



«ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ»

«Μεταπτυχιακή Εξειδίκευση στα Πληροφοριακά Συστήματα»

Πτυχιακή Εργασία

«Σύστημα μέτρησης της Ανάδρασης χρηστών μέσω  
Αλληλεπίδρασης με Απτικές Διεπαφές για έλεγχο Βιντεοπαιχνιδιών  
και Κουίζ Αυτοαξιολόγησης»

ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ

Επιβλέπων καθηγητής: ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΛΙΟΚΑΣ

Αθήνα, 6<sup>ος</sup>/2024

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή (ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗ ΧΡΗΣΤΟΥ) που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



«Σύστημα μέτρησης της Ανάδρασης χρηστών μέσω  
Αλληλεπίδρασης με Απτικές Διεπαφές για έλεγχο Βιντεοπαιχνιδιών  
και Κουίζ Αυτοαξιολόγησης»

ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΛΙΟΚΑΣ

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:  
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΡΙΓΓΑΣ

Πάτρα, 6<sup>ος</sup>/2024

*ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ*

## Περίληψη

Στην εποχή που διανύουμε η πλήρης ψηφιοποίηση υπηρεσιών, σε όλους σχεδόν τους τομείς καθημερινής δραστηριότητας, έχει δημιουργήσει την ανάγκη επαφής με ψηφιακές συσκευές, κυριολεκτικά και μεταφορικά, είτε αυτές είναι κινητές είτε σταθερές, μέσω ενός αποκλειστικού αντικείμενου π.χ. τηλεκοντρόλ τηλεόρασης ή συσκευή εισόδου σε κάποια κονσόλα παιχνιδιών.

Ο κοινός τόπος της χρήσης τους είναι ότι με κάποιο τρόπο πρέπει να δεχτούν είσοδο ώστε να παράξουν σαν έξοδο αυτό το οποίο είναι σχεδιασμένες να παράσχουν. Η χρήση μιας μορφής διεπαφής με αυτές τις συσκευές είναι επιβεβλημένος. Μέχρι πρόσφατα ο τρόπος ήταν η χρήση του πληκτρολογίου, του ποντικιού ή και άλλων παρόμοιων μέσων. Οι διεπαφές αυτές δεν απομακρύνονταν από την φυσική χρήση και κατάσταση των αντικειμένων που προσομοίωσαν. Ήρθε όμως πλέον η εποχή, όπου μέσα από έρευνα και ανάπτυξη συγκεκριμένων τεχνολογιών σε Υλικό και Λογισμικό επίπεδο, η λειτουργία σε συσκευές να ξεκινάει με φυσική εντολή που θα μετατρέπεται στο κατάλληλο ψηφιακό σήμα. Οι Απτικές Διεπαφές μελετήθηκαν καιρό τώρα στην προσπάθεια να ενώσουν τον φυσικό χώρο με τον ψηφιακό σε επίπεδο χρήσης. Η εμφάνιση τους μπορεί να δημιουργήσει καινοτομίες σε πολλούς τομείς καθημερινότητας και για διαφορετικούς σκοπούς.

Στην εργασία αυτή αναλύεται ένα σύστημα που σαν αρχή έχει ένα αντικείμενο, το οποίο από άψυχο θα μετατραπεί σε ψηφιακό μεταδότη της επιθυμίας του χρήστη. Πρόκειται για ένα τεχνούργημα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί μόνο του ή συνδυαστικά με άλλα παρόμοια ώστε να προσφέρει/ουν είσοδο σε άλλη συσκευή που θα λειτουργεί με τους δικούς της κανόνες και τεχνικές μέσω κάποιου Λογισμικού. Θα δοκιμαστεί σε συνθήκες καθημερινότητας από άτομα του τομέα της Εκπαίδευσης (Διάφορων βαθμίδων) αλλά και απλούς χρήστες, κυρίως γονείς και για διασκέδαση αλλά και για μία προσέγγιση στην εκπαίδευση μέσω παιχνιδιού. Η χρήση του θα αποφέρει συμπεράσματα αν κάτι τέτοιο έχει χώρο σε αυτούς τους τομείς, αδυναμίες και μελλοντικές βελτιώσεις που θα μπορούσαν να αναλυθούν σε επόμενες εκδόσεις του.

*ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ*

**Λέξεις – Κλειδιά**

Απτική Διεπαφή, Arduino, Εκπαιδευτικοί Κύβοι Απαντήσεων, Εκπαίδευση Ανηλίκων, Ψυχαγωγία, Διεπαφές για ΑΜΕΑ.

# «User Feedback Measurement System through Interaction with Tangible Interfaces for Video Game Control and Self-Assessment Quizzes»

CHRISTOS KAROFYLLAKIS

## Abstract

In the era we live in, the complete digitization of services, in almost all areas of daily activity, has created the need to communicate with digital devices, literally and figuratively, whether they are mobile or stationary, through a dedicated object e.g. TV remote control or game console input device. The common denominator of their use is that they must somehow accept inputs to produce as output what they are designed to produce. Using some form of interface with these devices is imperative. Until recently, the way was to use the keyboard, mouse or other similar means. These interfaces did not deviate from the physical use and condition of the objects they simulated. But the time has come, where through research and development of specific technologies at the Hardware and Software level, the operation of the devices begins with a physical command that will be converted into the appropriate digital signal. Tangible interfaces have long been studied in an attempt to integrate the physical space with the digital at the level of use. Their appearance can create innovations in many areas of everyday life and for different purposes. In this paper, a system is analyzed that starts from an object, which from an inanimate object will be transformed into a digital transmitter of the user's desire. It is an artifact that will be used alone or in combination with other similar devices to provide access to another device that will operate with its own rules and techniques through some Software. It will be tested in everyday conditions by people in the field of Education (Various levels) as well as ordinary users, mainly parents and for fun but also to approach education through the game. The test as a pre-pilot study will allow one to draw conclusions if such a thing has room in these areas, weaknesses and future improvements that could be analyzed in subsequent versions of it.

**Keywords**

Tangible Interfaces, Arduino, Educational Answer Cubes, Juvenile Education, Entertainment, Interfaces for people with disabilities.



## Περιεχόμενα

|  |     |
|--|-----|
| Περίληψη.....  | v   |
| Abstract .....   | vii |
| Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων .....   | x   |
| Κατάλογος Πινάκων .....  | xi  |
| Κατάλογος Γραφημάτων.....  | xi  |
| Συνοτομογραφίες & Ακρωνύμια.....   | xii |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο .....  | 1   |
| 1.1 Εισαγωγή.....  | 2   |
| 1.2 Σκοπός Εργασίας .....  | 3   |
| 1.3 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή Διεπαφών.....  | 5   |
| 1.4 Ορισμός - Στοιχεία Αναγνώρισης Απτικών Διεπαφών .....                                  | 8   |
| 1.5 Εφαρμογές και Τομείς χρήσης Απτικών διεπαφών .....                                     | 9   |
| 1.6 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Απτικών Διεπαφών .....                                   | 12  |
| 1.7 Διάφορα Έργα με την χρήση Απτικών Διεπαφών.....  | 15  |
| 1.8 Δομή της Εργασίας.....   | 17  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο .....  | 18  |
| 2.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις Απτικές Διεπαφές.....                            | 19  |
| 2.2 Open Source Εργαλεία και συμβολή στην διαμόρφωση Απτικών Διεπαφών .....                | 22  |
| 2.3 Διαθέσιμο Μαθησιακό Υλικό .....  | 26  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο .....  | 28  |
| 3.1 Μεθοδολογία Σχεδιασμού και Ανάπτυξης του Τεχνουργήματος .....                          | 29  |
| 3.2 Αρχιτεκτονική του Συστήματος (Λογισμικό - Υλικό).....                                  | 38  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο .....  | 72  |
| 4.1 Αξιολόγηση του Συστήματος σε Πραγματικές Συνθήκες .....                                | 73  |
| 4.2 Συλλογή Ανάδρασης Χρηστών και Αξιολόγηση .....   | 74  |
| 4.3 Ανάλυση των Απαντήσεων - Αποτελέσματα Χρήσης .....                                     | 81  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο .....  | 83  |
| 5.1 Συμπεράσματα .....   | 84  |
| 5.2 Μελλοντικές Ενέργειες - Πρόσθετη έρευνα χρήσης .....                                   | 85  |
| Βιβλιογραφικές Αναφορές .....  | 87  |
| Παράρτημα Α: Κώδικας Εφαρμογής Ερωταπαντήσεων QuizCube v1.0 .....                          | 91  |
| Παράρτημα Β: Κώδικας Εφαρμογής Παιχνιδιού MasterCubes v1.0.....                            | 122 |
| Παράρτημα Γ: Κώδικας API Bluetooth Manager.....  | 141 |
| Παράρτημα Δ: Κώδικας Arduino για τον έλεγχο του κύβου.....                                 | 146 |
| Παράρτημα Ε: Οδηγίες Εγκατάστασης / Εκτέλεσης Εφαρμογών και σύνδεσης των<br>διεπαφών ..... | 149 |
| Παράρτημα ΣΤ: Ερωτηματολόγιο Χρηστικότητα Συστήματος Κύβων.....                            | 153 |
| Παράρτημα Ζ: Υλικά Κατασκευής & Λογισμικό.....   | 154 |

## Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

|   |    |
|---|----|
| ΕΙΚΟΝΑ 1 - ΚΥΡΙΟΙ ΤΟΜΕΙΣ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΕΙ ΤΟ ΤΕΧΝΟΥΡΓΗΜΑ .....  | 30 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2 - ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΗΛΙΚΙΑΚΟΙ ΧΩΡΟΙ.....  | 30 |
| ΕΙΚΟΝΑ 3 - ΗΛΙΑΚΙΑΚΑ ΟΡΙΑ ΑΝΑ ΒΑΘΜΙΔΑ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΕΔΙΟΥ ΧΡΗΣΗΣ .....   | 31 |
| ΕΙΚΟΝΑ 4 - ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΗΛ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΤΕΧΝΟΥΡΓΗΜΑ .....  | 40 |
| ΕΙΚΟΝΑ 5 - ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΝΑΨΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕΣΩ BLUETOOTH.....  | 44 |
| ΕΙΚΟΝΑ 6 - CLASS DIAGRAM ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΩΔΙΚΑ ΤΟΥ ESP32.....  | 47 |
| ΕΙΚΟΝΑ 7 - ACTIVITY DIAGRAM ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ .....  | 48 |
| ΕΙΚΟΝΑ 8 - Η ΑΡΧΙΚΗ ΟΘΟΝΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ.....   | 51 |
| ΕΙΚΟΝΑ 9 - Η ΟΘΟΝΗ ΜΕ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΠΟΙΑΣ ΕΡΩΤΗΣΗΣ ΠΡΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ .....   | 52 |
| ΕΙΚΟΝΑ 10 - Η ΕΡΩΤΗΣΗ ΑΠΑΝΤΗΘΗΚΕ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΤΟΥ.<br>ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΤΟ ΣΚΟΡ, Η ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΙΑΒΑΣΤΗΚΕ ΑΠΟ<br>ΤΟΝ ΚΥΒΟ ..... | 52 |
| ΕΙΚΟΝΑ 11 - Η ΤΕΛΙΚΗ ΟΘΟΝΗ ΜΕ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΓΙΑ ΤΑ ΤΕΛΙΚΑ ΣΚΟΡ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ.....   | 53 |
| ΕΙΚΟΝΑ 12 - Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΘΕΤΕΙ ΕΙΔΙΚΗ ΟΘΟΝΗ ΟΠΟΥ ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΟΝ ΧΡΗΣΤΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΝ<br>ΚΥΒΟ ΕΧΕΙ. ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΟ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΕΝΕΡΓΟΙ ΑΥΤΗ ΤΗΝ ΣΤΙΓΜΗ ΚΥΒΟΙ .....               | 53 |
| ΕΙΚΟΝΑ 13 - ΜΕ ΚΟΚΚΙΝΟ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΚΥΒΟΙ ΑΝ ΔΕΝ ΦΑΙΝΟΝΤΑΙ ΕΝΕΡΓΟΙ ΣΤΟ<br>ΣΥΣΤΗΜΑ .....  | 53 |
| ΕΙΚΟΝΑ 14 - CLASS DIAGRAM ΤΜΗΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΥΒΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....   | 54 |
| ΕΙΚΟΝΑ 15 - CLASS DIAGRAM ΚΛΑΣΗΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ XML .....  | 54 |
| ΕΙΚΟΝΑ 16 - CLASS DIAGRAM ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ QUIZ ΣΤΗΝ ΜΝΗΜΗ .....   | 55 |
| ΕΙΚΟΝΑ 17 - ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟ CLASS DIAGRAM ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ QUIZCUBES .....   | 56 |
| ΕΙΚΟΝΑ 18 - ΤΟ ACTIVITY ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ QUIZCUBES (ΤΜΗΜΑ 1ο).....   | 57 |
| ΕΙΚΟΝΑ 19 - ΤΟ ACTIVITY ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ QUIZCUBES (ΤΜΗΜΑ 2ο).....   | 58 |
| ΕΙΚΟΝΑ 20 - ΤΟ ACTIVITY ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ QUIZCUBES (ΤΜΗΜΑ 3ο).....   | 59 |
| ΕΙΚΟΝΑ 21 - ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΣΤΗΝ 2Η ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ .....  | 61 |
| ΕΙΚΟΝΑ 22 - ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ ΣΤΗΝ 4Η ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ .....  | 61 |
| ΕΙΚΟΝΑ 23 - CLASS DIAGRAM ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ MASTERCUBES.....  | 62 |
| ΕΙΚΟΝΑ 24 - ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΤΟΥ<br>ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ.....  | 63 |
| ΕΙΚΟΝΑ 25 - CLASS DIAGRAM ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΑΣΗ ΚΟΛΩΝΩΝ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ....  | 63 |
| ΕΙΚΟΝΑ 26 - SEQUENCE DIAGRAM ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ MASTERCUBES<br>.....  | 64 |
| ΕΙΚΟΝΑ 27 - ACTIVITY ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ MASTERCUBES.....   | 65 |
| ΕΙΚΟΝΑ 28 - CLASS DIAGRAM ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΤΟΥ DRIVER API ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΥΒΟ.....   | 66 |
| ΕΙΚΟΝΑ 29 - ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΣΕ ΑΝΟΙΚΤΗ ΘΕΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ.....   | 67 |
| ΕΙΚΟΝΑ 30 - ΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΙ ΚΥΒΟΙ .....  | 67 |
| ΕΙΚΟΝΑ 31 - ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΜΟΡΦΗ<br>ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ .....   | 68 |
| ΕΙΚΟΝΑ 32 - ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ 3D ΕΚΤΥΠΩΣΗ .....  | 68 |
| ΕΙΚΟΝΑ 33 - ΟΙ ΚΥΒΟΙ ΣΕ ΑΛΛΗ ΟΠΤΙΚΗ.....  | 69 |
| ΕΙΚΟΝΑ 34 - Ο ΚΥΒΟΣ ΣΕ ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟ ΓΙΑ ΤΟ MASTERCUBES .....  | 69 |
| <br>  |    |
| ΕΞΙΣΩΣΗ 1 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ .....  | 41 |

## Κατάλογος Πινάκων

|   |    |
|---|----|
| ΠΙΝΑΚΑΣ 1 - ΚΑΛΥΨΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΕΠΑΦΗΣ .....  | 4  |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 2 - ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΧΝΟΥΡΓΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ<br>(ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΠΑΦΗΣ) .....                                       | 36 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3- ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ .....  | 74 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 4 - ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΑΡΙΘΜΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΑΝΑ ΧΡΗΣΤΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ<br>ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΤΟΥ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ.....              | 75 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 5- SCORING ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ<br>ΧΡΗΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (SUS) ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΚΑΙ NORMALIZATION ΣΤΟ % | 76 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 6- SCORING ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ.....   | 77 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 7- Α ΤΜΗΜΑ : ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΕΧΝΟΥΡΓΗΜΑΤΟΣ (ΚΥΒΟΥ)<br>.....   | 77 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 8- ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ - ΠΡΟΤΑΣΗ .....   | 77 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 9- % ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΜΕΝΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ ΑΠΟ ΚΑΘΑΡΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΩΣ<br>ΧΡΗΣΤΕΣ.....   | 80 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 10- ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΙΡΙΑ ΕΡΩΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ<br>ΧΡΗΣΗ .....  | 80 |

## Κατάλογος Γραφημάτων

|  |    |
|--|----|
| ΓΡΑΦΗΜΑ 1 - ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΛΛΑΓΗΣ ΒΑΡΟΥΣ ΚΥΒΟΥ .....                       | 78 |
| ΓΡΑΦΗΜΑ 2 - ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΛΛΑΓΗΣ ΌΓΚΟΥ ΚΥΒΟΥ.....                         | 78 |
| ΓΡΑΦΗΜΑ 3 - ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΛΛΑΓΗΣ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....                  | 79 |
| ΓΡΑΦΗΜΑ 4 - ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΑΠΟΙΩΝ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ ..... | 79 |

## Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Ακολουθούν κάποια παραδείγματα:

|       |   |
|-------|---|
| A.I.  | Artificial Inteligence                                    |
| T.N.  | Τεχνητή Νοημοσύνη   |
| TUI   | Tangible User Interface                                   |
| GUI   | Graphical User Interface                                  |
| ENIAC | Electronic Numerical Integrator And Computer              |
| NFC   | Near Field Communication                                  |
| WIFI  | Wireless Fidelity   |
| LED   | Light Emitting Diode                                      |
| V.R.  | Virtual Reality   |
| CRT   | Cathode Ray Tube  |
| H/Y   | Ηλεκτρονικός Υπολογιστής                                  |
| MIT   | Massachusetts Institute of Technology                     |
| NTT   | Nippon Telegraph and Telephone                            |
| GNU   | Gnu's Not Linux   |
| GPL   | General Public License                                    |
| API   | Application Programming Interface                         |
| 3D    | Τρεις διαστάσεις / Τρισδιάστατο                           |
| BLE   | Bluetooth Low Energy (Bluetooth Χαμηλής Ενέργειας)        |
| SUS   | System Usability Scale (Κλίμακα Χρηστικότητας Συστήματος) |

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο**

## 1.1 Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι ο άνθρωπος προσπαθούσε πάντα να βελτιώσει την ποιότητα εργασίας του και να διευκολύνει την ζωή του. Αν πάρουμε ως έναρξη την Αναγέννηση (με την μηχανή Pascal το 1645) και φτάσουμε στην πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση (περίοδο 1760-1840) αναγκάστηκε να αφήσει τον χειρωνακτικό τρόπο περάτωσης των εργασιών και καλέστηκε να χρησιμοποιήσει πλήθος νεοεμφανιζόμενων μηχανημάτων, εξαρτημάτων και βοηθητικών εργαλείων, τα οποία έκαναν την εργασία αντί αυτού. Στην περίοδο αυτή ο άνθρωπος όταν ήθελε να δώσει εντολή στο κάθε μηχάνημα την έδινε χρησιμοποιώντας διάφορα είδη μοχλών, κουμπιών και γενικά έλεγχε τις μηχανές με μηχανικούς τρόπους.

Με την πάροδο των χρόνων και φτάνοντας στην σύγχρονη ιστορία εμφανίζονται οι πρώτες μορφές υπολογιστών (Μηχανή Turing, ENIAC κ.α. την περίοδο 1943-1956), οι οποίοι και αυτοί είχαν μηχανική είσοδο, για να παράγουν το αποτέλεσμα που έπρεπε να παράξουν, ώστε να επιτελέσουν την εργασία που είχαν κατασκευαστεί να εκτελούν.

Από το 1800 περίπου και μετά εισάγονται ειδικές συσκευές για είσοδο δεδομένων, σε παρόμοια μορφή με τις σημερινές (π.χ. πληκτρολόγιο καταχώρησης στοιχείων, μοχλοί με την σημερινή έννοια του Joystick). Αυτές οι συσκευές κατά κύριο λόγο ήταν ενσωματωμένες είτε στην ίδια την συσκευή, είτε σε ένα απομακρυσμένο σημείο και επικοινωνούσαν ενσύρματα ή δεν είχαν καμία σύνδεση μεταξύ τους παρά ένα κοινό μέσο ανταλλαγής της πληροφορίας προς εκτέλεση (π.χ. Διάτρητες κάρτες). Το τελευταίο μεταξύ σοβαρού και αστείου θα μπορούσε κάποιος να το χαρακτηρίσει και ως “ασύρματη επικοινωνία” της τότε εποχής.

Το κοινό σημείο των τόσων χρόνων όμως από τότε μέχρι και σήμερα, είναι ότι πάντα απαιτείται ένας τρόπος επικοινωνίας ανάμεσα σε άνθρωπο και μηχανή.

Στην σημερινή εποχή η τεχνολογία με την εξέλιξη της έχει επιτρέψει στα δεδομένα και τις πληροφορίες να κινούνται ψηφιακά και όχι μηχανικά. Φυσικά συνεχίζουν να υπάρχουν πάνω κάτω οι ίδιες συσκευές εισόδου και απόκρισης, όμως πλέον μπορεί να έχουμε ασύρματη επικοινωνία διαφόρων μορφών κοντινών ή πιο μακρινών αποστάσεων (π.χ. NFC, Bluetooth, WIFI κλπ.) και κάποιους παραπάνω τρόπους διεπαφής. Αυτή η εξέλιξη επιτρέπει ένα μεγάλο εύρος δυνατοτήτων, χρήσεων και φυσικά επιλογών στην κατασκευή και υλοποίηση νέων εργαλείων για την καθημερινή εργασία μας, είτε αυτή είναι η εκπαίδευση, η διασκέδαση ή παραγωγή οποιοδήποτε άλλου έργου μέσω των Η/Υ είτε με άλλα εξαρτήματα.

Όλα αυτά τα χρόνια όμως και παράλληλα με τα μέσα εισόδου, αναπτύχθηκαν και νέες μορφές εξόδου των στοιχείων της επεξεργασίας ή εργασίας. Από το απλό χαρτί, περάσαμε σε οθόνες Καθοδικού Σωλήνα, σε οθόνες με κρυστάλλους (LED), προβολείς και σε πιο πρόσφατα και πολύπλοκα περιβάλλοντα Virtual Reality (Εικονικής Πραγματικότητας). Αναλόγως το μέσο που έχουμε για να εμφανίσουμε στοιχεία, μπορούμε να επιλέξουμε και το κατάλληλο μέσο εισόδου παροχής/ανταλλαγής των στοιχείων, κάτι το οποίο στο παρελθόν θα μπορούσε να είναι δεσμευτικό όμως τώρα πια δεν είναι.

Διαχρονικά η είσοδος δεδομένων και εντολών στους Η/Υ έχει περάσει από διάφορα στάδια. Άλλοτε σχεδιασμένα με ενδιαφέρον τρόπο και όμορφα γραφικά και άλλοτε με ένα απλό σημείο που μπορούμε να δώσουμε εντολές και οδηγίες χωρίς να βλέπουμε κάτι το ιδιαίτερο. Οι Απτικές Διεπαφές και που μία μορφή τους θα δημιουργηθεί σε αυτή την Εργασία, δίνουν στην φυσική (Αφή/Κίνηση/Ομιλία) χρήση των συσκευών ψηφιακή ζωή και συνδέουν το φυσικό\μηχανικό τρόπο με τον ψηφιακό. Μπορούν να συνδέσουν μία όμορφη/μοντέρνα εμφάνιση στην οθόνη του Η/Υ και παρόμοιων συσκευών, με μία φυσική είσοδο που θα μετατραπεί σε ψηφιακή εντολή και λειτουργία για τον Υπολογιστή ή για ένα ηλεκτρονικό τεχνούργημα.

## **1.2 Σκοπός Εργασίας**

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να δημιουργηθεί ένα αντικείμενο διεπαφής το οποίο με ελάχιστη τροποποίηση ή παραμετροποίηση να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τομείς όπως της Εκπαίδευσης αλλά και της Διασκέδασης. Θα ερευνηθεί δηλαδή ο ρόλος μίας απτικής διεπαφής σε εκπαιδευτική διαδικασία και σε μία καθημερινή χρήση, η οποία μπορεί να είναι ένα παιχνίδι για διασκέδαση και χαλάρωση ή ακόμα για εκπαίδευση μέσω παιχνιδιού.

Για τον λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμο η δημιουργία ενός πρωτότυπου τεχνουργήματος. Λήφθηκαν υπόψιν σε σημαντικό βαθμό ότι θα πρέπει να γίνει χρήση από μικρής ηλικίας αλλά και μεγαλύτερης ταυτόχρονα κοινό και για συμμετοχή σε εκπαιδευτική διαδικασία. Έτσι διαμορφώθηκε μία απλή και ταυτόχρονα εύχρηστη κατασκευή. Το τεχνούργημα θα είναι σε μορφή κύβου, ο οποίος με την διεπαφή με κάποιο χρήστη θα αποστέλλει στοιχεία σε διαφορετικού τύπου εφαρμογών και σκοπών, στηριζόμενος στο πια πλευρά του είναι στην πάνω μεριά.

## ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Η διεπαφή αυτή ανήκει στις Διεπαφές δυναμικού τύπου με μονόδρομη επικοινωνία, αφού θα πρέπει το τεχνούργημα να πειραχτεί από τον χρήστη για να εκτελεστεί η ενέργεια που πρέπει να επιτελέσει. Η επικοινωνία με τα υπόλοιπα στοιχεία στην υλοποίηση είναι μονόδρομη, καθώς το τεχνούργημα θα στέλνει, αλλά δεν θα λαβαίνει οτιδήποτε από άλλο αντικείμενο (Υπολογιστή/εφαρμογή).

Θα κατασκευαστούν συνολικά 4 πρωτότυπα, τα οποία θα χρησιμεύσουν ως ένα καλό δείγμα για περίπτωση συνεργασίας μεταξύ τους και επίδειξη της λειτουργίας τους με χρήση από περισσότερα άτομα ταυτόχρονα.

Για την παρουσίαση και λειτουργία του τεχνουργήματος σε πραγματικό περιβάλλον θα υλοποιηθούν δύο διαφορετικής μορφής εφαρμογές για την παρουσίασή του. Η μία θα αφορά Εκπαιδευτική χρήση (ικανή και για εξαγωγή συμπερασμάτων ως "Εκπαίδευση μέσω παιχνιδιού"). Η δεύτερη θα αφορά τον τομέα της διασκέδασης υλοποιώντας το κλασικό παιχνίδι Mastermind το οποίο επινόησε το 1970 ο Mordecai Meirowitz, ώστε να δοθεί και μία ακόμη πτυχή χρήσης του κύβου σε συνεργατική αυτή φορά της μορφής χρήση πολλών τεχνουργημάτων από ένα άτομο αυτή την φορά.

Συνοπτικά η χρηστικότητα του τεχνουργήματος, την οποία σχεδιάστηκαν να καλύψουν οι εφαρμογές, αλλά και για τα αποτελέσματα που θα προσπαθήσουν να εξαχθούν μέσω των δοκιμών συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) :

**Πίνακας 1 - Κάλυψη Χρήσης της Διεπαφής**

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΧΡΗΣΗΣ                         | ΕΦΑΡΜΟΓΗ  |  |
|--|---|--|
|  | ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ/<br>ΚΟΥΙΖ   | ΠΑΙΧΝΙΔΙ                                     |
| 1 x ΧΡΗΣΤΗΣ ΑΝΑ ΚΥΒΟ<br>(ΑΤΟΜΙΚΑ)                | X   | X  |
| 1 x ΧΡΗΣΤΗΣ ΑΝΑ ΚΥΒΟ<br>(ΟΜΑΔΙΚΑ)                | X   |  |
| 1 x ΧΡΗΣΤΗΣ ΜΕ ΠΟΛΛΟΥΣ<br>ΚΥΒΟΥΣ (ΑΤΟΜΙΚΗ ΧΡΗΣΗ) |   | X  |
| ΠΟΛΛΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ - ΠΟΛΛΟΙ ΚΥΒΟΙ                    | ΔΕΝ ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΤΡΕΧΟΥΣΑ<br>ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ / ΜΟΝΤΕΛΩΝ |  |
| ΠΟΛΛΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ - ΕΝΑΣ ΚΥΒΟΣ                      | ΜΗ ΡΕΑΛΙΣΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ - ΔΕΝ<br>ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ                      |  |
| ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ                               | X   | ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΗ<br>ΣΤΗΝ<br>ΤΡΕΧΟΥΣΑ<br>ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ |



**Σημείωση:** Στην κατηγορία Εκπαιδευτικής Χρήσης για την εφαρμογή του Παιχνιδιού, Αναφέρεται ως "Υπό συνθήκη", καθώς θα μπορούσε να είναι μέρος μίας θεματικής παρουσίασης και ελέγχου της συνδυαστικής σκέψης εκπαιδευόμενων.

Αφού υλοποιηθούν και δοκιμαστούν, θα παραδοθούν για χρήση σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς διαφόρων βαθμίδων και απλούς χρήστες, ώστε να υπάρξουν συμπεράσματα και αποτελέσματα ικανοποίησης ή μη από την χρήση του σε εκπαιδευτική διαδικασία ή απλή χρήση για διασκέδαση. Η χρήση τους στην πράξη θα δώσει και πλήθος άλλων σχολίων και τυχόν βελτιώσεων τους, μέσω της συμπλήρωσης ενός απλού ερωτηματολογίου ικανοποίησης.

### **1.3 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή Διεπαφών**

Η σωρευτική εξέλιξη της Τεχνολογίας οδήγησε στην καλύτερη εμφάνιση των στοιχείων στην οθόνη του Η/Υ ή άλλων μηχανημάτων αλλά και σε βελτιωμένους τρόπους και τεχνικές για την είσοδο ενεργειών από τους χρήστες κάθε τέτοιας συσκευής. Ανά την πάροδο του χρόνου λοιπόν εμφανίστηκαν διάφοροι τρόποι διεπαφής/χρήσης. Οι πιο διαδεδομένες με ιστορική σειρά εμφάνισης ακολουθούν (οι χρονικές περίοδοι είναι κατά προσέγγιση και όχι απόλυτες).

#### **1.2.1 Διάτρητες Κάρτες (Punched Cards) το 1940 – 1950**

Οι διάτρητες κάρτες, ήταν προ τυπωμένες κάρτες, στις οποίες με ειδικό μηχάνημα και την βοήθεια τρυπημάτων επάνω σε αυτές, τοποθετούσαν τα δεδομένα εκτέλεσης και τις εντολές για το κάθε μηχάνημα. Οι κάρτες εισέρχονταν μία-μία στον επεξεργαστή ο οποίος, σαν έξοδο του αποτελέσματος, τύπωνε τα αποτελέσματα της επεξεργασίας σε ένα απλό μηχανογραφικό ή μη χαρτί. (Herman Hollerith, 1895)

#### **1.2.2 Κονσόλες με λαμπιόνια και καθοδικούς σωλήνες το 1950 -1960**

Οι κονσόλες αποτελούνταν από συστοιχίες λαμπιονιών. Οι χρήστες των συστημάτων αυτών για να μεταδώσουν τις εντολές και τα δεδομένα χρησιμοποιούσαν σε συνδυασμό διακόπτες

και κουμπιά. Τα αποτελέσματα εμφανίζονταν με την μορφή φωτεινών λαμπιονιών και λαμπτήρων. Επειδή η πιο συνήθης κατάσταση των διακοπών παίρνει την μορφή δύο επιλογών (π.χ. Ανοικτός / Κλειστός) ήταν εύκολος τρόπος να εισαχθούν έτσι δυαδικά δεδομένα (McCartney,1999; Wikipedia “Computer”, 2023).

### **1.2.3 Τηλέτυπα το 1960**

Τα τηλέτυπα ήταν ένας συνδυασμός του τότε υπολογιστή και γραφομηχανής. Ο χρήστης με ειδικό πληκτρολόγιο (μηχανικό) καταχωρούσε τα δεδομένα και αφού ο Υπολογιστής τα επεξεργαζόταν εμφάνιζε το αποτέλεσμα σε χαρτί. Ουσιαστικά δηλαδή ήταν ένα αναβαθμισμένο σύστημα σε σχέση με αυτό των διάτρητων καρτών. Σημαντική προσθήκη κατά την δεκαετία του 1960-1970, ήταν η εμφάνιση των πρώτων Οθονών για χρήση σε υπολογιστές. Οι οθόνες καθοδικού σωλήνα (CRT), όπως οι παλιές κλασικές μονόχρωμες τηλεοράσεις, επέτρεπαν την εμφάνιση των αποτελεσμάτων, αντί στο χαρτί, σε οθόνη (Wikipedia “Teleprinter”, 2023).

### **1.2.4 Διεπαφές Γραμμών Εντολής (Command Line Interfaces CLI) από το 1970 – σήμερα**

Η είσοδος των CRT οθονών και ο συνδυασμός με πληκτρολόγιο έδωσε την δυνατότητα να μην χρειάζεται απευθείας είσοδος και έξοδος, αλλά μπορούσαν αυτά τα δύο να γίνουν ασύγχρονα και οποιαδήποτε στιγμή το ένα από το άλλο. Αυτό το περιβάλλον διεπαφής είναι το μόνο που έχει αντέξει μέχρι και σήμερα και αποτελεί σημαντικό κομμάτι καθημερινότητας σε κάθε Η/Υ, ασχέτως αν υπάρχουν πιο μοντέρνα και ελκυστικότερα σε εμφάνιση από αυτό περιβάλλοντα. Η πιο συχνή ονομασία του στις μέρες μας συναντάται ανάλογα το Λειτουργικό Σύστημα ως Τερματικό (Terminal) ή PowerShell (Δυναμικό Κέλυφος) ανάλογα το Λειτουργικό σύστημα κάθε συσκευής ή Η/Υ. (Wikipedia “Command Line Interface”,2023; ”Cathode Ray Tube”, 2023).

### **1.2.5 Γραφικό περιβάλλον Χρήστη (Graphical User Interface) από το 1980 – σήμερα**

Θεωρητικά, τα γραφικά περιβάλλοντα χρήστη εμφανίστηκαν σαν ιδέα από το 1970, όμως η πρώτη υλοποίηση έγινε το 1980. Το πρώτο καθαρά γραφικό περιβάλλον ήρθε το 1980 από την εταιρεία XEROX με το μηχάνημα της 8010 Star System. Ο χρήστης για πρώτη φορά μπορεί να επέμβει σε όλη την οθόνη και όχι μόνο σε μία γραμμή εντολής. Η ανάπτυξη

και άλλων τύπων εισόδου όπως το ποντίκι, οι ιχνόσφαιρες (trackballs), οι πένες γραφικής (graphic pen) αυτή την περίοδο αρχίζουν να γίνονται απαραίτητα όπως και το πληκτρολόγιο. Το πάτημα ενός κουμπιού πλέον γίνεται με τον δείκτη του ποντικιού (Engelbart D.C., 1962) που μετακινείται στην οθόνη και όχι απλώς από το πληκτρολόγιο. (Wikipedia “Graphical User Interface”, 2023).

Στην πιο πρόσφατη έκδοση τους οι οθόνες έχουν εξελιχθεί πλέον σε οθόνες αφής (από το 2000 έως και σήμερα)(Wikipedia “TouchScreen”, 2023) οπότε η είσοδος γίνεται όχι απλά με το ποντίκι αλλά με το ίδιο το δάχτυλό μας, επιλέγοντας στην οθόνη τα στοιχεία που επιθυμούμε. Ακόμα και ο ήχος, ως μεταφορέας εντολών, επιτρέπει τον απομακρυσμένο χειρισμό συσκευών μέσω ομιλίας. Οι προσπάθειες αυτές ξεκίνησαν από το 2010 και σήμερα υπάρχουν υλοποιήσεις όπως αυτές των Cortana (Microsoft) η οποία πρόκειται σύντομα να αντικατασταθεί από ένα είδος A.I. και Siri της Apple (Apple Site “Siri”, 2024).

### **1.2.6 Virtual Reality - Περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας**

Όλες αυτές οι αναβαθμίσεις στην εμφάνιση και απόδοση της εισόδου και εξόδου από τα ψηφιακά μέσα (κυρίως Η/Υ) προς τον χρήστη και αντίστροφα, προσπαθούν να αποδώσουν όσο πιο φυσικά και απλά γίνεται την απαίτηση/ανάγκη να “εκτελεστεί” κάτι και να βγει ένα αποτέλεσμα. Οι εξελίξεις στην εμφάνιση και την περιήγηση σε ένα Η/Υ διαφοροποιούνται ακόμα περαιτέρω με την εισαγωγή της VR τεχνολογίας. Η χρήση συνδυασμού κινήσεων των χεριών και ήχου επιτρέπει την διεπαφή με ψηφιακές συσκευές, ώστε αυτή να επιτελέσει ότι επιδεικνύει κινητικά και ηχητικά ο χρήστης. (Wikipedia “Gesture Recognition and Voice Control”, 2023).

Όμως παρότι περάσαμε σε εμφάνιση ενός τρισδιάστατου περιβάλλοντος ψηφιακά κατασκευασμένου, όπως δηλαδή στην πραγματικότητα παρατηρεί και ο ανθρώπινος οργανισμός τα γύρω στοιχεία αλλά με την διαφορά ότι του παρέχονται σε ψηφιακή απεικόνιση, δεν έχει ενσωματωθεί σε μεγάλο βαθμό ο απτικός τρόπο εισόδου ή η φυσική κίνηση ως διεπαφή με αυτό το περιβάλλον. Έτσι η διεπαφή συνεχίζει να γίνεται ακόμα με κάποιο απλό τρόπο εισόδου όπως χειριστήρια, μοχλοί παιχνιδιών και ποντικιού με πληκτρολόγιο.

### **1.2.7 Εμφάνιση Απτικών Διεπαφών (Tangible User Interfaces- TUI) (από το 1997 – σήμερα)**

Από την έναρξη της μοντέρνας εποχής χρήσης διεπαφών όπως το ποντίκι και άλλες παρόμοιες συσκευές, έλειπε πάντα, η φυσική χρήση των αντικειμένων να μετατρέπεται σε ψηφιακή εντολή για εκτέλεση από ένα ηλεκτρονικό/ψηφιακό μέσο. Θα πει κάποιος ότι το ποντίκι αυτό επιτελεί. Αντί να πάμε με το δάχτυλο στην οθόνη πηγαίνουμε τον δείκτη του. Αντίστοιχα σε συσκευές αφής όπως τα κινητά χρησιμοποιούμε όντως το δάχτυλο επί της οθόνης για να πατήσουμε ένα πλήκτρο. Ενώ αυτές οι κινήσεις δείχνουν μία φυσικότητα στην μετατροπή της εντολής σε ψηφιακή ενέργεια, το σωστό θα ήταν το κουμπί να είναι σε φυσική μορφή και όχι σε γραφικό για να το πατήσουμε.

Η έρευνα για την ανάπτυξη διεπαφών, οι οποίες όχι απλώς θα προσομοιάζουν την κανονική λειτουργία που μπορεί να έχουν τα αντικείμενα, αλλά θα μπορούν και τα ίδια τα αντικείμενα να είναι ο εντολέας στην μηχανή ψηφιακής εκτέλεσης, για την έναρξη κάποιας λειτουργίας, έχει εδώ και καιρό αναπτυχθεί αρχικά από έναν καθηγητή στο MIT τον Hiroshi Ishii το 1997, χωρίς όμως να έχει ξεκινήσει η μελέτη τους από τότε. Η μελέτη τους ξεκίνησε όπως φαίνεται από πιο πριν και από τον ίδιο τον Ishii όταν εργαζόταν στο NTT Human Interface Laboratories στην Ιαπωνία το 1990. Εκεί σχεδίασε μαζί με άλλους συνεργάτες του ένα πρωτότυπο Πίνακα Διάδρασης, ο οποίος είχε χρήση σε μία τηλεδιάσκεψη, όπου κάποιος έγραφε σε χαρτί σημειώσεις και αυτές εμφανίζονταν στην οθόνη του Η/Υ και το αποτέλεσμα μπορούσε να το δει και να επέμβει όποιος συμμετείχε στην ίδια συνομιλία.

## **1.4 Ορισμός - Στοιχεία Αναγνώρισης Απτικών Διεπαφών**

Κάποιος συγκεκριμένος ορισμός δεν έχει δοθεί από τον αρχικό εφευρέτη του όρου. Μέσα όμως από το κείμενο της έρευνάς του, προκύπτει ότι: Απτική διεπαφή θεωρούμε ένα οποιοδήποτε αντικείμενο, το οποίο μέσω της Φυσικής Απτικής επαφής από κάποιον χρήστη, μετατρέπει την φυσική του αυτή ενέργεια σε ψηφιακό αποτέλεσμα ή ψηφιακή ενέργεια σε κάποιο δέκτη/μέσο ή στο ίδιο το αντικείμενο.

Αυτό που ο Hiroshi Ishii το 1997 συνέταξε ως μελέτη, μαζί με έναν συνεργάτη του τον Brygg Ullmer, ήταν σχετικά με τις Απτικές Διεπαφές και πως η πληροφορία από ένα αντικείμενο από την φυσική του μορφή μπορεί να περάσει σε ψηφιακή. Με άλλα λόγια πως ένα κοινό αντικείμενο ή επιφάνεια μπορεί να μετατραπεί από φυσική είσοδο σε μια

ψηφιακή ενέργεια για ένα άλλο ή το ίδιο αντικείμενο. Ως παραδείγματα ανέλυσε τουλάχιστον τρία έργα τα οποία είχαν τότε σχεδιάσει στο MIT. Αυτά αφορούσαν ένα πίνακα που μπορούσες να επηρεάσεις το τι δείχνει (MetaDesk), ένα δωμάτιο που χειριζόσουν τον ήχο του με ένα κύβο, και ένα πίνακα Εκπαίδευσης (Whiteboard) όπου ότι έγγραφες επάνω του μεταδιδόταν live δικτυακά.

Χρησιμοποίησε τον όρο Tangible (Απτική) για να μπορέσει να διαφέρει από την καθιερωμένη απλή επαφή με πληκτρολόγιο και ποντίκι και ένα περιβάλλον Γραφικών. Για τον Ishii ο καμβάς και η χρήση είναι ο ορισμένος φυσικός χώρος που θα λειτουργεί η κατασκευασμένη διεπαφή και όχι αποκλειστικά ένας Η/Υ.

Ο Ishii και ο συνεργάτης του κατάφεραν να εμφανίσουν παραδείγματα διεπαφών στα οποία μπορεί να γίνει πραγματικότητα η μετατροπή της φυσική χρήσης των αντικειμένων σε ψηφιακά εκτελούμενες εργασίες και αποτελέσματα. Για παράδειγμα έστω ένα ζάρι. Ο σκοπός του είναι να το πετάξει ο χρήστης και να φέρει κάποιο από τα νούμερα που αυτό έχει σε κάθε πλευρά και την στιγμή που ισορροπεί θα είναι στην πάνω πλευρά το τυχερό. Ο Ishii με την μελέτη του προσπαθεί να δώσει ζωή σε τέτοιες παρόμοιες καταστάσεις. Μετακινώντας κύβους να μπορεί να σχεδιαστεί ένα σχήμα ή σχεδιάγραμμα και τοποθετώντας τους σε κάποια σειρά να μεγθυνθεί μία εικόνα ή να χαραχτεί μία γραμμή. Κάνοντας την τότε μελέτη τους αποφάνθηκαν με ποιον τρόπο θα μπορούσε αυτό να πραγματοποιηθεί και φυσικά το παρέθεσαν προς χρήση. Έτσι το ζάρι, το οποίο δεν είναι μία κλασική διεπαφή ή συσκευή εισόδου του Η/Υ, να μπορεί να δώσει την φυσική του κίνηση και το αποτέλεσμα σε ψηφιακή μορφή στον Η/Υ ή για παράδειγμα ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι τάβλι, εκτελώντας αυτό το οποίο έκανε ο χρήστης με την φυσική του κίνηση.

Μέσα από τα παραδείγματα έδειξε επίσης ότι μπορεί να υπάρξουν διεπαφές είτε Παθητικού ρόλου είτε Δυναμικού. Αυτές είναι και οι δύο βασικές κατηγορίες τους. Δυναμικές είναι αυτές που προσαρμόζονται κατά την χρήση τους είτε στις συνθήκες είτε στην κίνηση από τον χρήστη και Παθητικές εκείνες που αναδιαμορφώνουν την είσοδο τους χωρίς να προέλθει κάποια αλλαγή σε μορφή ή την κίνηση τους.

## **1.5 Εφαρμογές και Τομείς χρήσης Απτικών διεπαφών**

Οι τομείς και οι πιθανές εφαρμογές στην σημερινή εποχή για μία συσκευή που έχει τον ρόλο Απτικής Διεπαφής είναι, αν όχι όλοι, ίσως οι περισσότεροι τομείς στην ανθρώπινη

δραστηριότητα. Θεωρητικά όπου μπορεί να υπάρξει ανάγκη για αλληλεπίδραση κάποιας συσκευής με ένα χρήστη και που η διεπαφή αυτή θα είχε ένα σημαντικό βαθμό ωφέλειας να γίνει με συνδυασμό από φυσικού σε ψηφιακό τρόπο, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία λύση Απτικής Διεπαφής και όχι μια κλασική π.χ, ποντίκι, πληκτρολόγιο.

Παρακάτω αναπτύσσονται κάποιοι τομείς που είτε εφαρμόζονται είτε θα μπορούσαν να εφαρμοστούν οι Απτικές διεπαφές.

### **Τομέας Εκπαίδευσης**

Αν ξεχωρίσουμε τον τομέα της Πληροφορικής, τομέας στον οποίο ούτως ή άλλως ανήκουν και δημιουργήθηκαν οι Απτικές διεπαφές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε πολλούς άλλους χώρους της εκπαίδευσης και σε διαφορετικές βαθμίδες της. Μία μορφή θα μπορούσε να είναι για πρακτική εξάσκηση σε διάφορα τεχνολογικά και μη θέματα σε Πανεπιστήμια και σχολές. Η εκπαίδευση ανηλίκων θα μπορεί να επωφεληθεί αρκετά καθώς η χρήση ποντικιού, πλήκτρων, μοχλών κ.λ.π. είναι πιο δύσκολα κατανοητή σε τέτοιες ηλικίες. Εκπαίδευση μαθητών με Ειδικές Δεξιότητες είναι ένας ακόμα τομέας όπου η φυσική απεικόνιση, χρήση και μετατροπή σε πληροφορία από αντικείμενα είναι σημαντικό στοιχείο μάθησης και προσαρμογής. (Do-Lehn et al., 2010, Shneider et al., 2011, de la Guia et al., 2013).

Στον τομέα της Εκπαίδευσης έχει ήδη ξεκινήσει μία ενσωμάτωση τεχνολογίας όχι μόνο για την προσκόμιση γνώσης σε μαθητές π.χ. Tablet, Υπολογιστές κ.λ.π., αλλά και σε επίπεδο υλοποίησης της γνώσης π.χ. ρομποτικά εργαστήρια, πειραματισμοί σε εργαστήρια κλπ. Τώρα όμως εμφανίζονται και νέες τεχνικές όπως ανταπόδοσης μέσω εκτέλεσης παιχνιδιού και επιτυχίας σε αυτό με bonuses κλπ. (Stanford education, Stanford GSE Dean Dan Schwartz et al., 2024).

### **Τομέας Υγείας**

Οι Απτικές Διεπαφές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε θεραπείες για ασθενείς με κινητικά προβλήματα, νοητικά αλλά και υπό φυσική αποκατάσταση, αφού ίσως το ποντίκι η το πληκτρολόγιο να είναι περιοριστικοί παράγοντες σε κάποιες περιπτώσεις. Είναι σαφώς πιο εύκολος ο χειρισμός ενός ροοστάτη, από το να κάνει κάποιος την κίνηση αυτή με ένα ποντίκι, που χρειάζεται άλλωστε ακρίβεια στο σημείο που δείχνει επί της οθόνης. (Elena de la Guia et al., 2013).

### **Τομέας Διασκέδασης**

Εάν επισκεφτούμε ένα οποιοδήποτε χώρο με Η/Υ και μηχανήματα για διασκέδαση και παιχνίδι, θα δούμε ένα σωρό διαφορετικές συσκευές εισόδου. Από το απλό ποντίκι μέχρι τιμονιέρες, μοχλούς πτήσης και ολόκληρες καμπίνες. Δεν χρειάζεται παραπάνω σκέψη για το αν θα μπορούσε με λίγα λόγια μία Απτική Διεπαφή να βοηθήσει στην διασκέδαση. Οι πρακτικές τους εφαρμογές σε αυτό τον τομέα είναι ίσως αυτές που θα εξελιχτούν και περισσότερο αλλά και πιο γρήγορα με τον καιρό. Η Διασκέδαση αφορά άλλωστε ολόκληρο τον πληθυσμό και όχι ένα εξειδικευμένο μέρος του, επομένως το πεδίο χρήσης τους έχει μεγαλύτερο εύρος. (Krestanova et al., 2021, Κίργινας, 2022).

### **Internet Of Thing και Έξυπνα Περιβάλλοντα**

Η χρήση Απτικών διεπαφών σε έξυπνα περιβάλλοντα βοηθάει στον να γίνει ακόμα πιο φυσική η επαφή του χρήστη με την “Έξυπνη Συσκευή” προσδίδοντάς της ακόμα μεγαλύτερη φυσικότητα εκτός της χρησιμότητας. Η βελτιστοποίηση στην χρήση δεν αφήνει έξω τις μεγάλες Βιομηχανικές Μονάδες οι οποίες και αυτές μπορούν να εκμεταλλευτούν την νέα μορφή των διεπαφών αυτών και να τις ενσωματώσουν με τον αναγκαίο τρόπο στην καθημερινότητα της παραγωγής τους. Στο εμπόριο ήδη κυκλοφορούν smart Αντικείμενα τα οποία αφορούν άναμμα ενός λαμπτήρα μέχρι και έλεγχο τι απουσιάζει από το ψυγείο μας. (Krestanova et al., 2021).

### **Εξομοίωση Λειτουργιών και Καταστάσεων Εκπαίδευσης**

Ίσως το πιο φυσικό σημείο για να ενταχθεί μία Απτική Διεπαφή είναι μία προσομοίωση. Ο Ishii όταν ξεκινούσε την υλοποίηση και τα παραδείγματα του στηρίχτηκε στο ότι το φυσικό αντικείμενο θα πρέπει να προσομοιώσει την κατάσταση του ψηφιακά. Τι καλύτερη εφαρμογή λοιπόν από το να ενταχθεί μια Απτική Διεπαφή σαν είσοδος σε μία εξομοίωση κάποιας εργασίας που θα εκτελέσουν οι εκπαιδευόμενοι. Οι πιλότοι μαχητικών και μη αεροσκαφών ή οι αστροναύτες προχωρούν σε εκπαίδευση με ειδικές καμπίνες προσομοίωσης όπου μοχλοί και χειριστήρια οθόνες κ.λ.π. από μηχανική/φυσική χρήση που επιτελεί ο πιλότος το μεταφράζουν σε εντολές στον Η/Υ που επιτελεί τον Ελεγκτή της Προσομοίωσης (Krestanova et al., 2021; Buehler et al., 1997).

### Τομέας Τεχνών και Σχεδίασης

Υπάρχουν ήδη αρκετές υλοποιήσεις Απτικών Διεπαφών που αφορούν τις τέχνες και την σχεδίαση. Συνήθως χρησιμοποιούνται ως μέσα διαδραστικότητας των χρηστών με κάποιο δημιουργήμα ή για παρακολούθηση μεταβολών επί ψηφιακών έργων τέχνης σε μουσεία και άλλα σημεία. (Eisenberg, 2013).

Όπως διαπιστώνει λοιπόν κάποιος, οι εφαρμογές των Απτικών Διεπαφών εφαρμόζονται πειραματικά ή μη σε πάρα πολλούς τομείς τις καθημερινότητας των ατόμων, είτε αυτά τις χρησιμοποιούν για εργασία, διασκέδαση ή μάθηση. Επειδή ακριβώς και τα ίδια τα φυσικά αντικείμενα που μετατρέπονται σε αυτές καλύπτουν όλο το εύρος της ανθρώπινης ανάγκης και καθημερινότητας. Το πιο σημαντικό όλων όμως είναι ότι καθώς η εξέλιξη στην τεχνολογία βελτιώνει τεχνικές, τόσο και οι Απτικές Διεπαφές βρίσκουν και αυτές χώρο βελτίωσης και εξέλιξης για να προσφέρουν το κάτι παραπάνω από την δική τους πλευρά. (Ishii H et al., 1997).

### **1.6 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Απτικών Διεπαφών**

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό που κάνει ενδιαφέρουσες τις Απτικές Διεπαφές αλλά και να διαφέρουν από τα κλασικά μέσα εισόδου όπως το ποντίκι, το πληκτρολόγιο, τα τηλεχειριστήρια και άλλες παρόμοιες συσκευές, είναι ο λόγος που αυτές προέκυψαν. Δηλαδή η μετατροπή της φυσικότητας σε μετατροπή εντολών για ένα ψηφιακό μέσο ώστε να παραχθεί ένα αποτέλεσμα φυσικό ή ψηφιακό. Οι παλιές και νέες μέθοδοι διεπαφής συνεχίζουν να μην δένουν την φυσική προσέγγιση με την παραγωγή αποτελέσματος μέσα από ψηφιοποίηση. Αυτό είναι το δυνατότερο πλεονέκτημα των Απτικών διεπαφών (Aesha, 2022).

Αν ορίσουμε αυτό σαν συγκριτικό τους πλεονέκτημα τότε μπορούμε να βγάλουμε κάποια πρόσθετα και σημαντικά πλεονεκτήματα όπως αυτά προκύπτουν μέσα από διάφορες υλοποιήσεις και έρευνες. (Nagele et al., 2020).

α) Διευκολύνουν την είσοδο δεδομένων καθώς ο χρήστης δεν καλείται να χειριστεί κάτι ξένο προς την εργασία που θέλει να φέρει σε πέρας, οπότε αυξάνουν την φυσικότητα χρήσης και μειώνουν την ανάγκη πρόσθετης εκπαίδευσης.



β) Με την φυσική επαφή του χρήστη αυξάνεται η συμμετοχή του στην εργασία που θέλει να επιτελέσει, δίνοντας ένα τόνο πιο ευχάριστης ενασχόλησης. Όταν συμμετέχουν και άλλα άτομα στην χρήση της διεπαφής μέσω των διαφορετικών έργων τότε η διεπαφές αυξάνουν/προωθούν και την συμμετοχικότητα και την ένταξη σε ομάδες εργασίας.

γ) Λόγω της ευκολίας στην χρήση Άτομα με Ειδικές Δεξιότητες και χαρακτηριστικά μπορούν να τα χειριστούν και να καταλάβουν την λειτουργία τους πολύ πιο γρήγορα και εύκολα σε σχέση με άλλα κλασικά είδη εισόδου. Σε πολλές περιπτώσεις π.χ. εκπαιδευτικής διαδικασίας, η αποκλειστική χρήση τέτοιων διεπαφών για αυτά τα άτομα είναι απλώς επιτακτική.

δ) Δεν απαιτείται μεγάλη εμπάθυνση για το πως λειτουργούν άρα ο χρήστης δεν καταναλώνει πολύ ενέργεια από μέρους του και ταυτόχρονα μπορεί να υπάρξει ανάδραση, από την φυσική κίνηση, για το αποτέλεσμα που είχε η χρήση τους από το άτομο. π.χ. δόνηση, π.χ. ένδειξη φωτός.

ε) Η δημιουργία καινοτόμων υλοποιήσεων και νέων τεχνικών εργασίας σε πολλούς τομείς είναι ίσως και το πιο μεγάλο πλεονέκτημά τους, καθώς αυτό μπορεί να μειώσει και το οικονομικό κόστος σε κάποιες υλοποιήσεις.

στ) Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι δίνουν πολλές φορές την δυνατότητα πειραματισμών κατά την εκτέλεση του έργου με αυτές. Πράγμα το οποίο π.χ. με ένα σχέδιο σε χαρτί θα έπρεπε να ξαναδημιουργηθεί κάτι από την αρχή, με αυτές απλώς απαιτείται η μετακίνηση τους στον χώρο για να δημιουργηθεί το τελικό αποτέλεσμα. Άρα βοηθούν στην μελέτη εναλλακτικών και στην ολοκλήρωση με μειωμένο χρόνο περάτωσης.

Σε κάθε περίπτωση φυσικά είναι καίριο να σκεφτούμε, αν αυτό το οποίο θα έρθει να καλυφτεί με μία τέτοιου είδους διεπαφή, θα ήταν ορθό να γίνει με μία Απτική Διεπαφή λόγω πρόσθετου κόστους, χώρου, ακρίβειας και γενικότερα λειτουργικότητας και καλύτερων αποτελεσμάτων.

Τα μειονεκτήματα που οι Απτικές Διεπαφές μπορεί να εμφανίσουν εξαρτάται κυρίως από το τι εργασία καλούνται να επιτελέσουν.

α) Το κυριότερο αρνητικό τους ότι αναλόγως το τι διεπαφή θα σχεδιαστεί θα υπάρξει κάποιο κόστος. Θα έχουν κάποιο Κόστος χρήσης, επισκευής και κατασκευής, το οποίο στις κλασικές διεπαφές είναι αρκετά χαμηλό στις μέρες μας. Στις διεπαφές Αφής, κίνησης κ.λ.π.

απαιτούνται ειδικοί αισθητήρες και εξαρτήματα τα οποία αυξάνουν το κόστος για διάφορους λόγους π.χ. πατέντες, μη ανοικτό λογισμικό, ποσότητα και ειδικών υλικών κλπ.

β) Λόγω της φύσης της χρήσης τους απαιτούν συχνότερη συντήρηση, μπορεί να έχουν μειωμένη αντοχή στον χρόνο και λόγω των παραπάνω μπορεί να μειώσουν την απόδοσή τους αλλά και την ακρίβειά τους. Πολλές φορές δεν μπορούμε να το διαπιστώσουμε εύκολα ή γρήγορα.

γ) Κάποιες από αυτές απαιτούν μεγαλύτερο χώρο για την χρήση τους, καθώς μπορεί να απαιτούν συγκεκριμένα άλλα αντικείμενα ώστε να λειτουργήσουν συνεργατικά ή σαν πρόσθετα επ' αυτών. Επειδή μπορεί να εξαρτηθούν από άλλα αντικείμενα, το κόστος γίνεται ακόμα μεγαλύτερο καθώς απαιτείται και η αγορά και η διαμόρφωση των πρόσθετων αντικειμένων που θα αλληλοεπιδρούν.

δ) Σε περιπτώσεις που μπορεί να απαιτείται μεγάλη ακρίβεια ίσως να μην συνεισφέρουν όσο καλύτερα μπορούν λόγω της φυσικής χρήσης τους. Π.χ. ο χρήστης μπορεί να παρουσιάζει τρέμουλο στο χέρι. Η διεπαφή να μην έχει τον κατάλληλο όγκο για πιο μεγάλη ακρίβεια κλπ.

ε) Απαιτείται ιδιαίτερος τρόπος σύνδεσης με τις υπάρχουσες εφαρμογές, οπότε υπάρχει ανάγκη μεταβολής εφαρμογών και πρόσθετων παραμετροποιήσεων, αν φυσικά μπορεί να υποστηριχθούν και δεν απαιτείται εξ αρχής υλοποίηση με ενσωμάτωση τους από πριν. Είναι συνήθως προσαρμοσμένες να επιτελούν ένα αποκλειστικό έργο, οπότε δημιουργούν την ανάγκη αποκλειστικών υλοποιήσεων και περιορισμών χρήσης σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα Λογισμικού και Υλικού.

στ) Επειδή ακριβώς υπάρχει φυσική επαφή με αυτές τις διεπαφές, σε πολλές περιπτώσεις τίθενται θέματα υγιεινής και καθαριότητας, λόγω πιθανής εξάπλωσης μικροβίων ειδικά όταν αυτές είναι σε Δημόσια θέα και χρήση.

ζ) Ένας άλλος παράγοντας είναι το ότι λόγω αφής σημαντικό ρόλο παίζει το μέγεθος τους, η υφή τους, το σχήμα τους αλλά και το βάρος τους αν απαιτείται μετακίνηση. Αν δε ο χρόνος χρήσης τους πρέπει να είναι μεγάλος τότε το βάρος θα παίζει σίγουρα σημαντικό ρόλο στο αν τελικά μία από αυτές τις διεπαφές θα χρησιμοποιηθεί ή όχι.

η) Τελευταίο αρνητικό είναι η ανάγκη αυξημένης ασφάλειας κατά την χρήση τους. Ειδικά αν απαιτείται χρήση σε εκπαιδευτική διαδικασία με διάφορες ηλικιακές ομάδες και κατηγορίες εκπαιδευόμενων. Επειδή πρόκειται για ανεξάρτητα αντικείμενα με υφές, όψη,

σχέδιο και ηλεκτρικά κυκλώματα, θα πρέπει να υπάρχει μεγαλύτερη μέριμνα ώστε να αποφεύγονται τραυματισμοί ή να ελαχιστοποιούνται.

Όλα αυτά όμως με τον καιρό και τις τρέχουσες εξελίξεις στην τεχνολογία είναι σίγουρο ότι θα μειωθούν ίσως και να εξαφανιστούν στο μέλλον.

## 1.7 Διάφορα Έργα με την χρήση Απτικών Διεπαφών

Κατά καιρούς εμφανίζονται διάφορα έργα πιθανών λειτουργιών Απτικών διεπαφών. Ο πιο ασφαλής χώρος αναζήτησης τους είναι φυσικά το MIT καθώς ο πατέρας της συγκεκριμένης ορολογίας εργάζεται εκεί, αλλά και επειδή σπάνια Ιδιωτικές έρευνες παρουσιάζονται πριν να έχουν τελικό προϊόν φυσικά λόγω αποφυγής επιχειρηματικής κατασκοπείας.

Είναι χρήσιμο να αναφερθούν μερικά παραδείγματα και για διαφορετικούς τομείς. Κάποια άλλωστε μπορούν να έχουν εφαρμογή όχι μόνο σε ένα τομέα αλλά σε πολλούς. Ξεκινώντας από τα πιο παλιά μπορούμε να δούμε και την ιστορική μεταβολή τους στο χρόνο.

Τα πιο κλασικά τα αναφέρει ο ίδιος ο Ishii και οι συνεργάτες του και τα χρησιμοποιεί στην μελέτη του:

**ClearBoard:** είναι αυτό το οποίο ξεκίνησε και μελετούσε στις αρχές τις σταδιοδρομίας του στο NTT Human Interface Laboratories. Ένας πίνακας διαδραστικός για πολυεπεξεργασία (όπως οι κλασικοί Whiteboards) που ο καθένας μπορεί να τον δει και να τον χειριστεί ταυτόχρονα, έχοντας και τις αλλαγές που πραγματοποιεί σε αυτόν οποιοσδήποτε από τους χρήστες και σε άμεσο χρόνο.

**Bricks:** άλλη μία πειραματική κατασκευή όπου ένας κύβος αντιστοιχίζεται σε αντικείμενα σε μία οθόνη και πραγματοποιεί ο χρήστης κάποιες μετατροπές στην ψηφιακή μορφή της μέσω της χρήσης του. Συγκεκριμένα τους έδωσε την ονομασία Graspable User Interfaces, δηλαδή Απτικές Διεπαφές Χρήστη, πιθανώς για να δείξει ότι πάνω κάτω μπορούν να κάνουν και ότι οι κλασικού τύπου (GUI) Γραφικές Διεπαφές Χρήστη, Graphical User Interface (π.χ. ποντίκι, πένες).

**TransBoard:** χρησιμοποιώντας το πρωτότυπο που έχει ήδη σχεδιάσει ο Ishii κατασκεύασε ένα πιο σύνθετο και πιο ρεαλιστικό Πίνακα ανάδρασης. Σε αυτό το κατασκεύασμα, ο χρήστης μπορεί να τοποθετήσει ειδικά πλαίσια με κείμενο ιδιόχειρα γραμμένο εν ώρα

επίδειξης και να το παραλάβουν όλοι οι υπόλοιποι που υπάρχουν στην τηλεδιάσκεψη εκείνη την στιγμή και μοιράζονται τον πίνακα. Το ίδιο μπορεί να κάνουν και εκείνοι.

DisAppearances: ένα πρόσφατο και ενδιαφέρον project έχει ξεκινήσει το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια σε συνεργασία πάντα με τον Καθηγητή Ishii. Σε αυτό το έργο η ομάδα σχεδιάζει ένα σύστημα όπου με ειδικά χειριστήρια θα ελέγχουν κάποιες Απτικές Διεπαφές, οι οποίες κατά το δοκούν και αυτόματα μπορούν να “εξαφανιστούν”/κρυφτούν από την θέα ή να ξαναεμφανιστούν, μετά από απαίτηση του χρήστη ή επειδή αυτομάτως ήρθε η στιγμή να ξαναεμφανιστούν βάσει μιας συνθήκης. Για παράδειγμα στο βίντεο της παρουσίασης της διεπαφής ένα ρομποτικό σύστημα (κρυμμένο από τον χρήστη) προσφέρει όποτε απαιτείται το κατάλληλο αντικείμενο, το οποίο είναι ουσιαστικά μία άλλη διεπαφή. Μία χρήση που επιδεικνύουν είναι και το ότι μία διεπαφή φέρνει το ποντίκι στον χρήστη όταν αυτός κάτσει και ανοίξει τον Η/Υ. Μέχρι πιο πριν αυτό ήταν αποθηκευμένο και ο πάγκος εργασίας του χρήστη άδειος.

LeakyPhones: Μπορεί οι διεπαφές να λέγονται Απτικές αλλά αφή για τον Ishii δεν είναι μόνο με τα χέρια αλλά με όλες τις αισθήσεις μας όπως φαίνεται. Αυτή είναι και μία μορφή παθητικής διεπαφής. Σε αυτό το Project κατασκευάστηκαν ένα είδος ακουστικών (κλασικά ακουστικά μουσικής) όμως με μία μικρή διαφορά. Όταν ο χρήστης κοιτάξει τον άλλο και έχουν και οι δύο τέτοιου είδους ακουστικά, μπορεί να ακούσει τι ακούει ο άλλος και ο δεύτερος χρήστης. Με την αποστροφή του βλέμματος ξανακούει ότι άκουγε αρχικά.

Pneumatic-Haptic Device για καθοδήγηση Αναπνοής: Μία προσέγγιση για κανόνες υγείας και χρήση σε Ιατρική παρακολούθηση θα μπορούσε να είναι αυτό το έργο. Η ομάδα που το σχεδίασε σκέφτηκε τρόπο ώστε κάποιος να καταλάβει τον τρόπο που αναπνέει αλλά και το ίδιο να τον καθοδηγήσει στο πώς θα έπρεπε να αναπνεύσει κανονικά.

Αυτά είναι μόνο μερικά από τα γνωστά και ανακοινωμένα έργα, που έχουν ασχοληθεί Πανεπιστήμια και ομάδες έργων και προσφέρονται στον αντίστοιχο ιστότοπο του MIT. Υπάρχουν ακόμα περισσότερα έργα, είτε από έρευνα Ιδιωτικών Επιχειρήσεων, είτε Ατομικά, τα οποία κάποιος μπορεί να τα βρει μόνο μετά από παρακολούθηση κάποιου βίντεο ή πλατφόρμας παράθεσης τέτοιων έργων π.χ. Patreon, KickStarter, IndieGogo κλπ.

Σε αυτά όμως ο σκοπός δεν είναι η μελέτη χρησιμότητα τους για κάποιο τομέα αλλά είναι ξεκάθαρα αποτυπωμένα για είσοδο σε παραγωγική διαδικασία μέσω ανάλογων διαδικασιών.

## 1.8 Δομή της Εργασίας

Η εργασία αφού έχει αναπτύξει μία ιστορική αναδρομή στην διαμόρφωση του περιβάλλοντος και της εξέλιξης των διεπαφών με συσκευές, μέχρι την εμφάνιση των απτικών διεπαφών, παρουσιάζει τις κυριότερες τεχνολογίες που κρύβονται πίσω από την δημιουργία και λειτουργία τους. Δίνονται διάφορες πηγές πληροφόρησης και αναλυτικών παρουσιάσεων και εκπαιδευτικού υλικού επ' αυτών τα οποία, είτε βρίσκονται κατά κύριο λόγο στο MIT είτε σε βίντεο διδακτικού περιεχόμενου σε κανάλια Video που παρέχονται σε streaming πλατφόρμες π.χ. Youtube.

Στην συνέχεια θα αναπτυχθεί ο τρόπος που δημιουργήθηκαν οι εφαρμογές και η τεχνική υλοποίηση του/των κύβων. Αρχικά θα αναλυθούν τυχόν απαιτήσεις, που θα πρέπει να καλυφτούν, καθώς και οι λειτουργικές και μη λειτουργικές ανάγκες της διεπαφής και των εφαρμογών. Θα χρησιμοποιηθεί η προσέγγιση παρακολούθησης των βημάτων κατασκευής μέσω Agile Kanban, τα οποία θα προσδιορίσουν την πορεία της κατασκευής όλου του υλικού και λογισμικού και θα εμφανιστεί μέσω κάποιων βασικών UML διαγραμμάτων η δομή της σχεδίασης των εφαρμογών και αλληλεπίδρασης με τον κύβο.

Από εκεί και έπειτα μέσω φωτογραφιών θα αποδοθεί η κατασκευή της συσκευής σε διάφορα στάδια, η χρήση της και θα αναλυθεί τυχόν κώδικας που θα επιτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες του κύβου με τις κατάλληλες εξηγήσεις.

Σε ξεχωριστό κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η εφαρμογή, παραμετροποίηση και πρακτική χρήση του κύβου καθώς και η εκτέλεση του σε ρεαλιστικό περιβάλλον, όπου θα συλλεχθούν και δεδομένα χρήσης και εντυπώσεων από τους χρήστες, με μορφή απλού ερωτηματολογίου SUS, για να συμπληρωθούν τα απαραίτητα σχόλια και συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης. Επιπρόσθετα θα αναλυθούν προβλήματα και βελτιώσεις που θα προκύψουν και κάποια μελλοντικά σχέδια ή προτάσεις χρήσης στην υλοποίηση της διεπαφής ή των εφαρμογών της.

Τελικά θα παρατεθούν όλα τα στοιχεία κώδικα στο παράρτημα, καθώς και τα υλικά και ηλεκτρονικά σχεδιαγράμματα για την κατασκευή του κάθε κύβου, όπως αυτά προέκυψαν κατά την εκτέλεση της εργασίας και οτιδήποτε άλλο δεν αφορά άμεσα την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της εργασίας αυτής.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο**

## **2.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις Απτικές Διεπαφές**

Όπως σε κάθε Τεχνολογική μεταβολή ή προϊόν, έτσι και για την ανάπτυξη Απτικών Διεπαφών ωρίμασαν κάποιες συνθήκες αλλά επήλθαν και σημαντικές βελτιώσεις σε τομείς της Τεχνολογίας. Οι διεπαφές είναι άμεσα συνδεδεμένες με δύο σημαντικά στοιχεία την έξοδο και την είσοδο σε κάποιο σύστημα. Αρχικά δηλαδή με τον τρόπο που παρουσιάζονται τα στοιχεία (Έξοδος) σε όποια συσκευή χρησιμοποιούνται και κατά δεύτερο με τον τρόπο που επικοινωνεί ο χρήστης για να μεταδώσει τις ενέργειές του (Είσοδος) στην συσκευή. Είτε αφορά Είσοδο είτε Έξοδο οδηγούμαστε στην συμμετοχή τεχνολογιών σε επίπεδο Λογισμικού, κυρίως με κώδικα για την λειτουργία των συσκευών (Drivers) και κωδικοποίηση των εφαρμογών χρήσης των διεπαφών και Υλικού κατά κύριο λόγο στην λειτουργία, εμφάνιση και αποστολή πληροφοριών μεταξύ των συνεργαζόμενων μερών ενός συστήματος.

Οι πιο σημαντικές τεχνολογίες οι οποίες βοήθησαν στην εξάπλωση ή την δημιουργία Απτικών Διεπαφών χωρισμένες σε αυτές τις δύο μεγάλες κατηγορίες ακολουθούν.

### **Επίπεδο Λογισμικού**

Σε επίπεδο Λογισμικού σημαντική βοήθεια και ώθηση έδωσαν, κατά κύριο λόγο, τα παρακάτω.

Τεχνολογίες Μηχανικής Μάθησης : Ίσως ο κυριότερος τομέας που αναπτύχθηκε ταχεία τα τελευταία χρόνια και που βοήθησε άμεσα στην ανάπτυξη των Απτικών Τεχνολογιών είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence)(Ji et al., 2013). Η βελτιστοποίηση αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται στην Μηχανική Μάθηση για την Α.Ι. βοήθησαν στην ταχύτητα έκδοσης πληροφοριών. Η εκτέλεση τέτοιων ελέγχων παλαιότερα έπαιρναν αρκετό χρόνο οπότε με την βελτιστοποίηση τους μειώθηκε ο χρόνος, αλλά αυξήθηκε και η ακρίβεια προβλέψεων και εξαγωγής αποτελεσμάτων μετά την επεξεργασία.

Πρωτόκολλα Επικοινωνίας : (Ji et al., 2013) οι συσκευές χρησιμοποιούν πρωτόκολλα για την μεταξύ τους επικοινωνία. Η αναβάθμιση των συσκευών σε επίπεδο υλικού έφερε και σε αυτά νέες ταχύτητες και τεχνικές μετάδοσης και ασφάλειας. Η ασφάλεια και η ταχύτητα επιτεύχθηκε σε σημαντικό βαθμό με την πρόσθετη αναβάθμιση των Πρωτοκόλλων Επικοινωνίας που μέχρι πρότινος υπήρχαν ή που λόγω νέων τεχνικών σύνδεσης δημιουργήθηκαν εξ αρχής.

Περιβάλλοντα Ανάπτυξης Εφαρμογών : Πληθώρα Γλωσσών Προγραμματισμού έχουν είτε δημιουργηθεί είτε έχουν βελτιωθεί από προηγούμενες εκδόσεις τους. Αυτό δίνει περισσότερες επιλογές στην χρήση τους για προγραμματισμό σε κάθε είδους συσκευής με διευκολύνσεις από περιβάλλοντα (IDE) και βιβλιοθήκες (API) προς χρήση με έτοιμες εντολές. Αυτό αύξησε την προσβασιμότητα των Προγραμματιστών σε κώδικα και εργαλεία ώστε να έχουν πιο εύκολη εργασία άρα να αναπτύξουν πιο γρήγορα νέες ιδέες και τεχνικές σε λογισμικό επίπεδο. Η επιτάχυνση στην κωδικοποίηση και οι νέες δυνατότητες με τις βιβλιοθήκες βοήθησαν στον προγραμματισμό των Απτικών διεπαφών όπως βοήθησαν και σε πολλούς άλλους τομείς της Πληροφορικής. Με την εμφάνιση των πρώτων Απτικών διεπαφών εξάλλου άρχισε και η ανάπτυξη νέων γλωσσών, αποκλειστικά για τέτοιου είδους διεπαφές, αλλά αναπτύχθηκαν και τα αντίστοιχα Περιβάλλοντα εργασίας που βοήθησαν στον προγραμματισμό με αυτές τις γλώσσες. Κλασική περίπτωση είναι αυτή του περιβάλλοντος Wiring\Processing (Barragan, 2024) το οποίο εξελίχτηκε ουσιαστικά μαζί με το Arduino, έναν μικροελεγκτή ο οποίος χρησιμοποιείται κατά κόρον σε διάφορα έργα και σε πολλά από αυτά Απτικών Διεπαφών.

### Επίπεδο Υλικού

Όπως στο Λογισμικό έτσι και στο Υλικό υπήρξαν σημαντικές βελτιώσεις. Άλλωστε στην Πληροφορική στις περισσότερες μεταβολές τεχνολογίας οι αλλαγές που γίνονται στο ένα επίπεδο επηρεάζουν και το άλλο με τον ένα ή τον άλλο τρόπο. Τα τελευταία χρόνια έχουν εισχωρήσει αρκετές νέες τεχνολογίες στο Υλικό.

Αισθητήρες και συσκευές Ελέγχου και Μετάδοσης Κίνησης και Χειρονομιών (Motion Detection, Gesture Recognition)(Ji et al., 2013): Εμφανίστηκαν τεχνικές μείωσης του μεγέθους υλοποίησης συσκευών με αισθητήρες που ελέγχουν την κίνηση. Όχι μόνο βελτιώθηκε το μέγεθος αλλά και η ταχύτητα μετάδοσης των σημάτων και η ακρίβεια τους. Η κίνηση είναι ένα σημαντικό στοιχείο σε μία διεπαφή. Η εμφάνιση αισθητήριων αφορά τρεις υποκατηγορίες ελέγχων : ι) αισθητήρια που ελέγχουν τι κίνηση κάνει ο χρήστης επάνω σε μία συσκευή, ιι) αισθητήρια που ελέγχουν αν η ίδια η συσκευή μεταδίδει την κίνηση πραγματοποιεί και ιιι) πως κινείται τμήμα ή ολόκληρο το σώμα του χρήστη. Οι τρεις αυτοί έλεγχοι είτε αυτόνομα είτε σε συνδυασμούς μεταξύ τους είναι ένα κατ' εξοχήν σημαντικό κομμάτι για κάθε διεπαφή καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό Διεπαφών απαιτούν κάποια κίνηση από τον χρήστη τους.



Τεχνολογία Οπτικής Αναγνώρισης και Τεχνολογιών Εμφάνισης (Porre, 2007): Κάμερες, φωτογραφικές μηχανές, κάρτες γραφικών, συσκευές Οπτικοποίησης Αποτελεσμάτων όπως π.χ. Οθόνες και γενικά επεξεργαστές γραφικών απεικονίσεων έχουν ραγδαία εξέλιξη λόγω και της εξέλιξης στον τομέα των επεξεργαστών. Έχουν πλέον δημιουργηθεί Κάμερες τρισδιάστατης απεικόνισης από δύο διαστάσεις (2D) σε ρεαλιστικό (3D) περιβάλλον. Το ανθρώπινο μάτι είναι σχεδιασμένο να παρακολουθεί σε κανονική συνθήκη τι συμβαίνει τριγύρω (δηλαδή μπορεί να παρακολουθήσει με συγκεκριμένο ρυθμό Πλαισίων Εικόνας το δευτερόλεπτο το οποίο είναι περί τα 30-35 κάθε δευτερόλεπτο) και να μην επηρεαστεί το αποτέλεσμα που λαμβάνει. Η αύξηση των Hertz ανά δευτερόλεπτο σε οθόνες, αισθητήρια και κάμερες λήψης, βοηθούν διεπαφές που χρησιμοποιούν τέτοια τεχνολογία για απόφαση σε μεγαλύτερο βαθμό. Η γρήγορη επίσης επεξεργασία έχει ακόμα μεγαλύτερο όφελος για την μετατροπή σε ψηφιακό επίπεδο της πραγματικότητας.

Εξελίξεις στην κατασκευή Επεξεργαστών (Intel, Amd, ARM, 2024) : Εκτός των παραπάνω αποκλειστικών Τεχνολογιών που αναφέρθηκαν υπάρχουν οι θεμέλιοι λίθοι οι οποίοι εξαρτήθηκαν κατά κύριο λόγο οι μεταβολές σε αυτές τις τεχνολογίες. Όλα αυτά δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν αν δεν υπήρχε ανάπτυξη στο κυριότερο κομμάτι λειτουργικότητας των συσκευών και δεν είναι άλλο από την μαζική αύξηση επιδόσεων των Επεξεργαστών όσο και της ελαχιστοποίησης του όγκου τους. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά των Επεξεργαστών έφεραν μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ σε μικρότερο χώρο. Άρα βοήθησαν στην αύξηση των υπολογισμών, στην ταχύτητα απόκρισης των συστημάτων και ο δε μικρότερος όγκος τους βοήθησε στην σμίκρυνση των κυκλωμάτων, ώστε πλέον όποιο σύστημα στηρίζετε σε αυτούς - στην περίπτωση της εργασίας οι Διεπαφές - να έχουν και αυτές μειωμένο όγκο και με δυνατότητα περισσότερων λειτουργιών ενσωματωμένων σε αυτές.

Εξελίξεις στα μέσα Παροχής Ενέργειας: (Zhang et al. 2020) Ένας άλλος άξονας που δεν είναι φανερός στην εξέλιξη είναι και οι βελτιώσεις σε παροχή ενέργειας. Όλα αυτά τα συστήματα για να μπορέσουν να πραγματοποιήσουν την επικοινωνία μεταξύ τους ή να εκτελέσουν το έργο τους πρέπει να απορροφήσουν με κάποιο τρόπο ενέργεια. Ενέργεια είτε για να κινηθούν ή για να αποστείλουν σήματα. Οι αλλαγές στα υλικά για κατασκευή των πηγών ενέργειας και η μεγαλύτερη διάρκεια της αλλά και η ταυτόχρονη μείωση του όγκου των πηγών βοήθησε στην αναβάθμιση των Διεπαφών και την βελτίωση των δυνατοτήτων τους. Ο όγκος μειώθηκε με ταυτόχρονα αύξηση της απόδοσης των μπαταριών. Επομένως έχουμε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για την χρήση μίας διεπαφής σε μικρότερο όγκο και

σε βάρος. Αν σε αυτό το κομμάτι εμπλέξουμε και τεχνολογίες οι οποίες επιτρέπουν την απομακρυσμένη φόρτιση ή φόρτιση με την χρήση, τότε έχουμε ένα ακόμα μεγάλο επιχείρημα στο ότι η πρόοδος στην παραγωγή ενέργειας για συσκευές σίγουρα επηρεάζει την εξάπλωση Απτικών Διεπαφών μέσω των τεχνολογιών που αυτές στηρίζονται.

## **2.2 Open Source Εργαλεία και συμβολή στην διαμόρφωση Απτικών Διεπαφών**

Στην Πληροφορική εδώ και αρκετά χρόνια υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες διάδοσης και χρήσης κυρίως του πηγαίου κώδικα των εφαρμογών. Τα τελευταία χρόνια οι δύο κατηγορίες έχουν εισχωρήσει και στο κομμάτι του Υλικού και ηλεκτρονικών υλοποιήσεων. Οι δύο μεγάλες αυτές κατηγοριοποιήσεις είναι η Κλειστού Κώδικα και αυτή που πήρε το αντίθετο όνομα της του Ανοικτού Κώδικα.

Οι διαφορές είναι πολλές αλλά μία είναι η κυριότερη και αυτή που τις ξεχωρίζει. Η σημαντικότερη διαφορά τους είναι στο ποιος κατέχει τον κώδικα και ποιος μπορεί να τον χρησιμοποιήσει. Με πολύ απλά λόγια ο κώδικας στα Κλειστού Τύπου λογισμικά ή κώδικα μπορεί να πειραχτεί μόνο από τον κάτοχο, οποίος διαθέτει και τα πνευματικά δικαιώματα και που μπορεί να τον νοικιάζει όπου και με όποιες συνθήκες επιθυμεί. Αντίθετα στον Ανοικτό Κώδικα ο οποιοσδήποτε μπορεί να τον χρησιμοποιήσει και να τον αναγνώσει, για δικό του όφελος, αρκεί να επισυνάπτει πάντα μαζί την αρχική άδεια χρήσης Ανοικτού Κώδικα.

Το ίδιο επεκτάθηκε και στο κομμάτι του Υλικού, όπου ενώ παλαιότερα για τα ηλεκτρονικά σχέδια και τις πλακέτες είχε αποκλειστικά δικαιώματα μόνο η εταιρεία που το κατασκεύασε, τώρα με τον Ανοικτό Κώδικα οποιοσδήποτε μπορεί να το χρησιμοποιήσει αρκεί πάντα να επισυνάπτει την Άδεια Χρήσης του Ανοικτού Λογισμικού.

Αυτή και μόνο η εξέλιξη όπου ο οποιοσδήποτε χωρίς επιπλέον κόστος και χωρίς στριφνές δεσμεύσεις, μπορεί να στηριχθεί στην κατασκευή ενός ή πολλών άλλων και να συνεχίσει σε κάτι δικό του αλλά ταυτόχρονα όλων βοήθησε σε πολλή σημαντικές ανακαλύψεις και βελτιώσεις σε πολλούς τομείς της Τεχνολογίας.

Για το πόσο σημαντικό ήταν, αυτό το στάδιο της έμπνευσης του Ανοικτού Λογισμικού και Υλικού, μιλάνε μόνο τα έργα που ξεπήδησαν από αυτό και ευτυχώς δεν είναι λίγα ούτε αμελητέα.

Η δυνατότητα ο οποιοσδήποτε να έχει πρόσβαση στο πως είναι φτιαγμένη μία συσκευή, ο κώδικας που χρησιμοποιεί για να επιτελέσει τις λειτουργίες της αλλά και το ελάχιστο

κόστος χρήσης και υλοποίησης πρόσθετων λειτουργιών με αυτή, είναι η κύρια προσφορά του Ανοικτού Λογισμικού και Υλικού σε μεγάλες εξελίξεις που συμβαίνουν γύρω μας και όχι μόνο στην Τεχνολογία. Ναι η βιομηχανία Κλειστών Λύσεων βοήθησε και αυτή από την δική της πλευρά στην εξέλιξη όμως οι αυξημένοι περιορισμοί της χρησιμοποίησαν μόνο το δικό της εργατικό δυναμικό το οποίο να μεν είναι σημαντικό αλλά σε κάθε περίπτωση έχει χρονικούς περιορισμούς στην ενσωμάτωση νέων ιδεών σε σχέση με αυτό των Ανοικτών Τεχνολογιών. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ανάμεσα στα δύο αυτά κομμάτια λογικής στην υλοποίηση έργων είναι που σπρώχνουν τις εξελίξεις και τις βελτιώσεις καθημερινά. (Forbes, 26/04/2023; Hinkle, Accessed 2024; Muzzmmil, Accessed, 2024).

### **Linux και όλες οι υλοποιήσεις που στηρίζονται σε αυτό**

Ακράδαντα πιστεύω ότι όταν ο Linus Torvald (Torvalds & Diamond, 2001, pp. 78-80) ξεκινούσε τον πρώτο πυρήνα Linux δεν μπορούσε να φανταστεί ούτε το 10% των πραγμάτων που θα ακολουθούσε αυτό του το εγχείρημα. Πλέον κάθε συσκευή από αυτοκίνητο, πύραυλο ή ψυγείο διαθέτει ένα κομμάτι από την έμπνευση του συγκεκριμένου Λειτουργικού. Δεν είναι τυχαίο ότι ακόμα και με την είσοδο της Microsoft στον χώρο των κινητών και Tablets και ενόσω υπάρχει κυριαρχία της στον χώρο των σταθερών Η/Υ, δεν κατάφερε να πάρει μερίδιο αγοράς και φυσικά έχει πάψει πλέον να επεκτείνει το συγκεκριμένο τμήμα της. Ο λόγος ήταν κυρίως η ανάπτυξη του android από την google, λειτουργικό που στηρίζεται στο Linux και φυσικά και λόγω του Iphone όπου και σε αυτό εκτελείται μία κνήκη μορφή λειτουργικού αν και αυτό δεν είναι Ανοικτό Λογισμικό. Παρότι τα iPhones είναι διαδεδομένα, τα Android λόγω κόστους προτιμώνται από περισσότερους. Ο καθένας μπορεί να πειράξει και να προσαρμόσει τον κώδικα του Ανοικτού Λογισμικού και χωρίς πρόσθετο κόστος. Άρα κάθε συσκευή που περιέχει Ανοικτό Λογισμικό έχει εξ αρχής μειωμένο κόστος κατασκευής.

### **Arduino, Raspberry PI και παρόμοιες πλατφόρμες Υλικού**

Το 2005 μία ομάδα εργασίας στο Πανεπιστήμιο IDII (Interaction Design Institute of Ivrea) της Ίβρια στην Ιταλία(, αποτελούμενοι από τους Hernando Barragan, Massimo Banzi, David Cuartielles και μετέπειτα με την συμμετοχή των David Mellis, Gianluca Martino και Tom Igoe, κατασκεύασαν το πρώτο εξάρτημα για έλεγχο μοτέρ, ρελέ και αισθητήρων σε. Αυτό που σήμερα ονομάζουμε Arduino ήταν η έμπνευση και συνεισφορά των παραπάνω

είτε σε επίπεδο λογισμικού (την πλατφόρμα και γλώσσα προγραμματισμού του) είτε σε επίπεδο κυκλωμάτων του. Αυτή η συσκευή που εκδόθηκε με άδεια GNU GPL (GNU General Public License) περιέχετε και αντιγράφετε με την μία μορφή η την άλλη σε πολλές συσκευές και μηχανήματα στις μέρες μας. Δεν θα ήταν περίεργο το αυτοκίνητο σας να διαθέτει ένα τέτοιο εξάρτημα το οποίο σας ρυθμίζει το aircondition με βάση την εξωτερική θερμοκρασία.

Το 2006 μία άλλη ομάδα αυτή την φορά στο Πανεπιστήμιο του Cambridge (Πανεπιστήμιο Cambridge / Τμήμα Πληροφορικής και Τεχνολογίας, 2024) αποφάσισε την κατασκευή μίας συσκευής μίνι υπολογιστή. Οι συμμετέχοντες στην ιδέα Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang και Alan Mycroft προσπάθησαν να κατασκευάσουν ένα εξάρτημα για εκπαίδευση φοιτητών στην τεχνολογία. Την συσκευή την ονόμασαν Raspberry και από τότε έχει εξελιχτεί αρκετές φορές ενσωματώνοντας τεχνολογικές εξελίξεις σε λογισμικό και υλικό. Για την επιτυχία αυτού του επιτεύγματος επιχειρηματολογούν οι εκατοντάδες πωλήσεις τις οποίες έχει η συγκεκριμένη συσκευή. Η άδεια κυκλοφορίας όσων αφορά το λογισμικό του και παραδειγμάτων χρήσης του είναι η Creative Commons Attribution ShareALike 4.0 International (CC BY-SA). Το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ειδικούς όρους που αναφέρουν κάθε φορά στην άδεια χρήσης του η οποία κατά κύριο λόγο απαιτεί να γίνει αναφορά στο ότι χρησιμοποιείται η πλατφόρμα αυτή.

Με τον καιρό έχουν αναπτυχθεί παρόμοιες πλατφόρμες από πολλές γνωστές εταιρίες στον χώρο της τεχνολογίας η κάθε μία με την δική της πρόταση για επίπεδο μικρουπολογιστή Raspberry και λιγότερο για μικροελεγκτές Arduino τύπου, όπου υπάρχουν λύσεις και εκεί αρκετές αλλά από λιγότερο γνωστές εταιρίες. Σημαντικότερες εταιρίες που παρέχουν τέτοιες λύσεις για επίπεδο Raspberry είναι της Nvidia με το Jetson Nano Developer Kit, η Asus με το Tinker Board S, η Dell με το Wyse Thin Client, Orange PI από την αντίστοιχη με το υλικό εταιρεία κ.α. Όλες έχουν ίδιο προσανατολισμό με το αρχικό Raspberry απλώς υλοποιούν με διαφορετικούς επεξεργαστές και είδη μνήμης τα μηχανήματα τους.

Για μικροελεγκτές σημαντικά βοηθήματα είναι το STM32 το οποίο είναι και το πιο πρόσφατο στην αγορά από την εταιρεία ST και το MSP430 Launchpad το οποίο δίνει ιδιαίτερη βάση στην κατανάλωση ενέργειας το οποίο όπως ανέφερα και σε προηγούμενη ενότητα της εργασίας είναι ένας καίριος τομέας που επηρεάζει τις Απτικές Διεπαφές.

### **Netbeans / Eclipse Περιβάλλοντα Ανάπτυξης Κώδικα**

Τα δύο πιο γνωστά περιβάλλοντα για προγραμματισμό και ανήκουν στον τομέα του Open Source. Παρότι αρκετά παλιά συνεχίζουν να υποστηρίζονται και να επεκτείνονται

καλύπτοντας ανάγκες τρέχοντες για πολλές γλώσσες προγραμματισμού, διάσημες ή μη. Περιβάλλοντα που γνώρισαν την άνθηση τους μέσω της Java άλλωστε το ένα NetBeans είναι κατασκευασμένο με αυτή εξ' αρχής. Και τα δύο προσφέρουν επαγγελματικού επιπέδου βοήθειες και ευκολίες χωρίς κόστος με αποτέλεσμα πολλοί προγραμματιστές να τα χρησιμοποιούν. Εκτελούνται σε όλα τα λειτουργικά περιβάλλοντα και για το λόγο αυτό προτιμώνται ακόμα περισσότερο.

### **Scratch**

Το Scratch είναι ένα περιβάλλον το οποίο υλοποιεί μία γλώσσα προγραμματισμού προσανατολισμένη στα παιδιά. Είναι μία μπλοκ γλώσσα, δηλαδή με μία λειτουργία στην οθόνη που τοποθετεί ο χρήστης, ο κώδικας εκτελεί αυτόματα τα υπόλοιπα τμήματα που απαιτούνται για την εκτέλεση. Αυτό επιτρέπει την χρήση από παιδιά τα οποία προφανώς και δεν μπορούν να θυμούνται ή να κατανοήσουν απόλυτα κάθε λεπτομέρεια χρήσης για να δημιουργήσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η σύνθεση γίνεται με γραφικά, ήχο και βίντεο.

Δημιουργήθηκε ακριβώς για αυτό τον λόγο από το MIT Media Lab με την ιδέα που είχαν οι Mitchell Resnick και Yashmin Kafai το 2003 και τελικά υλοποίησαν το 2007 (ScratchFoundation, 2024).

Επειδή η χρήση του απαιτεί ελάχιστες ενέργειες και οπτικά κατανοητές στον χρήστη, περισσότερο από ένα βιβλίο με οδηγίες, η χρήση του για συσκευές με μικροελεγκτές ή Minipc είναι προτιμητέα από πολλούς μη εξειδικευμένους σε ηλεκτρονικά. Αυτό βοηθάει ακόμα περισσότερο στην ενσωμάτωση νέων ιδεών και καινοτομιών για δημιουργία Απτικών Διεπαφών. Η χρήση και υλοποίηση είναι δωρεάν πράγμα το οποίο προσθέτει ακόμα παραπάνω στην επέκταση χρήσης του.

### **Python / OpenJDK**

Οι εξελίξεις στις γλώσσες προγραμματισμού και ειδικά η ενσωμάτωση στην κωδικοποίηση εφαρμογών με Ανοικτού Κώδικα Βιβλιοθηκών, για κάθε μία από αυτές, επέκτεινε το εύρος των λειτουργιών που μπορούσε ένας προγραμματιστής να προγραμματίσει, με αποτέλεσμα να βοηθηθεί στην εξέλιξη και καινοτομίες σε Λογισμικό. Οι εξαγορές από μεγάλες εταιρίες οδήγησαν στην ενσωμάτωση αδειών και Fork Projects (όπως ονομάζονται) δηλαδή παρακλαδιών των βιβλιοθηκών που επιτρέπουν την δωρεάν και Ανοικτή χρήση και των γλωσσών προγραμματισμού και των βιβλιοθηκών τους. Κλασικό παράδειγμα αλλαγής

άδειας είναι αυτό της Java όπου η εξαγορά της από την Oracle οδήγησε στην δημιουργία ενός παρακλαδιού OpenJDK το οποίο επιτρέπει την Open Source χρήση με την άδεια Apache License.

### **2.3 Διαθέσιμο Μαθησιακό Υλικό**

Οι κοινότητες Ανοικτού Λογισμικού, γιατί κατά κύριο λόγο, αυτές είναι που δίνουν υλικό και κώδικα για ανάπτυξη καινοτομιών σε όλο αυτό το διάστημα έχουν αναπτύξει τρόπους διάδοσης της γνώσης. Η μεγάλη άνθιση των μέσων μετάδοσης μέσω Ίντερνετ επέτρεψε την δημιουργία Ιστότοπων αποκλειστικών για κάθε είδος ή με ποικίλο υλικό γνώσης και παραδειγμάτων. Εικόνες, βίντεο και οδηγίες βήμα προς βήμα συνεπικουρούν στην εμπάθυνση της γνώσης και χρήσης σε εργαλεία και τεχνικές.

Πολλά από αυτά τα κείμενα έχουν βοηθήσει και στην δημιουργία και εκτέλεση Projects Απτικών Διεπαφών με τον ένα ή με τον άλλο τρόπο. Στα εργαλεία μετάδοσης γνώσης και βοήθειας μπορούν να προστεθούν όχι μόνο τα στατικά αλλά και τα δυναμικά εργαλεία. Έτσι διάφοροι Ιστότοποι με ερωταπαντήσεις σε θέματα τεχνολογίας και διαλόγου π.χ. Forum, Chat exchange κλπ. συνεπικουρούν στην εξέλιξη μία ιδέας με τον δικό τους τρόπο.

Ένα από τα μεγαλύτερα δίκτυα ερωταπαντήσεων, για τεχνικής και όχι μόνο φύσης προβλήματα, είναι το StackExchange με υλικό για σχεδόν κάθε πτυχή γνώσης, η οποία μπορεί να απαιτηθεί για την κατασκευή, όχι μόνο μίας Απτικής Διεπαφής αλλά για κάθε καθημερινή ανάγκη.

Τα sites των εταιριών για τα Arduino και Raspberry PI καθώς και όλων των υπολοίπων εταιρικών υλοποιήσεων διατηρούν πλήρης οδηγίες χρήσης και λεπτομερειών υλοποίησης. Το Youtube ως μία μηχανή ανάρτησης βίντεο δεν θα μπορούσε να λείπει από την εκπαιδευτική και γνωσιακή υποστήριξη σε οποιονδήποτε θέλει να ασχοληθεί με κάποιο τομέα ειδικά τεχνολογίας. Αναζητώντας με τα κατάλληλα ορίσματα μπορεί να μας διαθέσει μεγάλη ποσότητα και ποικιλία βιντεουλικού, σε κάποιες περιπτώσεις για παλιές τεχνολογίες αλλά και για πιο πρόσφατες. Έτσι ένας που αναζητά μία εναλλακτική βοήθεια να μπορεί να την έχει με βίντεο και ομιλία. Για παράδειγμα ένα κανάλι που διατηρεί ένας youtuber είναι το Paul McWorther και εκεί έχει λεπτομέρειες για την λειτουργία των Raspberry και θέματα που τα αφορούν για μη γνώστες. Το Κανάλι Arduino έχει και αυτό συμμετοχή στην μετάδοση γνώσης με την παροχή πληροφοριών και χρήσης των συσκευών αυτών σε διάφορα Projects.

Ένα ακόμα site το οποίο ασχολείται με Open Source Υλικό είναι και το <https://www.openhardware.io/> (accessed 2024). Εκεί διάφοροι επαγγελματίες και μη ανεβάζουν δικές τους υλοποιήσεις και παραδείγματα κυκλωμάτων για διάφορα συστήματα. Σαν κύριο εργαλείο αναφοράς σε Απτικές διεπαφές διατίθεται μέσω του site του MIT ένα ειδικό γκρουπ το οποίο αφορά τις Απτικές Διεπαφές αποκλειστικά. Σε αυτό παρουσιάζονται οι πειραματισμοί και τα ενεργά έργα που δημιουργούνται για αυτό τον τομέα και σε χρονολογική σειρά.

Σε όλα αυτά τα λειτουργικά εργαλεία επιμόρφωσης επιβάλλεται να αναφερθεί και η δυνατότητα πλέον της Α.Ι. να δίνει λύσεις και προτάσεις σε πλήθος ερωτήσεων. Με τον καιρό όλο και περισσότερες μηχανές Α.Ι., άλλες επί πληρωμή και άλλες δωρεάν θα παρέχουν πληροφορίες, απαντήσεις και πολλές φορές λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν για την δημιουργία ή βελτίωση διεπαφών.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο**



### **3.1 Μεθοδολογία Σχεδιασμού και Ανάπτυξης του Τεχνουργήματος**

Η Σχεδίαση αντικειμένων τα οποία θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν από τρίτους πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένα τεχνικά και μη στάδια. Το αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι μία απτική διεπαφή σε μορφή κύβου. Επομένως πρέπει και αυτή να ακολουθήσει την πορεία των σταδίων σε τέτοιες κατασκευές, η οποία είναι ο σχεδιασμός/ανάλυση απαιτήσεων, η τεχνική υλοποίηση, η επίδειξη για ανάδραση της διεπαφής και αν όλα εξελιχτούν ομαλά η τοποθέτηση της σε παραγωγική διαδικασία\καθημερινή χρήση. Μία βολική για την πορεία της εργασίας τεχνική παρακολούθησης απαιτήσεων είναι της Volere όπου αναπτύσσονται οι απαιτήσεις λειτουργικές και μη, κόστη, προσδιορισμός πεδίου εφαρμογής, χειριστών ΚΟΚ.

#### **Σχεδιασμός και απαιτήσεις υλοποίησης της διεπαφής**

##### **Κύριος Στόχος**

Σε αυτό το πρώτο στάδιο ορίζονται το πλαίσιο λειτουργίας και κάλυψης αναγκών της διεπαφής. Το τεχνούργημα προς κατασκευή προορίζεται για να καλύψει ανάγκες Διασκέδασης και Εκπαίδευσης μέσω Παιχνιδιού, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν θα μπορούσε να καλύψει άλλες περιοχές ενδιαφέροντος στην τελική του μορφή.

##### **Ομάδα Στόχος Χρηστών**

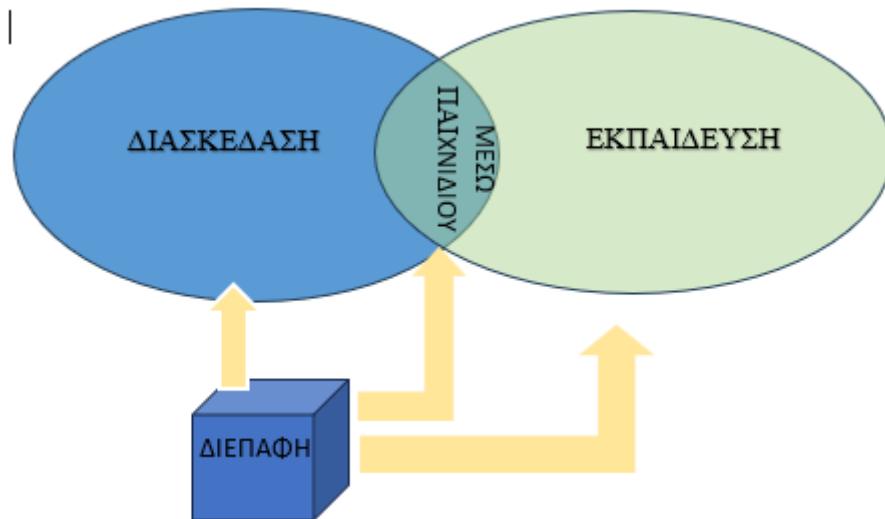
Χειριστές της διεπαφής: Μαθητές/Σπουδαστές/Καθηγητές/Δάσκαλοι αλλά και οποιοσδήποτε άλλος σε χρήση για Διασκέδαση

Χειριστές του τμήματος του Λογισμικού: Καθηγητές/Δάσκαλοι ή οποιασδήποτε άλλος σε χρήση για Διασκέδαση.

Πρόνοια για χρήση και από πιθανά Άτομα με Ειδικές Δεξιότητες.

##### **Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις**

Το παιχνίδι είναι μορφή διασκέδαση, οπότε θα πρέπει να γίνει προσπάθεια κάλυψης μίας γενικής κατηγορίας ενασχόλησης με την διεπαφή ως "Διασκέδαση" και μίας ειδικότερης όπως είναι η δεύτερη η "Εκπαίδευση μέσω παιχνιδιού".



Εικόνα 1 - Κύριοι Τομείς που καλύπτει το τεχνούργημα

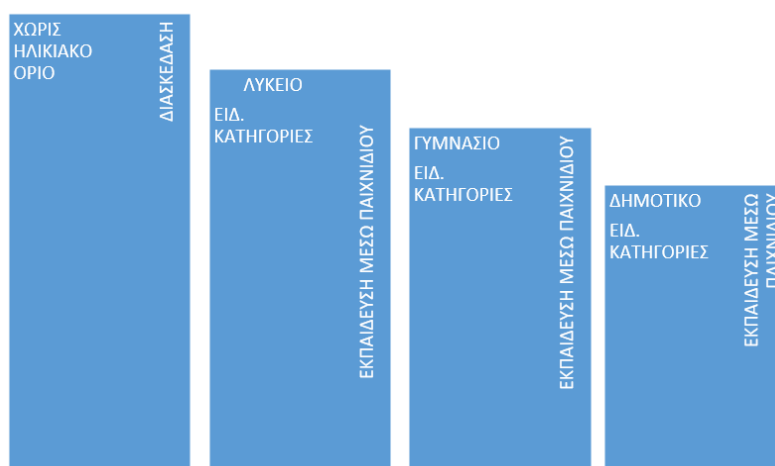
Αφού καλύφτηκε ο τομέας χρήσης ορίζουμε το κοινό που προορίζεται να χρησιμοποιήσει την διεπαφή. Στην γενική κατηγορία δεν απαιτείται ορισμός ηλικίας ενώ για την δεύτερη απαιτείται ο ηλικιακός προσδιορισμός σε επίπεδο εκπαιδευτικής βαθμίδας. Η απτική διεπαφή θα πρέπει να καλύψει τουλάχιστον χρήση σε μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου αφήνοντας περιθώριο για πιο εξειδικευμένη χρήση με σκοπό να καλύψει και ανάγκες χειρισμού από άτομα με ειδικές δεξιότητες.



Εικόνα 2 - Βαθμίδες Εκπαίδευσης και Ηλικιακοί χώροι

Η αμέσως επόμενη απαίτηση είναι να καλυφτεί ένα μεγάλο, αν όχι, όλο το εύρος της εκπαιδευτικής δραστηριότητας σε αυτές τις βαθμίδες και για αυτό πρέπει να υπάρχει δυνατότητα χρήσης σε όσες περισσότερες εκπαιδευτικές θεματικές γίνεται. Όσο αυξάνονται οι θεματικές, όπου αρχικά είναι λίγες στις χαμηλές βαθμίδες της εκπαίδευσης, τόσο η διεπαφή θα βρίσκει μεγαλύτερο χώρο κάλυψης μέσω του λογισμικού.

Αυτό δείχνει και η ακόλουθη εικόνα, όπου η χρήση της διεπαφής σε διασκέδαση απεγκλωβισμένη από βαθμίδες και ηλικίες έχει μεγαλύτερο εύρος υλοποιήσεων, σε σχέση με τις δεδομένα δεσμευμένες, λόγω θεματικών πεδίων και ηλικίας, εκπαιδευτικές βαθμίδες.



Εικόνα 3 - Ηλικιακά όρια ανά βαθμίδα και μέγεθος πεδίου χρήσης

Όλα τα παραπάνω αφορούν απαιτήσεις μη λειτουργικές για την διεπαφή. Μία μη λειτουργική απαίτηση η οποία δεν αναλύθηκε και που δεν φαίνεται άμεσα είναι αυτή του κόστους. Η διεπαφή αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε Εκπαιδευτικές βαθμίδες, άρα ο πιθανός αριθμός χρηστών της διεπαφής θα είναι μεγάλος, πρέπει το κόστος των απαραίτητων υλικών, κυκλωμάτων, και γενικότερα της όλης σχεδίασης να είναι όσο γίνεται μικρό. Σε επίπεδο λογισμικού και με την ύπαρξη λύσεων Open Source, υπάρχουν μεγαλύτερα περιθώρια μείωσης του κόστους, Στο κομμάτι της υλικής σχεδίασης της διεπαφής όμως απαιτείται προσεκτικότερος και μάλλον πιο προσανατολισμένος σχεδιασμός με μεγάλη χρήση Ανοικτού Λογισμικού και εργαλείων του όπως και Ανοικτών Τεχνολογιών σε Υλικό.

Ακόμη μία μη Λειτουργική απαίτηση η οποία δεν είναι φανερή προκύπτει από την ανάγκη της Διεπαφής να λειτουργεί σε ένα ενιαίο σύστημα κάθε φορά. Μία επικοινωνία με το λογισμικό και την διεπαφή. Σε αυτά τα δύο το κομμάτι της διεπαφής πρέπει να μην απαιτεί αλλαγή γιατί αυτό επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό και το λογισμικό. Αντίθετα αν η διεπαφή δεν απαιτεί αλλαγή για προσαρμογή σε ένα νέο σύστημα για παρεμφερή χρήση, απαιτείται αλλαγή μόνο σε λογισμικό επίπεδο για προσδιορισμό του αποτελέσματος που αυτό θα εξάγει. Άρα κατά κάποιο τρόπο θα πρέπει η διεπαφή να είναι λειτουργική σε ένα σύστημα αλλά ταυτόχρονα αυτόνομη για χρήση της σε περισσότερα.

Ακολουθούν συνοπτικά μη Λειτουργικές Απαιτήσεις σε μορφή λίστας :

- Η διεπαφή και το σύστημα της να μπορεί να καλύψει ανάγκες διασκέδασης του χρήστη.
- Η διεπαφή και το σύστημα της να μπορεί να καλύψει ανάγκες Εκπαίδευσης σε διάφορες βαθμίδες και ηλικιακά όρια.
- Πιο εξειδικευμένα να έχει δυνατότητα χρήσης της σε Εκπαίδευση μέσω παιχνιδιού μαθησιακές τεχνικές.
- Να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ειδικές κατηγορίες χρηστών με ελάχιστη μετατροπή ή εξ αρχής
- Μικρό κόστος υλοποίησης, χρήσης και συντήρησης της.
- Πολυχρηστική και αυτόνομη σε σχέση με το λογισμικό και το σύστημα χρήσης.

### Ρίσκο/Κίνδυνοι Υλοποίησης

Αυτό είναι και το ένα από τα δύο ρίσκα ως προς την επιτυχία της συγκεκριμένης διεπαφής. Το βασικότερο το οποίο είναι να μπορέσει να είναι λειτουργικά χρήσιμη και επιτελώντας τον σκοπό της κατασκευής της, αλλά με όσο γίνεται χαμηλό ή τουλάχιστον ικανοποιητικό κόστος αφού αφορά αρκετά μεγάλο σύνολο χρηστών.

### Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι λειτουργικές απαιτήσεις έρχονται να προσδιορίσουν περαιτέρω χαρακτηριστικά αυτή την φορά όχι του πλαισίου λειτουργίας της διεπαφής σαν χώρο και χρήστες αλλά σαν χρηστική πλέον συσκευή και των εφαρμογών της ως λογισμικό.

Επειδή αφορά διασκέδαση θα πρέπει να είναι μία διεπαφή με ευκολία στην χρήση, σταθερότητα, μέγεθος και βάρος όπου θα επιτρέπει την εύκολη χρήση.

Επομένως, πιο ειδικά θα πρέπει να έχει σταθερή επιφάνεια, τα υλικά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να οδηγήσουν σε ελαφριά κατασκευή και με όγκο ικανό να το χειριστεί εύκολα κάποιος. Η κατασκευή να είναι όσο πιο απλή γίνεται, καθώς στο πρωτότυπο μοντέλο, μπορεί να απαιτηθεί μείωση όγκου ή άλλο χαρακτηριστικό οπότε αυτό να μπορεί να μεταβληθεί όσο πιο ανώδυνα γίνεται.

Ειδικότερα η ευκολία στην χρήση δεν θα πρέπει να περιοριστεί στην απτική διευκόλυνση αλλά και στην διάδραση με τα συστήματα που θα πρέπει να έρθει σε επαφή ο χρήστης κατά την λειτουργία του. Δηλαδή στο στάδιο της επικοινωνίας. Δεν θα πρέπει να απαιτείται οτιδήποτε άλλο από τον χειριστή της διεπαφής (π.χ. πάτημα πλήκτρου, παρακολούθηση ενδείξεων επί του κύβου κλπ. ) για να αποστείλει την επιθυμητή απάντηση στο κατάλληλο λογισμικό. Ο χειριστής απλώς τοποθετεί τον κύβο στην επιθυμητή θέση.

Ο χώρος χρήσης της συσκευής καθώς και το ηλικιακό εύρος θα αφορά ευαίσθητη κατηγορία χειριστών. Πρόκειται για παιδιά άρα σημαντικό στοιχείο το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψιν είναι η επικινδυνότητα των υλικών και της συσκευής κατά την χρήση. Η συσκευή σαν κατασκευή πρέπει να μειώνει την επικινδυνότητα κατά την επαφή. Δεν θα πρέπει να διαθέτει μυτερά σημεία, μην διαθέτει αποσπώμενη επιφάνεια καθώς και καμία απευθείας πρόσβαση στο ηλεκτρονικό τμήμα της. Όσον αφορά τα ηλεκτρονικά της κομμάτια για αυτή την απαίτηση, θα πρέπει να αποφευχθεί και οποιαδήποτε τμήμα του εσωτερικού ηλεκτρονικού κυκλώματος να εμφανίζεται εξωτερικά. Ούτε πρόσβαση σε usb θύρα για φόρτιση μπαταρίας, ούτε LED. Θα πρέπει να δοθεί και ιδιαίτερη μέριμνα λόγω χρόνου χρήσης ώστε να μην χρησιμοποιηθεί τεχνολογία η οποία επιφορτίζει με μεγάλο όγκο ακτινοβολίας λόγω του ευαίσθητου ηλικιακού επιπέδου που ενδέχεται να την χρησιμοποιήσει.

Η διεπαφή θα πρέπει να διαθέτει χαραγμένα τους αριθμούς από το 1 έως το 6. Φυσικά και θα μπορεί να διαθέτει το Α μέχρι το ΣΤ ή οποιαδήποτε άλλη ένδειξη είναι επιθυμητή, αλλά για δημιουργία πρωτοτύπου και επίδειξης είναι αρκετό. Εν πάση περιπτώσει η εξωτερική κατασκευή θα πρέπει να μπορεί να συμβαδίζει με την κατάλληλη υλοποίηση του λογισμικού.

Λόγω της απουσίας πλήκτρων η χρήση του και σε κάποιο σύστημα Virtual Reality υλοποίησης είναι πιο εύκολη, καθώς ο χρήστης θα φορά τα 3D glasses άρα δεν θα έχει πρόσβαση σε οπτική επαφή με τον κύβο.

Σε μία προσπάθεια για αύξηση της δυνατότητας χρήσης και από άτομα με ειδικές δεξιότητες, τα σύμβολα θα πρέπει να διακρίνονται ξεκάθαρα κατά την χρήση αφής ή οπτικά. Δεν θα έχει σχεδίαση, σαν πρωτότυπο, για αποκλειστική χρήση από τέτοιας κατηγορίας χειριστές, αλλά θα διαθέτει αρκετά χαρακτηριστικά ώστε το πρωτότυπο να επιδείξει χρήση και για αυτή την κατηγορία χειριστών. (μέσω τεχνικής ανάγνωσης Μπράιγ)

Η ευχρηστία του αντικειμένου εξαρτάται από την φορητότητα του, οπότε δεν θα πρέπει να υπάρχει καλωδίωση κατά την χρήση του, η οποία θα εμποδίζει το εύρος κινήσεων του. Έτσι απαιτείται η διεπαφή να έχει κάποιο είδος πηγής ενέργειας που να μπορεί να διατηρήσει ενεργή την συσκευή για διάστημα αρκετό για την κάλυψη ωραίας ανάγκης σε εκπαιδευτική αίθουσα. Επομένως το διάστημα που θα πρέπει να διαρκεί χωρίς να χρειαστεί ανανέωση ενέργειας θα πρέπει να είναι πάνω από 1 ώρα.

Η συσκευή διεπαφής δεν μπορεί να αποδώσει μόνη της χρησιμότητα και κάλυψη των δραστηριοτήτων, όπως αυτές δημιουργούνται από τις μη λειτουργικές ανάγκες. Πρέπει πάντα να συνεργάζεται με ένα δεύτερο κομμάτι το οποίο αφορά την ανάγνωση της κίνησης, το οποίο είναι τμήμα της λειτουργίας του λογισμικού.

Η διεπαφή συνδεδεμένη με το λογισμικό θα δίνει την δυνατότητα πολλών σεναρίων χρήσης σε σχέση με άτομα και αριθμό διεπαφών. Άρα θα πρέπει να δειχτεί υλοποίηση με :

- Πολλά άτομα να χειρίζονται το καθένα από μία διεπαφή επιτελώντας διαφορετικό έργο για τον καθένα.
- Ένα άτομο να χειρίζεται πολλές διεπαφές για περάτωση ενός συγκεκριμένου έργου.
- Ένα άτομο να χειρίζεται μία διεπαφή για ένα συγκεκριμένο έργο.

Το μόνο, το οποίο τεχνικά πραγματοποιεί η διεπαφή είναι να αποστέλλει την πλευρά που κοιτάζει ο χρήστης. Την πραγματική λειτουργία της δραστηριότητας που συμμετέχει ο κάθε χρήστης του κύβου την επιτελεί ένα λογισμικό. Το λογισμικό μέσω της ανάδρασης με τον κύβο πραγματοποιεί το εκπαιδευτικό έργο ή της διασκέδασης. Έτσι ο κύβος σε συνδυασμό με το λογισμικό μπορεί να καλύψει όλο το εύρος των βαθμίδων εκπαίδευσης αλλά και όλα τα θεματικά αντικείμενα. Η τοποθέτηση σε μία πλευρά του κύβου με λίγα λόγια μπορεί να σημαίνει απάντηση σε μία ερώτηση, μετακίνηση μία εικόνας, πραγματοποίησης μίας μαθηματικής πράξης, εκκίνησης μίας διαδικασίας σε παιχνίδι, απόφαση σε μία ερώτηση

κ.ο.κ.. Η χρήση εντωμεταξύ παραπάνω του ενός κύβου από ένα άτομο πολλαπλασιάζει την χρηστικότητα και δυνατών εφαρμογών χρήσης του.

Στο κομμάτι του λογισμικού οι απαιτήσεις πρέπει να καλύψουν παραμετροποίηση, εμφάνιση και χρήση, καθώς η επικοινωνία θα πρέπει να είναι δεδομένη και να μην απαιτείται πρόσβαση από τον χρήστη της διεπαφής. Η χρήση της διεπαφής θα γίνεται από εκπαιδευόμενο μέσω επίβλεψης από κάποιον εκπαιδευτικό και ο εκπαιδευτικός είναι αρμόδιος για την χρήση της εφαρμογής όταν αφορά εκπαιδευτική χρήση. Κατά την χρήση για διασκέδαση ο τρίτος συμβαλλόμενος μπορεί να είναι και ο ίδιος ο χρήστης της διεπαφής.

Με βάση το παραπάνω μοντέλο χρήσης η εφαρμογή θα πρέπει να δίνει την δυνατότητα παραμετροποίησης με εύκολο τρόπο ώστε να την πραγματοποιήσει ο συντονιστής του εκάστοτε χώρου είτε αυτός είναι ο εκπαιδευτικός είτε ο χρήστης κάθε αυτού της συσκευής. Το περιβάλλον να είναι όσο πιο απλό και κατανοητό εμποδίζοντας λανθασμένες ενέργειες αλλά να προσφέρει και ικανοποιητική ανάδραση κατά την χρήση, ειδικά σε περιπτώσεις λαθών και δυσχερειών.

Αυτά θα πρέπει να είναι τα κύρια χαρακτηριστικά από πλευράς λογισμικού ώστε να επιτευχθεί η χρηστικότητα της διεπαφής.

Σημαντική απαίτηση είναι η λειτουργία της συσκευής σε πολλαπλά περιβάλλοντα χωρίς να επηρεάζεται από λειτουργικό σύστημα ή άλλους παράγοντες. Δηλαδή το λογισμικό θα πρέπει να είναι το μόνο τμήμα τού όλου τεχνουργήματος το οποίο θα πρέπει να προσαρμοστεί σε τυχόν αλλαγή τέτοιων παραμέτρων λειτουργίας.

### Κόστη Υλοποίησης

Όπως προαναφέρθηκε η διεπαφή πρέπει να συνοδεύεται από την τεχνική κατασκευή και το λογισμικό σύνδεσης και χρήσης. Επομένως το κόστος θα πρέπει να υπολογιστεί σε αυτά τα τρία τμήματα.

- Κόστος Λογισμικού σύνδεσης\επικοινωνίας: Το κόστος σε αυτή την κατηγορία είναι μηδενικό καθώς δεν απαιτείται ούτε κλειστοί οδηγοί, ούτε ειδικό λογισμικό καθώς ότι απαιτείται υπάρχει σχεδόν σε κάθε μοντέρνο Η/Υ ή παρόμοια συσκευή.

- Κόστος Λογισμικού Χρήσης της Διεπαφής: Υπάρχουν Εργαλεία Ανοικτού Κώδικα αλλά και κλειστού τα οποία επιτρέπουν ελεύθερη χρήση τους για την απαιτούμενη κατασκευή των Εφαρμογών. Άρα και σε αυτή την κατηγορία το κόστος θεωρείται μηδενικό.
- Υλικά Κατασκευής Διεπαφής: Για την υλική κατασκευή θα χρησιμοποιηθούν και εδώ υλικά και συσκευές Ανοικτού Υλικού κατά κύριο λόγο οπότε το κόστος θα μείνει χαμηλά για τον κύβο. Η κατασκευή επίσης θα μπορεί να περιλαμβάνει και υλικά από εναλλακτικούς κατασκευαστές χωρίς μεταβολή του υλοποιημένου κώδικα όπως θα παρουσιαστεί.

Σε τελική ανάλυση δηλαδή το κόστος κρίνεται ως ελάχιστο με πιθανότητα περαιτέρω μείωσης του.

Συνοψίζοντας οι Απαιτήσεις εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) με την στήλη "ΑΦΟΡΑ" να εμφανίζει πιο από τα δύο κομμάτια της υλοποίησης Λογισμικό ή συσκευή πρέπει να καλύψει την ανάγκη.

**Πίνακας 2 - Απαιτήσεις Τεχνουργήματος και Δοκιμαστικών Εφαρμογών (Συστήματος Διεπαφής)**

| A/A | ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ  | ΑΦΟΡΑ                 |
|-----|---|-----------------------|
|     | <b>ΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ</b>  |                       |
| 1   | Κάλυψη Διασκέδασης και Εκπαίδευσης                            | ΣΥΣΚΕΥΗ,<br>ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ |
| 2   | Ηλικιακός Προσδιορισμός                                       | ΣΥΣΚΕΥΗ,<br>ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ |
| 3   | Ευρύ φάσμα Δραστηριοτήτων με την Χρήση της Διεπαφής           | ΣΥΣΚΕΥΗ               |
| 4   | Χρήση Ανοικτού Λογισμικού                                     | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ             |
| 5   | Χρήση Ανοικτών Τεχνολογιών σε Υλικό                           | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ             |
| 6   | Μειωμένο κόστος κατασκευής                                    | ΣΥΣΚΕΥΗ,<br>ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ |
| 7   | Να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από Άτομα Ειδικών Κατηγοριών      | ΣΥΣΚΕΥΗ               |
| 8   | Αυτονομία των μεταβολών ανάμεσα στην διεπαφή και το Λογισμικό | ΣΥΣΚΕΥΗ,<br>ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ |
|     | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΥΛΙΚΟΥ)</b>                          |                       |
| 1   | Ευκολία στην χρήση  | ΣΥΣΚΕΥΗ               |
| 2   | Σταθερότητα   | ΣΥΣΚΕΥΗ               |



|  |  |                     |
|--|--|---------------------|
| 3  | Ικανοποιητικό Μέγεθος (με βάση τις Μη λειτ. Απαιτ.)                  | ΣΥΣΚΕΥΗ             |
| 4  | Ικανοποιητικό Βάρος (με βάση τις Μη λειτ. Απαιτ.)                    | ΣΥΣΚΕΥΗ             |
| 5  | Απλότητα κατασκευής (επιδέξιμο μεταβολών)                            | ΣΥΣΚΕΥΗ             |
| 6  | Απλή Λογική Επικοινωνίας με Συστήματα                                | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΥΛΙΚΟΥ |
| 7  | Κανένα Πρόσθετο βήμα εκτός της τοποθέτησης                           | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΥΛΙΚΟΥ |
| 8  | Έλλειψη επικινδυνότητας κατά την χρήση                               | ΣΥΣΚΕΥΗ             |
| 9  | Συμπαγής - χωρίς διασπώμενα τμήματα                                  | ΣΥΣΚΕΥΗ             |
| 10                                       | Χωρίς μεγάλη ακτινοβολία κατά την λειτουργία                         | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΥΛΙΚΟΥ |
| 11                                       | Εμφανή στοιχεία ενδείξεων πλευράς                                    | ΣΥΣΚΕΥΗ             |
| 12                                       | Δυνατότητα χάραξης τεχνικής Μπράιντ                                  | ΣΥΣΚΕΥΗ             |
| 13                                       | Χωρίς καλώδια σύνδεσης   | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΥΛΙΚΟΥ |
| <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ)</b> |  |                     |
| 1  | Παραμετροποιήσιμη Εφαρμογή   | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΧΡΗΣΗΣ |
| 2  | Κατανοητό Οπτικό Περιβάλλον  | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΧΡΗΣΗΣ |
| 3  | Ευκολία στην χρήση   | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΧΡΗΣΗΣ |
| 4  | Αποφυγή Λαθών από χρήστη   | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΧΡΗΣΗΣ |
| 5  | Εμφάνιση κατανοητών ενδείξεων για λάθη                               | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΧΡΗΣΗΣ |
| 6  | Συμβατότητα λογισμικού με άλλα περιβάλλοντα (Σε ικανοποιητικό βαθμό) | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΧΡΗΣΗΣ |
| 7  | Ευχάριστο περιβάλλον   | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΧΡΗΣΗΣ |
| 8  | Χρήση Ταυτόχρονα από πολλά άτομα                                     | ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ<br>ΧΡΗΣΗΣ |

## 3.2 Αρχιτεκτονική του Συστήματος (Λογισμικό - Υλικό)

### Υλικοτεχνικές Απαιτήσεις και Υλοποίηση

Ξεκινώντας με την αναζήτηση λύσεων για την κάλυψη των Μη λειτουργικών απαιτήσεων, έκρινα ότι θα ήταν ιδανική η δημιουργία ενός κύβου, ως γεωμετρικό σχήμα, για το αντικείμενο της διεπαφή.

Κατά την άποψη μου ένας κύβος έχει όλα τα χαρακτηριστικά για την κάλυψη των Μη λειτουργικών και Λειτουργικών απαιτήσεων και αποσαφηνίζω τους λόγους.

Τα χαρακτηριστικά του, τα οποία προσδιορίζουν την κάλυψη των Απαιτήσεων είναι :

- Έχει 6 πλευρές οι οποίες είναι παράλληλες μεταξύ τους άρα πάντα μπορεί να εμφανίσει την μέγιστη σταθερότητα για τον μετέπειτα προσδιορισμό θέσης.
- Το πλήθος πλευρών (6) αυξάνει τις επιλογές κάποιου για χρήση σε μεγάλο εύρος υλοποιήσεων.
- Εσωτερικά, σαν χώρος, μπορούν ηλεκτρικά στοιχεία να διευθετηθούν πιο σωστά λόγω επίπεδων επιφανειών π.χ. σε σχέση με ένα τριγωνικό ή πολυγωνικό σχήμα.
- Η αυξομείωση των διαστάσεων του γίνεται συμμετρικά άρα η μεταβλητότητα του μεγέθους είναι πιο εύκολα υπολογίσιμη.
- Είναι εύκολα διαχειρίσιμος από μικρούς και μεγαλύτερης ηλικίας χρήστες με βάση τα ανατομικά χαρακτηριστικά τους.
- Μία από τις πλευρές του μπορεί να είναι ορισθεί ως προσβάσιμη για το εσωτερικό του μέσω ειδικού καπακιού το οποίο θα είναι η ίδια του η πλευρά χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερος χειρισμός της.
- Προφανώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε εκπαιδευτική διαδικασία αλλά και για διασκέδαση αφού απαιτεί μικρό χώρο χρήσης και άλλωστε υπάρχουν παρόμοια κλασικά παιχνίδια με μορφή κύβων ακόμα και σε νηπιακές ηλικίες.

Το υλικό το οποίο θα κατασκευαστεί ο κύβος θα μπορούσε να είναι τύπου Plexiglass όμως η οπτική πρόσβαση στο εσωτερικό αλλά και η σχεδίαση του θα έπρεπε να περιοριστεί σε εκτυπώσιμο χαρτί/χαρτόνι στην εξωτερική πλευρά γεγονός το οποίο δεν θα άφηνε εμφανισιακά ωραίο αποτέλεσμα, αλλά ταυτόχρονα θα επέτρεπε πιθανή καταστροφή του κατά την χρήση. Η κατασκευή του και η διαμόρφωση θα απαιτούσε χειροκίνητη ενέργεια

η οποία δεν θα μπορούσε να μεταβληθεί άμεσα. Σημαντικό επίσης χαρακτηριστικό είναι ότι οι διαστάσεις σε τέτοιου είδους κατασκευές δεν θα ήταν απόλυτα συμβατές με το επιθυμητό μέγεθος για μείωση όγκου της κατασκευής.

Για τον λόγο αυτό θεώρησα ως υποχρεωτική την λύση κατασκευής με 3D εκτύπωση μοντέλου κύβου. Επέλεξα την λύση PLA πλαστικού εκτύπωσης για πιο σταθερό πλαίσιο κατασκευής καθώς είναι πιο σκληρό σε σχέση με άλλους τύπους. Το κόστος του επίσης είναι λίγο χαμηλότερο από τα υπόλοιπα.

Προχώρησα την μοντελοποίηση σε 3D εφαρμογή με βάση τις διαστάσεις των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων τα οποία θα έπρεπε να τοποθετηθούν εντός του κύβου και διαπιστώθηκε ότι με συγκεκριμένη τοποθέτηση τους η μικρότερη διάσταση του κύβου θα πρέπει να είναι διαστάσεων εξωτερικά τουλάχιστον : 8cm μήκος X 8cm πλάτος X 8cm ύψος.

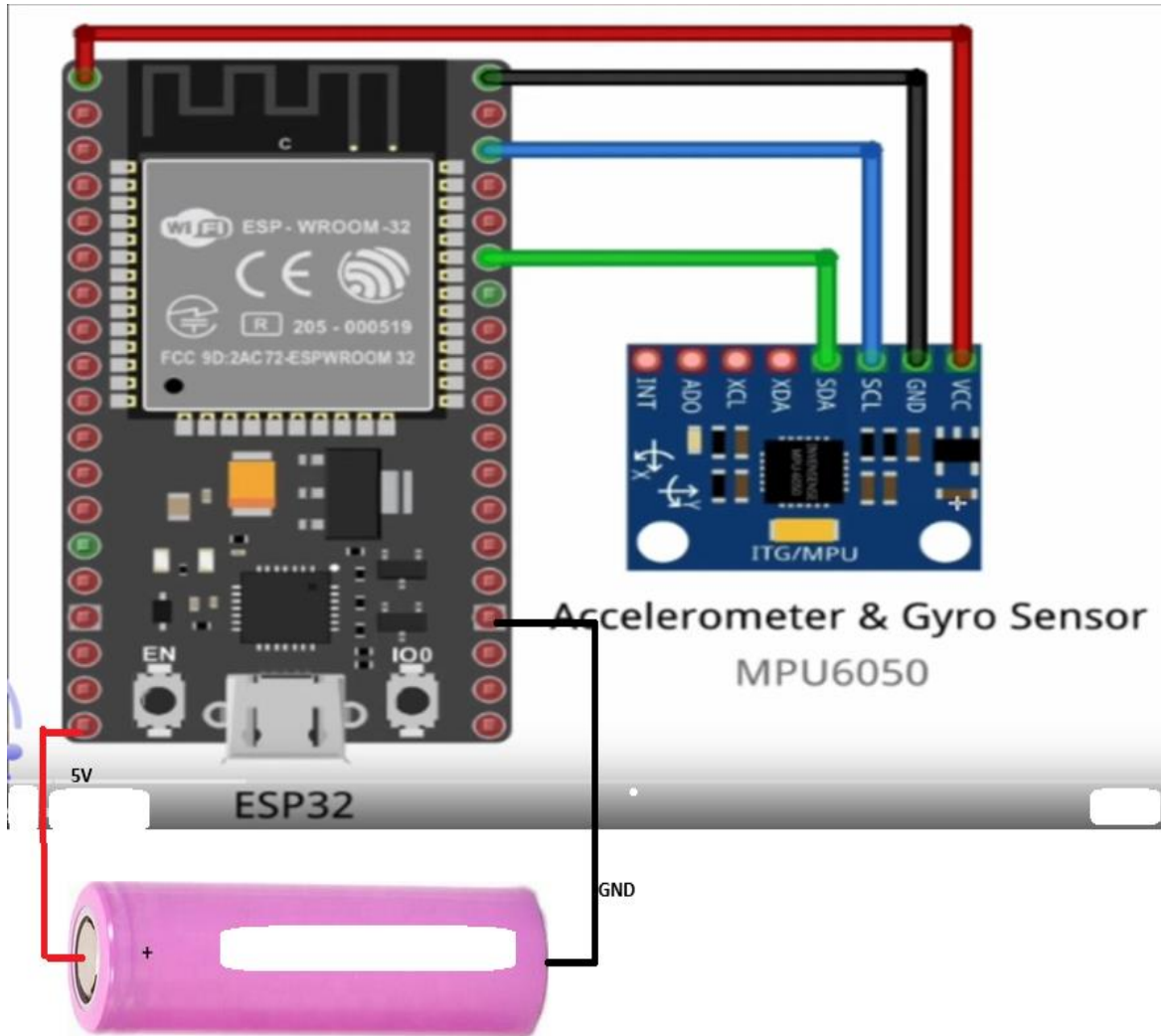
Ο κύβος με αυτά τα χαρακτηριστικά και πάχος τοιχομάτων περί τα 5mm χωρίς τα ηλεκτρονικά κυκλώματα ζυγίζει κοντά στα 98gr και με τα ηλεκτρονικά κυκλώματα συμπεριλαμβανομένης της πηγής ενέργειας 187 γραμμάρια. Το βάρος και μέγεθος καλύπτει σε μεγάλο βαθμό την ανάγκη για μειωμένο βάρος και όγκο.

Τα ηλεκτρονικά του τμήματα και τα οποία καλύπτουν τις προδιαγραφές αποτελούνται από μία συσκευή ESP32 Arduino με Bluetooth V5, ένα σένσορα MPU6050 (Επιταχυνσιόμετρο και Γυροσκόπιο), ένα Shield για μπαταρία 18650 3.7V 3500mAh με έξοδο για 3.3V και 5V με ανορθωτή τάσης και φόρτιση με usb C και μία μπαταρία 1 Λιθίου 18650.

Η επικοινωνία επιτυγχάνεται μέσω Bluetooth επομένως η ακτινοβολία είναι κατά το δυνατόν ελάχιστη, επικινδυνότητα λόγω αυξημένου ρεύματος κρίνεται η ελάχιστη δυνατή καθώς και η χρήση του shield μειώνει τις πιθανότητες υπερφόρτισης / υποφόρτισης με προβληματικά αποτελέσματα για την μπαταρία.

Η συσκευή Esp32 απαιτεί 3.3V ονομαστική τιμή για να λειτουργήσει, όμως με την χρήση του πρόσθετου σένσορα, όπου και αυτός πρέπει να τροφοδοτείται από 3.3V, αλλά και η συνεχόμενη χρήση του Bluetooth για την επικοινωνία απαιτεί τουλάχιστον τροφοδοσία από πηγή 5V.

Η συνδεσμολογία που ακολουθεί (Εικόνα 4) καθώς και τυχόν πρόσθετα στοιχεία ακολουθεί κλασική υλοποίηση με χρήση αυτών των τριών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.



Εικόνα 4 - Συνδεσμολογία ΗΛ. κυκλώματος για το τεχνούργημα

Μετά από πρακτικό έλεγχο χρήσης της συσκευής στην τελική της μορφή, διαπιστώθηκε ότι η συσκευή λειτουργεί απρόσκοπτα για πάνω από 8 ώρες συνεχόμενης εκπομπής σε σύνδεση.

Μία τέτοια συνδεσμολογία τυπικά απαιτεί:

#### Ωριαία Κατανάλωση

**Esp32** -> 80mA

**Bluetooth** -> 30mA

**MPU6050** -> 3,9mA

#### Απόδοση Shield 18650 -> 90%

Μία Μπαταρία 18650 3,7V, 3500mAh κατά προσέγγιση θα υποστηρίξει την συσκευή όπως παρακάτω :

$$(Esp32 + Bluetooth + MPU6050)mAh = 80 + 30 + 3,9 = 113,9mAh$$

Η Συσκευή είναι συνδεδεμένη σε 5V παροχή.

Άρα σαν συσκευή απαιτεί κατανάλωση ύψους σε κανονική λειτουργία :

$$P(watt) = V(v) * I(mAh) = 5V * 113mAh = 569,5mW$$

Η Μπαταρία επομένως πρέπει να παρέχει στην συσκευή την ώρα:

$$I(\mu\text{παταρίας}) = \frac{P(watt)}{V(\mu\text{παταρίας}) * \text{Απόδοση}}$$

$$I(\mu\text{παταρίας}) = \frac{569,5mW}{3,7V * 0.90} = \frac{569,5mW}{3,33V} \approx 171mA$$

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της μπαταρίας, η μέγιστη διάρκεια της θα μπορούσε να είναι :

$$\text{Διάρκεια Χρήσης} = \frac{\text{Χωρητικότητα}}{\text{Κατανάλωση}} = \frac{3500mAh}{171mAh} = 20.5 h$$

Η Ελάχιστη διάρκεια συνεχόμενης χρήσης της συσκευής με ανταλλαγή δεδομένων, δηλαδή σε πλήρη λειτουργία, πλησιάζει τις 20 ώρες. Αν δεχτούμε ότι η συσκευή δεν θα είναι σε λειτουργία συνεχόμενη αυτό το όριο μεγαλώνει ακόμα περισσότερο.

#### Εξίσωση 1 - Υπολογισμός αναγκών κατανάλωσης και παροχής Ρεύματος

Σε επίπεδο Υλικής κατασκευής επομένως καλύπτω όλες τις Λειτουργικές και μη Λειτουργικές απαιτήσεις.

### **Απαιτήσεις Λογισμικού για την Λειτουργία της Διεπαφής**

Η διεπαφή για να μπορεί να επικοινωνήσει και να επιτελέσει την λειτουργία της απαιτεί την συγγραφή κώδικα σε ειδικό περιβάλλον για προγραμματισμό της (Arduino IDE).

Το περιβάλλον παρέχεται δωρεάν καθώς και όλες οι ειδικές βιβλιοθήκες προγραμματισμού των αισθητήρων που απαιτούνται.

Τον κώδικα τον υλοποίησα σε γλώσσα C/C++ for Arduino. Χρησιμοποιώντας τις εγγενείς βιβλιοθήκες του περιβάλλοντος και χωρίς εξωτερικές ειδικές βιβλιοθήκες και ακολουθώντας πεπατημένες τεχνικές για την χρήση της συσκευής.

Έγινε ιδιαίτερη προσπάθεια να παρέχονται και στοιχεία Debugging κατά την εκτέλεση (γεγονός το οποίο αυξάνει προφανώς το μέγεθος του κώδικα) αλλά και οι υπολογισμοί που πραγματοποιούνται να είναι όσο πιο σαφής και απλοί γίνεται.

Δύο είναι τα σημαντικότερα σημεία τα οποία χρειάζεται να επεξηγηθούν για την λειτουργία του κύβου.

Το πρώτο είναι η επικοινωνία με το Bluetooth και πως αυτή υλοποιείται στον κώδικα και το δεύτερο είναι ο τρόπος αναγνώρισης της πλευράς που κοιτάει ο κύβος μέσω του επιταχυνσιόμετρου.

Αυτά είναι που αναλύω αποκλειστικά παρακάτω. Για αναφορά σε όλες τις λειτουργίες του κύβου και τον τελικό ολοκληρωμένο κώδικα, παρατίθεται ο σχετικός κώδικας στο κατάλληλο Παράρτημα στο τέλος της Εργασίας.

### **Επικοινωνία με Bluetooth**

Οποιαδήποτε συσκευή χρησιμοποιεί το Bluetooth περνάει από διάφορα στάδια επικοινωνίας ώστε να πραγματοποιηθεί ή τελική σύνδεση και αναγνώριση της συσκευής.

Το ίδιο συμβαίνει και με την διεπαφή του κύβου.

**Σημείωση** : Οποιαδήποτε συσκευή διαθέτει κύκλωμα δικτύωσης πχ. WIFI, Bluetooth ενσύρματο ή ασύρματο μέσω σύμβασης πρέπει να διαθέτει 2 υποχρεωτικά χαρακτηριστικά MAC ADDRESS δηλαδή ένα μοναδικό χαρακτηριστικό με το οποίο θα την ξεχωρίζουμε μοναδικά σε διευθυνσιοδοτήσεις και ένα όνομα.

Αρχικά η σύνδεση πραγματοποιείται μέσω του Λειτουργικού Συστήματος της συσκευής με ρόλο Host και του κυκλώματος του Κύβου (Esp23). Αφού αντιληφθούν τα πρωτόκολλα επικοινωνίας τότε αποστέλλει ο host ένα σήμα αυθεντικοποίησης (συνήθως με μορφή pin και αποδοχή σύνδεσης).

Στην περίπτωση μας και καθώς η ανταλλαγή ή σύνδεση της διεπαφής δεν επιφέρει επισφάλειες, όπως χάσιμο δεδομένων, έλλειψη ασφάλειας στην επικοινωνία, καθώς η συσκευή μόνο αποστέλλει και δεν λαμβάνει στοιχεία, παραλήφθηκε. Αυτό έγινε για λόγους ταχύτητας επικοινωνίας, αλλά και μείωσης πολυπλοκότητας κατά την σύνδεση της από τον βασικό χειριστή του λογισμικού. Παρόλα αυτά η ενσωμάτωση τέτοιου ελέγχου είναι μικρής μεταβολής σε κώδικα και μπορεί να πραγματοποιηθεί αν απαιτηθεί αποκλειστικά.

Αφού η συσκευή αναγνωρισθεί καταχωρίζεται στο Λειτουργικό σύστημα ως "γνωστή" συσκευή (paired/known) σε ζεύξη. Από εκεί και έπειτα οποιαδήποτε εφαρμογή έχει ανάγκη ανάγνωσης της διεπαφής, την αναζητά με την ονομασία της είτε με το MAC ADDRESS που αυτή εκπέμπει για να λάβει την απάντηση που ο κύβος στέλνει.

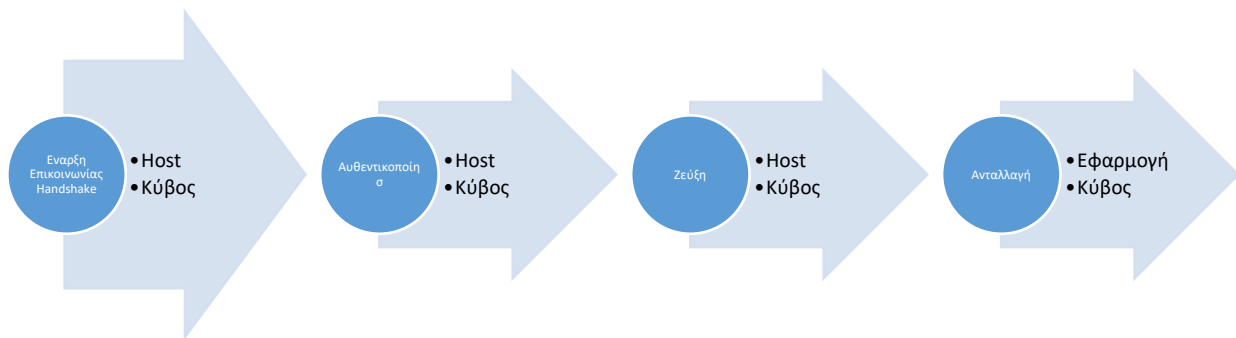
Ο κύβος στέλνει συνεχόμενα την ονομασία του, την Mac Address του και έναν αριθμό που δηλώνει την πλευρά που αυτός κοιτάει.

Το ακριβές λεκτικό είναι της μορφής:

Ονομασία Κύβου;MacAddress[:::];X

Π.χ. ΚΥΒΟΣ\_1;87:87:98:76:e4:23;2

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα(Εικόνα 5) φαίνονται τα βήματα σε περίληψη (τα βήματα αυτά περιέχονται και στο κατάλληλο παράρτημα στο τέλος της εργασίας για την ζεύξη σε περιβάλλον Windows):



Εικόνα 5 - Διαδικασία σύναψης Σύνδεσης μέσω Bluetooth

Ο κώδικας που υλοποιεί την επικοινωνία με την εφαρμογή και αποστολή του λεκτικού ακολουθεί (αποτελεί τμήμα του κυρίως κώδικα έχοντας αφαιρέσει άλλα μη σχετικά κομμάτια που όμως χρησιμοποιούνται κατά την λειτουργία του κύβου):

| Αποκομμένος Κώδικας από το Βασικό   | Επεξήγηση  |
|---|--|
| #include "BluetoothSerial.h"  | Χρήση της βιβλιοθήκης Bluetooth από το σύστημα για την πιο απλή επικοινωνία μορφής SPP (Serial Port Profiling)   |
| void setup() {<br>SerialBT.begin(DEVICENAME);<br>pinMode(LEDBLUE, OUTPUT);<br>MACADDRESS=macAddress();<br>}   | Ανοίγουμε την συσκευή ώστε να εκπέμπει και ενδεικτικά ανάβουμε και ένα LED που αυτή διαθέτει για να δούμε οπτικά την λειτουργικότητα της. Και λαμβάνουμε και την Mac Address για μετέπειτα χρήση   |
| void loop() {<br>side=0;//arxika I pleura einai 0<br>if (SerialBT.connected()) {<br>String strSent = DEVICENAME + ";"<br>+<br>MACADDRESS +<br>";" +<br>findSide();<br>SerialBT.println(strSent);<br>} else { // allios I sindesi diakopike }<br>} | Σε συνεχή επικοινωνία και όσο είναι συνδεδεμένη η συσκευή θα αποστέλλουμε το ονομα,macaddress και την πλευρά του κύβου. Ο τρόπος που η πλευρά βρίσκεται θα αναλυθεί αμέσως παρακάτω.<br>Σε περίπτωση που χαθεί η σύνδεση απλώς κλείνει το LED. |



### Έλεγχος της Πλευράς που είναι Επάνω στον Κύβο

Το δεύτερο σημαντικό τμήμα κώδικα του κύβου είναι σε μορφή συνάρτησης. Η ονομασία της είναι findSide().

Αρχικά πρέπει να αναφερθεί πως και τι κάνει ο αισθητήρας MPU6050 ή αλλιώς αισθητήρας επιταχυνσιόμετρου - γυροσκόπιου.

Σε απλή μετάφραση των δυνατοτήτων του το επιταχυνσιόμετρο μας δίνει πληροφορία σε 3 διαστάσεις, για το πως κινείται ο αισθητήρας σε σχέση με το βαρυτικό πεδίο της γης.

Το γυροσκόπιο μας δείχνει την γωνία την οποία είναι τοποθετημένος ο αισθητήρας σε σχέση με την γη.

Η χρήση του επιταχυνσιόμετρου απαιτείται για να γνωρίσουμε ποια πλευρά, ενός αντικειμένου το οποίο περιέχει τον αισθητήρα, κοιτάει επάνω. Το γυροσκόπιο δεν μας δείχνει την θέση αισθητήρα και γης, αλλά σε οποιαδήποτε στιγμή σε ποια γωνία είναι ο αισθητήρας ασχέτως θέσης παράλληλα με την γη.

Οι τιμές που παίρνει το επιταχυνσιόμετρο αποδίδονται κατά άξονα τριών διαστάσεων X,Y,Z και έχουν δεκαδικό εύρος τιμών από -1.00 έως 1.00.

Η τεχνική, η οποία χρησιμοποιείται για να βρεθεί η θέση της πλευράς του κύβου, απαιτεί την τοποθέτηση του αισθητήρα επάνω σε ένα σταθερό σημείο, όσο παράλληλα γίνεται με τον πάγκο εργασίας και με την μεγάλη του επιφάνεια να ακουμπάει τον πάγκο.

Από εκεί και έπειτα καταγράφουμε τις τιμές που διαβάζουμε στα X,Y,Z του αισθητήρα για να δούμε στην σταθερή θέση του (αρχική) τι τιμές δίνει. Αν είναι απόλυτα παράλληλος με τον πάγκο τότε θεωρητικά θα έχουμε μια μορφή X,Y,Z όπου θα εμφανίζεται μία κατάσταση τιμών περίπου (X=1,Y=0,Z=0). Αν καταφέρουμε και τοποθετήσουμε ακριβώς ανάποδα τον αισθητήρα στην ίδια θέση τότε θα πρέπει να δούμε κάτι παρόμοιο με (X=-1,Y=0,Z=0). Το ίδιο θα συνέβαινε αν τον βάζαμε να κοιτάει προς τα πάνω ή κάτω ή να τον γείρουμε στο πλάι αριστερά η δεξιά πάντα σε 90 μοίρες γωνίας. Απλώς το 1 θα μετακινούνταν στα άλλα Y,Z π.χ. (X=0,Y=-1,Z=0).

Η διεπαφή που σχεδιάζουμε είναι κύβος. Άρα κάθε της πλευρά είναι σε ορθή γωνία με κάθε άλλη(κάθετες πλευρές γεωμετρικά). Ο αισθητήρας φροντίζουμε να τοποθετηθεί σε οριζόντια θέση όπως στον πάγκο εργασίας μέσα στον κύβο. Αυτό σημαίνει ότι όποτε γυρίσουμε τον κύβο σε μία πλευρά του εκτός της αρχικής αυτό θα μεταβάλει υποχρεωτικά

κατά 1 μονάδα (με κάποιες αποκλίσεις μικρές σε δεκαδικά) κάποιο από τα X,Y,Z. Έχοντας προϋπολογίσει τι σχέση έχει το X,Y,Z και αριθμώντας από πριν τις πλευρές του κύβου, γνωρίζουμε ότι ο συνδυασμός X,Y,Z σε κάθε περίπτωση για εμάς θα σημαίνει ότι βλέπει την πλευρά 1, 2, κ.ο.κ. Για να μην μπούμε όμως σε αυτή την διαδικασία μπορούμε να βρούμε αρχικά ποιο μέγεθος X,Y,Z είναι μεγαλύτερο στις μισές πλευρές και αναλόγως αν αυτές είναι θετικές σε 1 οι αρνητικές να βρούμε τις άλλες πλευρές.

Αυτό κάνει ο παρακάτω κώδικας, ελέγχει ποια τιμή είναι μεγαλύτερη μεταξύ των X,Y,Z. και μετά βρίσκει αν είναι θετική θα δείχνει η τάδε πλευρά του κύβου, αν είναι αρνητική θα είναι η ακριβώς απέναντι του και παράλληλα.

**Σημείωση :** Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο αισθητήρας από μόνος του αλλά και λόγω περιβάλλοντος να εμφανίσει απόκλιση, την οποία συνήθως ο κατασκευαστής αναφέρει στις προδιαγραφές του αισθητήρα. Οφείλει να ληφθεί υπόψιν κατά τους υπολογισμούς, αν απαιτείται απόλυτη ακρίβεια όπως σε ένα Drone για την λειτουργία του. Το τεχνούργημα στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν απαιτεί την μέγιστη ακρίβεια, οπότε έχει συμπεριληφθεί μία απλή λογική ελέγχου για τυχόν διαφορετικές κλίσεις του.

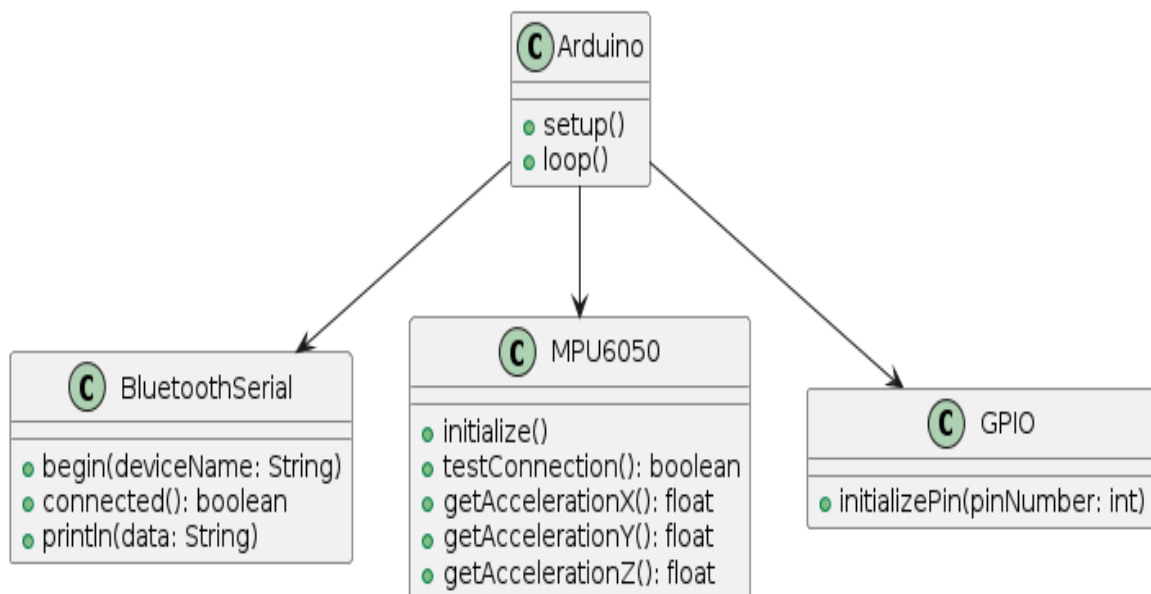
| Αποκομμένος Κώδικας από το Βασικό  | Επεξήγηση   |
|--|---|
| <pre>#include "I2Cdev.h" #include "MPU6050.h" #include "Wire.h" ....</pre>   | <p>Οι απαραίτητες βιβλιοθήκες συστήματος όπου ξεχωρίζει καθαρά αυτή του αισθητήρα. Οι άλλες δύο απαιτούνται για την επικοινωνία με τον αισθητήρα. Επειδή η σύνδεση γίνεται με καλώδια ο αισθητήρας επικοινωνεί με άλλο πρωτόκολλο με το ESP32 (Wire.h) και επειδή η επικοινωνία πρέπει να είναι duplex απαιτείται και η I2C γέφυρα.</p>   |
| <pre>..... int findSide() {   int currentSide=0;   float xAccel =   accelgyro.getAccelerationX();   float yAccel =   accelgyro.getAccelerationY();   float zAccel =   accelgyro.getAccelerationZ();    float absX = abs(xAccel);   float absY = abs(yAccel);   float absZ = abs(zAccel);   if (absX &gt; absY &amp;&amp; absX &gt; absZ) {     if (xAccel &gt; 0) {       currentSide = 3; // Side 3</pre> | <p>Αρχικά διαβάζουμε τις τιμές για τα X,Y,Z του αισθητήρα.<br/>         Παίρνουμε την θετική τιμή για να δούμε ποιο από όλα είναι μεγαλύτερο άρα ποια είναι η πλευρά (αφού ξέρουμε πως έχουμε τον κύβο στην πλευρά που θέλουμε να είναι η βασική μας)<br/>         Στην δική μου υλοποίηση ο κύβος ήταν στην πλευρά 1. Μπορεί να το παρατηρήσει κάποιος καθώς το Y δείχνει τον κάθετο άξονα άρα ελέγχω για μεγαλύτερο το X και του Z που σημαίνει είμαι η στο 1 ή στο 6(κάτω μεριά). Αν τώρα είναι και αρνητικός είμαι στο 6 και όχι στο 1.<br/>         Τελικά μετά τους ελέγχους επιστρέφω απλώς το νούμερο της πλευράς</p> |

```

} else { // allios
  currentSide = 5; // Side 5
}
} else if (absY > absX && absY > absZ)
{
  if (yAccel > 0) {
    currentSide = 6; // Side 6
  } else {
    currentSide = 1; // Side 1
  }
} else {
  if (zAccel > 0) {
    currentSide = 4; // Side 4
  } else {
    currentSide = 2; // Side 2
  }
}
return currentSide;
}
.....

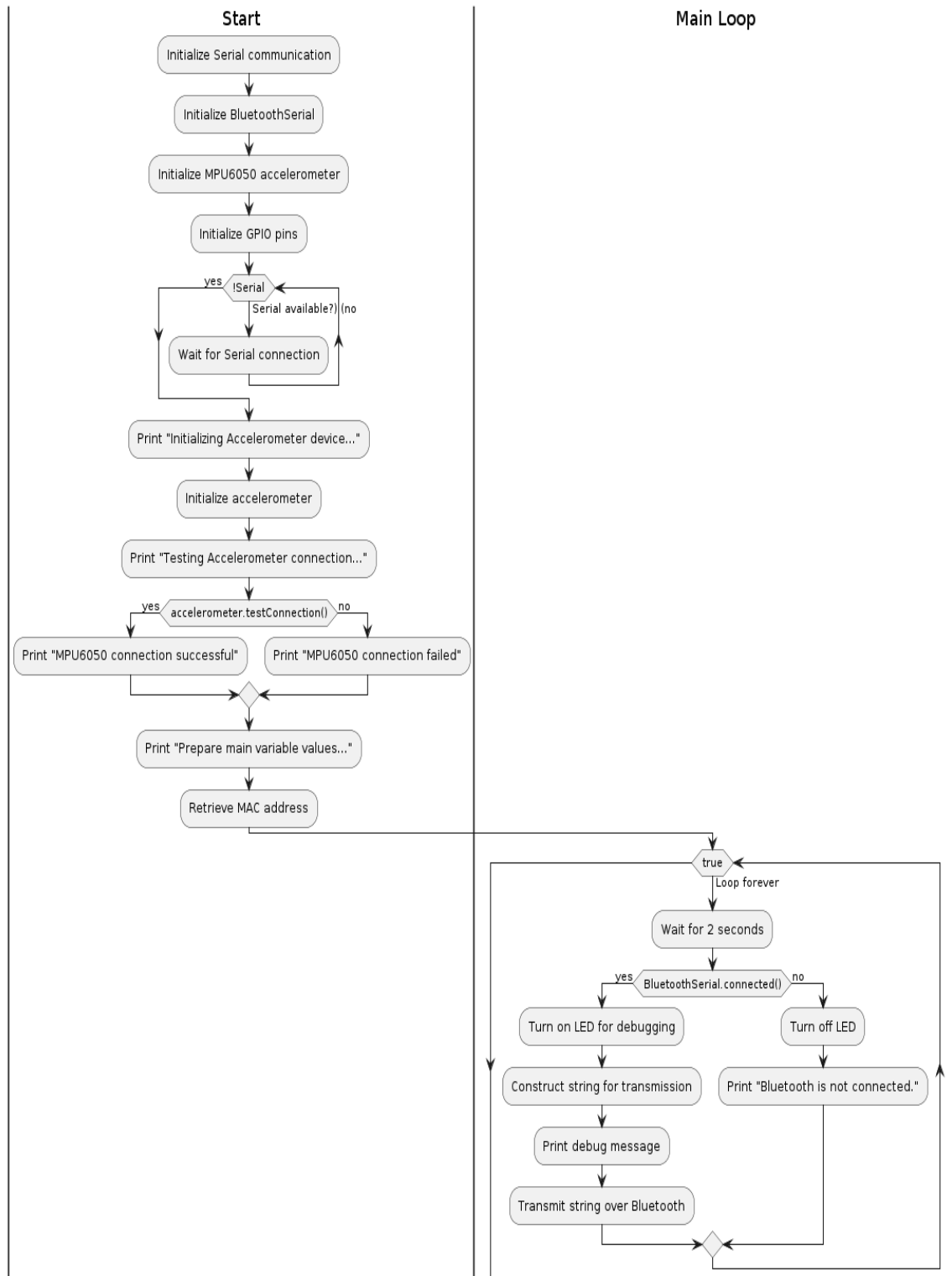
```

Το ακόλουθο είναι το Class Διάγραμμα του κώδικα του κύβου.



Εικόνα 6 -Class Diagram για τον κώδικα του ESP32

Ακολουθεί ένα διάγραμμα Activity (Εικόνα 7) με την πλήρη λειτουργία του κώδικα του κύβου



Εικόνα 7 - Activity Diagram του Κώδικα του Κύβου

### **Απαιτήσεις Λογισμικού Επίδειξης Χρήσης του Κύβου**

Για την Λειτουργία της διεπαφής και την επίδειξη πιθανών σεναρίων χρήσης για την αποτελεσματικότητα χρήσης της και εξαγωγής συμπερασμάτων, χρησιμοποίησα για την συγγραφή την γλώσσα Java στην έκδοση 21. Κυρίως γιατί μπορεί να εκτελεστεί σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα, διαθέτει πλήθος βιβλιοθηκών για όλες σχεδόν τις χρήσεις και φυσικά δεν έχει κόστος χρήσης (τουλάχιστον για μη εμπορική εκμετάλλευση) μέσω των κατάλληλων εκδόσεων με άδειες ανοικτού λογισμικού.

Το περιβάλλον δημιουργίας ήταν το Apache Netbeans έκδοση 21.

Οι βιβλιοθήκες για την επικοινωνία του Bluetooth είναι οι BlueCove 2.1.1.

Η έκδοση JDK είναι το 21 64bit.

Στην εργασία αυτή και για επίδειξη της χρηστικότητας του κύβου δημιούργησα μία πρωτότυπη εφαρμογή για ερωταπαντήσεις (η οποία μπορεί να μεταλλαχθεί και για να εμφανίσει εικόνες ή ακόμα και ήχους βίντεο αν απαιτηθεί με τον τρόπο που έχει κατασκευαστεί μέσω XML) και ένα παιχνίδι συνδυαστικής (το γνωστό mastermind) για χρήση με πολλούς κύβους (MasterCubes). Η πρώτη εφαρμογή τεκμηριώνει μία παρουσίαση σεναρίων χρήσης ενός κύβου σε διεπαφή με ένα άτομο. Χωρίς να απαγορεύεται ταυτόχρονη συμμετοχή πολλών ατόμων και πολλών κύβων με χρήση από το κάθε άτομο αποκλειστικά. Για το παιχνίδι με τους χρωματικούς συνδυασμούς MasterCubes υπάρχει χρήση πολλών κύβων ταυτόχρονα από ένα άτομο.

### **Εφαρμογή Ερωταπαντήσεων QuizCubes**

Στην εφαρμογή αυτή ο κύριος χειριστής σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον θεωρείται ο εκπαιδευτικός και οι χειριστές της διεπαφής οι εκπαιδευόμενοι.

Αυτός είναι που θα καθορίσει το Ερωτηματολόγιο που θα χρησιμοποιήσουν για απαντήσεις οι εκπαιδευόμενοι. Στην εφαρμογή παρέχονται ενσωματωμένα 2 μικρού μεγέθους απλά ερωτηματολόγια για την επίδειξη. Προφανώς μία τέτοια υλοποίηση αφορά σε μεγαλύτερο ηλικιακά κοινό, όμως οι ερωτήσεις σε άλλη έκδοση εφαρμογής θα μπορούσαν να αντικατασταθούν από εικόνες, προτάσεις, ήχους προσαρμοσμένα δηλαδή σε άλλο ηλικιακό κοινό αλλά και δυνατοτήτων μάθησης.

Η χρήση XML για την διαμόρφωση του ερωτηματολογίου πιθανόν απαντήσεων καθώς και ποια εκ των προσφερόμενων απαντήσεων είναι η σωστή, επιτρέπει την παρακολούθηση των απαντήσεων από τους εκπαιδευόμενους και άμεσα να διαπιστώσει ο εκπαιδευτικός την ανάγκη εμβάθυνσης σε κάποιο θέμα. Επίσης η παραμετροποίηση των κύβων με αντιστοίχιση σε κύβο ανά χρήστη, όπου ο κάθε κύβος αντιστοιχίζεται σε κάποιο χρήστη μπορεί να ελέγξει απόλυτα την εκπαιδευτική ανάγκη του κοινού.

Όταν ο εκπαιδευτικός εκκινήσει κάποιο ερωτηματολόγιο τότε εμφανίζονται η ερώτηση, οι πιθανές απαντήσεις και όταν επιλέξει ο εκπαιδευτικός διαβάζονται οι απαντήσεις των κύβων, εμφανίζοντας την σωστή απάντηση αλλά και τι απαντήθηκε από κάθε χρήστη και τι σκορ σωστών έχει μέχρι εκείνη την στιγμή.

Αν θέλει ο καθηγητής λήγει το ερωτηματολόγιο νωρίτερα ή μπορεί να επιστρέψει σε άλλη ήδη απαντημένη ερώτηση (χωρίς φυσικά να μπορεί να την επανεξετάσει σε απαντήσεις).

Η συμμετοχή των κύβων υπάρχει μόνο κατά την απάντηση σε ερωτήσεις, οπότε είναι απολύτως κατανοητό ότι ο κύβος σαν συσκευή δεν περιορίζει το πεδίο της εφαρμογής, αλλά αφήνει τον κατασκευαστή λογισμικού να τον χρησιμοποιήσει όπως εκείνος επιθυμεί δημιουργώντας του όσο λιγότερα εμπόδια γίνεται σε σενάρια 1-1 χρήστης - κύβος αλλά και πολλοί χρήστες με 1 κύβο ανά χρήστη.

Ακολουθεί η μορφή του XML για την διαμόρφωση των QUIZ.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<Quiz>
  <name>ΔΙΑΣΗΜΟΤΗΤΕΣ</name>
  <Questions>
    <Question>
      <no>1</no>
      <description>ΠΟΙΟΣ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ</description>
      <answer1>1. ΒΟΛΙΕΡΟΣ</answer1>
      <answer2>2. ΣΛΗΜΑΝ</answer2>
      <answer3>3. ΜΑΚΙΑΒΕΛΙ</answer3>
      <answer4>4. ΡΟΥΣΣΩ</answer4>
      <answer5>5. ΚΟΛΟΜΒΟΣ</answer5>
      <answer6>6. ΒΕΣΠΟΥΚΙ</answer6>
      <correct>5</correct>
    </Question>
    <Question>
      <no>2</no>
      <description>Ο ΠΡΩΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΠΟΥ ΠΑΘΗΣΕ ΣΤΗΝ ΣΕΛΗΝΗ ΗΤΑΝ
    </description>
      <answer1>1. ΓΟΥΕΙΝ</answer1>
      <answer2>2. ΜΠΙΝΕΡ</answer2>
```

```

<answer3>3. ΑΡΜΣΤΡΟΝΓΚ</answer3>
<answer4>4. ΚΟΝΕΡΙ</answer4>
<answer5>5. ΠΟΤΕΜΚΙΝ</answer5>
<answer6>6. ΝΑΒΑΡΟ</answer6>
<correct>3</correct>
</Question>
</Questions>
</Quiz>

```

Επίσης η διαμόρφωση των κύβων σε σχέση με τους χρήστες καθορίζεται από ένα αρχείο τύπου properties. Σε αυτό η mac address κάθε κύβου αντιστοιχίζεται σε κάποιο χρήστη.

```

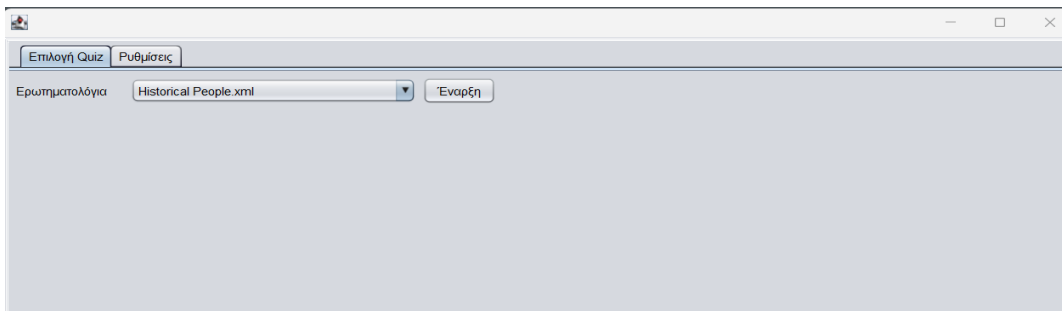
device1.MAC = a4:e5:7c:f7:7f:46
device2.MAC = c8:f0:9e:75:16:76
device3.MAC = 94:3c:c6:32:d4:aa
device4.MAC = cc:db:a7:53:4d:26
device1.assignedTo = ΓΙΩΡΓΟΣ
device2.assignedTo = ΧΡΗΣΤΟΣ
device3.assignedTo = ΜΑΡΙΑ
device4.assignedTo = ΟΛΓΑ

```

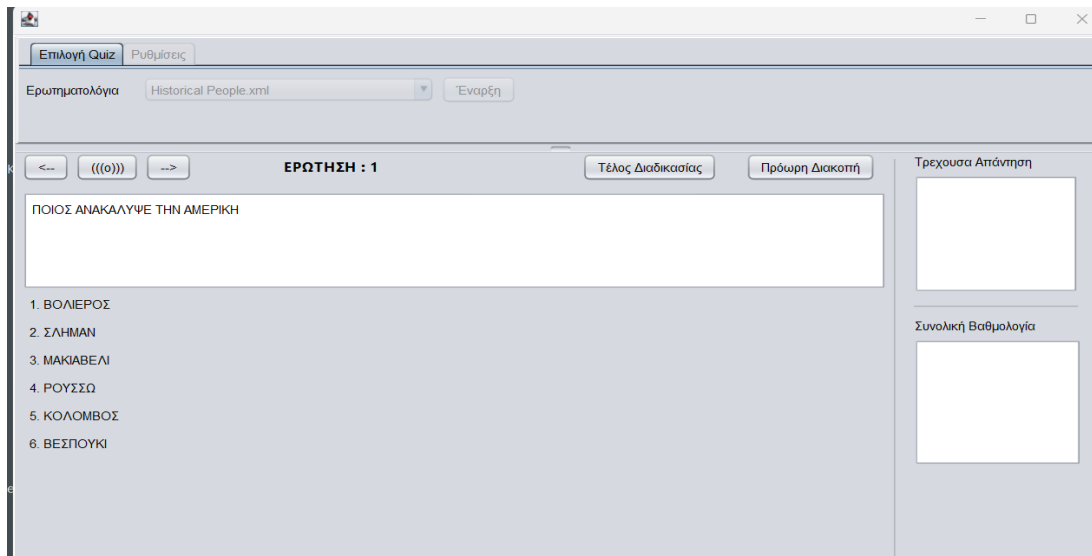
Επομένως ακόμα και αυτή η απλή εφαρμογή μπορεί χωρίς ιδιαίτερη μεταβολή να γίνει ένα πραγματικό εκπαιδευτικό εργαλείο για μεγαλύτερη ηλικιακή μεν κατηγορία, όπου οι εκπαιδευόμενοι θα έχουν αίσθηση χειρισμού multiple choice ερωτήσεων.

Ο εκπαιδευτής μπορεί απλά να δημιουργήσει το δικό του ερωτηματολόγιο και την φυσική αντιστοίχιση των κύβων ανά εκπαιδευόμενο. Το χαρακτηριστικό αυτό αν θέλει μπορεί να το χρησιμοποιήσει, για να ελέγξει την απόκριση/απόδοση δίνοντας βάση στα στατιστικά των απαντήσεων ή όχι ο εκπαιδευτικός.

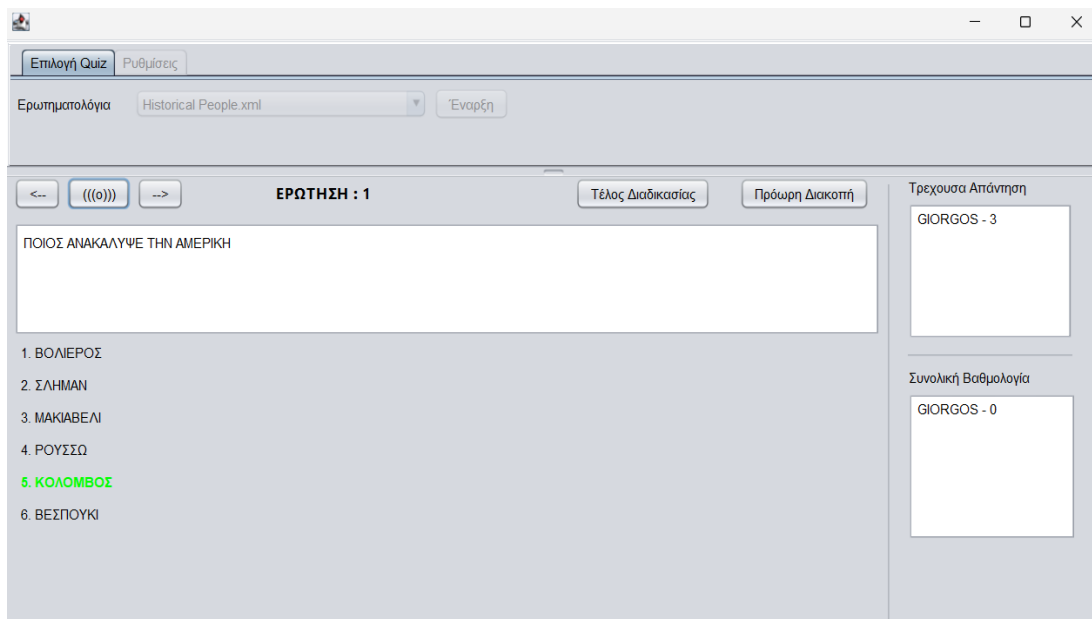
Ακολουθούν κάποιες οθόνες της εφαρμογής.



Εικόνα 8 - Η αρχική οθόνη επιλογής των ερωτηματολογίων

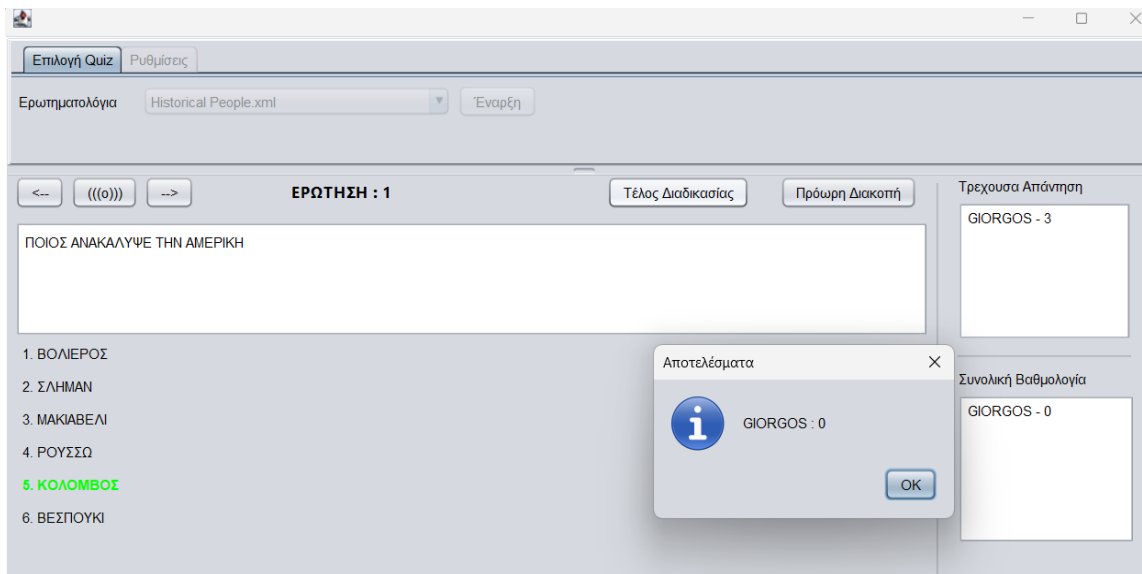


Εικόνα 9 - Η οθόνη με εμφάνιση κάποιας ερώτησης προς απάντηση

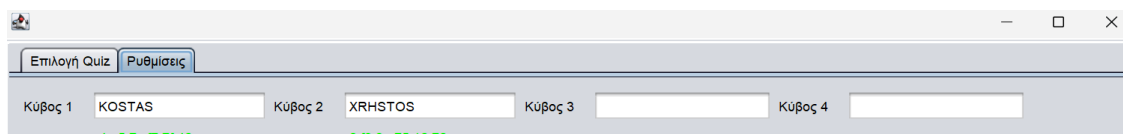


Εικόνα 10 - Η ερώτηση απαντήθηκε με την χρήση του κύβου από τον χειριστή του. Εμφανίζεται το σκορ, η σωστή απάντηση και ποια απάντηση διαβάστηκε από τον κύβο

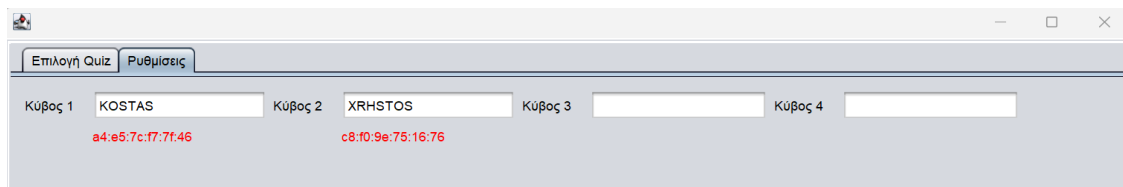




Εικόνα 11 - Η τελική οθόνη με στατιστικό για τα τελικά σκορ απαντήσεων



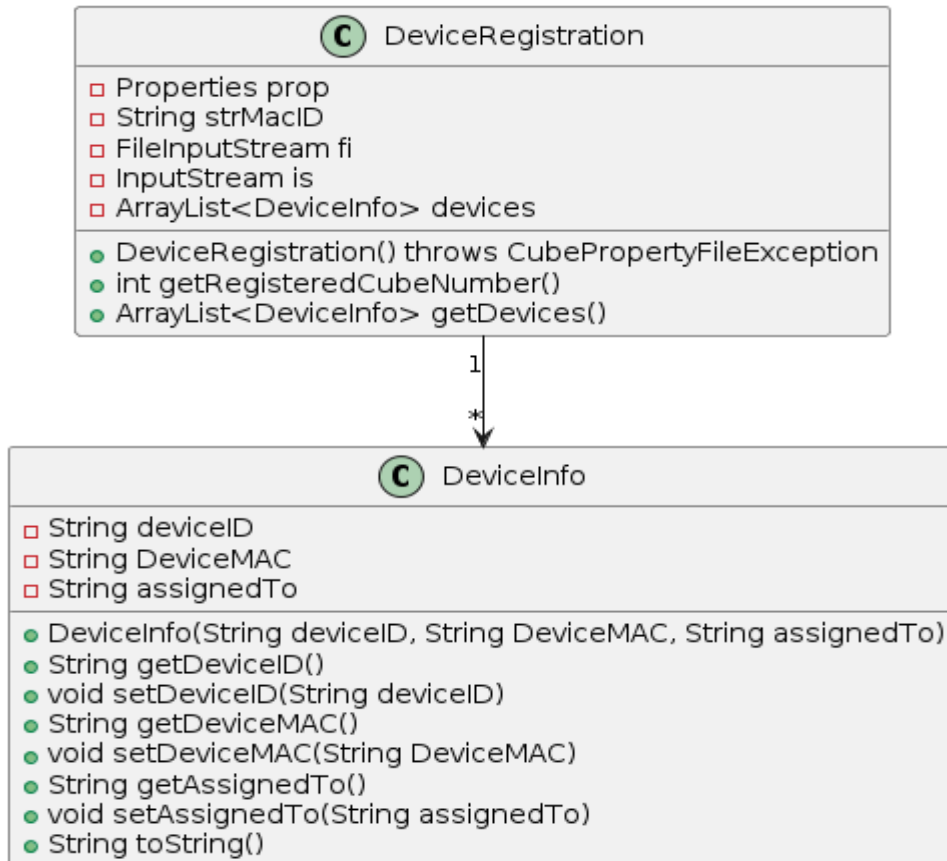
Εικόνα 12 - Η εφαρμογή διαθέτει ειδική οθόνη όπου δείχνει τον χρήστη και ποιον κύβο έχει. Με πράσινο εμφανίζονται οι ενεργοί αυτή την στιγμή κύβοι



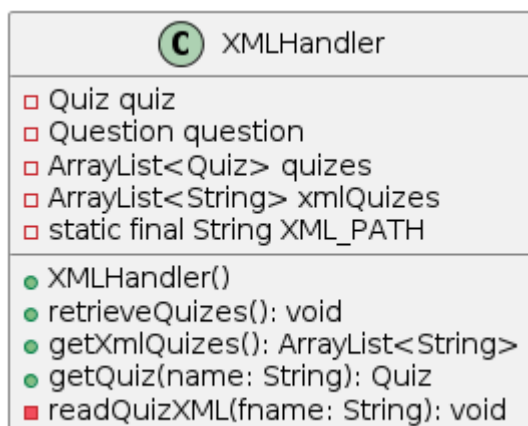
Εικόνα 13 - Με κόκκινο εμφανίζονται οι κύβοι αν δεν φαίνονται ενεργοί στο σύστημα

Εν συντομία η υλοποίηση του κώδικα με κάποια διαγράμματα (Εικόνα 14,15,16) δείχνει τον τρόπο που πραγματοποιείται η επικοινωνία και οι αποφάσεις κατά την εκτέλεση της σε μικρά τμήματα από Class Diagram για τα πιο κρίσιμα στοιχεία της εφαρμογής.

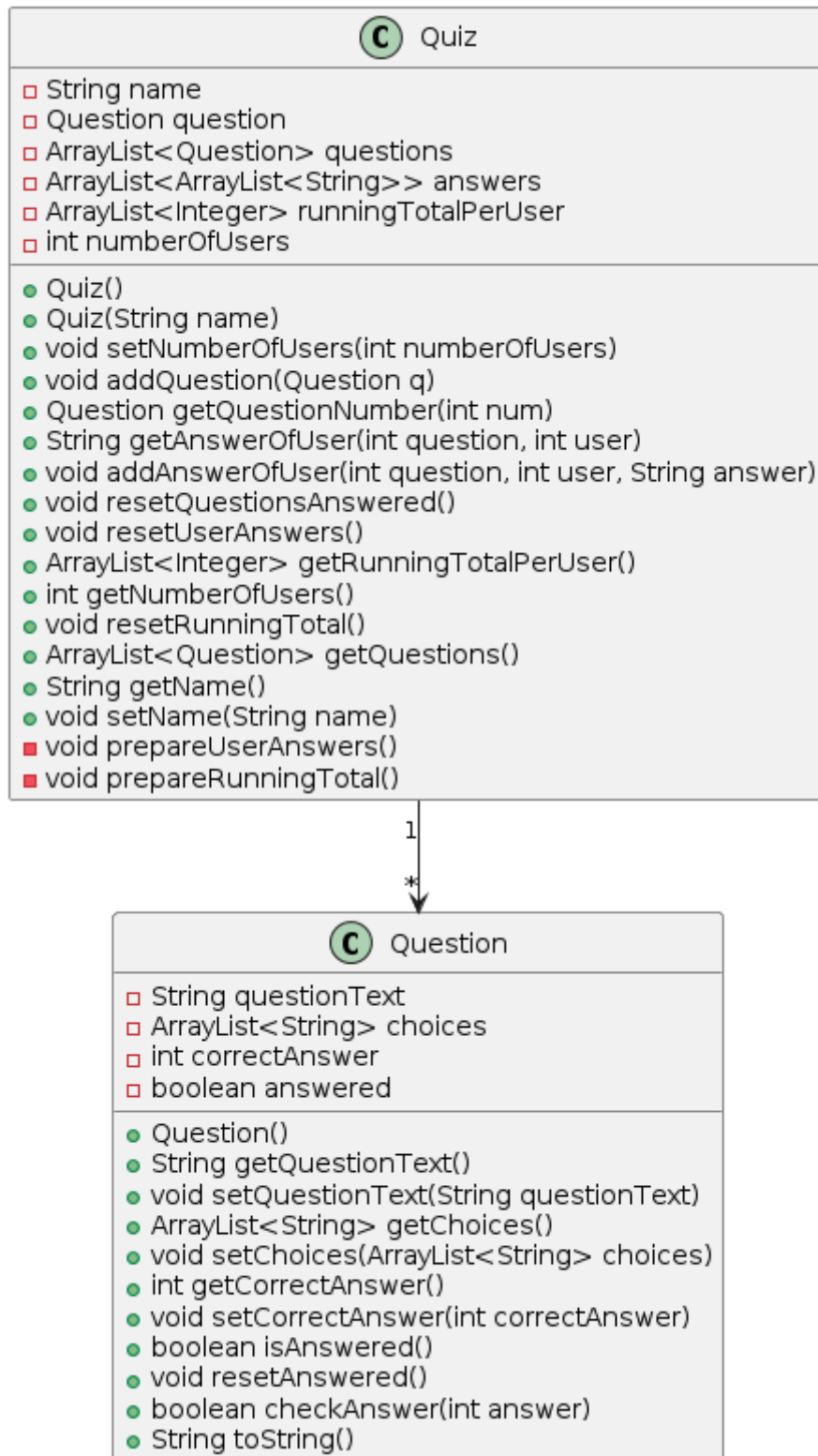
Τα διαγράμματα δραστηριότητας αποτελούν λεκτική απεικόνιση του κώδικα σε λειτουργίες.



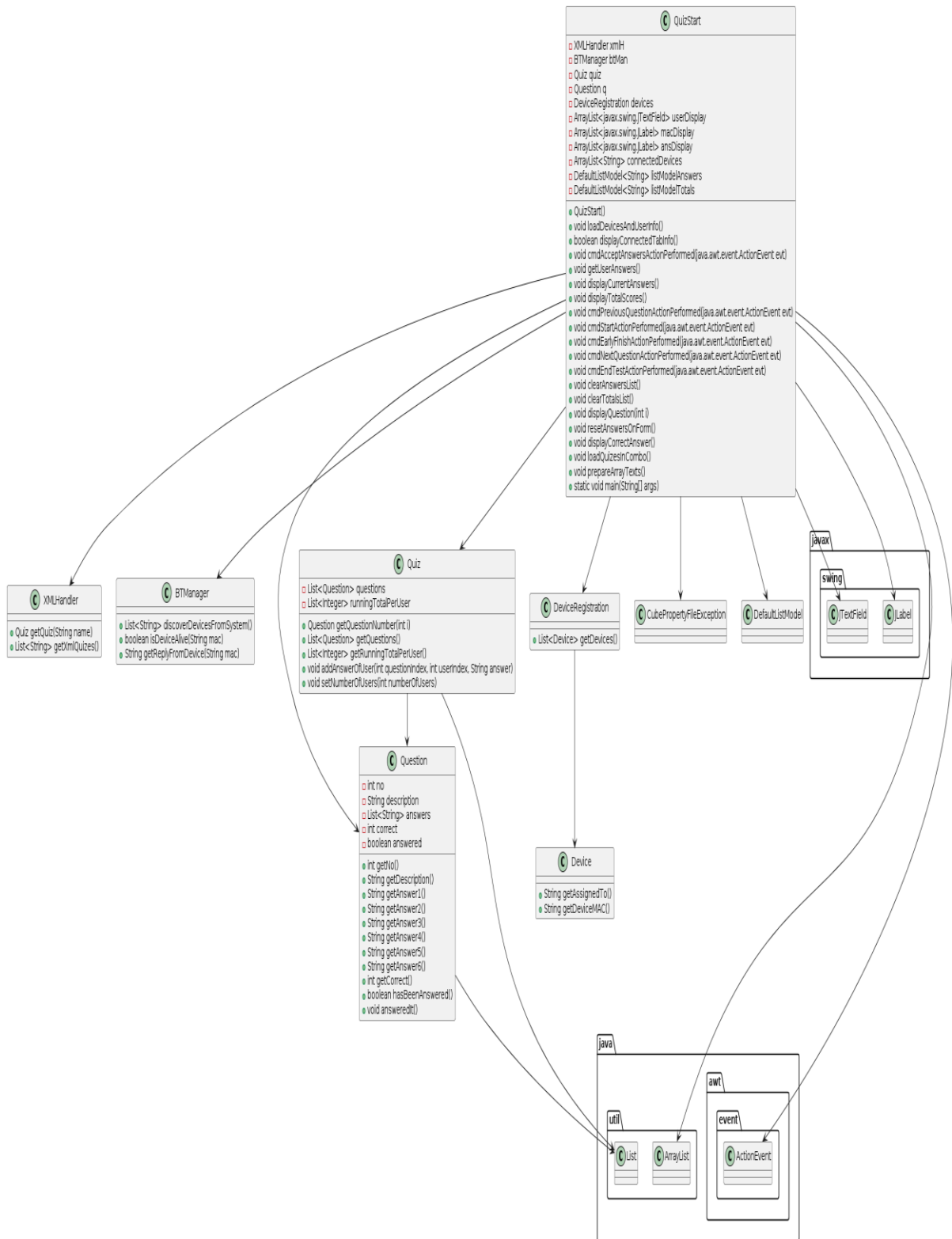
Εικόνα 14 - Class Diagram Τμήμα Στοιχείων κύβων εντός της εφαρμογής



Εικόνα 15 - Class diagram Κλάσης χειρισμού του XML

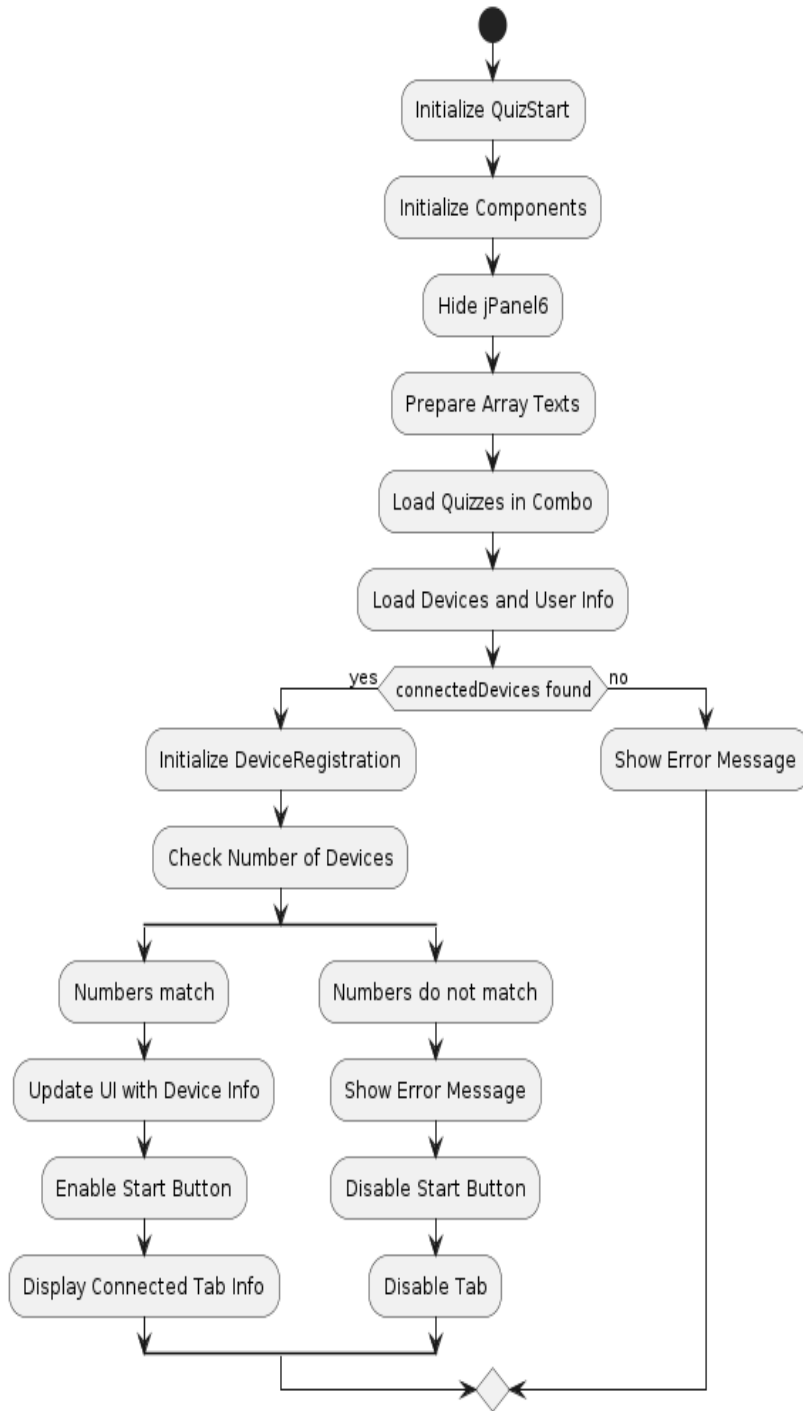


Εικόνα 16 - Class Diagram χειρισμού των Quiz Στην μνήμη

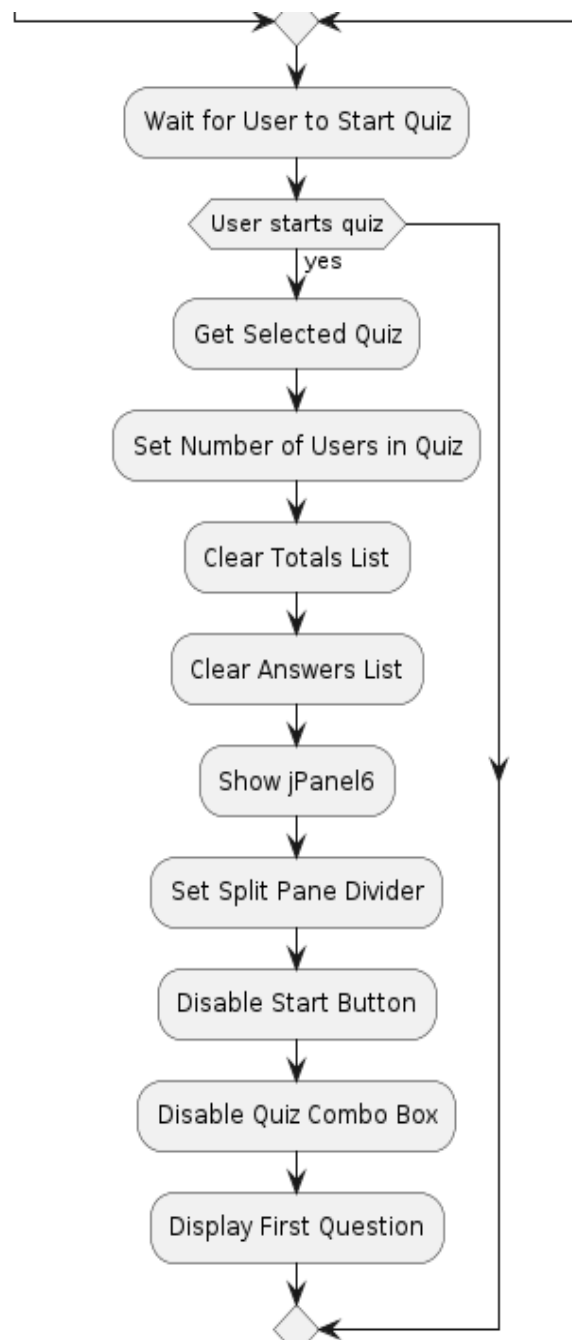


Εικόνα 17 - Σε πλήρη μορφή το Class diagram της Εφαρμογής QUIZCubes

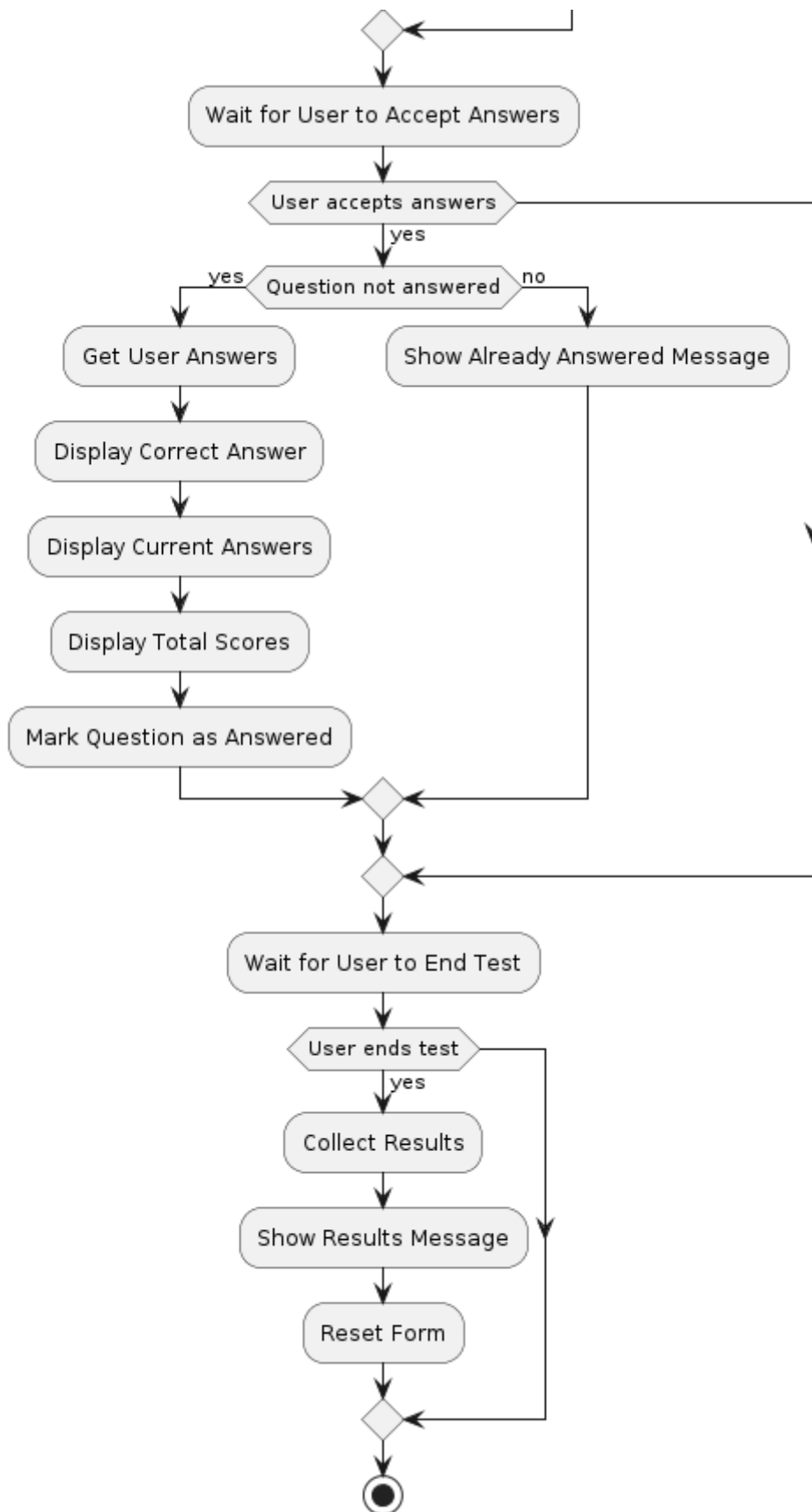
Το διάγραμμα Δραστηριότητας αναγκαστικά για λόγους ευκρίνειας έχει σπάσει σε τρεις συνεχόμενες εικόνες/τμήματα.



Εικόνα 18 - Το Activity Διάγραμμα της Εφαρμογής QUIZCubes (Τμήμα 1ο)



Εικόνα 19 - Το Activity Διάγραμμα της Εφαρμογής QUIZCubes (Τμήμα 2ο)



Εικόνα 20 - Το Activity Διάγραμμα της Εφαρμογής QUIZCubes (Τμήμα 3ο)

### Εφαρμογή Παιγιδιού MasterCubes

Στην εφαρμογή αυτή ο κύριος χειριστής ένας μοναδικός χρήστης ο οποίος καλείται να χρησιμοποιήσει και τις τέσσερις διεπαφές μόνος του.

Ο σκοπός είναι ο χρήστης να μπορέσει να βρει τον κρυμμένο συνδυασμό 4 μοναδικών χρωμάτων από τα (ΡΟΖ, ΜΠΛΕ, ΠΡΑΣΙΝΟ, ΚΟΚΚΙΝΟ, ΚΙΤΡΙΝΟ, ΜΩΒ/ΦΟΥΞΙΑ) μέσα σε 12 προσπάθειες. Μετά από κάθε προσπάθεια του εμφανίζονται στοιχεία για το πόσα χρώματα είναι σε απόλυτα σωστή θέση(Μαύρο), αν το χρώμα υπάρχει αλλά σε άλλη θέση(Ασπρο) ή δεν υπάρχει καθόλου(Γκρι).

Πρόκειται για ένα καθαρά παιχνίδι συνδυαστικής και λογικής.

Οι κύβοι (ως πρωτότυπο) διαθέτουν αυτοκόλλητο στο χρώμα που δείχνει η κάθε πλευρά για την τοποθέτηση τους, καθώς και ποιες κύβος σε σειρά είναι.

**Σημείωση:** Οι κύβοι δεν εμποδίζουν τον χρήστη να τους μπερδέψει, δηλαδή να τους βάλει σε λανθασμένη σειρά (άσχετη με τον αριθμό του κάθε κύβου) όμως είναι σίγουρο ότι έτσι δυσχεραίνει το έργο της απάντησης του κάθε φορά. Οι κύβοι είναι αυτόνομοι και ο χρήστης κατά την τοποθέτηση τους μπορεί να τους μπερδέψει (δεν γίνεται έλεγχος μεταξύ των κύβων ποιος είναι 1ος, 2ος κ.ο.κ.)

Ο Χρήστης τοποθετεί τα χρώματα και πατάει στην εφαρμογή το πλήκτρο έλεγχος για να του εμφανιστεί η απάντηση των πόσων είναι σωστά και πόσοι λάθος.

Στο τέλος αν ο χρήστης βρει την λύση πριν τις 12 προσπάθειες του εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα αλλιώς ότι έχασε.

Αν κατά την έναρξη δεν υπάρξει σύνδεση κύβου ενεργού, τότε η εφαρμογή όταν πατήσει έναρξη παιχνιδιού ο χρήστης μπαίνει σε λογική Demo όπου αντί να διαβάζει κύβους εμφανίζει απλώς τυχαία χρώματα για επίδειξη.

Με αυτό το παιχνίδι επιβεβαιώνεται η δυνατότητα ένας χρήστης να χρησιμοποιήσει πάνω του ενός κύβου για να φέρει εις πέρας κάτι το οποίο προσφέρεται από μία εφαρμογή.

Κατά τον ίδιο τρόπο με την προηγούμενη εφαρμογή υπάρχει ένα αρχείο properties το οποίο και αναγράφει τις mac address των κύβων που θα παίζουν στην εφαρμογή.



Η μορφή του είναι :

device1.MAC = a4:e5:7c:f7:7f:46

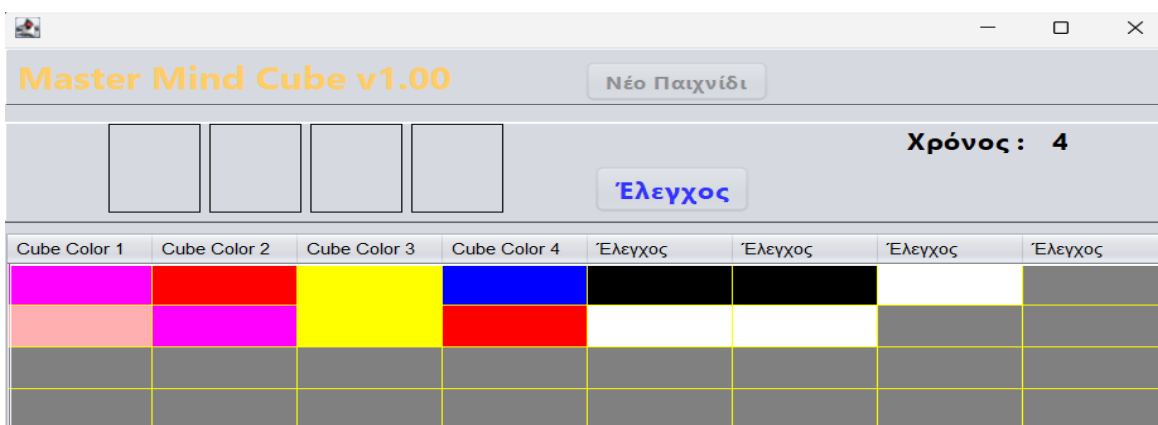
device2.MAC = c8:f0:9e:75:16:76

device3.MAC = 94:3c:c6:32:d4:aa

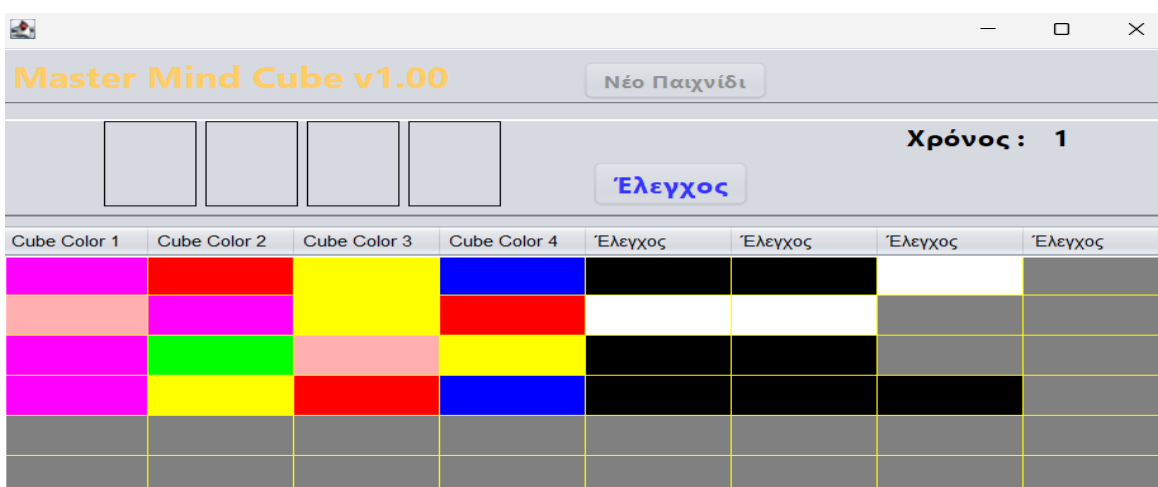
device4.MAC = cc:db:a7:53:4d:26

Η αντιστοίχιση χρωμάτων έχει γίνει στην επιφάνεια των κύβων με βάση το χαραγμένο αριθμό τους σε : (1= ΡΟΖ, 2=ΜΠΛΕ, 3=ΠΡΑΣΙΝΟ, 4=ΚΟΚΚΙΝΟ, 5=ΚΙΤΡΙΝΟ, 6=ΦΟΥΞΙΑ/ΜΩΒ). Δεν έχει γίνει μέριμνα για τυχόν άτομα με αχρωματοψία όμως ή αλλαγή των χρωμάτων είναι απλή αν χρειαστεί και στην εφαρμογή και στους κύβους.

Ακολουθούν ενδεικτικά κάποιες οθόνες κατά την εκτέλεση της εφαρμογής :

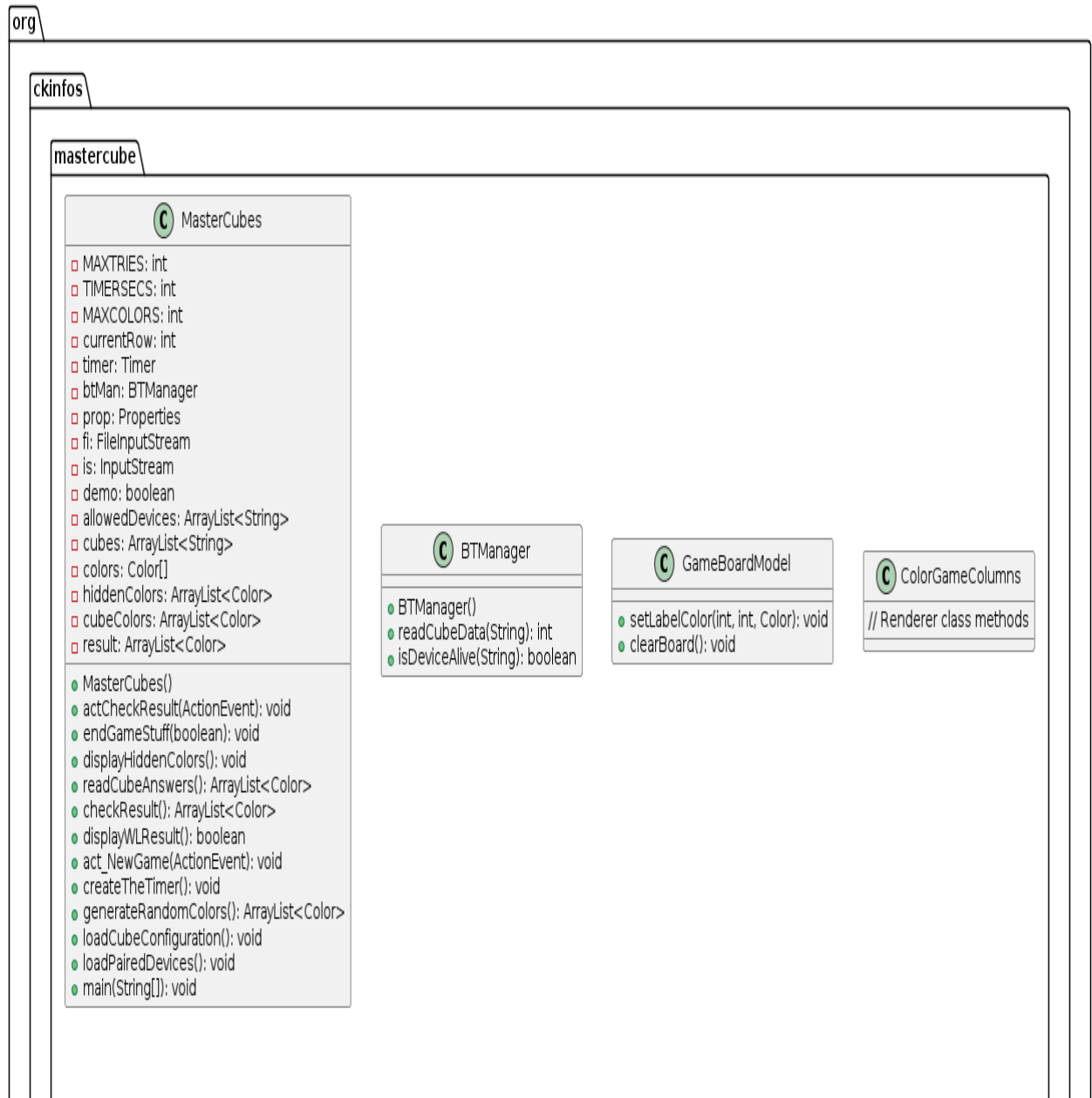


Εικόνα 21 - Εκτέλεση παιχνιδιού στην 2η προσπάθεια

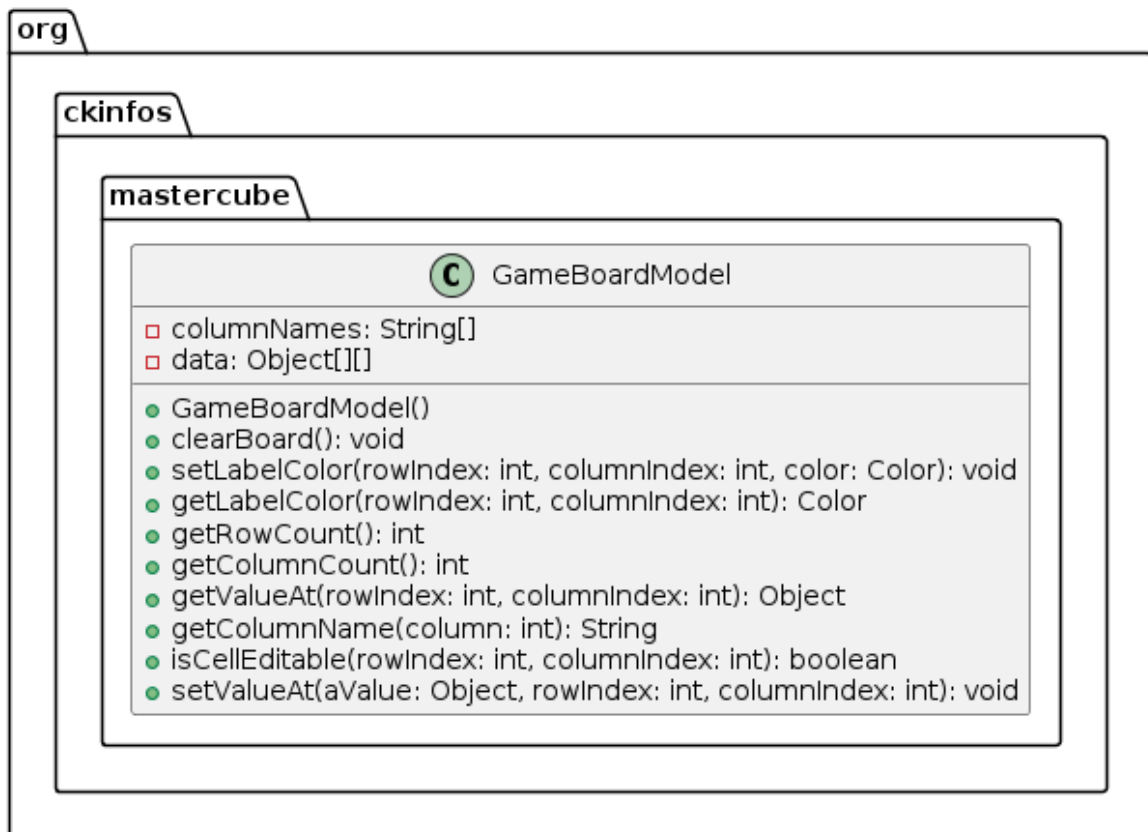


Εικόνα 22 - Εκτέλεση παιχνιδιού στην 4η προσπάθεια

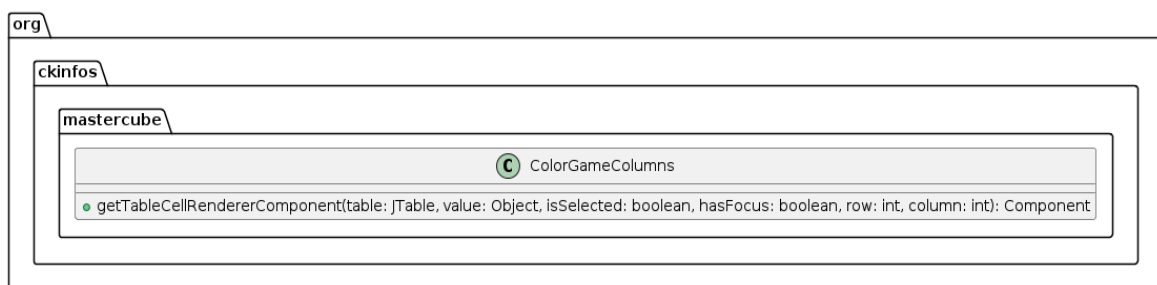
Ακολουθεί εν συντομία η υλοποίηση του κώδικα με κάποια διαγράμματα, δείχνει και εδώ τον τρόπο που πραγματοποιείται η επικοινωνία και οι αποφάσεις κατά την εκτέλεση, σε μικρά τμήματα από Class Diagram για τα πιο κρίσιμα στοιχεία της εφαρμογής.



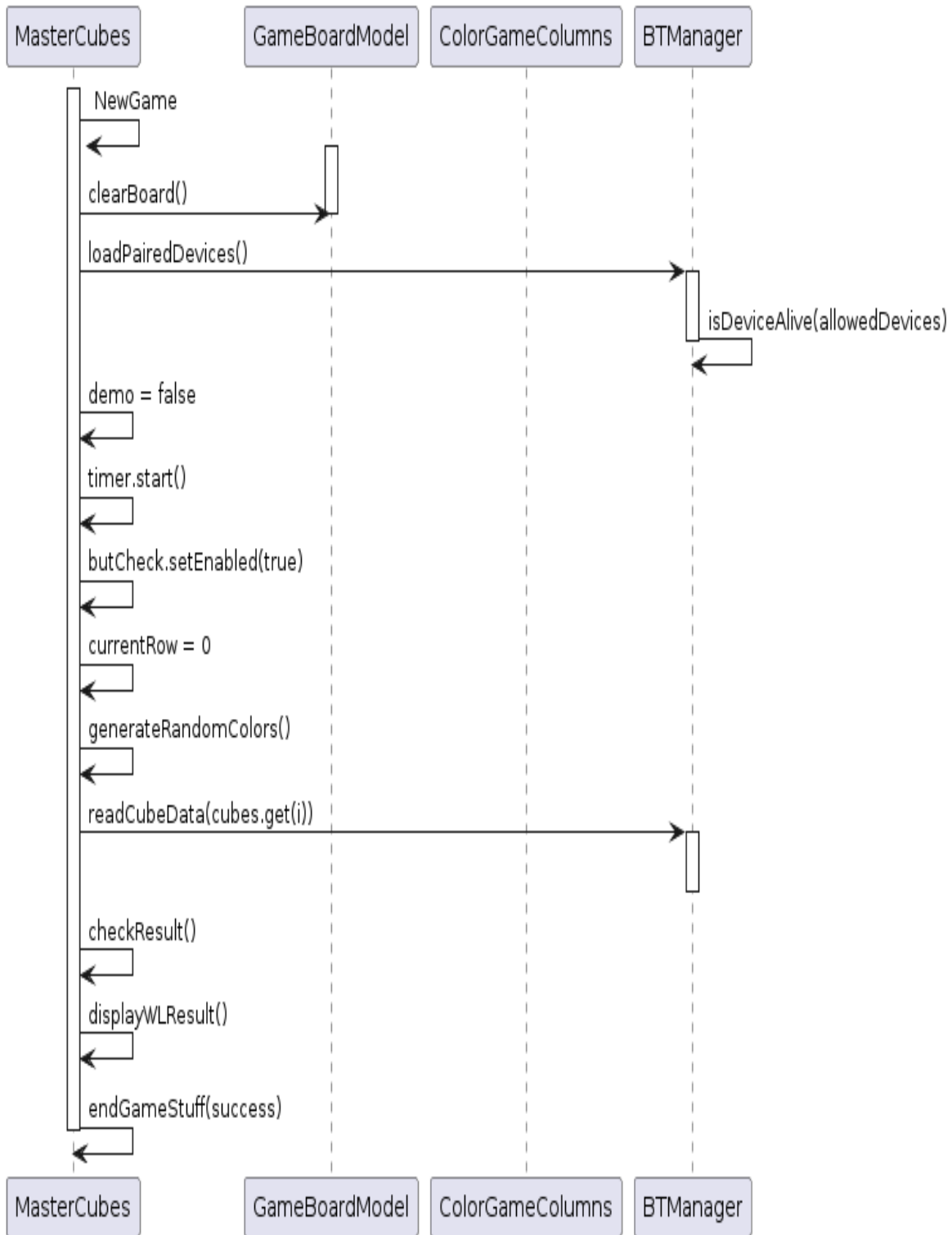
Εικόνα 23 - Class diagram των στοιχείων της εφαρμογής MasterCubes



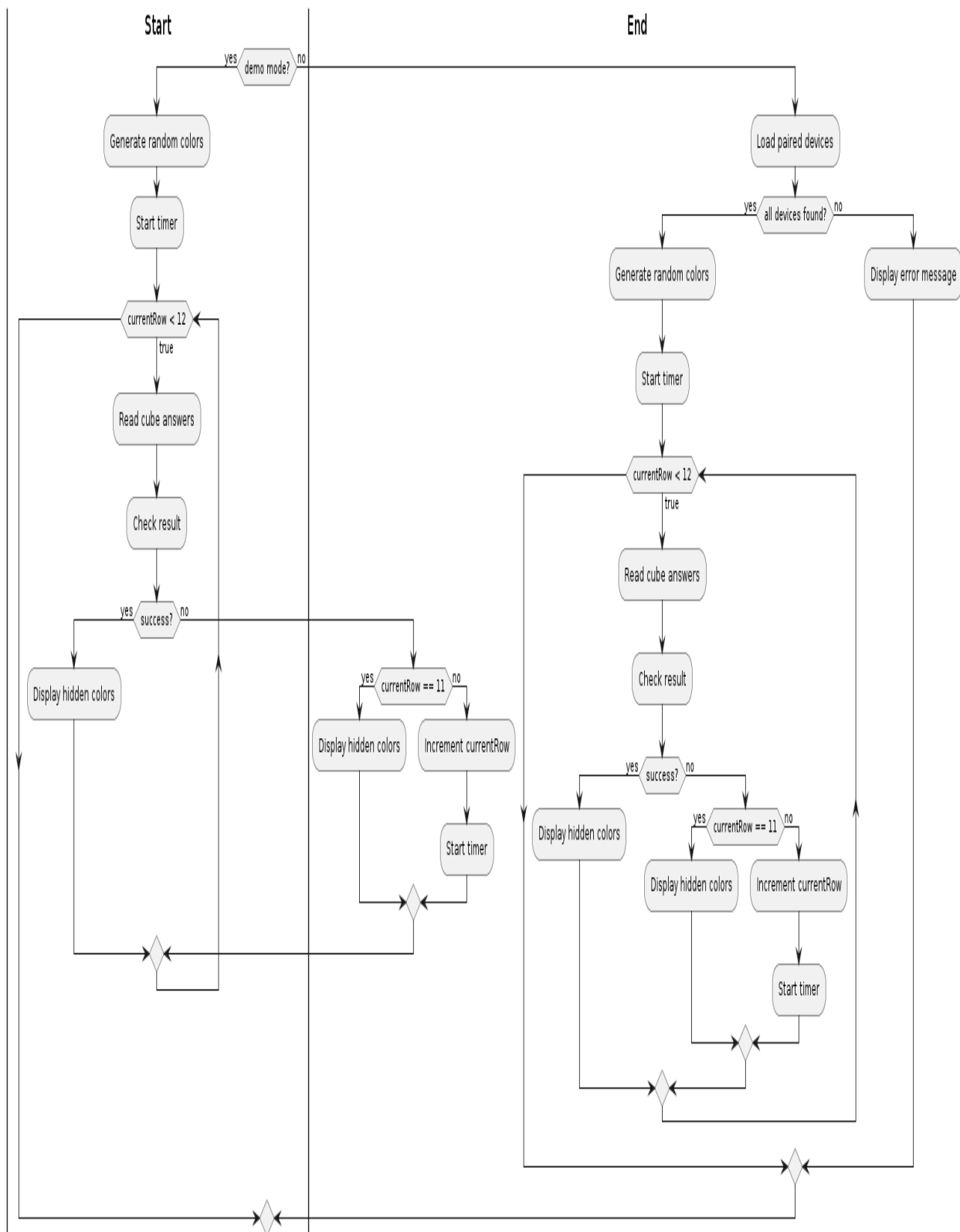
Εικόνα 24 - Βοηθητικά στοιχεία για την δημιουργία του χρωματικού Πίνακα του παιχνιδιού



Εικόνα 25 - Class Diagram για την κλάση κολώνων του πίνακα της εφαρμογής.



Εικόνα 26 - Sequence diagram για την Βασική λειτουργία του κώδικα MasterCubes



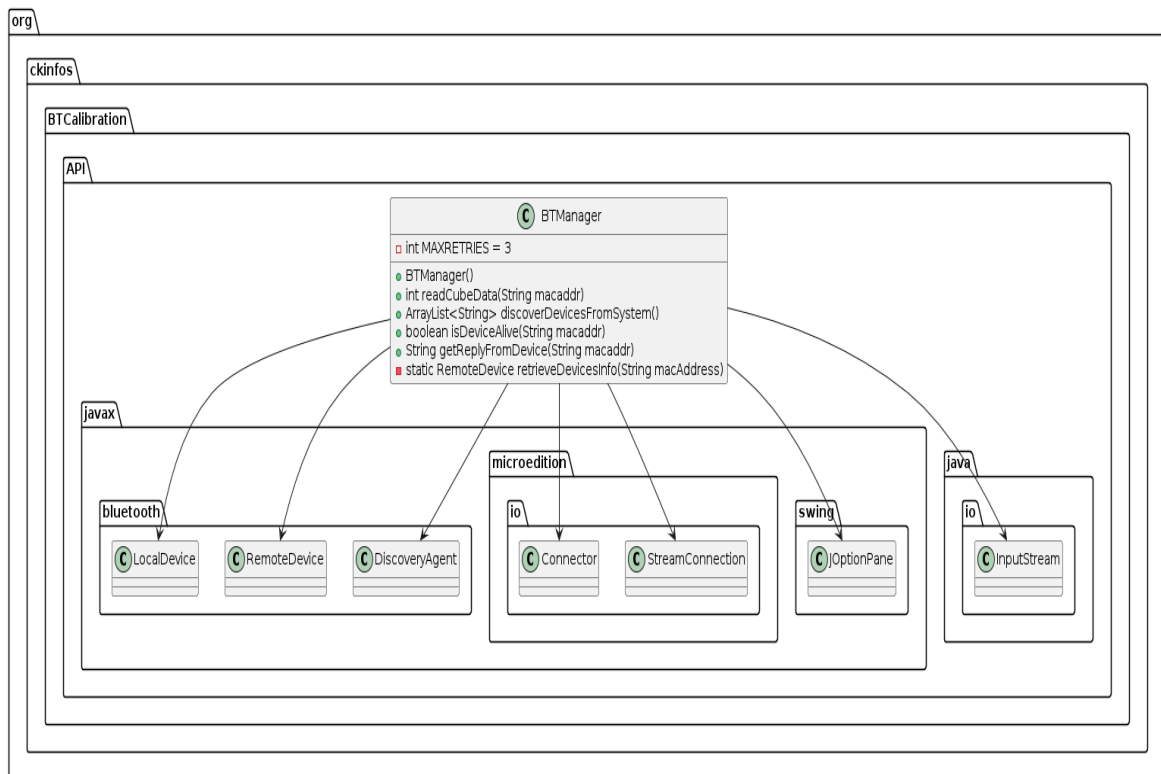
Εικόνα 27 - Activity Διάγραμμα του MasterCubes

**Κλάση Χρήσης Bluetooth και κύβων (API κύβων BTManager)**

Για την επικοινωνία με τους κύβους και οι δύο εφαρμογές στηρίζονται σε μία κλάση η οποία αναλαμβάνει να μιλήσει και να βρει τους κύβους στο σύστημα. Έτσι η εφαρμογή απομονώνεται από την ανάγκη συγγραφής κώδικα αποκλειστικά για τους κύβους, αναγκάζοντας τον προγραμματιστή της να ξέρει μόνο ότι πρέπει να ενσωματώσει την βιβλιοθήκη BTManager και να καλέσει τις κατάλληλες μεθόδους κάθε φορά όπως γίνεται σε κάθε παρόμοιο σενάριο χρήσης τρίτης Βιβλιοθήκης.

Η BTManager ενσωματώνει κλήσεις στις τρίτες Βιβλιοθήκες της JAVA BlueCove για επικοινωνία με Bluetooth, αλλά και μέθοδο η οποία φορτώνει την τιμή που στέλνει ένας κύβος.

Έχει γίνει μέριμνα ώστε σε περιπτώσεις όπου υπάρχει καθυστέρηση απάντησης π.χ. λόγω power save mode του Bluetooth, να ξαναδοκιμάζεται τουλάχιστον 3 φορές επανασύνδεση για απάντηση του κύβου.



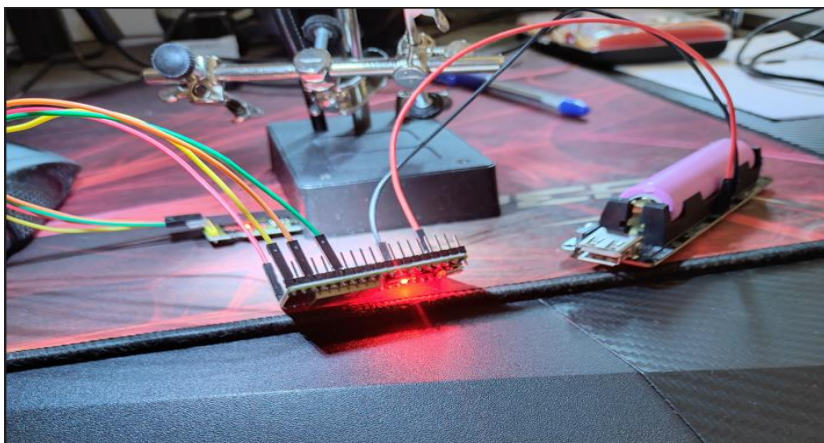
**Εικόνα 28 - Class diagram του κώδικα του Driver API για τον κύβο**

### Τελική μορφή κύβων

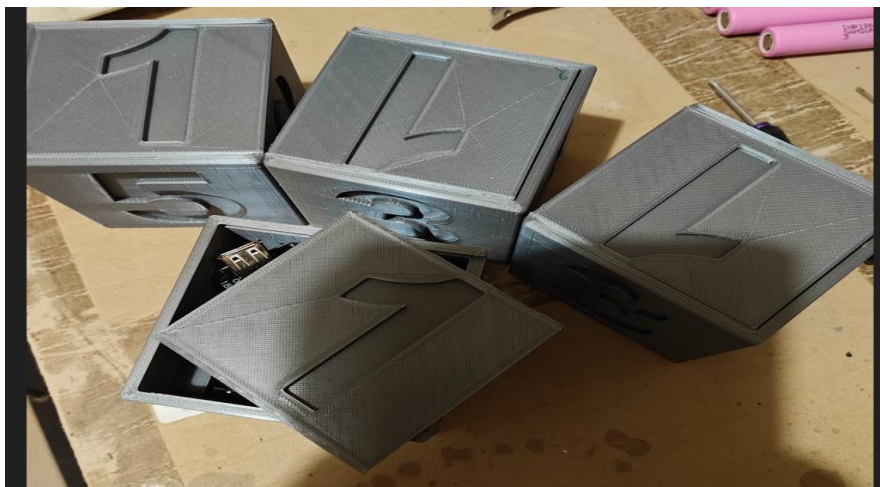
Παρατίθενται πρόσθετες εικόνες για την εμφάνιση του κύβου, των ηλεκτρονικών του κυκλωμάτων και της διαμόρφωσης του χωρίς χρώματα σε μορφή πρωτοτύπου για τις ανάγκες της εργασίας.

Στις εικόνες 29 και 31 μπορεί να δει κάποιος την εσωτερική απομόνωση ευαίσθητων ηλεκτρονικών για αποφυγή βραχυκυκλώματος (κλεισμένα σε πλαστικό πλαίσιο αισθητήρας και Esp32).

Η διαγώνια τοποθέτηση του battery shield μείωσε τον όγκο του κύβου αλλά ταυτόχρονα ενώ δεν είναι τοποθετημένο σε πλαίσιο όταν καλυφτεί ο κύβος με το καπάκι του αυτό δεν μπορεί να μετακινηθεί ώστε να προκαλέσει βλάβη. Το καπάκι δρα σαν φρένο σε αυτό το σημείο.



Εικόνα 29 - Συνδεσμολογία σε ανοικτή θέα και χρήση

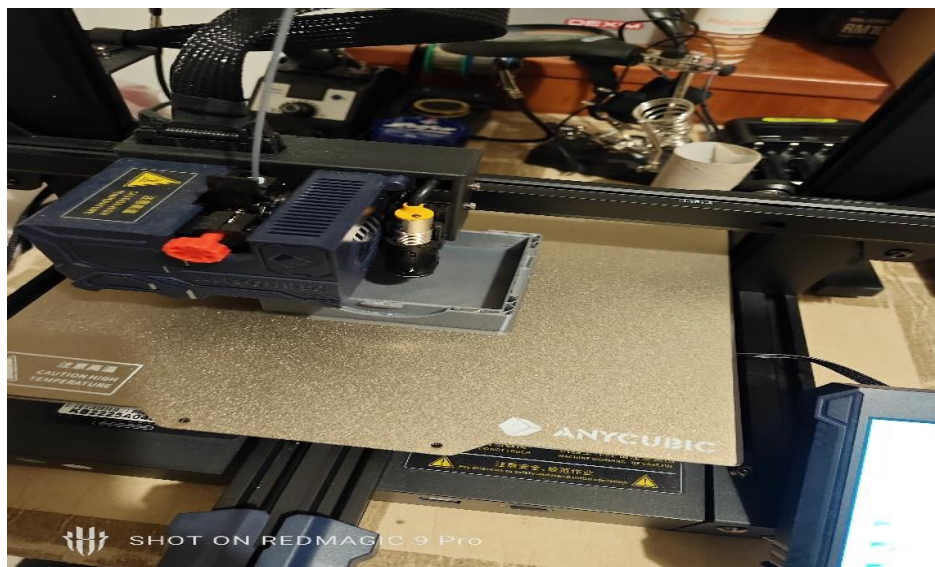


Εικόνα 30 - Οι κατασκευασμένοι κύβοι



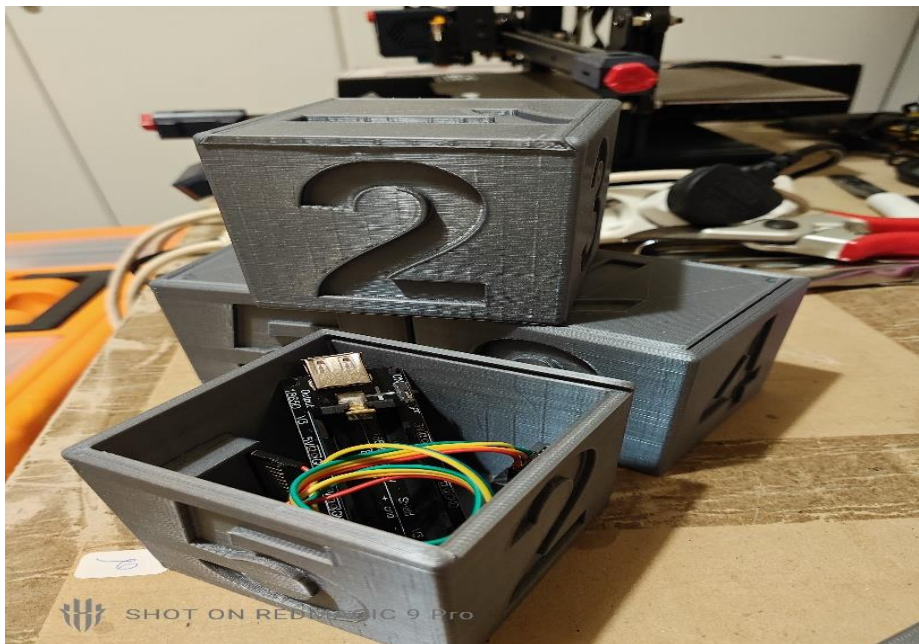


Εικόνα 31 - Εσωτερική διάταξη των ηλεκτρονικών του κύβου σε λειτουργική μορφή πρωτοτύπου



Εικόνα 32 - Κατά την παραγωγή του πρωτοτύπου 3D εκτύπωση





Εικόνα 33 - Οι κύβοι σε άλλη οπτική

Λόγο της ανάγκης χρήσης σε πιλοτικά διπλό περιβάλλον για τους κύβους δεν χρωματίστηκαν για την εφαρμογή MasterCubes, αλλά τοποθετήθηκε αυτοκόλλητο σε κάθε πλευρά για την αντιστοίχιση του κάθε χρώματος του παιχνιδιού.



Εικόνα 34 - ο κύβος σε χρωματισμό για το MasterCubes

### ***Προσέγγιση υλοποίησης και κύκλου εργασιών μέσω Agile και Kanban μεθοδολογίας***

Για την εξέλιξη του κώδικα και των εργασιών σχετικά με την κατασκευή του τεχνουργήματος επιλέχθηκε η παρακολούθηση μέσω Agile τεχνικής και συγκεκριμένα της KanBan μεθοδολογίας.

Για το λόγο αυτό σε online Εργαλείο κατασκευάστηκε ειδικό Project παρακολούθησης το οποίο όπως ορίζει η μεθοδολογία KanBan σχεδιάστηκε με βάση τα παρακάτω κύρια στάδια εξέλιξης.

BackLog - Εγγράφηκαν οι νέες απαιτήσεις ή αλλαγές που ανακαλύφθηκαν από τα ερωτηματολόγια χρηστών

Design - Όλα τα στάδια υλοποίησης αρχικά τοποθετημένα

ToDO - Ενέργειες οι οποίες πρέπει να προχωρήσουν αμέσως μετά

Doing - Η τρέχουσα ενασχόληση στο έργο

Code Review - Έλεγχος πριν την δοκιμή για κάποια ατέλεια λειτουργίας

Testing - το έργο σε δοκιμή

Done - όσες διεργασίες περατώθηκαν χωρίς περαιτέρω ανάγκη μεταβολής

Από εκεί και έπειτα δημιουργήθηκαν καρτέλες με ενέργειες για τα ακόλουθα βασικά κομμάτια του συστήματος που έπρεπε να ολοκληρωθεί:

Κύβος Διεπαφής Ηλεκτρονική Σχεδίαση κυκλωμάτων και κώδικα : Περιείχε όλες τις εργασίες οι οποίες απαιτούνταν για την τεχνική δημιουργία του κύβου. Ηλεκτρικές συνδέσεις, υπολογισμοί, κολλήσεις, έλεγχος κώδικα και συγγραφή του. Ταυτόχρονα το τμήμα του API για την επικοινωνία σε JAVA.

Εφαρμογή QUIZCUBES : Η πλήρης ανάλυση απαιτήσεων, σχεδιασμός, έλεγχος και συγγραφή του κώδικα στα κομμάτια που αποτελούνταν η εφαρμογή.

Εφαρμογή MASTERCUBES : Η πλήρης ανάλυση απαιτήσεων, σχεδιασμός, έλεγχος και συγγραφή του κώδικα στα κομμάτια που αποτελούνταν η εφαρμογή.

Δοκιμή Κύβων και Εφαρμογών : Διάφορες δοκιμές στα διάφορα στάδια κατασκευής

3D Υλοποίηση πλαισίου κύβου : Στάδια για την κατασκευή σχεδίαση και 3d μοντέλο του κύβου στο 3d εκτυπωτή

3D παραπίπτοντα ζητήματα και σχεδιασμός: Ανάγκη δημιουργίας ειδικών θηκών για την τοποθέτηση των ηλεκτρονικών εντός του κύβου για αποφυγή βραχυκυκλωμάτων.

Στο backlog τμήμα δημιουργήθηκε επίσης διεργασία σε δεύτερο χρόνο :

Μελλοντικά Θέματα : τα οποία προέκυψαν από τις προτάσεις χρηστών

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο**

## 4.1 Αξιολόγηση του Συστήματος σε Πραγματικές Συνθήκες

### Σκοπός

Για την αξιολόγηση του τεχνουργήματος δημιουργήθηκε μία διαδικασία αξιολόγησης των συμμετεχόντων στην χρήση (Εκπαιδευτικών και μη) του κύβου μέσω της χρήσης των εφαρμογών. Ουσιαστικά δηλαδή σαν μια μορφή Pre-pilot αξιολόγησης ώστε να δοκιμαστεί η χρήση του κύβου και να εντοπιστούν τυχόν βασικές δομικές δυσλειτουργίες. Ο σκοπός ήταν να εμφανιστούν τυχόν ανάγκες που δεν κάλυπτε η τρέχουσα υλοποίηση του πρωτοτύπου, αλλά και το επίπεδο ικανοποίησης από τις δραστηριότητες, κατά την χρήση του, είτε σε εκπαιδευτική διαδικασία είτε για διασκέδαση.

Ο τρόπος που διενεργήθηκε είναι με επίσκεψη σε χώρο και χρήση του κύβου μέσω των εφαρμογών στον Η/Υ. Μετά την χρήση του κύβου για όσο διάστημα επιθυμούσε ο χειριστής και αφού είχε παραδοθεί το ερωτηματολόγιο για ανάγνωση, επεξηγήθηκαν κάποια σημαντικά στοιχεία του τεχνουργήματος. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε μέσω ερωταπαντήσεων σε έγγραφο. Ζητήθηκε οι απαντήσεις να είναι όσο πιο ρεαλιστικές γίνεται κυρίως για τα ερωτήματα ελεύθερης απάντησης. Το ερωτηματολόγιο ήταν αυστηρώς ανώνυμο και τα δεδομένα συλλογής δεν εμπίπτουν σε στοιχεία προσωπικά / στοχευμένα ευαίσθητα δεδομένα. Τα μόνα στοιχεία συλλογής και που δεν χαρακτηρίζουν αναγνώριση ή φωτογράφιση ατόμου ήταν η Ηλικία και η Ιδιότητα του.

### Επιλεγμένο δείγμα συμμετεχόντων

Σε αυτό το στάδιο δεν μας ενδιαφέρει μία απολύτως τεκμηριωμένη μελέτη χρηστικότητας του αντικειμένου σε όλα τα επίπεδα και με μεγάλο όγκο τροφοδότησης, αλλά σημαντικά πρώτα σχόλια από άτομα διαφόρων χώρων εργασίας και όχι αποκλειστικά εκπαιδευτικούς. Επίσης το σκεπτικό της αξιολόγησης είναι να πάρουν μέρος κατά κύριο λόγο άτομα τα οποία έχουν επαφή με παιδιά διαφόρων ηλικιών ως εκπαιδευτές ή γονείς. Αν αναλογιστούμε ότι ακόμα και ένας γονέας, κατά την καθημερινότητα στο σπίτι με τα παιδιά του, μέσω του παιχνιδιού έχει την δυνατότητα να «εκπαιδεύσει» και αυτός, τότε η αξιολόγηση του τεχνουργήματος θα δώσει και από αυτούς κάποια σωστή πληροφορία. Η τρίτη κατηγορία που επιλέχτηκε ήταν άτομα για απλή χρήση και των δύο εφαρμογών κυρίως στην μορφή διασκέδασης ή σε εκπαίδευση μέσω των βιωμάτων του καθενός σε αυτό το κομμάτι.

Επιλέχτηκαν 12 τυχαία άτομα με τα παρακάτω κύρια χαρακτηριστικά:

Πίνακας 3- Κατηγορίες συμμετεχόντων στην χρήση του κύβου

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ |   |
|------------------------|---|
| ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ             | 4 |
| ΙΔΙΩΤΙΚΗ               | 8 |

Η διεπαφή δεν λειτουργεί αυτόνομα αλλά μέσω εφαρμογής για να επιτελέσει το έργο της. Είναι ένα σύστημα και για αυτό ζητήθηκε στους αξιολογητές να μην περιοριστούν μόνο στην εμφάνιση των τρεχουσών εφαρμογών, αλλά να σκεφτούν όσο καλύτερα μπορούν και κάποια άλλη μορφή εφαρμογής (παρόμοιου αντικειμένου ή υλοποίησης π.χ. με εικόνες, βίντεο ήχους κ.λ.π.) που θα μπορούσε να καλύψει ο κύβος με την χρήση του, όπως την διαπίστωσαν στις πιλοτικές αυτές εφαρμογές και να απαντήσουν έχοντας λάβει και αυτό το δεδομένο υπόψη τους.

#### Σχεδιασμός του Ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο ακολούθησε την μεθοδολογία Ερωτηματολογίου Χρηστικότητας Συστημάτων (SUS - System Usability Scale). Σε αυτό ο χρήστης, μετά την χρήση του κύβου και στις δύο εφαρμογές, για όσο διάστημα επιθυμούσε, απαντώντας σε 7 θετικές και 7 αρνητικές ερωτήσεις χρήσης και 2 ελεύθερης απάντησης η οποία η μία φορούσε τον σχεδιασμό και την περαιτέρω διαμόρφωση του κύβου και μία δεύτερη η οποία ο χρήστης θα ζητούσε κάποιο άλλο χαρακτηριστικό να εφαρμοστεί επί του κύβου ή να διορθωθεί. Οριοθετώντας με αυτό τον τρόπο την επαφή του με τον κύβο σαν διασκέδαση αλλά και σαν συμμετοχή σε κάποιο εκπαιδευτικό τομέα.

## **4.2 Συλλογή Ανάδρασης Χρηστών και Αξιολόγηση**

Ακολουθούν οι 12 απαντήσεις του κάθε ερωτηματολογίου και το αντίστοιχο SUS Score.

Το πλήρες ερωτηματολόγιο ως πρότυπο διατίθεται στο κατάλληλο παράρτημα της εργασίας.

Οι κατηγορίες απαντήσεων είναι :

## Βαθμός-Απάντηση

- 1-διαφωνώ απόλυτα
- 2-διαφωνώ
- 3-Ουδέτερος
- 4-Συμφωνώ
- 5-Συμφωνώ απόλυτα

**Πίνακας 4 - Απαντήσεις κατά αριθμό Ερωτηματολογίου ανα χρήστη με βάση το πρότυπο ερωτηματολόγιο του παραρτήματος**

| ΕΡΩΤΗΣΗ | ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ (Νο ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ) |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|         | 1                               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1       | 5                               | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5  | 4  | 5  |
| 2       | 1                               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 3       | 5                               | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4  | 5  | 5  |
| 4       | 1                               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 5       | 5                               | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4  | 5  | 5  |
| 6       | 1                               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 7       | 5                               | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5  | 4  | 5  |
| 8       | 1                               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2  | 1  | 1  |
| 9       | 3                               | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5  | 5  | 5  |
| 10      | 4                               | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 11      | 5                               | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4  | 5  | 5  |
| 12      | 4                               | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 5 | 4 | 2  | 1  | 1  |
| 13      | 5                               | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5  | 5  | 5  |
| 14      | 1                               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |

Για την μελέτη των απαντήσεων δημιουργήθηκε κατάλληλος αντίστοιχος πίνακας με την ανάδειξη score ανά ερωτηματολόγιο. Σε αυτόν εμφανίζονται στο τέλος 2 σειρές το Score του Ερωτηματολογίου καθώς και σε normalized μορφή αυτό το score. Για κάθε απάντηση θετικής μορφής (μονός αριθμός α/α ερώτησης) από τον βαθμό της απάντησης αφαιρούμε το 1. Π.χ αν είναι η ερώτηση 1 και ο χρήστης απάντησε 5 τότε :  $5 - 1 = 4$ . Για κάθε απάντηση αρνητικής μορφής (ζυγός αριθμός α/α ερώτησης) από το 5 αφαιρούμε τον βαθμό της απάντησης π.χ. στην ερώτηση 2 ο χρήστης απάντησε 2 τότε :  $5 - 2 = 3$ .

Προχωρούμε σε normalization των αποτελεσμάτων καθώς αυτά αφορούν 12 ερωτηθέντες και 14 απαντήσεις. Με την διαδικασία normalization οδηγούμε τα αποτελέσματα στην αντίληψη σε ποσοστό επί της % για το σημαίνουν οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο.

Ο υπολογισμός γίνεται ως εξής :

$$\frac{\text{Score Απάντησης}}{\text{MAX ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ}} * 100$$

Το Max Άθροισμα Απαντήσεων είναι το 56, εφόσον για κάθε θετική ή αρνητική ερώτηση, το μεγαλύτερο score είναι 4. Άρα 14 ερωτήσεις X 4 = 56. Πολλαπλασιάζουμε επί της 100 για μετατροπή σε ποσοστό.

**Πίνακας 5- Scoring υπολογισμός για την μέθοδο Ερωτηματολογίου Χρησιμότητας Συστημάτων (SUS) με υπολογισμό και normalization στο %**

|                   | SCORE ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ |              |              |               |              |              |              |              |              |              |              |               |
|-------------------|-----------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| ΕΡΩΤΗΣΗ           | 1                     | 2            | 3            | 4             | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           | 11           | 12            |
| 1                 | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 3            | 4             |
| 2                 | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4             |
| 3                 | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 3            | 4            | 4             |
| 4                 | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4             |
| 5                 | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 3            | 4            | 4             |
| 6                 | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 1            | 3            | 4            | 4            | 4            | 4             |
| 7                 | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 3            | 4             |
| 8                 | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 3            | 4            | 4             |
| 9                 | 2                     | 3            | 3            | 4             | 2            | 3            | 3            | 3            | 4            | 4            | 4            | 4             |
| 10                | 1                     | 2            | 4            | 4             | 4            | 4            | 3            | 3            | 4            | 4            | 4            | 4             |
| 11                | 4                     | 3            | 2            | 4             | 3            | 3            | 4            | 4            | 4            | 3            | 4            | 4             |
| 12                | 1                     | 1            | 1            | 4             | 1            | 1            | 3            | 0            | 1            | 3            | 4            | 4             |
| 13                | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4             |
| 14                | 4                     | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            | 3            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4             |
| <b>Score</b>      | <b>48</b>             | <b>49</b>    | <b>50</b>    | <b>56</b>     | <b>50</b>    | <b>51</b>    | <b>49</b>    | <b>49</b>    | <b>53</b>    | <b>51</b>    | <b>54</b>    | <b>56</b>     |
| <b>Normalised</b> | <b>85,71</b>          | <b>87,50</b> | <b>89,29</b> | <b>100,00</b> | <b>89,29</b> | <b>91,07</b> | <b>87,50</b> | <b>87,50</b> | <b>94,64</b> | <b>91,07</b> | <b>96,43</b> | <b>100,00</b> |

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία ο Μέσος όρος του Score για τις 12 συμμετοχές είναι:

|             |
|-------------|
| <b>M.O.</b> |
| 91,67       |



Στην κλίμακα κατηγοριοποίησης της SUS η οποία είναι :

Πίνακας 6- Scoring Βαθμονόμηση

| Score  | Category |
|--------|----------|
| 80-100 | Άριστα   |
| 70-79  | Καλά     |
| 50-69  | Αποδεκτό |
| 0-50   | Αστοχία  |

Αυτός Μ.Ο. του δείγματος ανήκει στο επίπεδο χρηστικότητας Άριστα.

Από εκεί και έπειτα οι ελεύθερες απαντήσεις διαμορφώθηκαν ως εξής :

Πίνακας 7- Α Τμήμα : Ελεύθερες Απαντήσεις Εμφάνισης Τεχνουργήματος (Κύβου)

|           |                         |                         |                          |
|-----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>A1</b> | <b>ΠΙΟ<br/>ΕΛΑΦΡΥ</b>   | <b>ΠΙΟ ΒΑΡΥ</b>         | <b>ΚΑΜΜΙΑ<br/>ΑΛΛΑΓΗ</b> |
|           | 4                       | 0                       | 8                        |
| <b>A2</b> | <b>ΣΜΙΚΡΥΝΣΗ</b>        | <b>ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ</b>        | <b>ΚΑΜΜΙΑ<br/>ΑΛΛΑΓΗ</b> |
|           | 11                      | 0                       | 1                        |
| <b>A3</b> | <b>ΠΙΟ<br/>ΜΑΛΑΚΟ</b>   | <b>ΆΛΛΟ<br/>ΥΛΙΚΟ</b>   | <b>ΚΑΜΜΙΑ<br/>ΑΛΛΑΓΗ</b> |
|           | 6                       | 1                       | 6                        |
| <b>A4</b> | <b>LED<br/>ΦΟΡΤΙΣΗΣ</b> | <b>LED<br/>ΣΥΝΔΕΣΗΣ</b> | <b>ΚΑΜΜΙΑ<br/>ΑΛΛΑΓΗ</b> |
|           | 7                       | 9                       | 2                        |

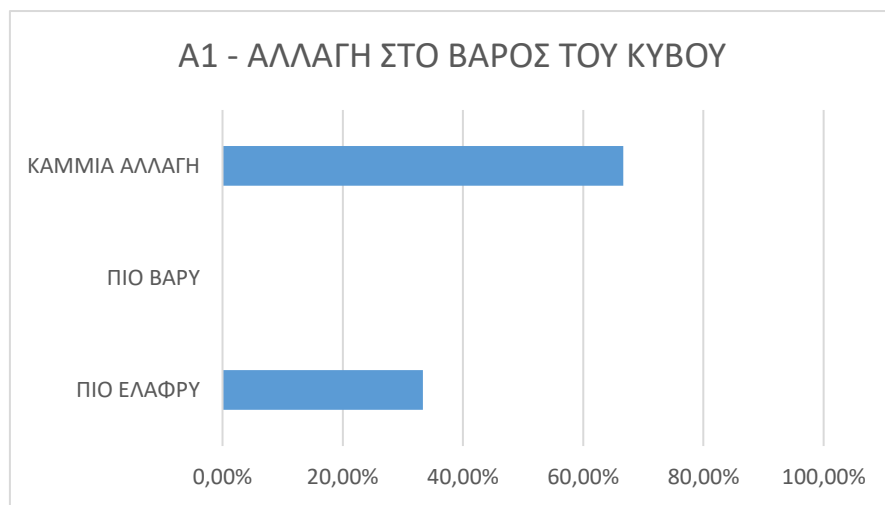
Και σε μορφή ποσοστών επί του δείγματος :

Πίνακας 8- Εμφάνιση Ποσοστών για κάθε Ελεύθερη Απάντηση - Πρόταση

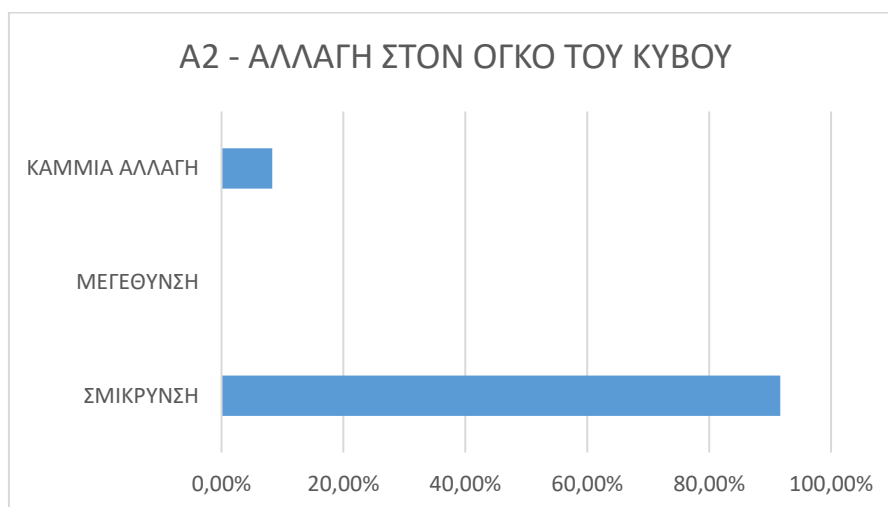
|           |                         |                         |                          |
|-----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>A1</b> | <b>ΠΙΟ<br/>ΕΛΑΦΡΥ</b>   | <b>ΠΙΟ ΒΑΡΥ</b>         | <b>ΚΑΜΜΙΑ<br/>ΑΛΛΑΓΗ</b> |
|           | 33,33%                  | 0,00%                   | 66,67%                   |
| <b>A2</b> | <b>ΣΜΙΚΡΥΝΣΗ</b>        | <b>ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ</b>        | <b>ΚΑΜΜΙΑ<br/>ΑΛΛΑΓΗ</b> |
|           | 91,67%                  | 0,00%                   | 8,33%                    |
| <b>A3</b> | <b>ΠΙΟ<br/>ΜΑΛΑΚΟ</b>   | <b>ΆΛΛΟ<br/>ΥΛΙΚΟ</b>   | <b>ΚΑΜΜΙΑ<br/>ΑΛΛΑΓΗ</b> |
|           | 50,00%                  | 8,33%                   | 50,00%                   |
| <b>A4</b> | <b>LED<br/>ΦΟΡΤΙΣΗΣ</b> | <b>LED<br/>ΣΥΝΔΕΣΗΣ</b> | <b>ΚΑΜΜΙΑ<br/>ΑΛΛΑΓΗ</b> |
|           | 58,33%                  | 75,00%                  | 16,67%                   |

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή οι ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης αφορούσαν χαρακτηριστικά μη εξαρτημένα μεταξύ τους, η αναγωγή σε % επί της εκατό αφορά αποκλειστικά την κάθε απάντηση και όχι των συνδυασμό των ομαδοποιημένων απαντήσεων. Έτσι το ποσοστό για "πιο μαλακό" σαν απάντηση δεν μπορεί να συνδυαστεί με το ποσοστό στην απάντηση "Άλλο Υλικό" καθώς μπορεί να επιλεγτούν και τα δύο σαν απάντηση.

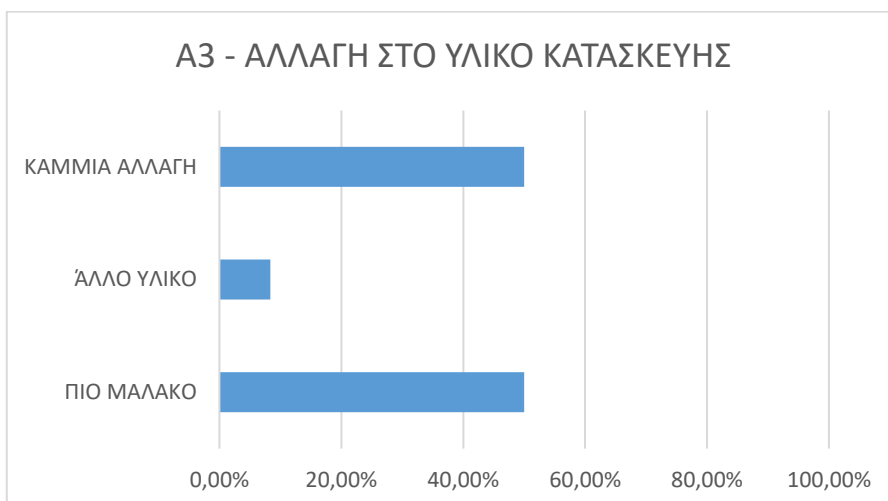
Με τον παραπάνω σχολιασμό παρουσιάζονται και τα ακόλουθα γραφήματα για οπτική αποσαφήνιση των αποτελεσμάτων.



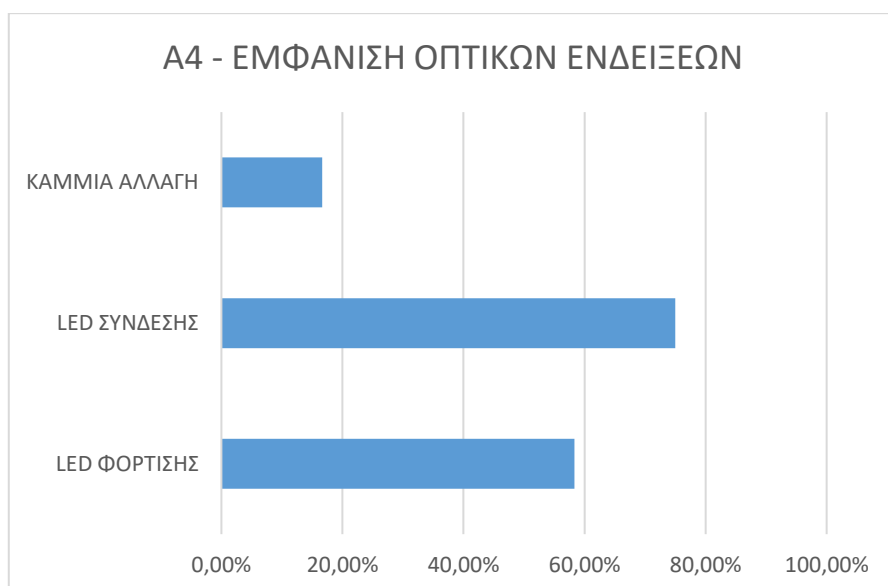
Γράφημα 1 - Πρόταση αλλαγής βάρους κύβου



Γράφημα 2 - Πρόταση Αλλαγής Όγκου κύβου



Γράφημα 3 - Πρόταση αλλαγής υλικού κατασκευής



Γράφημα 4 - Πρότασης Εμφάνισης κάποιων ενδείξεων επί του κύβου

Σκόπιμα προχωρώ σε απομόνωση κάποιων ερωτηματολογίων και αυτά είναι τα απαντημένα από συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς:

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ |   |
|------------------------|---|
| ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ             | 4 |
| ΙΔΙΩΤΙΚΗ               | 8 |

Σε αυτά τα 4 ερωτηματολόγια απομονώνω την % βαθμολογία τους η οποία είναι :

Πίνακας 9- % των απαντημένων ερωτηματολογίων από καθαρά Εκπαιδευτικούς ως χρήστες

| ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ |      |      |      |       |
|----------------|------|------|------|-------|
| 1              | 7    | 8    | 10   | M.O.  |
| 85,7           | 87,5 | 87,5 | 91,1 | 87,95 |

Ο λόγος που γίνεται είναι για να διαπιστώσω αν διαφέρει η χρησιμότητα στην μία σημαντική κατηγορία της εργασίας που αφορά την εκπαίδευση και τις δραστηριότητες με τον κύβο σε σχέση με την άλλη της διασκέδασης αφού οι εκπαιδευτικοί έχουν μεγαλύτερο βάρος στην απάντηση της ερώτησης για χρήση σε εκπαίδευση(ερώτηση Νο. 9).

Πίνακας 10- Απαντήσεις εκπαιδευτικών στην καίρια ερώτηση για την Εκπαιδευτική χρήση

| ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ |         |           |           |         |           |
|----------------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
|                | 1       | 7         | 8         | 10      | M.O.      |
| Ερωτηση 9      | 2       | 3         | 3         | 4       | 3         |
|                | Διαφωνώ | Ουδέτερος | Ουδέτερος | Συμφωνώ | Ουδέτερος |

Στον υπολογισμό του M.O. εμφανίζεται η κατηγορία "Ουδέτερος"

Στο Τμήμα Β των Ερωτήσεων Ελεύθερης Απάντησης παρουσιάστηκαν προτάσεις και νέα χαρακτηριστικά τα οποία αφορούν τα εξής, (μεταφρασμένα από τις απαντήσεις των χειριστών και κατά σειρά που εμφανίστηκαν πιο συχνά) :

- Μείωση χρόνου απόκρισης του κύβου για αποστολή των στοιχείων
- Προσπάθεια ακόμη μεγαλύτερης σταθερότητας στην σύνδεση
- Δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ των κύβων
- Προσθήκη LCD οθόνης για εμφάνιση πληροφοριών κατά την χρήση
- Προσθήκη κουμπιού για ON/OFF
- Ύπαρξη τρόπου όπου ο κύβος στέλνει απάντηση χρησιμοποιώντας κάτι πάνω σε αυτόν. (Στις πιλοτικές εφαρμογές η απάντηση του κύβου ελεγχόταν όταν πατώντας πλήκτρο επί της οθόνης)
- Χρωματισμοί στον κύβο (είχε γίνει επεξήγηση ότι ο κύβος θα μπορεί να προσαρμοστεί κατά την υλοποίηση του κάθε συστήματος στην μορφή που πρέπει να έχει). Ζητήθηκε να μπορεί παρόλα αυτά να αλλάξει δυναμικά με γρήγορο τρόπο το χρώμα, εικόνα που δείχνει κλπ. Π.χ. αν οι πλευρές ήταν σαν θήκη για εικόνες ή φώτο κλπ.

### **4.3 Ανάλυση των Απαντήσεων - Αποτελέσματα Χρήσης**

#### Βαθμονομημένες Απαντήσεις

Σύμφωνα με την βαθμονόμηση της SUS μεθοδολογίας φαίνεται ότι το τεχνούργημα της διεπαφής, αν όχι όλο το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε, έδωσε σαφή εικόνα στους συμμετέχοντες για το αν ήταν αρχικά χρηστικό, αν παρουσίαζε προβλήματα και αστάθεια και αν ήταν χρήσιμο και διασκεδαστικό. Τοποθετώντας το, με τις απαντήσεις τους οι ερωτηθέντες, στην κατηγορία της Άριστης Χρηστικότητας δείχνει ότι το τεχνούργημα έχει δυνατότητες να σταθεί και σε εκπαιδευτική χρήση αλλά και για διασκέδαση.

Επομένως αποδεικνύεται ότι όντως οι βασικές μη λειτουργικές και λειτουργικές απαιτήσεις καλύφθηκαν αν όχι πλήρως τουλάχιστον σε μεγάλο βαθμό. Επίσης καλύφτηκε σημαντικά και ο λόγος δημιουργίας του τεχνουργήματος Εκπαίδευση και Διασκέδαση.

#### Ανάλυση Ελεύθερων Απαντήσεων

Σε θέμα εμφάνισης, οι περισσότεροι χρήστες επιθυμούν μείωση όγκου του κύβου και τοποθέτηση κάποιων LED ενδείξεων για την σύνδεση και την μπαταρία. Πιθανότατα επειδή παρόμοιες συσκευές διαθέτουν πάντα μία LED ένδειξη για τέτοια λειτουργία. Οι επιθυμίες αυτές δεν είναι δύσκολο να υλοποιηθούν στο τρέχων κύκλωμα. Ίσως το μέγεθος λόγω διαφοροποίησης στην πηγή ενέργειας που θα πρέπει να αλλάξει να είναι το πιο δύσκολο από αυτές τις αλλαγές.

Ζητήθηκε και αλλαγή υλικού κατασκευής. Η πιθανότητα πτώσης κατά τη χρήση ίσως να ώθησε αυτή την επιλογή κάποιους και γιατί θα αφορά παιδιά. Υπάρχει η δυνατότητα 3d εκτύπωσης με μαλακότερο υλικό χωρίς διαφοροποίηση στην σχεδίαση οπότε θεωρείται και αυτό υλοποιήσιμο. Άλλο υλικό θεωρήθηκε το ξύλο (γυαλί λόγω χρήσης και συχνής μετακίνησης δεν ενδείκνυται άλλωστε σε καμία περίπτωση, πόσο μάλλον σε εκπαιδευτική διαδικασία με παιδιά). Πάνινη και χάρτινη κατασκευή δεν έχει νόημα επίσης λόγω πιθανής καταστροφής του.

Στις απαντήσεις βελτίωσης και νέων χαρακτηριστικών του Τμήματος Α και Β του Ερωτηματολογίου διαπιστώνεται ότι οι χρήστες σε αρκετά μεγάλο βαθμό αποδέχτηκαν τον σχεδιασμό ως έχει για το τεχνούργημα.

Σε επίπεδο εμφάνισης δόθηκαν πολλά σχόλια και χαρακτηριστικά τα οποία είναι ικανά να εφαρμοστούν και άμεσα και χωρίς πολύ μεγάλη διαφοροποίηση στον σχεδιασμό.

Σε επίπεδο λειτουργίας διαπιστώθηκε ότι οι αρκετοί χρήστες εστίασαν στο γεγονός της απάντησης του κύβου η οποία θεωρήθηκε μεγάλη. Είναι γεγονός ότι ο κύβος για απάντηση έχει ρυθμιστεί να στέλνει το απαιτούμενο σήμα κάθε 2 sec. Αυτός ο χρόνος σε συνάρτηση με τον χρόνο αναζήτησης του στο μητρώο του Λειτουργικού και η αρχικοποίηση των αντικειμένων δημιουργεί μία υστέρηση χρονική. Ειδικά όταν πρέπει να διαβαστούν πολλοί κύβοι. Αν αφαιρεθεί ο χρόνος των 2 sec συνεχίζει να είναι σχετικά αρκετός ώστε να φανεί σε χρήση με πολλούς κύβους ταυτόχρονα. Το αίτημα των χειριστών επομένως είναι δικαιολογημένο.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο**

## 5.1 Συμπεράσματα

Μέσα από την Μελέτη σκοπιμότητας για τις λειτουργικές και μη λειτουργικές ανάγκες της διεπαφής για χρήση σε Εκπαίδευση και διασκέδαση, την μετέπειτα Ανάπτυξη του Συστήματος και του σχεδιασμού της διεπαφής σε Τεχνικό επίπεδο και τελικά την χρήση της από δείγμα χρηστών, με κατεύθυνση την εφαρμογή της διεπαφής σε εκπαιδευτική δραστηριότητα αλλά και διασκέδαση καθώς και την αξιολόγηση της από αυτούς, μπόρεσαν να εξαχθούν σημαντικά συμπεράσματα και βελτιώσεις.

Αρχικά η διεπαφή σαν συσκευή είναι σε αρκετά μεγάλο επίπεδο χρήσιμη σε εκπαιδευτικό επίπεδο και διακρίνεται από πλήρη χρησιμότητα για χρήση της σε διασκέδαση.

Υπάρχει ένα σημαντικό πρόβλημα στην τρέχουσα υλοποίηση της και αυτό όπως αποφάνθηκαν οι χρήστες, αλλά και διαπιστωμένο και από εμένα κατά την διαδικασία της υλοποίησης και χρήσης της για τους ελέγχους. Το σημαντικότερο πρόβλημα είναι η χρονική απόκριση της για την αποστολή της απάντησης. Παρότι αυτό το όριο έχει τοποθετηθεί κατά τον προγραμματισμό της σε 2sec απάντησης, έστω και αν αυτό μηδενιστεί η επικοινωνία μέσω της τεχνολογίας Bluetooth SPP δημιουργεί μία καθυστέρηση από μόνη της για το ονομαζόμενο Handshaking. Στην τρέχουσα υλοποίηση δεν γίνεται χρήση κάποιας παράλληλης τεχνικής ανάγνωσης των απαντήσεων αλλά οι εφαρμογές περνάνε από κύβο σε κύβο σειριακά και δέχονται την απάντηση. Ακόμα και αν γινόταν χρήση Threading για την ανάγνωση των κύβων πάλι η εξοικονόμηση θα ήταν ελάχιστη καθώς δεν θα αποφευγόταν το handshaking συν τοις άλλοις θα οδηγούμασταν σε ένα επιρρεπές περιβάλλον με μεγαλύτερη ίσως αστάθεια λόγω εμπλοκής του Λειτουργικού Συστήματος παραπάνω από ότι θα έπρεπε. Ίσως η χρήση άλλου τύπου επικοινωνίας όπως RFID ή με WIFI να μείωνε αρκετά τον χρόνο απόκρισης των κύβων. Επειδή η BLE τεχνολογία χρησιμοποιεί την ίδια λογική με το Bluetooth αλλά και επειδή συχνά πυκνά θα μπαίνει σε Sleep mode η συσκευή θα μπορεί να υπάρχει η ίδια καθυστέρηση ίσως και μεγαλύτερη.

Το δεύτερο σημαντικό πρόβλημα είναι ο όγκος του κύβου. Ο όγκος του κύβου είναι τόσος διότι πρέπει να περιέχει την πηγή ενέργειας (μπαταρία). Τα κύρια ηλεκτρονικά του μέρη είναι πολύ μικρότερα σε μέγεθος σε σχέση με την μπαταρία. Στο πρωτότυπο χρησιμοποιήθηκε ως πηγή η 18650 κλασική μπαταρία λιθίου. Επομένως με χρήση άλλου τύπου μπαταρίας π.χ. NiMh θα μπορούσε να μικρύνει αρκετά σε μέγεθος μέχρι να γίνει έως και 6 εκατοστά η κάθε πλευρά. Ο κύβος αποτελείται από μία συσκευή esp32 και ένα



mpu6050 άρα μία λύση συσκευής Arduino συμβατής, η οποία να περιέχει τον σένσορα ενσωματωμένο και επικοινωνία με δυνατότητα WIFI ή rfid θα μπορούσε να δώσει μία ακόμα μικρότερη συσκευή.

Όσον αφορά για το Σχεδιαστικό κομμάτι της λύσης σε επίπεδο εφαρμογής υπάρχουν σίγουρα μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης καθώς και τρόπος υλοποίησης των εφαρμογών. Στην συγκεκριμένη εργασία επιλέχθηκε ένας τρόπος μέσω γνωστών εργαλείων παραγωγής και γνωστής γλώσσας. Σε καμία περίπτωση δεν συνιστά περιορισμό ο κύβος και η τεχνική σχεδίαση του επομένως το πεδίο χρήσης σε λογισμικό είναι άφθονο.

## **5.2 Μελλοντικές Ενέργειες - Πρόσθετη έρευνα χρήσης**

Συνοψίζοντας τα προβλήματα που προέκυψαν, τις νέες ιδέες και απόψεις των χρηστών από την χρήση του συστήματος διεπαφής και εφαρμογών καθώς και σκέψεις του συγγραφέα της εργασίας υπάρχει πεδίο για πρόσθετη έρευνα και βελτίωση.

Έγινε προσπάθεια να τοποθετηθεί η διεπαφή ως πρωτότυπο και τεχνούργημα αλλά και πρακτική, όσο γίνεται πιο κοντά στην διασκέδαση και την εκπαίδευση. Σε ένα μεγάλο βαθμό αυτό επιτεύχθηκε.

Στο πεδίο της εκπαίδευσης όμως θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μία αποκλειστική μελέτη σε συνεργασία με κάποιον εκπαιδευτικό χαμηλής βαθμίδας και δημιουργία μίας αποκλειστικής λύσης για τέτοιο επίπεδο εκπαίδευσης. Θα ενσωματώνονταν όλες οι προτάσεις που παρουσιάστηκαν εδώ από πριν και έτσι, πλέον, σε ρεαλιστικό σενάριο, με κανόνες και λειτουργικές ανάγκες, τύπο εφαρμογής και διαδικασίας χρήσης από τον ίδιο τον λειτουργό, να ελεγχθεί κατά πόσο μπορεί να λειτουργήσει σε αυτό το εκπαιδευτικό επίπεδο με πιο σωστά δεδομένα μία τέτοια κατασκευή/σύστημα.

Θα μπορούσε επίσης να ενσωματωθεί για έλεγχο χρηστικότητας σε ένα πλήρες VR περιβάλλον ή όπως επισημάνθηκε σε πρόταση με χρήση σε περιβάλλον εργαστηρίου.

Αρκετά σημαντικό και ενδιαφέρον παρουσιάζει η συνδεσιμότητα με άλλο τρόπο για την επικοινωνία των κύβων με το σύστημα αλλά και δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ τους σε κάποιο βαθμό. Αυτή ήταν και μία μελλοντική υλοποίηση την οποία σκέφτηκε και ο

συγγραφέας να πραγματοποιήσει κατά την διάρκεια των ελέγχων του τεχνουργήματος καθώς στην εφαρμογή του MasterCube για παράδειγμα η σειρά των κύβων παίζει σημαντικό ρόλο. Η υλοποίηση όμως τέτοιου εγχειρήματος εκτός του ότι ξέφευγε του τρέχοντος σκοπού, θα αύξανε την πολυπλοκότητα του συστήματος τεχνικά και σε λογισμικό οπότε απαιτείται μία αποκλειστική μελέτη επ' αυτού και με νέα δεδομένα.

Τεχνικές προσθήκες στον κύβο όπως πρόσβαση σε επαναφόρτιση, προσθήκη LED και LCD οθόνης, πλήκτρου αποστολής απάντησης κατά το δοκούν ή και πλήκτρο on/off του κύβου είναι και αυτά προσθήκες για μία ολόκληρη πρόσθετη έρευνα προσανατολισμένη πιο πολύ στον τομέα της διασκέδασης. Η χρήση αντί για Η/Υ ως κόμβος για την σύνδεση των συσκευών αλλά ενός Rasbery Pi ή κινητού προσθέτει ακόμα μεγαλύτερο χώρο για έρευνα.

Όσον αφορά το τμήμα επικοινωνίας (API) για τους κύβους υπάρχει η δυνατότητα μέσω Interfaces να περιέχει, κατά περίπτωση υλοποίησης, τα απαραίτητα για την σύνδεση. Από τις εφαρμογές αποδεικνύεται ότι δεν απαιτείται μεγάλη προσαρμογή ή πολύπλοκος κώδικας.

Κλείνοντας η δημιουργία αυτού του συστήματος με το τεχνούργημα και τις δύο αυτές απλές και ενδεικτικές εφαρμογές δείχνουν ότι υπάρχει μεγάλο πεδίο έρευνας ακόμα για τέτοιες διεπαφές. Η εύκολη πρόσβαση πλέον σε μικροεπεξεργαστές και ότι είδους αισθητήρα μπορεί κανείς να σκεφτεί τις φέρνει ακόμα πιο κοντά σε υλοποιήσεις και την καθημερινότητα σε όποιο πεδίο εφαρμόζονται.

Ο συνδυασμός επομένως Α.Ι. και απτικών διεπαφών από ανθρώπινο χρήστη φαίνεται ότι θα δημιουργήσουν σύντομα ένα μέλλον, όπως έχουμε δει χρόνια να παρουσιάζεται εξωπραγματικό σε ταινίες επιστημονικής φαντασίας, οι οποίες πλέον δεν θα φαντάζουν τόσο φαντασίας.

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ακολουθούν οι βιβλιογραφικές αναφορές (πηγές) της Εργασίας.

Ishii H. & Ullmer B., (1997). Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits, and Atoms. In Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '97), p234–241. DOI: 10.1145/258549.258715

Jacob J. et al, (2008). Reality-Based Interaction: A Framework for Post-WIMP Interfaces. In ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI). DOI: 10.1145/1460355.1460361

Ishii H. & Ullmer B., (1997). Graspables: A User Interface with Tactile and Kinesthetic Feedback. In Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '97). DOI: 10.1145/258549.258764

Hornecker E. (2011)., The Role of Physicality in Tangible and Embodied Interaction. DOI: 10.1145/1925820.1925826

Fishkin, K. P., Gujar, A., Harrison, B. L., Moran, T. P., & Want, R. (1999). Embodied user interfaces: Towards invisible user interfaces. Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '99), 346–353.

Johnson, D., & Johnson, H. (2005). Tangible and Embedded Interaction in the Design of an Inclusive Museum Guide. In Proceedings of the 4th Decennial Conference on Critical Computing: Between Sense and Sensibility (CC '05), 129–132.

Resnick, M., & Silverman, B. (2005). Some reflections on designing construction kits for kids. Proceedings of Interaction Design and Children (IDC '05), 117–122.

Buehler, E., Chen, X., Liu, D., & Iba, W. (2018). Tangible interfaces for inclusive learning. Journal of Computing in Higher Education, 30(2), 307–324.

Bowman, D. A., & Hodges, L. F. (1997). An evaluation of techniques for grabbing and manipulating remote objects in immersive virtual environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(6), 625–642.

Ji, S., Xu, W., Yang, M., & Yu, K. (2013). 3D Convolutional Neural Networks for Human Action Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 35(1), 221-231

Poppe, R. (2007). Vision-based human motion analysis: An overview. *Computer Vision and Image Understanding*, 108(1-2), 4-18

Eisenberg, M., & L. Catchen. (2013). Tangible computing in the art museum: Making the intangible tangible. *Digital Creativity*, 24(2), 104–116.

ScratchFoundation, (2024), Our Story, <https://www.scratchfoundation.org/our-story>

Πανεπιστήμιο Cambridge / Τμήμα Πληροφορικής και Τεχνολογίας, (2024), <https://www.cl.cam.ac.uk/projects/raspberrypi/>

Barragan H., (2024) , The untold History of Arduino - A facts-based, reference-backed account of what happened at the beginning of the Arduino adventure!, <https://arduinohistory.github.io/>

Torvalds, L., & Diamond, D. (2001). *Just for fun: The story of an accidental revolutionary*. New York, NY: HarperCollins. ISBN 0-06-662073-2.

Zhang, Q., & Yu, Y. (2020). "Recent advances in Li-ion and Li-S battery materials." *Energy Storage Materials*, 24, 1-6.

Intel Corp., 2024, <https://www.intel.com/content/www/us/en/company-overview/company-overview.html>

AMD Corp., 2024, <https://www.amd.com/en/corporate.html>

Arm Corp., 2024, <https://www.arm.com/>

Aesha Panchal : What are tangible user interfaces (TUIs), and how do they enhance UX?. (Published in UX Collective date 2022), (Accessed Date 02/01/2024) <https://uxdesign.cc/what-are-tangible-user-interfaces-and-how-do-they-enhance-the-hci-experience-3be92f167131>

Stanford University Q: How technology is reinventing education (Accessed Date Apr/2024) <https://ed.stanford.edu/news/how-technology-reinventing-education>

Nagele N. at al., (2020)., Touching services : tangible objects create an emotional connection to services even before their first use., DOI : 10.1007/s40685-020-00114-0

Κίργινας Σ. (2022). Απτικά ψηφιακά παιχνίδια: Πώς η απτική τεχνολογία ενισχύει την παιγνιακή εμπειρία και την επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής. Ετήσιο Ελληνόφωνο Επιστημονικό Συνέδριο Εργαστηρίων Επικοινωνίας, 1(1), 102–113. DOI: 10.12681/cclabs.4961

Do-Lenh, Son & Jermann, Patrick & Cuendet, Sébastien & Zufferey, Guillaume & Dillenbourg, Pierre. (2010). Task Performance vs. Learning Outcomes: A Study of Tangible User Interface in Classroom Setting. DOI: 10.1007/978-3-642-16020-2\_6

Elena de la Guía, María Lozano, and Victor R. Penichet. 2013. TrainAb: a solution based on tangible and distributed user interfaces to improve cognitive disabilities. In CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '13). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 3039–3042. DOI : 10.1145/2468356.2479605

Schneider, Bertrand & Jermann, Patrick & Zufferey, Guillaume & Dillenbourg, Pierre. (2011). Benefits of a Tangible Interface for Collaborative Learning and Interaction. Learning Technologies, IEEE Transactions on. 4. 222 - 232. DOI: 10.1109/TLT.2010.36

Krestanova A., Cerny M., Augustynek M. Review: Development and Technical Design of Tangible User Interfaces in Wide-Field Areas of Application. Sensors 2021, 21, 4258. DOI : 10.3390/s21134258

Herman Hollerith., (1895)., Plate, punch card, and instructions for Herman Hollerith's Electric Sorting and Tabulating Machine. [Manuscript/Mixed Material] Retrieved from the Library of Congress, <https://www.loc.gov/item/mcc.023/>. (Ανάκτηση: 01.01.2024)

Journal Reference: Kayleigh Skene, Christine M. O'Farrelly, Elizabeth M. Byrne, Natalie Kirby, Eloise C. Stevens, Paul G. Ramchandani. Can guidance during play enhance children's learning and development in educational contexts? A systematic review and meta-analysis. *Child Development*, 2022; DOI:<https://doi.org/10.1111/cdev.13730>

McCartney S., (1999)., *ENIAC: The Triumphs and Tragedies of the Worlds First Computer.*, Publisher: Walker & Co., January 1, 1999., ISBN-13 : 978-0802713483.

Teleprinter: teleprinter (teletypewriter, teletype or TTY)., Ανακτήθηκε: 01/01/2024., <https://en.wikipedia.org/wiki/Teleprinter>., Τελ. Ενημέρωση : 29/12/2023.

Computer Monitor: Cathode Ray Tube., Ανακτήθηκε 01/01/2024., [https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_monitor](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_monitor)., Τελ. Ενημέρωση 29.12.2023.

Command Line Interface (CLI)., Ανακτήθηκε: 01/01/2024., [https://en.wikipedia.org/wiki/Command-line\\_interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Command-line_interface)., Τελ. Ενημέρωση: 01/01/2024.

Graphical User Interface (GUI) : Ανακτήθηκε: 01/01/2024., [https://en.wikipedia.org/wiki/Graphical\\_user\\_interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Graphical_user_interface)., Τελ. Ενημέρωση: 01/01/2024.

Engelbart D.C., (Oct. 1962)., *Augmenting Human Intellect : A conceptual framework.*, Stanford Research Institute California., Summary Report.

TouchScreen., Ανακτήθηκε: 01/01/2024., <https://en.wikipedia.org/wiki/Touchscreen>., Τελ. Ενημέρωση: 01/01/2024.

Gesture Recognition and Voice control : Ανακτήθηκε: 01/01/2024., [https://en.wikipedia.org/wiki/Gesture\\_recognition](https://en.wikipedia.org/wiki/Gesture_recognition)., Τελ. Ενημέρωση: 01/01/2024.

Apple Site : Siri, Ανακτήθηκε: 01/01/2024., <https://www.apple.com/siri/>, Τελ. Ενημέρωση: 01/01/2024

Muzammil K. The Importance of Open Source in Development Of Technology, Ανακτήθηκε: 05/01/2024. <https://www.aalpha.net/blog/importance-of-open-source-development-in-technology/>

Mark Hinkle, Citrix. Open Source – A platform for innovation. Ανακτήθηκε: 05/01/2024., <https://www.wired.com/insights/2013/11/open-source-a-platform-for-innovation/>

Forbes Article *By Jason Compton* : The Future of Emerging Technologies is Open Source. Ανακτήθηκε: 05/01/2024., <https://www.forbes.com/sites/cisco/2023/04/26/the-future-of-emerging-technologies-is-open-source/?sh=57bbe8c570b4>

GNU-GPL License, Ανακτήθηκε: 05/01/2024., <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html>

Apache-Commons License, Ανακτήθηκε: 05/01/2024. , <https://commons.apache.org/proper/commons-bsf/license.html>

## Παράρτημα Α: Κώδικας Εφαρμογής Ερωταπαντήσεων QuizCube v1.0

### ΚΛΑΣΗ QUIZSTART

```
package org.cinfos.quiz.gui;
import java.awt.Color;
import java.awt.Font;
import java.util.ArrayList;
import javax.swing.DefaultListModel;
import javax.swing.JOptionPane;
import org.cinfos.quiz.XML.DeviceRegistration;
import org.cinfos.quiz.XML.Question;
import org.cinfos.quiz.XML.Quiz;
import org.cinfos.quiz.XML.XMLHandler;
import org.cinfos.BTCalibration.API.*;
import org.cinfos.quiz.XML.CubePropertyFileException;
/**
 * Υλοποιεί τις κίριες εφάρμογες GUI ερωταπαντήσεων
 * Μερικοί από τις εφάρμογες ο κίριος επιλέγει ένα quiz, το εκτελεί,
 * μεταβίβει τις απαντήσεις των εγγραμμένων κίβων από τους κίριους
 * διαβάζει την βαθμολογία και το τελικό σκορ κατά την εκτέλεση του test
 * Σαν βοηθητική οθόνη υπάρχει η δυνατότητα να διαπιστώσει αν ένας κίβος
 * εμφανίζεται ενεργός στο σύστημα ή όχι επιλέγοντας το κατάλληλο tab στην οθόνη
 * @author chris karofillakis
 */
public class QuizStart extends javax.swing.JFrame {

    private XMLHandler xmlH=new XMLHandler();//μεταβίβει την ανάλυση του xml
    private BTManager btMan=new BTManager();//μεταβίβει την κίριση του bluetooth

    private Quiz quiz=new Quiz();//το κίριο quiz
    private Question q=new Question();//η τρέχουσα ερώτηση
    private DeviceRegistration devices;//οι κίβες που υπάρχουν συνδεδεμένες

    //βοηθητικές μεταβίβειες για την οθόνη με τις πινακίδες
    private ArrayList<javax.swing.JTextField> userDisplay=new ArrayList<>();
    private ArrayList<javax.swing.JLabel> macDisplay=new ArrayList<>();
    private ArrayList<javax.swing.JLabel> ansDisplay=new ArrayList<>();

    //πινακίδα με τις συνδεδεμένες online ή offline κίβες
    private ArrayList<String> connectedDevices=new ArrayList<>();

    //βοηθητικές μεταβίβειες για την εμφάνιση των listbox απαντήσεων και σκορών
    private DefaultListModel<String> listModelAnswers=new DefaultListModel();
    private DefaultListModel<String> listModelTotals=new DefaultListModel();
```

```

/**
 * Dimiourgia tis kirias formas toy pexnidou
 */
public QuizStart() {
    //diamorfose tin othoni
    initComponents();
    //kribo to panel erotiseon
    jPanel6.setVisible(false);
    //proetoimasia ton sxetikon label mkai texts stin othoni
    prepareArrayTexts();
    //topotheto ta onomata ton quiz sto kombo epilogis quiz
    loadQuizesInCombo();
    // ksekina tis siskeves bluetooth
    loadDevicesAndUserInfo();
}

private void loadDevicesAndUserInfo() {
    try {
        //bres tis paired siskeves sto sistima
        connectedDevices=btMan.discoverDevicesFromSystem();
        //bres oses leei to arxeio properites os dilomenes kai xristes toys
        devices=new DeviceRegistration();
        //debugging print
        System.out.println(devices.getDevices().size() + " " + connectedDevices.size());
        //an oi paired siskeves iparxoun
        if (!connectedDevices.isEmpty()) {
            //an diaferei o paired arithmos me auton ton dilomenon tote
            //deixe minima
            if (devices.getDevices().size()!=connectedDevices.size()) {
                JOptionPane.showMessageDialog(null, "Το αρχείο ιδιοτητων κύβων δεν
 περιέχει ή διαφέρει " +
                    "\n από τους δηλωμένους/paired στο Σύστημα.",
                    "Πρόβλημα δηλωσης/pair Κύβων", JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
                cmdStart.setEnabled(false);
                jTabbedPane1.setEnabledAt(1, false);
            } else { // allios
                //gia kathe siskevi pou brikes emfanise tis plirofories
                //sto katallilo tab
                for (int i=0;i<devices.getDevices().size();i++) {
                    userDisplay.get(i).setText(devices.getDevices().get(i).getAssignedTo());
                    macDisplay.get(i).setText(devices.getDevices().get(i).getDeviceMAC());
                    macDisplay.get(i).setForeground(Color.red);
                }
                cmdStart.setEnabled(displayConnectedTabInfo());
            }
            //allios emfanise to problima me minima
        } catch (CubePropertyFileException ex) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null, ex, "I/O Πρόβλημα",
                JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
        }
    }
}

```



```
}

/**
 * Emfamizei tis sindedemenes siskeves sto antistoixo tab tou GUI
 * kai elegxei an iparxei kapoia anenergi
 * @return epistrefei true an oles einai online oi siskeves i false an iparxei
 * esto kapoia offline
 */
private boolean displayConnectedTabInfo() {
    boolean online=true;//katasdtasi siskevon
    //gia kathe siskevi
    for (int i=0;i<devices.getDevices().size();i++) {
        //an apantaei sto bluetooth
        if(btMan.isDeviceAlive(macDisplay.get(i).getText())) {
            macDisplay.get(i).setForeground(Color.GREEN);
            //emfanise prasino xroma sto label tis
        } else {
            macDisplay.get(i).setForeground(Color.RED);//bale kokkino sto label
            online=false;//allios vale ektos sindesis
        }
    }
    return online;//epestrepse tin katasdtasi siskevon
}

/**
 * This method is called from within the constructor to initialize the form.
 * WARNING: Do NOT modify this code. The content of this method is always
 * regenerated by the Form Editor.
 */
@SuppressWarnings("unchecked")
// <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">
private void initComponents() {

    jSplitPane1 = new javax.swing.JSplitPane();
    jTabbedPane1 = new javax.swing.JTabbedPane();
    jPanel4 = new javax.swing.JPanel();
    jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
    cboQuizes = new javax.swing.JComboBox<>();
    cmdStart = new javax.swing.JButton();
    jPanel3 = new javax.swing.JPanel();
    jPanel1 = new javax.swing.JPanel();
    lblMac4 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel11 = new javax.swing.JLabel();
    txtUsername4 = new javax.swing.JTextField();
    jLabel10 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel8 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel9 = new javax.swing.JLabel();
    lblMac1 = new javax.swing.JLabel();

```

```
lblMac2 = new javax.swing.JLabel();
lblMac3 = new javax.swing.JLabel();
txtUsername2 = new javax.swing.JTextField();
txtUsername1 = new javax.swing.JTextField();
txtUsername3 = new javax.swing.JTextField();
jPanel6 = new javax.swing.JPanel();
jScrollPane3 = new javax.swing.JScrollPane();
txtDescription = new javax.swing.JTextArea();
lblAnswer0 = new javax.swing.JLabel();
lblAnswer1 = new javax.swing.JLabel();
lblAnswer2 = new javax.swing.JLabel();
lblAnswer3 = new javax.swing.JLabel();
lblAnswer4 = new javax.swing.JLabel();
lblAnswer5 = new javax.swing.JLabel();
cmdPreviousQuestion2 = new javax.swing.JButton();
cmdNextQuestion2 = new javax.swing.JButton();
cmdAcceptAnswers2 = new javax.swing.JButton();
jSeparator1 = new javax.swing.JSeparator();
jSeparator2 = new javax.swing.JSeparator();
jLabel7 = new javax.swing.JLabel();
jLabel18 = new javax.swing.JLabel();
cmdEarlyFinish = new javax.swing.JButton();
lblQuestionNo = new javax.swing.JLabel();
jScrollPane1 = new javax.swing.JScrollPane();
lstAnswers = new javax.swing.JList<>();
jScrollPane2 = new javax.swing.JScrollPane();
lstTotalResults = new javax.swing.JList<>();
cmdEndTest = new javax.swing.JButton();

setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
setMinimumSize(new java.awt.Dimension(1024, 768));
setPreferredSize(new java.awt.Dimension(1024, 768));

jSplitPane1.setBorder(new
javax.swing.border.SoftBevelBorder(javax.swing.border.BevelBorder.RAISED));
jSplitPane1.setDividerLocation(110);
jSplitPane1.setOrientation(javax.swing.JSplitPane.VERTICAL_SPLIT);
jSplitPane1.setMinimumSize(new java.awt.Dimension(0, 0));
jSplitPane1.setPreferredSize(new java.awt.Dimension(990, 180));

jTabbedPane1.setBorder(new
javax.swing.border.SoftBevelBorder(javax.swing.border.BevelBorder.RAISED));

jLabel1.setText("Ερωτηματολόγια");

cboQuizes.setModel(new javax.swing.DefaultComboBoxModel<>(new String[] {
"Item 1", "Item 2", "Item 3", "Item 4" }));

cmdStart.setText("Εναρξη");
cmdStart.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
```

```
public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    cmdStartActionPerformed(evt);
}
});

javax.swing.GroupLayout jPanel4Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel4);
jPanel4.setLayout(jPanel4Layout);
jPanel4Layout.setHorizontalGroup(

jPanel4Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel4Layout.createSequentialGroup()
        .addContainerGap()
        .addGroup(jPanel4Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 102,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addGroup(jPanel4Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                .addComponent(cboQuizes, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
269, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addGroup(jPanel4Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
                    .addComponent(cmdStart)
                    .addComponent(jLabel10, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 102,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                )
            )
        )
    );
jPanel4Layout.setVerticalGroup(

jPanel4Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel4Layout.createSequentialGroup()
        .addContainerGap()
        .addGroup(jPanel4Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(jPanel4Layout.createSequentialGroup()
                .addContainerGap()
                .addComponent(jLabel1)
                .addComponent(cboQuizes, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(cmdStart)
                .addComponent(jLabel9, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 102,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            )
            .addGroup(jPanel4Layout.createSequentialGroup()
                .addContainerGap()
                .addComponent(jLabel11, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 102,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel10, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 102,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel8, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 102,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addComponent(jLabel9, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 102,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            )
        )
    );
jTabbedPane1.addTab("Επιλογή Quiz", jPanel4);

jPanel3.setPreferredSize(new java.awt.Dimension(978, 156));

jLabel11.setText("Κύβος 2");

jLabel10.setText("Κύβος 4");

jLabel8.setText("Κύβος 1");

jLabel9.setText("Κύβος 3");
```

```
javax.swing.GroupLayout jPanel1Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel1);
jPanel1.setLayout(jPanel1Layout);
jPanel1Layout.setHorizontalGroup(

jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()
        .addComponent(jLabel8, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 55,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

    .addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING, false)
        .addComponent(lblMac1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
        .addComponent(txtUsername1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 156,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(jLabel11, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 55,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

    .addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING, false)
        .addComponent(lblMac2, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
        .addComponent(txtUsername2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 156,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(jLabel9, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 55,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

    .addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addComponent(lblMac3, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
159, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(txtUsername3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 159,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(jLabel10, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 55,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

    .addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING, false)
```

```
.addComponent(lblMac4, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,  
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)  
.addComponent(txtUsername4,  
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 159,  
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))  
.addContainerGap()  
);  
jPanel1Layout.setVerticalGroup(  
  
jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)  
.addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()  
.addContainerGap()  
  
.addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEA  
DING, false)  
.addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()  
  
.addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BAS  
ELINE)  
.addComponent(jLabel10)  
.addComponent(txtUsername4,  
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,  
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,  
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))  
  
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)  
.addComponent(lblMac4, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,  
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))  
.addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()  
  
.addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BAS  
ELINE)  
.addComponent(jLabel9)  
.addComponent(txtUsername3,  
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,  
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,  
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))  
  
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)  
.addComponent(lblMac3, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,  
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))  
.addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()  
  
.addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BAS  
ELINE)  
.addComponent(jLabel8)  
.addComponent(txtUsername1,  
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
```

```
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
    .addComponent(lblMac1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
18, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
    .addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup())

.addGroup(jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BAS
ELINE)
    .addComponent(jLabel11,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,                22,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
    .addComponent(txtUsername2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
    .addComponent(lblMac2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
18, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
    .addContainerGap()
);

javax.swing.GroupLayout jPanel3Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel3);
jPanel3.setLayout(jPanel3Layout);
jPanel3Layout.setHorizontalGroup(

jPanel3Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel3Layout.createSequentialGroup()
        .addComponent(jPanel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addGap(79, Short.MAX_VALUE))
    );
jPanel3Layout.setVerticalGroup(

jPanel3Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel3Layout.createSequentialGroup()
        .addComponent(jPanel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addGap(javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE))
    );

jTabbedPane1.addTab("Ρυθμίσεις", jPanel3);
```

```
jSplitPane1.setLeftComponent(jTabbedPane1);

txtDescription.setColumns(20);
txtDescription.setRows(5);
txtDescription.setText("Πεδίο εμφάνισης εκφώνησης ερώτησης");
jScrollPane3.setViewportView(txtDescription);

lblAnswer0.setText("1. Απάντηση Νο1");

lblAnswer1.setText("2. Απάντηση Νο2");

lblAnswer2.setText("3. Απάντηση Νο3");

lblAnswer3.setText("4. Απάντηση Νο4");

lblAnswer4.setText("5. Απάντηση Νο5");

lblAnswer5.setText("6. Απάντηση Νο6");

cmdPreviousQuestion2.setText("<--");
cmdPreviousQuestion2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        cmdPreviousQuestionActionPerformed(evt);
    }
});

cmdNextQuestion2.setText("-->");
cmdNextQuestion2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        cmdNextQuestionActionPerformed(evt);
    }
});

cmdAcceptAnswers2.setText("(((o)))");
cmdAcceptAnswers2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        cmdAcceptAnswersActionPerformed(evt);
    }
});

jSeparator1.setOrientation(javax.swing.SwingConstants.VERTICAL);

jLabel7.setText("Συνολική Βαθμολογία");

jLabel18.setText("Τρεχουσα Απάντηση");

cmdEarlyFinish.setText("Πρόωρη Διακοπή");
cmdEarlyFinish.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
```





```

        .addComponent(lblAnswer4,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE)
        .addComponent(lblAnswer5,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE)))
        .addGroup(jPanel6Layout.createSequentialGroup()
            .addContainerGap()
            .addComponent(jScrollPane3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,                                796,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED))
            .addGroup(jPanel6Layout.createSequentialGroup()
                .addContainerGap()
                .addComponent(cmdPreviousQuestion2)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
            .addComponent(cmdAcceptAnswers2)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
            .addComponent(cmdNextQuestion2)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
            .addComponent(lblQuestionNo,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,                                233,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
            .addComponent(cmdEndTest)
            .addGap(27, 27, 27)
            .addComponent(cmdEarlyFinish)
            .addGap(16, 16, 16)))
            .addComponent(jSeparator1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 14,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)

        .addGroup(jPanel6Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEA
DING)

        .addGroup(jPanel6Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEA
DING, false)
            .addComponent(jLabel18, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
            .addComponent(jLabel7, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 258,
Short.MAX_VALUE)

```

```

        .addComponent(jScrollPane1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addComponent(jScrollPane2,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(jSeparator2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
151, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addContainerGap(javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE))
    );
    jPanel6Layout.setVerticalGroup(

jPanel6Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGroup(jPanel6Layout.createSequentialGroup())

.addGroup(jPanel6Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEA
DING)
        .addGroup(jPanel6Layout.createSequentialGroup())
            .addContainerGap()
            .addComponent(jSeparator1))
        .addGroup(jPanel6Layout.createSequentialGroup())

.addGroup(jPanel6Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEA
DING)
        .addGroup(jPanel6Layout.createSequentialGroup())

.addGroup(jPanel6Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BAS
ELINE)
            .addComponent(cmdPreviousQuestion2)
            .addComponent(cmdNextQuestion2)
            .addComponent(cmdAcceptAnswers2)
            .addComponent(cmdEarlyFinish)
            .addComponent(lblQuestionNo,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(cmdEndTest))
            .addGap(11, 11, 11)
            .addComponent(jScrollPane3,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
            .addComponent(lblAnswer0)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
            .addComponent(lblAnswer1)

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)

```

151,

154,

25,

```

        .addComponent(lblAnswer2)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
        .addComponent(lblAnswer3)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
        .addComponent(lblAnswer4)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
        .addComponent(lblAnswer5)
        .addGroup(jPanel6Layout.createSequentialGroup())
        .addComponent(jLabel18)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(jScrollPane1,
        javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
        javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        118,

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
        .addComponent(jSeparator2,
        javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
        javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        10,
        .addGap(3, 3, 3)
        .addComponent(jLabel17)

        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(jScrollPane2,
        javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
        javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)))
        .addGap(0, 71, Short.MAX_VALUE)))
        .addContainerGap()
    );

    jSplitPane1.setRightComponent(jPanel6);

    javax.swing.GroupLayout layout = new javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
    getContentPane().setLayout(layout);
    layout.setHorizontalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addComponent(jSplitPane1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 1001,
        Short.MAX_VALUE)
    );
    layout.setVerticalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
        layout.createSequentialGroup()
        .addComponent(jSplitPane1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 509,
        Short.MAX_VALUE)
        .addContainerGap())
    );

```

```

    );

    pack();
} // </editor-fold>

/**
 * Methodos gia tin sillogi apantiseon kathe kibou stin trexousa erotisi
 * enimeronontas tin othoni me skor, apantiseis xriston kai tis sostis
 * apantisi. Elegxete episis an i erotisi exe iapantithei ksana opote
 * den proxoraei se nea anagnosi apantiseon an simbenei kati tetoio
 * @param evt parametros sistimatos
 */
private void cmdAcceptAnswersActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    //elegxoume an exei apantithei ksana i erotisi
    if (!quiz.getQuestions().get(q.getNo()-1).hasBeenAnswered()) {
        getUserAnswers();//mazecoume tis apantiseis
        displayCorrectAnswer();//emfanizoume tin susti apantisi
        displayCurrentAnswers();//emfanizoume tis apantiseis ton xriston
        displayTotalScores();//emfanizoume to sinoliko skor
        quiz.getQuestions().get(q.getNo()-1).answeredIt();//bazoume oti apantithike
    } else { //allios den epitrepoume epanapantiseis
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Η Ερώτηση έχει ήδη απαντηθεί. "
            , "Απαντημενη", Ερώτηση",
            JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
    }
}

/**
 * Methodos i opoia mazeuei apo tous kibous tis apantiseis
 * kai gemizei tin domi tou Quiz me autes oste na diamorfothoun ta
 * skor kai oi domes tou
 */
private void getUserAnswers() {
    for (int i=0;i<connectedDevices.size();i++) {
        //diabase kibo kibo kai bale ta apotelesmata se
        String answer= btMan.getReplyFromDevice(connectedDevices.get(i));
        //an kapoio epestrepse UNDEFINED simeni itan ektos sindesis
        if(answer.equals("#UNDEFINED#")) { //ara deikse minima
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Ο κύβος με MAC [" +
                connectedDevices.get(i) + "] δεν απαντάει. ",
                "Αναζήτηση Απαντήσεων", JOptionPane.WARNING_MESSAGE);
        } else { //allios enimerose to quiz katallilos me tin apantisi
            quiz.addAnswerOfUser(q.getNo()-1, i, answer);
            System.out.println("answer ->>>>> " +answer);
        }
    }
}

/**

```

```
* Methodos gia tin emfanisi sto GUI ton apantiseon ton xriston stin trexousa
* erotisi
*/
private void displayCurrentAnswers() {
    //sbise ta palia stoixeia apo tin lista
    listModelAnswers.removeAllElements();
    //psakse oles tis apantiseis pou dothikan
    for(int i=0;i<devices.getDevices().size();i++) {
        //prosthese tes stin lista
        listModelAnswers.addElement(userDisplay.get(i).getText()+
            " - "+
            quiz.getAnswerOfUser(q.getNo()-1, i));
    }
    //enimerose tin lista me ta stoixeia
    lstAnswers.setModel(listModelAnswers);
}

/**
 * Methodos gia tin emfanisi tou sinolikou skor tou quiz
 */
private void displayTotalScores() {
    //katharise ta palia stoixeia
    listModelTotals.removeAllElements();
    //gia akthe xristi pare to trexon skor tou
    for(int i=0;i<quiz.getRunningTotalPerUser().size();i++) {
        //diamorfose to skor tou kathenos
        listModelTotals.addElement(userDisplay.get(i).getText()+
            "+quiz.getRunningTotalPerUser().get(i));
    }
    //emfanise ta skor stin lista
    lstTotalResults.setModel(listModelTotals);
}

/**
 * Methodos gia tin metakinisi stin proigoumeni erotisi
 * @param evt parametros sistimatos
 */
private void cmdPreviousQuestionActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    if (q.getNo()>1) { //den dexomaste kiklo me telos
        resetAnswersOnForm();//midenise tis apantiseis
        clearAnswersList();//sbise tin lista apantiseon
        displayTotalScores();//dixe ta skor
        displayQuestion(q.getNo()-1);//emfanise tin proigoumeni erotisi
    }
}

/**
 * Methodos gia ekkinesi ton quiz me tis erotiseis
 * @param evt parametros sistimatos
```

```
*/
private void cmdStartActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    String x = String.valueOf(cboQuizes.getSelectedItemAt()); //επιλεγμένο quiz
    quiz = xmlH.getQuiz(x); //φορτώσε τις ερωτήσεις
    quiz.setNumberOfUsers(connectedDevices.size()); //βάλε τις απαντήσεις
    clearTotalsList(); //καθαρίσε τα σκορ
    clearAnswersList(); //καθαρίσε τις απαντήσεις
    jPanel6.setVisible(true); //εμφάνισε το panel με τα στοιχεία ερωτήσεων
    jSplitPane1.setDividerLocation(110); //
    cmdStart.setEnabled(false); //αποενεργοποίησε το πλίκτρο του quiz
    jTabbedPane1.setEnabledAt(1, false); //αποενεργοποίησε το 2ο tab
    cboQuizes.setEnabled(false); //αποενεργοποίησε το ερώτημα
    displayQuestion(1); //εμφάνισε την 1η ερώτηση
    pack(); //διόρθωσε το GUI
}

/**
 * Methodos gia apotomo termatismo tou quiz. Pithanon gia lathos kata tin
 * anagnosi ton kibon logo aposindesis and xriastei.
 * @param evt parametros sistimatos
 */
private void cmdEarlyFinishActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    resetAnswersOnForm(); //καθαρίσε τις απαντήσεις
    jPanel6.setVisible(false); //κρύψε το panel με τις ερωτήσεις
    jSplitPane1.setDividerLocation(110); //
    quiz=null; //μείωσε το quiz
    q=null; //
    cmdStart.setEnabled(true); //ανοίξε το πλίκτρο του quiz
    jTabbedPane1.setEnabledAt(1, true); //ενεργοποίησε το 2ο tab
    cboQuizes.setEnabled(true); //επέτρεψε ερώτηση
}

/**
 * Methodos gia tin metakinisi stin epomeni erotisi
 * @param evt parametros sistimatos
 */
private void cmdNextQuestionActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    if(quiz.getQuestions().size()>q.getNo()) { //den dexomaste kiklo me tin proti
        resetAnswersOnForm(); //καθαρίσε τις απαντήσεις
        clearAnswersList(); //καθαρίσε τις απαντήσεις
        displayTotalScores(); //δείξε το σκορ
        displayQuestion(q.getNo()+1); //εμφάνισε την επόμενη ερώτηση
    }
}

/**
 * Methodos Telikou Termatismou tou quiz
 * @param evt parametros sistimatos
 */
```

```

private void cmdEndTestActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    String results="";
    //mazepse se lektiko ta apotelesmata apantiseon ton xriston morfopoiontas
    //ta to ena kato apo to allo
    //kai emfanise ta skor se minima stin othoni tou GUI
    for(int i=0;i<quiz.getNumberOfUsers();i++) {
        results += userDisplay.get(i).getText()+"\t          :
"+quiz.getRunningTotalPerUser().get(i)+"\n";
    }
    JOptionPane.showMessageDialog(null, results, "Αποτελέσματα",
JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
    cmdEarlyFinishActionPerformed(evt);//kalese tin methodo auti gia
    //sinexisi prostheton metabolon sto gui
}

/**
 * Methodos katharismou tis othonis apo apantiseis
 */
private void clearAnswersList() {
    listModelAnswers.removeAllElements();
    lstAnswers.setModel(listModelAnswers);
}
/**
 * Methodos katharismou tis othonis ton skor
 */
private void clearTotalsList() {
    listModelTotals.removeAllElements();
    lstTotalResults.setModel(listModelTotals);
}

/**
 * Methodos emfanisis sigkekrimenis erotisis stin othoni
 * @param i o arithmos tis erotisis tou quiz
 */
private void displayQuestion(int i) {
    q=quiz.getQuestionNumber(i);//pare tin erotisi apo tin kentriki domi
    lblQuestionNo.setText("ΕΡΩΤΗΣΗ : " + i);//kai emfanise ta stoixeia tis
    txtDescription.setText(q.getDescription());//sto GUI
    lblAnswer0.setText(q.getAnswer1());
    lblAnswer1.setText(q.getAnswer2());
    lblAnswer2.setText(q.getAnswer3());
    lblAnswer3.setText(q.getAnswer4());
    lblAnswer4.setText(q.getAnswer5());
    lblAnswer5.setText(q.getAnswer6());
    if (q.hasBeenAnswered()){//se periptosi pou exei apantitheo pio prin
        displayCorrectAnswer();//dikse tin sosti apantisi
    }
}
}

```

## ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

```
/**
 * Methodos i opoia epanaferi to xroma se mauro gia ta labels ton apantiseon
 * se periptosi pou eixe apantithei kapoia erotisi proigoumenos
 */
private void resetAnswersOnForm() {
    Font f = jLabel1.getFont();
    for (int i=0;i<6;i++) {
        ansDisplay.get(i).setForeground(Color.BLACK);
        ansDisplay.get(i).setFont(f.deriveFont(f.getStyle()));
    }
}

/**
 * Methodos i opoia emfanizei me Prasino xroma tin sosti apantisi stin
 * erotis tis othonis
 */
private void displayCorrectAnswer() {
    Font f = jLabel1.getFont();
    ansDisplay.get(q.getCorrect()-1).setForeground(Color.GREEN);
    ansDisplay.get(q.getCorrect()-1).setFont(f.deriveFont(f.getStyle() ^ Font.BOLD));
}

/**
 * Methodos i opoia fortonei ta onomata ton Quiz sto katallilo combo
 * gia epilogi poiou tha pexoun oi xristes
 */
private void loadQuizesInCombo() {
    cboQuizes.removeAllItems();//sbise ta palia
    for (String quizname : xmlH.getXmlQuizes()) {
        cboQuizes.addItem(quizname); //fortose 1 pros 1 ta nea
    }
}

/**
 * Methodos gia tin diamorfosi tou GUI tou 2ou tab me tous sindedemenous kai
 * orismenous xristes se kibous
 */
private void prepareArrayTexts() {
    userDisplay.add(txtUsername1);
    userDisplay.add(txtUsername2);
    userDisplay.add(txtUsername3);
    userDisplay.add(txtUsername4);

    macDisplay.add(lblMac1);
    macDisplay.add(lblMac2);
    macDisplay.add(lblMac3);
    macDisplay.add(lblMac4);

    ansDisplay.add(lblAnswer0);
```



```

ansDisplay.add(lblAnswer1);
ansDisplay.add(lblAnswer2);
ansDisplay.add(lblAnswer3);
ansDisplay.add(lblAnswer4);
ansDisplay.add(lblAnswer5);
}

/**
 * Ekkinesi tis efarmogis
 * @param args the command line arguments
 */
public static void main(String args[]) {
    /* Set the Nimbus look and feel */
    //<editor-fold defaultstate="collapsed" desc=" Look and feel setting code (optional) ">
    /* If Nimbus (introduced in Java SE 6) is not available, stay with the default look and
feel.
    * For details see
http://download.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/lookandfeel/plaf.html
    */
    try {
        for (javax.swing.UIManager.LookAndFeelInfo info :
javax.swing.UIManager.getInstalledLookAndFeels()) {
            if ("Nimbus".equals(info.getName())) {
                javax.swing.UIManager.setLookAndFeel(info.getClassName());
                break;
            }
        }
    } catch (ClassNotFoundException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(QuizStart.class.getName()).log(java.util.logging.Level
.SEVERE, null, ex);
    } catch (InstantiationException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(QuizStart.class.getName()).log(java.util.logging.Level
.SEVERE, null, ex);
    } catch (IllegalAccessException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(QuizStart.class.getName()).log(java.util.logging.Level
.SEVERE, null, ex);
    } catch (javax.swing.UnsupportedLookAndFeelException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(QuizStart.class.getName()).log(java.util.logging.Level
.SEVERE, null, ex);
    }
}
//</editor-fold>

    /* Create and display the form */
    java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
        public void run() {

```

```
        new QuizStart().setVisible(true);
    }
});
}

// Variables declaration - do not modify
private javax.swing.JComboBox<String> cboQuizes;
private javax.swing.JButton cmdAcceptAnswers2;
private javax.swing.JButton cmdEarlyFinish;
private javax.swing.JButton cmdEndTest;
private javax.swing.JButton cmdNextQuestion2;
private javax.swing.JButton cmdPreviousQuestion2;
private javax.swing.JButton cmdStart;
private javax.swing.JLabel jLabel1;
private javax.swing.JLabel jLabel10;
private javax.swing.JLabel jLabel11;
private javax.swing.JLabel jLabel18;
private javax.swing.JLabel jLabel7;
private javax.swing.JLabel jLabel8;
private javax.swing.JLabel jLabel9;
private javax.swing.JPanel jPanel1;
private javax.swing.JPanel jPanel3;
private javax.swing.JPanel jPanel4;
private javax.swing.JPanel jPanel6;
private javax.swing.JScrollPane jScrollPane1;
private javax.swing.JScrollPane jScrollPane2;
private javax.swing.JScrollPane jScrollPane3;
private javax.swing.JSeparator jSeparator1;
private javax.swing.JSeparator jSeparator2;
private javax.swing.JSplitPane jSplitPane1;
private javax.swing.JTabbedPane jTabbedPane1;
private javax.swing.JLabel lblAnswer0;
private javax.swing.JLabel lblAnswer1;
private javax.swing.JLabel lblAnswer2;
private javax.swing.JLabel lblAnswer3;
private javax.swing.JLabel lblAnswer4;
private javax.swing.JLabel lblAnswer5;
private javax.swing.JLabel lblMac1;
private javax.swing.JLabel lblMac2;
private javax.swing.JLabel lblMac3;
private javax.swing.JLabel lblMac4;
private javax.swing.JLabel lblQuestionNo;
private javax.swing.JList<String> lstAnswers;
private javax.swing.JList<String> lstTotalResults;
private javax.swing.JTextArea txtDescription;
private javax.swing.JTextField txtUsername1;
private javax.swing.JTextField txtUsername2;
private javax.swing.JTextField txtUsername3;
private javax.swing.JTextField txtUsername4;
// End of variables declaration
```

```
}
```

## ΚΛΑΣΗ XMLHANDLER

```
package org.ckinfos.quiz.XML;

import java.io.File;
import java.io.IOException;
import java.util.ArrayList;
import javax.swing.JOptionPane;
import javax.xml.parsers.DocumentBuilder;
import javax.xml.parsers.DocumentBuilderFactory;
import javax.xml.parsers.ParserConfigurationException;
import org.w3c.dom.DOMException;
import org.w3c.dom.Document;
import org.w3c.dom.Element;
import org.w3c.dom.Node;
import org.w3c.dom.NodeList;
import org.xml.sax.SAXException;

/**
 * Klasi gia tin prosbasi sta XML arxeia ton erotapantiseon. Auti diamorfonei
 * tis domes tou QUIZ ta opoia diabazei apo ta antistoixa arxeia ston fakelo XML
 * @author chris karofillakis
 */
public class XMLHandler {

    private Quiz quiz = new Quiz();//metabliti gia ena quiz
    private Question question=new Question();//metabliti gia mia erotisi
    private ArrayList<Quiz> quizzes=new ArrayList<>();//i kiria domi pou gemizei quiz
    private ArrayList<String> xmlQuizes=new ArrayList<>();//lektika ton arxeion xml
    private static final String XML_PATH="XML/";//o fakelos gia i/o

    public XMLHandler() {
        retrieveQuizes();//anaktisi ton quiz apo ton disko
    }

    /**
     * Methodos anoigmatos ton arxeion XML apo ton disko
     * Dimiourgias tis domis ton onomaton ton xml gia tin katallili domi
     * kai diasmatos ton erotapantiseon analytika se osa briskei
     */
    public final void retrieveQuizes() {
        //diabase ta arxeia xml pou briskeis ston fakelo XMLPATH
        File[] directories = new File(XML_PATH).listFiles((File file) ->
            file.isFile() && file.getName().toLowerCase().endsWith(".xml"));
    }
}
```

```
    for (File subdirectory : directories) { //για ola osa brikes
        xmlQuizes.add(subdirectory.getName()); //bale ton titlo stin domi
        readQuizXML(XML_PATH+subdirectory.getName()); //kai diabase tis erotiseis tou
    }
}

/**
 * Methodos gia na epistrafoun oi onomasies ton arxeion ta opia
 * os dedomeno theoroume oti einai kai o titlos toy quiz stin efarmogi
 * @return epistrefei pinaka me ta quiz pou diabase
 */
public ArrayList<String> getXmlQuizes() { return xmlQuizes;}

/**
 * Methodos gia tin epistrofi ton erotapantiseon sigkekrimenou quiz me basi
 * tin onomasia tou
 * @param name i onomasia tou quiz pou theloume na epistrafei
 * @return epistrefei tin kiria domi quiz me tis erotapantiseis
 */
public Quiz getQuiz(String name) {
    for (int i=0;i<quizes.size();i++) { //psakse se ola ta quiz
        //bre auto pou zitithike
        if (quizes.get(i).getName().toUpperCase().equals(
            name.replaceAll(".xml", "").toUpperCase())) {
            return quizes.get(i); //epistrefse to etoimo gia xrisi
        }
    }
    return null; //allios steile piso to keno
}

/**
 * Methodos oi opoia analmbanei to kirio ergo I/O gia tin dimiourgia tou quiz
 * apo to arxeio ston disko
 * @param fname to onoma tou arxeiou pou tha diabastei
 */
private void readQuizXML(String fname) {
    try {
        //arxikoposi diabasmatos enos XML arxeiou me DOM
        DocumentBuilderFactory factory = DocumentBuilderFactory.newInstance();
        DocumentBuilder builder = factory.newDocumentBuilder();
        Document doc = builder.parse(fname); //edo fortonete to teliko xml

        // brisko tin arxi tou dentrou xml
        Element root = doc.getDocumentElement();

        // perno to onoma apo to arxeio kai to bazo stin domi
        quiz=new Quiz(root.getElementsByTagName("name").item(0).getTextContent());
        // anakto to dentro ton erotiseon
        NodeList questionList = root.getElementsByTagName("Question");
    }
}
```

```
// gia kathe node erotisis pou brisko
for (int i = 0; i < questionList.getLength(); i++) {
    //diabazo ena pros ena ta pedia pou periexei
    Node questionNode = questionList.item(i);
    if (questionNode.getNodeType() == Node.ELEMENT_NODE) {
        Element questionElement = (Element) questionNode;
        //dimiourgontas stin mnimi tin katallili domi erotisis
        question=new Question();
        // arithmos erotisis

question.setNo(Integer.parseInt(questionElement.getElementsByTagName("no")
                                .item(0).getTextContent()));

        // kirios keimeno erotisis

question.setDescription(questionElement.getElementsByTagName("description")
                        .item(0).getTextContent());

        // apantiseis pou tha periexei
        question.setAnswer1(questionElement.getElementsByTagName("answer1")
                            .item(0).getTextContent());
        question.setAnswer2(questionElement.getElementsByTagName("answer2")
                            .item(0).getTextContent());
        question.setAnswer3(questionElement.getElementsByTagName("answer3")
                            .item(0).getTextContent());
        question.setAnswer4(questionElement.getElementsByTagName("answer4")
                            .item(0).getTextContent());
        question.setAnswer5(questionElement.getElementsByTagName("answer5")
                            .item(0).getTextContent());
        question.setAnswer6(questionElement.getElementsByTagName("answer6")
                            .item(0).getTextContent());
        // o arithmos tis sostis apantisis
        question.setCorrect(Integer.parseInt(
            questionElement.getElementsByTagName("correct")
                .item(0).getTextContent()
        ));
    }
    //tin bazo sto quiz
    quiz.addQuestion(question);
}
//prostheto to diabasmeno quiz stin kiria domi quiz stin mnimi
quizes.add(quiz);
//se periptosi pou dimiourgithei opoioidipote lathos
//emfanise plaisio me enimerosi
} catch (IOException | NumberFormatException | ParserConfigurationException
        | DOMException | SAXException e) {
    JOptionPane.showMessageDialog(null,
        "Σημειώθηκε λάθος κατά την ανάγνωση XML Ερωτήσεων",
        "Λάθος XML", JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
```

```
    }  
  }  
}
```

## ΚΛΑΣΗ QUIZ

```
package org.ckinfos.quiz.XML;
```

```
import java.util.ArrayList;
```

```
/**
```

```
* Κλασι i opia paizei to rolo tis kyrias domis kai periexei ola ta stoixeia  
* gia tin ektelesi alla kai tin arxikopoiisi tou pexnidιου erotapantiseon  
* Periexei tin Trexousa Erotisi gia parakolouthisi  
* Periexei to Sinolo ton erotiseon toy epilegmenou quiz  
* Periexei tis Apantiseis sto QUIZ opos exoun dothei  
* Periexei to Sinoliko Score gia kathe xristi  
* @author chris karofillakis  
*/
```

```
public class Quiz {  
    private String name="";  
    private Question question= new Question();  
    private ArrayList<Question> questions = new ArrayList<>();  
    private ArrayList<ArrayList<String>> answers=new ArrayList<>();  
    private ArrayList runningTotalPerUser = new ArrayList();
```

```
    private int numberOfUsers=0;//to sinolo ton xriston
```

```
    public Quiz() { this.name="Τυχαία Ονομασία Quiz";}
```

```
/**
```

```
* Constructor me parametro to onoma tou quiz  
* @param name periexei to onoma tou quiz. pernei ousiastika to onoma tou  
* arxeiou XML pou periexei to quiz  
*/
```

```
public Quiz(String name) {  
    this.name=name;  
}
```

```
/**
```

```
* Methodos pou orizei tous xristes gia to trexon Quiz  
* kai arxiopoiiei tis aparaitites domes gia peraitero xrisi  
* @param numberOfUsers orizei posoi xristes dilothikan se auto to quiz  
*/
```

```
public void setNumberOfUsers(int numberOfUsers) {  
    this.numberOfUsers = numberOfUsers;//arithmos xriston  
    this.runningTotalPerUser.clear();//katharise tixon paliotera stoixia
```

```
    prepareUserAnswers();//etoimase tin domi apantisis
    prepareRunningTotal();//etoimase se 0 ta sinola
}

/**
 * Prosthiki maiw erotisis sto quiz kai tautoxrona proetoimasia
 * tis domis aapantisis gia auti tin erotisi
 * @param q i domi erotisis pou prostithetai
 */
public void addQuestion(Question q) {
    this.questions.add(q);
    this.answers.add(new ArrayList<>());
}

/**
 * Methodos i opia epistrefei tin erotisi me sigkekrimeno arithmo apo to quiz
 * @param num arithmos tis epithimitis erotisis gia epistorfi
 * @return i erotisi pou zitithike
 */
public Question getQuestionNumber(int num) {
    return questions.get(num-1);
}

/**
 * Methodos i opoia epistrefei tin apantisi pou edose sigkekrimenos xristis se
 * sigkekrimeni erotisi
 * @param question o arithmos tis erotisis pou theloume na doume apantisi
 * @param user o xristis pou theloume na paroume tin apantisi
 * @return i apantisi se morfi lektikou tou xristi p.x. 4
 */
public String getAnswerOfUser(int question, int user) {
    return this.answers.get(question).get(user);
}

/**
 * Methodos i opoia xrisimopieitai gia an prosthesi mia apantisi kapoioy xristi\
 * stin katallili domi metaballontas tautoxrona kai to sinoliko skor tou
 * @param question o arithmos tis erotisis pou apantithike
 * @param user o xristis pou apantise
 * @param answer i apantisi pou edose sto quiz
 */
public void addAnswerOfUser(int question, int user, String answer) {
    this.answers.get(question).set(user, answer);
    if(answer.equals(String.valueOf(questions.get(question).getCorrect()))){
        int currentscore=(int)runningTotalPerUser.get(user);
        runningTotalPerUser.set(user, ++currentscore);
    }
}
```

```
/**
 * Methodos gia epanekinisi ton idi apantimenon erotiseon olou toy quiz.
 * san na min einai apantimenes diladi.
 */
public void resetQuestionsAnswered() {
    for (int i=0;i<this.questions.size();i++) {
        this.questions.get(i).resetAnswered();
    }
}

/**
 * Methodos gia epanekinisi olon ton apantiseon ton xriston. Diladi
 * midenizei oles tis apantiseis se oles tis erotiseis tou quiz
 */
public void resetUserAnswers() {
    for (int q=0;q<this.answers.size();q++) {
        this.answers.get(q).clear();
    }
}

/**
 * Methodos preotoimasias tis domis apodoxis apantiseon ton xriston
 * I domi periexei tis apantiseis gia kathe erotisi tou kthe xrisri
 * gia auto xrisimopoieitai emfoliasmeno for ena gia oles tis apantiseis
 * kai esoterika gia kathe xristi
 */
private void prepareUserAnswers() {
    for (int q=0;q<this.answers.size();q++) {
        this.answers.get(q).clear();
        for(int i=0;i<this.numberOfUsers;i++) {
            this.answers.get(q).add("");
        }
        this.questions.get(q).resetAnswered();
    }
}

//epistrefei to sinoliko skor olon ton xriston
public ArrayList getRunningTotalPerUser() {return runningTotalPerUser;}
//diamorofonei ton pinaka sinolikou skor
private void prepareRunningTotal() {
    for(int i=0;i<this.numberOfUsers;i++) runningTotalPerUser.add(0);
}
// anaktisi tou arithmou ton xriston sto trexon quiz
public int getNumberOfUsers() {return numberOfUsers;}
//midenizei to sinoliko skor ton xriston
public void resetRunningTotal() { runningTotalPerUser.clear();}
//epistrefei tin domi erotiseon gia to trexon quiz
public ArrayList<Question> getQuestions() { return questions;}
//epistrefei to onoma tou quiz
public String getName() { return name;}
```



```
//anathetei to onoam tou quiz  
public void setName(String name) { this.name = name; }  
  
}
```

## ΚΛΑΣΗ QUESTION

```
package org.ckinfos.quiz.XML;  
  
/**  
 *  
 *  
 * @author chris karofillakis  
 */  
public class Question {  
    private int no=0;  
    private String description="";  
    private String answer1="";  
    private String answer2="";  
    private String answer3="";  
    private String answer4="";  
    private String answer5="";  
    private String answer6="";  
    private int correct=0;  
    private int timesecs=0;  
    private boolean hasBeenAnswered=false;  
  
    //constructores me ta kiria xarakteristika tis domis gia arxikopoiiseis  
    public Question() {  
    }  
  
    public Question(int no, String description, String answer1,String answer2,  
                    String answer3,String answer4,String answer5,  
                    String answer6,int correct,int timesecs) {  
        this.no=no;  
        this.description=description;  
        this.answer1=answer1;  
        this.answer2=answer2;  
        this.answer3=answer3;  
        this.answer4=answer4;  
        this.answer5=answer5;  
        this.answer6=answer6;  
        this.correct=correct;  
        this.timesecs=timesecs;  
    }  
  
    /**  
     * Methodos i opoia epistrefei an exei apantithei ksana auti i erotisi
```

## ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

```
* @return an exei apantithei i erotisi i oxi
*/
public boolean hasBeenAnswered() {return this.hasBeenAnswered;}

/**
 * Methodos i opoia thetei tin erotisi auti os mi apantimeni
 */
public void resetAnswered() { this.hasBeenAnswered=false;}

/**
 * Methodos i opoia theti mia erotisi os apantimeni
 */
public void answeredIt() {this.hasBeenAnswered=true;}

// Typika GET/SET gia prosbasi sta xaraktristika tis klasis
public int getNo() { return no;}
public void setNo(int no) {this.no = no;}
public String getDescription() {return description;}
public void setDescription(String description) {this.description = description;}
public String getAnswer1() {return answer1;}
public void setAnswer1(String answer1) {this.answer1 = answer1;}
public String getAnswer2() {return answer2;}
public void setAnswer2(String answer2) {this.answer2 = answer2;}
public String getAnswer3() {return answer3;}
public void setAnswer3(String answer3) { this.answer3 = answer3;}
public String getAnswer4() { return answer4; }
public void setAnswer4(String answer4) { this.answer4 = answer4;}
public String getAnswer5() { return answer5;}
public void setAnswer5(String answer5) { this.answer5 = answer5;}
public String getAnswer6() { return answer6; }
public void setAnswer6(String answer6) { this.answer6 = answer6; }
public int getCorrect() { return correct; }
public void setCorrect(int correct) { this.correct = correct;}
public int getTimesecs() { return timesecs;}
public void setTimesecs(int timesecs) { this.timesecs = timesecs; }

}
```

## ΚΛΑΣΗ DEVICEREGISTRATION

```
package org.ckinfos.quiz.XML;

import java.io.File;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.util.ArrayList;
```

```
import java.util.Properties;
/**
 * I klasi ayti analambanei tin fortosi tou arxeiou parametron tis efarmogis
 * gia tous kibous pou tha xrisimopoithoun kai dimiourgei mia domi me stoixeia
 * DeviceInfo pou antistoixizontai oi xristes me tous kibous
 *
 * @author chris karofillakis
 */
public class DeviceRegistration {
    private Properties prop=new Properties();//gia to diabasma ton properties
    private String strMacID; //boithitiki gia mac address
    private FileInputStream fi=null;//to arxeio anagnosis
    private InputStream is = null;// to kanali anagnosis
    //i kiria domi me tin antistoixisi kibon se xristes
    private ArrayList<DeviceInfo> devices=new ArrayList<>();

    /**
     * Constructor tis klasis o opoios diamorfonei tis parametrous kai an
     * emfanistei minima epistrefei me lathos gia na enimerosi tin efarmogi
     * @throws CubePropertyFileException
     */
    public DeviceRegistration() throws CubePropertyFileException {
        //ta xarakteristika tis DviceInfo domis
        String deviceId;
        String macValue;
        String assignedTo;
        //antistixisi arxeiou properties
        File file = new File("XML/cubes.properties");
        try {
            is = new FileInputStream(file);
            prop.load(is);//fortose tin domi properties stin mnimi
            //to arxeio cubes.properties periexei diplasies grammes apo oti tha
            //eprepe giati epilextike i logiki na iparxei mia property gia ena kibo
            //kai mia gia ton xristi toy. Ara kathe kibos exei 2 grammes pou ton aforoun
            //eksou kai to prop.size / 2
            int upto=prop.size()/2;
            //to upto periexei ousiastika ton aritho ton kibon poy dilothikan
            for (int i=0;i<upto;i++) {
                //bale ta stoixeia tou kibou mac address kai xristi
                //deviceid = deviceX.MAC
                deviceId = "device" + (i + 1) + ".MAC";
                macValue = prop.getProperty(deviceId);//opos kataxorithike
                //bale ta stoixeia tou kibou xristis
                deviceId = "device" + (i + 1) + ".assignedTo";
                //deviceid = deviceX.assignedTo
                assignedTo = prop.getProperty(deviceId);
                //prosthesi ta stin domi kibon
                devices.add(new DeviceInfo("Device" + (i + 1) , macValue, assignedTo));
                //debugginf print
            }
        }
    }
}
```

## ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

```
        System.out.println("Device MAC : " + macValue);
        System.out.println("Device Assigned : " + assignedTo);
    } //an simbei lathos tote throw diko mas epexigmatiko lathos
} catch (FileNotFoundException ex) {
    throw new CubePropertyFileException("Δεν Βρέθηκε το αρχείο ρυθμίσεων των
κύβων στην διαδρομή :]n" +
        file.getAbsolutePath());
} catch (IOException ex) {
    throw new CubePropertyFileException("Πρόβλημα συστήματος κατά την
ανάγνωση του αρχείου ρυθμίσεων κύβων");
}
}
/**
 * Methodos gia na epistrepsi posous kibous tha xeiristei i efarmogi
 * @return arithmo dilomenon kibon
 */
public int getRegisteredCubeNumber() { return devices.size();}
/**
 * Methodos opou epistrefete i domi antistoixisis xriston me kibous
 * @return i domi antistixisis kibon me xristes
 */
public ArrayList<DeviceInfo> getDevices() { return devices; }
}
```

## ΚΛΑΣΗ DEVICEINFO

```
package org.ckinfos.quiz.XML;

/**
 * Boithitiki Domi klasis gia anathesi sigkekrimenou kibou se xristi
 * @author chris karofillakis
 */
public class DeviceInfo {
    private String deviceID;//ena anagoristiko gia tin siskevi
    private String DeviceMAC;//i macaddress tis siskevis
    private String assignedTo;//o xristis pou exei oristei an tin xrisimopoiei

    /**
     * Constructor tis klasis me ta aparaitita kiria xaraktirsitika tis
     * @param deviceID ena anagoristiko xaraktiristiko
     * @param DeviceMAC i mac address tis siskevis
     * @param assignedTo o xristis pou tha tin xrisimopoiei
     */
    public DeviceInfo(String deviceID, String DeviceMAC, String assignedTo) {
        this.deviceID = deviceID;
        this.DeviceMAC = DeviceMAC;
        this.assignedTo = assignedTo;
    }
}
```

```
//klasikes GET/SET gia ta xarakteristika tis klasis
public String getDeviceID() { return deviceID;}
public void setDeviceID(String deviceID) {this.deviceID = deviceID;}
public String getDeviceMAC() { return DeviceMAC;}
public void setDeviceMAC(String DeviceMAC) { this.DeviceMAC = DeviceMAC;}
public String getAssignedTo() {return assignedTo;}
public void setAssignedTo(String assignedTo) {this.assignedTo = assignedTo;}

@Override
public String toString() {
    return "DeviceInfo{" + "deviceID=" + deviceID + ", DeviceMAC=" +
        DeviceMAC + ", assignedTo=" + assignedTo + '}';
}
}
```

## ΚΛΑΣΗ CUBEPROPERTYFILEEXCEPTION

```
package org.ckinfos.quiz.XML;
/**
 * Klasi genikis xrisis se exception kata tin xrisi tis efarmogis
 * emfanizei idiatera minimata gia emfanisi lathon tis efamorgis ston xristi
 * @author chris karofillakis
 */
public class CubePropertyFileException extends Exception {
    public CubePropertyFileException(String message) {
        super(message);
    }
}
```

## Παράρτημα Β: Κώδικας Εφαρμογής Παιχνιδιού MasterCubes v1.0

### ΚΛΑΣΗ MASTERCUBES

```
package org.ckinfos.mastercube;
```

```
import java.awt.Color;  
import java.awt.event.ActionEvent;  
import java.awt.event.ActionListener;  
import java.io.File;  
import java.io.FileInputStream;  
import java.io.FileNotFoundException;  
import java.io.IOException;  
import java.io.InputStream;  
import java.util.ArrayList;  
import java.util.HashSet;  
import java.util.Properties;  
import java.util.Random;  
import java.util.Set;  
import javax.swing.JOptionPane;  
import javax.swing.Timer;  
import org.ckinfos.BTCalibration.API.BTManager;
```

```
/**
```

```
* Efarmogi dokimis xrisis aptikon diepafon kibon me morfi paixnidιου  
* Mastermind gia tin exetasi ilopoiisis ton kibon gia tin xrisi :  
* ena atomo me diepafi se pollous kibous taytoxrona  
*  
* Mesa se 12 prospathies o xristis prepei na brei tin sosti seria xromaton  
* pou o H/Y exei ipologisei  
* Den iparxoun idia xromata se mia prospathia.  
* Paroti oi kiboi einai arithmimenoi antimetathesi ton kybon disxereni  
* ton ipologismo sostis thesi xromatos ston xristi  
* H topothetisi idiou xromatos se 2 i parapano kybous diskolevei tin  
* anazitisi lisis ston xristi kai theoreite lathos tou xristi to opoio  
* i efarmogi to theorei sosti xrisi.  
* Ston elegxo h efarmogi apantaei me to  
* MAYRO = SOSTH THESI xromatos apo KAPOIO KYBO kai SOSTO XROMA  
* ASPRO = LATHOS THESI alla SOSTO XROMA  
* GKRI = MI YPARKTO XROMA  
*  
* Paradeigma : 2 MAYRA 1 ASPRO KAI 1 GKRI simeni:  
* 2 opoiidipote kyboi einai stin sosti thesi kai exoun sosto xroma  
* 1 kybos exei sosto xroma alla einai se lathos thesi  
* 1 kybos exei xroma pou den iparxei sta krimena den isxyei kati gia tin thesi  
* date may/2024  
* @version 1.00  
* @author chris karofillakis
```

\*/

```
public class MasterCubes extends javax.swing.JFrame {
    private static final int MAXTRIES = 12;
    private static final int TIMERSECS = 5;
    private static final int MAXCOLORS = 4;
    private int currentRow = 0;//deiktis trexousas prospathias
    private Timer timer;//metabliti xronometrou gia to Demo
    private BTManager btMan=new BTManager();//diaxeiristis Bluetooth sindesis API

    private Properties prop=new Properties();//metabliti gia anagnosi parametron
    private FileInputStream fi=null;//xrisi io
    private InputStream is = null;//xrisi io
    private boolean demo=false;//metabliti gia demo mode ON i OFF (true/false)
    //periexei tis apodektes siskeyves gia xrisi stin efarmogi
    //gemizoun apo to arxeio parametron
    private ArrayList<String> allowedDevices=new ArrayList<>();
    //oi siskeyves pou einai paired kai prepei na simbadizoun me ton parametron
    private ArrayList<String> cubes=new ArrayList<>();

    //kathe pleura kibou einai xroma 1=pink,2=blue,3=green,4=red,5=yellow,6=magenta
    private Color[] colors = {Color.PINK, Color.BLUE, Color.GREEN, Color.RED,
    Color.YELLOW, Color.MAGENTA};

    //periexei ta krimena xromata
    //telika tha periexei panta 4 grammes
    private ArrayList<Color> hiddenColors = new ArrayList<>();

    //periexei tis apantiseis ton kibin eite se demo eite kata tin xrisi
    //einai panta 4 grammes
    private ArrayList<Color> cubeColors = new ArrayList<>();

    //periexei ta apotelesmata tis seiras pexnidiou eite se demo eite kata tin xrisi
    //einai panta 4 grammes
    private ArrayList<Color> result = new ArrayList<>();//periexei ta apotelesma tis seiras

    //arxikopoiisi GUI
    public MasterCubes() {
        //diamorfose tin arxiki othoni
        initComponents();
        //to Jtable tha periexei xromata oxi lektika
        tblGameBoard.setModel(new GameBoardModel());
        //diamorfose ta kelia tou
        for (int i = 0; i < 8; i++) {
            tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(i).setCellRenderer(new
    ColorGameColumns());
        }
        //diamorfose ton timer gia ektelesi se DEMO
        createTheTimer();
    }
}
```

```
//diabase tis parametrous apo to arxeio properties sto disko XML fakelos
//mporei kata tin diarkeia na metablithikan stoixeia opote kalo einai
//kathe fora na ekteleite i methodos auti
loadCubeConfiguration();
//anazitise tis siskeves sto sistima
//mporei kata tin diarkeia na diagraftike kapoios kibos i aposyndethike
//opote kalo einai kathe fora na ekteleite i methodos auti
loadPairedDevices();
}

/**
 * This method is called from within the constructor to initialize the form.
 * WARNING: Do NOT modify this code. The content of this method is always
 * regenerated by the Form Editor.
 */
@SuppressWarnings("unchecked")
// <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">
private void initComponents() {

    jPanel1 = new javax.swing.JPanel();
    jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
    jButton1 = new javax.swing.JButton();
    jPanel2 = new javax.swing.JPanel();
    jScrollPane1 = new javax.swing.JScrollPane();
    tblGameBoard = new javax.swing.JTable();
    jPanel3 = new javax.swing.JPanel();
    lblHidden1 = new javax.swing.JLabel();
    lblHidden2 = new javax.swing.JLabel();
    lblHidden3 = new javax.swing.JLabel();
    lblHidden4 = new javax.swing.JLabel();
    lblTimer = new javax.swing.JLabel();
    jLabel7 = new javax.swing.JLabel();
    jButton2 = new javax.swing.JButton();

    setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);

    jPanel1.setBorder(new
javax.swing.border.SoftBevelBorder(javax.swing.border.BevelBorder.RAISED));

    jLabel1.setBackground(new java.awt.Color(204, 204, 255));
    jLabel1.setFont(new java.awt.Font("Segoe UI", 1, 24)); // NOI18N
    jLabel1.setForeground(new java.awt.Color(255, 204, 102));
    jLabel1.setText("Master Mind Cube v1.00");

    jButton1.setFont(new java.awt.Font("Segoe UI", 1, 14)); // NOI18N
    jButton1.setText("Νέο Παιχνίδι");
    jButton1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
        public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
            act_NewGame(evt);
        }
    })
}
```



```

});

javax.swing.GroupLayout jPanel1Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel1);
jPanel1.setLayout(jPanel1Layout);
jPanel1Layout.setHorizontalGroup(

jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()
        .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 353,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(butStartGame)
        .addContainerGap(javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE))
    );
jPanel1Layout.setVerticalGroup(

jPanel1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel1Layout.createSequentialGroup()
        .addComponent(jLabel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 27,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(butStartGame))
    );

tblGameBoard.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createBevelBorder(javax.swing.border.
BevelBorder.RAISED));
tblGameBoard.setModel(new javax.swing.table.DefaultTableModel(
    new Object [][] {
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null},
        {null, null, null, null, null, null, null, null}
    },
    new String [] {
        "Title 1", "Title 2", "Title 3", "Title 4", "Title 5", "Title 6", "Title 7", "Title 8"
    }
);

```

```
    }
  ) {
    boolean[] canEdit = new boolean [] {
      false, false, false, false, false, false, false, false
    };

    public boolean isCellEditable(int rowIndex, int columnIndex) {
      return canEdit [columnIndex];
    }
  });
tblGameBoard.setGridColor(new java.awt.Color(255, 255, 0));
tblGameBoard.setRowHeight(32);
tblGameBoard.setShowGrid(true);
tblGameBoard.getTableHeader().setReorderingAllowed(false);
jScrollPane1.setViewportView(tblGameBoard);
if (tblGameBoard.getColumnModel().getColumnCount() > 0) {
  tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(0).setResizable(false);
  tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(1).setResizable(false);
  tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(2).setResizable(false);
  tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(3).setResizable(false);
  tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(4).setResizable(false);
  tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(5).setResizable(false);
  tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(6).setResizable(false);
  tblGameBoard.getColumnModel().getColumn(7).setResizable(false);
}

jPanel3.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createBevelBorder(javax.swing.border.BevelBorder.RAISED));

lblHidden1.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);
lblHidden1.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createLineBorder(new
java.awt.Color(0, 0, 0)));
lblHidden1.setOpaque(true);

lblHidden2.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);
lblHidden2.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createLineBorder(new
java.awt.Color(0, 0, 0)));
lblHidden2.setOpaque(true);

lblHidden3.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);
lblHidden3.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createLineBorder(new
java.awt.Color(0, 0, 0)));
lblHidden3.setOpaque(true);

lblHidden4.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);
lblHidden4.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createLineBorder(new
java.awt.Color(0, 0, 0)));
lblHidden4.setOpaque(true);
```

```
lblTimer.setFont(new java.awt.Font("Segoe UI", 1, 18)); // NOI18N
lblTimer.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);
lblTimer.setText("00");
```

```
jLabel7.setFont(new java.awt.Font("Segoe UI", 1, 18)); // NOI18N
jLabel7.setHorizontalAlignment(javax.swing.SwingConstants.CENTER);
jLabel7.setLabelFor(lblTimer);
jLabel7.setText("Χρόνος :");
```

```
butCheck.setFont(new java.awt.Font("Segoe UI", 1, 18)); // NOI18N
butCheck.setForeground(new java.awt.Color(51, 51, 255));
butCheck.setText("Έλεγχος");
butCheck.setEnabled(false);
butCheck.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
    public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
        actCheckResult(evt);
    }
});
```

```
javax.swing.GroupLayout jPanel3Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel3);
jPanel3.setLayout(jPanel3Layout);
jPanel3Layout.setHorizontalGroup(
```

```
jPanel3Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel3Layout.createSequentialGroup()
        .addGap(65, 65, 65)
        .addComponent(lblHidden1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 58,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(lblHidden2, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 58,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(lblHidden3, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 58,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(lblHidden4, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 58,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

```
.addGroup(jPanel3Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
    .addGroup(jPanel3Layout.createSequentialGroup()
```

```
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED, 245,
Short.MAX_VALUE)
        .addComponent(jLabel7)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
        .addComponent(lblTimer)
        .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
        .addGroup(jPanel3Layout.createSequentialGroup()
```

```
.addGap(57, 57, 57)
.addComponent(butCheck)
.addContainerGap(javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE))))
);
jPanel3Layout.setVerticalGroup(

jPanel3Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
.addGroup(jPanel3Layout.createSequentialGroup()

.addGroup(jPanel3Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEA
DING)

.addGroup(jPanel3Layout.createSequentialGroup()

.addGroup(jPanel3Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BAS
ELINE)

.addComponent(lblTimer)
.addComponent(jLabel7))

.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
.addComponent(butCheck))
.addComponent(lblHidden2, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
.addComponent(lblHidden3, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
.addComponent(lblHidden4, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
.addComponent(lblHidden1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))
.addContainerGap())
);

javax.swing.GroupLayout jPanel2Layout = new javax.swing.GroupLayout(jPanel2);
jPanel2.setLayout(jPanel2Layout);
jPanel2Layout.setHorizontalGroup(

jPanel2Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
.addComponent(jPanel3, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
.addComponent(jScrollPane1)
);
jPanel2Layout.setVerticalGroup(

jPanel2Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
.addGroup(jPanel2Layout.createSequentialGroup()
.addComponent(jPanel3, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
```

```

        .addComponent(jScrollPane1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 419,
Short.MAX_VALUE))
    );

    javax.swing.GroupLayout layout = new javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
    getContentPane().setLayout(layout);
    layout.setHorizontalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addComponent(jPanel1, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
            .addComponent(jPanel2, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE)
    );
    layout.setVerticalGroup(
        layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
            .addGroup(layout.createSequentialGroup()
                .addComponent(jPanel1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
                .addComponent(jPanel2, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, Short.MAX_VALUE))
            );

    pack();
} // </editor-fold>

/**
 * Patima pliktrou Elegxou tou apotelesmatos meta tin epilogi apo tous kibous
 * xromatos apo ton xristi
 * Elegxontai oi apantiseis
 * Emfanizontai ta apotelesmata
 * kai an exei teliosei to pexnidi i oxi akoma
 * @param evt apo to sistima
 */
private void actCheckResult(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    //timer.stop();
    butCheck.setEnabled(false);
    cubeColors = readCubeAnswers();//diabase tous kibous
    result = checkResult();//elegkse to apotelesma
    if (displayWLResult()) { //an ipirkse epitixia
        endGameStuff(true); //diamorfose to pexnidi meta apo epitixia
    } else { //allios
        if(currentRow==11) { //and ftasame stis 12 prospathies
            endGameStuff(false); //diamorfose to pexnidi meta apo apotixia
        } else { //allios sinexise
            currentRow++; //auxise tis prospathies se 1+
            //timer.start();

```

```

        butCheck.setEnabled(true);//energopoiise to koumpi elegchos pali
    }
}

/**
 * Diamorfosi tou peribalontos pexnidιου meta apo tin epitixia i apotixia
 * @param success dilonei true an o xristis kerdise i false an exase
 */
private void endGameStuff(boolean success) {
    displayHiddenColors();//emfanise ta krimena xromata kai minima epitixias
    if (success) { //an kerdise o xristis
        JOptionPane.showMessageDialog(null,"Συγχαρητήρια. Κερδίσατε σε : " +
            currentRow + " γύρους.", "Νίκη - Τέλος Παιχνιδιού",
            JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
    } else { //an exase
        JOptionPane.showMessageDialog(null,
            "Δυστυχώς χάσατε. Δεν βρήκατε το κωδικόχρωμα σε 12 γύρους."
            ,"Ηττα - Τέλος Παιχνιδιού",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
    }
    currentRow=0;//midenise tis prospathies
    createTheTimer();//etoimase ton timer pali
    loadCubeConfiguration();//tsekare pali poious kibous tha xrismopisoume
    loadPairedDevices();//diabase pali poies siskeves iparxoun paired
    butStartGame.setEnabled(true);//anoikse to plikto neo paixnidi
    butCheck.setEnabled(false);//apenrgopoiise to koumpi elegchos
}

/**
 * Methodos gia tin anagnosi ton apantiseon apo tous kibous
 * Gia kathe kibo pou exei dilothei kai sindeete sto sistima
 * diabazei tin timi tou kai diamorfonei to xroma stin apantisi
 * @return epsitrefi pinaka me 4 times apo tous 4 kibous me to xroma
 *         kathenos
 */
private ArrayList<Color> readCubeAnswers() {
    ArrayList<Color> ans=new ArrayList<>();//oi apantiseis kibon
    for (int i=0;i<cubes.size();i++) { //gia kathe kibo
        //diabase tin apantisi (arithmo) kai metetrepse ton se xroma
        //opos ta exoume orisei stin arxi (RGB)
        ans.add(new Color(colors[btMan.readCubeData(cubes.get(i))-1].getRGB()));
    }
    return ans;//epestrepse to apotelesma
}

/**
 * Methodos poy elegxei tin thesi xromatos kaia diamorfonei to skor kathe
 * seiras
 * @return epistrefi tin domi apotelesmaton apo ton elegxo
 */

```

```

private ArrayList<Color> checkResult() {
    ArrayList<Color> check=new ArrayList<>();
    int black=0;//metraei ta sosta xromata kai thesi
    int white=0;//metraei ta sosta xroamta se lathos thesi
    int empt=0;//metraei ta mi iparkta xromata
    //Gia kathe xroma (4) dilomena gia elegxo
    for (int ih=0;ih<MAXCOLORS;ih++) {
        //an periexete sta krimena
        if (hiddenColors.contains(cubeColors.get(ih))) {
            //tote an einai kai stin sosti thesi
            if (hiddenColors.get(ih).equals(cubeColors.get(ih))) {
                black++;
                check.add(Color.BLACK);//bale mauro apotelesma
            } else { //allios den eina isosti thesi
                white++; //bale aspro
            }
        } else { //allios simeni den iparxei to xroma sta krimena
            empt++;
        }
    }
    //H lohikh tou pexnidiou einai prota dixnei ta maura meta ta aspra
    //ta maura mpikan arxika stin domi apotelesmaton\
    //ta aspra mpenoun meta
    //kai akolouthoun ta kena
    for (int ih=0;ih<white;ih++) check.add(Color.WHITE);
    for (int ih=0;ih<empt;ih++) check.add(Color.GRAY);
    System.out.println("B,W,E. Size :" + black + ","+white+","+empt+","+check.size() );
    return check;
}

//methodos gia an emfanistoun ta krimena xromata stin othoni meta to telos
//tou pexnidiou
private void displayHiddenColors() {
    jPanel3.setVisible(false);
    lblHidden1.setBackground(hiddenColors.get(0));
    lblHidden2.setBackground(hiddenColors.get(1));
    lblHidden3.setBackground(hiddenColors.get(2));
    lblHidden4.setBackground(hiddenColors.get(3));
    jPanel3.setVisible(true);
}

/**
 * Methodos pou perni tin domi ton apotelesmaton kai tin domi apantiseon
 * kai tin emfanizei ston pinaka san xromatismena kelia
 * @return true an teliose to pexnidi epitixos
 * false an prepei na sinexistei
 */
private boolean displayWLResult() {

```

```
int correct=0;
//stin domi tou pinaka
GameBoardModel gm =(GameBoardModel)tblGameBoard.getModel();
for (int i=0;i<4;i++) { //4 giati 4 xromata kai 4 apotelesmata tha elegtoun
    gm.setLabelColor(currentRow, i, cubeColors.get(i)); //emfanise tis epiloges
xromaton
    gm.setLabelColor(currentRow, i+MAXCOLORS, result.get(i)); //emfanise
apotelesmata
    if (result.get(i)==Color.BLACK) correct++; //gia kathe mauro +1 ta sosta
}
//an ta sosta einai osa ta MAXCOLORS diladi 4 tote true allios false
return correct==MAXCOLORS;
}

/**
 * Methodos gia ksekinima neou pexnidiou
 * diamorfonei ton pinaka arxika, kribei ta xromata kai elegxei gia demo i oxi
 * @param evt metabliti sistimatos
 */
private void act_NewGame(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    butStartGame.setEnabled(false); //apenergopiise to koumpi enerxis
    clearLastGameBoard(); //etoimase ton pinaka apo proifoumeno peksimo
    hiddenColors=generateRandomColors(); //bale tixea krimena xromata
    timer.start(); //ksekinise ton timer se periptosi pou pame gia demo
    if (demo) { //and kati den einai sindemeno
        butCheck.setEnabled(false); //tote ksekina me demo ektelesi
    } else { //allios o xristis tha peksi kanonika
        butCheck.setEnabled(true);
    }
    currentRow=0; //trexousa prospathia 1
}

//aplos katharizoume ta xromata ston pinaka gia neo pexnidi
private void clearLastGameBoard() {
    GameBoardModel gm =(GameBoardModel)tblGameBoard.getModel();
    gm.clearBoard();
}

/**
 * Methodos main gia tin ektelesi tis efamrogis
 * @param args the command line arguments
 */
public static void main(String args[]) {
    /* Set the Nimbus look and feel */
    //<editor-fold defaultstate="collapsed" desc=" Look and feel setting code (optional) ">
    /* If Nimbus (introduced in Java SE 6) is not available, stay with the default look and
feel.
    *
    * For details see
http://download.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/lookandfeel/plaf.html
    */
}
```



```

    try {
        for (javax.swing.UIManager.LookAndFeelInfo info :
            javax.swing.UIManager.getInstalledLookAndFeels()) {
            if ("Nimbus".equals(info.getName())) {
                javax.swing.UIManager.setLookAndFeel(info.getClassName());
                break;
            }
        }
    } catch (ClassNotFoundException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(MasterCubes.class.getName()).log(java.util.logging.L
evel.SEVERE, null, ex);
    } catch (InstantiationException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(MasterCubes.class.getName()).log(java.util.logging.L
evel.SEVERE, null, ex);
    } catch (IllegalAccessException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(MasterCubes.class.getName()).log(java.util.logging.L
evel.SEVERE, null, ex);
    } catch (javax.swing.UnsupportedLookAndFeelException ex) {

java.util.logging.Logger.getLogger(MasterCubes.class.getName()).log(java.util.logging.L
evel.SEVERE, null, ex);
    }
//</editor-fold>
//</editor-fold>

    /* Create and display the form */
    java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {
        public void run() {
            new MasterCubes().setVisible(true);
        }
    });
}

/**
 * Methodos pou xrisimipoieite gia DEMO mode opou otan iparxei kapoia
 * mi apodekti katastasi stous kibous p.x. den brethike kapoios paired
 * i aposindethike kapoios tote proxoraei to neo pexnidi se demo morfi
 */
private void createTheTimer() {
    // arxikoipoiisi enos timer
    timer = new Timer(1000, new ActionListener() {
        int countdown = TIMERSECS;//theloume 5 secs gia na emfanisei apotelesma

        @Override
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
            if(countdown<0) countdown=TIMERSECS;//an teliose o xronos tote 5 pali

```

```

countdown--;//miose secs kata 1
lblTimer.setText(""+countdown);//deixe ton xrono sto GUI
if (demo) { //an einai demo
    if (countdown == 0 && currentRow<12) { //kai den ftasame 12 prospathies
        //bres tixea xromata anti na diabaseis kibous
        cubeColors=generateRandomColors();
        //bres to apotelesma
        result = checkResult();
        if (displayWLResult()) { //an ipirxe epitixia
            timer.stop();//stamata to timer
            displayHiddenColors();//emfanise ta krimena xromata
            //deixe minima epitixias
            JOptionPane.showMessageDialog(null,"Συγχαρητήρια. Κερδίσατε σε : "
+ currentRow + " γύρους."
                                ,"Νίκη"                                -                                Τέλος
Παιχνιδιού",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
            currentRow=0;//midenise prospathies
            butStartGame.setEnabled(true);//energopioise neo pexnidi pliktro
            butCheck.setEnabled(false);//apenergopioise ton elegxo
        } else { //an den katafere na kerdisi o xristis
            if(currentRow==11) { //itan epidei eftasan 12 prospathies
                timer.stop();//stamata ton timer
                displayHiddenColors();//emfanise ta krimena xromata
                //deixe minima apitixias
                JOptionPane.showMessageDialog(null,"Δυστυχώς χάσατε. Δεν
βρήκατε το κωδικόχρωμα σε 12 γύρους."
                                ,"Ηττα"                                -                                Τέλος
Παιχνιδιού",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
                currentRow=0;//midenise prospathies
                butStartGame.setEnabled(true);//energopioise neo pexnidi pliktro
                butCheck.setEnabled(false);//apenergopioise ton elegxo
            } else { //exe akoma prospathies o xristis
                currentRow++; //auxise tis prospathies +1
                countdown = TIMERSECS;//bale pali TIMERSECS sto xrono
            }
        }
        tblGameBoard.setVisible(true);//enimerose to tablo tou pexnidou
    }
}
});
}
}

/**
 * Methodos gia tin dimiourgia enos pinaka me tixea xromata
 * @return epsitrefei ton pinaka me ta xromata panta exe i MAXCOLORS grammes
 */
private ArrayList<Color> generateRandomColors() {
    Random random = new Random();//arxikopiisi random genitrias
    Set<Color> selectedColors = new HashSet<>();//ta xromata ta bazoume se SET

```

```

//για osa xromata theloume
for (int i=0;i<MAXCOLORS;i++) {
    Color randomColor;
    do {//bres
        randomColor = colors[random.nextInt(colors.length)];//tixeo xroma
    } while (selectedColors.contains(randomColor));//kai an den iparxei
    //sto orismeno set tote prosthese to
    selectedColors.add(randomColor);
}
//debugging ektiposi
System.out.println(selectedColors.toString());
return new ArrayList(selectedColors);//epestrepse ton pinaka me ta xromata
}

/**
 * Methodos anagnosis tou arxeiou cubes.properties apo ton fakelo XML.
 * Se auto to arxeio kathorizetai i seira ton mac address ton kibon poy
 * tha simmetexoun stin efarmogi. I seira ton mac address kathorizei stin
 * efarmogi poios einai o kibos gia tin thesi xromatos 1,2,3,4 ara prepei
 * na arithithoun kai oi kiboi akta auto ton tropo kai an topothetithoun
 * mprosta apo ton pekti me auti tin seira oste i othoni GUI na simbdizei
 * me tis aptikes diepafes
 */
private void loadCubeConfiguration() {
    String macValue;
    File file = new File("XML/cubes.properties");//anoikse to arxeio
    try {
        is = new FileInputStream("XML/cubes.properties");//gia anagnosi
        prop.load(is);
        int upto=prop.size();//poses macaddress exei
        allowedDevices.clear();//arxikopoiise tin domi epitrephton kibon
        for (int i=0;i<upto;i++) {
            //to 1 einai o protos kibos paroti i domi arxizei apo 0
            macValue = prop.getProperty("device" + (i + 1) + ".MAC");
            allowedDevices.add(macValue);//balton stin domi
            //debugging print
            System.out.println("Device MAC : " + macValue);
        }
        //elegxoi gia problimata anagnosis arxeiou
        //edo kathorizete to DEMO mode ON i oxi
    } catch (FileNotFoundException ex) {
        JOptionPane.showMessageDialog(null,"Δεν Βρέθηκε το αρχείο ρυθμίσεων των
        κύβων στην διαδρομή :]\n" +
            file.getAbsolutePath(),"Πρόβλημα
        Διαμόρφωσης",JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
        JOptionPane.showMessageDialog(null,"Το παιχνίδι θα μπει σε demo χρήση λόγω
        προβλήματος στους κύβους"
            ,"Demo χρηση",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
    }
}

```

```
        demo=true;
    } catch (IOException ex) {
        JOptionPane.showMessageDialog(null,"Πρόβλημα συστήματος κατά την
ανάγνωση του αρχείου ρυθμίσεων κύβων"
            ,"Πρόβλημα Διαμόρφωσης",JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
        JOptionPane.showMessageDialog(null,"Το παιχνίδι θα μπει σε demo χρήση λόγω
προβλήματος στους κύβους"
            ,"Demo χρήση",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
        demo=true;
    }
}

/**
 * Methodos fortomatos ton kibon pou einai paired sto systima
 */
private void loadPairedDevices() {
    demo=false;//arxiak to demo einai se mode oxi
    cubes.clear();
    //gia oses siskeves eo dilosei oti simmetexoun
    for (int i=0;i<allowedDevices.size();i++) {
        //psaxe an einai sto systima energe
        //kai prosthes tes
        if (btMan.isDeviceAlive(allowedDevices.get(i))) {
            cubes.add(allowedDevices.get(i));
        }
    }
    //debugging print
    System.out.println(cubes.size());
    //an den brethoun siskeves
    if (cubes.isEmpty()) { //demo mode on
        JOptionPane.showMessageDialog(null,"Το παιχνίδι θα μπει σε demo χρήση λόγω
μη δηλωμένων κύβων"
            ,"Demo χρήση",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
        demo=true;
    } else {
        //an oi dilomenoi kiboi diaferoun apo tous paired sto sistima
        if (cubes.size()!=allowedDevices.size()) { //demo mode on
            JOptionPane.showMessageDialog(null, "Το αρχείο κύβων δεν περιέχει ή
διαφέρει " +
                "\n από τους δηλωμένους/paired στο Σύστημα.",
                "Πρόβλημα δηλωσης/pair Κύβων", JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
            JOptionPane.showMessageDialog(null,"Το παιχνίδι θα μπει σε demo χρήση λόγω
προβλήματος στους κύβους"
                ,"Demo χρήση",JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
            demo=true;
        }
        else { //allios ola einai ok me tous kibous demo mode OFF
            demo=false;
        }
    }
}
```

```
}  
  
// Variables declaration - do not modify  
private javax.swing.JButton butCheck;  
private javax.swing.JButton butStartGame;  
private javax.swing.JLabel jLabel1;  
private javax.swing.JLabel jLabel7;  
private javax.swing.JPanel jPanel1;  
private javax.swing.JPanel jPanel2;  
private javax.swing.JPanel jPanel3;  
private javax.swing.JScrollPane jScrollPane1;  
private javax.swing.JLabel lblHidden1;  
private javax.swing.JLabel lblHidden2;  
private javax.swing.JLabel lblHidden3;  
private javax.swing.JLabel lblHidden4;  
private javax.swing.JLabel lblTimer;  
private javax.swing.JTable tblGameBoard;  
// End of variables declaration  
}
```

## ΚΛΑΣΗ GAMEBOARDMODEL

```
package org.ckinfos.mastercube;  
  
import javax.swing.table.AbstractTableModel;  
import java.awt.*;  
  
/**klasiki ilopoiisi AbstractTableModel gia Jtable  
 * Xrisimopoiete gia na allaxtoun oi titloi stis kolones tou pinaka  
 * kai kirios gia na allazoun to xroma sta kelia kata tin diarkeia tou  
 * pexnidiou  
 *  
 * date may/2024  
 * @author chris karofillakis  
 */  
  
public class GameBoardModel extends AbstractTableModel{  
    //onomata default gia tis kolones tou pinaka  
    private String[] columnNames = {"Cube Color 1", "Cube Color 2", "Cube Color 3",  
        "Cube Color 4", "Έλεγχος", "Έλεγχος", "Έλεγχος", "Έλεγχος"};  
    //12 prospathies me 8 stoxieia pros simplirosi gia 4 xromata+4 apotelesmata  
    private Object[][] data = new Object[12][8];  
  
    public GameBoardModel() {  
        clearBoard();  
    }  
  
    /**
```

```
* Methodos gia na katharizei ta kelia opote apaitithe  
* gri xroma simeni keno keli gia tin efarmogi  
*/  
public final void clearBoard() {  
    for (int i = 0; i < 12; i++) { //gia oles tis grammes  
        for (int j = 0; j < 8; j++) { //gia oles tis stiles  
            data[i][j] = Color.GRAY; // to gri xroma simbolizei keno  
        }  
    }  
}  
  
/**  
 * Methodos pou alalzei to xroma se kapoio keli me basi tis parametrous  
 * @param rowIndex grammi tou pinaka  
 * @param columnIndex stili tou pinaka  
 * @param color xroma pou tha mpei sto keli  
 */  
public void setLabelColor(int rowIndex, int columnIndex, Color color) {  
    //tipikos elegchos gia ton einai sosta ta stoixeia grammis kai stilis  
    //mesa sta oria diladi tou pinaka  
    if (columnIndex >= 0 && columnIndex < 8 && rowIndex >= 0 && rowIndex <  
getRowCount()) {  
        data[rowIndex][columnIndex] = color; //bale to xroma tou keliou  
        fireTableDataChanged(); //enimerose ton pinaka gia tin allagi  
        fireTableCellUpdated(rowIndex, columnIndex); //enimerose to keli gia tin allagi  
    }  
}  
  
/**  
 * Methodos gia na paroume tin timi tou xromatos pou einai kapoio keli  
 * @param rowIndex grammi tou pinaka  
 * @param columnIndex stili tou pinaka  
 * @return epistefei tin timi tou xromatos toy keliou se Color klasi  
 */  
public Color getLabelColor(int rowIndex, int columnIndex) {  
    //tipikos elegchos gia ton einai sosta ta stoixeia grammis kai stilis  
    //mesa sta oria diladi tou pinaka  
    if (columnIndex >= 0 && columnIndex < 8 && rowIndex >= 0 && rowIndex <  
getRowCount()) {  
        return (Color) data[rowIndex][columnIndex]; //epistrefei tin timi xromatos  
    }  
    return null; //an den ipirxe to keli epestrepse null  
}  
  
//overridable methodoi apo to montelo toy AbstractTableModel  
//  
@Override  
public int getRowCount() { return data.length; } //arithmos grammon  
@Override  
public int getColumnCount() { return columnNames.length; } //arithmos kolonon
```

```
//epistrofi tis timis tou keliou
@Override
public Object getValueAt(int rowIndex, int columnIndex) { return
data[rowIndex][columnIndex];}
//epsitrofi tou titlou kolonas
@Override
public String getColumnName(int column) { return columnNames[column];}
//ta kelia einai ola no editable - den dexontai allages papo xristi gui
@Override
public boolean isCellEditable(int rowIndex, int columnIndex) {return false; }
//allagi tis timis tou keliou
@Override
public void setValueAt(Object aValue, int rowIndex, int columnIndex) {
super.setValueAt(aValue, rowIndex, columnIndex);}
}
```

## ΚΛΑΣΗ COLORGAMECOLUMNS

```
package org.cinfos.mastercube;
import javax.swing.*;
import javax.swing.table.DefaultTableCellRenderer;
import java.awt.*;

/**
 *
 * date may/2024
 * @author chris karofillakis
 * I klasi auti dimourghithike gia na diamorfothei o pinakas tou pexnidiou
 * kai na periexontai ta xromata sta kelia tou
 * Einai mia kalisiki ilopiisi me xris se Jtables
 */
public class ColorGameColumns extends DefaultTableCellRenderer {
    @Override
    public Component getTableCellRendererComponent(JTable table, Object value, boolean
isSelected, boolean hasFocus, int row, int column) {
        //perno to keli pou aforai klisi apo tin klaisi patera
        Component component = super.getTableCellRendererComponent(table, value,
isSelected, hasFocus, row, column);
        // orizo to background color sto keli se
        //auto pou exei i parametros
        component.setBackground((Color)value);//color
        // to kimeno na einai keno
        setText("");
        //epistorfi to diamorfomeno keli
        return component;
    }
}
```

*ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ*

}



## Παράρτημα Γ: Κώδικας API Bluetooth Manager

### ΚΛΑΣΗ BTMANAGER

```
package org.ckinfos.BTCalibration.API;
/**
 * I klasi xrisimopoiiei antikeimena tis
 * BlueCove 2.1.1 blibliothikis kai me auti tin ekdosi exei dokimastei
 * se sistima me Windows 11 kai jdk 21
 * date : May/2024
 */
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import javax.bluetooth.*;
import java.util.ArrayList;
import javax.microedition.io.Connector;
import javax.microedition.io.StreamConnection;
import javax.swing.JOptionPane;

/**
 *
 * @author chris karofillakis
 * i klasi auti xrisimopoiiei tin blibliothiki BlueCove gia na epikoinonisei
 * me tin aptiki syskevi tou kibou kai na diabasei tis times pou auti stelni
 * meso epikoinonias SPP bluetooth.
 */
public class BTManager {
    //i metabliti auti periexei tin timi pou tha epanaliftei mia prospathia
    //sindesis me tin syskeyi tou kybou logo mi apantisis tou i kathisterisis
    private int MAXRETRIES = 3;

    //constructor tis klasis
    public BTManager() {
    }

    /**
     * diavazei tin timi pou exei o kibos me macaddress tin parametro
     *
     * @param macaddr= i parametros periexei tin mac address tou kibou pou
     * theloume na diabasoume tin timi.
     * Paroti i mac address mporei na apartizete apo times me : sto endiameso
     * i methodos tis parakampti esoterika
     *
     * @return pistrefi enana arithmo pou simeni tin pleura tou kibou
     */
    public int readCubeData(String macaddr) {
        // kaloume tin esoteriki methodo diabasmatos tis timis
    }
}
```

```

String answer = getReplyFromDevice(macaddr);
//an epistrafi lektiko UNDEFINED simeni den diabastike sosta kati
if(answer.equals("#UNDEFINED#")) return 0;
//gia debugging tiponoume tin timi
System.out.println("Answer is :"+answer);
//epistrefoume me arithmo to apotelesma anagonis
return Integer.parseInt(answer);
}

/**
 * I methodos diabazontas tis times tis parametrou elegxei poies apo autes
 * iparxoun paired sto sistima kai epistrefi autes mono pou apantisan
 *
 * @return epistrefi ena pinaka me strings ta opoia einai oi mac addresses
 * ton paired kibon kai mono autes. Oi macadress poy epistrefei den
 * periexoun ton xaraktira : anamesa sta noumera
 *
 */
public ArrayList<String> discoverDevicesFromSystem() {
    ArrayList<String> found= new ArrayList<>();
    try {
        //anoigoume to topiko bluetooth
        LocalDevice lDevice = LocalDevice.getLocalDevice();
        // zitame tis paired devices tou sistimatos me bluetooth
        RemoteDevice[] rDevices
        lDevice.getDiscoveryAgent().retrieveDevices(DiscoveryAgent.PREKNOWN);
        //gia kathe mia pou briskoume
        for(RemoteDevice rDevice : rDevices) {
            //gia logous debugginf tiponoume stoixeia
            System.out.println("Device Mac :" + rDevice.getBluetoothAddress());
            System.out.println("Device Named :" + rDevice.getFriendlyName(true));
            //tin bazoume se pinaka xoris endiamesa to : kai me mikra grammata
            found.add(rDevice.getBluetoothAddress().replaceAll("(.{2})(?=.)",
"$1:").toLowerCase());
        }
    } catch (BluetoothStateException ex) {
        ex.printStackTrace();
    } catch (IOException ex) {
        ex.printStackTrace();
    }
    //episrefoume autes pou brethikan
    return found;
}

/**
 * i methodos auti xrisimopoeitai gia na elegxei an mia macaddress
 * apantaei, diladi exei sindesi me to bluetooth mas. I methodos prospathei
 * toses fores na sindethei oses i metabliti MAXTRIES dilomeni stin klasi
 *
 */

```

```

* @param macaddr περιεχει tin mac address pou theloume na doume an apantaei
*         aferei ola ta : kata tin ektelesi an periexontai stin
*         macaddress pou perastike san parametros
* @return epistrefi true an iparxei zontanos kibos me tin macaddress,
*         false an den apantise kibos
*/
public boolean isDeviceAlive(String macaddr) {
    //anigoume ta paired antikeimena tou sistimatos
    RemoteDevice device = retrieveDevicesInfo(macaddr);
    // aferoume ta :
    String url = "btspp://" + macaddr.replaceAll(":", "") + ":1";
    int retryCount = 0; //metrame prospathies sindesis
    boolean success = false; //metrame an eGINE epitixis sindesi
    //oso den exoume apotixei MAXTRIES fores i den petixenoume sindesi
    while (!success && retryCount < MAXRETRIES) {
        try {
            //debugging lektiko
            System.setProperty("bluecove.connection.timeout", String.valueOf(15000));
            // sindeomaste me tin siskeui meso spp
            StreamConnection connection = (StreamConnection) Connector.open(url);
            //klinoume tin sindesi an exi ginei sindesi
            connection.close();
            success = true; //simeni oti epitixame sindesi

        } catch (IOException ex) {
            //simeni oti den eixame apotelesma gia MAXTRIES fores
            System.out.println("...retrying connect to bluetooth."+url);
            retryCount++;
        }
    }
    //an xasame tin sindesi emfanise ena plaisio na enimerosis ton xristi
    //gia anepitixes apotelesma se kapoio kibo
    if (!success) {
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Ο κυβος με MAC [" + macaddr + "] δεν
απαντάει. ",
            "Ελλειψη Επικοινωνίας", JOptionPane.WARNING_MESSAGE);
    }
    //epstrepse an eixe epitixia i klisi i oxi
    return success;
}

/**
 * Einai i kiria methodos pou pragmatopoei tin epikoinonia me tous kibous
 * Analambanei na epixergastei to string pou epistrefei o kibos kai na
 * to periorisei sto epithimito pou einai to noumero tis pleuras
 *
 * @param macaddr einai i mac address tou kibou pou theloume na diabasoume
 * @return epistrefei se string ton arithmo tis pleuras pou blepei o kibos

```

```
*
*/
public String getReplyFromDevice(String macaddr) {
    String answer="#UNDEFINED#"; //perixe tin apantisi sto telos
    //to lektiko pragamtopoulos tis spp epikoinonias xoris :
    String url = "btspp://" + macaddr.replaceAll(":", "") + ":1";
    // anazitoume tin paired siskevi me mac address sigkekrimeni
    RemoteDevice device = retrieveDevicesInfo(macaddr);
    if (device == null) { // and den brethi
        System.out.println("Device not found");
        return "#UNDEFINED#"; // peistrefoume timi UNDEFINED
    }

    int retryCount = 0; //metabliti poses dokimes gia epikoinonia
    boolean success = false; //metabliti an epitixoume
    //oso den exoume apotixei MAXTRIES fores i den petixenoume sindesi
    while (!success && retryCount < MAXRETRIES) {
        try {
            // debugging
            System.out.println(url);
            // orizoume diarkeia prospathias epanasindesis
            // an kai den fainetai na lambanete telika ipopsin apo to BlueCove
            //15seconds orio =15000
            System.setProperty("bluecove.connection.timeout", String.valueOf(15000));
            StreamConnection connection = (StreamConnection) Connector.open(url);
            // apo tin sindesi anoigoume to stream anagnosis
            InputStream inputStream = connection.openInputStream();
            // diabazoume 27 bytes tin fora (toso einai to lektiko pou
            // apo tis prodiagrafes tou kibou stelnete
            byte[] buffer = new byte[26];
            int bytesRead;
            //oso exoume akoma byte gia anagnosi
            while ((bytesRead = inputStream.read(buffer)) != -1) {
                //domise to lektiko tis apanatitsis tou kibou
                String message = new String(buffer, 0, bytesRead);
                //bale mono to telefteo byte pou einai o arithmos pleuras
                answer=message.substring(message.lastIndexOf(";")+1);
                //debugging minima
                System.out.println("Received message: " + message + " Answer : " + answer);
                //den xriezete na sinexisoume giati diabazoume akribos
                //mia pliris apostoli apantitsis tou kibou
                //o kibos sinexos metadidei to idio minima oso den alaei pleura
                break;
            }
            // katharisoume to sistima apo anoikta streams
            inputStream.close();
            connection.close();
            //eixame epitixia se auto to simio
            success = true;
        } catch (IOException e) {
```

```

//den eixame epitixia anagnosis ara epanalambanoume alli mia fora
System.out.println("...retrying connect to bluetooth.");
retryCount++;
}
}
if (!success) { //an den eixame epitixia enimerose ton xristi
JOptionPane.showMessageDialog(null, "Ο κυβος με MAC [" + macaddr + "] δεν
απαντάει. ",
        "Έλλειψη Επικοινωνίας", JOptionPane.WARNING_MESSAGE);
return "#UNDEFINED#"; //epistrepse auto to lektiko se periptosi lathous
}
return answer; //epistrepse oti apantisi egine telika
}

/**
 * Boithitiki methodos gia tin anazitisi sto sistima kai epistrofi paired
 * bluetooth siskevis me sigkekrimeni mac address
 * @param macAddress
 * @return to antikeimeno to Bluecove pou einai ousiastika o kibos me tin
 * sigkekirmeni mac address. den simeni oti einai kai energos
 * i methodos mono epistrefi an iparxei paired kibos oxi an einai
 * zontanos me liga logia. ab den brei kapoia epistrefei null
 */
private static RemoteDevice retrieveDevicesInfo(String macAddress) {
    try {
        //anoigouem to topiko bluetooth
        LocalDevice localDevice = LocalDevice.getLocalDevice();
        //zitame na mas dosi stoixeia paired
        DiscoveryAgent agent = localDevice.getDiscoveryAgent();
        //gia siskeves pou exoun sindethei paliaotera
        RemoteDevice[] devices = agent.retrieveDevices(DiscoveryAgent.PREKNOWN);
        for (RemoteDevice device : devices) {
            // kai oi siskevi autas exoun sigkekrimeni mac address
            if (device.getBluetoothAddress().equals(macAddress.replaceAll(":",
                "").toUpperCase())) {
                return device; //epistrefi tin siskevi me tin themiti macaddress
            }
        }
    } catch (BluetoothStateException e) {
    }
    return null; //an den brei kapoia epistrefei keno
}
}

```

## Παράρτημα Δ: Κώδικας Arduino για τον έλεγχο του κύβου

```
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
#include "BluetoothSerial.h"
#include "Wire.h"
#define LEDBLUE 2//blue led gia sindedemenο me bluetooth
// default I2C dieuthinsi 0x68
MPU6050 accelgyro;
// esoteriko standard bluetooth gia SPP (serial protocol communication) me ton host
BluetoothSerial SerialBT;
String MACADDRESS; //I mac address tis siskevis
String DEVICENAME="CUBE_2"; //tha periexei to onoma tis siskevis

void setup() {
  Serial.begin(115200);// console debugging Arduino IDE
  SerialBT.begin(DEVICENAME);// onoma tou ESP32 opos tha emfanizete
  pinMode(LEDBLUE, OUTPUT);//led 2 einai sindedemenο bluetooth
  while (!Serial) { //console debugging Arduino IDE
    delay(10); // den stelnoume tipote stin consola tou Arduino IDE mexri na anoiksei to
serial
  }

  // join sto I2C bus giati den ginete automata
  Wire.begin();
  Serial.println("Initializing Accelerometer device...");//debugging print
  // initialize to accelometer
  accelgyro.initialize();
  // elegxo an pige kati straba sto anoigma tou accelometer
  Serial.println("Testing Accelerometer connection...");//debugging print
  Serial.println(accelgyro.testConnection() ? "MPU6050 connection successful" :
"MPU6050 connection failed");//debugging print
  //perno tin mac address gia na min kathisterei o kodikas meta
  Serial.println("Prepare main variable values...");//debugging print
  MACADDRESS=macAddress(); // macaddress
}

void loop() {
  side=0;//arxika I pleura einai 0
  delay(2000);//tha aposteli tin katastasi o kybos kathe 2 seconds
  if (SerialBT.connected()) { //an exoume bluetooth connection ON
    digitalWrite(LEDBLUE, HIGH);//kane ble to led gia dedugging
    //diamorfose to string pou tha stelnete ston host
    //onomasia tis siskevis CUBE_x ; I mac address tou ; I pleura pou deixnei
    String strSent=DEVICENAME + ";" + MACADDRESS + ";" + findSide();
    Serial.println("Bluetooth sends this string to Console : " + strSent);////debugging print
    SerialBT.println(strSent);//stile ston host to string me tin pliroforia
  } else { // allios I sindesi diakopike
    digitalWrite(LEDBLUE, LOW); //blue led OFF
  }
}
```

```
Serial.println("Bluetooth is not connected.");
}
}

int findSide() {
    int currentSide=0;//trexousa pleura 0
    // briskoume tis times tou accelometer gia X,Y,Z
    float xAccel = accelgyro.getAccelerationX();
    float yAccel = accelgyro.getAccelerationY();
    float zAccel = accelgyro.getAccelerationZ();

    // metatrepoume se thetikes times ta noumera tou accelerometer
    float absX = abs(xAccel);
    float absY = abs(yAccel);
    float absZ = abs(zAccel);
    //to accelerometer exei topothetithe se parallili thesi me tin pleura me to 1 tou kiboy
    //gnorizontas pio apo ta X,Y,Z einai megalitero kseroume kai pos einai o kibos
    // I poia pleura einai pio orthia se sxesi me tis alles
    // ta stoixeia me ta akribi noumera pou deixnei to accelerometer elextikan meso
    // timon pou estelne to accelerometer stin consola.
    if (absX > absY && absX > absZ) { //elegxo poia einai megaliteri
        if (xAccel > 0) { //kai poia einai thetiki
            currentSide = 3; // Side 3
        } else { // allios
            currentSide = 5; // Side 5
        }
    } else if (absY > absX && absY > absZ) {
        if (yAccel > 0) {
            currentSide = 6; // Side 6
        } else {
            currentSide = 1; // Side 1
        }
    } else {
        if (zAccel > 0) {
            currentSide = 4; // Side 4
        } else {
            currentSide = 2; // Side 2
        }
    }
}
// return gia tin pleura pou deixnei
return currentSide;
}

//methodos gia na diamorfosi tin mac address diavazontas to esp32
String macAddress() {
    // ESP32 MAC address
    uint8_t mac[6]; //einai byte array 5 timimaton
    esp_read_mac(mac, ESP_MAC_WIFI_STA); //read the mac from the wifi/bluetooth
    adapter
}
```

*ΚΑΡΟΦΥΛΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ*

```
String macAddr = "";  
for (int i = 0; i < 6; ++i) {  
    //metatropi kathe byte kommati se hexadecimal me : anamesa  
    macAddr += String(mac[i], HEX);  
    if (i < 5) macAddr += ":"; //an exei allo tmima ksanavale :  
}  
return macAddr; //epsestrepse tin diamorfomeni mac address  
}
```



## Παράρτημα Ε: Οδηγίες Εγκατάστασης / Εκτέλεσης Εφαρμογών και σύνδεσης των διεπαφών

### Γενικές πληροφορίες τεχνικών στοιχείων της διεπαφής τύπου κύβου της εργασίας

Για να υπάρξει επικοινωνία με τους κύβους, απαιτείται ο Η/Υ (που θα παίζει τον ρόλο μεσολαβητή επικοινωνίας κατά την χρήση τους) να διαθέτει Bluetooth version 4 ή 5. Κατά την εκπόνηση της εργασίας η συσκευή του Η/Υ ήταν Bluetooth v4 και σε αυτή έχει δοκιμαστεί. Επειδή η τεχνολογία επικοινωνίας με τους κύβους στηρίζεται στο SPP πρωτόκολλο μία Bluetooth V5 συσκευή λογικά δεν θα έχει και αυτή πρόβλημα σύνδεσης και αναγνώρισής των διεπαφών/κύβων.

- Οι κύβοι δεν συνεργάζονται με Bluetooth που χρησιμοποιεί αποκλειστικά BLE τεχνολογία μέσω κάρτας ή usb dongle.
- Η μέγιστη απόσταση για αποφυγή αποσυνδέσεων τους είναι τουλάχιστον μέχρι 6 μέτρα χωρίς εμπόδια κατά την χρήση αλλά κατά την εγκατάσταση καλό είναι να είναι σε μικρότερη του 1 μέτρου απόστασης.
- Οι κύβοι λειτουργούν με μία μπαταρία 18650 3500mAh 3,7V Λιθίου και έχουν αυτονομία μεγαλύτερη των 4 ωρών με πλήρη φόρτιση της αναλόγως χρήσης των κύβων και αποστάσεις με την πηγή επικοινωνίας (H/Y).
- Για την διαδικασία σύνδεσης των συσκευών Bluetooth απαιτείται συχνά η ύπαρξη ενός κωδικού για την ασφαλή ζεύξη της συσκευής. Καθώς όμως η συσκευή δεν ανταλλάσσει δεδομένα που απαιτούν ασφάλεια δεν χρησιμοποιήθηκε διαδικασία σύνδεσης με αυθεντικοποίηση (PIN). Δεν απαιτείται λοιπόν κωδικός για την σύνδεση τους.

Σημαντικό τεχνικό χαρακτηριστικό είναι ότι υπάρχει πιθανότητα ο κύβος ή η συσκευή Bluetooth των Windows να μπει σε κατάσταση προστασίας ενέργειας. Αυτό σαν αποτέλεσμα έχει την καθυστέρηση στην επικοινωνία με τους κύβους ή ακόμη και να μην ξυπνήσει ο κύβος μέσω της εφαρμογής ώστε να απαντήσει. Ενώ έχει προβλεφθεί χρόνος επαναπροσπαθειών σύνδεσης, ο χρόνος μπορεί να ποικίλει από Η/Υ σε Η/Υ. Για το λόγο αυτό συνίσταται να χρησιμοποιηθεί μοντέλο Πλήρης Χρήσης Ενέργειας από το Λειτουργικό Σύστημα όταν πρέπει να χρησιμοποιούνται οι κύβοι.

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή όσον αφορά την μπαταρία του κύβου καθώς μπορεί να προκαλέσει βραχυκύκλωμα με τα κατάλληλες συνθήκες αλλά και να αναφλεγεί αν υπερθερμανθεί ή φορτιστεί πέραν του επιτρεπτού ορίου της.

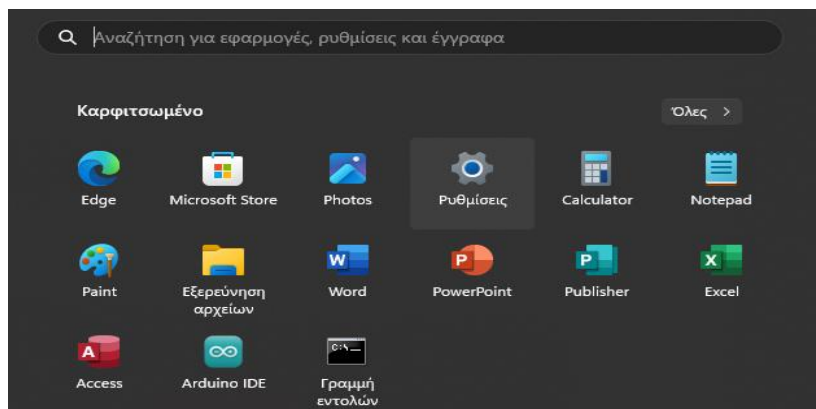
## Εγκατάσταση Κύβων σε περιβάλλον Windows 11.

Οι οδηγίες που ακολουθούν αφορούν εγκατάσταση των κύβων ως διεπαφές σε περιβάλλον Windows 11. Δεν έχει δοκιμαστεί εγκατάσταση τους σε παλαιότερα περιβάλλοντα, παρόλα αυτά η διαδικασία/βήματα εγκατάστασης παραμένουν ίδια και σε αυτά, με πιθανές αλλαγές στις οθόνες σύνδεσης και αναζήτησης όπως παρέχονται σε κάθε περιβάλλον. Επίσης θεωρούμε δεδομένο ότι υπάρχει συσκευή Bluetooth και ενεργή στον Η/Υ ζεύξης και ότι όλες οι προηγούμενες τεχνικές λεπτομέρειες ισχύουν.

Οι κύβοι για να λειτουργήσουν απαιτείται όπως και κάθε παρόμοια συσκευή Bluetooth να έχει έρθει σε ζεύξη τουλάχιστον μία φορά με τον Η/Υ. Για να γίνει αυτό πρέπει για κάθε κύβο και για μία φορά στην αρχική τους χρήση ή σε περίπτωση διαγραφής τους από το μητρώο συσκευών Bluetooth του Η/Υ, να γίνει η διαδικασία pairing (ζεύξη).

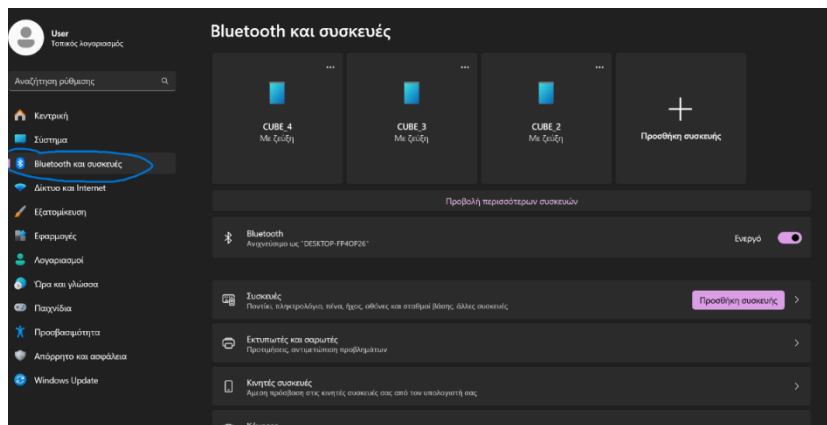
Ο χρήστης πρέπει να ανοίξει την οθόνη Ρυθμίσεων των Windows μέσω του :

### Έναρξη \ Ρυθμίσεις



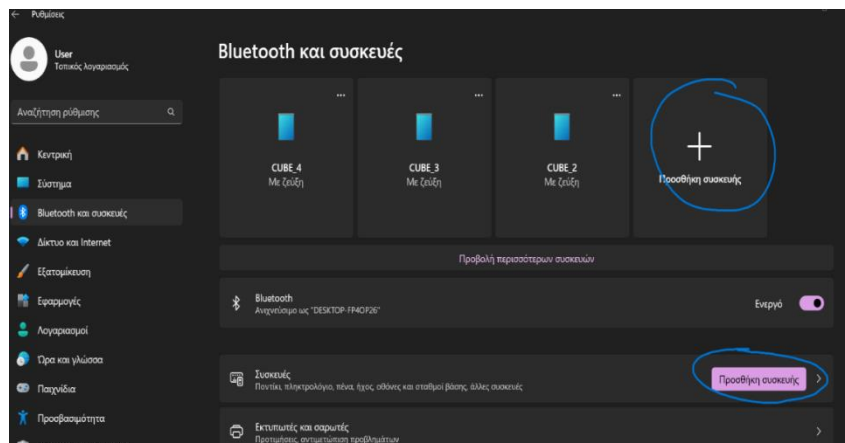
Από το μενού επιλογών αριστερά επιλέγουμε :

### Bluetooth και Συσκευές



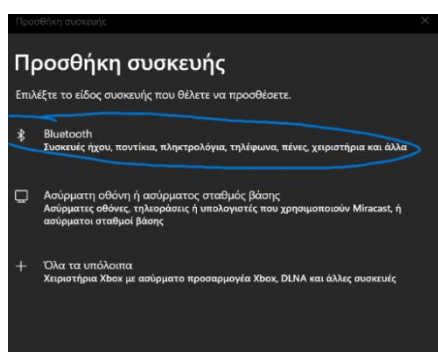
Στην οθόνη και κάτω από τις υπάρχουσες ήδη αναγνωρισμένες συσκευές εμφανίζεται πλήκτρο :

### Προσθήκη Συσκευής και το επιλέγουμε



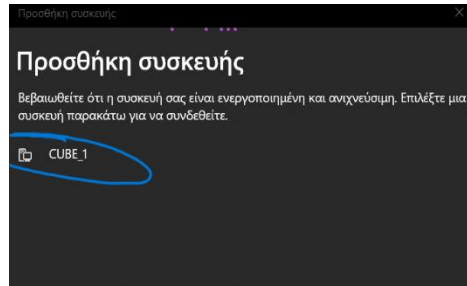
Ανοίγει πλαίσιο με επιλογές όπου επιλέγουμε την :

### Bluetooth



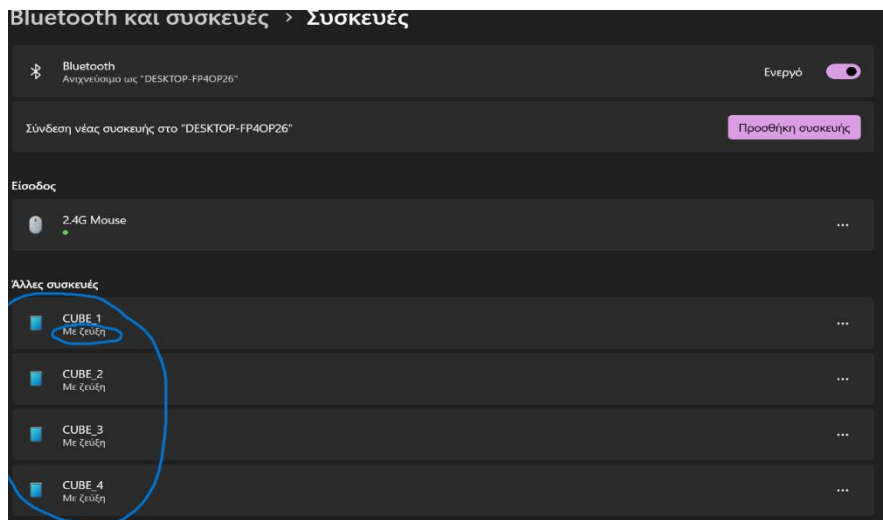
Στην συνέχεια η οθόνη αναζήτησης Bluetooth συσκευών ανοίγει και μας εμφανίζει μετά από μία μικρή συνήθως καθυστέρηση (ανάλογα των αριθμό των συσκευών που εκπέμπουν) τις συσκευές που βρίσκονται κοντά για ζεύξη. Αυτές οι συσκευές είναι συσκευές που δεν είχαν ξανασυνδεθεί με το συγκεκριμένο σύστημα. Οι κύβοι έχουν ονοματοδοσία της μορφής CUBE\_x, όπου x είναι ο αριθμός του κύβου (1,2,3 ή 4).

**Επιλέγουμε τον κύβο** που θα επικοινωνήσουμε και το λειτουργικό προχωράει σε ανταλλαγή στοιχείων ζεύξης και αφού δεν απαιτείται PIN ο κύβος αποθηκεύεται στις συνδεδεμένες συσκευές.



Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία για την ζεύξη και των υπολοίπων κύβων και στο τέλος μπορούμε να δούμε τις συσκευές σε ζεύξη επιλέγοντας από την οθόνη :

### Το πλαίσιο Συσκευές



Εκεί οι συσκευές κύβων θα πρέπει να εμφανίζονται όλες σε ζεύξη ή αν είναι σε αδράνεια με το ανάλογο μήνυμα κάτω από το όνομα τους.

Οι κύβοι είναι έτοιμοι για χρήση μετά από αυτό.

Αν σε κάποια περίπτωση κάποιος κύβος δεν εμφανίζεται ή δεν γίνεται ζεύξη ενώ είχε γίνει παλαιότερα, θα πρέπει να ελεγχθεί η φόρτιση της μπαταρίας του ή και αν οι συνδέσεις δεν έχουν αποκολληθεί κατά την επανατοποθέτηση της.

### Εγκατάσταση Εφαρμογών MasterCubes και QuizCubes.

Οι εφαρμογές στηρίζονται για εκτέλεση στο πακέτο Java Runtime της Oracle έκδοση 21.

Στον φάκελο τον οποίο αυτές είναι αποσυμπιεσμένες εκτελούμε το εκτελέσιμο της java.exe για την έναρξη τους.

## Παράρτημα ΣΤ: Ερωτηματολόγιο Χρηστικότητας Συστήματος Κύβων

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΗ ΚΥΒΩΝ

| ΣΕΙΡΑ  | ΕΡΩΤΗΣΗ  | ΔΙΑΦΩΝΩ<br>ΑΠΟΛΥΤΑ                         | ΔΙΑΦΩΝΩ                             | ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ             | ΣΥΜΦΩΝΩ               | ΣΥΜΦΩΝΩΝ<br>ΑΠΟΛΥΤΑ   |
|--|--|--|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1  | Ο ΚΥΒΟΣ ΗΤΑΝ ΧΡΗΣΙΜΟΣ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΡΩΤΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ QUIZCUBES                     | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2  | Ο ΚΥΒΟΣ ΗΤΑΝ ΔΥΣΚΟΛΟΣ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ   | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3  | Ο ΚΥΒΟΣ ΗΤΑΝ ΧΡΗΣΙΜΟΣ ΣΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ MASTERCUBES   | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4  | ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΙ ΕΙΔΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΩ ΤΟΝ ΚΥΒΟ                                       | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5  | Ο ΚΥΒΟΣ ΚΑΛΥΠΤΕ ΤΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΣΑΝ ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ  | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6  | ΥΠΗΡΧΕ ΑΣΤΑΘΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ  | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7  | ΔΕΝ ΕΙΧΑ ΑΜΦΙΒΟΛΙΕΣ ΣΤΟ ΠΩΣ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΩ ΤΟΝ ΚΥΒΟ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ                             | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8  | ΕΠΡΕΠΕ ΝΑ ΜΑΘΩ ΠΟΛΛΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΠΡΙΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΩ ΤΗΝ ΚΥΒΟ  | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9  | Ο ΚΥΒΟΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ (ΑΣΧΕΤΩΣ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ) | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10   | Ο ΚΥΒΟΣ ΕΙΝΑΙ ΔΥΣΧΡΗΣΤΟΣ/ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ  | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11   | Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΥΒΩΝ ΕΚΑΝΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ MASTERCUBES ΠΙΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΥΣΑ                                | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12   | Ο ΚΥΒΟΣ ΔΕΝ ΗΤΑΝ ΒΟΛΙΚΟΣ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ  | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13   | Ο ΚΥΒΟΣ ΜΟΥ ΕΔΙΝΕ ΣΑΦΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΤΙ ΕΠΡΕΠΕ ΝΑ ΚΑΝΩ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ                           | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 14   | ΟΙ ΚΥΒΟΙ ΔΕΝ ΚΑΤΕΓΡΑΦΑΝ ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΟΥ ΣΩΣΤΑ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ                                  | <input type="radio"/>                      | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <b>A ΕΧΕΤΕ ΚΑΠΟΙΑ ΠΡΟΤΑΣΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ;</b>            |  |  |                                     |                       |                       |                       |
| ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ   | <input type="radio"/> ΠΙΟ ΕΛΑΦΡΥ   | <input type="radio"/> ΠΙΟ ΒΑΡΥ             | <input type="radio"/> ΚΑΜΜΙΑ ΑΛΛΑΓΗ |                       |                       |                       |
| ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟΝ ΟΓΚΟ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ   | <input type="radio"/> ΣΜΙΚΡΥΣΗ   | <input type="radio"/> ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ            | <input type="radio"/> ΚΑΜΜΙΑ ΑΛΛΑΓΗ |                       |                       |                       |
| ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ/ΥΦΗ  | <input type="radio"/> ΠΙΟ ΜΑΛΑΚΟ   | <input type="radio"/> ΆΛΛΟ ΥΛΙΚΟ Π.Χ. ΞΥΛΟ | <input type="radio"/> ΚΑΜΜΙΑ ΑΛΛΑΓΗ |                       |                       |                       |
| ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΣΤΟ ΣΩΜΑ ΤΟΥ ΚΥΒΟΥ                                | <input type="radio"/> LED ΦΟΡΤΙΣΗΣ   | <input type="radio"/> LED ΣΥΝΔΕΣΗΣ         | <input type="radio"/> ΚΑΜΜΙΑ ΑΛΛΑΓΗ |                       |                       |                       |
| <b>B ΕΧΕΤΕ ΚΑΠΟΙΟ ΆΛΛΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΠΟΥ ΘΑ ΘΕΛΑΤΕ ΝΑ ΠΕΡΙΕΧΕΙ Ο ΚΥΒΟΣ;</b> |  |  |                                     |                       |                       |                       |
|  |  |  |                                     |                       |                       |                       |

## Παράρτημα Z: Υλικά Κατασκευής & Λογισμικό

### Λίστα Υλικών και Εφαρμογές / Βιβλιοθήκες της παρούσας υλοποίησης

| ΥΛΙΚΑ   | ΠΟΣΟΤΗΤΑ |
|---|----------|
| NodeMcu Arduino Compatible Devices with Bluetooth/WIFI (chipset ESP-WROOM-32S)  | 4        |
| MPU6050 Accelerometer / Gyroscope 3D  | 4        |
| Batterie 18650 Shield with 5V / 3.3V output   | 4        |
| 18650 Batterie 3.7V 3500μAh   | 4        |
| PLA filament for 3D printer (Grey Color)  | 100M     |
| Κόλλα σιλκόνης θερμική  | 1        |
| Μαρκαδόρος Μαύρος   | 1        |
| <b>ΣΥΣΚΕΥΕΣ</b>   |          |
| Κολλητήρι Ηλεκτρονικών ενώσεων  |          |
| 3D Printer for PLA printing   |          |
| Bluetooth Dongle v4 ή v5  |          |
| Laptop/PC   |          |
| <b>ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ</b>  |          |
| 3D Printer Slicer CURA<br>3D design software (Rhino 3D)<br>Arduino IDE<br>Apache Netbeans IDE for Java JDK 21 ή νεότερο<br>BlueCove Java Bluetooth Library 2.1.1<br>Agile Methodology Online Tool<br>PlantUML for class prototyping |          |

**Σημείωση:** Στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλές συσκευές τύπου ESP32. Για να λειτουργήσει όμως το σύστημα έχει δοκιμαστεί μόνο το συγκεκριμένο μοντέλο και συγκεκριμένης εταιρείας υλοποίηση.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.