwyt modułowy pozwala na stworzenie dowolnego wymaganego narzędzia.



Rys. 7. Złącze wymiany narzędzia

Procedura zmiany uchwytu jest następująca:

- Odkręcić nakrętkę 4 aż zamocowany uchwyt stanie się swobodny i możliwe będzie zsuniecie go z tulei ustalającej 1

- Zakładanie nowego uchwytu rozpocząć należy od skojarzenia właściwego jego elementu z rowkiem pozycjonującym 3 na tulei ustalającej 1
- Powoli wsunąć uchwyt w złączkę zwracając przy tym uwagę, czy złącze elektryczne 2 trafiło we właściwe położenie
- Dokręcić nakrętkę 4

6. Uruchamianie stanowiska

Aby uruchomić stanowisko (rys. 1) należy po kolei:

- Upewnić się, że zadajnik jest solidnie przytwierdzony do podstawy
- Podłączyć przewód kompozytowy do zadajnika 1 i jednostki sterującej 4
- Połączyć jednostkę sterującą z komputerem zewnętrznym za pomocą kabla sieciowego
- Odblokować wszystkie przyciski bezpieczeństwa (na jednostce sterującej, na panelu zewnętrznym)
- Upewnić się, że bezpieczniki na tylnej części jednostki sterującej nie odcinają zasilania, po czym przełączyć włącznik główny do pozycji ON
- Po usłyszeniu sygnału dźwiękowego przełączyć przycisk sprzężenia siłowego do położenia ON, co rozpocznie procedurę bazowania

Po wykonaniu powyższych czynności zadajnik jest gotowy do pracy.

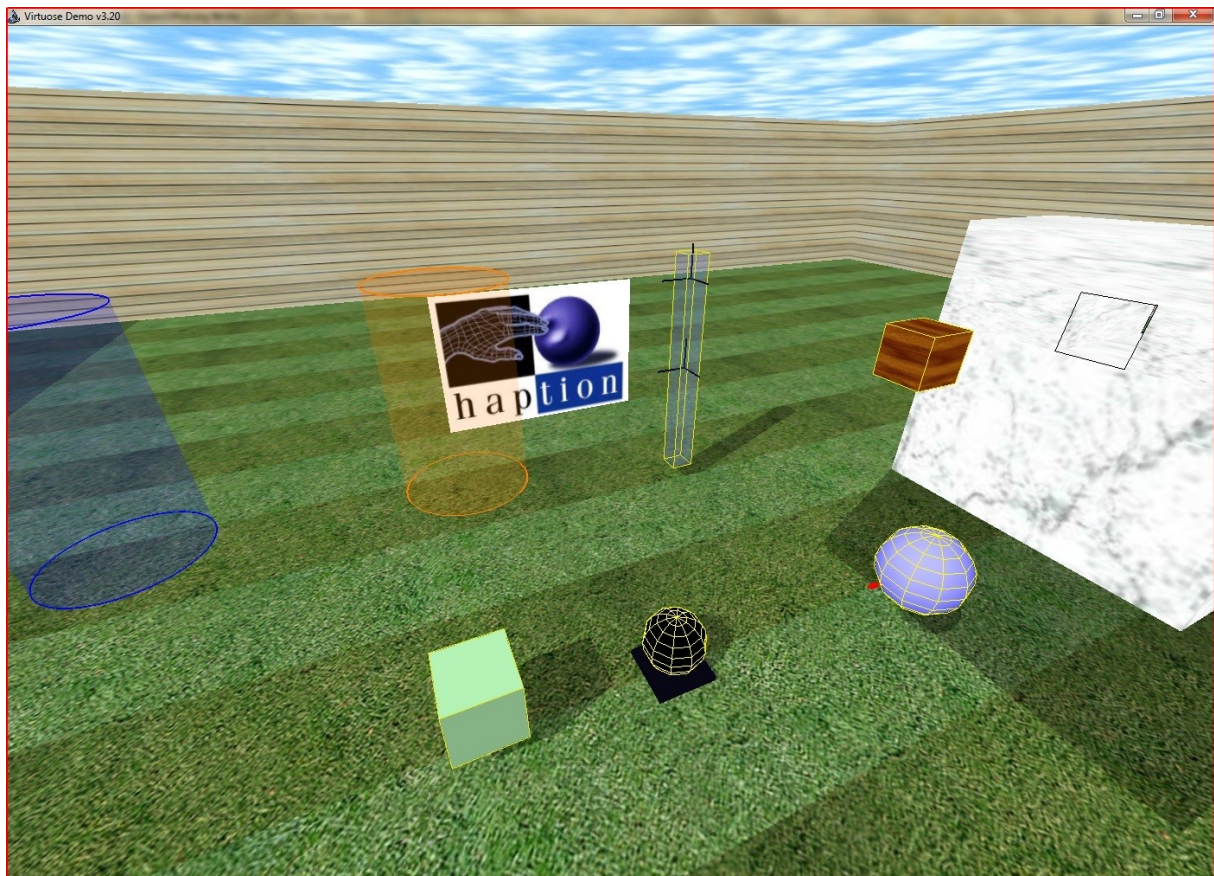
7. Środowisko wirtualne Haption

Producent zadajnika dostarcza środowisko wirtualne, dzięki któremu użytkownik ma możliwość dokładnego zapoznania się z możliwościami manipulacyjnymi oferowanymi przez urządzenie. Program ten pozwala na pełne przetestowanie siłowego sprzężenia zwrotnego, które zostało doń zaimplementowane.

Po uruchomieniu dostarczone demo oczom operatora ukaże się scena (rys) zawierające elementy, z którymi można wejść w interakcję. Ruchy zadajnika powodują przemieszczanie się związanego z nim układu współrzędnych. Gdy ten zbliży się elementu dającego się pochwycić zostanie to zasygnalizowane poprzez podświetlenie danego detalu na czerwono. Wciśnięcie lewego przycisk na uchwycie przytwierdzi dany przedmiot do poruszanego układu współrzędnych.

Znajdujące się na scenie kolorowe walce pozwalają na symulowanie pracy w zmienionym środowisku. Niebieski charakteryzuje zwiększona gęstość ośrodka, żółty natomiast symbolizuje strefę zwiększonej grawitacji.

Płachta z logo producenta jest podatna i umożliwia symulowanie kontaktu elementów sprężystych.



Rys. 8. Środowisko wirtualne dostarczone przez Haption

8. Zadania do wykonania

1. Wymiana uchwytu sterującego w zależności od wybranej aplikacji.
2. Poprawne podłączenie, uruchomienie i zablozowanie zadajnika.
3. a) Wykorzystując program dostarczony przez producenta zapoznać się z możliwościami ruchowymi urządzenia oraz oferowanymi przezeń możliwościami interakcji z otoczeniem w przestrzeni wirtualnej.
b) Wykonać proste czynności manipulacyjne na elementach w omawianym środowisku.
4. a) Przeprowadzenie procesu integracji zadajnika ze środowiskiem programu SolidWorks. Stworzenie sceny i zapoznanie się z możliwościami manipulacyjnymi konstrukcji.
b) Złożenie prostego mechanizmu z dostępnych elementów i zbadanie możliwości napędzenia go z wykorzystaniem zadajnika.
5. Wykorzystanie zadajnika do sterowania modelem robota przemysłowego w przestrzeni wirtualnej SW, stworzenie i zapisanie trajektorii ruchu.