



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών



ΤΜΗΜΑ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ +  
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

---

# ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΧΕΡΙΟΥ ΜΕ SMARTPHONE

---

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

*ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ:  
Λειτουργικές Προδιαγραφές Εργασίας*

ΤΣΑΟΥΣΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ  
Α.Μ.: 1115201200184  
ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2015 - 2016

---

## ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

---

Το συστημα θα αποτελείται από τις εξείς οντότητες

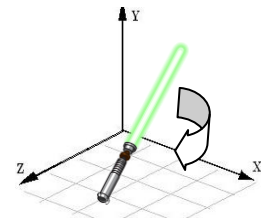
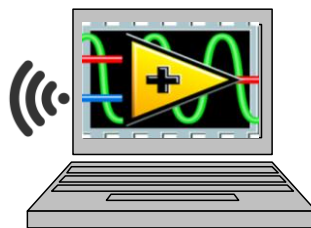
- Εξυπνο κινητο τηλέφωνο (**smartphone**) εξοπλισμένο με αισθητήρες που θα συλλέγουν δεδομένα κίνησης και πρόσβαση στο διαδίκτυο.
- Η/Υ οπου θα εκτελείται το Εικονικό Όργανο στην πλατφόρμα **LabVIEW** στον οποίο θα αποστέλλονται τα δεδομένα από το smartphone.

---

## ΒΑΣΙΚΗ ΙΔΕΑ

---

Η κίνηση του smartphone (μετακίνηση, ανυψωση, περιστροφή κ.α.) θα εντοπίζεται από τους αισθητήρες τα δεδομένα των οποίων θα αποστέλλονται στον υπολογιστή σε πραγματικό χρόνο. Εκεί θα αναπαράγεται γραφικά η διαρκής αυτή κίνηση, για ενα τρισδιαστο αντικείμενο<sup>1</sup> σε εικονικό χώρο που θα προβάλλεται στην οθόνη. Σχηματικά:



---

<sup>1</sup> Το αντικείμενο αυτό θα είναι ένα «φωτόσπαθο» (lightsaber) δηλαδή ένα σπλο σαν και αυτό στη σειρά επιστημονικής φαντασίας “Star Wars”.

Για περισσότερες πληροφορίες: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lightsaber>

---

#### ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ

---

Εκτος από τη διαρκή τρισδιάστατη αναπαράσταση των κινήσεων του smartphone, το σύστημα θα αναγνωρίζει **τρεις** συγκεκριμένες προκαθορισμένες κινήσεις και όταν ανιχνευτεί μια από αυτές, ο χρήστης θα ενημερώνεται σχετικά. Οι κινήσεις αυτές θα είναι:

1. Διαγώνιο κόψιμο (Downward slash)
2. Οριζόντιο μπλοκάρισμα (Overhead block)
3. Περιστροφή αντεπίθεσης (Reflector spin)

---

#### ΕΦΕ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

---

Όσον αφορά την διεπαφή με τον χρήστη, παρέχονται ορισμένες επιλογές:

- Ο χρήστης θα μπορεί να αλλάζει την εμφάνιση του τρισδιάστατου αντικειμένου (πχ. χρώμα λεπίδας)
- Όταν ανιχνεύονται συγκεκριμένες κινήσεις θα ακούγονται αναγνωριστικοί ήχοι.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών



ΤΜΗΜΑ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ +  
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

---

# ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΧΕΡΙΟΥ ΜΕ SMARTPHONE

---

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

*ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ:  
Τεχνικές Προδιαγραφές Εργασίας*

ΤΣΑΟΥΣΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ  
Α.Μ.: 1115201200184  
ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2015 - 2016

---

## ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ

---

Το σύστημα θα αποτελείται από τις εξής οντότητες

- **Smartphone:** LG Google Nexus 5 με τις εξής δυνατότητες δικτύωσης και αισθητήρες (αριθμούνται μόνο όποιοι θα χρησιμοποιηθούν):

Λειτουργικό Σύστημα	Android 6.0 "Marshmallow"
Πρωτόκολλο Bluetooth	4.0
Πρωτόκολλα 802.11 (Wifi)	a, b, g, n, n-5GHz, ac
Θύρα USB	micro USB 2.0
Επιταχυνσιόμετρο και Γυροσκόπιο	InvenSense MPU 6515
Αισθητήρας προσανατολισμού	Parallax QTI
Αισθητήρας εγγυτητας	Avago APDS 9930

- **Ηλεκτρονικός Υπολογιστής** επιτραπέζιος με εγκατεστημένο λογισμικό **National Instruments LabVIEW**.

Λειτουργικό Σύστημα	Windows XP (32-bit)
Πρωτόκολλο Bluetooth	?
Πρωτόκολλα 802.11 (Wifi)	?
Θύρα USB	USB 2.0
Έκδοση LabVIEW	8.5

---

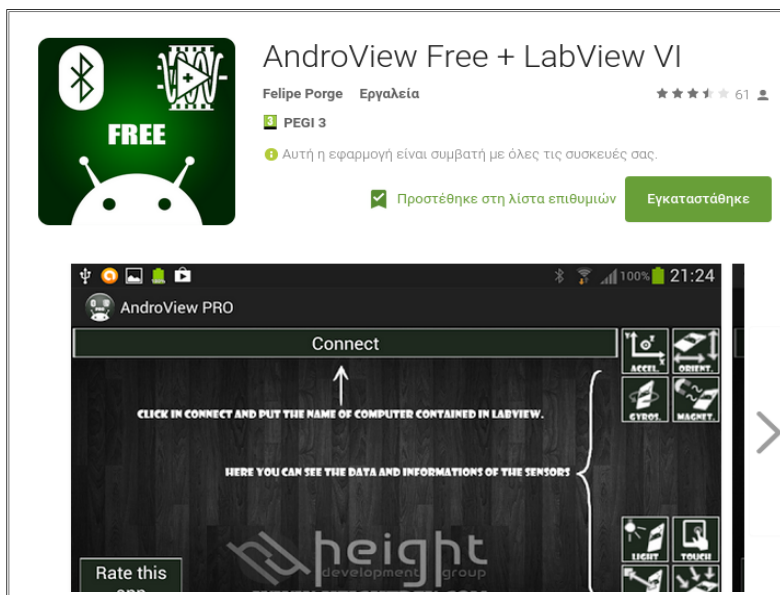
## ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ

---

Για την αποστολή των δεδομένων από τους αισθητήρες σε πραγματικό χρόνο από το smartphone θα χρησιμοποιηθεί μια από τις δύο παρακάτω εφαρμογές που διατίθενται στο Google Play Store:

### 1. AndroView Free

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.heightdev.androviewbluetooth>

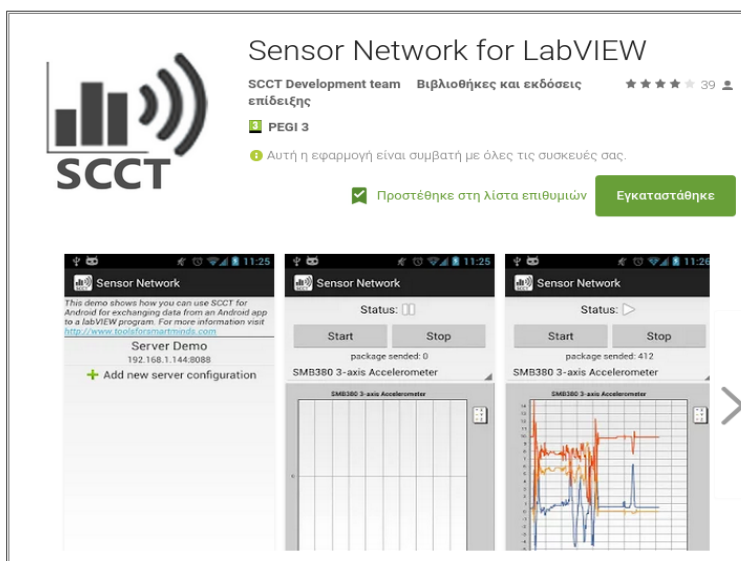


Αποστέλλει τα δεδομένα στον υπολογιστή μέσω Bluetooth έχοντας προηγουμένως συνδέσει τις δύο συσκευές (pairing).

Στην ιστοσελίδα του δημιουργού βρίσκεται και το συμπληρωματικό VI που θα δέχεται αυτά τα δεδομένα σαν συμβολοσειρές στην πλευρά του LabVIEW

### 2. Sensor Network for LabVIEW

<https://play.google.com/store/apps/details?id=SCCT.SensorNetwork>



Αποστέλλει τα δεδομένα στον υπολογιστή μέσω WiFi λειτουργώντας σαν πελάτης (client) στη μονάδα LabVIEW Server του λογισμικού.

Στην ιστοσελίδα της εκδούσας εταιρίας βρίσκεται και το συμπληρωματικό VI-Package για το LabVIEW για την διαχείριση των δεδομένων μέσω του πρωτοκόλλου SSCT και πλούσιο επεξηγηματικό υλικό.

---

## ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ

---

Η κίνηση του smartphone θα αναπαράγεται σε ένα εικονικό αντικείμενο στη μορφή φωτόσπαθου<sup>1</sup> που θα κινείται στον εικονικό χώρο που θα απεικονίζεται στο LabVIEW Front Panel. Ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ 3 χρωμάτων για το φωτόσπαθο:

- κόκκινο
- μπλε
- μωβ

Θα παρουσιάζονται επίσης και τα **διαγράμματα** με τα δεδομένα που συλλέγονται από κάθε αισθητήρα σε συνεχή μορφή (scrolling)

---

1. Το “φωτοσπαθο” είναι ένα όπλο που χρησιμοποιείται στην σειρά επιστημονικής φαντασίας Star Wars. Για περισσότερες πληροφορίες ανατρέξτε εδώ <https://en.wikipedia.org/wiki/Lightsaber>



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών



ΤΜΗΜΑ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ +  
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

---

# ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΧΕΡΙΟΥ ΜΕ SMARTPHONE

---

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

*ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ:  
Τελική Εκθεση Εργασίας*

ΤΣΑΟΥΣΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ  
Α.Μ.: 1115201200184  
ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2015 - 2016



- Η εφαρμογή αποτελείται απο
  - 1 **κεντρικό VI** (SmartSaber.vi), σημείο εισόδου της εφαρμογής
  - Διάφορα **επιμέρους subVIs** που επιτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες (subVIs/, globals/)
  - Ενδεικτικά **αρχεία εξόδου** που δημιουργήθηκαν κατα τις δοκιμές (patterns/, waveforms/)
  - Άλλο υποστηρικτικό υλικό όπως **εικόνες** και **αρχεία ήχου** (images/, sfx/)
  - **Σύνδεσμο** για τη σελίδα που διατίθεται η εφαρμογή για android που εξάγει τα δεδομένα απο το smartphone
  
- Σε υψηλό επίπεδο η διαδικασία που ακολουθείται είναι:
  - Αρχικοποίηση στοιχείων, ρύθμιση των σημείων αναφοράς (**relative north**) φορτώνονται τα απαραίτητα αρχεία για την απεικόνιση και αναμονή εκκίνησης σύνδεσης Bluetooth στη διεπαφή (**adapter**) που διαφημίζεται.
  
  - Ο χρήστης του κινητού ανοίγει την εφαρμογή (**AndroView Free**) και συνδέεται στην παραπάνω διεπαφή. Τα ληφθέντα δεδομένα πλέον ρέουν στον κύριο βρόγχο σε τμήματα μερικών byte, προβάλλονται, αναλύονται και ορίζουν σε πραγματικό χρόνο την 3Δ-απεικόνιση. Παράλληλα τρέχει και δευτερεύον βρόγχος χειρισμού γεγονότων (**Event Handling Loop**)
  
  - Οποιαδήποτε στιγμή, παρέχεται στον χρήστη η δυνατότητα να αντικαταστήσει τις προκαθορισμένες κινήσεις (**patterns**) με την καταγεγραμμένη ακολουθία (**record**) απο τη στιγμή που ανοίξε η σύνδεση. Η ενέργεια αυτή ενημερώνει και την εικονιζόμενη κυματομορφή (**waveform**) της κίνησης αυτής
  
  - Τα τελευταία δεδομένα (εντος ενός παραθύρου «μνήμης») συλλέγονται σε εναν πίνακα που ανανεώνεται σε κάθε επανάληψη και συγκρίνονται διαρκώς με καθε εναν απο τους πίνακες των καταγεγραμμένων κινήσεων (όταν τα μέγεθη είναι επαρκή).
  
  - Η σύγκριση γίνεται στοιχείο-προς-στοιχείο και για τα 3 κανάλια (συναρτήσεις προσανατολισμού **level-x**, **level-y**, **level-z**) με μια δεδομένη ανοχή. Αν διαφέρουν όλα λιγότερο απο την τιμή ανοχής (**match**) τότε παρέχεται σχετική ένδειξη στον χρήστη (**motion detected**) καθώς και το αντίστοιχο ηχητικό εφέ

- ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ - ΜΟΡΦΗ ΣΗΜΑΤΟΣ:

Σε κάθε επανάληψη εξάγεται απο την σύνδεση Bluetooth ενα τμήμα των 107 bytes απο την κωδικοποιημένη ακολουθία δεδομένων. Συγκεκριμένα, επαναλαμβάνεται η μορφή:

...yXXz**aXXbXXcXXdXX**...wXXxXXyXXz**aXXb**...

Μεγέθους περίπου 100 απλών χαρακτήρων ASCII οπου μετά απο κάθε γράμμα το XX (μεταβλητού μεγέθους) συμβολίζει την τιμή της αντίστοιχης μεταβλητής αισθητήρα. Ειδικότερα:

a - accel_x	o - prox_dist
b - accel_y	p - prox_max
c - accel_z	q - gyro_x
...	r - gyro_y
f - ori_x	s - gyro_z
g - ori_y	...
h - ori_z	
...	

Το πρόγραμμα σταματάει τον κύριο βρόγχο ανάλυσης δεδομένων με το που εντοπιστεί διακοπή της σύνδεσης (απο την πλευρά του κινητού) *διατηρώντας όμως* την δυνατότητα καταγραφής, συνεπώς και την εκτέλεση του προγράμματος (λειτουργία **Auto-Stop**)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα ενδιάμεσα κενά (...) αφορούν τιμές που δε μας ενδιαφέρουν καθώς η εφαρμογή για το κινητό σχεδιάστηκε για να αποστέλλει ενα ευρύτερο φάσμα δεδομένων απο συμπληρωματικούς αισθητηρες όπως θερμομέτρο, μαγνητη, πιεσόμετρο κ.α. Καμία τροποποίηση δεν έγινε στην εφαρμογή αυτη αφού η συγγραφή κώδικα android ξεφύγει απο τα όρια αυτής της εργασίας

- ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΑ ΕΦΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ:

Με την χρήση καταχωρητών ολίσθησης ανίχνευονται οι εξείς αλλαγές που άν ενεργοποιηθεί η σχετική λειτουργικότητα (διακόπτης **sfx**) εκκινούν την αναπαραγωγή ηχητικών κλιπ:

1. Ενεργοποίηση/Απενεργοποίηση αντικειμένου
2. Απότομη κίνηση (**swing**) 2 ειδών
3. Αλλαγή χρώματος αντικειμένου
4. Ανίχνευση καταγεγραμμένης κίνησης

Η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του αντικειμένου γίνεται μέσω του αισθητήρα εγγύτητας (proximity tap). Μολις διαπιστωθεί αλλαγή στα δεδομένα του αιθητήρα αλλάζει το **Alpha** της εικόνας του αντικειμένου καθιστώντας το διαφανές/συμπαγές, δίνοντας την ψευδαίσθηση της εξαφάνισης/εμφάνισης.

Τέλος, τα διάφορα χρώματα του αντικειμένου απο τα οποία μπορεί να διαλέξει ο χρήστης δημιουργούνται με την επικάλυψη (**decals**) της αντίστοιχης εικόνας γύρω απο το αντικείμενο δίνοντας την ψευδαίσθηση της υφής.

- ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ:

Απο το σύνολο των αισθητήρων για τους οποίους αποστέλλει δεδομένα η εφαρμογή, την εργασία αυτή αφορούν μόνο οι: επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο, αισθητήρας εγγύτητας, αισθητήρας προσανατολισμού. Συγκεκριμένα:

1. Για την αναπαράσταση της κίνησης και την ανίχνευση των προκαθορισμένων κινήσεων αναλύονται τα δεδομένα προσανατολισμού (**orientation vector**), τα οποία και απεικονίζονται στο front panel (**level data**).

*Μονο* η περιστροφή του αντικείμενου στους 3 άξονες εφαρμόζεται με τους αντίστοιχους μετασχηματισμούς (περιστροφες) στο αντικείμενο σε κάθε επανάληψη καθώς δεν παρέχεται δυνατότητα να καταγραφεί με ακρίβεια απο εναν αισθητήρα η θέση του φέροντος αντικείμενου στο χώρο.

2. Για την παραγωγή ηχητικών εφέ αναλύονται τα δεδομένα του γυροσκόπιου (**gyroscope data**) τα οποία επίσης απεικονίζονται μαζί με τα δεδομένα του επιταχυνσιόμετρου στο front panel (**accelerometer data**).
3. Τέλος, για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του αντικείμενου χρησιμοποιούνται τα δεδομένα απο τον αισθητήρα εγγύτητας (**proximity sensor**).

---

#### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

---

Ακολουθεί μια συνοπτική αξιολόγηση των στόχων που είχαν τεθεί απο τις λειτουργικές και τεχνικές προδιαγραφές και ο βαθμό στον οποίο τους ικανοποιεί η τελική έκδοση του προγράμματος:

- ✓ Διαρκής αναπαράσταση κίνησης του κινητού σε εικονικό αντικείμενο - **ΕΠΙΤΥΧΙΑ**
- ✓ Ανίχνευση τριών προκαθορισμένων κινήσεων - **ΥΠΕΡΚΑΛΥΦΘΗΚΕ**  
...καθώς παρέχεται η δυνατότητα δυναμικής αλλαγής της κάθε κίνησης προς ανίχνευση αντί για μια σταθερή (hardcoded) μορφή
- ✓ Διαγραμματική απεικόνιση ληφθέντων δεδομένων - **ΕΠΙΤΥΧΙΑ**
- ✓ Ηχητικά/οπτικά εφέ με δυνατότητα απενεργοποίησης - **ΕΠΙΤΥΧΙΑ**

Ορισμένα σημεία που επιδέχονται βελτίωση είναι:

1. Εισαγωγή φόντου «γαλαξία» στην 3D σκηνή
2. Διαφορετικά αυτοκόλλητα λαβής για διαφορετικά χρώματα (→ *διαφορετικά όπλα*)
3. Βελτιστοποίηση απόδοσης κώδικα/χρήσης μνήμης/εξάλειψης απρόβλεπτων καθυστερήσεων
4. Δημιουργία εκτελέσιμου αρχείου (.exe) και αντίστοιχου installer για ανεξαρτησία απο την πλατφόρμα LabVIEW