

Συντονισμένη κίνηση πολλαπλών βραχιόνων με χρήση Διεπαφής Υπολογιστή-Εγκεφάλου

Η παρούσα διδακτορική διατριβή αφορά στον σχεδιασμό και ανάπτυξη υπολογιστικών εργαλείων εγκεφάλου-υπολογιστή (BCI) με χρήση ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων (EEG) [1] και αλγορίθμων μηχανικής μάθησης [2] [3]. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα σύστημα επικοινωνίας που θα μετατρέπει την εγκεφαλική δραστηριότητα σε εντολές ελέγχου για ρομποτικό σύστημα πολλαπλών βραχιόνων με 6 βαθμούς ελευθερίας (6Dof). Στην παρούσα διατριβή θα γίνει η χρήση 2 τέτοιων ρομποτικών βραχιόνων με συντονισμό κινήσεων. Ο κάθε βραχίονας θα αποτελείται από 2 αρθρώσεις με ελεύθερη κίνηση, μία στροφική άρθρωση και μια αρπάγη. Θα είναι σχεδιασμένος και προγραμματισμένος να μεταφέρει ένα αντικείμενο μεταξύ δύο σημείων με αυτοματοποιημένη point to point κίνηση [4]. Με κατάλληλη εκπαίδευση, ο χρήστης θα μπορεί να ελέγχει τις κινήσεις των βραχιόνων αλλά και να αποθηκεύει στη μνήμη ενσωματωμένου συστήματος μια σειρά κινήσεων ώστε με τα ανάλογα εγκεφαλικά ερεθίσματα να υποβάλλονται οι κατάλληλες εντολές με τις οποίες ο κάθε βραχίονας θα εκτελέσει τις κινήσεις που όρισε ο χρήστης. Απώτερος σκοπός της έρευνας θα είναι η εφαρμογή του BCI για ανάπτυξη συστημάτων βοήθειας ή επικοινωνίας για άτομα με αναπηρία, τετραπληγία, παραπληγία, εγκεφαλικό επεισόδιο, με έμφαση στην κίνηση προσθετικών ρομποτικών άνω άκρων. Η χρήση των ρομποτικών συστημάτων πολλαπλών βραχιόνων επιτρέπει τον υψηλό και περίπλοκο χειρισμό σε βαριά ή ογκώδη αντικείμενα που διαφορετικά θα ήταν ανέφικτος με την χρήση ενός μόνο βραχίονα. Οι άνθρωποι έχουν έναν αξιολογούμενο τρόπο να ελέγχουν τις διμερείς κινήσεις τους στην καθημερινή ζωή. Είναι σε θέση συντονίζοντας τα χέρια, συγχρονισμένα και συγχρόνως ασύγχρονα σε εργασίες, σε μονό-χειρωνακτικά και δι-χειρωνακτικά καθήκοντα, και μεταβαίνουν ομαλά μεταξύ όλων αυτών των συμπεριφορών. Είναι ενδιαφέρον το ότι η κίνηση των χεριών, παράγεται με έναν ομαλό και αποτελεσματικό τρόπο, όλα αποφεύγοντας τις αυτο-συγκρούσεις μεταξύ των άκρων τους [5].

Μεθοδολογία Έρευνας:

Η μεθοδολογία θα περιλαμβάνει βασικά τη μελέτη και την παρακολούθηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας, συμπεριλαμβανομένων παλαιότερων ακαδημαϊκών δημοσιεύσεων, περιοδικών και εγχειριδίων, ώστε η διατριβή να ακολουθεί σχετικά τις τελευταίες εξελίξεις στο χώρο του πεδίου της συγκεκριμένης έρευνας και την υλοποίησή τους, ώστε να συμβάλλουν στην παραγωγή καινοτόμου έρευνας. Η διατριβή θα επικεντρωθεί στη χρήση μεθόδων και αλγορίθμων μηχανικής εκμάθησης [3] για την αξιολόγηση των δεδομένων που θα παρασχεθούν από το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) [6] και θα δοκιμαστεί σε μικροελεγκτές. Οι διεπαφές εγκεφάλου-υπολογιστή (BCI) δημιουργούν ένα μέσο επικοινωνίας μεταξύ ατόμων με σοβαρές κινητικές διαταραχές και του εξωτερικού τους κόσμου μέσω της μέτρησης της ηλεκτροεγκεφαλογραφικής δραστηριότητας (EEG). Οι χρήστες του BCI θα μπορούν να ελέγχουν αυτή τη δραστηριότητα συγκεντρώνοντας σε μια συγκεκριμένη διανοητική διεργασία. Οι εκτελέσεις νοεράς απεικόνισης, Motor Imagery (MI), έχουν γίνει το πιο χρησιμοποιημένο εργαλείο για BCI [7].

Συνεισφορά και πρωτοτυπία:

Παρά τον μεγάλο αριθμό αναφορών που περιγράφουν το θεωρητικό πλαίσιο που βασίζονται στο MI [2] [7], δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες σχετικά με το διαθέσιμο λογισμικό

ηλεκτρονικών υπολογιστών που θα μπορούσαν να είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου, αποτελεσματικού και απλού BCI για τον ταυτόχρονο συντονισμό δύο ρομποτικών βραχιόνων.

Βασικός σκοπός, στόχοι και ερευνητικές υποθέσεις:

Συνεπώς, οι στόχοι της παρούσας διατριβής θα είναι:

(1) η ανάπτυξη ενός συστήματος BCI βασισμένου σε MI που χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού Python και (2) τη μελέτη σημάτων MI διαφόρων χρηστών μέσω του προτεινόμενου συστήματος BCI για την προσαρμογή του σε 2 ρομποτικούς βραχίονες με συντονισμό. Η χρήση Python μαζί με plugins για την ανάπτυξη συστημάτων BCI που βασίζονται σε MI δεν είναι μόνο εφικτή, αλλά είναι επίσης ικανή. Επιπλέον, η κοινότητα της Python παρέχει μεγάλη ποικιλία εργαλείων για το σχεδιασμό ανταγωνιστικών συστημάτων [2]. Η προγραμματισμένη διαδικασία που βασίζεται στην έρευνα για τις υπάρχουσες μεθόδους και μετρήσεις, θα ξεκινήσει να απαντά στις συγκεκριμένες ερευνητικές ερωτήσεις. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τον καθορισμό κριτηρίων ποιότητας για τις ήδη υπάρχουσες δημοσιεύσεις, την εφαρμογή των απαιτούμενων μετρήσεων και αλγορίθμων καθώς και τη βελτιστοποίηση των προσεγγίσεων μηχανικής μάθησης για την βέλτιστη επίλυση των δεδομένων ερωτημάτων. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, οι μέθοδοι και οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται θα αλλάζουν συνεχώς και θα βελτιστοποιούνται ώστε να επιτυγχάνονται τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Έχουν εφαρμοστεί σε πολλές φορητές συσκευές για τη μέτρηση κρίσιμων στοιχείων στην παρακολούθηση της υγειονομικής περιθάλψης παρόμοιοι αλγόριθμοι [8]. Μέσω σειριακής ή ασύρματης επικοινωνίας μπορούν να εκτελεστούν κατάλληλες εντολές στους μικροεπεξεργαστές για την εξαγωγή, αποθήκευση και επεξεργασία της μέτρησης των αποτελεσμάτων τα οποία θα λαμβάνονται από το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα. Το προτεινόμενο σύστημα είναι ικανό να απαντήσει στα παραπάνω ερωτήματα.

Λέξεις-Κλειδιά: *Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, Διεπαφή Υπολογιστή-Εγκεφάλου, Ρομποτικός βραχίονας*

Βιβλιογραφικές αναφορές:

[1] Benitez, D. S., Toscano, S., & Silva, A. (2016). On the use of the Emotiv EPOC neuroheadset as a low cost alternative for EEG signal acquisition. 2016 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM). doi:10.1109/colcomcon.2016.7516380

[2] Alonso-Valerdi, L. M., & Sepulveda, F. (2011). Python in Brain-Computer Interfaces (BCI): Development of a BCI based on Motor imagery. 2011 3rd Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC). doi:10.1109/ceec.2011.5995829

[3] Machine learning: neural networks, genetic algorithms, and fuzzy systems John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA ©1994 ISBN:0-471-01633-0

[4] Towards Brain-Computer Interface Control of a 6-Degree-of-Freedom Robotic Arm Using Dry EEG Electrodes Alexander Astaras,1,2 Nikolaos Moustakas,1,2 Alkinoos Athanasiou,1,3 and Aristides Gogoussis2

[5] A Unified Framework for Coordinated Multi-Arm Motion Planning

DOI: 10.1177/ToBeAssigned Seyed Sina Mirrazavi Salehian*1, Nadia Figueroa*1 and Aude Billard1

[6] Emotiv EPOC neuroheadset in Brain – Computer Interface

Karolina Holewa, Agata Nawrocka

AGH University of Science and Technology Department of Process Control

Cracow, Poland

holewa@agh.edu.pl, nawrocka@agh.edu.pl

[7] Brain-Computer Interface and Motor Imagery Training: The Role of Visual Feedback and Embodiment By Maryam Alimardani, Shuichi Nishio and Hiroshi Ishiguro

Submitted: October 30th 2017Reviewed: May 14th 2018Published: October 17th 2018

DOI: 10.5772/intechopen.78695

[8] Wearable Devices in Medical Internet of Things: Scientific Research and Commercially Available Devices Published online 2017 Jan 31. doi: 10.4258/hir.2017.23.1.4 Mostafa Haghi,

MSc, corresponding author1 Kerstin Thurow, Dr. Ing. Habil,1 and Regina Stoll, Dr. Med. Habil2