

## Neuroadaptive BCI Remote Controller with OpenBCI

Diese Arbeit beschreibt die Entwicklung eines auf Elektroenzephalografie (EEG) basierenden Brain-Computer Interfaces (BCI). Eine solche Schnittstelle könnte einen Kommunikationskanal für Menschen schaffen, die unter dem Locked-in-Syndrome leiden. Dafür wurde eine Open-Source Softwarelösung erarbeitet und mit der Hardware (OpenBCI) als Prototyping-Plattform für hybride BCIs getestet.

In einer Literaturrecherche wurden zunächst mehrere BCI-Paradigmen evaluiert. Für drei dieser Paradigmen wurden dann Experimente entworfen und durchgeführt. Es wurden EEG-Daten aus einem dreiklassigen Motor Imagery (MI) Experiment und einem Error Related Potentials (ErrP) Experiment analysiert. Darauf aufbauend wurde eine Signalverarbeitungskette für die Echtzeit-Klassifizierung von MI und ErrP entwickelt. Das MI-BCI basiert auf dem Source-Power-Comodulation-Algorithmus und der nachfolgenden Klassifizierung mit einer Support Vector Machine. Co-adaptives Lernen wird als reaktive Strategie vorgeschlagen, wobei Feedback dem Erlernen der MI-BCI Kontrolle dient. Das ErrP-BCI basiert auf dem Verfahren der linearen Diskriminanzanalyse. Es wird für das Lernen basierend auf Fehlern sowie als Korrektursignal für das MI-System verwendet. Zur Beurteilung des Systems wurde eine Schnittstelle in Form eines Computerspiels entwickelt.

In Tests mit den Versuchsdaten erzielten die Klassifikatoren Genauigkeiten von 0.736 für das MI-BCI und 0.913 für das ErrP-BCI. Allerdings war es keiner der Versuchspersonen möglich, die im Online-Experiment gestellte Aufgabe zu erfüllen. Mit der durchschnittlich erzielten Genauigkeit des MI-BCI Systems konnten die in vergleichbaren MI-Studien erreichten Klassifikationsraten übertroffen werden. Mit dem entwickelten ErrP-BCI, verwendet als Fehlerkorrektursignal, könnte darüber hinaus die Informations-Übertragungsrate signifikant gesteigert werden.

Nur sehr wenige der in publizierten Studien beschriebenen MI-BCI Systeme wurden in Online-Versuchen getestet; die offline erzielten Klassifikationsraten lassen sich jedoch nicht direkt auf ein funktionierendes MI-BCI im online Betrieb übertragen. Nichtsdestotrotz zeigt die vorliegende Arbeit, dass das verwendete Framework für schnelles Prototyping von BCI Systemen geeignet ist und dass damit vergleichbare Resultate wie in bekannten BCI-Forschungsstudien erreicht werden können. Das in dieser Arbeit entwickelte System kann somit als kostengünstige Basis für künftige Projekte dienen.

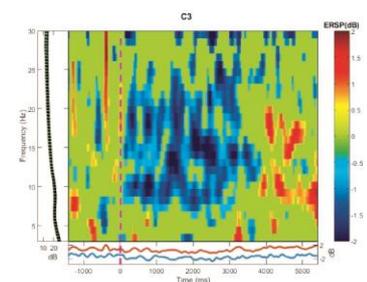


Diplomand  
Alexander Züst

Dozent  
Olaf Hoenecke



EEG-Messung mit dem OpenBCI Ultracortex Headset für die Kalibrierung des ErrP-BCIs.



Mu Desynchronisierung über dem motorischen Kortex (Elektrode C3), gemittelt aus 85 Versuchen, bei denen sich die Versuchsperson 4 eine Bewegungen der rechten Hand vorgestellt hat.