

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Πατρών

Εργασία: «Εργαστήριο Ψηφιακού Ελέγχου»
Έλεγχος κινητήρων και LED μέσω χειρονομιών

Χειμερινό Εξάμηνο 2020-2021

Σταματόπουλος Μάριος-Νεκτάριος (up1059383@upnet.gr)

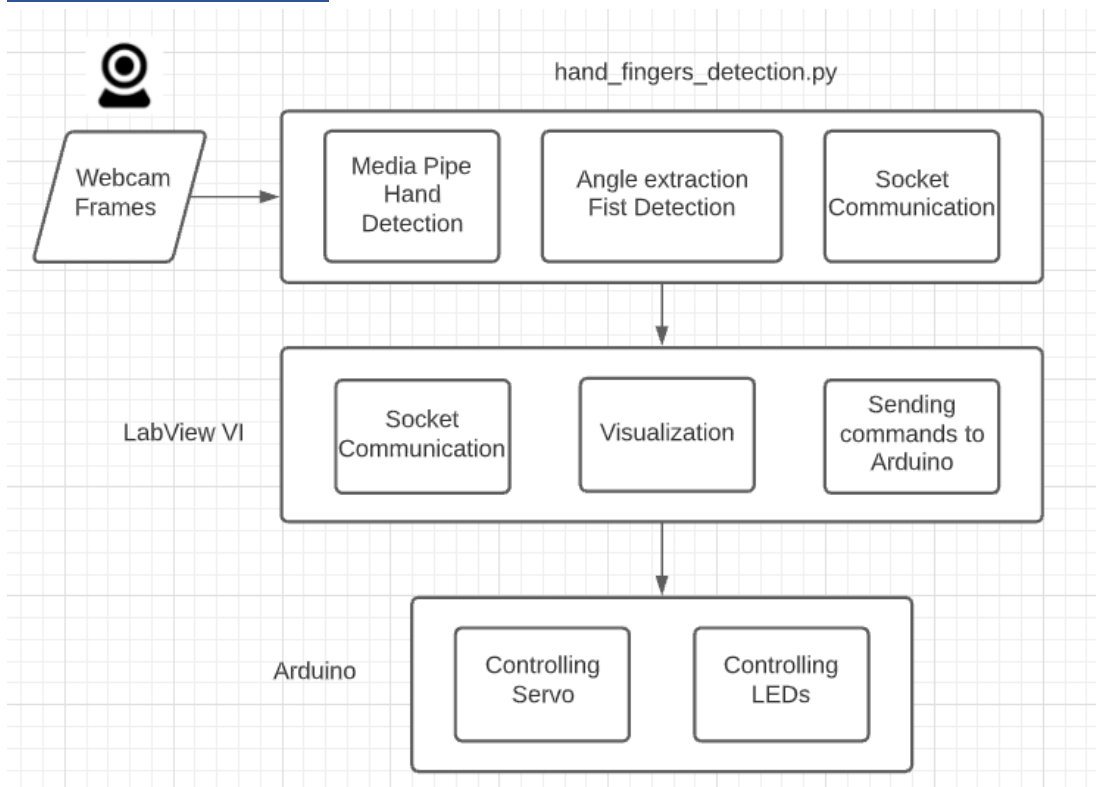
AM:1059383

Υπεύθυνος Καθηγητής: Τσιπιανίτης Δ.

Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε ένα σύστημα το οποίο μέσω μιας απλής web κάμερας καταγράφει την θέση και τις κινήσεις των χεριών του χρήστη, αυτές μεταφράζονται σε γωνίες και πληροφορία. Έπειτα μέσω TCP sockets στέλνονται στο περιβάλλον της Labview μέσω της οποίας γίνεται οπτικοποίηση τους στην οθόνη. Τέλος στέλνονται μέσω USB εντολές στον μικροελεγκτή Arduino ο οποίος αποτελεί διεπαφή για την ενεργοποίηση των κινητήρων και τον έλεγχο των LED.

Βασικό διάγραμμα



Webcam

Οι κάμερες που χρησιμοποιήθηκαν είναι η Logitech HD Webcam C270 η οποία συνδέεται εξωτερικά στον υπολογιστή μέσω USB. Επίσης χρησιμοποιείται και η ενσωματωμένη κάμερα του Laptop. Καλύτερη ποιότητα και κατά συνέπεια και καλύτερα αποτελέσματα έχει η εξωτερική.



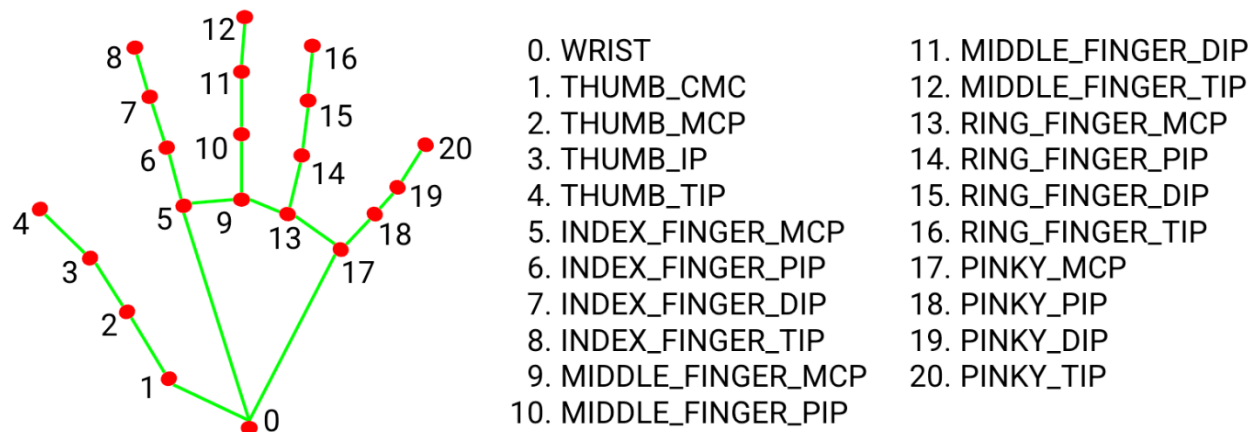
Hand/Fingers detection and angle/information extraction

Η επεξεργασία των εικόνων που λαμβάνει η κάμερα γίνεται σε πρόγραμμα γραμμένο στην γλώσσα Python και χρησιμοποιούνται οι συναρτήσεις της βιβλιοθήκης OpenCV ώστε να γίνει απεικόνιση αλλαγή χρωμάτων, πράξεις κλπ.



Η αναγνώριση των χεριών και της θέσης τους γίνεται μέσω του framework MediaPipe. Το MediaPipe είναι ένα framework της Google το οποίο δίνει την δυνατότητα να γίνεται tracking τόσο των χεριών όσο και των δαχτύλων σε απόδοση real-time τόσο σε υπολογιστές όσο και σε κινητά τηλέφωνα.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί Μηχανική Μάθηση (ML) ώστε να ανιχνεύσει την θέση της παλάμης μέσα στην εικόνα και έπειτα εξάγει 21 3D landmarks(διακριτικά σημεία) μέσω regression. Έτσι προβλέπει τις συντεταγμένες του κάθε σημείου του χεριού, όπως φαίνεται στην εικόνα.

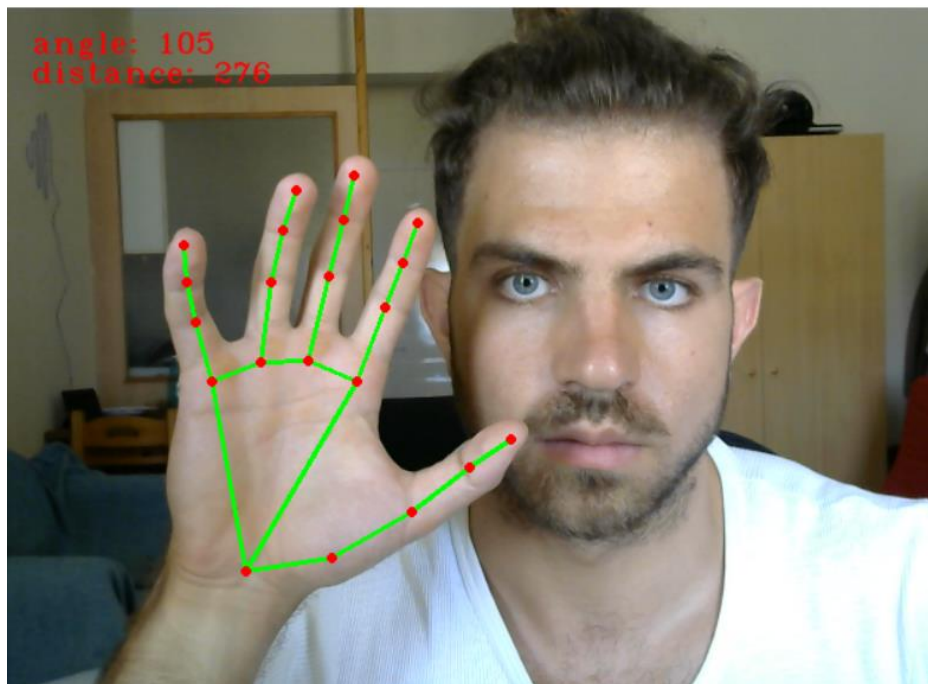


Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τις ρυθμίσεις :

- min_detection_confidence
- min_tracking_confidence

που η πρώτη αντιστοιχεί σε ποιο ποσοστό σιγουριάς(μεταξύ 0 και 1) και πάνω θα εμφανίσει ένα αποτέλεσμα και η δεύτερη αναφέρεται σε αλληλουχία βίντεο και συγκεκριμένα στο ποσοστό με το οποίο θα γίνεται tracking του χεριού από το ένα frame στο άλλο.

Τέλος εξάγεται το παρακάτω αποτέλεσμα:



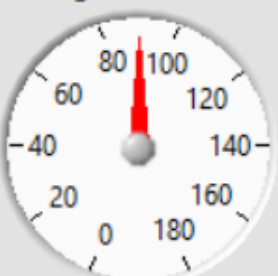
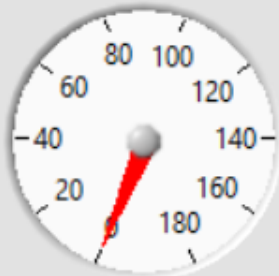



Από το παραπάνω αποτέλεσμα χρησιμοποιούνται τα σημεία WRIST(0) και MIDDLE_FINGER_TIP (12) και μέσω των συντεταγμένων τους υπολογίζεται η γωνία και η απόσταση μεταξύ τους και εμφανίζεται στο πάνω μέρος της εικόνας. Η ανίχνευση της μπουνιάς γίνεται ελέγχοντας αν η απόσταση των 2 σημείων γίνεται μικρότερη από ένα κατώφλι. Οι υπολογισμοί γίνονται με τους γνωστούς τύπους της Ευκλείδειας απόστασης και \arctan στο 2D επίπεδο της εικόνας.

Μετά οι πληροφορίες κωδικοποιούνται και στέλνονται στο LabView VI μέσω ενός TCP socket στην port 8089.

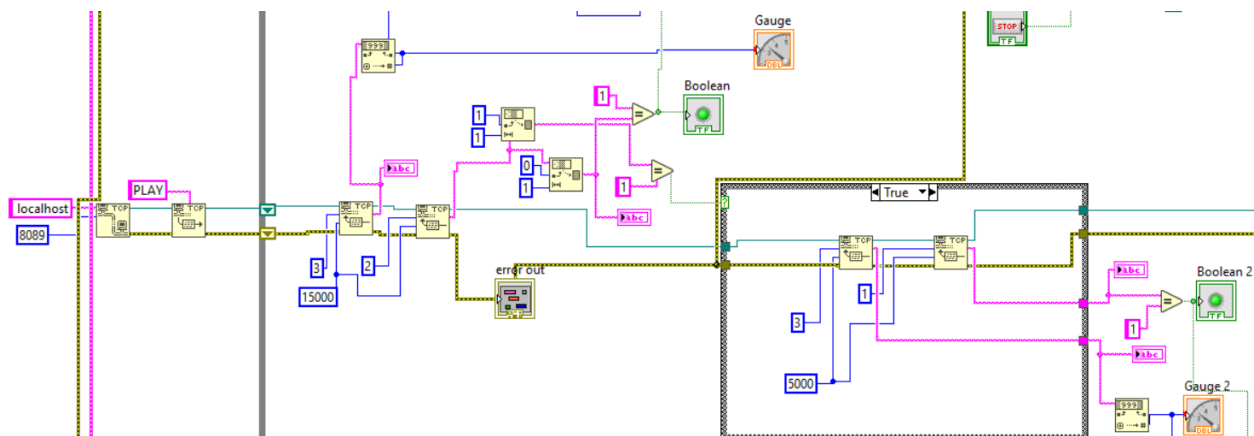
Η κωδικοποίηση έχει ως εξής:

Από την στιγμή που έχει ανιχνευτεί έστω ένα χέρι στέλνονται 5 bytes που το κάθε ένα αντιπροσωπεύει έναν χαρακτήρα. Τα πρώτα 3 αντιστοιχούν στην γωνία και έχουν τιμές μεταξύ 0 και 180, το 4^ο είναι 0 ή 1 και ελέγχει το LED ενώ το 5^ο είναι 0 ή 1 και δηλώνει αν υπάρχει πληροφορία και από το άλλο χέρι. Στην περίπτωση που υπάρχει στέλνονται άλλα 4 bytes για την γωνία και το LED παρόμοια.

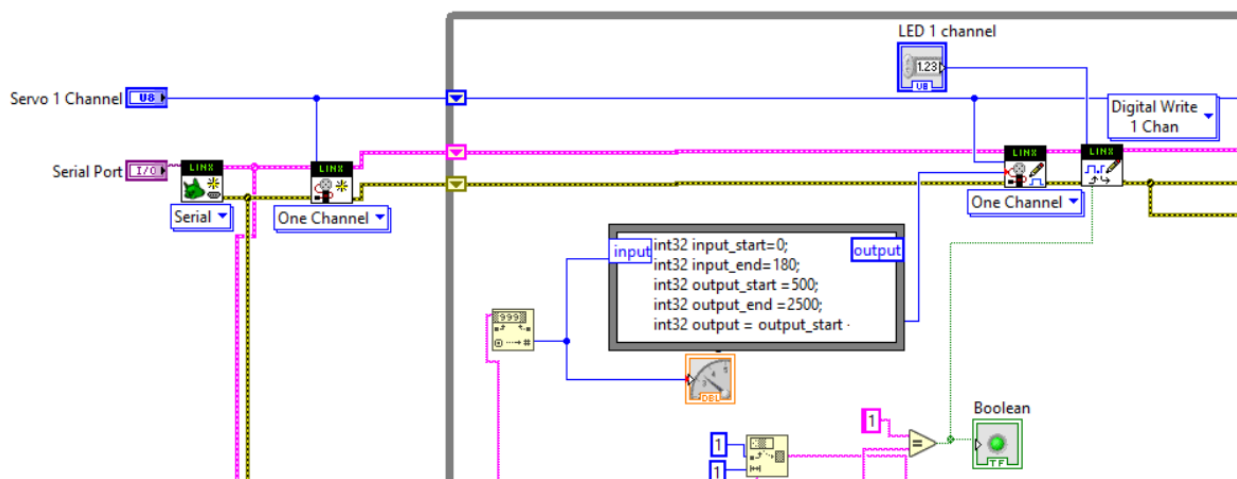
Labview VI

Angle Left		Angle Right	
<input type="text" value="090"/>		<input type="text" value="-1"/>	
Light Left		Light Right	
<input type="text" value="1"/>		<input type="text" value="-1"/>	
<div>stop STOP</div>			
Gauge		Gauge 2	
			
Boolean		Boolean 2	
			
Arduino Setup			
Serial Port			
<input type="text" value="COM1"/>			
Servo 1 Channel		LED 1 channel	
<input type="text" value="2"/>		<input type="text" value="0"/>	
Servo 2 Channel		LED 2 channel	
<input type="text" value="2"/>		<input type="text" value="0"/>	
error out			
status		code	
		<input type="text" value="0"/>	
<div></div>			
source			

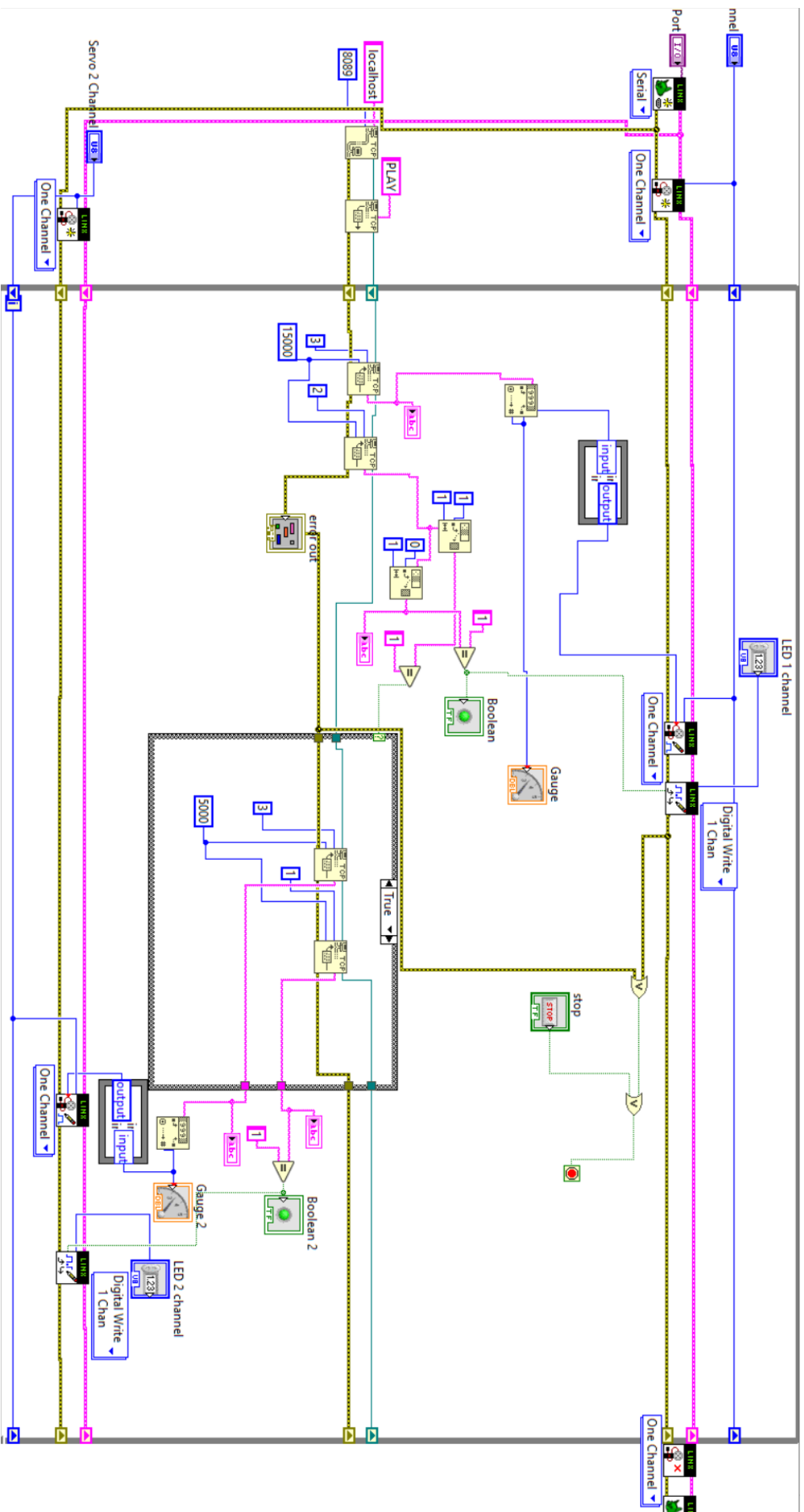
Παραπάνω φαίνεται το Front Panel του VI στο οποίο γίνεται η οπτικοποίηση των δεδομένων τόσο σε text box όσο και σε γραφική μορφή. Επίσης δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να διαλέξει σε ποια σειριακή πόρτα βρίσκεται το Arduino και σε ποια pins του είναι συνδεδεμένα τα περιφερειακά του.



Στην αρχή γίνεται η λήψη των δεδομένων μέσω του socket σύμφωνα με την κωδικοποίηση που αναφέρθηκε παραπάνω. Έπειτα τα δεδομένα μετατρέπονται από αλφαριθμητικά σε αριθμούς και Boolean τιμές και συνδέονται στα αντίστοιχα controls



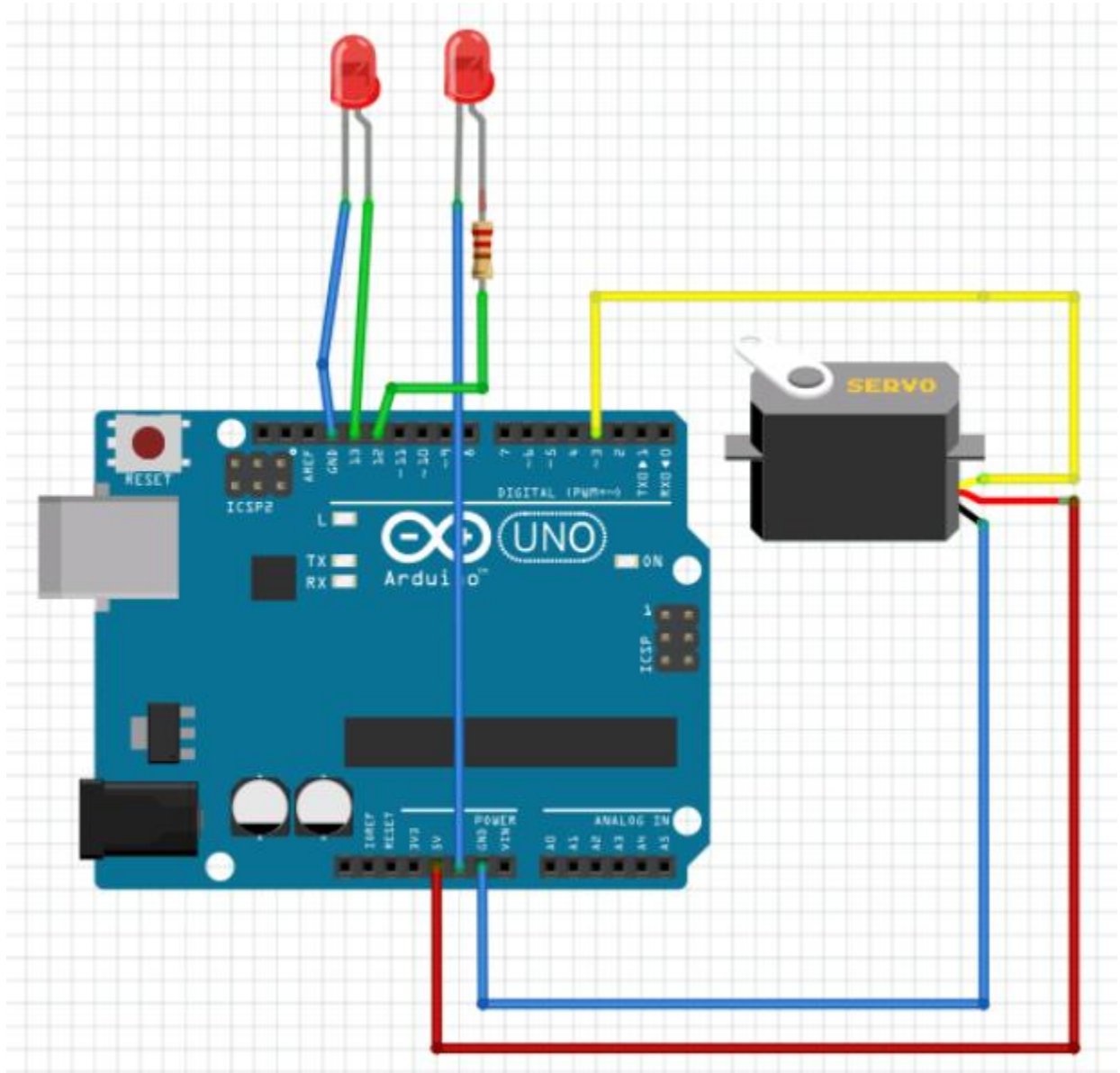
Παραπάνω γίνεται η αρχικοποίηση της βιβλιοθήκης Linx η οποία είναι η διεπαφή μεταξύ Labview και Arduino και τα στα δεξιά μπλοκ γίνεται ο έλεγχος του servo και του LED. Για να λειτουργήσει το servo χρειάζεται μια τιμή μεταξύ 500 και 2500 οπότε γίνεται μετατροπή της γωνίας από 0 έως 180 σε αυτό το εύρος.

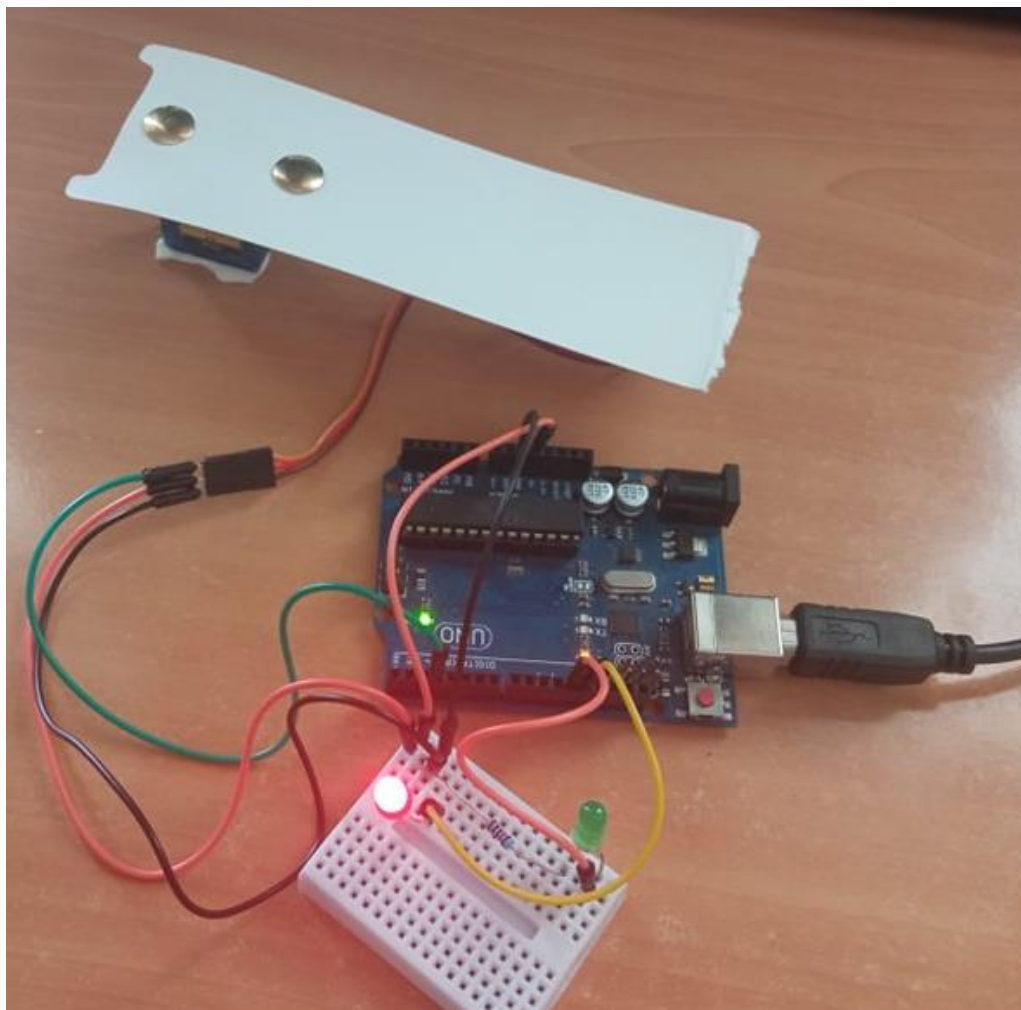


Arduino και Κύκλωμα

Η διάταξη και το κύκλωμα με το Arduino φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

Στο pin 13 δεν χρησιμοποιείται αντίσταση γιατί υπάρχει μια ήδη ενσωματωμένη στην πλακέτα του Arduino.





Το servo που χρησιμοποιήθηκε είναι το SG90 9g Micro Servo



Οδηγίες Χρήσης Συστήματος

1. Συνδέετε το Arduino και το κύκλωμα του στον υπολογιστή
2. Βεβαιώνετε ότι έχετε συνδεδεμένη μια webcam στον υπολογιστή σας;
3. Εκτελείτε το πρόγραμμα **hand_fingers_detection.py** (χρειάζεται να είναι εγκατεστημένη η Python και οι βιβλιοθήκες OpenCV,MediaPipe)
4. Εκτελείτε το **Visualisation.vi** και το σύστημα είναι έτοιμο για χρήση.