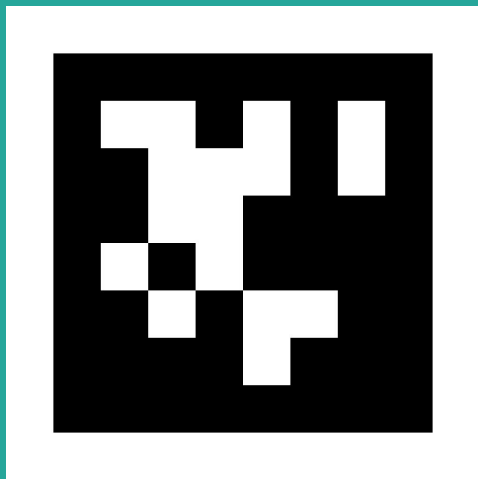


Zastosowanie AprilTag w robotyce

—

Wiktor Markowski

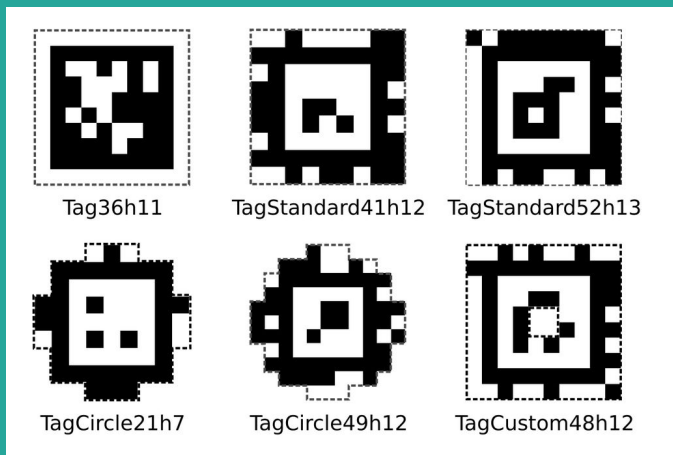
Czym jest AprilTag?



AprilTag jest systemem markerów stworzonym przez April Robotics Laboratory uniwersytetu Michigan.

Pozwala na wyznaczenie pozycji względem obiektywu kamery, tzn. położenia x,y,z w przestrzeni 3D, oraz orientacji, która może być określona przy pomocy kwaternionów lub kątów Eulera. Dodatkowo w samym tagu można zawrzeć numeryczne ID, co poszerza spektrum zastosowań o identyfikację obiektu na którym został umieszczony znacznik.

Czym jest AprilTag?

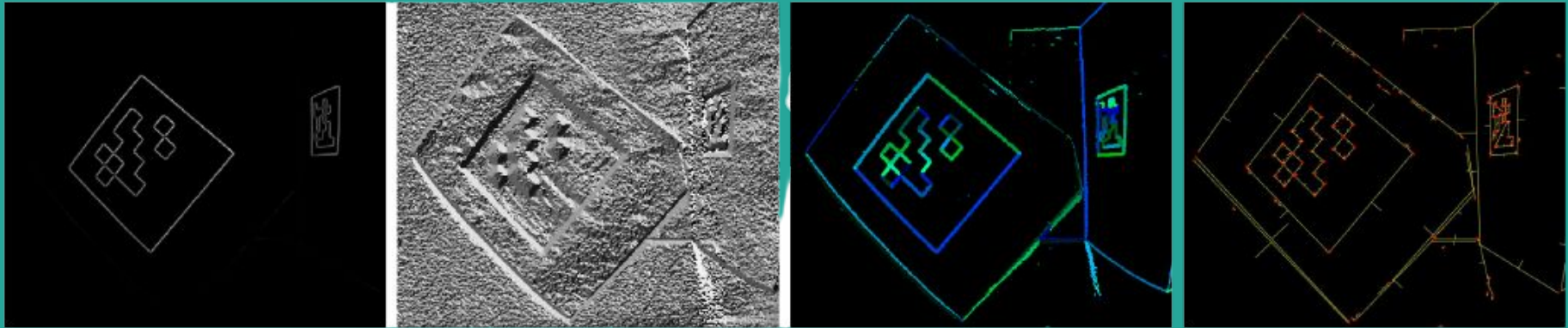


Różne rodziny AprilTagów

Projekt samego markera oraz system jego kodowania oparty jest o porządek leksykograficzny, zapewniający odporność na warunki oświetlenia oraz kąt, z którego dokonuje się odczytu znacznika.

AprilTagi koncepcyjnie są bliźniaczo podobne do Qr Codes, oba znaczniki opierają się o 2-wymiarowe macierze czarnych kratek na białym tle. AprilTagi są w stanie przechowywać dużo mniejsze ilości danych, zazwyczaj od 4 do 12 bitów, jednakowoż wykazują się nieporównywalnie wyższą niezawodnością oraz dokładnością detekcji nawet z większych odległości i różnych kątów.

Jak to działa?



W pracy “AprilTag: A robust and flexible visual fiducial system - Edwin Olson University of Michigan” dobrze przedstawione zostały poszczególne kroki przeprowadzania detekcji. Generalnie celem przetwarzania obrazu jest wyznaczenie punktów charakterystycznych (które widoczne są na ostatnim, 4. obrazie z kamery), które posłużą algorytmowi PnP do obliczenia odległości między obiektywem kamery a markerem, znając rozmiar markera oraz parametry kamery.

Jak to działa?

$$s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & \gamma & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

Powyższe równanie przedstawia problem optymalizacji, po którego rozwiązaniu otrzymujemy rotację oraz translację obiektu względem kamery, tj. znając model kamery, który opisany jest pierwszą macierzą po prawej stronie równania, model np. CAD 3D obiektu oraz posiadając zbiór punktów o współrzędnych u i v na obrazie, możemy znaleźć dopasowanie, które najlepiej nakłada punkty 3D na płaszczyznę obrazu co opisane jest drugą macierzą w równaniu.

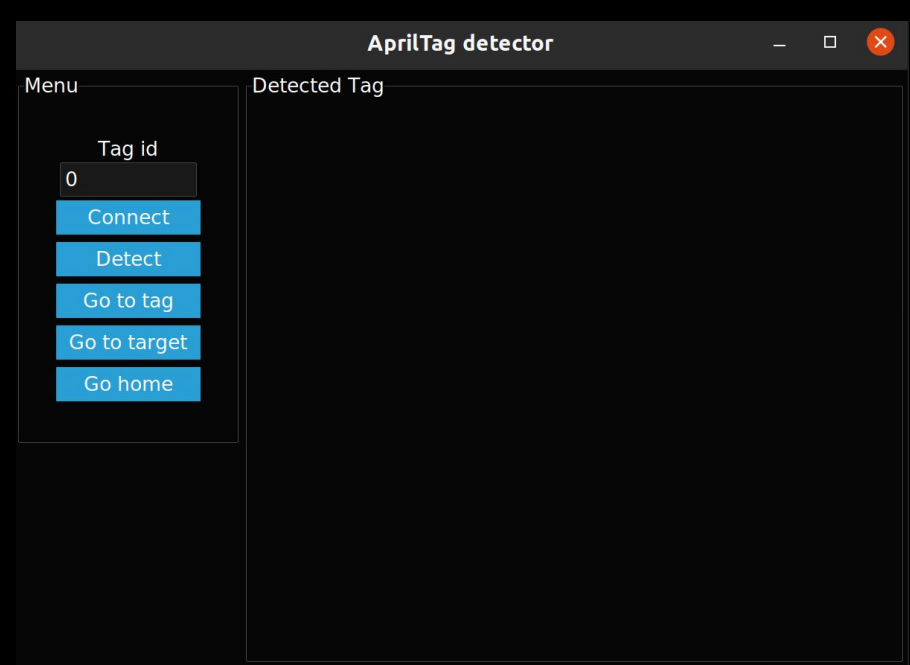
Zastosowanie

- Lokalizacja oraz identyfikacja obiektów np. maszyn w fabryce, przedmiotów na taśmociągach, próbek w laboratorium.
- Lokalizacja oraz identyfikacja robotów
- Rozszerzona rzeczywistość



Funkcje oprogramowania

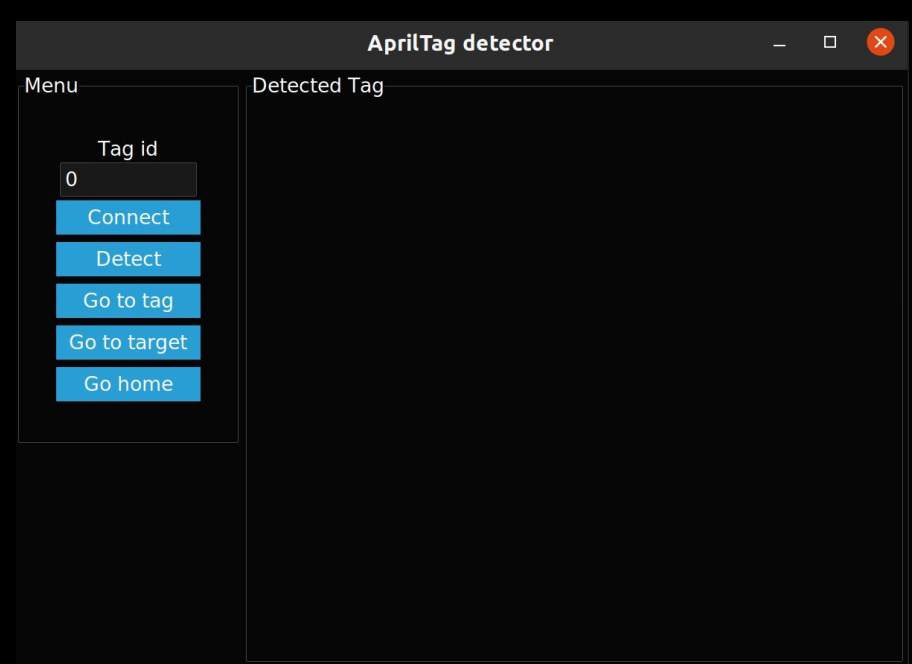
Aplikacja GUI



Aplikacja została stworzona w celu przejrzystego i prostego zlecenia zadań robotowi. Wykorzystane technologie to Python, biblioteka tkinter oraz Robot Operating System.

Funkcje oprogramowania

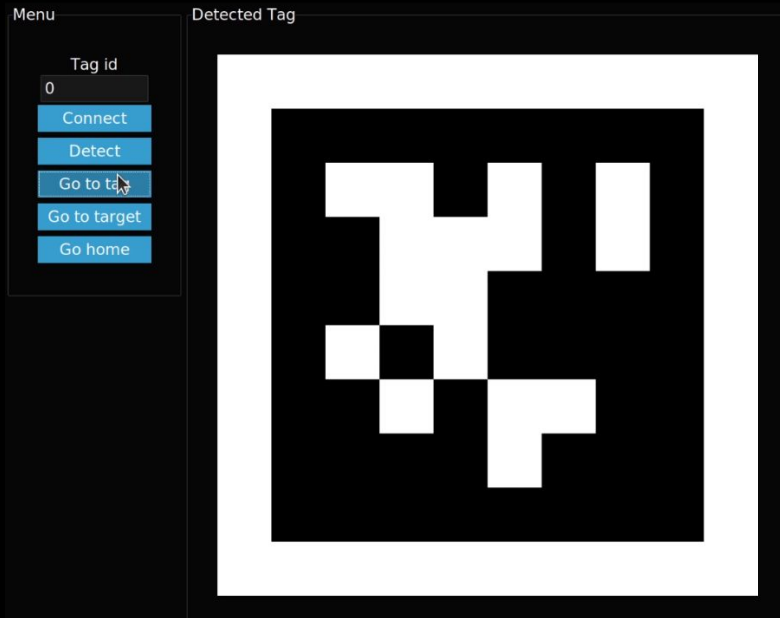
Aplikacja GUI



Dla użytkownika dostępne jest 5 przycisków funkcyjnych oraz jedno pole pozwalające na wprowadzenie numeru znacznika, który chcemy wykryć i którego dane chcemy odczytać z pliku.

Funkcje oprogramowania

Aplikacja GUI



Po połączeniu się z robotem przy pomocy przycisku “Connect” użytkownik ma możliwość wykonywania zadań i komunikacji z robotem. Po wpisaniu numeru znacznika, który nas interesuje i kliknięciu **Detect** następuje próba zlokalizowania markera, w momencie gdy to się uda, jego cyfrowa wersja zostaje wyświetlona w aplikacji.

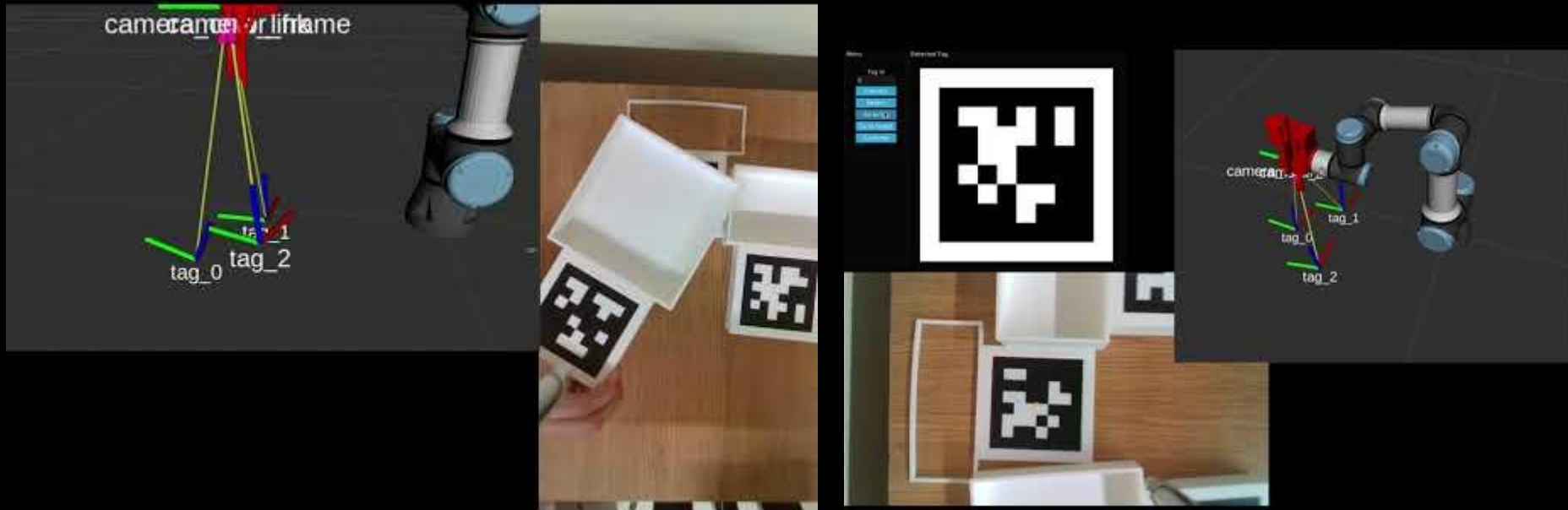
Funkcje oprogramowania

Aplikacja GUI

```
params.json x
1  {
2    "0":{
3      "tf":[0, 0.075, 0.08]
4    },
5    "1":{
6      "tf":[-0.0495, 0.0625, 0.03]
7    },
8    "2":{
9      "tf":[-0.057175, 0.061375, 0.02]
10   },
11   "3": {
12     "tf":[0.0, -0.03, 0.005]
13   },
14   "4":{
15     "tf":[-0.057175, 0.061375, 0.02]
16   },
17   "8":{
18     "tf":[-0.057175, 0.061375, 0.02]
19   }
20 }
```

W momencie poprawnej detekcji markera, oprogramowanie odczytuje w zależności od ID transformację z pliku JSON. Następnie użytkownik może zlecić robotowi dojazd do centrum znacznika swoim narzędziem, lub ruch z odczytaną wcześniej transformacją.

Prezentacja działania



Dziękuję za uwagę