



تصنيف وتقييم المهارات المعرفية من إشارات تخطيط كهربية الدماغ ومطيافية الأشعة تحت الحمراء القريبة

حسين سالم علي الحريبي

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في العلوم
[الهندسة الكهربائية وهندسة الحاسبات / هندسة حيوية طبية]

إشراف
د. برهالد راو
د. محمد معين الدين انصاري

كلية الهندسة
جامعة الملك عبد العزيز
جدة - المملكة العربية السعودية
ربيع الأول ١٤٤٢ هـ - نوفمبر ٢٠٢٠ م

تصنيف وتقييم المهارات المعرفية من إشارات تخطيط كهربية الدماغ ومطيفية الأشعة تحت الحمراء القريبة

حسين سالم علي الحريبي

المستخلص

يمكن الاتصال المباشر بين الدماغ البشري وأجهزة الحاسوب من خلال تقنية جديدة تعرف باسم واجهة الدماغ والحاسوب دون الحاجة لاستخدام الأعضاء الجسدية الأخرى كالعضلات الطرفية. واجهة الدماغ والحاسوب تتيح التصوير الكهربائي للدماغ ومطيفية الأشعة تحت الحمراء القريبة وتفاعل الانسان مع العالم المحيط من خلال إشارات الدماغ بشكل غير جراحي. وقد حققت هذه الطريقة لقراءة الإشارات الفسيولوجية في الدماغ من قبل أجهزة استنشعار تخطيط كهربية الدماغ ومطيفية الأشعة تحت الحمراء القريبة تقدماً كبيراً في العلوم العصبية وبحوث التحكم الحركي.

يمكن لنظام واجهة الدماغ والحاسوب تسجيل مدخلات النظام المكتسبة من الدماغ وتحليلها وترجمتها من حيث الأوامر. يمكن استخدام هذه الأوامر أيضاً لتشغيل الأجهزة الخارجية التي تختارها وفقاً لعقل المستخدم. تظهر واجهة الدماغ والحاسوب كواحدة من الأدوات القوية في التطبيقات الطبية الحيوية الواقعية مثل إعادة التأهيل والعمليات المعرفية والأطراف الصناعية والعديد من الأنشطة الوظيفية للردود العصبية. ومع ذلك، فإن وظيفة واجهة الدماغ والحاسوب تعتمد على التعرف على إشارات الدماغ وتصنيفها للتمييز بين المهام وأنشطة الراحة في الدماغ.

في هذه الأطروحة، قمنا بتطوير خوارزميتين لتقييم وتصنيف إشارات تخطيط كهربية الدماغ ومطيفية الأشعة تحت الحمراء القريبة منفصلة كل منهما ومن ثم جمعهما كإشارات هجينة مع بعض لتتعترف على أنشطة الدماغ في إطار المهام المعينة. لقد اختبرنا الخوارزميتين التي تم تطويرهما على مجموعة بيانات مفتوحة المصدر تحتوي على إشارات تخطيط كهربية الدماغ ومطيفية الأشعة تحت الحمراء القريبة. تتكون مجموعة البيانات من تخطيط كهربية الدماغ ومطيفية الأشعة تحت الحمراء القريبة معاً تم الحصول عليها من ستة وعشرين مشاركاً سليماً خلال مهام توليد الكلمات.

من خلال تطبيق الخوارزميتين الخاصة بنا والتي تعتمد على آلة متجه الدعم وتحليل التمييز الخطي، تم تصنيف الراحة وأحداث المهام بشكل أكثر دقة مع آلة متجه الدعم. حققنا متوسط دقة التصنيف ٨٥٪ و ٨٤٪ و ٧٨٪ (الاهجين معاً)، تخطيط كهربية الدماغ ومطيفية الأشعة تحت الحمراء القريبة على التوالي لآلة متجه الدعم مقارنة بتحليل التمييز الخطي ٨١٪، ٧٧٪ و ٧٥٪ (الاهجين، تخطيط كهربية الدماغ و مطيفية الأشعة تحت الحمراء القريبة على التوالي مع مجموعة البيانات مفتوحة المصدر).



Classification and Assessment of Cognitive Skills from EEG and NIRS Signals

Hussein Salem Ali AL-Huraibi

**A thesis Submitted for the requirements of the Degree of Master of Science
[Electrical and Computer Engineering - Biomedical Engineering]**

**Supervised By
Dr. Prahlad Rao Kalyanrao
Dr. Muhammad Moinuddin**

**Faculty of Engineering
King Abdulaziz University- Jeddah
Muharram 1442 H- 2020 September G**

Classification and Assessment of Cognitive Skills from EEG and NIRS Signals

Hussein Salem Ali AL-Huraibi

Abstract

Human mind can be directly connected with the computers through a new technology known as Brain Computer Interface (BCI). Electroencephalography (EEG) and Near Infrared Spectroscopy (NIRS) based BCI enables to interact the people with the surrounding world through brain signals noninvasively. This method of reading the mind through physiological signals by EEG and NIRS sensors has made significant progress in neurological science and motor control research.

The BCI system can record, analyze, and translate the system input acquired from the brain in terms of commands. These commands can further be used to actuate external devices of choice according to the user's mind. The BCI is emerging as one of the powerful tools in realistic biomedical applications such as rehabilitation, cognitive processes, prosthetics, and many neuro-feedback functional activities. However, the functionality of BCI relies upon the recognition and classification of brain signals for discriminating task and resting activities of the brain.

In this thesis, we have developed two algorithms for assessment and classification of EEG and NIRS alone and combined as hybrid (EEG+NIRS) signals recognizing brain activities under the given tasks. We have tested our classifiers from open source EEG-NIRS dataset. The dataset is consisting of EEG and NIRS simultaneously recordings acquired from 26 healthy participants during word generation (WG) tasks.

By implementing our algorithms which are based on SVM (Support Vector Machine) and Linear Discriminant Analysis (LDA) methods, the signals of rest and task events were classified more precisely with SVM than the LDA algorithm. We have achieved an average classification accuracy peak of 85 %, 84 % and 78 % Hybrid, EEG and NIRS respectively for SVM comparing to LDA 81 %, 77 % and 75 % Hybrid, EEG and NIRS respectively with the dataset.