

ROBOCHALLENGE

Stanowisko Pick and Place

Spis treści:

1. Opis sytuacji
2. Opis zadania
3. Schemat stanowiska
4. Struktura programu
5. Dodatkowe elementy stanowiska
6. Elementy drzewa iRPickTool
7. Element TRAY
8. Element Fixed Station
9. Uczenie referencyjnej pozycji pobrania
10. Struktura programu PLACE w oparciu o Fixed Station
11. Uczenie pozycji referencyjnej odkładania

1. Opis sytuacji

W firmie pojawił się pomysł na robotyzację procesu odkładania niewadliwych detali na tacki. Twoja firma z uwagi na dobre doświadczenie z robotami FANUC, postanowiła zastosować w swojej aplikacji dwa roboty SCARA – SR-6iA oraz SR-12iA. Wracasz po urlopie i dowiadujesz się, że Twoi koledzy z firmy nie spoczywali na laurach i do tego czasu zdążyli połączyć oba roboty ze sobą, podłączyć do nich pneumatykę, podpiąć enkoder oraz ustawić jego parametry, podłączyć kamerę oraz pozostałe elementy stanowiska takie jak chociażby czujnik indukcyjny. Jesteście już

zaledwie o jeden krok od skończenia aplikacji! Nie możesz zawieść swojego zespołu.

2. Opis zadania

W zadaniu oceniane będzie odpowiednio zaprogramowany cykl pracy dwóch robotów serii SR-XiA w aplikacji iRPickTool. Twoim zadaniem będzie:

- 2.1 Wyznaczenie pozycji referencyjnej pobrania – oba roboty muszą pobierać detale podczas ruchu przenośnika niezależnie od ich orientacji 2D
- 2.2 Stworzenie dwóch **Fixed Station** oraz dwóch **TRAY**. **FSTN1** należy przypisać do **SR-6iA**, natomiast **FSTN2** do **SR-12iA**.
- 2.3 Napisanie programu do odkładania (PLACE) – oba roboty po pobraniu detali odkładają je na zadeklarowane w poprzednim etapie **TRAY**
- 2.4 Po zapełnieniu TRAY przez danego robota, program powinien się zatrzymać z USER ALARM o treści „TRAY FULL”

UWAGI

- Do zmiany trybu pracy należy wykorzystać Teach Pendant. Zmiana przełącznik na OFF lub ON powoduje pojawienie się Menu do zmiany trybu pracy: AUTO, T1, T2. Kod zmiany to 1111. W systemie iRPickTool robot może pracować tylko w trybie T2 lub AUTO.
- Elementy **ROBOTS**, **CONV**, **SENS1**, **CSTN1**, **CSTN2** na potrzeby zawodów zostały skonfigurowane.
- W Programie MAIN **SR-6iA** istnieje wstępne odwołanie do ID **FSTN1**, analogicznie w **SR-12iA** istnieje wstępne odwołanie do ID **FSTN2**
- Taśmę należy uruchomić oraz zatrzymać w sposób ręczny (za pomocą przycisku UK3 na Teach Pendantsie SR-12iA)

System oceniania

1. Osiągnięcie celu zadania – 1 pkt

Celem zadania jest uzupełnienie 2 tacek odkładczych. Na każdej z nich powinno się znajdować minimum 18 detali z 20 możliwych. Z uwagi, że detali jest więcej niż pustych slotów na tackach, na obu robotach powinno się pojawić po zapełnieniu tacek zatrzymanie z USER ALARM o treści „TRAY FULL”.

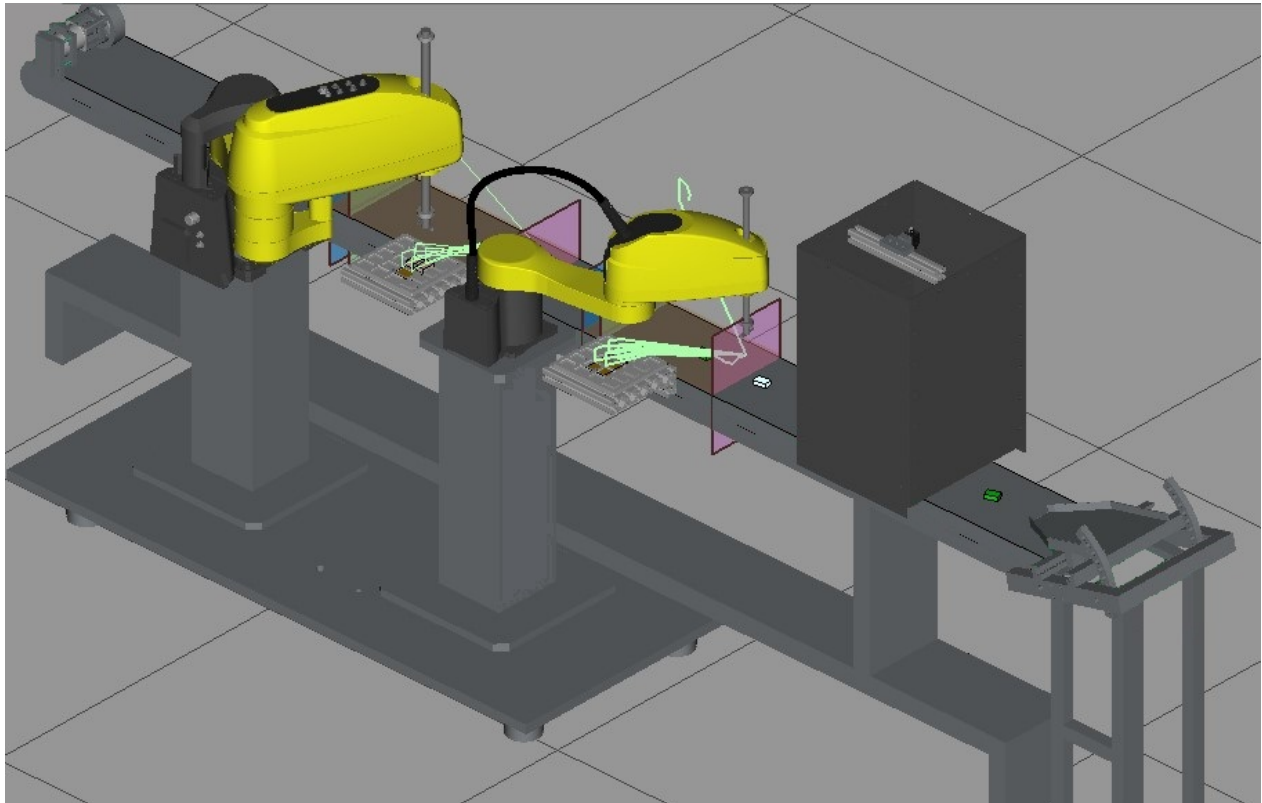
2. Zaliczenia etapów – łącznie 4 pkt

- a. Wyznaczenie pozycji referencyjnej pobrania – oba roboty muszą pobierać detale podczas ruchu przenośnika niezależnie od ich orientacji 2D (1 pkt)
- b. Stworzenie dwóch Fixed Station oraz dwóch TRAY (1 pkt)
- c. Napisanie programu do odkładania (PLACE) – oba roboty po pobraniu detali odkładają je na zadeklarowane w poprzednim etapie TRAY (1 pkt)
- d. Po zapełnieniu TRAY przez danego robota, program powinien się zatrzymać z USER ALARM o treści „TRAY FULL” (1 pkt)

3. Czas wykonania po zapoznaniu się z instrukcją – maksymalnie 3 pkt

- a) Ukończenie zadania poniżej 30 min (3 pkt)
- b) Ukończenie zadania poniżej 35 min (2 pkt)
- c) Ukończenie zadania poniżej 40 min (1 pkt)

3. Schemat stanowiska



Rys. 1 Layout stanowiska

Stanowisko złożone jest z następujących elementów:

1. Przenośnik taśmowy – połączony z robotem SR-12iA, odpowiedzialny za transport detali.
2. Enkoder – połączony z robotem SR-12iA, na jego podstawie obliczana jest prędkość podążania za detalami
3. Ciemnia – w jej skład wchodzi kamera 2DV, oświetlacze oraz czujnik fotooptyczny. Orientacja detali przejeżdżających pod ciemnią jest wykrywana za pomocą obrazu z kamery. Sygnał do zrobienia zdjęcia jest dostarczany przez czujnik fotooptyczny. Kamera jest połączona z robotem SR-12iA.
4. Robot SR-6iA
5. Robot SR-12iA

4. Struktura programu

Aplikacja oparta jest na trzech głównych programach TP:

- **MAIN**
- **PICK**
- **PLACE**

MAIN – program główny inicjalizujący dane iRPickTool oraz wykonujący pętlę główną, która naprzemiennie wywołuje programy **PICK** oraz **PLACE**.

PICK – program do pobierania detali z przenośnika na podstawie obrazu z kamery 2DV. Wykorzystuje offset VR[1], User Tool 1 oraz User Frame 0.

PLACE – program do odkładania detali na tackach znajdujących się przy przenośniku.

Dodatkowe podprogramy:

- **GRIP_ON** – macro załączające powietrze w ssawce (User key 1)
- **GRIP_OFF** – macro wyłączające powietrze w ssawce (User key 2)
- **TASMA_LEWA** – macro włączające/wyłączające ruch taśmy (User key 3). Ten program znajduje się tylko w pamięci robota SR-12iA.



Zdj. 1 Lokalizacja User key na teachpendancie

5. Dodatkowe elementy stanowiska

Panel operatorski – każdy z robotów jest wyposażony w panel operatorski do obsługi w trybie automatycznym. Składa się on z następujących przycisków:

- **Czerwony** – wyłącznik bezpieczeństwa, zatrzymanie robotów w trybie awaryjnym.
- **Niebieski** – reset błędów
- **Żółty** – HOLD, zatrzymanie działania programu
- **Zielony** – START, uruchomienie programu MAIN

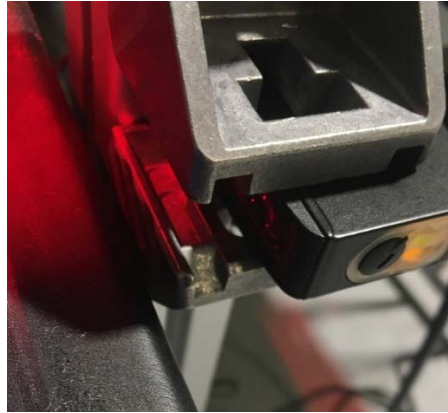


Zdj. 2 Panel operatorski

UWAGI

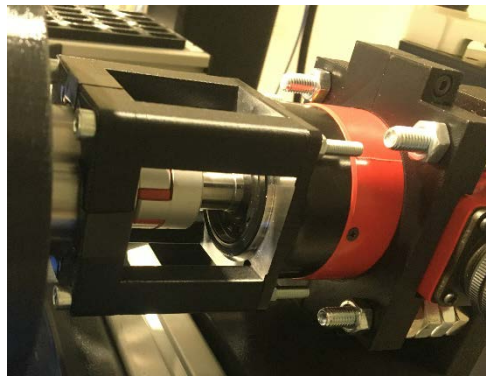
- Do zmiany trybu pracy należy wykorzystać Teach Pendant. Zmiana przełącznik na OFF lub ON powoduje pojawienie się Menu do zmiany trybu pracy: AUTO, T1, T2. Kod zmiany to 1111. W systemie iRPickTool robot może pracować tylko w trybie T2 lub AUTO
- Przycisk START powoduje wznowienie pracy programu MAIN. Jeżeli użytkownik chce uruchomić program MAIN od nowa musi skorzystać z komendy FCTN->Abort All.
- Po zmianie trybu na AUTO system poprosi o potwierdzenie tego wyboru – w tym celu należy wcisnąć przycisk RESET na Panelu.

Czujnik fotooptyczny – złożony z nadajnika oraz odbiornika, połączony z robotem SR-12iA. Przy przerwaniu wiązki powoduje zmianę stanu sygnału DI[102] z **ON** na **OFF**



Zdj. 3 Odbiornik podczas przerwania wiązki

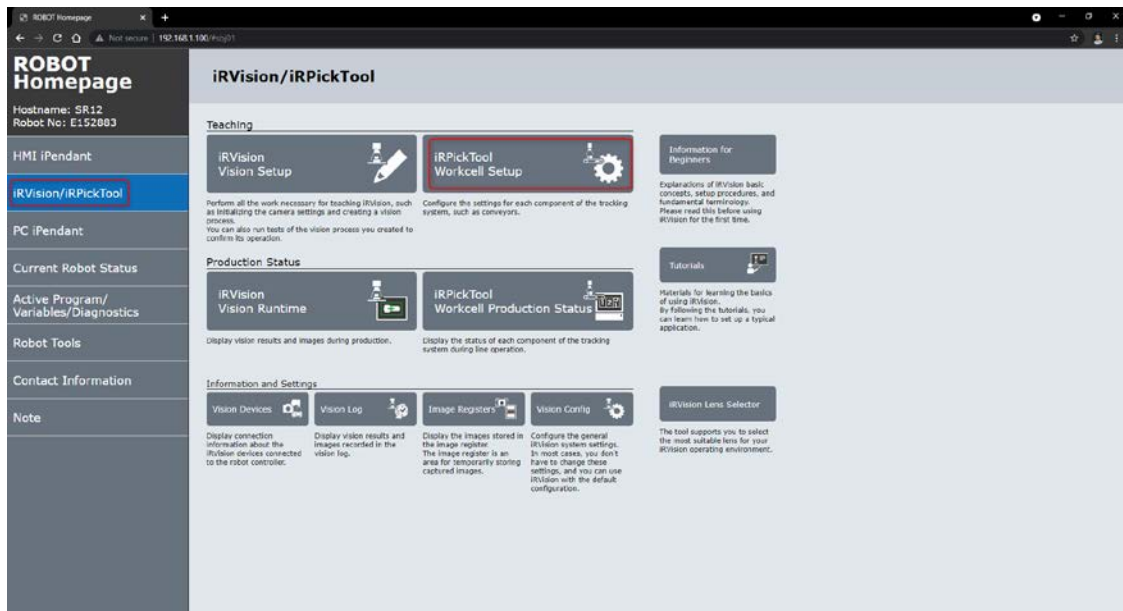
Enkoder – model Alpha 1000s, inkrementalny. Połączony z robotem SR-12iA. Skonfigurowany na potrzeby stanowiska.



Zdj. 4 Enkoder inkrementalny wraz z kołem metrycznym

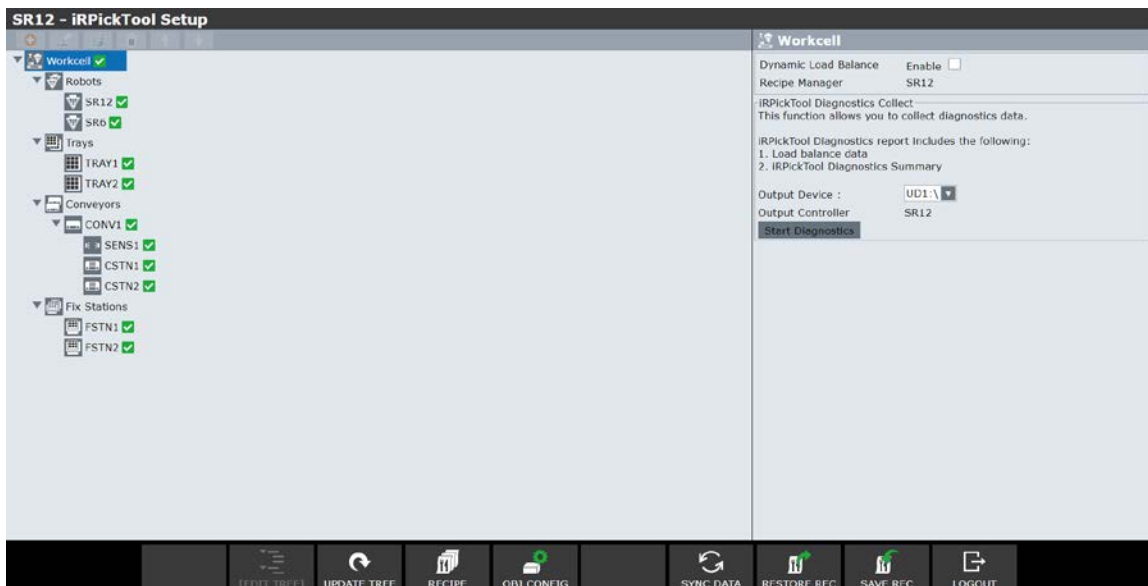
6. Elementy drzewa iRPickTool

W przeglądarce powinien być wpisany adres IP robota SR-12iA (192.168.1.100). Na stronie domowej robota (Web Server) należy wybrać zakładkę iRVision/iRPickTool, a następnie iRPickTool Workcell Setup:



Rys. 2 Strona domowa robota

Użytkownik powinien zobaczyć okno ustawień iRPickTool, tak zwane Drzewo, w którym po prawej stronie przedstawione są elementy stanowiska iRPickTool, natomiast po prawej konfiguracji wybranego elementu.



Rys. 3 Okno ustawień iRPickTool

Drzewo iRPickTool składa się z następujących elementów:

- **Robots** – jednostki połączone w systemie siecią RIPE
- **Trays** – tacki, schematy ułożenia detali na płaszczyźnie, mogą być połączone zarówno z elementami Conveyor jak i Fixed Station
- **Conveyors (CONV)** – przenośniki wchodzące w skład systemu iRPickTool, stacje dynamiczne
- **Conveyor Station (CSTN)** – stacje przypisane do robotów, znajdujące się na linii przenośnika (CONV). Do jednego Conveyor może być przypisane kilka Conveyor Station.
- **Sensor** – w tym wypadku jest to kamera 2DV
- **Fixed station** – stała stacja pobierania/odkładania detali, stacje statyczne

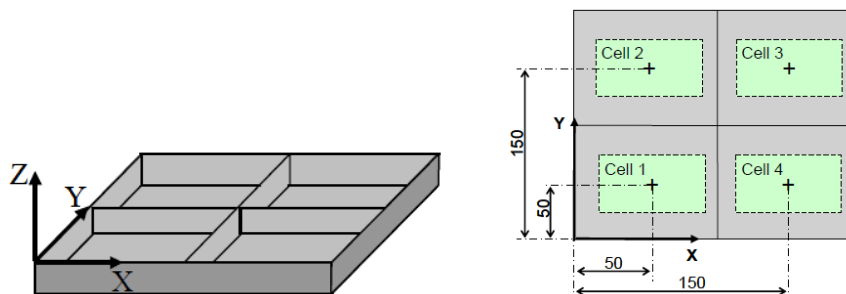
Kolejne elementy można dodać poprzez kliknięcie ikony „+” w lewym górnym rogu okna.

UWAGI

- Elementy **Robots, CONV, SENS1, CSTN1, CSTN2** na potrzeby zawodów zostały skonfigurowane
- **CSTN1** przypisany jest do robota SR-6, **CSTN2** do robota SR-12
- Model ID detalu wykrywanego to 1

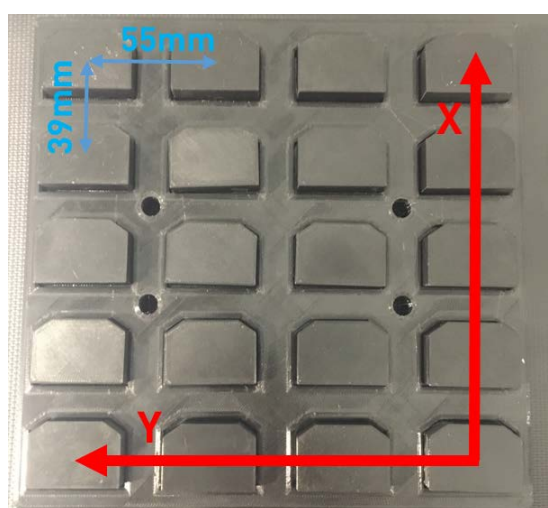
7. Element TRAY

TRAY: element, w którym należy zdefiniować sposób ułożenia detali na Fixed Station. Każdy Tray złożony jest ze skończonej ilości CELL



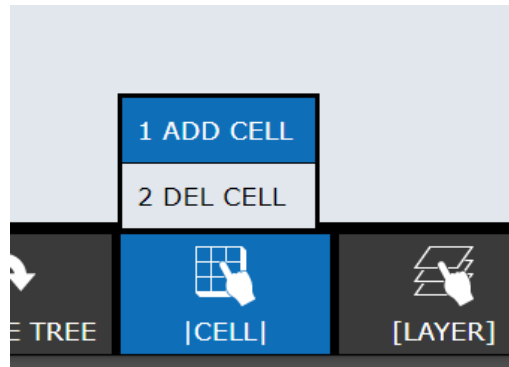
Rys. 3 Widok poglądowy osi oraz wymiarów tacki odkładczej

Oba roboty posiadają w tym celu zadeklarowane User Frame 1. Położenie UF1 oraz odległości pomiędzy detalami przedstawiono poniżej:



Zdj. 5 Tacka odkładcza z wyróżnionym UF oraz odległościami pomiędzy detalami

Dodawanie lub usuwanie elementów (CELL) odbywa się za pomocą przycisku na dolnym panelu:



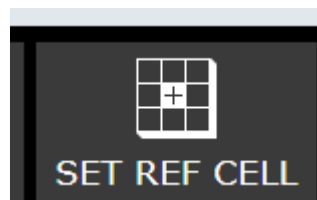
Rys. 4 Dodawanie nowych elementów (komórek)

Każdemu **CELL** należy zadeklarować jego położenie na **TRAY**:

Edit Cell 1				
X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	R(deg)	Model ID
<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="1"/>

Rys. 5 Okno wpisywania położenia dla elementów.

Oznaczenie punktu referencyjnego (punkt względem którego obliczane będą kolejne OFFSET) odbywa się za pomocą przycisku **SET REF CELL**. Należy w tym celu zaznaczyć na CELL (oznaczone podświetleniem na niebiesko), który będzie referencją:



Rys.6 Pogląd przycisku SET REF CELL

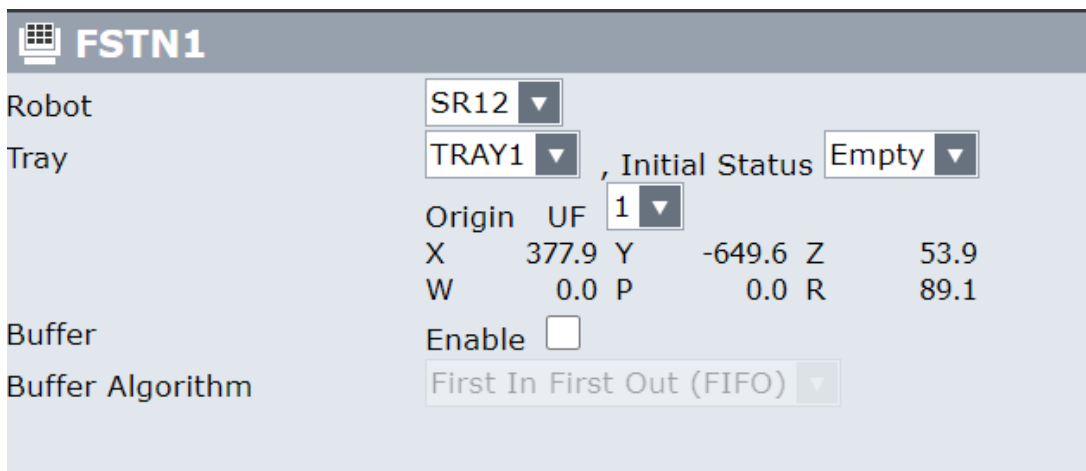
Reference cell	X 0.0	Y 0.0	Z 0.0	R 0.0	
Layer number	1 ▾				
Cell	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	R(deg)	Model ID
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1
2	39.0	0.0	0.0	0.0	1
3	78.0	0.0	0.0	0.0	1
4	117.0	0.0	0.0	0.0	1
5	156.0	0.0	0.0	0.0	1
6	0.0	55.0	0.0	0.0	1
7	39.0	55.0	0.0	0.0	1
8	78.0	55.0	0.0	0.0	1
9	117.0	55.0	0.0	0.0	1
10	156.0	55.0	0.0	0.0	1
11	0.0	110.0	0.0	0.0	1
12	39.0	110.0	0.0	0.0	1
13	78.0	110.0	0.0	0.0	1
14	117.0	110.0	0.0	0.0	1
15	156.0	110.0	0.0	0.0	1
16	0.0	165.0	0.0	0.0	1
17	39.0	165.0	0.0	0.0	1

Rys.7 Przykładowe określenie współrzędnych detali na tacce odkładczej

8. Element FIXED STATION

Fixed station to stałe stanowiska, skąd robot może pobierać lub gdzie może odkładać detale. Wymaga zdefiniowania odpowiedniego TRAY oraz wybrania User Frame i robota, względem którego obliczany będzie OFFSET kolejnych CELL.

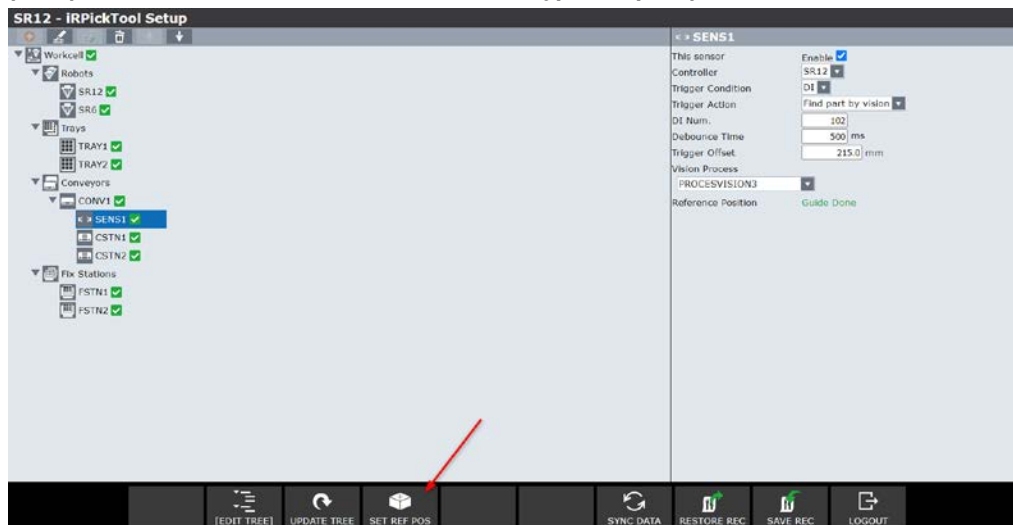
Initial Status określa czy na samym początku TRAY jest pusty lub pełny.



Rys.8 Podgląd okna FSTN1

9. Uczenie referencyjnej pozycji pobrania

Uczenie pozycji referencyjnej należy rozpocząć w drzewie iRPickTool. Należy wybrać element SENS1, a następnie przycisk SET REF POS:

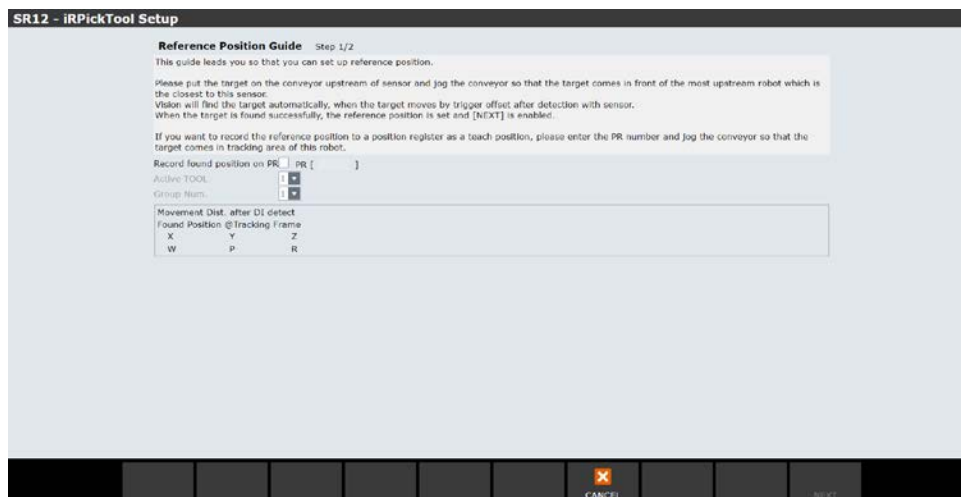


Rys.9 Lokalizacja opcji SET REF POS w drzewie iRPickTool

Zostanie otwarte okno, w którym podane są wskazówki do wyznaczenia pozycji referencyjnej.

Należy umieścić detal na taśmie przed ciemnią, a następnie włączyć ręcznie taśmę za pomocą przycisku User Key 3 na TeachPendancie robota SR-12iA.

Po przejechaniu detalu pod ciemnią i wykryciu przez czujnik zostanie wykonane zdjęcie i zapisana pozycja referencyjna. Taśmę z detalem należy zatrzymać przy pierwszym robocie (SR-6iA)



Rys.10 Okno wyznaczenia pozycji referencyjnej

Należy następnie wybrać przycisk **NEXT** oraz **FINISH**.

Kolejnym krokiem jest zdefiniowanie pozycji pobrania w programach **PICK** robotów SR-6iA oraz SR-12iA. W każdym z programów punkt pobrania P[1] zdefiniowany jest na samym końcu (za instrukcją **END**, pod komentarzem **TOUCHUP HERE**). Należy ręcznie dojechać detalem z taśmą pod SR-6iA i zapisać punkt pobrania poprzez **TOUCHUP** punktu P[1], następnie przejechać detalem w obszar pracy SR-12iA i analogicznie zapisać punkt pobrania dla tego robota.

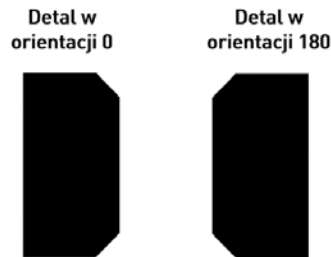
UWAGA Przy **TOUCHUP** należy mieć wybrane układy współrzędnych: UF:0 UT:1

```
30: !TOUCHUP HERE
31:L P[1] 2500mm/sec FINE
[End]
```

Rys.11 Lokalizacja w kodzie punktu, który należy nauczyć jako pozycję pobrania

Dostosowanie pozycji pobrania

W przypadku aplikacji iRPickTool częstym problemem jest błąd dojazdu do detalu gdy jest on obrócony o blisko 180 stopni względem referencji. W tym celu stworzono program ADJ_OFs który wprowadza korekcję za pomocą odpowiedniego Position Register (PR).



Rys.12 Zmiana orientacji detalu

W obu programach position register przeznaczony do korekcji pobrania to **PR[20]**. Jeżeli przy obrocie detalu o 180 stopni względem referencji, robot wyprzedza detal z błędem w osi X (wzdłuż kierunku ruchu przenośnika), należy do wartości PR[20] dodać połowę błędu przesunięcia. Jeżeli detal przegania robota – należy odjąć połowę błędu w osi X. Analogiczne postępowanie należy zastosować w osi Y. W przypadku chęci dostosowania pozycji pobrania należy modyfikować wartości PR[20] w programie **PICK** pod komentarzem **ADJUST OFFSET**.

```
14: !ADJUST OFFSET
15: PR[20]=LPOS-LPOS
16: PR[20,1]=0
17: PR[20,2]=0
18: CALL ADJ_OFs(1,1,20,3)
```

Rys.13 Lokalizacja w kodzie gdzie można edytować wartość PR[20]

10. Struktura programu PLACE w oparciu o Fixed Station


```

1: SET UFRAME
2: UTOOL_NUM=1
3: UFRAME_NUM=1
4:
5: CHECK IF TRAY HAS PLACE
6: LBL[1]
7: CALL PKFSGETQUE(FStn ID=R[11:FSTN1 ID],Offset VR=2,Stat Req=4)
8: IF R[4]>0,JMP LBL[1]
9:
10: OFFSET ABOVE
11: PR[2]=LPOS-LPOS
12: PR[2,3]=50
13:
14: PLACE POINTS
15:L P[1] 2500mm/sec CNT50 VOFFSET,VR[2] Offset,PR[2]
16:L P[1] 2500mm/sec CNT0 VOFFSET,VR[2]
17: CALL GRIP_OFF
18:L P[1] 2500mm/sec CNT50 VOFFSET,VR[2] Offset,PR[2]
19:
20: ACK THE PART WAS DROPPED

```

```

7: CALL PKFSGETQUE(FStn ID=R[11:FSTN1 ID],Offset VR=2,Stat Req=4)
8: IF R[4]>0,JMP LBL[1]
9:
10: !OFFSET ABOVE
11: PR[2]=LPOS-LPOS
12: PR[2,3]=50
13:
14: PLACE POINTS
15:L P[1] 2500mm/sec CNT50 VOFFSET,VR[2] Offset,PR[2]
16:L P[1] 2500mm/sec CNT0 VOFFSET,VR[2]
17: CALL GRIP_OFF
18:L P[1] 2500mm/sec CNT50 VOFFSET,VR[2] Offset,PR[2]
19:
20: ACK THE PART WAS DROPPED
21: CALL PKFSACKQUE(FStn ID=R[11:FSTN1 ID],Success)
22:
23: END
24: TOUCHUP HERE
25:L P[1] 2500mm/sec FINE
[End]

```

Rys.14 Przykładowy program PLACE

- **SET UFRAME** – ustawienie układów współrzędnych
- **CHECK IF TRAY HAS PLACE** – pętla do sprawdzenia czy na tacce (TRAY) znajduje się miejsce do odłożenia korzystające z programu KAREL PKFSGETQUE
- **OFFSET ABOVE** – obliczenie offset Z dla punktów nad miejscem pobrania.
- **PLACE POINTS** – część programu odpowiedzialna za punkty tworzące trajektorię ruchu odkładania. Każdy punkt powinien posiadać przypisany Offset VR[x], gdzie x oznacza numer VR zadeklarowany w PKFSGETQUE.
- **ACK THE PART WAS DROPEED** – program KAREL PKFSACKQUE do przesłania informacji do system iRPickTool o zajęciu miejsca na TRAY
- **GO BACK ABOVE CONV** – powrót do pozycji oczekiwania nad przenośnikiem
- **TOUCHUP HERE** – punkt na końcu programu do zapisania pozycji referencyjnej

Opis programów KAREL koniecznych do wykorzystania w programie PLACE:

PKFSGETQUE – program pobiera informacje o dostępnym miejscu (CELL) na tacce (TRAY)

Posiada 3 argumenty:

1 – numer rejestru przechowujący ID Fixed Station (w tej aplikacji R[11])

2 – Numer VR do przechowania OFFSETu dla odpowiednich CELL, do wykorzystania w punktach odkładania (Instrukcja OFFSET, VR[x]

3 – Rejestr przechowujący status CELL na TRAY. Jeżeli w rejestrze zostanie zapisana wartość 0, oznacza to że na TRAY znaleziono wolny CELL, jeżeli 1 to nie znaleziono.

PKFSACKQUE – program informuje system o poprawnym odłożeniu detalu. Posiada 2 argumenty:

1 – numer rejestru przechowujący ID Fixed Station (w tej aplikacji R[11])

2 – Rezultat z jakim odłożono detal na TRAY (tutaj Success)

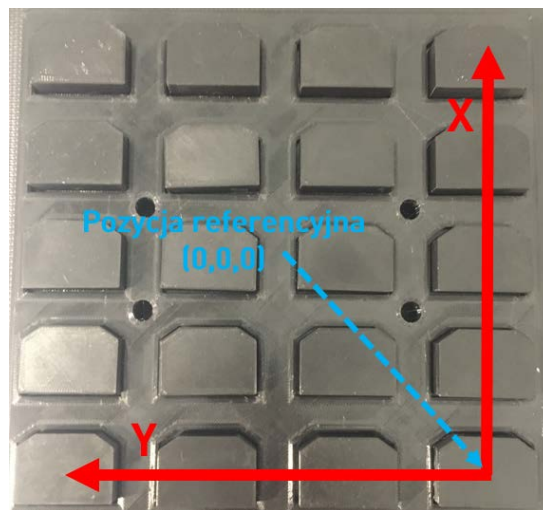
Każdy punkt posiada dodatkową instrukcję offset VR[2], która odpowiada za przesunięcie punktu do nowego CELL pobranego przy wywołaniu **PKFSGETQUE**

Aby program działał prawidłowo z elementami Fixed Station oraz TRAY zadeklarowanymi w drzewie iRPickTool, konieczne jest korzystanie z funkcji PKFSGETQUE oraz PKFSACKQUE

Programy KAREL można wybrać poprzez instrukcję CALL->Collect->Karel progs

11. Uczenie pozycji referencyjnej odkładania

W celu poprawnego odłożenia detalu w TRAY, konieczne jest nauczenie pozycji referencyjnej. W tym celu najlepiej uruchomić program PICK, a w programie PLACE dodać na samym początku instrukcję PAUSE. Następnie w sposób ręczny dojechać do pozycji referencyjnej i wykonać TOUCHUP na punkcie P[1] w programie. Należy przy tym pamiętać, aby mieć wybrany odpowiedni User Frame oraz User Tool.



Zdj. 6 Tacka odkładcza z wyróżnionym UF oraz zaznaczoną pozycją referencyjną (środek 1 detalu)