

Εργασία του μαθήματος “Εφαρμογές των τεχνολογιών διαδικτύου των πραγμάτων στην υγεία, ενέργεια, εμπόριο και μεταφορές”

Ανίχνευση ανωμαλιών της γαστρικής λειτουργία μέσω ανάλυσης ηλεκτρογαστρογραφήματος (EGG) καταγεγραμμένου από έξυπνη φορητή ζώνη

Εισαγωγικά

Στόχος της εργασίας είναι η ανίχνευση ανωμαλιών της γαστρικής λειτουργίας μέσω ανάλυσης της ηλεκτρικής δραστηριότητας του στομάχου, όπως αυτή καταγράφεται από μία πρωτότυπη έξυπνη ζώνη που φέρει κατάλληλους αισθητήρες. Η εργασία περιλαμβάνει την ανάπτυξη αλγορίθμου υπολογισμού διάφορων χαρακτηριστικών του EGG και στη συνέχεια σύγκριση αυτών των χαρακτηριστικών μεταξύ υγείων και ατόμων του πάσχουν από τη νόσο του Πάρκινσον.

Παραδοτέα

Γραπτή αναφορά με απαντήσεις στα ζητούμενα της εργασίας, καθώς και ο σχετικός κώδικας σε γλώσσα MATLAB (με επαρκή σχόλια). Η αναφορά και ο κώδικας θα παραδοθούν ως ένα συμπιεσμένο αρχείο (πχ, zip). Ο κώδικας θα πρέπει να συνοδεύεται από οδηγίες για την εκτέλεσή του.

Καταγραφές

Θα σας δοθούν καταγραφές EGG οι οποίες προέρχονται από 7 άτομα που πάσχουν από τη νόσο του Πάρκινσον (PD) και 7 υγιή άτομα (healthy). Η συλλογή των δεδομένων έγινε κατά τη διάρκεια πειράματος στο οποίο οι συμμετέχοντες ακολούθησαν το πρωτόκολλο που φαίνεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1 Πρωτόκολλο καταγραφής EGG

Δηλαδή, για κάθε άτομο πραγματοποιήθηκαν 2 καταγραφές EGG διάρκειας 30 λεπτών η καθεμία, πριν και μετά από ελαφρύ γεύμα (ίδιο για όλους, 420 Kcal). Η έξυπνη ζώνη που χρησιμοποιήθηκε καταγράφει EGG ενός καναλιού με συχνότητα δειγματοληψίας 1000 Hz.

Επεξεργασία δεδομένων

Συνίσταται η χρήση περιβάλλοντος MatLab.

Προεπεξεργασία δεδομένων: Κάθε καταγραφή, όπως εξάγεται από την έξυπνη ζώνη, βρίσκεται στο διάστημα τιμών [0, 65535]. Αρχικά, πρέπει να πραγματοποιηθεί κανονικοποίηση των καταγραφών στο διάστημα [-1, 1] (δηλαδή, το 0 πρέπει να αντιστοιχηθεί στο -1 και το 65535 στο +1) και έπειτα να αφαιρεθεί ο μέσος όρος (ώστε να προκύψουν σήματα μηδενικής μέσης τιμής). Στη συνέχεια, στις καταγραφές πρέπει να εφαρμοστεί κατωδιαβατό φίλτρο με συχνότητα αποκοπής 1.5 Hz. Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί φίλτρο Butterworth 3^{ης} τάξης.

Υπολογισμός χαρακτηριστικών: Η ανάλυση πρέπει να πραγματοποιηθεί σε κυλιόμενα παράθυρα μήκους 4 λεπτών, με βήμα 1 λεπτό, δηλαδή επικάλυψη 3 λεπτά. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να υπολογιστούν είναι τα ακόλουθα

1. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της κυρίαρχης συχνότητας (σε cycles per minute - cpm) και της κυρίαρχης ενέργειας. Κυρίαρχη συχνότητα είναι η συχνότητα για την οποία η ενέργεια του σήματος παίρνει τη μέγιστη τιμή (κυρίαρχη ενέργεια).
2. Λόγος της κυρίαρχης ενέργειας μετά/πριν το φαγητό. Ως κυρίαρχη ενέργεια χρησιμοποιείστε τη μέση κυρίαρχη ενέργεια που βρήκατε παραπάνω.
3. Ποσοστό εμφάνισης i) φυσιολογικής λειτουργίας του στομάχου, ii) βραδυγαστρίας, iii) ταχυγαστρίας, iv) άλλης δραστηριότητας, και v) αρρυθμίας, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Το ποσοστό εμφάνισης υπολογίζεται ως το πλήθος των παραθύρων που εμφανίζουν τη συγκεκριμένη συμπεριφορά προς το σύνολο των παραθύρων.

Φυσιολογική λειτουργία	Κυρίαρχη συχνότητα στο διάστημα 2.0 – 4.0 cpm
Βραδυγαστρία	Κυρίαρχη συχνότητα στο διάστημα 0.5 – 2.0 cpm
Ταχυγαστρία	Κυρίαρχη συχνότητα στο διάστημα 4.0 – 9.0 cpm
Άλλη δραστηριότητα	Κυρίαρχη συχνότητα εκτός του διαστήματος 0.5 – 9.0 cpm
Αρρυθμία	Η δεύτερη κυρίαρχη ενέργεια είναι τουλάχιστον το 85% της πρώτης κυρίαρχης ενέργειας και η δεύτερη κυρίαρχη συχνότητα βρίσκεται σε διαφορετικό διάστημα από αυτό της πρώτης π.χ. η πρώτη κυρίαρχη συχνότητα να βρίσκεται στο διάστημα βραδυγαστρίας και η δεύτερη κυρίαρχη συχνότητα να βρίσκεται στο διάστημα φυσιολογικής λειτουργίας, δεδομένου ότι η δεύτερη κυρίαρχη ενέργεια είναι πάνω από 85% της πρώτης κυρίαρχης ενέργειας

4. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του λόγου της ενέργειας στα διαστήματα i) [0.5 – 2.0 cpm], ii) [2.0 – 4.0 cpm], iii) [4.0 - 9.0 cpm] και iv) [9.0 – 15.0 cpm] προς την ενέργεια του διαστήματος [0.5 – 15.0 cpm].
5. Συνολική κυρίαρχη συχνότητα και κυρίαρχη ενέργεια (υπολογίζεται από ολόκληρο το σήμα και όχι από τα επιμέρους παράθυρα).

Για τον υπολογισμό των παραπάνω χαρακτηριστικών προτείνεται η χρήση μονόπλευρου γρήγορου μετασχηματισμού Fourier με παράθυρο Hanning. Για το χαρακτηριστικό #4 μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τη συνάρτηση `bandpower` του Matlab.

Ζητούμενα

1. Υπολογίστε τα παραπάνω χαρακτηριστικά για κάθε άτομο, πριν και μετά το φαγητό.
2. Διερευνήστε εάν μεταβάλλονται και πως τα παραπάνω χαρακτηριστικά ανάμεσα στους PD και Healthy. Προς αυτή την κατεύθυνση θα σας βοηθήσει να απεικονίσετε το ιστόγραμμα μαζί με την κατανομή των παραπάνω χαρακτηριστικών (συνάρτηση `histfit` του Matlab) ή/και το θηκόγραμμα (`boxplot`). Σχολιάστε τα αποτελέσματα.
3. Διερευνήστε εάν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p\text{-value} < 0.01$) στα παραπάνω χαρακτηριστικά ανάμεσα στους PD και Healthy. Για τη διερεύνηση στατιστικών σημαντικών

διαφορών μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κάποιο στατιστικό τεστ αντίστοιχο του Mann-Whitney U test, π.χ. Wilcoxon rank sum test (συνάρτηση ranksum του Matlab). Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

4. Εφαρμόστε τεχνικές μηχανικής μάθησης για να διερευνήσετε τη δυνατότητα διάκρισης μεταξύ των δύο κατηγοριών χρηστών χρησιμοποιώντας ως features τα παραπάνω (πρέπει να επιλέξετε τα καταλληλότερα) ή/και νέα χαρακτηριστικά.

Επικοινωνία

Βασίλης Χαρίσης

Email: vcharisis@ee.auth.gr