



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Ταμείο  
Περιφερειακής Ανάπτυξης



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΤΑ & ΤΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ,  
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ



ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ



ενέργεια - εργασία - αλληλεγγύη

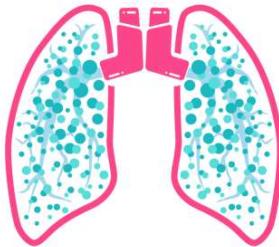
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

## ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ•ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ•ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

ΕΝΙΑΙΑ ΔΡΑΣΗ ΚΡΑΤΙΚΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ  
ΕΡΕΥΝΑΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
& ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ  
«ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ»

Take-A-Breath – Ευφυές σύστημα Αυτοδιαχείρισης και Υποστήριξης ασθενών με χρόνια Αναπνευστικά Προβλήματα / Smart Platform for Self-management and Support of Patients with Chronic Respiratory Diseases

(Take-A-Breath, Κωδικός Έργου: Τ1ΕΔΚ-03832)



# TAKE-A-BREATH

Στοιχεία Παραδοτέου

### Π3.4 Λειτουργικό πρωτότυπο με αλγόριθμους και ενσωματωμένο λογισμικό, έτοιμο για ολοκλήρωση (έκδοση Β)

|   |  |
|---|--|
| Υπεύθυνος Φορέας  | Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ)   |
| Ενότητα Εργασίας, (αριθμός, τίτλος, κατηγορία δραστηριότητας) | ΕΕ3: Ευφυής Συσκευή Ορθής Χρήσης Εισπνοής Φαρμάκου μέσω Δικτύου Ασύρματων Αισθητήρων, Βιομηχανική Έρευνα (ΒΙΕ)                       |
| Υπο-Ενότητα Εργασίας  | Ε3.3: Ανάπτυξη αλγορίθμων και ενσωματωμένου λογισμικού   |
| Ημερομηνία παράδοσης  | 8 Ιουλίου 2022 (Μ48)   |
| Όνομα αρχείου και μέγεθος                                     | “Take-A-Breath-ΕΕ3- Π3.4 Λειτουργικό πρωτότυπο με αλγόριθμους και ενσωματωμένο λογισμικό, έτοιμο για ολοκλήρωση (έκδοση Β)”, 6337 Kb |

## Λίστα Συγγραφέων

| Φορέας (Συντομογραφία) |
|------------------------|
| ΕΚΕΤΑ                  |
| ΠΠ                     |
| ALLERTEC               |
| VIDAVO                 |
| ΔΠΘ                    |

## Περίληψη

Το παρόν παραδοτέο περιγράφει την τελική έκδοση των συσκευών που αναπτύχθηκαν, του ενσωματωμένου λογισμικού καθώς και των αλγορίθμων εντοπισμού σφαλμάτων. Αρχικά περιγράφεται η πρόσθετη συσκευή για τις συσκευές εισπνευστήρα, που αποσκοπεί στην παρακολούθηση της ορθής χρήσης και εκπαίδευση του ασθενούς. Στη συνέχεια, στα πλαίσια του υλικού, περιγράφεται η συσκευή περιβαλλοντικών αισθητήρων, που αποσκοπεί στην παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών της οικείας ή της εργασίας του ασθενούς. Ακολουθεί περιγραφή των αλγορίθμων ανάλυσης ηχητικών δεδομένων, επιταχύνσεων και εικόνας, στα πλαίσια της εκπαίδευσης των ασθενών και αποφυγής λαθών. Τέλος, παρουσιάζονται παλιότερες εκδόσεις του υλικού και των επιμέρους στοιχείων.

## Περιχόμενα

|  |    |
|--|----|
| Λίστα Συγγραφέων .....                                     | 2  |
| Περίληψη .....   | 3  |
| Περιχόμενα .....   | 4  |
| Λίστα Σχημάτων.....  | 6  |
| Λίστα Πινάκων .....  | 9  |
| Συντομογραφίες.....  | 10 |
| 1 Εισαγωγή .....   | 11 |
| 2 Συσκευή Αξιολόγησης της Διαδικασίας Λήψης Φαρμάκου ..... | 12 |
| 2.1 Hardware Συσκευής Add-on .....                         | 13 |
| 2.1.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας – Υγρασίας .....             | 13 |
| 2.1.2 Επιταχυνσιόμετρο.....                                | 13 |
| 2.1.3 Μικρόφωνο.....                                       | 13 |
| 2.1.4 Μικροελεγκτής.....                                   | 14 |
| 2.2 Υλοποίηση Συσκευής Add-on.....                         | 14 |
| 2.3 Έλεγχος της Λειτουργίας της Συσκευής add-on.....       | 17 |
| 2.4 Χρήση Συσκευής add-on από τον Ασθενή .....             | 19 |
| 3 Συσκευή Περιβαλλοντικών Αισθητήρων.....                  | 21 |
| 3.1 Hardware Συσκευής Περιβαλλοντικών Αισθητήρων.....      | 23 |
| 3.1.1 Αισθητήρας Σωματιδίων (PM) SPS30 .....               | 23 |
| 3.1.2 Αισθητήρας TVOC και CO <sub>2</sub> eq .....         | 24 |
| 3.2 Υλοποίηση Περιβαλλοντικού Αισθητήρα .....              | 26 |
| 3.3 Βαθμονόμηση Περιβαλλοντικού Αισθητήρα.....             | 28 |
| 3.3.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας - Υγρασίας.....              | 28 |
| 3.3.2 Αισθητήρας PM2.5.....                                | 28 |
| 3.3.3 Αισθητήρας TVOC .....                                | 28 |
| 3.4 Έλεγχος Λειτουργίας Περιβαλλοντικού Αισθητήρα .....    | 32 |
| 3.4.1 Σύγχρονη Συλλογή Δεδομένων.....                      | 32 |
| 4 Εφαρμογή Κινητού .....                                   | 44 |
| 5 Ανάλυση Ηχητικών Σημάτων στο Υπολογιστικό Νέφος.....     | 45 |
| 5.1 Θεωρητικό υπόβαθρο .....                               | 45 |
| 5.1.1 Εξαγωγή Χαρακτηριστικών Ήχου.....                    | 45 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 5.1.2 | Αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης.....   | 51  |
| 5.1.3 | Νευρωνικά δίκτυα .....  | 53  |
| 5.1.4 | Μετρικές αξιολόγησης.....   | 56  |
| 5.2   | Αρχιτεκτονική Συστήματος για ανάλυση ηχητικών σημάτων στη χρήση αναπνευστικών συσκευών ξηράς σκόνης (DPI).....    | 57  |
| 5.2.1 | Συλλογή Δεδομένων .....   | 58  |
| 5.2.2 | Εξαγωγή Τμημάτων Ήχου με Support Vector Machines .....  | 62  |
| 5.2.3 | Ταξινόμηση ηχητικών τμημάτων.....   | 63  |
| 5.3   | Αρχιτεκτονική Συστήματος για ανάλυση ηχητικών σημάτων στη χρήση αναπνευστικών συσκευών Metered Dose Inhaler ..... | 68  |
| 5.3.1 | Ταξινόμηση ηχητικών τμημάτων με νευρωνικά δίκτυα μακράς-βραχείας μνήμης (LSTM Neural Networks).....               | 68  |
| 5.3.2 | Ταξινόμηση ηχητικών τμημάτων με Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα... ..  | 74  |
| 6     | Πειραματική συσκευή για την αξιολόγηση ενσωματωμένου λογισμικού .....   | 83  |
| 7     | Ανάλυση Δεδομένων Επιταχύνσεων στο Υπολογιστικό Νέφος.....  | 88  |
| 7.1   | Θεωρητικό και Τεχνικό Υπόβαθρο.....   | 89  |
| 7.1.1 | Μορφή δεδομένων επιταχύνσεων.....   | 89  |
| 7.1.2 | Συλλογή Δεδομένων .....   | 89  |
| 7.2   | Αρχιτεκτονική .....   | 90  |
| 7.2.1 | Εκπαίδευση.....   | 90  |
| 7.2.2 | Εξαγίμενα Χαρακτηριστικά .....  | 91  |
| 7.2.3 | Αποτελέσματα .....  | 93  |
| 8     | Επιπλέον Εντοπισμός Λαθών Στην Εφαρμογή .....   | 98  |
| 9     | Προηγούμενες Εκδόσεις.....  | 100 |
| 9.1   | Υλικό και Επικοινωνία .....   | 100 |
| 9.1.1 | Μικρόφωνο.....  | 100 |
| 9.1.2 | Αισθητήρας Θερμοκρασίας – Υγρασίας .....  | 100 |
| 9.1.3 | Μικροελεγκτής και Bluetooth .....   | 100 |
| 9.2   | Λειτουργία Firmware .....   | 101 |
| 10    | Συμπεράσματα.....   | 102 |
| 11    | Αναφορές.....   | 103 |
|       | Παράρτημα 1 - ADD-ON LOGIC DIAGRAM.....   | 106 |
|       | Παράρτημα 2 - ENVIRONMENTAL LOGIC DIAGRAM .....   | 110 |

## Λίστα Σχημάτων

|   |    |
|---|----|
| Εικόνα 1: Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής Add-on .....   | 12 |
| Εικόνα 2: Πλάκετα του add-on (αριστέρα – πάνω όψη, δεξιά – κάτω όψη) .....  | 14 |
| Εικόνα 3: Τοποθέτηση Πλακέτας add-on μέσα στη θήκη .....  | 15 |
| Εικόνα 4: Add-on συσκευή για Genuair εντός της θήκης.....   | 15 |
| Εικόνα 5: Add-on συσκευή εντός της θήκης και πάνω στη συσκευή Genuair.....  | 16 |
| Εικόνα 6: Φόρτιση add-on συσκευής.....  | 16 |
| Εικόνα 7: Φωτογραφία της θήκης της πρόσθετης συσκευής πάνω στη συσκευή Genuair, με αυτοκόλλητο με το λογότυπο του έργου .....   | 16 |
| Εικόνα 8: Φωτογραφία της θήκης της πρόσθετης συσκευής πάνω στη συσκευή Respimat, με αυτοκόλλητο με το λογότυπο του έργου και χρωματικούς δείκτες για καλύτερη ανάλυση εικόνας.....    | 16 |
| Εικόνα 9: Φωτογραφία της θήκης της πρόσθετης συσκευής πάνω στη συσκευή Turbuhaler, με εκτυπωμένο κυκλικό μοτίβο για καλύτερη ανάλυση εικόνας .....                                    | 17 |
| Εικόνα 10: Φωτογραφία της θήκης της πρόσθετης συσκευής πάνω στη συσκευή Foster MDI, με αυτοκόλλητο με το λογότυπο του έργου και χρωματικούς δείκτες για καλύτερη ανάλυση εικόνας..... | 17 |
| Εικόνα 11: Φωτογραφία της θήκης της πρόσθετης συσκευής πάνω στη συσκευή Foster MDI, με αυτοκόλλητο με το λογότυπο του έργου και χρωματικούς δείκτες για καλύτερη ανάλυση εικόνας..... | 17 |
| Εικόνα 12: Φωτογραφία των συσκευών MDI με την πρόσθετη συσκευή, που φαίνεται η προσαρμογή που έγινε στα διαφορετικά μεγέθη .....  | 17 |
| Εικόνα 13: Συνοπτικό Διάγραμμα Ροής Add-on.....   | 20 |
| Εικόνα 14: Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής Περιβαλλοντικού Αισθητήρα .....   | 21 |
| Εικόνα 15: Συνοπτικό Διάγραμμα Ροής Περιβαλλοντικού Αισθητήρα .....   | 22 |
| Εικόνα 16: Οι καταστάσεις λειτουργίας του αισθητήρα SPS30 [7].....  | 23 |
| Εικόνα 17: Προτεινόμενες σχετικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας για την λειτουργία του SGP30 [10] .....  | 25 |
| Εικόνα 18: Πλακέτα Συσκευής Περιβαλλοντικών Αισθητήρων .....  | 26 |
| Εικόνα 19: Αισθητήρας PMs .....   | 26 |
| Εικόνα 20: Θόρνη Συσκευής Περιβαλλοντικών Αισθητήρων.....   | 26 |
| Εικόνα 21: Μπροστινή Όψη Κουτιού Συσκευής Περιβαλλοντικών Αισθητήρων .....  | 27 |
| Εικόνα 22: Βάση Αισθητήρα PPMs .....  | 27 |
| Εικόνα 23: Πίσω Όψη Κουτιού Περιβαλλοντικού Πολυαισθητήρα .....   | 27 |
| Εικόνα 24: Διάγραμμα Ροής Baseline Reset και 12ωρης Διαδικασίας Βαθμονόμησης .....  | 29 |
| Εικόνα 25: Διάγραμμα Ροής Σύντομης Διαδικασίας Βαθμονόμησης .....   | 30 |
| Εικόνα 26: Διάγραμμα Ροής Αυτοματοποιημένης Διαδικασίας Βαθμονόμησης .....  | 31 |
| Εικόνα 27: Δοκιμαστικές Μετρήσεις Θερμοκρασίας .....  | 33 |

---

|   |    |
|---|----|
| Εικόνα 28: Δοκιμαστικές Μετρήσεις Υγρασίας .....  | 33 |
| Εικόνα 29: Δοκιμαστικές Μετρήσεις Σωματιδίων PM2.5 .....  | 34 |
| Εικόνα 30: Δοκιμαστικές Μετρήσεις Πτητικών Οργανικών Υλών TVOC.....   | 34 |
| Εικόνα 31: Διάταξη Δειγματοληψίας Θερμοκρασίας.....   | 35 |
| Εικόνα 32: Σημεία Δειγματοληψίας Θερμοκρασίας .....   | 36 |
| Εικόνα 33: Υπέρυθρος Μετρητής Θερμοκρασίας .....  | 37 |
| Εικόνα 34: Ανεμιστηράκι Χαμηλού Θορύβου .....   | 38 |
| Εικόνα 35: Διάταξη με Ανεμιστηράκι για μείωση θερμοκρασίας της πλακέτας .....   | 38 |
| Εικόνα 36: Διάταξη με παθητικά στοιχεία για μείωση θερμοκρασίας της πλακέτας  | 38 |
| Εικόνα 37: Γραφική αναπαράσταση τιμών θερμοκρασίας και συνάρτηση μεταφοράς .....  | 41 |
| Εικόνα 38: Γραφική αναπαράσταση τιμών υγρασίας και συνάρτηση μεταφοράς ....   | 41 |
| Εικόνα 39: Δοκιμή μετρήσεων με ανοικτή την πλευρά εισαγωγής αέρα του αισθητήρα SPS30 .....  | 43 |
| Εικόνα 40: Ηχητικό σήμα.....  | 45 |
| Εικόνα 41: Εξαγωγή MFCCs. ....  | 47 |
| Εικόνα 42: Αναπαράσταση δεδομένων και hyperplane στο δισδιάστατο χώρο.....  | 51 |
| Εικόνα 43: Επικοινωνία Αισθητήρα με Διακομιστή. ....  | 57 |
| Εικόνα 44:Ακολουθία βημάτων αλγορίθμου. ....  | 57 |
| Εικόνα 45: Waveforms των ηχητικών σημάτων που αντιστοιχούν στις κλάσεις που αναφέρονται.....  | 59 |
| Εικόνα 46: Κυματομορφές από μικρόφωνο κινητού (πάνω) και από μικρόφωνο add-on (κάτω).....   | 60 |
| Εικόνα 47: Προ επεξεργασία ηχητικού σήματος από το add-on. ....   | 61 |
| Εικόνα 48: Ακολουθία βημάτων αλγορίθμου έκδοση 2 .....  | 62 |
| Εικόνα 49 : Διάγραμμα ροής για την τμηματοποίηση. ....  | 63 |
| Εικόνα 50: Διάγραμμα ροής για ταξινόμηση. ....  | 63 |
| Εικόνα 51: Ανίχνευση peak του Actuation (σημειώνεται με x).....   | 66 |
| Εικόνα 52: Χρόνοι εκτέλεσης αλγορίθμου για ταξινόμηση μεμονωμένου συμβάντος (single file), τμηματοποίηση και ταξινόμηση κυμαινόμενου μεγέθους 8-14 δευτερόλεπτων αρχείου ήχου (median length file) και 30 δευτερόλεπτων (full length file), αντίστοιχα..... | 67 |
| Εικόνα 53 Αρχιτεκτονική δικτύου LSTM .....  | 68 |
| Εικόνα 54 Χρονοσειρά ηχητικού σήματος χρωματισμένη με αληθή σήμανση. Αντίστοιχη απεικόνιση σπεκτρογράμματος σαρωμένου με κυλιόμενο παράθυρο (1). Μεταβατικές καταστάσεις (2,3) .....  | 69 |
| Εικόνα 55 Ακρίβεια εκπαίδευσης και δοκιμής για 100 εποχές . Σφάλμα εκπαίδευσης και δοκιμής για 100 εποχές. ....   | 70 |
| Εικόνα 56 Αρχιτεκτονική συνελικτικού δικτύου.....   | 75 |
| Εικόνα 57 Σύγκριση χρόνων εκτέλεσης μεταξύ CNN και παραλλαγών Random Forest .....   | 80 |
| Εικόνα 58 Προσημασμένο ηχητικό σήμα - groundtruth .....   | 81 |

---

|  |    |
|--|----|
| Εικόνα 59 Πρόβλεψη για τρεις περιπτώσεις.....  | 82 |
| Εικόνα 60 Σχεδιασμός της πειραματικής φορητής συσκευής με ενσωματωμένο ασύρματο σύστημα αισθητήρων. ....   | 83 |
| Εικόνα 61 a) Πλακέτα πειραματικής συσκευής με φασματικό αισθητήρα NIR τοποθετημένη στην εισπνευστική συσκευή για την ανίχνευση σταγονιδίων εισπνεόμενου φαρμάκου b: Πλακέτες πειραματικής συσκευής τοποθετημένες στην εισπνευστική συσκευή ..... | 87 |
| Εικόνα 62: Διαδικασία εκπαίδευσης των μοντέλων .....   | 91 |
| Εικόνα 63: Απεικόνιση κυλιόμενου παραθύρου για εντοπισμό ορθής κίνησης σε ροή δεδομένων .....  | 93 |
| Εικόνα 64: Παράδειγμα συνδυασμού αποτελέσματος με ορθή χρήση .....   | 94 |
| Εικόνα 65: Παράδειγμα συνδυασμού αποτελέσματος με μη ορθή χρήση .....  | 94 |
| Εικόνα 66: Διάγραμμα ροής συμπερασμού ροών δεδομένων .....   | 95 |
| Εικόνα 67: Διάγραμμα ροής διαδικασίας εξαγωγής μετρικών βάσει δεδομένων ροών .....   | 96 |
| Εικόνα 68: Πίνακας Σύγχυσης.....   | 97 |
| Εικόνα 69: Χρόνοι Εκτέλεσης Συμπερασμού .....  | 98 |
| Εικόνα 70: Εντοπισμός προσώπου .....   | 99 |
| Εικόνα 71: Εντοπισμός συσκευής.....  | 99 |
| Εικόνα 72: Ειδοποίηση χρήστη σχετικά με τη φωτεινότητα. ....   | 99 |
| Εικόνα 73: Μήνυμα ότι ο χρήστης κρατάει σωστά τη συσκευή και είναι έτοιμος να προχωρήσει στα επόμενα βήματα. ....  | 99 |

## Λίστα Πινάκων

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 1: Εντολές για τον έλεγχο της συσκευής .....   | 18 |
| Πίνακας 2: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Αισθητήρα Σωματιδίων SPS30 [9] .....   | 24 |
| Πίνακας 3: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Σήματος Ποιότητας Αέρα [10] .....  | 25 |
| Πίνακας 4: Τιμές Θερμοκρασίας Πλακέτας .....   | 36 |
| Πίνακας 5: Μετρήσεις Θερμοκρασίας σε °C από περιβάλλον χαμηλής θερμοκρασίας,<br>εντός ψυγείου .....  | 39 |
| Πίνακας 6: Μετρήσεις Θερμοκρασίας σε °C σε επόμενο επίπεδο θερμοκρασίας, σε<br>εξωτερικό χώρο .....  | 39 |
| Πίνακας 7: : Μετρήσεις Θερμοκρασίας σε °C σε επόμενο επίπεδο θερμοκρασίας, σε<br>εσωτερικό χώρο .....  | 39 |
| Πίνακας 8: Μετρήσεις Θερμοκρασίας σε °C σε θερμομονωμένο κουτί με στοιχείο<br>θέρμανσης .....  | 40 |
| Πίνακας 9: Τιμές θερμοκρασίας που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό<br>συνάρτησης μεταφοράς .....  | 40 |
| Πίνακας 10: Ενδεικτικές μετρήσεις PM2.5 σε ppm από την εμπορική συσκευή Awair<br>Element και δύο συσκευών που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του έργου T-A-B.....  | 42 |
| Πίνακας 11: Ενδεικτικές μετρήσεις PM2.5 σε ppm από την εμπορική συσκευή Awair<br>Element, της συσκευής με ανοικτή την πλευρά με τον αισθητήρα SPS30 και τριών<br>ακόμα συσκευών του T-A-B.....             | 43 |
| Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά του ήχου για τη διαδικασία της ταξινόμησης.....   | 45 |
| Πίνακας 13: Χαρακτηριστικά του ήχου για τη διαδικασία της εξαγωγής τμημάτων .50  | 50 |
| Πίνακας 14: Μετρικές αξιολόγησης .....   | 56 |
| Πίνακας 15: Συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ ταξινομητών για την συσκευή<br>εισπνοών Genuair.....  | 64 |
| Πίνακας 16: Μετρικές βέλτιστου ταξινομητή για την συσκευή Turbuhaler.....  | 64 |
| Πίνακας 17: Per class ακρίβεια του ταξινομητή Gradient Boosting για την συσκευή<br>Turbuhaler.....   | 65 |
| Πίνακας 18: F-scores του GB μεταξύ των τεσσάρων κλάσεων. ....  | 65 |
| Πίνακας 19 Μέση (για όλα τα υποκείμενα) ακρίβεια, πίνακας σύγχυσης για την<br>προτεινόμενη αρχιτεκτονική και το SingleSubj(a) μοντέλο. Συνολική ακρίβεια :<br>94.75%.....                                  | 72 |
| Πίνακας 20 Μέση (για όλα τα υποκείμενα) ακρίβεια, μήτρα σύγχυσης βάσει της<br>προτεινόμενης αρχιτεκτονικής και το μοντέλο MultiSubj a. Συνολική ακρίβεια :<br>92.76%.....                                  | 72 |
| Πίνακας 21 Μέση (για όλα τα υποκείμενα) ακρίβεια (πίνακας σύγχυσης) για<br>πρωτόκολλο LOSO. Οι αριθμοί αντιστοιχούν σε ποσοστά. Συνολική ακρίβεια<br>93.75%! .....   | 73 |
| Πίνακας 22 Διαφοροποιήσεις αρχιτεκτονικών CNN .....  | 75 |
| Πίνακας 23 Ακρίβεια δοκιμών ανά περιπτώσεις κλαδέματος για sparse μοντέλα<br>χωρίς επανεκπαίδευση. Ο παράγοντας I αντιστοιχεί στο ποσοστό της τυπικής<br>απόκλισης που θεωρείται ως όριο για κλάδεμα. .... | 77 |

---

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 24 Ακρίβεια δοκιμών ανά περιπτώσεις κλαδέματος για sparse μοντέλα με επανεκπαίδευση.   | 78 |
| Πίνακας 25 Πίνακας σύγχυσης για τρεις περιπτώσεις  | 79 |
| Πίνακας 26 Μετρούμενο σφάλμα και ακρίβεια δοκιμών  | 80 |
| Πίνακας 27 Πίνακας σύγχυσης για το μοντέλο 5   | 80 |
| Πίνακας 28 Στοιχεία της πλακέτας της πειραματικής συσκευής για την ανάλυση και ταξινόμηση ηχητικών σημάτων που παράγονται κατά την χρήση συσκευής με εισπνεόμενο φάρμακο | 84 |
| Πίνακας 29: Χαρακτηριστικά Δεδομένων Εκπαίδευσης   | 89 |
| Πίνακας 30: Χαρακτηριστικά Δεδομένων Επαλήθευσης   | 90 |
| Πίνακας 31: Σύνοψη επιλεγμένων αλγορίθμων και μετρικών   | 98 |

## Συντομογραφίες

(σε αλφαριθμητική σειρά)

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| A/D   | Analog to Digital                   |
| BLE   | Bluetooth Low Energy                |
| CNN   | Convolutional Neural Network        |
| DCT   | Discrete Cosine Transform           |
| GB    | Gradient Boosting                   |
| HSP   | Headset Profile                     |
| HTTP  | Hypertext Transfer Protocol         |
| LED   | Light Emitting Diode                |
| MFCCs | Mel-frequency Cepstral Coefficients |
| ms    | millisecond                         |
| MSE   | Mean Squared Error                  |
| SPP   | Serial Port Profile                 |
| SVM   | Support Vector Machine              |
| VAD   | Voice Activity Detection            |