



# Σχεδιασμός και κατασκευή ενός υβριδικού αμυντικού αυτοματοποιημένου ρομποτικού συστήματος

Τσούρμα Μαρία  
Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Μηνάς Δασυγένης

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας  
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών,  
<http://arch.icte.uowm.gr/>

# Σύνοψη παρουσίασης

---

- Εισαγωγή
- Θεωρητικό υπόβαθρο
- Λογισμικό μέρος
- Υλικό μέρος
- Ανάπτυξη ιστοσελίδας και επικοινωνία
- Συμπεράσματα

# Εισαγωγή

# Παρουσίαση συστήματος

---

- Ενσωματωμένο σύστημα ασφαλείας εσωτερικών και εξωτερικών χώρων
- **Αποτελείται από:**
  - παιδικό παιχνίδι – ομοίωμα όπλου
  - κάμερα
  - λογισμικό - *ανίχνευση κίνησης και αναγνώριση προσώπου*
  - ιστοσελίδα
- **Καινοτόμα χαρακτηριστικά:**
  - αναγνώριση προσώπου (λογισμικό)
  - μετάδοση ρεύματος με επαγωγή (κατασκευή)
- Λειτουργεί σε συνθήκες πραγματικού χρόνου

# Εκδόσεις συστήματος

---

## 1<sup>η</sup> (Πλήρης) έκδοση

### Hardware:

- ▶ υπολογιστής με λογισμικό Linux, intel i5, 3MHz, 4GB RAM

### Software:

- ▶ Ανίχνευση κίνησης
- ▶ Ανίχνευση προσώπου
- ▶ Αναγνώριση προσώπου

### Κάμερες:

- ▶ ASUS Xtion Pro Live
- ▶ USB webcamera
- ▶ Ενσωματωμένη κάμερα υπολογιστή

## 2<sup>η</sup> έκδοση

### Hardware:

- ▶ Μικροϋπολογιστής Raspberry Pi 2 , ARM Cortex-A7, 900 MHz , 1GB RAM

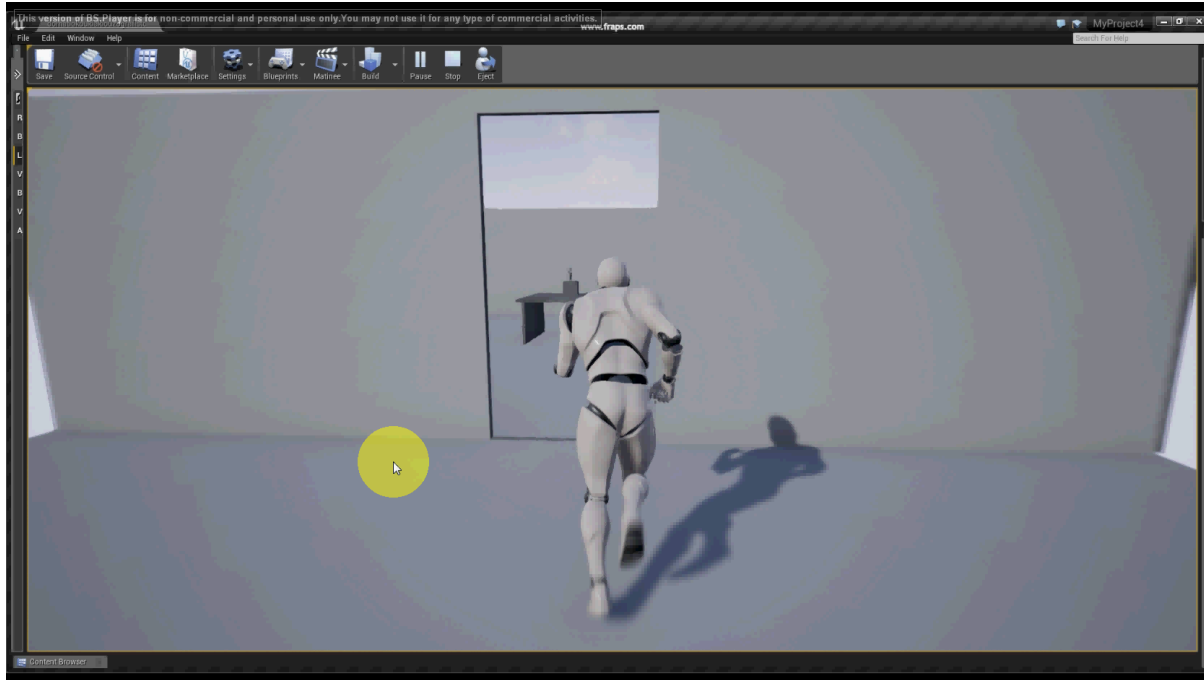
### Software:

- ▶ Ανίχνευση κίνησης
- ▶ Ανίχνευση προσώπου

### Κάμερες:

- ▶ USB webcamera

# Λειτουργία συστήματος



1. Είσοδος ατόμου στο χώρο
2. Ανίχνευση κίνησης
3. Ανίχνευση προσώπου
4. Αναγνώριση προσώπου

Αποτυχημένη

Επιτυχής

- ηχητικό μήνυμα
- e-mail σε διαχειριστή

- ξεκινά από την αρχή η ανίχνευση

## Θετικά χαρακτηριστικά

---

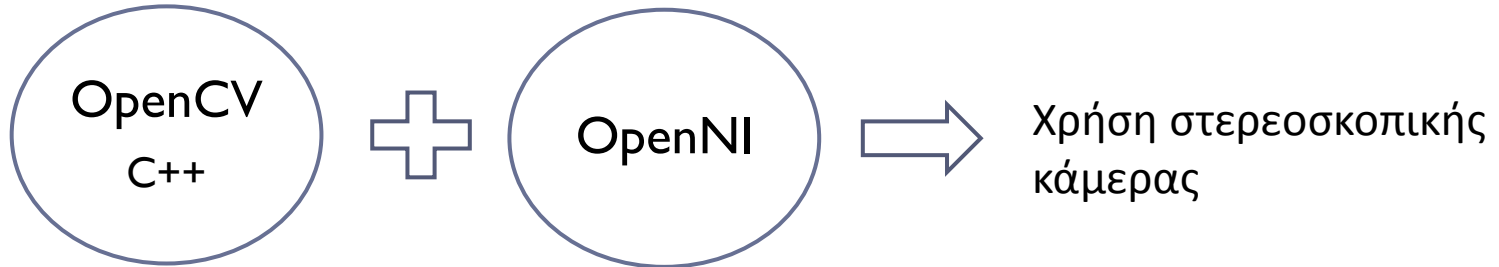
- ▶ Άμεση ενημέρωση χρηστών
- ▶ Πλήρως παραμετροποιήσιμο και εύκολα μεταφέσιμο
- ▶ Πολλαπλές χρήσεις
  - ▶ Ιατρικές επεμβάσεις
  - ▶ Επεμβάσεις αισθητικής
  - ▶ Αντικλεπτικό σύστημα (αυτοκινήτων και οικοδομών)
  - ▶ Για ερευνητικό σκοπό σε μέρη με περιορισμένη πρόσβαση
  - ▶ Για εκπαιδευτικό σκοπό

# Θεωρητικό υπόβαθρο



# Βιβλιοθήκες ανάπτυξης λογισμικού

## 1. Επεξεργασία εικόνας

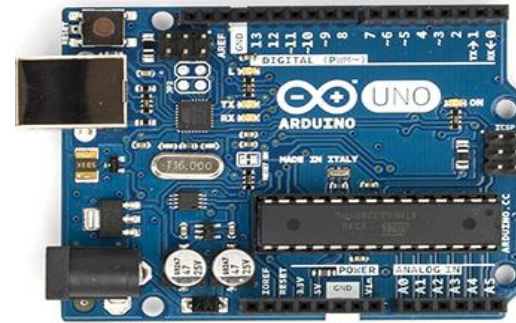


## 2. Επικοινωνία ιστοχώρου-συστήματος: TCP Sockets

## 3. Ανάπτυξη ιστοσελίδας:



# Αρχιτεκτονική Raspberry Pi 2 & Arduino UNO



<b>Επεξεργαστής</b>	Broadcom BCM2836, 900 MHz quad-core ARM Cortex-A7
<b>RAM</b>	1 GB
<b>Αποθήκευση</b>	MicroSDHC υποδοχή
<b>Ρεύμα</b>	800 mA (4.0 W)
<b>Μέγεθος</b>	85.6 x 53.98 x 17mm

<b>Μικροελεγκτής</b>	ATmega328
<b>Τάση λειτουργίας</b>	5V
<b>Ψηφιακές εισοδοι / έξοδοι</b>	14 (6 παρέχουν PWM έξοδο)
<b>Ρεύμα</b>	40 mA (DC)
<b>Μέγεθος</b>	85.6 x 53.98 x 17mm

# Λογισμικό μέρος συστήματος

# Φωτισμός κατά την επεξεργασία εικόνων

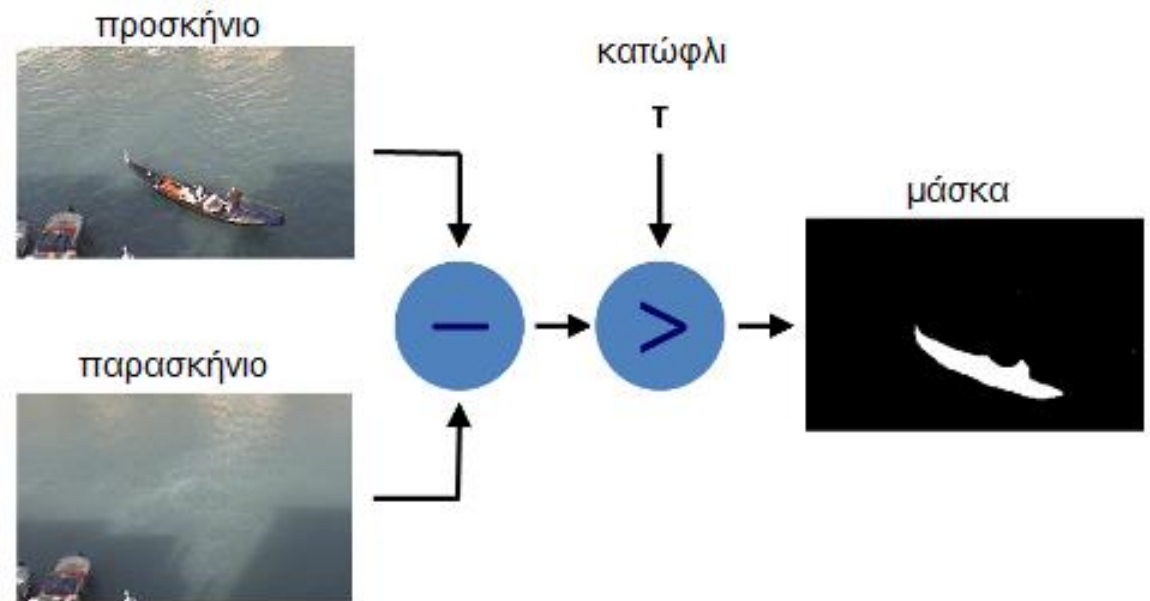


Διαφοροποιήσεις στο φωτισμό των εικόνων, επηρεάζουν τα ποσοστά αναγνώρισης.

# Ανίχνευση κίνησης

## Μέθοδος αφαίρεσης φόντου

- ▶ *Πρόβλημα:* το φως των εικόνων
- ▶ *Λύση:* χρήση κατωφλιού (threshold) και φίλτρων (διάβρωση, διαβάθμιση και διαστολή)



# Μέθοδοι αφαίρεσης φόντου

---



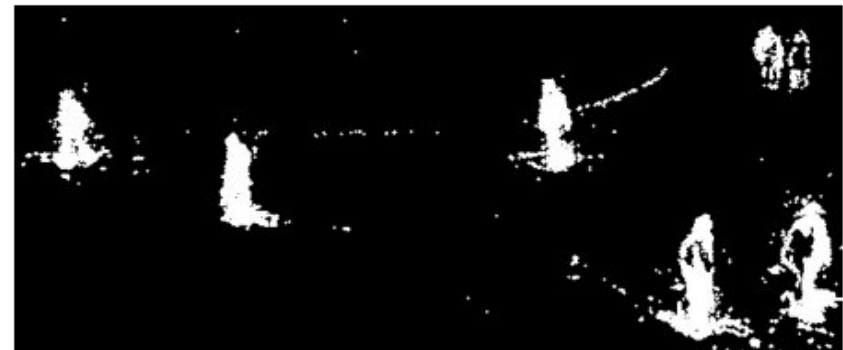
Αρχική εικόνα



Background subtractor MOG



Background subtraction MOG2



Background subtraction GMG

# Ανίχνευση προσώπου

---

- ▶ Συνδετικός κρίκος ανάμεσα στην ανίχνευση κίνησης και την αναγνώριση προσώπου
- ▶ **Στόχος:** απόφαση εάν το αντικείμενο είναι άνθρωπος
- ▶ Τεχνική ανίχνευσης πανομοιότυπων εικόνων με τη χρήση των **Haar μετασχηματισμών**
- ▶ Χρήση των εν λόγω μετασχηματισμών για την εξαγωγή του κάθε χαρακτηριστικού από την εικόνα

# Δημιουργία Haar Cascades

Για την ανίχνευση ενός συγκεκριμένου αντικειμένου,  
είναι απαραίτητα τα εξής:

1. Λήψη αρνητικών και θετικών εικόνων
2. Εφαρμογή του Haar μετασχηματισμού
3. Χρήση του δείγματος που προκύπτει για την εκπαίδευση του αλγορίθμου



Θετικό δείγμα εικόνας

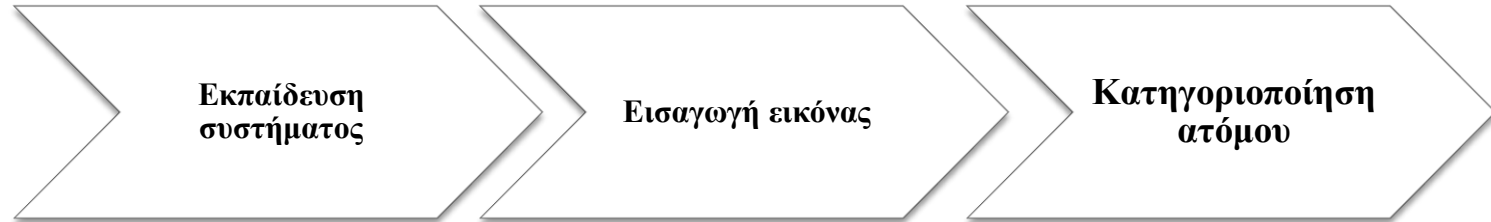


Αρνητικό δείγμα εικόνας



# Αναγνώριση προσώπου

Τρόπος λειτουργίας αναγνώρισης:



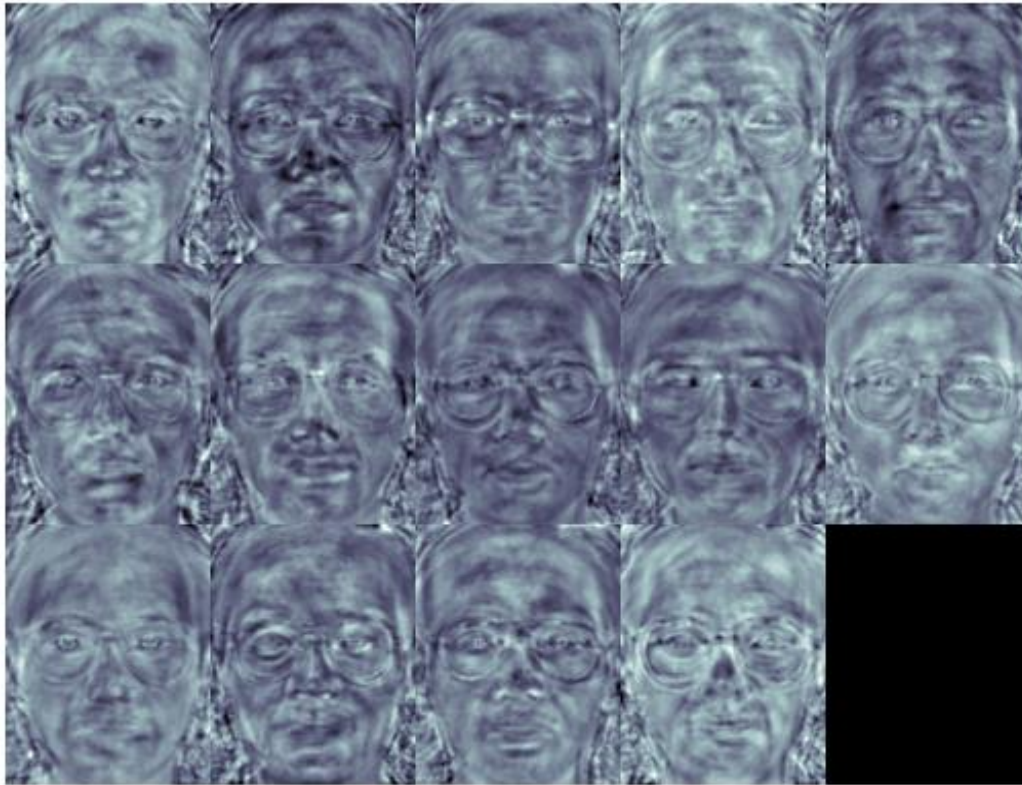
1. *Εκπαίδευση συστήματος* → εισαγωγή φωτογραφιών στο αρχείο του προγράμματος
2. *Εισαγωγή εικόνας* → λήψη εικόνας από την κάμερα
3. *Κατηγοριοποίηση ατόμου* → χρήση του κατάλληλου αλγορίθμου για την αναγνώριση

**Eigenfaces**

**Fisherfaces**

**Local Binary Patterns Histograms**

# Αλγόριθμος αναγνώρισης Fisherfaces



Δείγμα εικόνων έτσι όπως  
έχουν κατασκευαστεί με την  
προβολή τους στο γραμμικό  
υποχώρο

# Υλικό μέρος συστήματος

# Κύρια κατασκευή

---

- ▶ Υλικό κατασκευής: ξύλο
  
- ▶ Η κατασκευή αποτελείται από:
  - ▶ Κύρια βάση στήριξης
  - ▶ Δεύτερη περιστρεφόμενη βάση στήριξης
  - ▶ Πλαϊνά στηρίγματα
  - ▶ Pan/tilt servos
  - ▶ Μεταλλικοί δακτύλιοι για τη μεταφορά ρεύματος



## Κύρια βάση στήριξης

- ▶ **Διαστάσεις:** 30x30 cm
- ▶ **Σχήμα:** τετράγωνο με άνοιγμα στην επάνω πλευρά
- ▶ **Κίνηση:** Όχι
- ▶ **Εσωτερικό βάσης:** εμπεριέχονται τα ηλεκτρονικά στοιχεία, το Arduino και το Raspberry Pi





## Περιστρεφόμενη βάση και πλαϊνά στηρίγματα

---

- ▶ **Διαστάσεις:** 25x25 cm
- ▶ **Σχήμα:** τετράγωνο
- ▶ **Κίνηση:** Ναι, περιστροφική
- ▶ **Σύνδεση με την κύρια βάση:** με κεντρικό άξονα και δύο ρουλεμάν για τη μείωση της τριβής
- ▶ Ο άξονας συνδέεται με τον servo και μεταφέρει την κίνηση στον άξονα x

## Pan/tilt servos

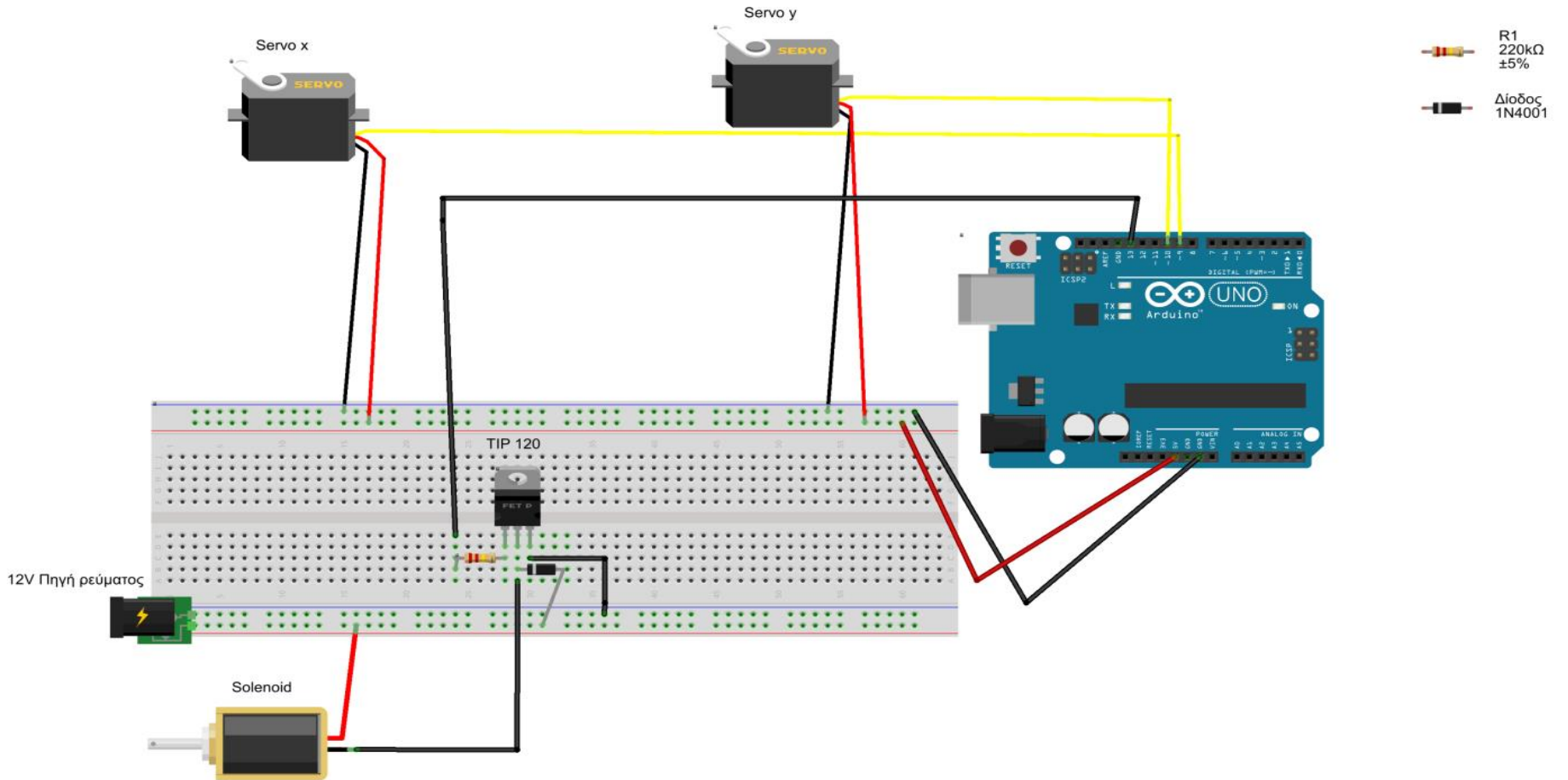
---

- ▶ **Χρήση:** να δώσουν κίνηση στους άξονες (x, y)
- ▶ **Ελευθερία κίνησης:** 180°
- ▶ **Κίνηση στον άξονα x:** 0°-58°
- ▶ **Κίνηση στον άξονα y:** 0°-45°
  
- ▶ Το μέγιστο και το ελάχιστον εύρος κίνησης σε μοίρες καθορίζεται από το οπτικό πεδίο της κάμερας που χρησιμοποιείται



# Ηλεκτρονικά μέρη

## ▶ Ηλεκτρονικά μέρη:





# Ανάπτυξη ιστοσελίδας και επικοινωνία με το λογισμικό

## Απαιτήσεις συστήματος

---

- ▶ Εύχρηστη διεπαφή
- ▶ Είσοδος στον ιστοχώρο μόνο για όσους είναι εγγεγραμμένοι
- ▶ Διακριτοί βαθμοί ιεραρχίας χρηστών
- ▶ Ο πλήρης έλεγχος του συστήματος δίνεται στο διαχειριστή
- ▶ Δικλείδες ασφαλείας για μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση
- ▶ Λειτουργία σε συνθήκες πραγματικού χρόνου
- ▶ Αρχείο καταγραφής όλων των ενεργειών του συστήματος

# Ασφάλεια συστήματος

---

- ▶ Πρόσβαση μόνο κατόπιν εγγραφής
- ▶ Κρυπτογράφηση κωδικών στη βάση δεδομένων
- ▶ Κανόνες ελάχιστης πολυπλοκότητας κωδικού

# Λειτουργίες διαχειριστή

---

- ▶ Έλεγχος χώρου φύλαξης μέσω live streaming
- ▶ Εγγραφή νέου χρήστη
- ▶ Επεξεργασία στοιχείων χρηστών (τροποποίηση και διαγραφή)
- ▶ Επεξεργασία φωτογραφιών χρηστών (εισαγωγή και διαγραφή)
- ▶ Χρονοπρογραμματισμός εργασιών (ενεργοποίηση / απενεργοποίηση, προσωρινή απενεργοποίηση συστήματος)
- ▶ Επεξεργασία λίστας χρηστών που ενημερώνονται σε περίπτωση εισβολής
- ▶ Έλεγχος αρχείου εικόνων

# Λειτουργίες χρήστη & alerts

---

## Λειτουργίες χρήστη

- ▶ Έλεγχος χώρου φύλαξης μέσω live streaming
- ▶ Έλεγχος αρχείου εικόνων

## Ενημέρωση χρηστών

- ▶ Ηχητικά μηνύματα
- ▶ Αποστολή ηλεκτρονικού μηνύματος (e-mail)

# Συμπεράσματα - Μελλοντικές επεκτάσεις

# Συμπεράσματα

- ▶ **Αύξηση** του αριθμού των φωτογραφιών κατ' άτομο => **Αύξηση** του ποσοστού αναγνώρισης
- ▶ Ο φωτισμός κατέχει κυρίαρχο ρόλο στην επεξεργασία εικόνων
- ▶ Ασπρόμαυρες φωτογραφίες, μικρού μεγέθους => για τη μείωση του χρόνου επεξεργασίας

Φωτογραφίες κατ' άτομο	Επιτυχημένο ποσοστό αναγνώρισης με τον αλγόριθμο Fisherfaces
5	15 - 20%
10	40 - 50%
15	65 - 70%

## Μελλοντικές επεκτάσεις

---

- ▶ Επέκταση της δεύτερης έκδοσης του προγράμματος, ώστε να υποστηρίζει αναγνώριση προσώπου
- ▶ Χρήση όλων των λειτουργιών της στερεοσκοπικής κάμερας, ώστε να λειτουργεί το σύστημα και σε συνθήκες χαμηλού ή καθόλου φωτισμού
- ▶ Αντικατάσταση του παιδικού παιχνιδιού με λέιζερ χαμηλής ισχύος (pointer) για επέκταση σε εκπαιδευτικούς σκοπούς



# Επίδειξη λειτουργίας