

Załącznik nr 1 do Raportu końcowego projektu 05Robot

Instrukcja obsługi aplikacji demonstracyjnej

autorzy:

dr inż. Piotr Kaczmarek

mgr inż. Tomasz Mańkowski

mgr inż. Jakub Tomczyński

mgr inż. Rafał Kabaciński

Spis treści

Spis treści	1
Konfiguracja systemu	4
Przygotowanie stanowiska	4
Konfiguracja oprogramowania - opis plików xml	6
Kalibracja robota względem stanowiska wykonawczego	11
Kalibracja kamery względem stanowiska wykonawczego	14
Obsługa programu	16
Sortowanie obiektów	16
Układanie obiektów w sekwencję	18
Kontrola wizyjna - lista kontrolna	19

Konfiguracja systemu

1. Przygotowanie stanowiska

Na poniższym zdjęciu przedstawiono stanowisko zrobotyzowane przygotowane do współpracy z opisywanym systemem:



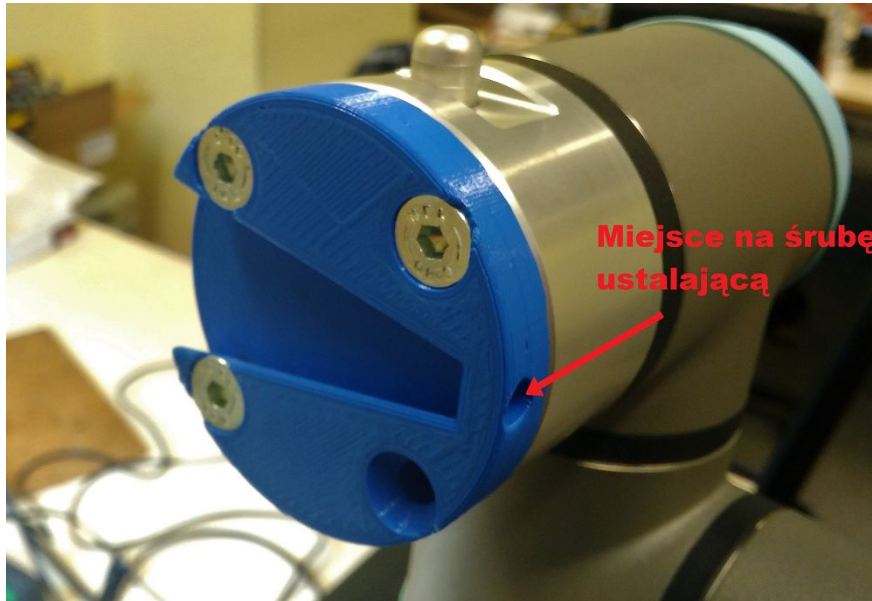
Stanowisko składa się z następujących elementów:

- przestrzeń robocza - stół, przenośnik taśmowy lub inna powierzchnia płaska z której pobierane będą elementy przeznaczone do sortowania,
- efektor wykonawczy - w tym przypadku robot kooperacyjny Universal Robots UR3,
- chwytak,
- pojemniki odkładcze lub przygotowana przestrzeń odstawkowa do sortowania,
- kamera inspekcyjne wraz z oświetlaczem,
- ekranu inspekcyjnego w urządzeniu wskazującym - w tym zestawieniu EyeTracker,
- komputera PC.

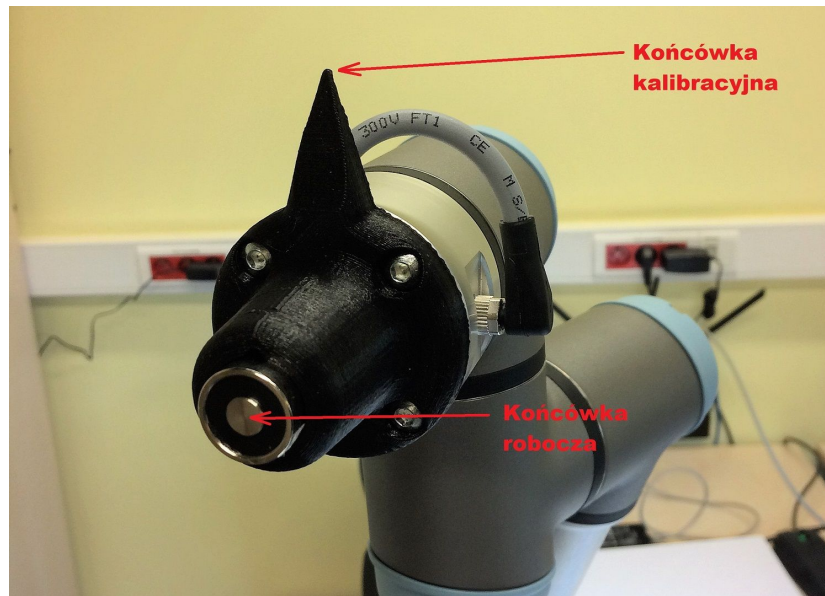
W celu przygotowania stanowiska należy:

- A. Umieścić robota tak aby swoim zasięgiem pokrywał całą przestrzeń roboczą.
- B. Nad przestrzenią roboczą umieścić kamerę wraz z oświetlaczem tak aby widoczna była cała przestrzeń robocza, zwrócić uwagę na możliwość zahaczenia kamery przez robota.

- C. Umieścić w zasięgu robota pojemniki/miejsca odkładcze.
- D. Przygotować ekran inspekcyjny. Do dolnej ramki należy umocować EyeTracker.
- E. Na końcówce robota przykręcić uniwersalną szybkozłączkę pozwalającą na zamontowanie różnych chwytaków.



- F. Do szybkozłączki wsunąć chwytak magnetyczny wraz z końcówką kalibracyjną, podpiąć złącze na końcówce robota. Chwytnak zabezpieczamy w gnieździe szybkozłączki przez wkręcenie śruby ustalającej. Dzięki zastosowaniu szybkozłączki nie ma możliwości błędnego zorientowania końcówki kalibracyjnej:



- G. Do kalibracji stanowiska konieczne jest wykorzystanie chwytaka magnetycznego wraz z końcówką kalibrującą, później w razie konieczności można zamienić chwytak na wersję dwupalczastą.



H. Podłączyć komputer PC, robota i kamerą do sieci ethernet. Połączyć EyeTracker z komputerem korzystając ze złącza USB. Podłączyć zasilanie wszystkich urządzeń.

2. Konfiguracja oprogramowania - opis plików xml

Każdy eksperyment opisywany jest przez przynależny mu plik w formacie xml. Plik opisuje podłączone kamery, konfigurację środowiska zrobotyzowanego oraz wygląd aplikacji użytkownika. Poniżej przedstawiono opis elementów pliku xml.

Element nadrzędny	Element	Atrybut	Format	Opis
-	_05Robot	-	-	Przestrzeń opisująca eksperyment
_05Robot	Cameras	-	-	Przestrzeń opisująca obiekty kamer
Cameras	CameraObject	-	-	Obiekt pojedynczej kamery
		calibrationPath	ciąg znaków	Ścieżka do folderu zawierającego pliki kalibracyjne kamer
		CalibrationFileName	ciąg znaków	Wzorzec nazwy pliku konfiguracyjnego kamery.
		displayData	liczba całkowita	Rodzaj danych wyświetlanych w oknie podglądu kamery
CameraObject	Camera_Basler_GigE	-	-	Określa typ kamery, w tym przypadku Basler_GigE
		CameraColor	liczba całkowita	Określa tryb koloru kamery
		Width	liczba całkowita	Szerokość obrazu w pikselach

		Height	liczba całkowita	Wysokość obrazu w pikselach
		OffsetX	liczba całkowita	Przesunięcie obrazu w płaszczyźnie poziomej
		OffsetY	liczba całkowita	Przesunięcie obrazu w płaszczyźnie pionowej
		ExposureTimeRaw	liczba całkowita	Czas ekspozycji
		BalanceRatioRaw_red	liczba całkowita	Balans bieli koloru czerwonego
		BalanceRatioRaw_green	liczba całkowita	Balans bieli koloru zielonego
		BalanceRatioRaw_blue	liczba całkowita	Balans bieli koloru niebieskiego
_05Robot	Processors	-	-	Przestrzeń opisująca obiekty przetwarzające obraz z kamery.
Processors	ProcessorObject → Processor_PlaneCalibration	-	-	Obiekt przetwarzający obraz z kamery wykonujący kalibrację płaszczyznową obrazu.
		checkerboard_columns	liczba całkowita	Liczba kolumn wewnętrznych węzłów siatki planszy kalibracyjnej
		checkerboard_rows	liczba całkowita	Liczba wierszy wewnętrznych węzłów siatki planszy kalibracyjnej
		checkerboard_raster	liczba rzeczywista	Raster siatki planszy kalibracyjnej
		workspace_x_offset	liczba rzeczywista	Przesunięcie pierwszego węzła siatki względem początku płaszczyzny roboczej w zmiennej x
		workspace_y_offset	liczba rzeczywista	Przesunięcie pierwszego węzła siatki względem początku płaszczyzny roboczej w zmiennej y
		workspace_x_size	liczba rzeczywista	Rozmiar przestrzeni roboczej w zmiennej x
		workspace_y_size	liczba rzeczywista	Rozmiar przestrzeni roboczej w zmiennej y
		picture_width	liczba całkowita	Szerokość obrazu docelowego w pikselach
		picture_height	liczba całkowita	Wysokość obrazu docelowego w pikselach
ProcessorObject → Processor_PlaneCalibration	perspective_matrix	-	CDATA	Macierz przekształcenia perspektywistycznego zapisana w formacie base64
Processors	ProcessorObject → Processor_ObjectExtraction	-	-	Obiekt przetwarzający obraz po przekształceniu płaszczyznowym. Wykonuje ekstrakcję obiektów na podstawie modelu tła.
		median_khalfsize	liczba całkowita	Połowa rozmiaru filtra medianowego dla ekstrakcji tła

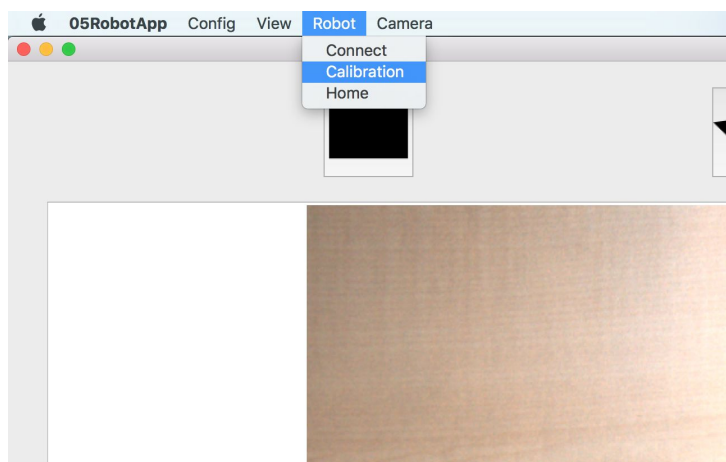
		workspace_x_of_fset	liczba rzeczywista	Przesunięcie pierwszego węzła siatki względem początku płaszczyzny roboczej w zmiennej x
		workspace_y_of_fset	liczba rzeczywista	Przesunięcie pierwszego węzła siatki względem początku płaszczyzny roboczej w zmiennej y
		workspace_z_of_fset	liczba rzeczywista	Grubość planszy kalibracyjnej
		workspace_x_size	liczba rzeczywista	Rozmiar przestrzeni roboczej w zmiennej x
		workspace_y_size	liczba rzeczywista	Rozmiar przestrzeni roboczej w zmiennej y
		object_height	liczba rzeczywista	Wysokość chwytanego obiektu
		minimum_object_area	liczba całkowita	Minimalny rozmiar wykrywanego obiektu
		maximum_object_area	liczba całkowita	Maksymalny rozmiar wykrywanego obiektu
		background_filename	ciąg znaków	Nazwa pliku przechowującego plik tła
_05Robot	Robot	-	-	Przestrzeń opisująca otoczenie pracy robota
Robot	UR3Workspace	-	-	Opis przestrzeni robota. Określa sposób połączenia z robotem typu UniversalRobots oraz przestrzeń roboczą, punkty kalibracyjne itp.
		robotPort	liczba całkowita	Port komunikacyjny TCP/IP robota UR - w większości przypadków 30002
		robotIP	ciąg znaków	Adres IP robota w formacie x.x.x.x
		ackServerPort	liczba całkowita	Port TCP/IP, który otwiera aplikacja użytkownika w celu nasłuchiwania na odpowiedź od robota UR potwierdzającą wykonanie zadania
		enableBinArrayMode_	true/false	Określa czy zadanie wykonywane jest w trybie domina. Gdy true plik konfiguracyjny musi opisywać listwę odstawczą, określoną przez punkt początkowy i końcowy (BinArray) oraz liczbę pól odstawczych (binArraySize_)
		binArraySize_	liczba całkowita	Liczba pól odstawczych w przypadku trybu domina
		pickingObjectOffsetInMM_	liczba całkowita	Odległość w milimetrach określająca na jakiej wysokości przed celem zatrzyma się końcówka robota w trakcie wykonywania czynności chwytania obiektu.
		puttingObjectOffsetInMM_	liczba całkowita	Odległość w milimetrach określająca na jakiej wysokości przed celem zatrzyma się końcówka robota w trakcie wykonywania czynności odkładania obiektu
		approachOffsetInMM_	liczba całkowita	Odległość w milimetrach określająca na jakiej wysokości przed celem robot przechodzi w tryb ruchu liniowego w procedurze chwytania i odkładania obiektu.
		jMoveAcceleration	liczba	Przyspieszenie robota w ruchu przegubowym

		on_	rzeczywista	
		jMoveSpeed_	liczba rzeczywista	Prędkość maksymalna robota w ruchu przegubowym
		lMoveToolAcceleration_	liczba rzeczywista	Przyspieszenie robota w ruchu liniowym
		lMoveToolSpeed_	liczba rzeczywista	Prędkość maksymalna robota w ruchu liniowym
UR3Workspace	Positions	-	-	Przestrzeń opisująca z góry określone pozy robota.
Positions	Home	-	CDATA	6 liczb rzeczywistych - pozycja robota w pozycji HOME określona w współrzędnych wewnętrznych
Positions	OverBoard	-	CDATA	6 liczb rzeczywistych - pozycja robota w pozycji OVER BOARD określona w współrzędnych wewnętrznych
Positions	OverBins	-	CDATA	6 liczb rzeczywistych - pozycja robota w pozycji OVER BINS określona w współrzędnych wewnętrznych
Positions	Bins	-	ciąg znaków	Określa punkty odstawcze (kebelki) do których zostaną posortowane obiekty. Każda pozycja odstawcza określona jest przez kolejną linię w formacie: id;nazwa_pozycji;X,Y,Z,R,P,Y , gdzie id jest liczbą całkowitą identyfikującą pozycję; nazwa_pozycji jest ciągiem znaków opisującą pozycję; X,Y,Z,R,P,Y - 6 liczb rzeczywistych określających pozycją odstawczą w współrzędnych układu BASE robota. Element aktywny tylko w przypadku enableBinArrayMode_ = false
Positions	BinArray	-	CDATA	Określa pozycję listwy odstawczej w przypadku wykorzystania scenariusza domina. Dwa punkty w oddzielnych liniach określające początek i koniec listwy odstawczej w formacie X,Y,Z,R,P,Y - 6 liczb rzeczywistych określających pozycją odstawczą w współrzędnych układu BASE robota. Element aktywny tylko w przypadku enableBinArrayMode_ = true
UR3Workspace	Calibrations	-	-	Przestrzeń opisująca kalibrację robota względem płaszczyzny stołu (planszy kalibracyjnej)
Calibrations	CalibrationPoints	-	CDATA	Punkty kalibracyjne względem płaszczyzny roboczej (planszy kalibracyjnej). Trzy punkty w oddzielnych liniach określające punkt P0, P1 i P2 w formacie X,Y,Z,R,P,Y - 6 liczb rzeczywistych określających pozycją odstawczą w współrzędnych układu BASE robota.
UR3Workspace	TCPs	-	-	Przestrzeń określająca końcówki robocze użyte w eksperymencie.
TCPs	WorkingTCP	-	CDATA	Pole określające końcówkę roboczą (chwytną) umieszczoną na robocie. Określona w formacie X,Y,Z,R,P,Y - 6 liczb rzeczywistych gdzie X,Y,Z to przesunięcie, R,P,Y rotacja końcówki
TCPs	CalibrationTCP	-	CDATA	Pole określające końcówkę kalibracyjną umieszczoną na robocie, służącą do wskazywania punktów P0, P1, P2 na planszy kalibracyjnej. Określona w formacie X,Y,Z,R,P,Y - 6 liczb rzeczywistych gdzie X,Y,Z to przesunięcie, R,P,Y rotacja końcówki
_05Robot	EyeTracker	-	-	Przestrzeń określająca wykorzystanie modułu śledzenia oczu.

EyeTracker	cEyeTrackerFilter	-	-	Opisuje zachowanie modułu wykrywającego gesty
		tangential_coefs	liczba rzeczywista	Maksymalne odchylenie gestu linii poziomej lub pionowej od założonej trajektorii (0,5 - 45 stopni)
		use_gaze2click	true/false	Czy zatrzymanie wzroku oznacza kliknięcie
		gaze_timeout	liczba całkowita	Czas zatrzymania wzroku w przypadku kliknięcia przez zatrzymanie wzroku
		gaze_tolerance	liczba całkowita	Rozmiar obszaru wykorzystywanego w przypadku use_gaze2click = true. Wykorzystywane także w procesie wykrywania gestu.
		minimum_gesture_segment_length_ratio	liczba rzeczywista	Minimalna długość gestu powodująca wykrycie linii
		use_complex_gestures	true/false	Załącza wykrywanie złożonych gestów
		leave_window_timeout	liczba całkowita	Czas po którym ignorowany jest poprzedni ruch
		gesture_tolerance	liczba całkowita	Tolerancja w pikselach wykorzystywana w czasie wykrywania złożonych gestów
_05Robot	ObjectManipulationProperties → ObjectManipulationProperties	-	-	Opisuje interfejs użytkownika
		Interface_size	liczba całkowita	Rozmiar przycisków w pikselach
		Initial_rotation	liczba całkowita	Początkowa rotacja obiektu w stopniach
		Rotation_step	liczba całkowita	Krok rotacji w stopniach
		View_scroll_step	liczba rzeczywista	Krok przesuwania obrazu
		Zoom_in_out_factor	liczba rzeczywista	Krok przybliżania i oddalania obrazu
		Bin_descriptors	ciąg znaków	Lista wpisów definiujących pola odstawcze, wpis składa się z zestawu par parametr=wartość oddzielonych przecinkami, wpisy oddzielone są średnikami id - liczba całkowita identyfikująca pole odstawcze width - liczba zmiennoprzecinkowa, mnożnik szerokości przycisku capacity - liczba całkowita, pojemność pola (-1 dla nieograniczonej); w przypadku listy kontrolnej 1 - prawda, 0 - fałsz photo - wartość logiczna, 1 = ikona przycisku zostaje zastąpiona zdjęciem obiektu po wybraniu pola (opcjonalne) label - ciąg znaków, etykieta tekstowa pola (opcjonalne) icon - ścieżka do pliku graficznego z ikoną przycisku (opcjonalne) color - kolor przycisku w formacie szesnastkowym (#RRGGBB) (opcjonalne)
		Image_file	ciąg znaków	Wykorzystywane w scenariuszu listy kontrolnej - ścieżka do obrazu do załadowania
		Object_list_file	ciąg znaków	Wykorzystywane w scenariuszu listy kontrolnej - ścieżka do pliku opisującego elementy do wykonania kontroli wizyjnej

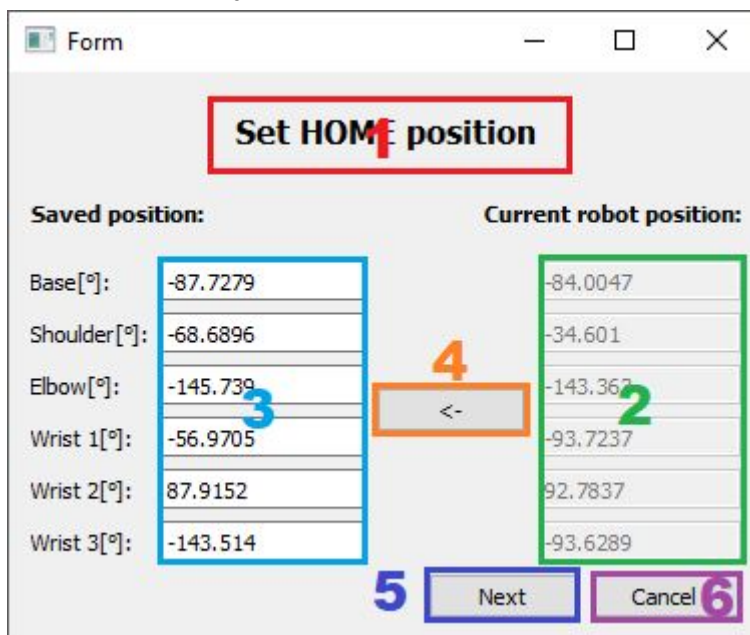
3. Kalibracja robota względem stanowiska wykonawczego

W celu przygotowania robota do pracy na stanowisku wykonawczym należy wykonać procedurę kalibracyjną, która pozwoli na wyznaczenie zależności pomiędzy układem współrzędnych robota, a układem współrzędnych kamery. Kalibracja robota wykonywana jest z wykorzystaniem planszy kalibracyjnej umieszczonej na stole roboczym. W celu uruchomienia kalibracji z menu *Robot* wybieramy pozycję *Calibration*:



Zostanie otwarte okno prowadzące użytkownika przez procedurę kalibracyjną. Uruchomienie go rozpoczyna procedurę kalibracji. Okno składa się z następujących elementów:

1. Informacja o aktualnie kalibrowanym położeniu/punkcie
2. Aktualna pozycja odczytana z robota
3. Zapisana pozycja
4. Przycisk kopiujący aktualna pozycję do zapisania
5. Przejście do następnego punktu
6. Anulowanie kalibracji

The image shows a dialog box titled 'Set HOME position'. It contains two columns of data: 'Saved position:' and 'Current robot position:'. The 'Saved position:' column has values for Base, Shoulder, Elbow, Wrist 1, Wrist 2, and Wrist 3. The 'Current robot position:' column has values for the same joints. A blue box highlights the 'Saved position:' column (labeled 3), a green box highlights the 'Current robot position:' column (labeled 2), and an orange box highlights a '<' button between them (labeled 4). At the bottom, there are 'Next' and 'Cancel' buttons, with 'Next' highlighted in blue (labeled 5) and 'Cancel' highlighted in purple (labeled 6).

Saved position:	Current robot position:
Base[°]: -87.7279	-84.0047
Shoulder[°]: -68.6896	-34.601
Elbow[°]: -145.739	-143.362
Wrist 1[°]: -56.9705	-93.7237
Wrist 2[°]: 87.9152	92.7837
Wrist 3[°]: -143.514	-93.6289

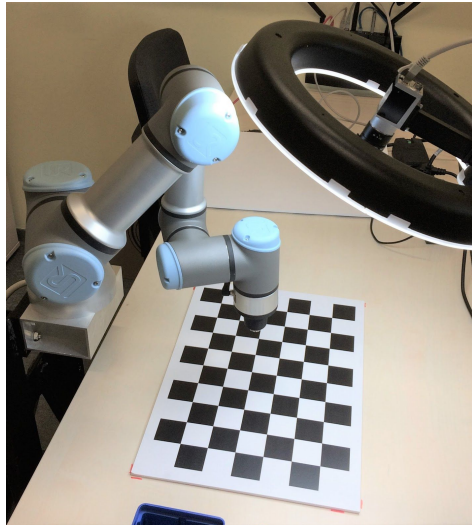
W trakcie procedury kalibracyjnej konieczne jest wskazanie kilku punktów kluczowych trajektorii robota oraz punktów kalibracyjnych znajdujących się na planszy. Użytkownik zapytany o kolejne punkty winien przejechać robotem do oczekiwanego położenia/punktu, następnie korzystając z przycisku (4) skopiować aktualną pozycję i nacisnąć przycisk (5). Procedurę powtórzyć dla wszystkich położenia/punktów.

Przeprowadzić procedurę kalibracyjną:

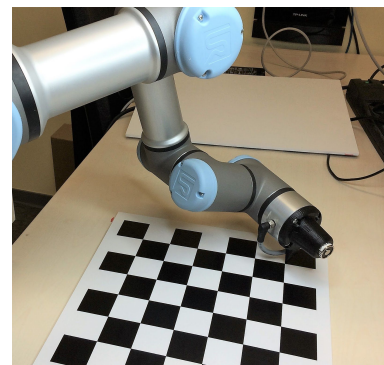
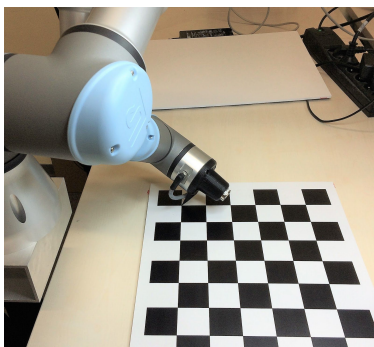
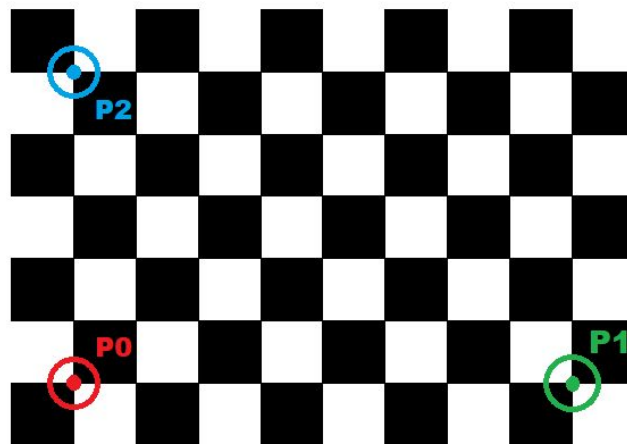
- A. Na stole roboczym umieścić tablicę kalibracyjną. Tablicę można tymczasowo przymocować taśmą, tak aby nie poruszyć jej w czasie kalibracji. Pozycja tablicy musi być identyczna w trakcie procedury kalibracji zarówno robota jak i kamery
- B. Umieścić robota w pozycji HOME. Pozycja HOME jest neutralną konfiguracją wyjściową robota, od której zaczynają się będą wszystkie wykonywane ruchy. W tej pozycji robot nie powinien kolidować z żadnymi elementami otoczenia oraz nie powinien znajdować się w polu widzenia kamery. Zapisz pozycję i przejdź do kolejnego punktu.



- C. Umieścić robota w pozycji OVER BOARD. Jest to pozycja nad planszą/stołem roboczym. Wykonując procedurę podnoszenia przedmiotu robot przemieści się od pozycji HOME do OVER BOARD, następnie rozpocznie właściwy proces chwytania przedmiotu. W pozycji OVER BOARD końcówka robocza powinna znajdować się mniej więcej na środku planszy kalibracyjnej, około 20-30cm od powierzchni stołu roboczego, a jej orientacja powinna być mniej więcej zgodna z orientacją końcówki w czasie podejmowania przedmiotu. Zapisz pozycję i przejdź do kolejnego punktu.



- D. W kolejnych 3 krokach wykonywana jest kalibracja robota względem planszy kalibracyjnej. Użytkownik proszony jest o wskazania punktów P0, P1 oraz P2 na planszy kalibracyjnej. W tym celu należy dojechać KOŃCÓWKĄ KALIBRACYJNĄ do 3 wymienionych powyżej punktów, wtedy gdy w interfejsie użytkownika pojawi się stosowny monit. Punkty P0, P1 oraz P2 zaznaczono na poniższym rysunku. Zwróć uwagę na orientację planszy. Zapisz pozycję i przejdź do kolejnego punktu.



- E. W kolejnym etapie użytkownik proszony jest o wskazanie położenia pojemników, do których mają zostać odłożone sortowane obiekty. Liczba pojemników i odpowiadających im położenia zależy od konfiguracji środowiska. Umieść robota nad pojemnikiem z końcówką skierowaną zgodnie z kierunkiem chwytania. Zapisz pozycję i przejdź do kolejnego punktu.

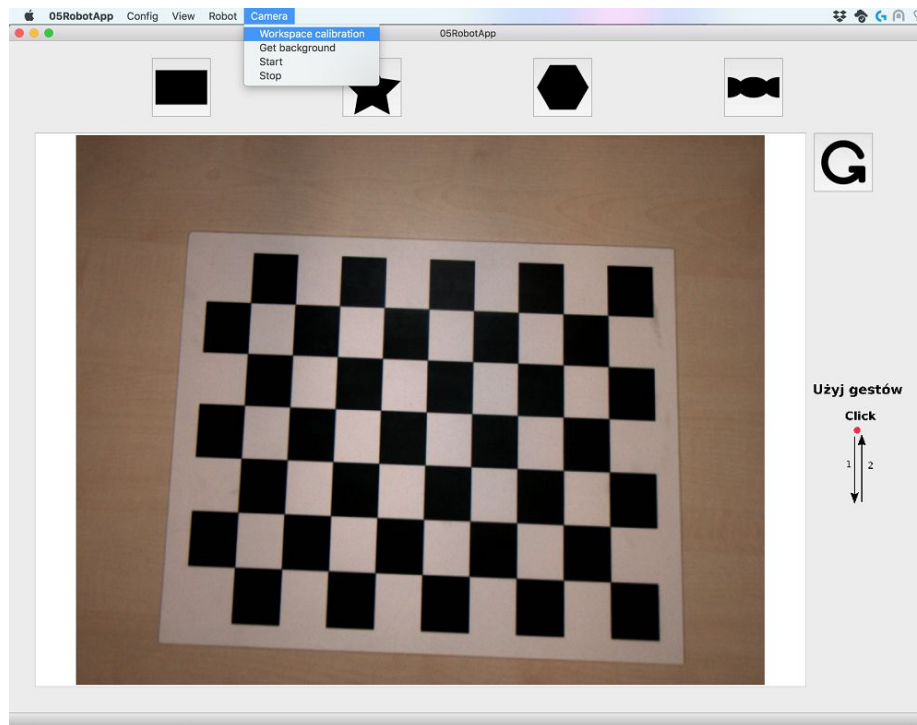


- F. W przypadku konfiguracji oprogramowania do okładania elementów w listwie odstawczej odstawczej (np. domino), użytkownik zamiast wskazywać kolejne położenia odstawcze zostanie poproszony o wskazanie środkowego punktu w końcowym (END) i początkowym (START) położeniu odstawczym. Program na podstawie informacji o liczbie punktów odstawczych sam wyliczy pozostałe położenia.

4. Kalibracja kamery względem stanowiska wykonawczego

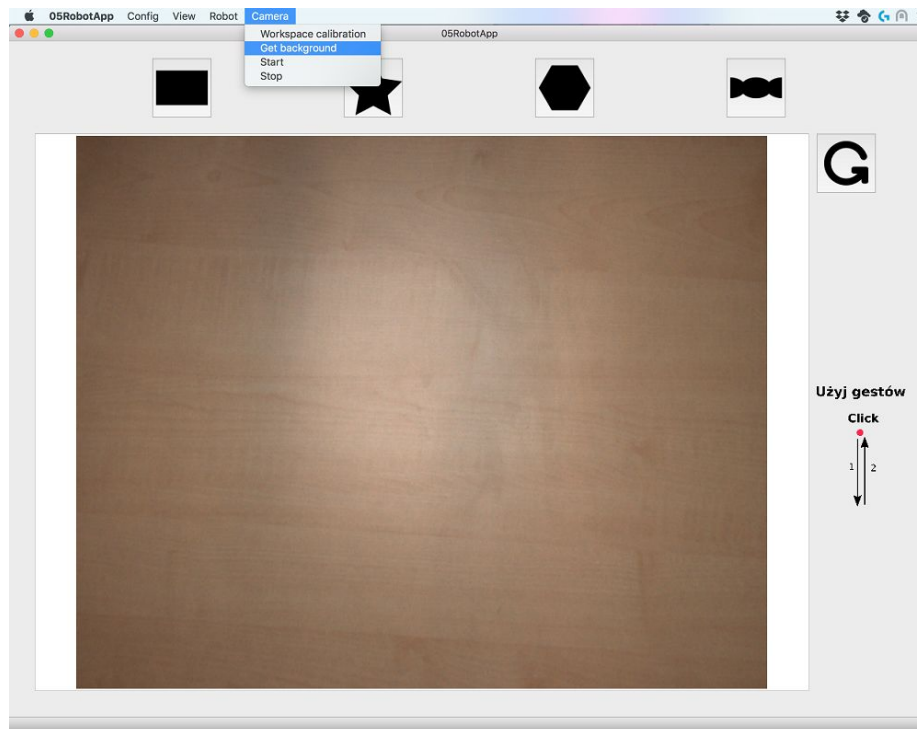
Kolejnym krokiem jest kalibracja kamery względem stanowiska roboczego.:

- A. Do kalibracji wykorzystywana jest plansza kalibracyjna - należy zwrócić uwagę aby zarówno w trakcie kalibracji robota jak i kalibracji kamery plansza znajdowała się dokładnie w tej samej pozycji. Umieść szachownicę w płaszczyźnie roboczej.
- B. Z menu *Camera* wybieramy *Workspace calibration*. Po wykonaniu procedury plansza powinna zajmować całą przestrzeń okna i powinno zostać usunięte zniekształcenie wynikające z kąta ustawienia kamery



C. Kolejnym krokiem jest pobranie modelu tła. W tym celu należy usunąć z pola roboczego wszystkie elementy ruchome, które nie będą wykrywane jako obiekty do podniesienia. Plansza kalibracyjna także powinna zostać zabrana.

D. Z menu *Camera* wybieramy *Get background*.



Obsługa programu

Po przygotowaniu plików konfiguracyjnych XML zawierających opis scenariusza, możliwe jest przeprowadzenie eksperymentu. Domyślnie program wczytuje plik config.xml umieszczony w katalogu roboczym, wczytanie innego pliku możliwe jest poprzez polecenie z menu **Config** → **Open** lub poprzez podanie ścieżki do pliku konfiguracyjnego jako pierwszy argument przy uruchamianiu programu.

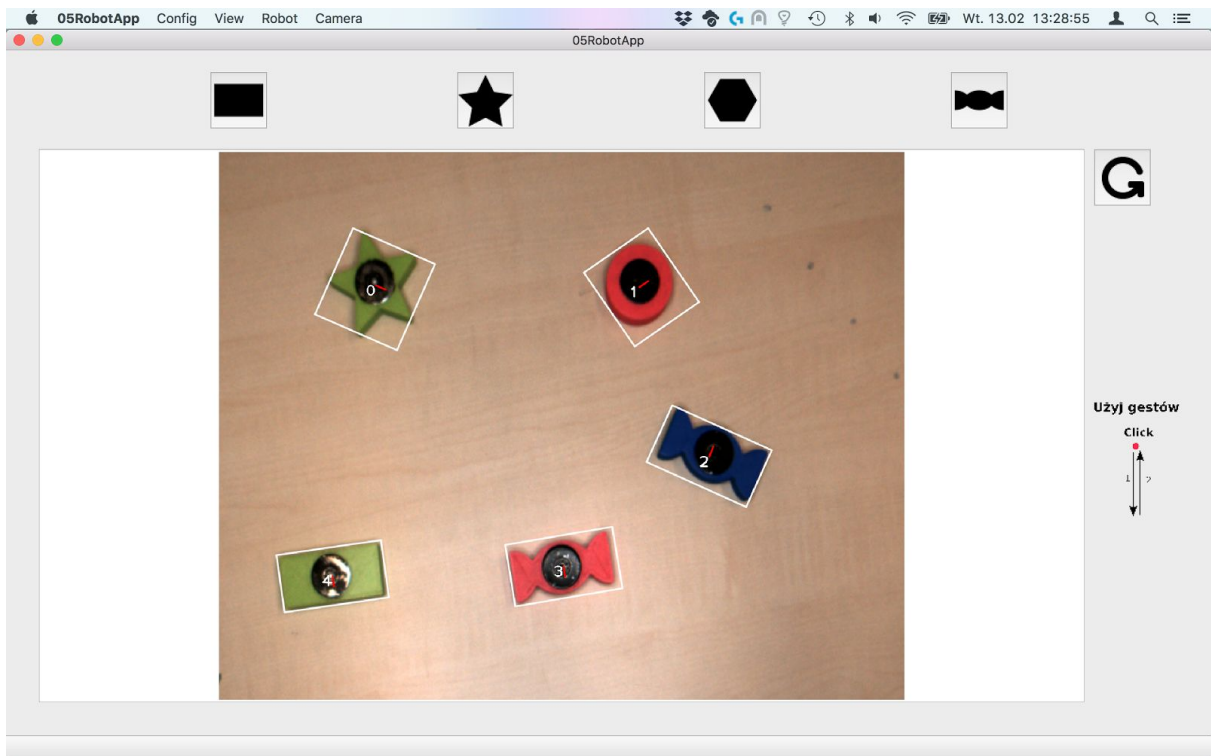
Po uruchomieniu programu widoczna jest zakładka z dziennikiem zdarzeń, w którym moduły umieszczają informacje o postępach uruchamiania oraz ewentualne błędy. Po udanym uruchomieniu wszystkich modułów program czeka 5 sekund, a następnie przechodzi do zakładki z obrazem.

Jeśli plik konfiguracyjny zawiera poprawną kalibrację kamery i robota, możliwe jest natychmiastowe rozpoczęcie eksperymentu. W przeciwnym wypadku konieczna jest kalibracja opisana w punktach 4 i 5. Wyniki kalibracji można zapisać do otwartego pliku poleceniem **Config** → **Save** lub do nowego pliku **Config** → **Save as...**

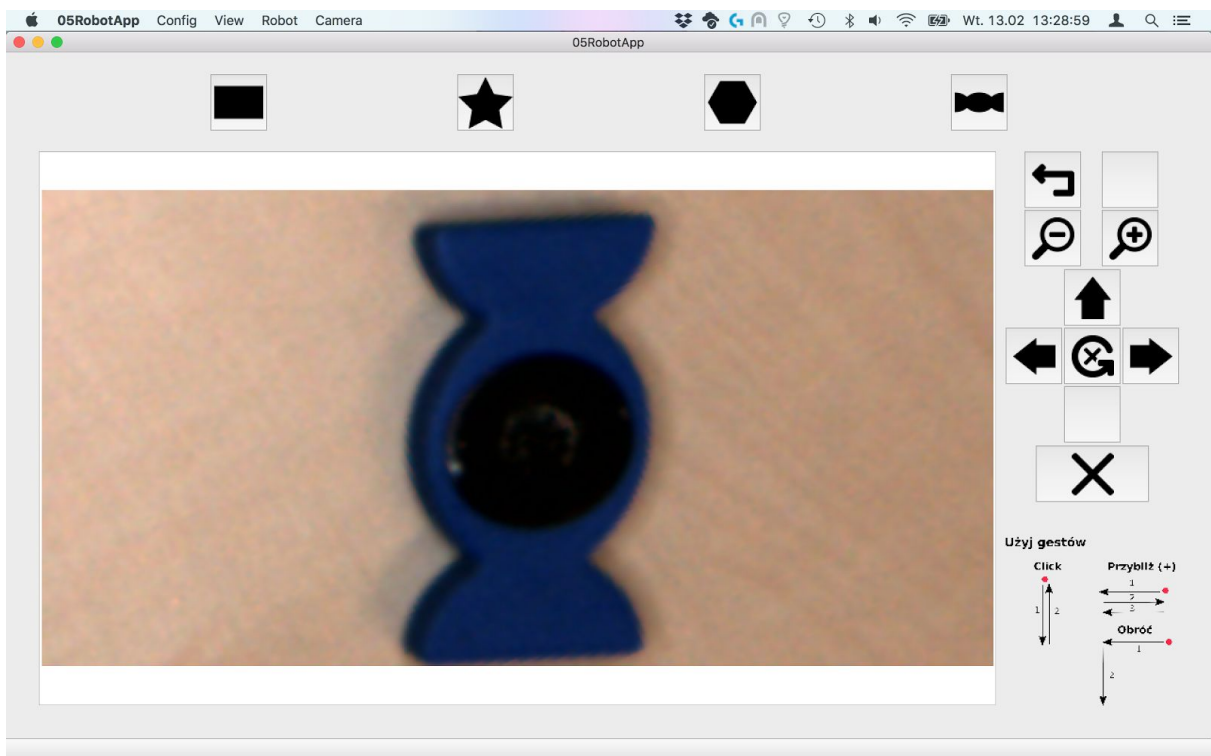
Przewidziano trzy podstawowe typy scenariuszy: sortowanie obiektów, układanie obiektów w sekwencję oraz kontrolę wizyjną, opisane poniżej.

Sortowanie obiektów

Zadanie: Zadaniem jest dokonanie podziału elementów ze względu na wybrane kryterium. Domyślny widok aplikacji przedstawia wyprostowany widok na przestrzeń roboczą, z zaznaczonymi wykrytymi obiektami. W górnej części interfejsu widoczne są przyciski odpowiadające przyjętym w pliku konfiguracyjnym kategoriom obiektów, nieaktywne w tym widoku. Po prawej stronie widoczna jest legenda dostępnych gestów, o ile włączono je w pliku konfiguracyjnym.



Po wybraniu jednego z elementów poprzez kliknięcie wewnątrz otaczającego go prostokąta, okno przenosi się do widoku pojedynczego elementu.



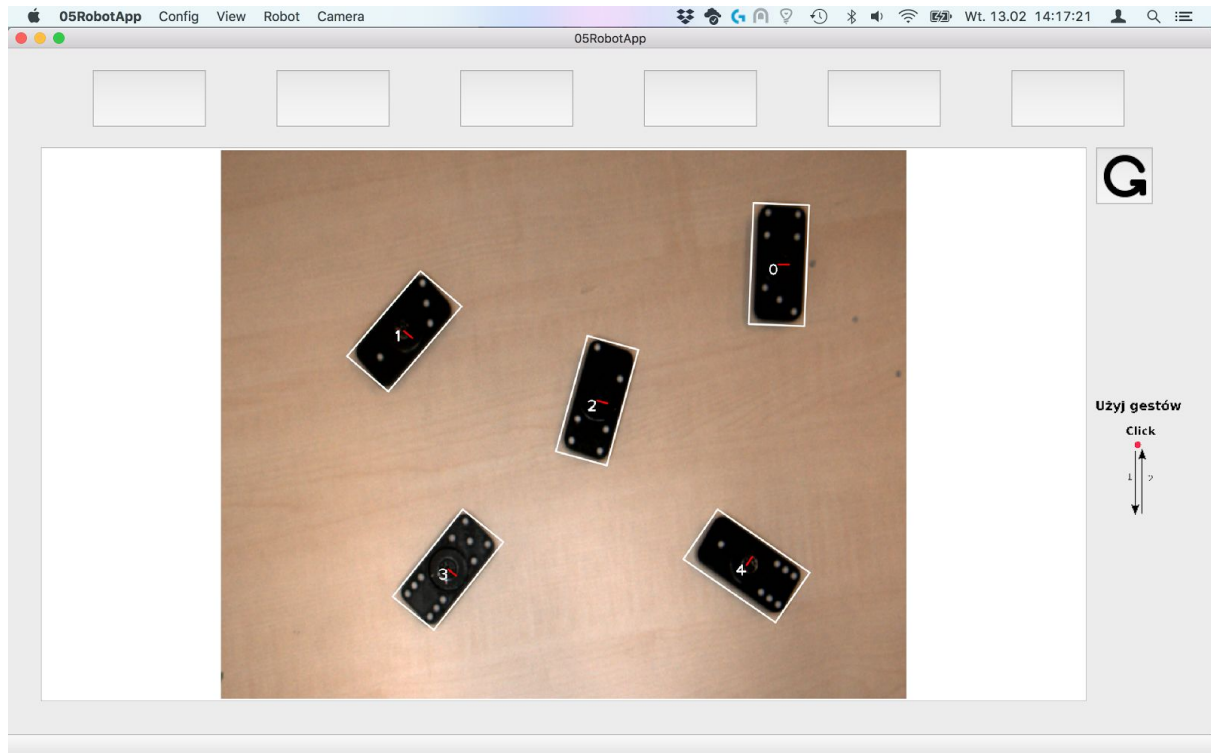
Korzystając z przycisków po prawej stronie, możliwa jest korekcja bieżącego widoku (powiększenie, przesunięcie, obrót). Po kliknięciu na jedno z pól odstawczych (przyciski na górze ekranu), do robota wysłana zostanie komenda podniesienia elementu i odłożenia w zaprogramowane miejsce. Widok powróci do ekranu początkowego, a interfejs zostanie

zablokowany na czas ruchu robota. Możliwy jest również wcześniejszy powrót do ekranu początkowego przyciskiem "X" po prawej stronie.

Układanie obiektów w sekwencję

Zadanie: Zadaniem jest wybór i odpowiednie rozmieszczenie elementów w wybranych polach odstawczych umieszczonych obok siebie. Zadanie zrealizowano na przykładzie gry w domino.

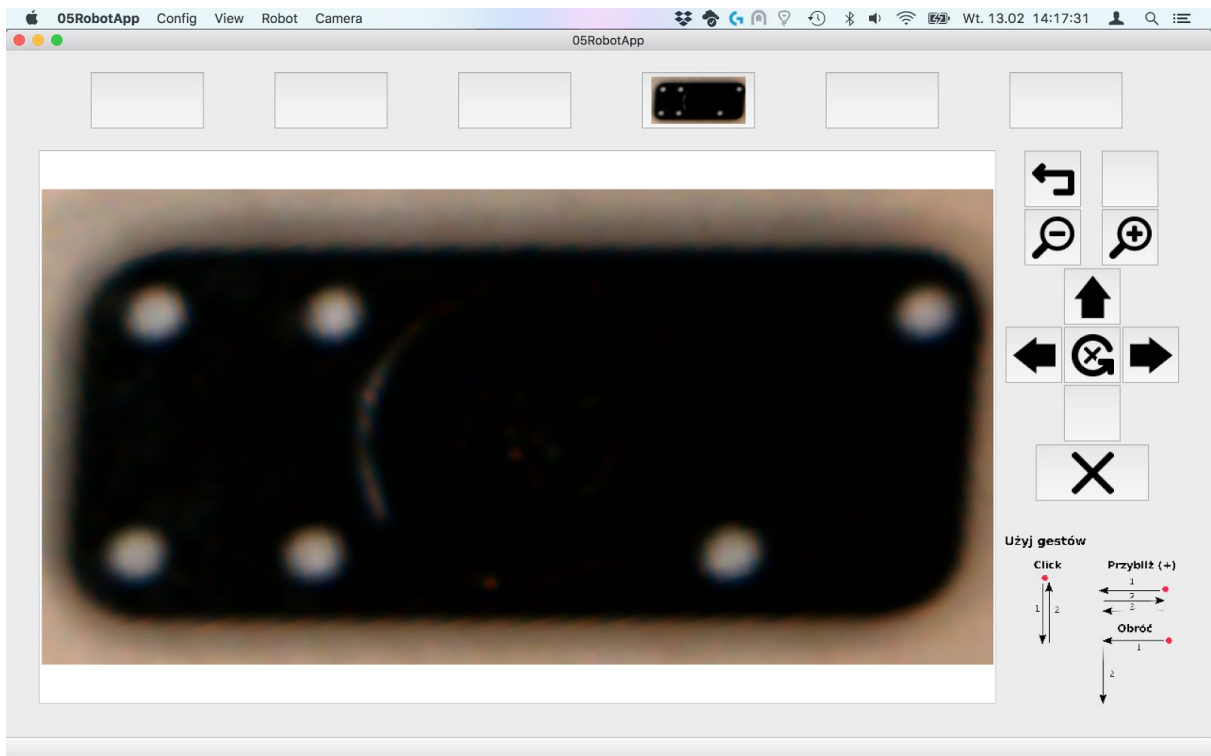
Widok domyślny tego trybu jest analogiczny do trybu sortowania obiektów:



W górnej części widoczne są puste pola odstawcze.

Po wyborze elementu możliwe jest umieszczenie go w wybranym polu odstawczym. Element zostanie umieszczony w wybranym polu w orientacji, w której był wyświetlany w momencie wyboru, a na przycisku zostanie umieszczona ikona odłożonego obiektu.

Jeśli pojemność dane pola odstawczego była ustawiona na 1, pole zostanie wypełnione i zdeaktywowane.



Widok przestrzeni roboczej oraz pola odstawczego

Kontrola wizyjna - lista kontrolna

Zadanie: Zadaniem jest przejrzanie obszarów kontrolnych umieszczonych w obrębie złożonego obwodu elektronicznego dużej skali. Wskazane obszary kontrolne muszą zostać przez użytkownika powiększone, tak by była możliwość odczytania oznaczeń układów

scalonych. Następnie użytkownik przegląda listę kontrolną i wybiera z niej oznaczenie które występuje w polu obserwacji i na liście kontrolnej.

Domyślny widok przedstawia pełny widok obrazu. Po prawej dostępne są przyciski pozwalające na manipulację powiększeniem obrazu oraz (jeśli włączono ich obsługę) dostępne gesty.

Użytkownik powiększa, a następnie oznacza jeden z elementów listy kontrolnej przyciskami na górze ekranu. Poprawnie wybrane elementy zostają podświetlone na zielono, błędnie wybory zaznaczane są na różowo.

