



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ”**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάλυση Βιοσημάτων για την Ανακατασκευή
της Ανθρώπινης Δύναμης και την Μελέτη των Συνεργειών
του Ανθρώπινου Χεριού**

ΜΗΝΑΣ ΛΙΑΡΟΚΑΠΗΣ

Επιβλέπων: Ηλίας Μανωλάκος, Αναπλ. Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2010

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάλυση Βιοσημάτων για την Ανακατασκευή
της Ανθρώπινης Δύναμης και την Μελέτη των Συνεργειών
του Ανθρώπινου Χεριού

ΜΗΝΑΣ ΛΙΑΡΟΚΑΠΗΣ

ΑΜ: ΠΙΒ 08030

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :

Ηλίας Μανωλάκος, Αναπλ. Καθηγητής

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ :

Κώστας Κυριακόπουλος, Καθηγητής
Διονύσης Λιναρδάτος, Ειδικός Επιστήμονας ΕΕΤΤ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, εξετάζονται δύο επιμέρους ανοιχτά θέματα της βιβλιογραφίας, η ανακατασκευή της δύναμης του ανθρώπινου χεριού - από ηλεκτρομυογραφικά σήματα που συλλέχθηκαν από 8 μύες - και η διερεύνηση των συνεργειών μεταξύ των δακτύλων και των διαφορετικών φαλαγγικών τους επιπέδων.

Για την ανακατασκευή της ανθρώπινης δύναμης, αφού εξετασθεί η σχέση προεπεξεργασμένου ηλεκτρομυογραφήματος και δύναμης, αξιολογούνται διαφορετικές μέθοδοι, όπως γραμμική παλινδρόμηση, τεχνικά νευρωνικά δίκτυα, μη γραμμικά μοντέλα καθώς και συνδυασμοί των παραπάνω σε διαφορετικές περιοχές του σήματος, για την επίτευξη της βέλτιστης δυνατής ανακατασκευής, μέσω συνδυαστικών μεθόδων.

Για την διερεύνηση των συνεργειών, χρησιμοποιούνται μέθοδοι μηχανικής μάθησης των ηλεκτρομυογραφικών δεδομένων, οι οποίες μας βοηθούν να ταξινομήσουμε τα διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης, αλλά και την διαφοροποίηση των συνεργειών για πολλαπλά υποκείμενα, διαφορετικής ηλικίας.

Επιτυγχάνεται λοιπόν βάσει των προτεινόμενων συνδυαστικών μεθόδων σημαντικά καλύτερη ανακατασκευή της δύναμης από την προϋπάρχουσα βιβλιογραφία, ενώ στο πεδίο των συνεργειών, προτείνεται μια μεθοδολογία οπτικοποίησης της διαφοροποίησης τους για διαφορετικές στρατηγικές, άσκησης δύναμης ή αρπαγής αντικειμένων.

Τέλος κάνοντας χρήση μεθόδων ταξινόμησης, καταφέρνουμε να διακρίνουμε μεταξύ των διαφορετικών στρατηγικών αρπαγής, εξετάζοντας τα διανύσματα των μυοηλεκτρικών σημάτων.

Τα ευρήματα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, μπορούν να αποτελέσουν τις βάσεις για την ανάπτυξη μεθοδολογιών ανθρωπομορφικού ελέγχου ενός ρομποτικού χεριού και να δώσουν κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό της επομένης γενιάς νευροπροσθετικών ρομποτικών συστημάτων.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Αναγνώριση Προτύπων, Ανάλυση ΗΜΓ Σημάτων, Νευρο-Ρομποτική

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Ηλεκτρομυογραφία, Ανακατασκευή Δύναμης, Μυικές Συνέργειες

ABSTRACT

In this thesis, we focus on two separate open fields of research, EMG-based force reconstruction - where we use EMG signals from 8 muscles in order to study the reconstruction of human hand force - and human hand muscle synergies investigation, between different fingers and phalanges.

In order to reconstruct human force from myoelectric (EMG) recordings, we first try to identify the relationship between the preprocessed EMG signals and force. Then we evaluate a number of methods like: regression, neural networks, non linear models as well as combinations of these methods to achieve optimal reconstruction.

In order to investigate muscle synergies, we use a series of machine learning methods, investigating the different organizational levels, as well as synergies differentiation between different phalanges and fingers, of 3 subjects, of different age.

Thus, we manage to achieve significantly better force reconstruction results than previous studies and we propose a whole new methodology to visualize muscle synergies differentiation.

At last, classification methods are used, to help us discriminate between different force exertion and object grasping strategies, examining the myoelectric data.

The findings of our study may be proved fundamental in order to achieve human like control of robotic hands and may provide a significant feedback for the design of the next generation of neuroprosthetic devices.

SUBJECT AREA: Pattern Recognition, EMG Signals Analysis, NeuroRobotics

KEYWORDS: Electromyography (EMG), Force Reconstruction, Muscle Synergies