جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الحواسيب والأتمتة

تحسين المعالجة الأولية للإشارات الحيوية للتحكم بذراع روبوتية

Improved the preprocessing of vital signals to control a robotic arm

إعداد الطالب: حذيفة مجد مرهج
الدكتور المشرف: أغيد القطعان
الدكتور المشرف المشارك: أكرم مسّوح

الملخص

تعد عملية التواصل بين الدماغ البشري والحاسوب أمراً مهماً في عصرنا هذا لأسبابٍ شتّى، بحيث أصبح بإمكان الإنسان إصدار الأوامر للأجهزة الالكترونية عبر قراءة إشارات الدماغ الكهربائية وترجمتها إلى أوامر برمجية يفهمها الحاسوب ويفسرها، حيث تعتبر تقنية أو نظام واجهة الدماغ_حاسوب (BCI) من أفضل التقنيات بهذا المجال، حيث يتم أخذ إشارات الدماغ (EEG) كمدخلات لهذا النظام ويتم ترجمتها إلى أوامر على جهاز الحاسوب، و لم تعد الأبحاث العلمية في مجال الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة وخاصة ما يسمى واجهات الدماغ _حاسوب موجهة فقط لذوي العجز الحركي بل أصبحت موجهة للاستخدام العام لأجل تحسين تجربة استخدامنا للحواسيب وتواصل الانسان مع الحاسب بشكل أفضل. ومن هنا وفي هذه الدراسة استخدمت بيانات الإشارات الحركية (EEG-MI) لأجل عملية تصنيف تلك الإشارت إلى حركات يد يمنى، وحركات يد يسرى، وذلك باستخدام خوارزميات وطرق متعددة منها: خوارزمية تحليل المكوّن أو العنصر المستقل (ICA) لأجل تصفية تلك الإشارات وإزالة آثار الضجيج الناتج عن تأثير بعض الإشارات الحيوية الأخرى، كإشارات العضلات، والقلب، والتنفس، وحركة العين ....إلخ، وبعد ذلك استخدم الترشيح المكاني بواسطة مرشح النمط المكاني المشترك (CSP)، وبعد ذلك استخراج السمات لأجل عملية التصنيف وذلك باستخدام خوارزميات تعلّم الآلة بالاعتماد على آلة دعم القرار (SVM)، حيث فُصل بين الصنفين وتم الحصول على نتائج جيدة بدقة 89.2%.

القسم النظري

مشكلة البحث:

تكمن المشكلة في أن إشارات الدماغ من أكثر الإشارات صعوبة في الدراسة وخصوصاً لكثرة الضجيج فيها وقرب المراكز العصبية الحسية والحركية من بعضها البعض وهذا يحتاج إلى معالجة أولية قد تأخذ وقتاً طويلاً بالإضافة إلى أن ذلك الضجيج يؤثر على السمات والمميزات المأخوذة من تلك الإشارات فبدون المعالجة لا يمكننا أخذ واستحصال السمات المهمة وذات الفائدة والكفاءة المطلوبة.

الهدف من البحث:

استخدام ذراع روبوت شبيهة باليد البشرية و التحكم بها عن طريق معالجة الإشارات العصبية الحركية للدماغ، والتمكن من مساعدة الأشخاص المعوقين والمصابين بشلل بإحدى الأطراف العلوية . وهذا الأمر غاية في الأهمية لما له من فائدة طبية وطنية وخصوصا بعد تعرض العديد من المواطنين السوريين لقطع أو بتر خلال فترة الحرب على سوريا.

أهمية البحث:

الأهمية العلمية: تقديم دراسة وتحليل لطرق التواصل بين الدماغ البشري والحاسب، وتقديم دراسة تحليلية وعرض وتفسير الإشارات العصبية للدماغ وطرق معالجتها.

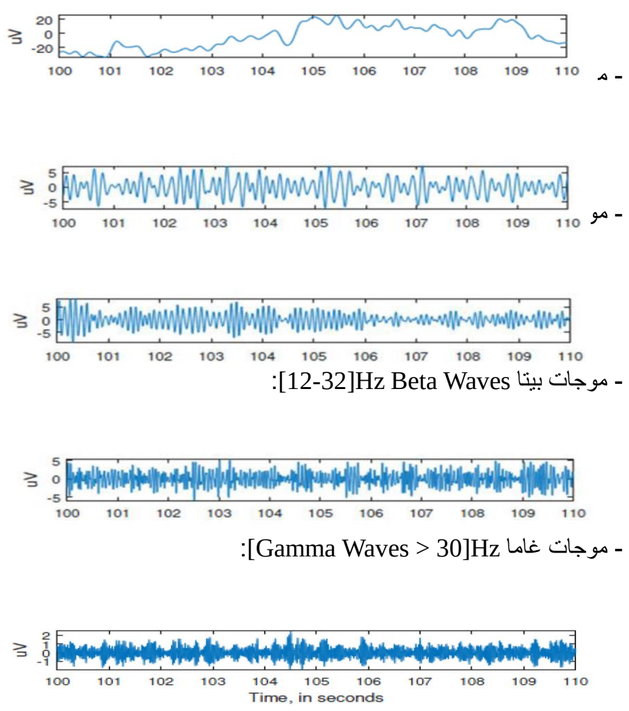
الأهمية التطبيقية: استخدام ذراع روبوتية تشبه اليد البشرية يمكن أن يستخدمها المعاقون والمصابون بشلل في إحدى الأطراف العلوية لمساعدتهم في القيام باحتياجاتهم اليومية.

القسم العملي

إشارات الدماغ وأنواعها:

الموجات الدماغية EEG عبارة عن موجات كهربائية ذات ترددات معينة، وهي تنتج عن عمل ونشاط الخلايا العصبية في الدماغ أو العصبونات Neurons. فعلياً تمثل الموجات الدماغية أفكارنا ومشاعرنا وأحاسيسنا وردات فعلنا.

- موجات دلتا Delta Waves [0.1-4]Hz:



- موجات بيتا Beta Waves [12-32]Hz:

- موجات غاما Gamma Waves > 30]Hz[:

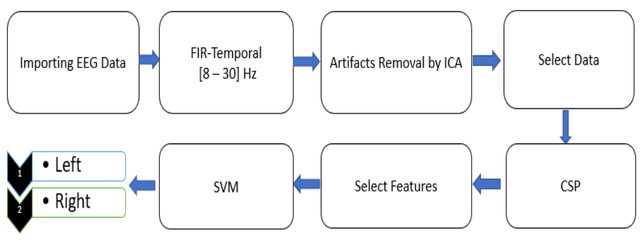
القسم العملي

مرحلة المعالجة الأولية:

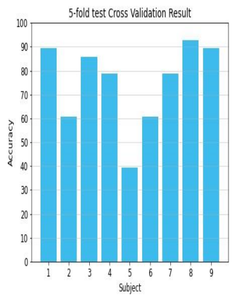
تم استخدام الأداة EEGLAB ضمن برنامج MATLAB وذلك من أجل عملية قراءة الإشارات وعملية ترشيح الإشارة ضمن المجال الترددي [8-30]Hz وهذا المجال هو المجال المهم عندما تكون الدراسة لإشارات الدماغ الحركية MI حيث يهمنا الحزمتين الترددتين (ألفا وبيتا) فقط، يتم تحصيل الإشارات من خلال 25 قناة توضع على الرأس، بعد ذلك يتوجب علينا رفع نسبة الإشارة إلى الضجيج SNR وبعد ذلك يتم استخدام خوارزمية تحليل المكون المستقل ICA من أجل التخلص من الضجيج Artifacts والتشوهات في الإشارة.

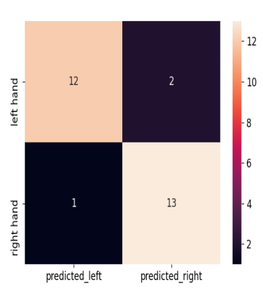
استخلاص السمات والتصنيف:

تم استخدام المرشح المكاني ذو النمط المشترك CSP من أجل استخراج السمات ضمن المجال الترددي المذكور مسبقاً وتم استخدام هذا المرشح لأنه من أفضل المرشحات ذات الكفاءة الأعلى عندما يكون العمل على استخراج سمات من إشارات الدماغ الحركية ولدينا صنفين في الخرج (حركة يد يمنى وحركة يد يسرى) حيث تم التصنيف باستخدام المصنف SVM وبين المخطط المقترح طريقة العمل المتبعة وصولاً للخرج المطلوب.



النتائج والمناقشة





نلاحظ أن المخطط الذي اتبعه الباحث في البحث المقارن معه لم يصل إلى الدقة التي توصل إليها هذا البحث، وذلك بعد القيام بعدد من العمليات لمعالجة البيانات والتي ذكرت سابقاً مع العلم تمت المقارنة مع البحث المعتمد على قاعدة البيانات نفسها والمصنف نفسه، ولكن البحث الآخر لم يقم بعملية معالجة أولية لإشارات الدماغ، وبهذا يكون البحث قد طوّر عملية معالجة وتصنيف إشارات الدماغ من أجل تحسين دقة التصنيف من خلال تحسين معالجة الإشارات الدماغية بالاعتماد على السمات المكانية Spatial Features. من الممكن مستقبلاً استخدام قاعدة بيانات أخرى أو استخدام كامل البيانات في قاعدة البيانات المعيارية المتبعة في هذا البحث أو حتى استخدام جهاز لقراءةالإشارات من أي شخص Real Time Recording ومن الممكن أيضاً استخدام تقنيات أخرى في عملية معالجة البينات وتصنيفها من خلال التعلم العميق والشبكات العصبونية للحصول على نتائج أفضل، ومن الممكن أيضاً استخدام التعليم المعزز Reinforcement Learning من أجل تدريب الذراع بشكل منفرد لتصبح ذراع ذكية ويمكنها التنبؤ بالحركة من خلال إدخال أي إشارة دماغية ولكن ذلك يتطلب بيانات ضخمة للتدريب ووقت تدريب كبير نسبياً عوضاً عن استخدامها هنا كأداة حركة فقط تأخذ حركتها من المصنف من أجل المحاكاة، بل تصبح أكثر ذكاءً وتطوراً.

المراجع

[1] Devashish Salvekar, Amrita Nair, Dany Bright3 & Prof.S.A.Bhisikar. (2015). Mind Controlled Robotic Arm. India,9
[2] Harmoy,T,S. (2015). EEG Signal Processing. Malaysia,22
[3] Upendra Kumar Bhusan, Manish Yadav & Sumit Bharagava. (2015). EEG Analysis for Brainwaves under Closed Eye and Open Eye.5
[4] Rabie A. Ramadan, S. Refat, Marwa A. Elshahed & Rasha A. Ali. (2015). Basics of Brain Computer.21
[5] Qiang Gao, Lixiang Dou, Abdelkader Nasreddine Belkacem, & Chao Chen. (2017) Noninvasive Electroencephalogram Based Control of a Robotic Arm for Writing Task Using Hybrid BCI System.9
[6] Anupama H. S, N. K. Cauvery & Lingaraju G. M. (2014). Brain Controlled Wheelchair For Disabled. (IJCSEITR).10
[7] Geethu Suresh & S.Shanmugaraju . (2016). E-Sense Algorithm Based Wireless Wheelchair Control UsingBrain Waves. (IOSR-JEEE).8
[8] Marwan Nafea, Amirah 'Aisha Badrul Hisham, Nurul Ashikin Abdul-Kadir & Fauzan Khairi Che Harun. (2018). Brainwave-Controlled System for Smart Home Applications. (ICBAPS). 6
[9] Tharani.k, Tharanitharan.B, Vinnarasu.K.N & Vinothkumar.G.(2019). Brain-Based Computer Interfaces In Virtual Reality,8
[10] Hafeez Ullah Amin, Wajid Mumtaz, Ahmad Rauf Subhani, Mohamad Naufal Mohamad Saad & Aamir Saeed Malik. (2017). Classification of EEG Signals Based on Pattern Recognition Approach. Frontiers in Computational Neuroscience.9