



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Σημάτων, Ελέγχου και Ρομποτικής

«ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ»

Άσκηση 5: Cobot - Niryo Ned 2

Υπεύθυνος Εργαστηρίου: Κ. Τζαφέστας

Email: ktzaf@cs.ntua.gr

Web: robotics.ntua.gr/members/ktzaf/

Μεταπτυχιακοί Συνεργάτες:

Ιωάννης Αλαμάνος, johnalamanos@protonmail.com

Ιωάννης Καραμπίνας, ioannis.karampinas3773@gmail.com

Παρατήρηση:

Η Άσκηση θα διεξαχθεί στο χώρο του Εργαστηρίου Ρομποτικής και Αυτοματισμού, στο Κτήριο Β (Γενικές Έδρες), 2ος Όροφος, τηλ. 210-772-1546.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧ/ΚΩΝ & ΜΗΧ/ΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ, ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ**

«Εργαστήριο Ρομποτικής»

Άσκηση 5

Niryo Ned2

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ:

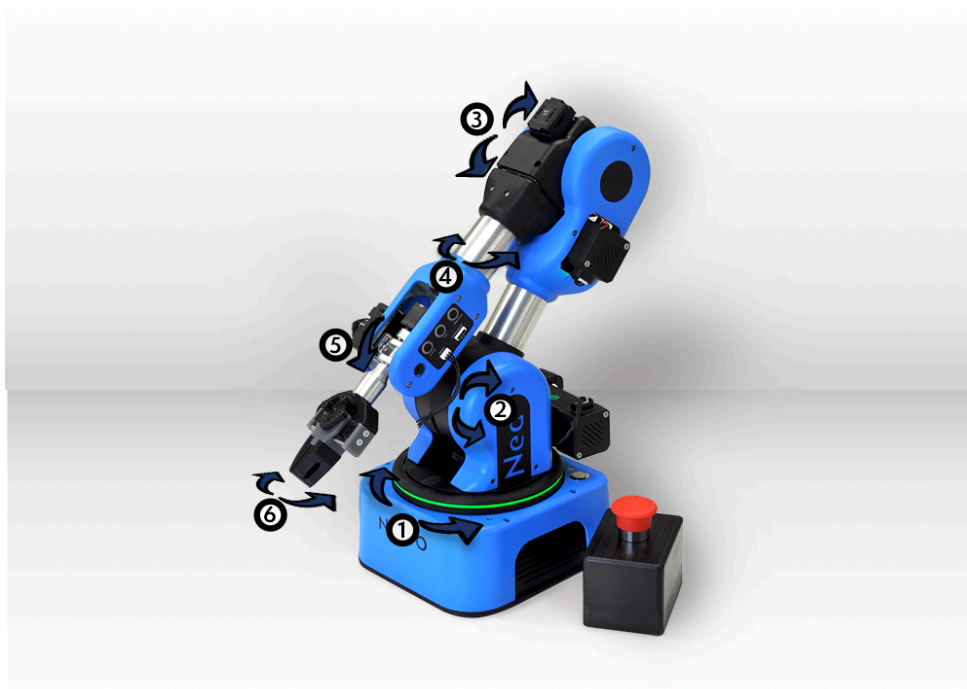
Niryo Ned2

1. Εισαγωγή



Το Niryo Ned2 είναι ένας συνεργατικός ρομποτικός βραχίονας έξι βαθμών ελευθερίας, που σχεδιάστηκε από την εταιρεία Niryo ως πλατφόρμα για εκπαιδευτικές και ερευνητικές εφαρμογές. Αποτελεί τη δεύτερη γενιά της σειράς Ned και φέρνει σημαντικές βελτιώσεις στην ταχύτητα, την ακρίβεια και τη συνδεσιμότητα. Διαθέτει περιοχή εργασίας με ακτίνα 490 mm και μπορεί να σηκώνει φορτίο έως 300 g, ενώ η επαναληψιμότητα των κινήσεων φτάνει τα $\pm 0,5$ mm. Ο βραχίονας έχει βάρος περίπου 7 kg και είναι κατασκευασμένος από κράμα αλουμινίου με ανθεκτικά πλαστικά περιβλήματα, προσφέροντας σταθερότητα και αντοχή. Το σύστημα βασίζεται σε ένα Raspberry Pi 4 με υψηλές επιδόσεις (64-bit ARM V8, 4 GB RAM) και λειτουργεί με Ubuntu και υποστηρίζει ROS (Robot Operating System), Python και το γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού Blockly (NiryoStudio), καθιστώντας τον κατάλληλο για εργαστηριακές και ερευνητικές εφαρμογές.

2. Χώρος Εργασίας και Εύρος Γωνιών των Αρθρώσεων



Parameter	Value
Weight (kg)	7
Payload (g)	300
Reach (mm)	490
DOF	6
J1 (°)	-169 ... 169
J2 (°)	-105 ... 35
J3 (°)	-77 ... 90
J4 (°)	-120 ... 120
J5 (°)	-110 ... 110
J6(°)	-145 ... 145
TCP Max Speed (mm/s)	468
Repeatability (mm)	±0.5

3. Εργαστηριακή Άσκηση - Μέρος 1ο (Εξοικοίωση με το NiryoStudio και τα frames αναφοράς)

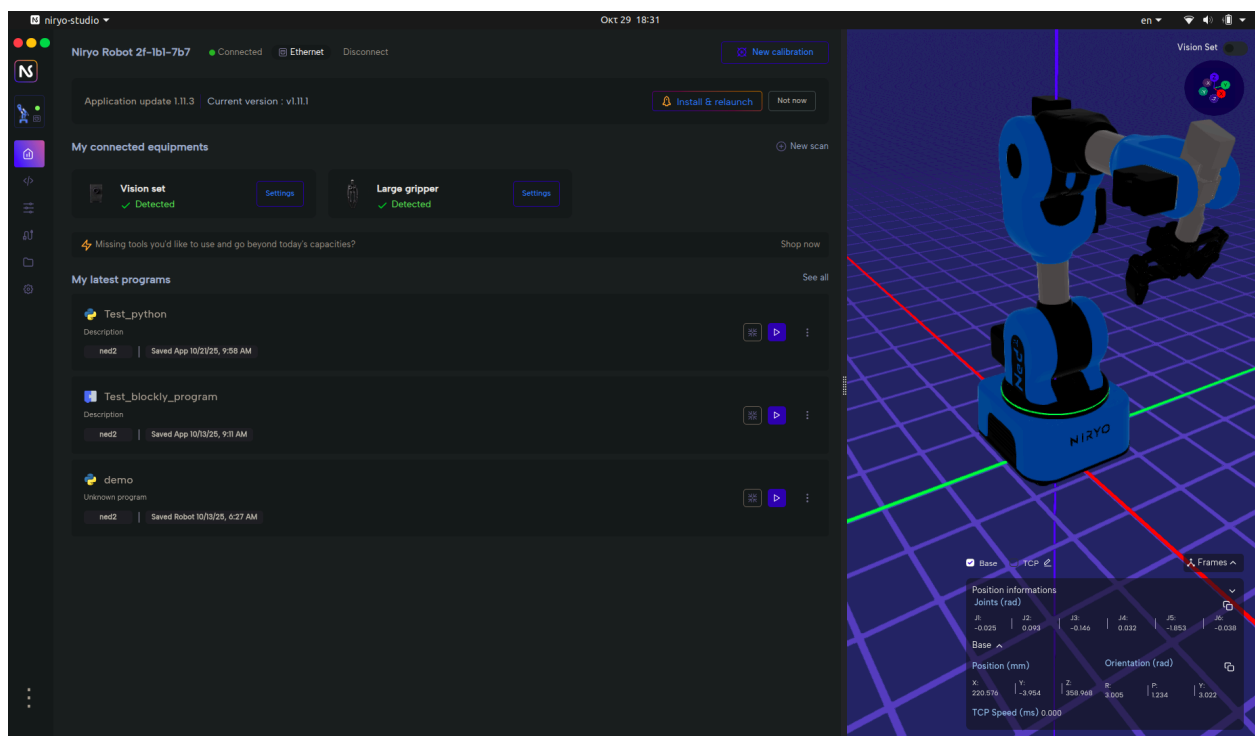
Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται το περιβάλλον NiryoStudio, το γραφικό περιβάλλον που χρησιμοποιείται για την παραμετροποίηση και τον έλεγχο του βραχίονα Niryo Ned2. Μέσα από το NiryoStudio μπορούμε να:

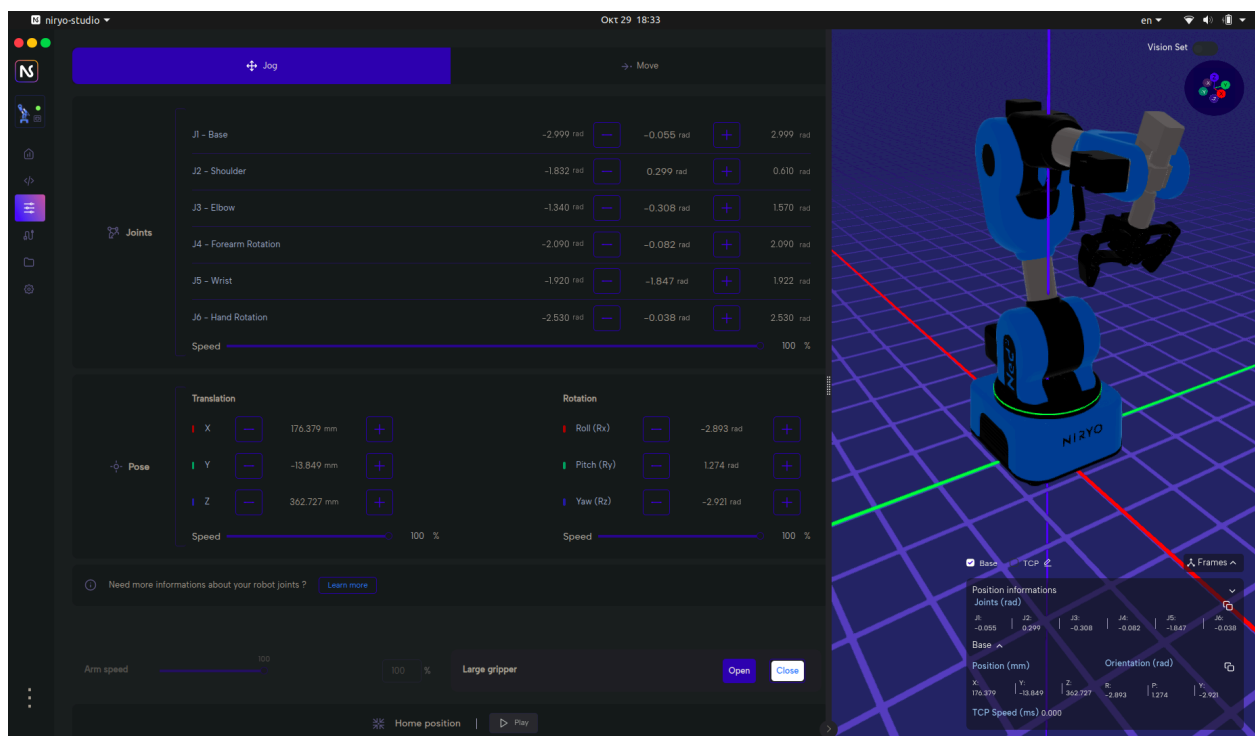
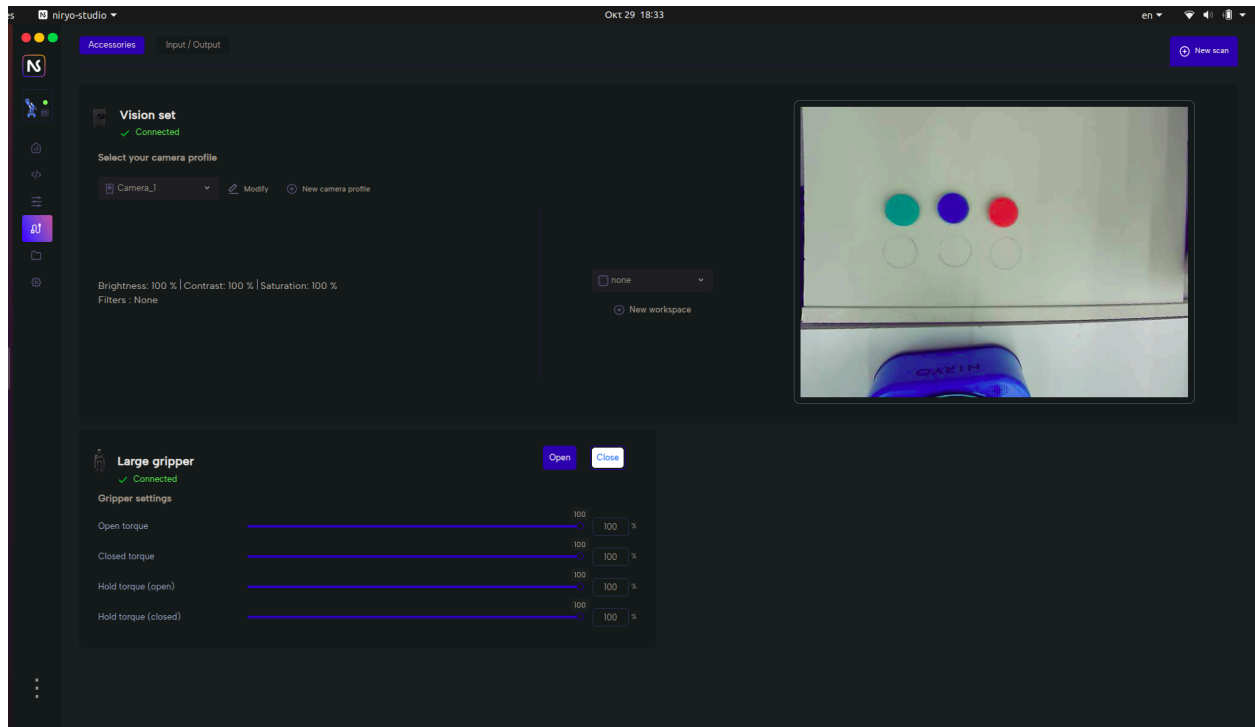
- Να δούμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ρομπότ, όπως βάρος, payload, και περιοχή εργασίας.
- Να αλλάξουμε το frame αναφοράς για τις κινήσεις του βραχίονα και να στείλουμε εντολές.
- Να συνδεθούμε με την κάμερα του ρομπότ και να έχουμε live εικόνα του περιβάλλοντος.
- Να προγραμματίσουμε τον βραχίονα είτε με Python είτε μέσω του Blockly, προσφέροντας ευκολία τόσο για αρχάριους όσο και για πιο προχωρημένους χρήστες.

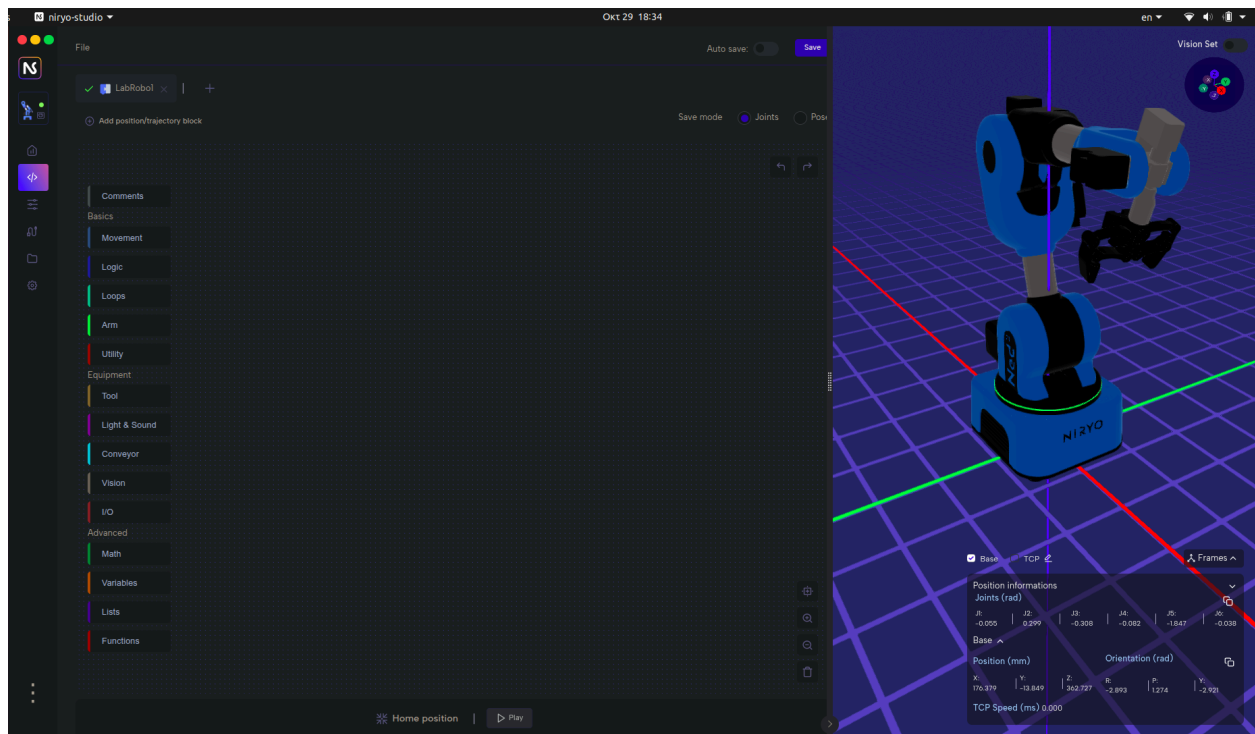
Διαφορές στα frames αναφοράς

Οι εντολές κίνησης του ρομπότ μπορούν να εκτελεστούν σε διαφορετικά frames αναφοράς, τα οποία επηρεάζουν τον τρόπο που κινείται το εργαλείο:

- Frame = robot_base: Οι κινήσεις υπολογίζονται σε σχέση με τη βάση του ρομπότ ή τον παγκόσμιο χώρο. Αυτό σημαίνει ότι οι συντεταγμένες είναι απόλυτες, ανεξάρτητες από τη θέση του end-effector. Ιδανικό για κινήσεις που αφορούν ολόκληρο τον χώρο εργασίας.
- Frame = tool: Οι κινήσεις υπολογίζονται σε σχέση με το εργαλείο (end-effector). Αυτό σημαίνει ότι κάθε κίνηση είναι σχετική προς τη θέση του εργαλείου, π.χ. αν περιστρέψουμε το εργαλείο, οι κινήσεις ακολουθούν αυτή την κατεύθυνση.







4. Εργαστηριακή Άσκηση - Μέρος 2ο (Pick and Place)

Για το συγκεκριμένο μέρος έχει δημιουργηθεί ένα βοηθητικό αρχείο, το οποίο μας επιτρέπει να αποθηκεύουμε ενδιάμεσες θέσεις του ρομπωτικού βραχίονα. Επιπλέον, η άσκηση προσφέρει τη δυνατότητα να εκτελέσουμε έναν αλγόριθμο ανίχνευσης σχημάτων, ώστε να εντοπίζονται αντικείμενα που έχουν σχήμα κύκλου. Οι χρήστες έχουν επίσης την ευχέρεια να τροποποιήσουν τη σειρά με την οποία τα αντικείμενα αρπάζονται και να ορίσουν σε ποιες θέσεις απελευθερώνονται. Τέλος, είναι δυνατή η αυτόματη εκτέλεση ολόκληρης της διαδικασίας, καθιστώντας την άσκηση ευέλικτη και κατάλληλη για πειραματισμό και εκπαίδευση στην προγραμματισμένη κίνηση και διαχείριση αντικειμένων με τον Niryo Ned2.

Code

Robot Position Configurator

Move robot to desired position using free motion, then click Save

Grasp Positions

Position 1:	✓ Set	Save
Position 2:	✓ Set	Save
Position 3:	✓ Set	Save

Intermediate Positions

Position 1:	✓ Set	Save
Position 2:	✓ Set	Save
Position 3:	✓ Set	Save

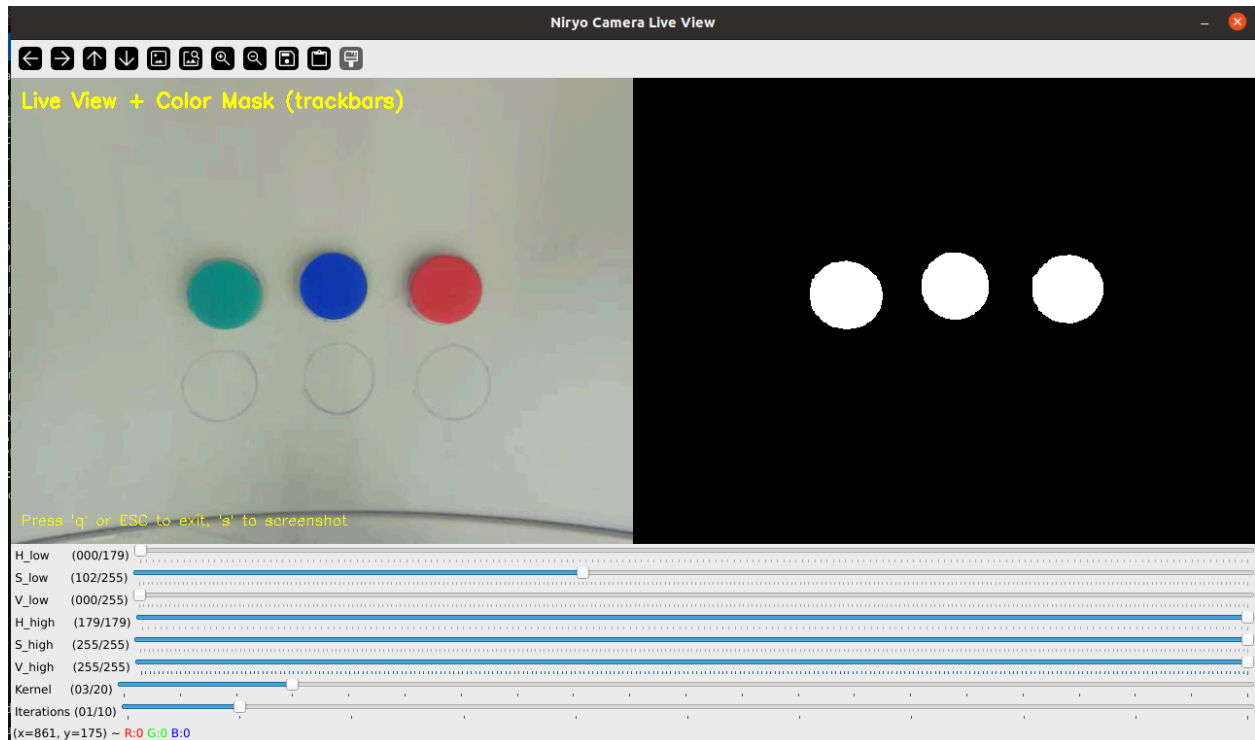
Release Positions

Position 1:	✓ Set	Save
Position 2:	✓ Set	Save
Position 3:	✓ Set	Save

```
=====
NIRYO ROBOT MENU
=====
1. Live Camera View
2. Detect Circles (Single Shot)
3. Test Pick and Place (Manual)
4. Automated Pick and Place
5. Exit
=====
Enter your choice (1-5): 
```

5. Εργαστηριακή Άσκηση - Μέρος 2ο (Pick and Place - Color based)

Σε αυτό το μέρος της άσκησης πραγματοποιείται pick-and-place βάσει χρώματος. Ο βραχίονας εντοπίζει αντικείμενα ανάλογα με το χρώμα τους και τα τοποθετεί σε προκαθορισμένες θέσεις. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα να ανταλλάξουμε τις θέσεις μεταξύ των αντικειμένων, ώστε η διαδικασία να παραμένει δυναμική. Ο αλγόριθμος μπορεί επίσης να αναγνωρίσει τον αριθμό των αντικειμένων που βρίσκονται στο χώρο εργασίας και να εκτελέσει την αντίστοιχη κίνηση, εξασφαλίζοντας ότι κάθε αντικείμενο θα αρπαχθεί και θα τοποθετηθεί στην σωστή θέση με βάση το χρώμα του. Αυτό το μέρος της άσκησης επιτρέπει στους φοιτητές να κατανοήσουν τη σύνδεση οπτικής αναγνώρισης, λογικής επιλογής και κινηματικής εκτέλεσης σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, δεδομένου ότι οι συνθήκες του περιβάλλοντος μπορεί να αλλάζουν, έχει δημιουργηθεί ένα πρόσθετο εργαλείο ανίχνευσης αντικειμένων, το οποίο επιτρέπει τη γρήγορη παραμετροποίηση του αλγορίθμου και διευκολύνει τη ρύθμιση του συστήματος για διαφορετικά σενάρια.



6. Κώδικας - Λογική

Η λογική και ο κώδικας της άσκησης βρίσκονται στο σχετικό repository ([ned2_repo](#)).

- Διαχείριση θέσεων
 - Θέσεις αρπαγής, ενδιάμεσες και απελευθέρωσης αποθηκεύονται σε json αρχείο
 - Ο κώδικας ελέγχει αν όλες οι θέσεις έχουν οριστεί πριν την εκτέλεση.
- Ανίχνευση αντικειμένων
 - Ο βραχίονας τραβάει εικόνες και διορθώνει παραμορφώσεις κάμερας.
 - Ανιχνεύει κύκλους κόκκινους, πράσινους και μπλε με βάση HSV thresholds, area και circularity.
- Calibration nominal grasp positions
 - Τοποθετείται ένα πρότυπο με τρεις κύκλους για να καθοριστούν οι θέσεις grasp.
 - Αντιστοιχίζεται κάθε ανιχνευμένος κύκλος σε προκαθορισμένη θέση αρπαγής.
- Pick-and-Place
 - Κίνηση βραχίονα: intermediate → grasp → intermediate → release → θέση λήψης εικόνας.
 - Το αντικείμενο αρπάζεται και απελευθερώνεται βάσει χρώματος και προκαθορισμένων θέσεων release.
 - Αυτόματη εκτέλεση

- Ο αλγόριθμος ανιχνεύει όλα τα αντικείμενα, ταιριάζει τις θέσεις grasp με το χρώμα και εκτελεί την ακολουθία pick-and-place μέχρι να μετακινηθούν όλα.
- Live Camera View, Circles Detection, Manual Pick-and-Place, Automated Pick-and-Place.

Σημείωση: Επειδή πρόκειται για forked repository, συνιστάται να εξετάσετε τα commits της 29ης Οκτωβρίου για να δείτε τις σχετικές αλλαγές και ενημερώσεις του κώδικα.