

Programowanie robota FANUC w środowisku symulacyjnym *Roboguide**

Mirela Kaczmarek[†]

Laboratorium Robotów Autonomicznych
Wydział Elektroniki
Politechnika Wrocławska

Spis treści

1	Wstęp	1
2	Tworzenie stanowiska roboczego	1
2.1	Dodawanie odpowiedniego narzędzia robota	6
2.2	Dodawanie dodatkowych elementów	8
3	Programowanie robota	10
3.1	<i>Simulation Program Editor</i>	10
3.2	Wirtualny <i>Teach Pendant</i>	12
3.3	<i>Simulation Program Editor</i> a wirtualny <i>Teach Pendant</i>	13
4	Uwagi pomocnicze	13

1 Wstęp

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z podstawami programowania robotów manipulacyjnych firmy FANUC przy wykorzystaniu środowiska symulacyjnego *Roboguide*. Aby przystąpić do realizacji zadania należy zainstalować oprogramowanie *Roboguide*.

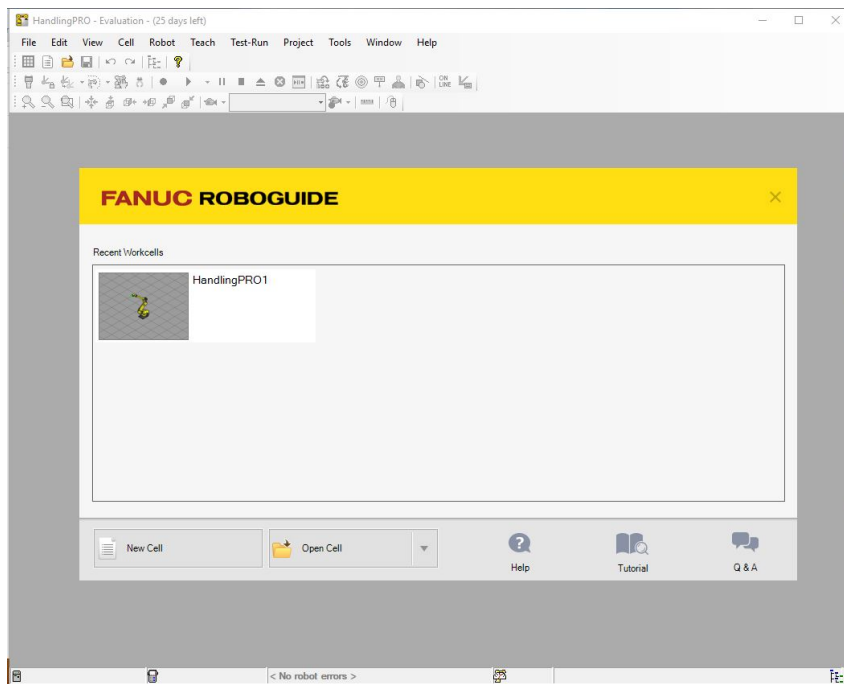
Roboguide to zintegrowane wirtualne środowisko przeznaczone do modelowania zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych oraz programowania i symulowania pracy robota. Oprogramowanie w pełni odzwierciedla rzeczywiste możliwości robotów firmy FANUC.

2 Tworzenie stanowiska roboczego

Po uruchomieniu środowiska *Roboguide* otwiera się okno (Rys. 1) pozwalające na wybór dotychczas realizowanych projektów lub stworzenie nowej komórki. W celu stworzenia nowego stanowiska należy wybrać ikonę *New Cell*.

*Materiały przeznaczone do realizacji kursu Podstawy Robotyki – online, wersja beta, przygotowana w oparciu o *Roboguide* V9 rev. D, data aktualizacji 24 kwietnia 2020

[†]Katedra Cybernetyki i Robotyki



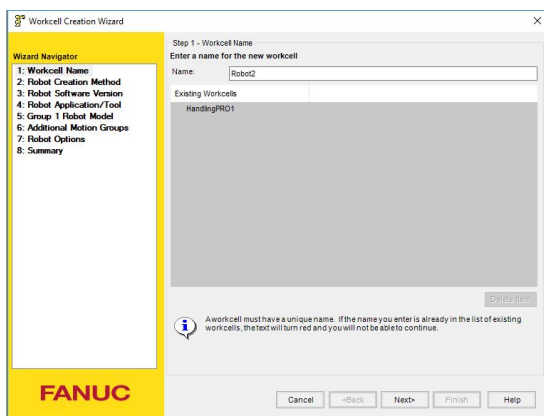
Rysunek 1: Widok po uruchomieniu środowiska Roboguide.

Spowoduje to przejście do kreatora *Workcell Creation Wizard*, który umożliwi stworzenie i skonfigurowanie komórki w ośmiu krokach:

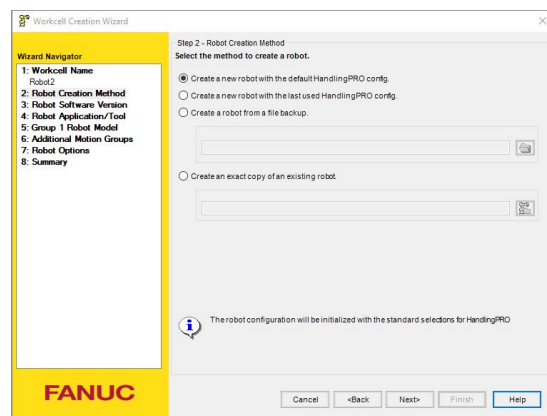
Krok 1 Ustalenie nazwy projektu (Rys. 2a).

Krok 2 Wybór metody tworzenia nowego stanowiska. W tym kroku możliwe jest wykorzystanie domyślnej konfiguracji, konfiguracji zgodnej z ostatnio edytowaną, odtworzenie konfiguracji w oparciu o plik *backup* lub utworzenie komórki na podstawie konfiguracji dostępnego rzeczywistego robota.

W celu rozpoczęcia pracy z nową komórką należy wybrać nowego robota z domyślną konfiguracją (*Create a new robot with default HandlingPro config*) (Rys. 2b).



(a) Krok 1 - podanie nazwy komórki.



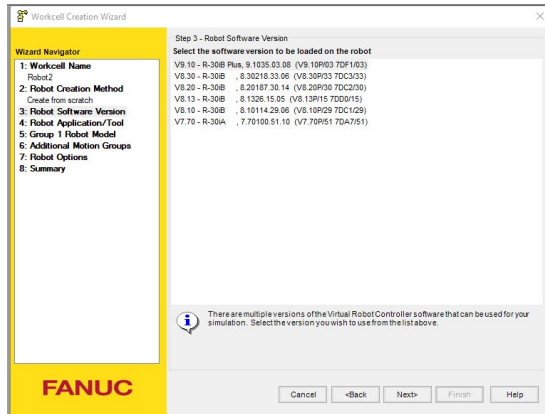
(b) Krok 2- wybór konfiguracji.

Rysunek 2: Okna startu programu.

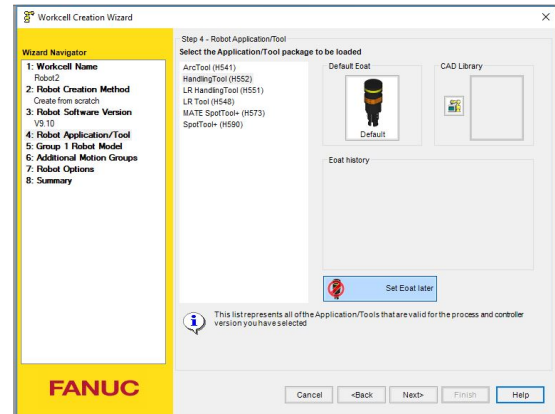
Krok 3 Wybór wersji oprogramowania dla Wirtualnego Kontrolera Robota, w które wyposażony będzie robot - powinno ono być zgodne z oprogramowaniem, w które

wyposażony jest rzeczywisty robot (wybór dowolny, gdy praca odbywać się będzie jedynie na wirtualnym robocie) 3a,

Krok 4 Wybór aplikacji i narzędzi, w które wyposażony będzie robot. W tym kroku należy wybrać pakiet LR Handling tool. Jest to podstawowy pakiet do zadań manipulacyjnych. Okno widoczne na rysunku Rys 3b.



(a) Krok 3- wybór wersji oprogramowania.



(b) Wirtualny kontroler podczas procedury startu.

Rysunek 3: Okna startu programu.

W tym kroku można także zdefiniować narzędzie/końcówkę roboczą, w którą będzie wyposażony robot tzw. EAOT (End of Arm Tooling). Konfigurację narzędzia można także przeprowadzić później - w tym celu należy kliknąć na ikonę **Set Eoat later** (Rys 3b).

Krok 5 Wybór rodziny i typu robota. Należy wybrać LR Mate 200iD (lub inny zgodnie z koncepcją realizacji projektu).

Krok 6 Konfiguracja zewnętrznych osi, w które wyposażone będzie stanowisko. Są to wszelkiego rodzaju pozycjonery i serwonapędy oraz dodatkowe roboty, które chcemy umieścić wewnątrz stanowiska. W tym kroku należy pozostawić ustawienia domyślne i przejść dalej.

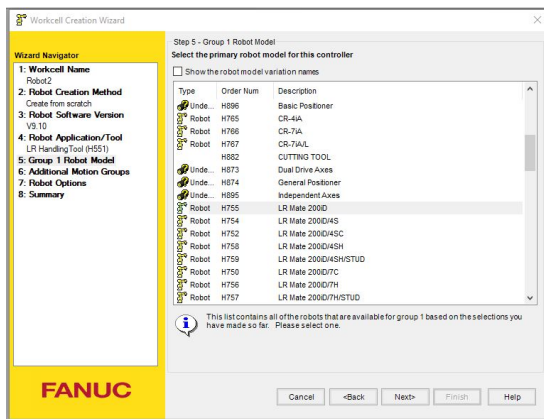
Krok 7 Dodatkowe opcje konfiguracji - m.in. dodatkowe opcje oprogramowania (np. system wizyjny lub unikanie kolizji), a także opcje językowe. W zakładce *Advanced* można wybrać rozmiar pamięci. W tym kroku należy pozostawić ustawienia domyślne i przejść dalej.

Krok 8 Podsumowanie konfiguracji stanowiska. W tym kroku są wyświetlane parametry skonfigurowanego robota (Rys 5b).

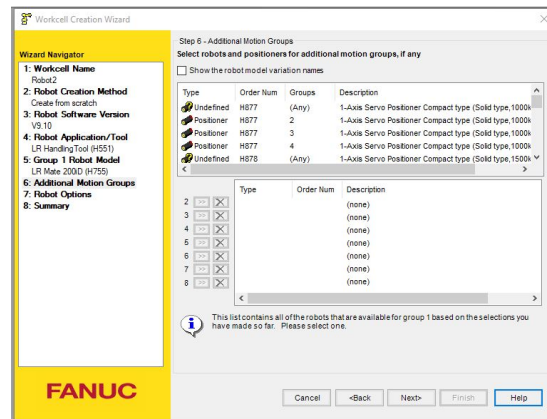
Po naciśnięciu przycisku *Finish* jest generowany wirtualny kontroler oraz model robota. Na ekranie wyświetla się wirtualny Teach Pendant. Po zakończeniu procedury konfiguracji stanowiska i startu zostanie wygenerowana podstawowa komórka robocza z wybranym uprzednio robotem. Widok okna programu przedstawiono na Rys. 6

Okno programu zawiera m.in:

- standardowy pasek narzędzi - znajdują się na nim wszystkie podstawowe funkcje obsługi robota.

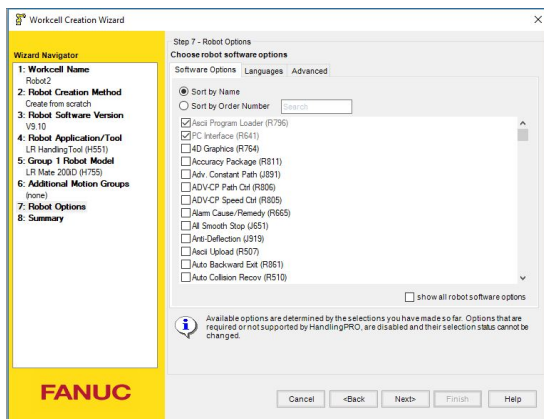


(a) Krok 3- wybór wersji oprogramowania.

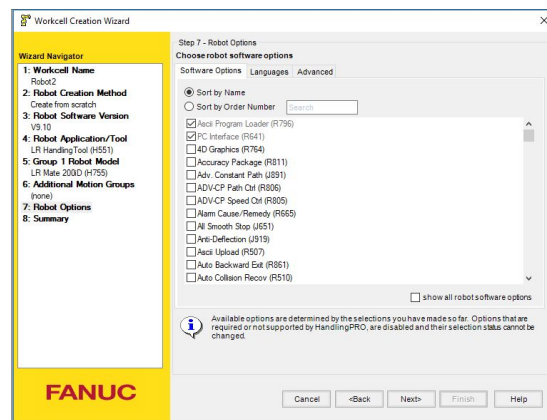


(b) Wirtualny kontroler podczas procedury startu.

Rysunek 4: Okna startu programu.



(a) Krok 3- wybór wersji oprogramowania.

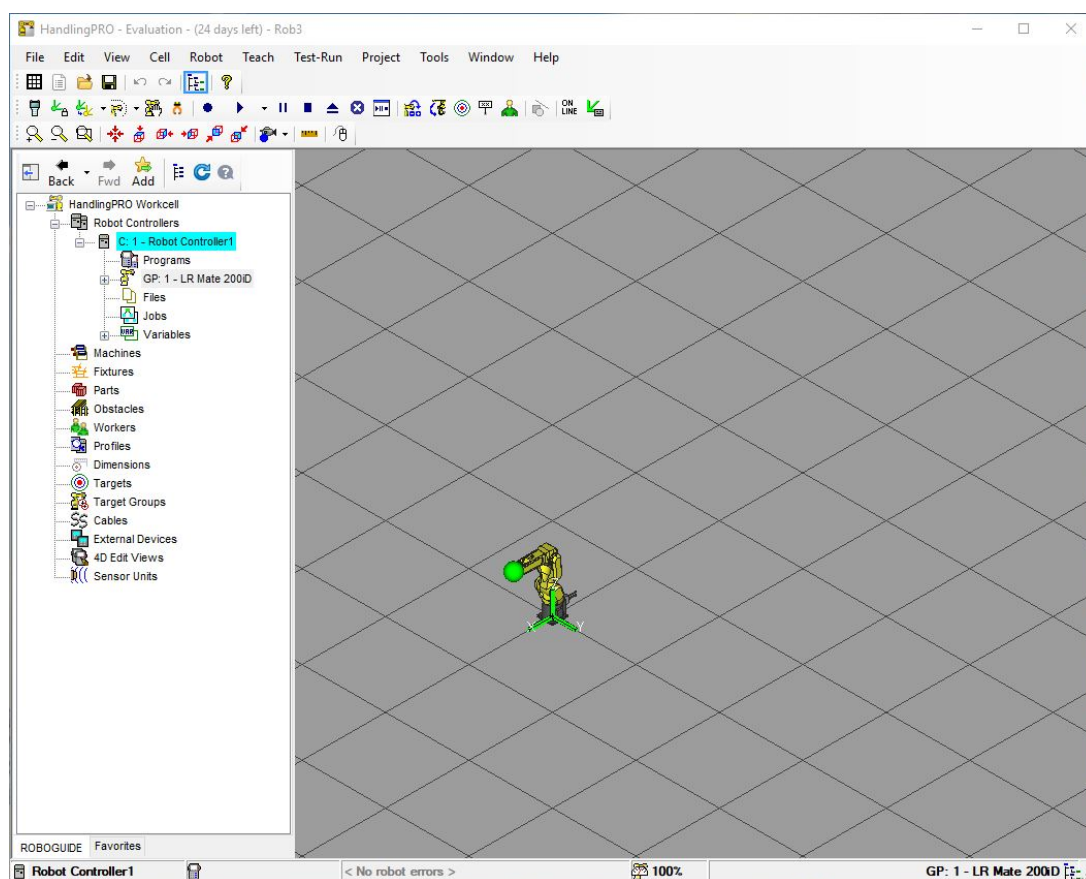


(b) Wirtualny kontroler podczas procedury startu.

Rysunek 5: Okna startu programu.

- pasek widoku - obsługa widoku, obrót kamery oraz pomiar odległości,
- Cell Browser - przeglądarka struktury całego stanowiska, zawierając m.in.:
 - obiekty stałe stanowiska (fixtures) - podesty, taśmociągi, półki z elementami, itd.,
 - części będące przedmiotem działania naszego stanowiska (parts),
 - panel sterownika robota (robot controller), gdzie znajduje się robot oraz m.in. jego chwytaki (tooling) oraz programy działania (Programms),
- obszar roboczy stanowiska wraz z wybranym robotem.

Widok obszaru roboczego można zmieniać przy użyciu różnych kombinacji klawiszy myszki. Możliwe jest wyświetlenie/schowanie okna podpowiedzi komend. W tym celu na belce programu (Rys 12) należy wybrać ikonkę myszy. Wówczas zostanie wyświetlone/schowane okno widoczne na Rys.13. Do zmiany widoku obszaru roboczego można wykorzystać także przyciski znajdujące się na belce (Rys. 12).



Rysunek 6: Procedura startu.



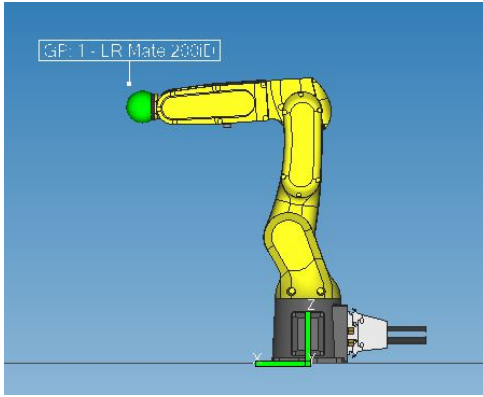
Rysunek 7: Belka programu.

3D World Mouse Commands		
View Functions	Object Functions	MoveTo Functions
Rotate view: RIGHT Drag	Move object, one axis: LEFT Drag triad axis	Move robotto surface: [CTRL] + [SHIFT] + LEFT-Click
Pan view: [CTRL] + RIGHT Drag	Move object, multiple axes: [CTRL] + LEFT Drag triad	Move robotto edge: [CTRL] + [ALT] + LEFT-Click
Zoom in/out: BOTH Drag (mouse Y axis)	Rotate object: [SHIFT] + LEFT Drag triad axis	Move robotto vertex: [CTRL] + [ALT] + [SHIFT] + LEFT-Click
Select object: LEFT-Click	Object property page: DOUBLE-LEFT Click	Move robotto center: [SHIFT] + [ALT] + LEFT-Click

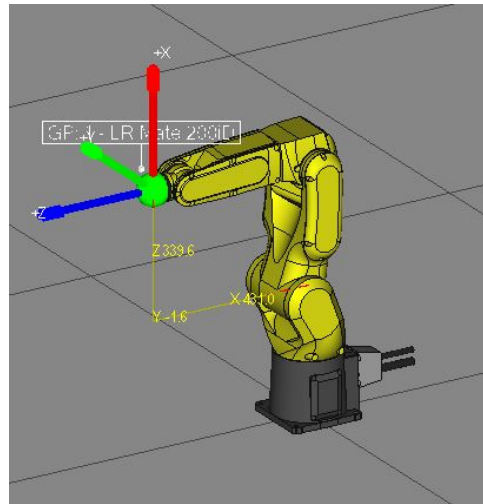
Rysunek 8: Procedura startu.

Na Rys. 10b przedstawiono widok robota. Robota można przesunąć wzdłuż osi zaznaczonego przy podstawie robota układu współrzędnych. Tool center point (TCP) robota jest oznaczony za pomocą zielonej kuli. Po kliknięciu w zieloną kulę pojawia się układ współrzędnych XYZ umożliwiający przesuwanie końcówki robota wzdłuż osi (Rys. 10b).

Jeżeli kula zmieni kolor na czerwony, tzn. że punkt nie może zostać osiągnięty przez robota. Ustawienie przegubów robota można zmienić także wpisując na znajdującej się na dole okna belce (dostępnej po kliknięciu na zieloną kulę) odpowiednie wartości (w układzie *Cartesian (WORLD)* lub *JOINT* do wyboru).



(a) Krok 3- wybór wersji oprogramowania.

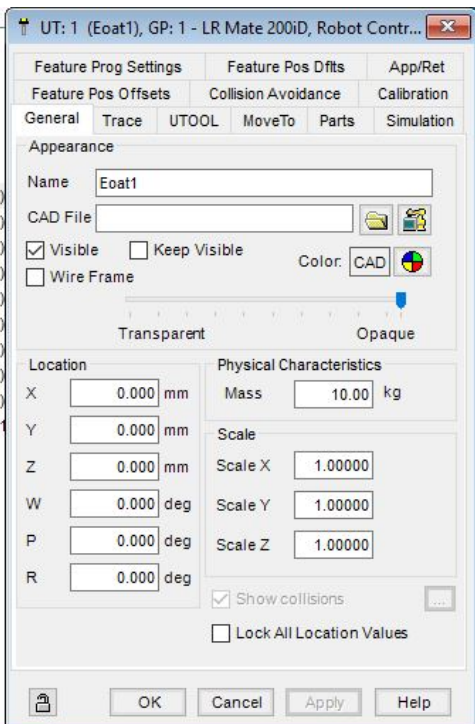


(b) Wirtualny kontroler podczas procedury startu.

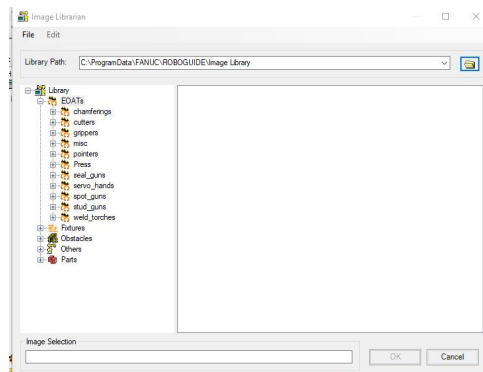
Rysunek 9: Okna startu programu.

2.1 Dodawanie odpowiedniego narzędzia robota

Aby dodać odpowiednią końcówkę roboczą należy w drzewie projektu (zakładki widoczne po lewej stronie) rozwinąć katalog *Robot Controller* i katalog danego robota, a następnie rozwinąć zakładkę *Tooling* i wybrać układ współrzędnych odpowiadający danemu narzędziu (np. UT: 1 (Eoat1)). Po dwukrotnym kliknięciu w wybrany układ współrzędnych wyświetli się okno pozwalające na konfigurację narzędzia, widoczne na Rys. 10a.



(a) Okno konfiguracji narzędzia.



(b) Wybór narzędzia.

Rysunek 10: Konfiguracja narzędzia

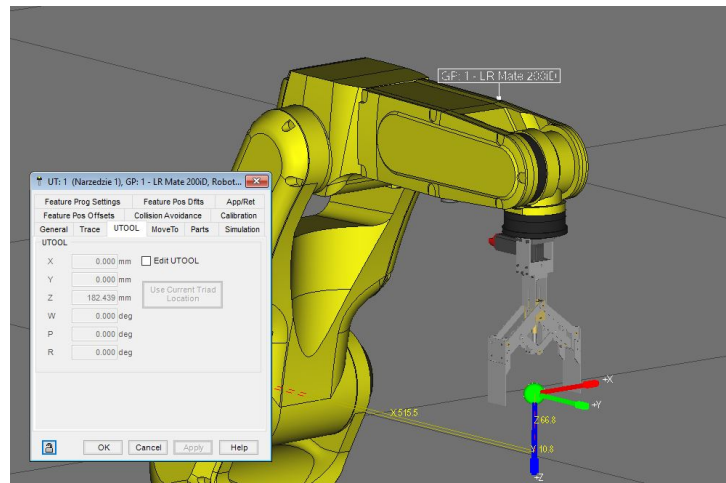
W zakładce *General* można przypisać nazwę narzędziu. Gotowe narzędzie można do-

dać korzystając z biblioteki gotowych elementów, klikając w ikonę robota, wówczas otwarte zostanie okno biblioteki gotowych elementów.

Aby dodać chwytak należy wybrać zakładkę *grippers*, następnie typ np. 36005f-200-2 i zatwierdzić wybór klikając OK. Następnie należy kliknąć Apply. Wówczas chwytak pojawi się w oknie roboczym. Jego fizyczne właściwości (masę oraz rozmiar) można zmodyfikować w oknie narzędzia. Wielkość chwytaka należy dopasować do wielkości robota. Można także odpowiednio ustawić jego położenie oraz orientację (*Location*).

W celu umożliwienia symulacji otwierania i zamykania narzędzia należy przejść do zakładki *Simulations* i w ustawieniach chwytaka (Gripper Settings) ustawić w polu *Function* opcje *Material Handling-Clamp*. Następnie wybrać zamknięty model chwytaka (klikając ikonę z robotem - analogicznie jak przy dodawaniu otwartego chwytaka należy wybrać element z biblioteki w wersji zamkniętej, np. 36005f-200-4).

Po dodaniu narzędzia należy ustalić jego TCP. W tym celu należy wybrać zakładkę *UTOOL* i zaznaczyć opcję *Edit UTOOL*. Wówczas zostanie uaktywnione okno parametrów TCP. Parametry te można wpisać ręcznie w odpowiednie pola (X,Y,Z, W,P,R) lub ustawić zieloną kulkę w odpowiedniej pozycji przesuując ją wzdłuż odpowiednich osi. W przypadku chwytaka dobrze jest umieścić TCP pomiędzy elementami chwytającymi. Przykładowe ustawienie TCP przedstawiono na Rys. 11. Po kliknięciu przycisku Use Current Triad Location oraz przycisku Apply konfiguracja TCP zostanie zakończona.



Rysunek 11: ddddd



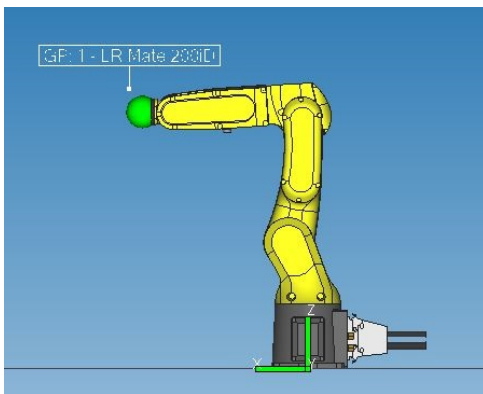
Rysunek 12: Belka programu.

3D World Mouse Commands			
	View Functions	Object Functions	MoveTo Functions
Rotate view:	RIGHT Drag	Move object, one axis:	LEFT Drag triad axis
Pan view:	[CTRL] + RIGHT Drag	Move object, multiple axes:	[CTRL] + LEFT Drag triad
Zoom in/out:	BOTH Drag (mouse Y axis)	Rotate object:	[SHIFT] + LEFT Drag triad axis
Select object:	LEFT-Click	Object property page:	DOUBLE-LEFT Click
		Move robot to surface:	[CTRL] + [SHIFT] + LEFT-Click
		Move robot to edge:	[CTRL] + [ALT] + LEFT-Click
		Move robot to vertex:	[CTRL] + [ALT] + [SHIFT] + LEFT-Click
		Move robot to center:	[SHIFT] + [ALT] + LEFT-Click

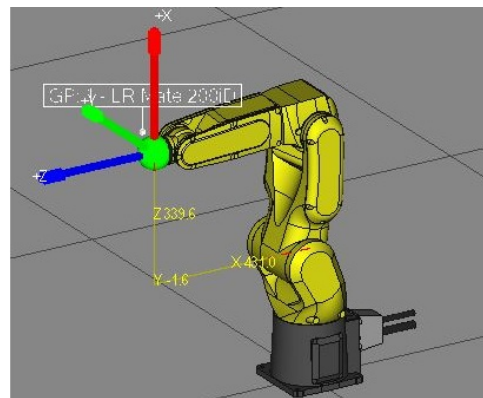
Rysunek 13: Okno dostępnych komend.

Tool center point (TCP) robota jest oznaczony za pomocą zielonej kuli (rysunek 14). Po kliknięciu w zieloną kulę pojawia się układ współrzędnych XYZ (rysunek 14b) umożliwiający przesuwanie końcówki robota wzdłuż osi oraz obrót. Po najechaniu na oś pojawia się symbol ręki wraz z oznaczeniem osi – wówczas możliwe jest przesuwanie końcówki robota wzdłuż osi. Aby obrócić robota wokół zadanej osi należy najechać na koniec osi – wówczas pojawią się strzałki symbolizujące obrót. Jeżeli kolor TCP zmieni się na czerwony, oznacza to, że robot nie jest w stanie osiągnąć zadanego punktu.

Ruch robotem jest możliwy albo poprzez przemieszczanie myszką układu TCP robota, albo z poziomu Teach Pendanta – wówczas sterowanie robotem wirtualnym odbywa się w sposób identyczny jak w przypadku rzeczywistego robota (więcej informacji w rozdziale 3.2).



(a) Widoczne TCP.



(b) TCP wraz z układem współrzędnych.

Rysunek 14: Przykładowy widok robota.

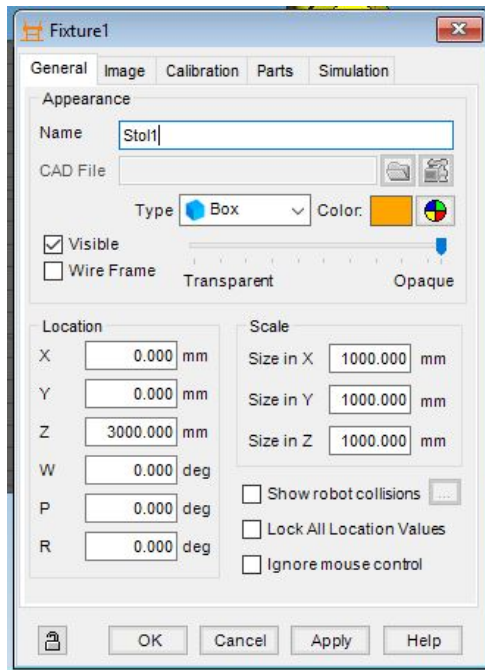
2.2 Dodawanie dodatkowych elementów

Komórkę zawierającą robota należy wyposażać w dodatkowe elementy w zależności od potrzeb. Elementy mogą być różnych typów np.:

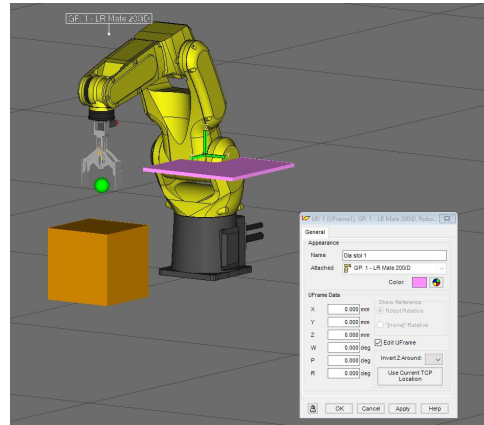
- Parts - części,
- Fixtures - podajniki, stoły, szafy, palety,
- Machines - elementy, którymi można sterować (np. taśmociągi),
- Obstacles - przeszkody, ogrodzenia.

Aby dodać stół, na którym będzie znajdował się element przenoszony przez robota, należy w drzewie projektu kliknąć prawym uchem w zakładkę *Fixture*, i wybrać opcję *Add Fixture* – > *Box*. W przestrzeni komórki zostanie dodany prostopadłościan. Wyświetli się także okno właściwości elementu (widoczne na rys. 15a). W zakładce *General* można m. in. zmienić nazwę, rozmiar i kolor obiektu, oraz jego położenie (*Location*). Położenie obiektu można zmienić także przesuwając go wzdłuż osi przypisanego do obiektu układu współrzędnych. Obiekt, będący w tym wypadku stołem, należy umieścić w zasięgu robota, aby mogły być z niego pobierane elementy. Dla obiektu *Fixture* należy także ustawić odpowiednio tzw. *User Frame*. W tym celu w drzewie projektu należy wybrać zakładkę

UserFrames i pozycję UF: 1 (UFrame1). PO dwukrotnym kliknięciu pojawi się okno pozwalające na edycję UFrame. Aby odblokować edycję należy zaznaczyć pole *Edit UFrame*, wówczas wyświetli się aktualne położenie UFrame (widoczne na Rys. 15b).



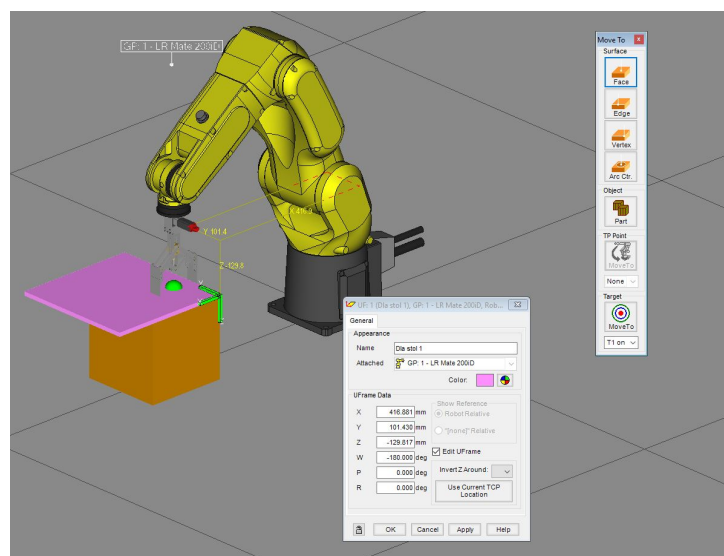
(a) Właściwości elementu.



(b) Aktualne położenie UFrame.

Rysunek 15: Okna edycji stołu.

Układ współrzędnych UFrame należy umieścić w wybranym miejscu. Pomocne może być narzędzie *Move To*. Narzędzie pozwala na wybór m. in. krawędzi, powierzchni i rogu. Wybór krawędzi i wskazanie jej spowoduje przejście TCP do wskazanej pozycji. Wówczas można podczas ustawiania UFrame wybrać opcję *Use Current TCP Location*. Przykład ustawienia UFrame dla stołu wraz z oknem *Move To* pokazano na Rysunku 16. Jeśli układ user frame został ustawiony poprawnie, należy kliknąć przycisk *Apply*.



Rysunek 16: Przykład ustawienia UFrame

Aby dodać detal, który będzie przenoszony przez robota, należy w drzewie projektu kliknąć prawym uchem na zakładkę *Parts* następnie wybrać *Ad Parts* i dodać odpowiedni element. Po dodaniu elementu wyświetla się okno pozwalające na jego edycję. Dodany element znajduje się na racku w pewnej odległości od robota. Jeżeli element nie jest widoczny, należy oddalić widok i sprawdzić, czy rack z elementem nie jest ustawiony w innym miejscu. Należy odpowiednio ustawić rozmiar elementu.

Aby możliwa była poprawna wizualizacja procesu pobierania i odkładania detalu należy odpowiednio skonfigurować zależności pomiędzy elementami mającymi kontakt z przenoszonym elementem.

W dalszej konfiguracji stołu i detalu pomocne będą także następujące uwagi:

- **chwytak a detal**

Należy wejść w okno narzędzia (UT:1), wybrać zakładkę *Parts* i wybrać element, który będzie przenoszony przez chwytak. Element znajdzie się wówczas w chwytaku. Rozmiar elementu można zmieniać klikając dwukrotnie na element (pojawi się okno edycji detalu). Jeśli jest konieczne przesunięcie elementu w chwytaku należy dwukrotnie kliknąć na chwytak, w oknie edycji dla narzędzia wejść w zakładkę *Parts* zaznaczyć *Edit Parts Offset*. Wówczas uaktywnią się pola, w których należy wpisać odpowiednie przesunięcie i zmianę orientacji detalu. Można także zmienić położenie detalu przesuując go wzdłuż osi wyświetlonego układu współrzędnych. Jeśli położenie jest zgodne z oczekiwaniem, należy je zatwierdzić klikając *Apply*.

- **konfiguracja stołu** Aby móc wskazać, że detal będzie pobierany ze stołu należy dwukrotnie kliknąć w element. Pojawi się okno pozwalające na modyfikację elementu typu *Fixture*. W zakładce *Parts* należy zaznaczyć element, który ma być powiązany ze stołem, a także ustawić jego położenie (zaznaczając opcję *Edit Part Offset, przesuując element wzdłuż wskazanych osi współrzędnych lub wpisując wartość przesunięcia.*) Następnie w zakładce *Simulation* należy wybrać, czy element ma być ze stołu pobierany (*Allow part to be picked*) czy też odkładany (*Allow part to be placed*).

W odpowiedni sposób można dodać i skonfigurować inne elementy zrobotyzowanego stanowiska. Po zakończeniu konfiguracji stanowiska można przejść do odpowiedniego zaprogramowania robota.

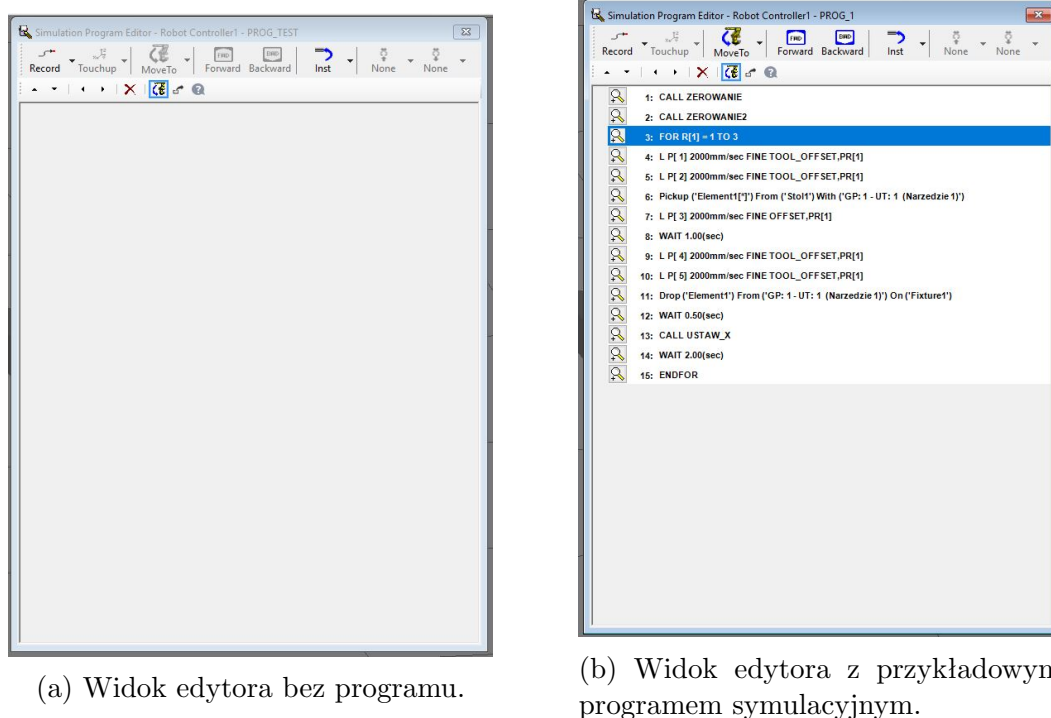
3 Programowanie robota

W środowisku *Roboguide* istnieje kilka możliwości pisania programów. Program można napisać przy pomocy edytora *Simulation Program Editor*, korzystając z wirtualnego programatora *Teach Pendant* lub przy wykorzystaniu zintegrowanego edytora języka *KAREL*. W dalszej części instrukcji omówiono dwa pierwsze sposoby. Program symulacyjny napisany przy użyciu edytora jest określony jako *Simulation Program*, natomiast program napisany przy użyciu *Teach Pendanta* jako *TP Program*.

3.1 *Simulation Program Editor*

Wykorzystanie edytora *Simulation Program Editor* pozwala w prosty sposób zaprogramować ruch robota oraz interakcję pomiędzy elementami stanowiska (pobieranie oraz odkładanie elementów). Opcja jest dostępna w zakładce *Teach* znajdującej się w na belce głównej okna programu. Po wybraniu *Add Simulation Program* wyświetli się okno, w

którym należy wpisać wybraną nazwę programu. Po zawiedzeniu nazwy zostanie otwarty edytor, którego wygląd przedstawiono na rysunku 17. Dostęp do utworzonego programu jest możliwy m. in. z poziomu drzewa projektu (należy rozwinąć zakładki *Robot Controller* oraz zakładkę dostępnego kontrolera i wybrać zakładkę *Programs*).

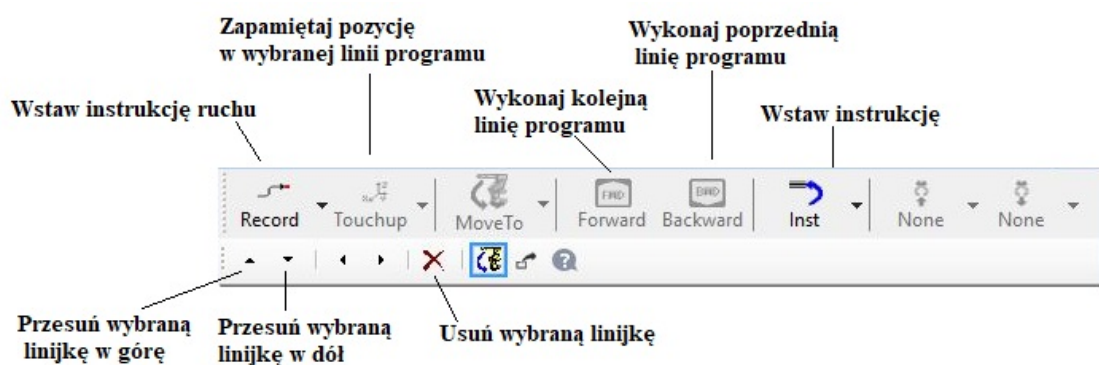


(a) Widok edytora bez programu.

(b) Widok edytora z przykładowym programem symulacyjnym.

Rysunek 17: *Simulation Program Editor* – okno edytora

Na rysunku 18 przedstawiono belkę edytora wraz z opisem niektórych ikon.



Rysunek 18: Opis belki *Simulation Program Editor*

W trakcie programowania można wykorzystać następujące opcje:

- *Record* – wstawianie instrukcji ruchu. Domyślnie wstawiany jest format ruchu *L*. Po rozwinięciu zakładki dostępne są inne formaty ruchu. Instrukcję ruchu można także zmodyfikować już po wstawieniu do programu. Możliwe jest także ustawienie OFFSETu dla punktu.
- *Touchup* – zapisanie pozycji w wybranej linii programu.

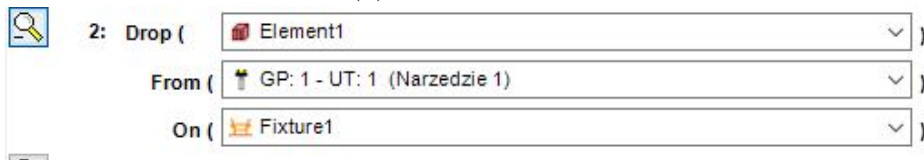
- *Move To* – przemieszczenie chwytaka do wskazanego elementu typu *Parts* (np. detalu do pobrania),
- *Forward/Backward* – wykonanie kolejnej/poprzedniej linii programu (umożliwia wykonanie programu krok po kroku),
- *Inst* – wstawianie innych instrukcji (m. in. *Pickup/Drop* (umożliwiających pobieranie/odkładanie elementu), *CALL*, *FOR*).

Instrukcje *Pickup* wymaga wskazania jaki element ma zostać pobrany, skąd oraz przy pomocy jakiego narzędzia (rysunek reffig:pickup).

W przypadku instrukcji *Drop* konieczne jest wskazanie jaki element ma być położony, skąd, oraz gdzie ma zostać odłożony (rysunek 19b).



(a) Instrukcja *Pickup*.



(b) Instrukcja *Drop*

Rysunek 19: Przykładowe linie programu zawierające instrukcje *Pickup* i *Drop*


Możliwość pobierania/odkładania elementów jest zdefiniowana poprzez połączenia między elementami wskazane przy tworzeniu komórki.

Do uruchamiania/zatrzymywania symulacji służy grupa przycisków znajdujących się na głównej belce programu (rysunek 20).



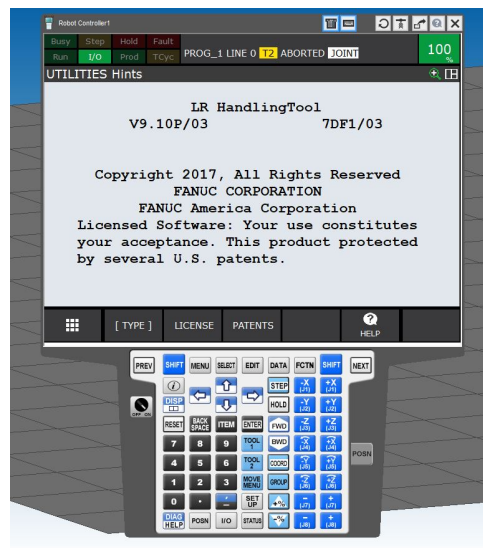
Rysunek 20: Przyciski wykorzystywane do obsługi symulacji.

3.2 Wirtualny *Teach Pendant*

Drugim sposobem tworzenia programów jest wykorzystanie wirtualnego Teach Pendanta (tzw. iPendant). Aby uruchomić wirtualnego Teach Pendanta należy wybrać ikonę  znajdującą się na belce (rysunek 20).

Po uruchomieniu wyświetli się wirtualny Teach Pendant (rysunek 21).

Praca odbywa się identycznie jak w przypadku rzeczywistego robota z wykorzystaniem rzeczywistego Teach Pendanta. W zależności od wersji wykorzystanego oprogramowania widok Teach Pendanta może być różny (m. in. różny rozkład przycisków), jednak ogólne zasady pracy nie ulegają zmianie.



Rysunek 21: Wirtualny Teach Pendant.

Niezbędne przy wykonywaniu ćwiczenia informacje można znaleźć w instrukcji [?]. Przeszczanie robota jest możliwe zarówno poprzez przesuwanie TCP, jak i przy użyciu odpowiednich przycisków na Teach Pendancie.

3.3 Simulation Program Editor a wirtualny Teach Pendant

Korzystanie z *Simulation Program Editor* pozwala na pisanie programów symulacyjnych i znacznie ułatwia pracę. Z poziomu edytora nie jest jednak możliwe modyfikowanie rejestrów robota. Aby zmodyfikować rejestry należy napisać *TP Program* za pomocą Teach Pendanta, a następnie wywołać go w programie symulacyjnym.

Z poziomu programu napisanego przy wykorzystaniu wirtualnego Teach Pendanta nie jest natomiast możliwe przedstawienie interakcji pomiędzy elementami (np. pobieranie i odkładanie detali). Aby operacje mogły być widoczne w symulacji należy stworzyć proste funkcje pobierania i odkładania detali za pomocą *Simulation Program Editor*.

Po otwarciu w Teach Pendancie programu napisanego w *Simulation Program Editor* instrukcje aktywne jedynie w środowisku *Roboguide* (takie jak m.in. podnoszenie/odkładanie przedmiotów) są zapisane w postaci komentarza i podświetlone na żółto. Po przeniesieniu na rzeczywistego robota nie będą aktywne.

4 Uwagi pomocnicze

W realizacji zadania pomocne mogą okazać się następujące uwagi:

- Przy wykonywaniu zadania warto skorzystać także z instrukcji dotyczącej programowania robota dostępnej na stronie https://kcir.pwr.edu.pl/~mk/PodstawyRobotyki/fanuc_instrukcja oraz przykładowych zadań https://kcir.pwr.edu.pl/~mk/PodstawyRobotyki/FANUC_zadania. Po dodaniu manipulatora wraz z kontrolerem można sterować robotem (oraz pisać program) przy wykorzystaniu *Teachpendanta*, tak jak miałyby to miejsce na Laboratorium.

- W Laboratorium 010 dostępne są dwa roboty firmy FANUC: FANUC LR Mate 200iC oraz FANUC (R-30iA). Podczas realizacji zadania można wybrać wskazane roboty wraz z odpowiednim kontrolerem. Nie jest to jednak konieczne. Można także skorzystać z innych, dostępnych w oprogramowaniu robotów.