



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ”

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επεξεργασία Σημάτων Ηλεκτροεγκεφαλογραφίας
με τη χρήση Μεθόδων Πυρήνα**

Κωνσταντίνος Η. Ευταξίας

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επεξεργασία Σημάτων Ηλεκτροεγκεφαλογραφίας
με τη χρήση Μεθόδων Πυρήνα

Κωνσταντίνος Η. Ευταξίας

Α.Μ.: ΠΙΒ08024

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Σέργιος Θεοδορίδης, Καθηγητής ΕΚΠΑ

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Γεώργιος Κουρουπέτρογλου, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΚΠΑ
Δημήτριος Μαρούλης, Καθηγητής ΕΚΠΑ**

ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

Περίληψη

Τα βιοϊατρικά σήματα συνήθως εμπεριέχουν θόρυβο ή άλλα σήματα που είναι ανεπιθύμητα και δημιουργούν προβλήματα στη σωστή μελέτη και ανίχνευση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών τους. Ένα παράδειγμα είναι τα ηλεκτροεγκεφαλογραφικά σήματα όπου ηλεκτρικά σήματα από άλλες οργανικές δραστηριότητες όπως οι μυική και η οφθαλμική, επηρεάζουν το σήμα. Εμείς εξετάζουμε την επίδραση της οφθαλμικής δραστηριότητας στο ηλεκτροεγκεφαλογραφικό σήμα και σκοπός μας είναι η αφαίρεση του δίχως την απώλεια σημαντικής πληροφορίας από το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα.

Η μέθοδος που χρησιμοποιούμε είναι η ανάλυση κύριων συνιστωσών με τη χρήση συναρτήσεων πυρήνα. Σε αυτή τη μέθοδο μεταφέρουμε τα δεδομένα μας από τον χώρο εισόδου σε έναν χώρο Hilbert με μη γραμμικό τρόπο. Χρησιμοποιώντας συναρτήσεις πυρήνων δεν απαιτείται να βρούμε τις τιμές των δεδομένων στον Hilbert χώρο αλλά μόνο τα εσωτερικά γινόμενα τους. Έτσι όποια μέθοδος μπορεί να γραφτεί με όρους εσωτερικών γινομένων μπορεί να μετατραπεί σε μη γραμμική. Επίσης σημαντική είναι η μετάβαση από τον χώρο χαρακτηριστικών στον χώρο εισόδου χρησιμοποιώντας την μέθοδο προ-μετασχηματισμένου σημείου για να λάβουμε το αποθορυβοποιημένο σήμα. Χρησιμοποιούμε μία επαναληπτική διαδικασία ώστε να βρούμε μια προσέγγιση της λύσης αφού η ακριβής λύση δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει. Για να προσαρμόσουμε την μέθοδο στα ηλεκτροεγκεφαλικά σήματα μετασχηματίζουμε το διάνυσμα που περιέχει το σήμα ενός ηλεκτροδίου σε ένα μητρώο καθυστερούμενων διανυσμάτων.

Για την δοκιμή των μεθόδων χρησιμοποιήσαμε ηλεκτροεγκεφαλικά σήματα με έντονη παρουσία της οφθαλμικής δραστηριότητας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, μεγάλης σημασίας είναι η εύρεση και η επιλογή των σωστών παραμέτρων για την σωστή αφαίρεση των περιττών σημάτων και την μη αλλοίωση της σημαντικής πληροφορίας. Τα πειράματα δίνουν χρήσιμα αποτελέσματα για την απόδοση της μεθόδου. Το συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε είναι ότι τα αποτελέσματα της ανάλυσης κύριων συνιστωσών με την χρήση συναρτήσεων πυρήνα παρουσιάζονται καλύτερα σε σχέση με την απλή γραμμική μέθοδο.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Επεξεργασία Βιοϊατρικών Σημάτων

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, αφαίρεση θορύβου, ανάλυση κύριων συνιστωσών, μέθοδοι πυρήνων

Abstract

Biomedical signals are generally contaminated with artifacts and noise which makes the analysis of events of interest quite difficult. Specifically electroencephalographic signals are contaminated by artifacts such as eye movements and blinks or muscle activity. In this thesis we look at the effect of ocular activity in the EEG signal and our aim is to remove it without the loss of important information from the EEG.

The method we are using is kernel principal component analysis. In this method we need to map our data from input space to a Hilbert space with a nonlinear mapping. Using kernel functions we can avoid the actual nonlinear mapping which is computational costly and compute only the dot products in the feature space using only the data from the input space. Any method that can be expressed by dot products can be transformed to nonlinear using kernel functions. Also important is the transformation of the data from the feature space to the input space which is known as the pre-image problem. We are using an iterative method in order to find an approximate solution to the problem as the real solution may not exist. To apply the method to EEG signals we transform the vector containing the signal obtained by an electrode to a matrix of lagged vectors.

For testing these methods we use EEG signals with artifacts of eye blinks. For optimal artifact removal and preservation of the EEG information we need to choose carefully the method's parameters. The assumptions we can draw from the experiments are very useful. Depending on these experiments we can claim that the performance of kernel principal component analysis in EEG denoising overcomes the non kernel version.

Subject Area: Biomedical Signal Processing

Keywords: electroencephalography, artifact removal, kernel methods, kernel principal component analysis