



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

Π3.3 Λειτουργικό πρωτότυπο με αλγόριθμους και ενσωματωμένο λογισμικό, έτοιμο για ολοκλήρωση (πρώτη έκδοση)	
Υπεύθυνος Φορέας	VIDAVO
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 Ιανουαρίου 2020 (Μ18)
Όνομα αρχείου και μέγεθος	“Take-A-Breath-ΕΕ3-Π3.3-Λειτουργικό_πρωτότυπο_με_αλγόριθμους_και_ενσωματωμένο_λογισμικό,_έτοιμο_για_ολοκλήρωση_(πρώτη_έκδοση)”, 3120 Kb

Λίστα Συγγραφέων

Όνομα / Επίθετο	Φορέας (Συντομογραφία)	E-mail
Κωνσταντίνος Μουστάκας	ΠΠ	moustakas@ece.upatras.gr
Νούσιας Σταύρος	ΠΠ	nousias@ece.upatras.gr
Emil Valchinov	ΠΠ	emil@upatras.gr
Νικηφορίδης Βασίλειος Μάρτιν	ΠΠ	martin-nikif@hotmail.com
Βότης Κωνσταντίνος	ΕΚΕΤΑ	kvotis@iti.gr
Σιώπης Νικόλαος	ΕΚΕΤΑ	nsiopis@iti.gr
Ντίνας Χρήστος	ΕΚΕΤΑ	ntchristos@iti.gr
Κορδώνιας Ραφαήλ Κών/νος	ΕΚΕΤΑ	rafaelkordonias@iti.gr
Ευαγγελάτος Παύλος	ΕΚΕΤΑ	nolasevan@iti.gr
Καρανάσιου Αθανασία	VIDAVO	nancy@vidavo.eu
Κατσούλη Παρασκευή	VIDAVO	vkatsouli@vidavo.eu
Αλέξης Φουρλής	VIDAVO	afourlis@vidavo.eu
Γεωργίου Αντριάνα	ALLERTEC	georgiou@allertec.eu
Ταουσιάνης Κώστας	ALLERTEC	taousianis@allertec.eu
Δεληγιάννη Υβόννη	ALLERTEC	ydeliyanni@yahoo.com

Περίληψη

Το παρόν παραδοτέο αφορά την περιγραφή των χρησιμοποιούμενων αλγορίθμων καθώς και του ενσωματωμένου λογισμικού που καθιστούν εφικτή τη συλλογή, την επεξεργασία και τη μεταφορά των δεδομένων από τους αισθητήρες του add-on στην κινητή συσκευή και το 'υπολογιστικό νέφος'. Οι αλγόριθμοι και το λογισμικό βασίζονται σε υπολογιστικά αποδοτικές και αξιόπιστες τεχνολογικές λύσεις, με σκοπό τη βέλτιστη μεταφορά δεδομένων. Ακόμα, περιγράφονται τεχνικές για την τοπική επεξεργασία των δεδομένων και τον εντοπισμό κρίσιμων λαθών ή περιβαλλοντικών κινδύνων για άμεση παρέμβαση.

Περιχόμενα

Λίστα Συγγραφέων	2
Περίληψη	3
Περιχόμενα	4
Λίστα Σχημάτων	6
Λίστα Πινάκων	7
Συντομογραφίες	8
1 Εισαγωγή	9
2 Λογισμικό Μικροελεγκτή - Firmware	10
2.1 Βασικά Χαρακτηριστικά	10
2.1.1 Μικρόφωνο	10
2.1.2 Αισθητήρας Θερμοκρασίας – Υγρασίας	10
2.1.3 Επιταχυνσιόμετρο	10
2.1.4 Μικροελεγκτής	11
2.2 Λειτουργίες	12
2.3 Έλεγχος Λειτουργίας της Συσκευής	14
3 Πρόσθετη Συσκευή με Τυπωμένη Θήκη	16
3.1 Συσκευή Genuair	16
4 Εφαρμογή Κινητού	17
5 Ανάλυση Ηχητικών Σημάτων στο Υπολογιστικό Νέφος	18
5.1 Θεωρητικό υπόβαθρο	18
5.1.1 Εξαγωγή Χαρακτηριστικών Ήχου	18
5.1.2 Αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης	24
5.1.3 Νευρωνικά δίκτυα	26
5.1.4 Μετρικές αξιολόγησης	29
5.2 Αρχιτεκτονική Συστήματος για ανάλυση ηχητικών σημάτων στη χρήση αναπνευστικών συσκευών ξηράς σκόνης (DPI)	30
5.2.1 Συλλογή Δεδομένων	31
5.2.2 Εξαγωγή Τμημάτων Ήχου με Support Vector Machines	33
5.2.3 Ταξινόμηση ηχητικών τμημάτων με ταξινομητή Gradient Boosting	34
5.3 Αρχιτεκτονική Συστήματος για ανάλυση ηχητικών σημάτων στη χρήση αναπνευστικών συσκευών Metered Dose Inhaler	38

5.3.1	Ταξινόμηση ηχητικών τμημάτων με νευρωνικά δίκτυα μακράς-βραχείας μνήμης (LSTM Neural Networks).....	38
5.3.2	Ταξινόμηση ηχητικών τμημάτων με Συνελκτικά Νευρωνικά Δίκτυα...	44
6	Επιπλέον Εντοπισμός Λαθών	52
6.1	Στην Εφαρμογή.....	52
6.2	Ανάλυση Δεδομένων Επιταχύνσεων στο Υπολογιστικό Νέφος	53
7	Εντοπισμός Περιβαλλοντικών Κινδύνων.....	55
8	Προηγούμενες Εκδόσεις.....	55
8.1	Υλικό και Επικοινωνία	55
8.1.1	Μικρόφωνο	55
8.1.2	Αισθητήρας Θερμοκρασίας – Υγρασίας	55
8.1.3	Μικροελεγκτής και Bluetooth	55
8.2	Λειτουργία Firmware	56
9	Συμπεράσματα	57
10	Αναφορές.....	58

Λίστα Σχημάτων

Εικόνα 1: Διάγραμμα Ροής Δεδομένων.....	11
Εικόνα 2: Διάγραμμα Ροής Ενσωματωμένου Λογισμικού	13
Εικόνα 3: Πρόσθετη συσκευή για Genuaiir εντός της θήκης	16
Εικόνα 4: Πρόσθετη συσκευή εντός της θήκης και πάνω στη συσκευή Genuaiir	16
Εικόνα 5: Φόρτιση πρόσθετης συσκευής.....	16
Εικόνα 6: Η εφαρμογή ως αποδέκτης δεδομένων και αποστολή στο 'υπολογιστικό νέφος'.....	17
Εικόνα 7: Ηχητικό σήμα.....	18
Εικόνα 8: Εξαγωγή MFCCs.....	20
Εικόνα 9: Αναπαράσταση δεδομένων και hyperplane στο δισδιάστατο χώρο.....	24
Εικόνα 10: Επικοινωνία Αισθητήρα με Διακομιστή.....	30
Εικόνα 11: Ακολουθία βημάτων αλγορίθμου.....	30
Εικόνα 12: Waveforms των ηχητικών σημάτων που αντιστοιχούν στις κλάσεις που αναφέρονται.....	31
Εικόνα 13: 3ης τάξης υπερβατικό Butterworth φίλτρο.....	32
Εικόνα 14 : Διάγραμμα ροής για την τμηματοποίηση.....	33
Εικόνα 15: Διάγραμμα ροής για ταξινόμηση.....	34
Εικόνα 16: Ανίχνευση peak του Actuation (σημειώνεται με x).....	36
Εικόνα 17: Χρόνοι εκτέλεσης αλγορίθμου για ταξινόμηση μεμονωμένου συμβάντος (single file), τμηματοποίηση και ταξινόμηση κυμαινόμενου μεγέθους 8-14 δευτερόλεπτων αρχείου ήχου (median length file) και 30 δευτερολέπτων (full length file), αντίστοιχα.....	37
Εικόνα 18 Αρχιτεκτονική δικτύου LSTM.....	38
Εικόνα 19 Χρονοσειρά ηχητικού σήματος χρωματισμένη με αληθή σήμανση. Αντίστοιχη απεικόνιση σπεκτρογράμματος σαρωμένου με κυλιόμενο παράθυρο (1). Μεταβατικές καταστάσεις (2,3)	39
Εικόνα 20 Ακρίβεια εκπαίδευσης και δοκιμής για 100 εποχές . Σφάλμα εκπαίδευσης και δοκιμής για 100 εποχές.....	40
Εικόνα 21 Αρχιτεκτονική συνελκτικού δικτύου.....	45
Εικόνα 22 Σύγκριση χρόνων εκτέλεσης μεταξύ CNN και παραλλαγών Random Forest	50
Εικόνα 23 Προσημασμένο ηχητικό σήμα - groundtruth	51
Εικόνα 24 Πρόβλεψη για τρεις περιπτώσεις.....	52
Εικόνα 25: Εντοπισμός προσώπου.....	53
Εικόνα 26: Εντοπισμός συσκευής.....	53
Εικόνα 27: Ειδοποίηση χρήστη σχετικά με τη φωτεινότητα.....	53
Εικόνα 28: Μήνυμα ότι ο χρήστης κρατάει σωστά τη συσκευή και είναι έτοιμος να προχωρήσει στα επόμενα βήματα.....	53

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Εντολές για τον έλεγχο της συσκευής.....	14
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά του ήχου για τη διαδικασία της ταξινόμησης.....	18
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά του ήχου για τη διαδικασία της εξαγωγής τμημάτων ...	23
Πίνακας 4: Μετρικές αξιολόγησης	29
Πίνακας 5: Συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ ταξινομητών.....	35
Πίνακας 6: F-scores του GB μεταξύ των τεσσάρων κλάσεων.	35
Πίνακας 7 Μέση (για όλα τα υποκείμενα) ακρίβεια, πίνακας σύγκυσης για την προτεινόμενη αρχιτεκτονική και το SingleSubj(a) μοντέλο. Συνολική ακρίβεια : 94.75%.....	42
Πίνακας 8 Μέση (για όλα τα υποκείμενα) ακρίβεια, μήτρα σύγκυσης βάσει της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής και το μοντέλο <i>MultiSubj a</i> . Συνολική ακρίβεια : 92.76%.....	42
Πίνακας 9 Μέση (για όλα τα υποκείμενα) ακρίβεια (πίνακας σύγκυσης) για πρωτόκολλο LOSO. Οι αριθμοί αντιστοιχούν σε ποσοστά. Συνολική ακρίβεια 93.75%!	43
Πίνακας 10 Διαφοροποιήσεις αρχιτεκτονικών CNN	45
Πίνακας 11 Ακρίβεια δοκιμών ανά περιπτώσεις κλαδέματος για sparse μοντέλα χωρίς επανεκπαίδευση. Ο παράγοντας I αντιστοιχεί στο ποσοστό της τυπικής απόκλισης που θεωρείται ως όριο για κλάδεμα.	47
Πίνακας 12 Ακρίβεια δοκιμών ανά περιπτώσεις κλαδέματος για sparse μοντέλα με επανεκπαίδευση. Ο παράγοντας I αντιστοιχεί στο ποσοστό της τυπικής απόκλισης που θεωρείται ως όριο για κλάδεμα.....	48
Πίνακας 13 Πίνακας σύγκυσης για τρεις περιπτώσεις.....	49
Πίνακας 14 Μετρούμενο σφάλμα και ακρίβεια δοκιμών.....	50
Πίνακας 15 Πίνακας σύγκυσης για το μοντέλο 5	50

Συντομογραφίες*(σε αλφαθητική 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