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 drzewka iRPickTool
7. Proces wizyjny
8. Uczenie referencyjnej pozycji pobrania
9. Rozpoznawanie koloru
10. Sortowanie
11. System oceniania

1. Opis sytuacji

Twoja firma już od kilku lat z powodzeniem stosuje aplikację wykorzystującą dwa roboty SCARA – SR-6iA oraz SR-12iA, za pomocą których przekłada identyczne przedmioty na tacki z taśmociągu. Niestety wybuchła pandemia COVID-19 i wszyscy muszą się dostosować do nowych potrzeb społeczeństwa. Ze względu na zapotrzebowanie, aplikacja ma układać probówki o różnych kolorach czapeczek na tacki jednocześnie je sortując. W tym roku wykorzystacie również XPlanar firmy BECKHOFF, pozwalający na sprawne przemieszczanie się zamodelowanych przez was tacek. Wraz z kolegami z pracy, musicie dostosować istniejącą już aplikację do nowych potrzeb. Czas goni, a firma z każdym dniem traci na nieużytkowanym stanowisku.
Masz 40 min na reaktywację aplikacji! Jeżeli nie podołasz, czego pewny jest dział konstrukcji, od razu podpisujesz wypowiedzenie. Dział automatyki jednak wierzy w Ciebie w pełni, nie możesz ich zawieść! Do pracy!

2. Opis zadania

W zadaniu oceniane będzie odpowiednio zaprogramowany cykl pracy dwóch robotów serii SR-6iA oraz SR-12iA w aplikacji iRPickTool. Twoim zadaniem będzie:

2.1 Utworzenie Vision Process Tools rozpoznający dane elementy

2.2 Wyznaczenie pozycji referencyjnej pobrania – oba roboty muszą pobierać probówki podczas ruchu przenośnika niezależnie od ich orientacji 2D

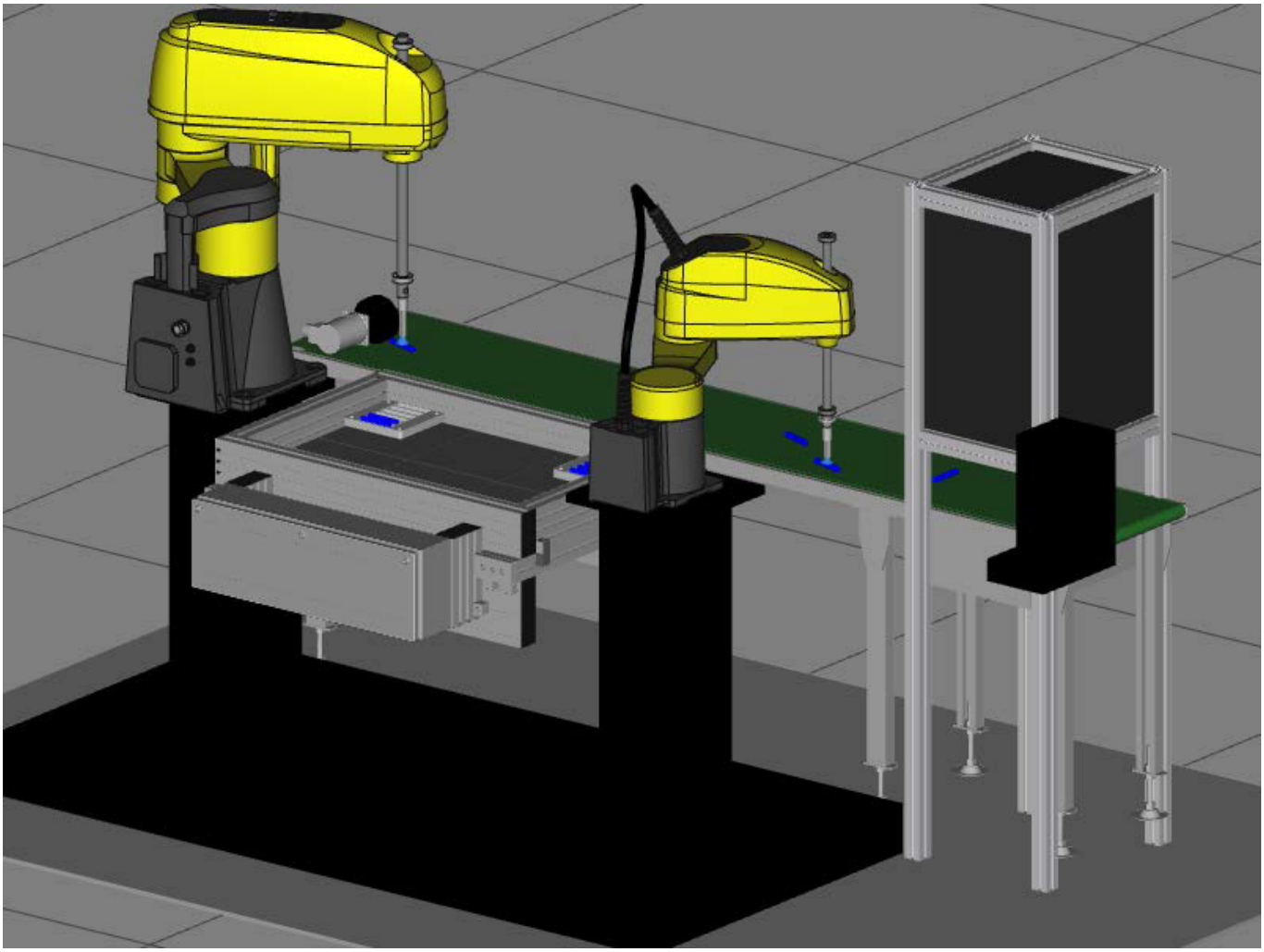
2.3 Rozszerzenie Vision Process Tools o rozpoznawanie kolorów probówek

2.4 Dodanie funkcjonalności zapewniającej sortowanie probówek podczas odkładania. Czerwone probówki powinien pobierać robot SR-12iA

UWAGI

• Elementy ROBOTS, TRAYS, CONV, CSTN1, CSTN2, FSTN1, FSTN2 na potrzeby zawodów zostały skonfigurowane.
• Taśmę należy uruchomić oraz zatrzymać w sposób ręczny (za pomocą przycisków na panelu BECKHOFF)

3. Schemat stanowiska



Rys. 1 Layout stanowiska

Stanowisko złożone jest z następujących elementów:

1. Przenośnik taśmowy – połączony z robotem SR-12iA, odpowiedzialny za transport elementów.
2. Enkoder – połączony z robotem SR-12iA, na którego podstawie obliczana jest prędkość przemieszczania przedmiotów
3. Ciemnia wraz z czujnikami – w jej skład wchodzi kolorowa kamera 2DV (podłączona z robotem SR-12iA, oświetlacze oraz czujnik fotooptyczny. W momencie, w którym pod ciemnią przejeżdżają probówki przerywana jest wiązka czujników optycznych, co jest sygnałem dla zrobienia zdjęcia przez kamerę. Na podstawie zdjęć określana jest orientacja przedmiotu.
4. Robot SR-6iA
5. Robot SR-12iA
6. XPlanar wraz z tackami na probówki
7. Podajnik probówek zamontowany na ciemni

4. Struktura programu

Aplikacja oparta jest na trzech głównych programach TP:

- **RC_MAIN**
- **RC_PICK**
- **RC_PLACE**

RC_MAIN – program główny inicjalizujący dane iRPickTool oraz wykonujący pętlę główną, która naprzemiennie wywołuje programy RC_PICK oraz RC_PLACE, a także uruchamia podajnik oraz taśmociąg.

RC_PICK – program do pobierania przedmiotów z przenośnika na podstawie obrazu z kamery 2DV.

RC_PLACE – program do odkładania przedmiotów na tackach znajdujących się na urządzeniu XPlanar. Wykorzystuje offset VR [2], User Tool 1 oraz User Frame 1.

Dodatkowe podprogramy:

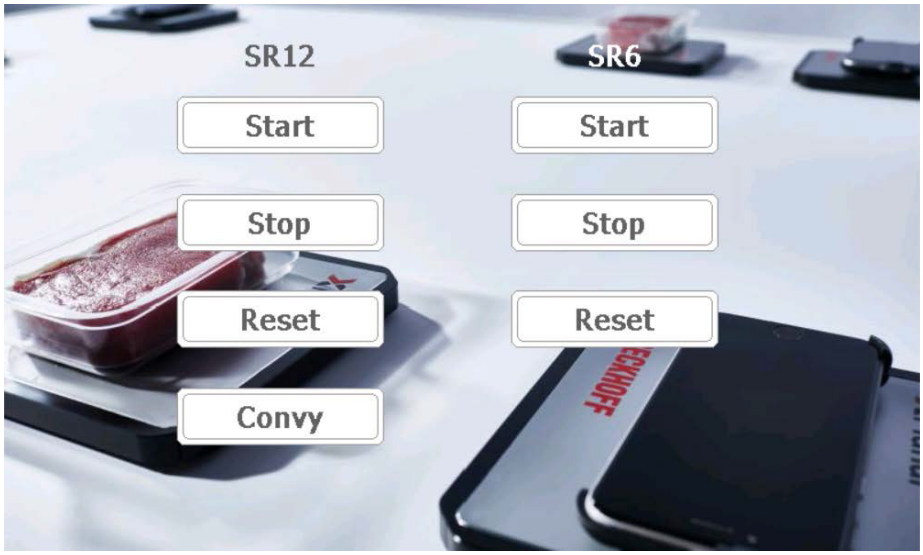
- **GRIP_ON** – macro zamykające chwytak– User key 1
- **GRIP_OFF** – macro otwierające chwytak – User key 2

Rys. 2 Rozmieszczenie przycisków odpowiedzialnych za dodatkowe programy.

5. Dodatkowe elementy stanowiska

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

- **STARTY** – uruchomienie programu RC_MAIN.
- **STOP** –zatrzymanie działania programy.
- **RESET** – reset błędów
- **CONVY** – sterowanie działaniem taśmy (ten przycisk znajduje się tylko zakładce robota SR12)



Rys. 3 Panel operatorski

UWAGI

- Do zmiany trybu pracy należy wykorzystać iPendant. Zmiana przełącznika na OFF lub ON powoduje pojawienie się Menu do zmiany trybu pracy: AUTO, T1, T2.

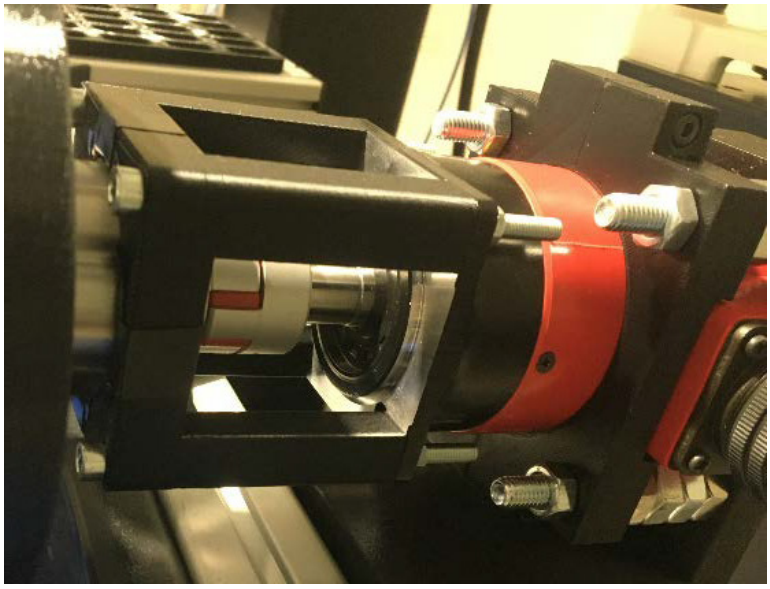
Kod zmiany to 1111.

- W systemie iRPickTool robot może pracować tylko w trybie T2 lub AUTO
- Przycisk START powoduje wznowienie pracy programu RC_MAIN. Jeżeli użytkownik chce uruchomić program RC_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.
- Aby aplikacja działała prawidłowo konieczne jest uruchomienie taśmociągu przed uruchomieniem robotów.

2. 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

Rys. 4 Czujnik fotooptyczny

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



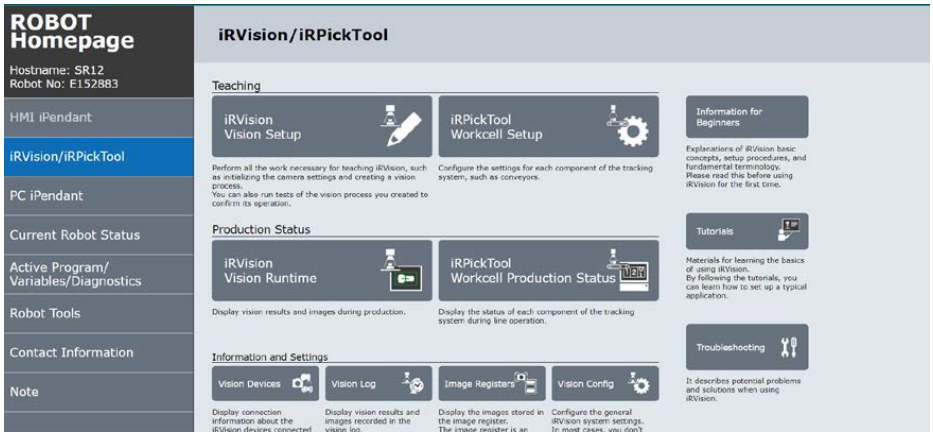
Rys. 5 Enkoder inkrementalny wraz z kołem metrycznym

4. Oświetlenie – dwa oświetlacze o barwie czerwonej. Połączone z robotem SR-12iA. Sterowanie oświetleniem jest realizowane przez wyjście DO104: Menu -> I/O -> Digital. Oświetlenie przy długiej pracy może ulegać przegrzaniu i wyłączeniu.

Rys. 6 Enkoder inkrementalny wraz z kołem metrycznym

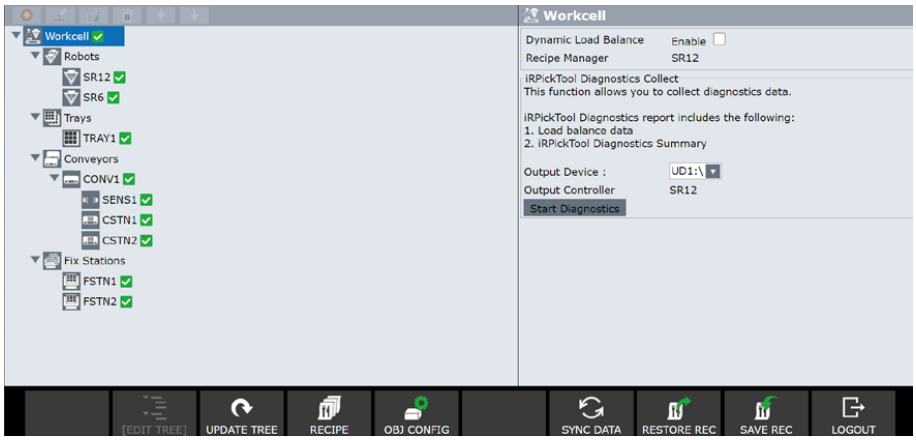
6. Elementy drzewa iRPickTool

Aby wygodnie konfigurować iRPickTool najlepiej robić to za pomocą przeglądarki wpisując adres IP robota, do którego podpięta jest kamera. Adres IP robotów można znaleźć pod: MENU -> SETUP -> HOST_COM -> TCP/IP, a następnie upewnić się, że mamy wybrany port 1, ponieważ to z użyciem tego portu będziemy modyfikować wizję. Na stronie domowej robota (Web Server) należy wybrać zakładkę iRVision/iRPickTool, a następnie iRPickTool Workcell Setup:



Rys. 7 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. 8 Okno ustawień iRPickTool

Drzewo iRPickTool składa się z następujących elementów:

- Robots – jednostki połączone w systemie siecią RIPE
- Trays – tacki, schematy ułożenia elementów 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 przedmiotów, stacje statyczne

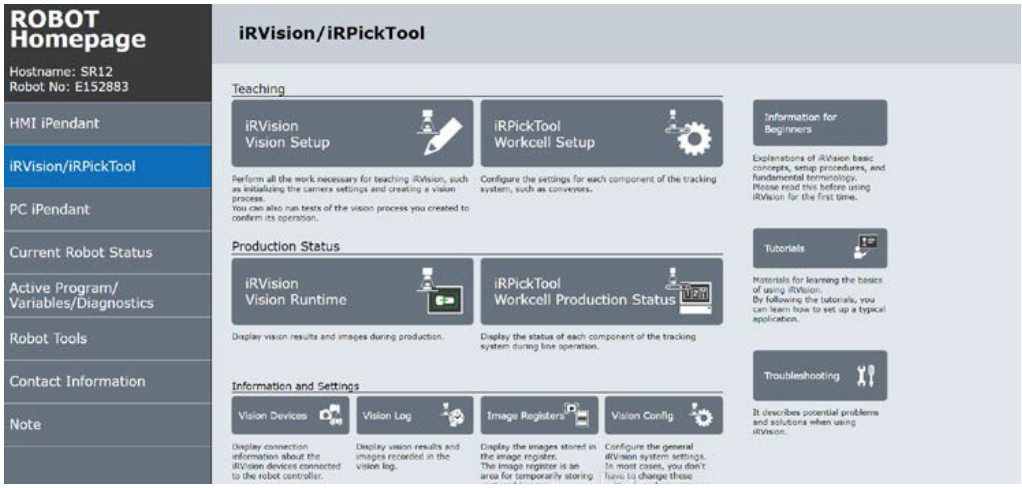
Kolejne elementy można dodać poprzez kliknięcie ikony „+” w lewym górnym rogu okna.

UWAGI

• Elementy Robots, TRAYS, CONV, CSTN, FSTN1, FSTN2, na potrzeby zawodów zostały skonfigurowane
• FSTN1 przypisany jest do robota SR-6, FSTN2 do robota SR-12

7. Proces wizyjny

W pierwszym etapie zajmiemy się utworzeniem procesu odpowiedzialnego za wykrywanie elementów oraz zapisywanie ich pozycji, tak aby robot mógł je pobrać.
W tym celu przechodzimy do iRVision Vision Setup:

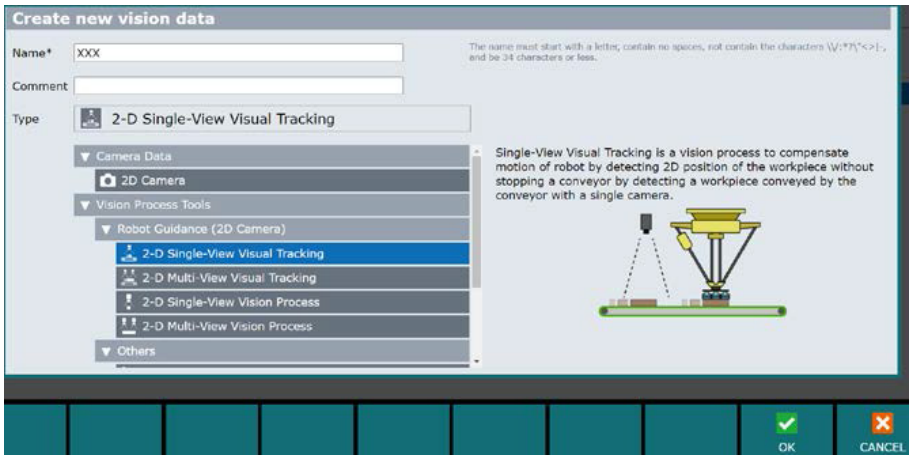


Rys. 9 Strona domowa robota

Po kliknięciu w powyższą witrynę otworzy się okno do tworzenia procesu:

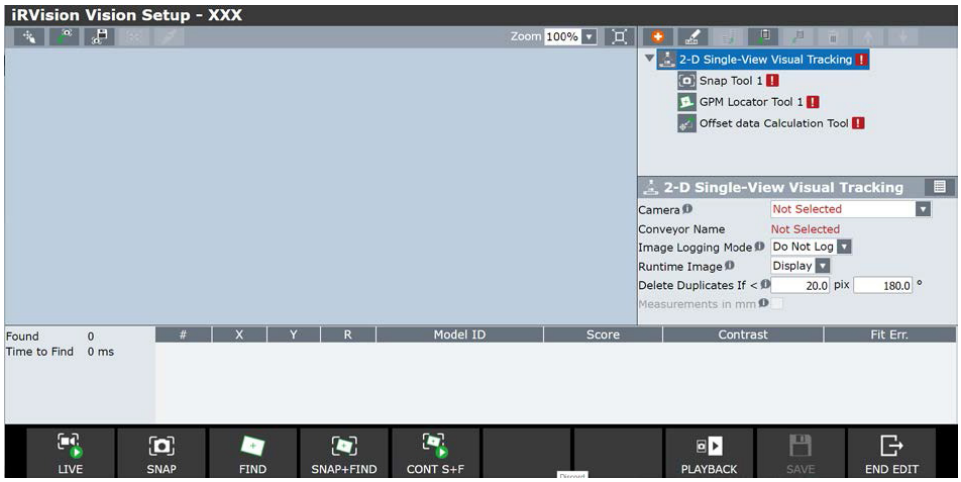
Rys. 10 iRVision Vision Setup

Aby utworzyć nowy proces wizyjny należy kliknąc opcję CREATE widniejący w lewym dolnym rogu na ciemnoszarym pasku, a następnie wybrać: Vision Process Tools -> Robot Guidance (2D Camera) -> 2-D Single-View Visual Tracking; nadać nazwę procesu i zatwierdzić OK.



Rys. 11 Tworzenie procesu wizyjnego

Po utworzeniu procesu wchodzimy w niego przyciskiem EDIT na dolnym szarym pasku.



Rys. 12 Okno procesu wizyjnego

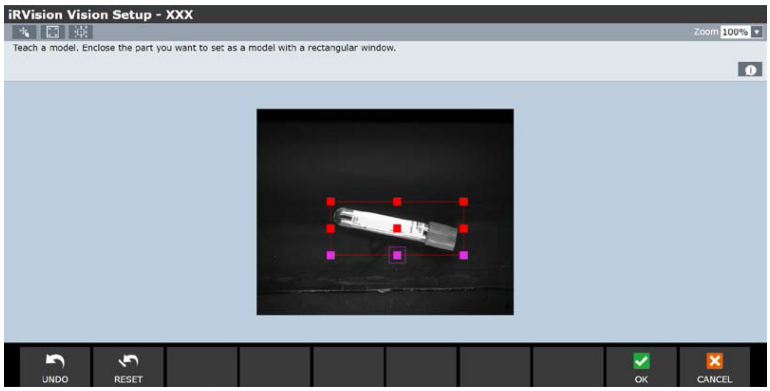
Drzewo procesu wizyjnego

- **Snap Tool 1**

Narzędzie do określenia parametrów zdjęcia. Możemy określić wymiary okna, w którym będziemy poszukiwać probówki (Snap Window – Setup), zmienić naświetlenie wykonywanych zdjęć (Exposure Time).

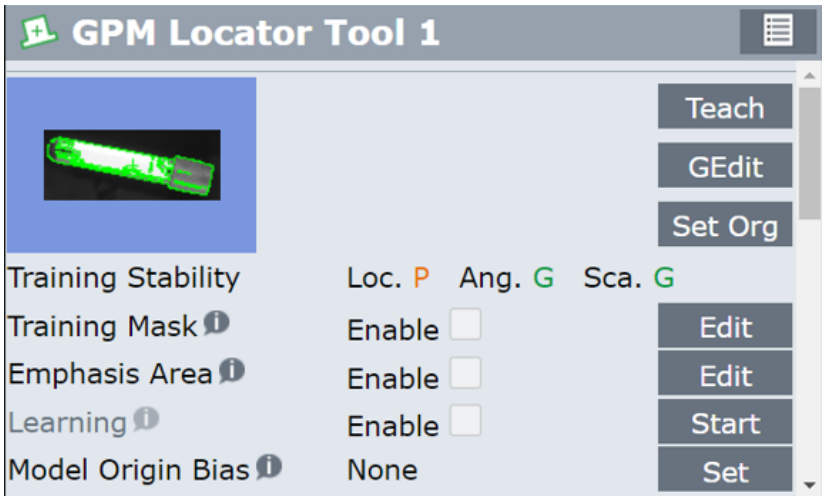
- **GPM Locator Tool 1**

Narzędzie pozwalające na określenie cech charakterystycznych wzorcowego elementu. Na początku nauczymy jaki przedmiot ma być poszukiwany:



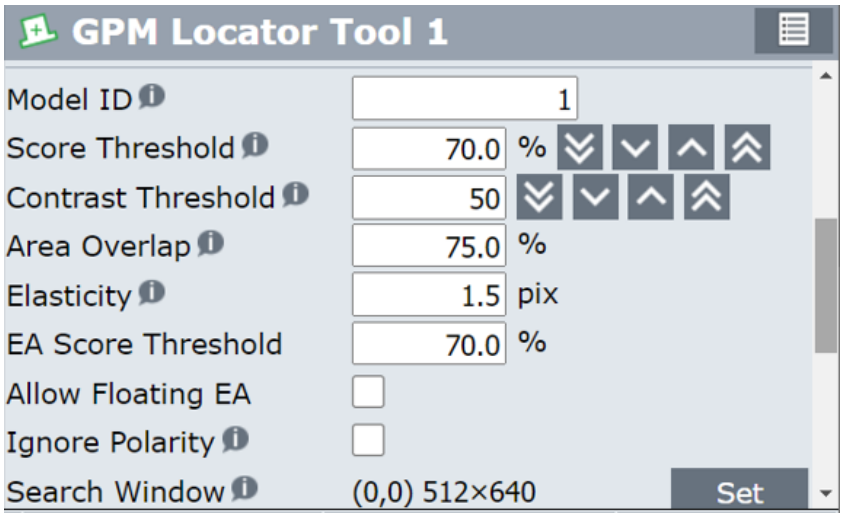
Rys. 13 Okno nauczania przedmiotu

Po nauczeniu jak wygląda przedmiot, podświetlają nam się linie konturu, które program wizyjny będzie poszukiwać.
Dalsze zakładki pozwalają modyfikować nauczony obraz.



Rys. 14 Parametry GPM Locator Tool

Training Mask -> Edit: pozwala na modyfikację poszukiwanych konturów, zaznaczenie interesujących elementów wzorca.
Emphasis Area -> Edit: nakłada maskę na wybrane fragmnety obrazu, które są dla nas szczególnie ważne i na które proces wizyjny ma zwracać szczególną uwagę podczas porównywania wzorca.



Rys. 15 Parametry GPM Locator Tool

Model ID: wybór standardowego numeru modelu referencyjnego

Score Threshold: określa graniczną wartość zgodności ze wzorcem, poniżej której element nie zostanie wykryty. 100% Score oznacza, że wykryty przedmiot jest w pełni zgodny ze wzorcem, natomiast 0% oznacza, że odnaleziony element całkowicie różni się od wzorca.

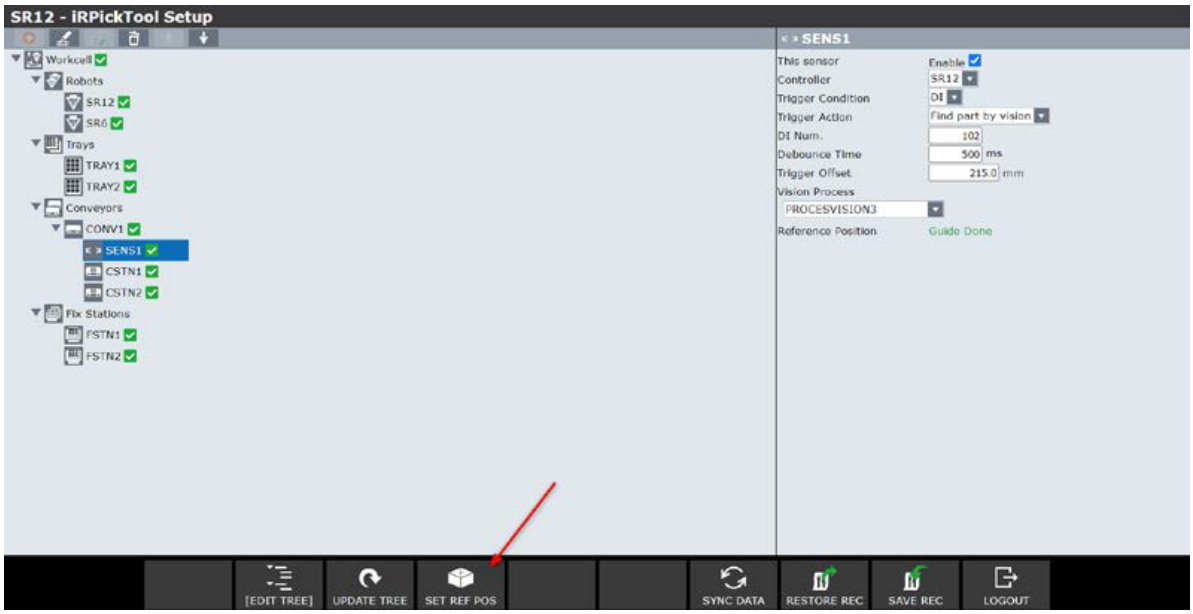
Contrast Threshold: modydikuje kontrast zdjęcia (im większa wartość tym mniejszy kontrast wykrywany)

- **Offset data Calculation Tool**

Pozwala określić Offset wykrywanej powierzchni Wybierajac w Part Z:
Height Mode -> Use constant Value będziemy mogli wpisać określoną wartość wysokości od powierzchni przenośnika do wykrywanej powierzchni. Przenoszone probówki mają średnicę 13mm. W tym miejscu nie ma potrzeby ustawiania pozycji referencyjnej – służy do tego Menu iRPickTool

8. Uczenie referencyjnej pozycji pobrania

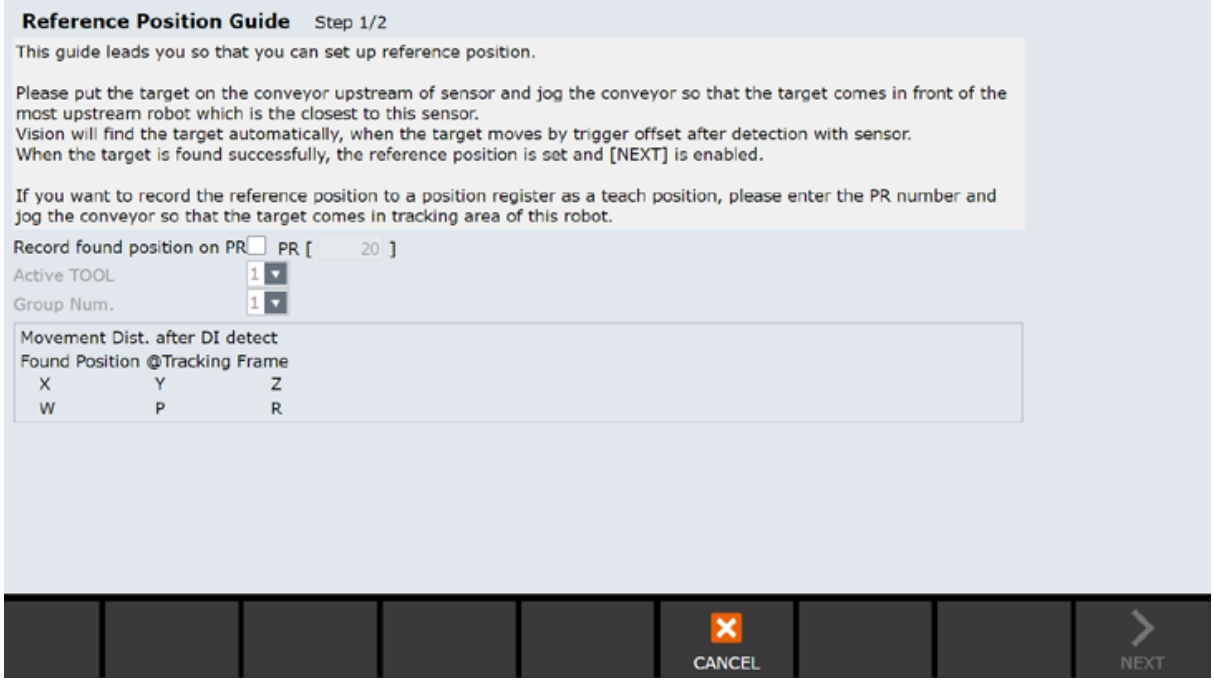
Uczenie pozycji referencyjnej należy rozpocząć w drzewie iRPickTool. Należy wybrać element SENS1, a następnie przycisk SET REF POS:



Rys. 22 Lokalizacja opcji SET REF POS w drzewie iRPickTool

Zostanie otwarte okno, w którym podane są wskazówki do wyznaczenia pozycji referencyjnej. Należy umieścić probówkę na taśmie przed ciemnią, a następnie włączyć taśmę z użyciem iPendanta robota SR-12iA.

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

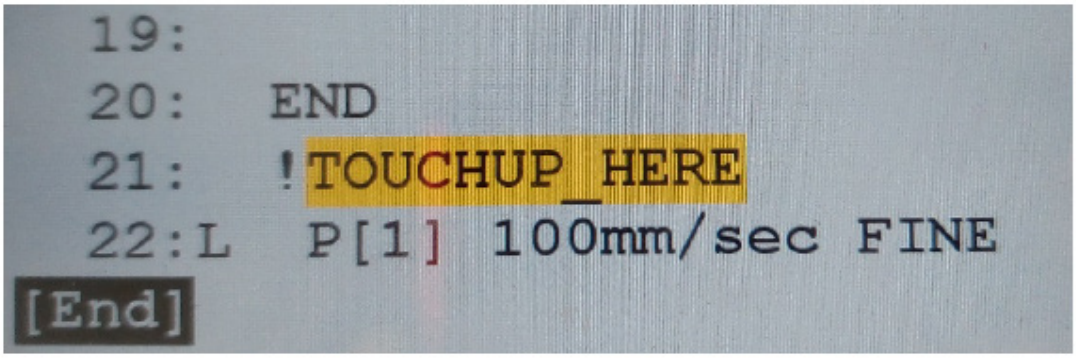


Rys. 23 Okno wyznaczenia pozycji referencyjnej

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 probówką z użyciem taśmy pod SR-6iA i zapisać punkt pobrania poprzez **TOUCHUP** punktu P [1], następnie przejechać probówką w obszar pracy SR-12iA i analogicznie zapisać punkt pobrania dla tego robota. Punkty porania ustalamy w okolicach środka probówki.

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



Rys. 24 Miejsce do wykonania TOUCHUP punktu referencyjnego

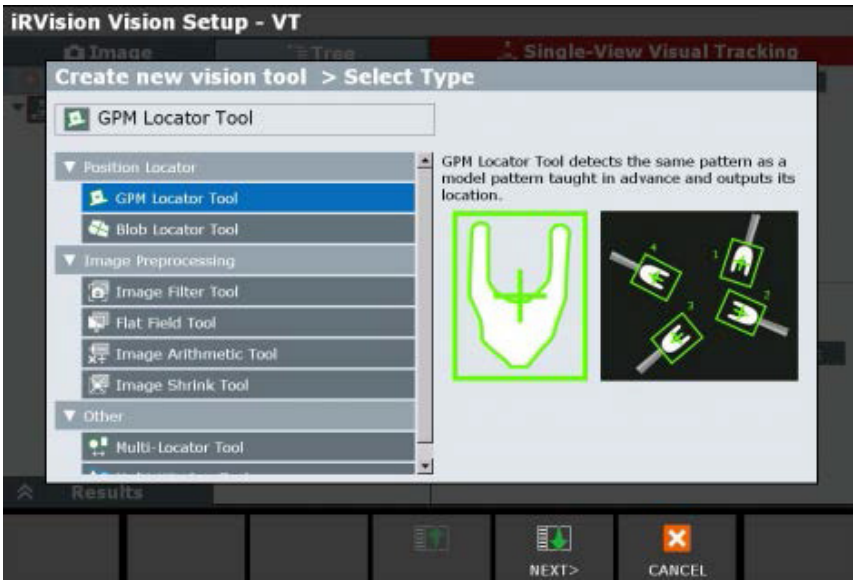
Pozycja referencyjna odkładania została już zapisana, lecz ze względu na ustawienie nowego punktu pobrania nasza probówka może nie trafić w wyznaczone miejsce na tacce. Z tego względu przygotowany został rejestr pozycyjny. Wybierając Menu -> Data -> Position Reg, a następnie wybierając PR [3: OFFSET DROP] -> POSITION (F4) możemy bezpośrednio wpisywać przesunięcia osi Y (to właśnie na niej może pojawić się przesunięcie), aby dostosować pozycję odkładania przedmiotów.

9. Rozpoznawanie koloru

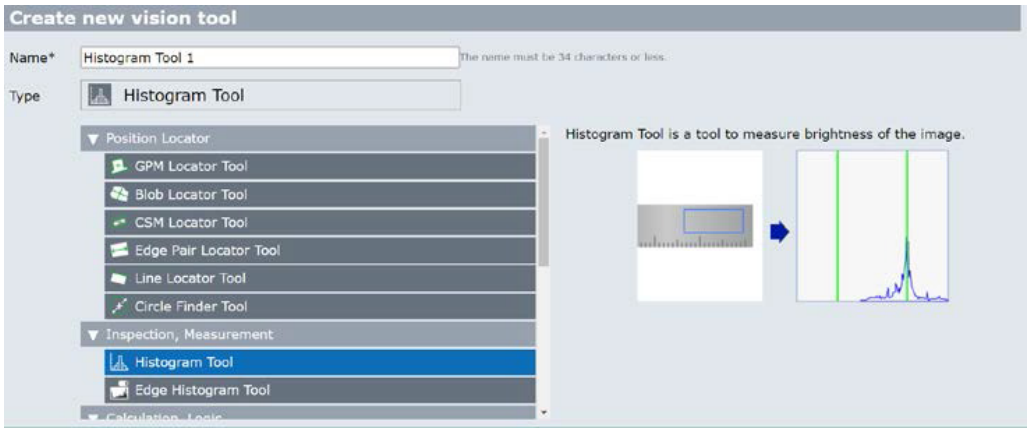
Jeżeli zastosujemy kolorową kamerę w naszej aplikacji będziemy mogli rozpoznawać przedmioty, które odróżnia właśnie ta cecha. W naszym przypadku będą to zielone i czerwone czapeczki probówek. Probówki będą trafiały na taśmę w losowej kolejności, ale na jednej tacce ma się znaleźć tylko jeden kolor probówek, co oznacza, że jeden robot ma pobierać czerwone, a drugi zielone elementy.

Narzędzie, które pozwala na wykorzystanie odmiennego koloru, to Histogram Tool, dostępny w procesie wizyjnym w GPM Locator Tool.

W drzewie procesu wizyjnego należy wybrać GPM Locator Tool, a następnie wybrać plus w lewym górnym rogu drzewa. Pojawi się okno jak niżej, w którym należy wyszukać Histogram Tool:



Rys. 25 Okno narzędzi procesu wizyjnego



Rys. 26 Okno narzędzi procesu wizyjnego z wybranym Histogram Tool

Następnie należy wybrać i dodać **Conditional Execution Tool** w taki sam sposób.

Tak rozbudowane drzewo teraz należy zdefiniować. Rozpoczynamy od **Histogram Tool**. W tym miejscy podobnie jak przy GPM Locator Tool trzeba wskazać interesujący nas obszar. Robimy to z pomocą Measurement Area naciskając przycisk **SET**.
Stworzony przez nas obszar pomiarowy należy później kilkukrotnie sprawdzić wykorzystując przycisk **SNAP+FIND** za każdym razem zwracając uwagę na wyświetlane parametry na dolnym pasku dla dwóch różnych kolorów:

Rys. 27 Okno Histogram Tool wraz z parametrami dla przykładowego ustawienia probówki

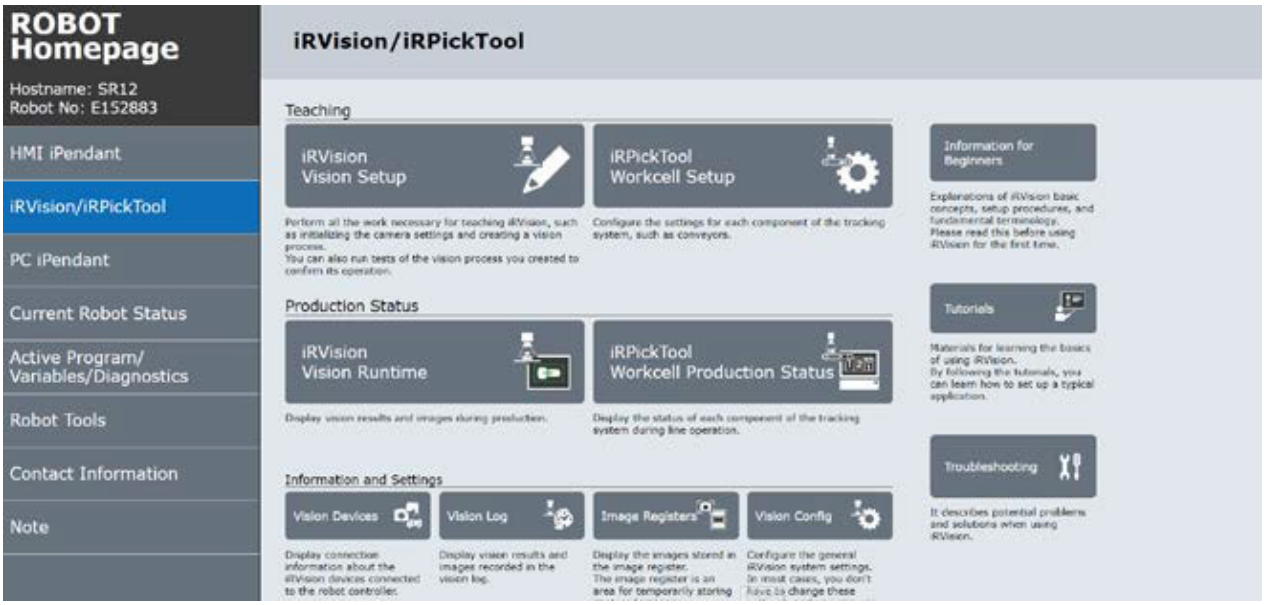
W kolejnym etapie przechodzimy do konfiguracji **Conditional Execution Tool**.

W zakładce **Measurements** wybieramy stworzony przez nas Histogram Tool 1 oraz wybrany przez nas parametr (możemy wybrać kilka parametrów). Następnie należy wybrać warunek do spełnienia w **Conditions**.

Ostatecznie określamy czynności jakie mają się wykonać po odnalezieniu przedmiotu (**Action**) oraz po jego nie wykryciu (**When undetermined**). Rozwijając pierwszą listę w sekcji Action możemy określić logikę warunków, natomiast druga lista wyznaczy czynność do wykonania po spełnieniu tej logiki np. do modelu ID dodamy 1, w ten sposób, po spełnieniu warunków, wykryty przedmiot zostanie przypisany do modelu ID 2. Lista w zakładce When undetermined również określi, co ma się wykonać po nieodnalezieniu przedmiotu.

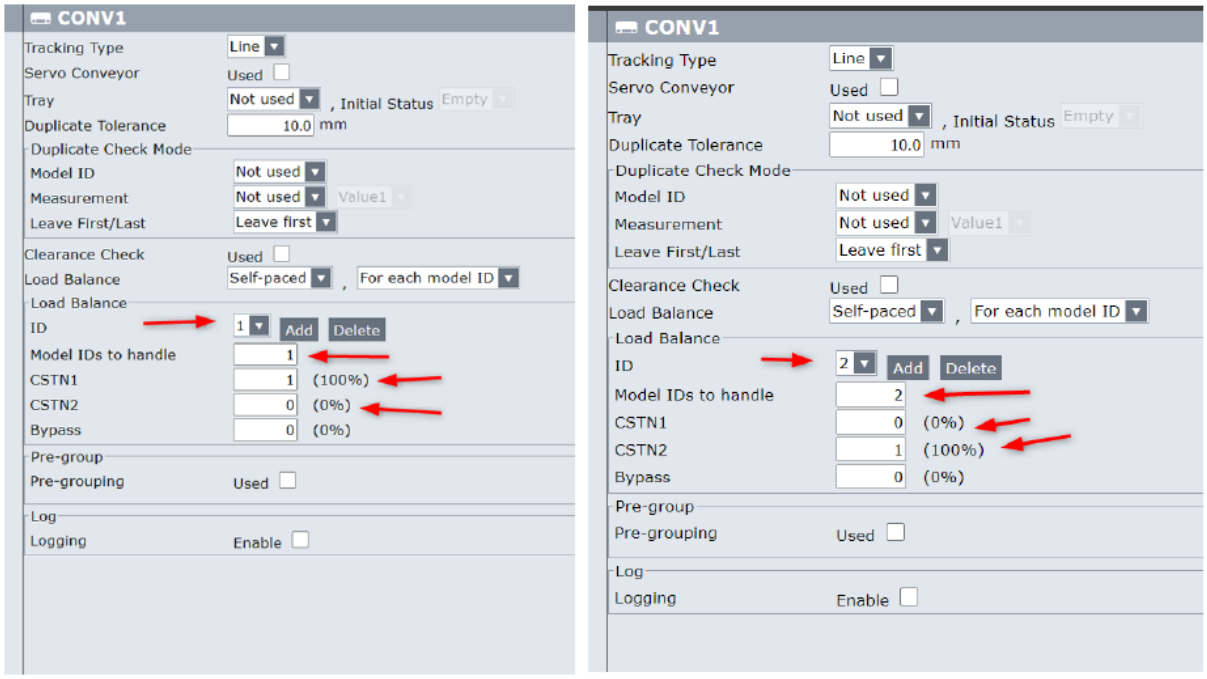
10. Sortowanie

Po wykonaniu powyższych czynności zostaje przypisanie danego modelu ID do konkretnego robota. W tym celu zamykamy iRVision Vision Setup i przechodzimy do **iRPickTool Workcell Setup**:



Rys. 28 Strona domowa robota

Wybierając CONV1 z drzewa funkcji po lewej stronie pojawią się modyfikowalne parametry. Nas interesować będzie **Load Balance**.



Rys. 29 Modyfikacja CONV1 z zaznaczeniem parametrów potrzebnych do realizacji odkładania danego modelu przez konkretnego robota.

11. System oceniania

1. Osiągnięcie celu zadania – 1 pkt

Celem zadania jest utworzenie procesu wizyjnego wykrywającego podawane elementy oraz rozróżniające ich kolory. Skończona w pełni aplikacja powinna pobierać probówki z taśmy sortując je kolorystycznie w tackach.

2. Zaliczenia etapów – łącznie 4 pkt

- Stworzenie Vision Process Tools rozpoznający probówki (1 pkt)
- Wyznaczenie pozycji referencyjnej pobrania – oba roboty muszą pobierać probówki podczas ruchu przenośnika niezależnie od ich orientacji 2D (1 pkt)
- Rozszerzenie procesu wizyjnego o rozpoznawanie koloru czapeczek probówek. (1 pkt)
- Zapewnienie sortowania probówek na tackach (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)