

Projektarbeit

Arbeitstitel:

KI basiertes Brain-Computer Interface

Hinweise

Das hier vorgestellte Thema bedarf keiner Vorkenntnisse im Bereich KI. Zur Verkürzung der Einarbeitungszeit wird der Themensteller zu Projektbeginn eine ausführliche Einführung in das Thema geben und während des Projekts selbstverständlich fachlich beratend zur Seite stehen.

Einführung

Brain-Computer-Interfaces BCIs sollen eine Verbindung zwischen dem menschlichen Gehirn und der Umwelt herstellen. Ein mögliches Anwendungsszenario ist die Steuerung einer Armprothese allein durch die Kraft der Gedanken. Im Idealfall soll die gedachte Bewegung des nicht vorhandenen Arms zu einer entsprechenden Bewegung der Prothese führen. Die nicht-invasive physikalische Schnittstelle zum menschlichen Gehirn ist meist durch ein EEG (Elektroenzephalogramm) Gerät, wie beispielsweise das von uns eingesetzte Biosensing-Kit der Firma OpenBCI, gegeben. Dabei werden mittels sogenannter Trockenelektroden die elektrischen Potentiale an verschiedenen Stellen auf der Kopfhaut gemessen.



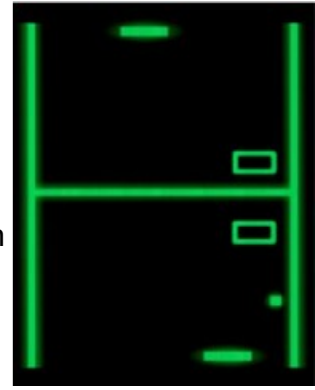
Eine Herausforderung bei der Entwicklung einer BCI-Anwendung besteht darin, aus den gemessenen EEG-Signalen diejenigen Signalmuster zu erkennen, die der geistigen Intention der Testperson entsprechen. Bei BCIs, die auf maschinellem Lernen basieren, wird zur Erkennung der charakteristischen Signalmuster ein ANN (Artificial Neural Network) eingesetzt. Das Training eines solchen Netzes erfordert Datensätze mit einer großen Anzahl von so genannten "Trials". Zur Erfassung eines Trials muss eine Versuchsperson sich die Ausführung einer bestimmten motorischen Bewegung vorstellen, z. B. das zyklische Öffnen/Schließen der linken oder rechten Faust. Die währenddessen aufgezeichneten EEG-Signale bilden zusammen mit dem "Label", das die Aufzeichnung klassifiziert, d. h. beschreibt, ob die linke oder rechte Faust während der Aufzeichnung zyklisch geöffnet/geschlossen wurde, einen "Trial". Ein vollständiger Datensatz besteht typischerweise aus einigen Tausend Trials.

Im Labor für Computertechnik wurde das ML-BCI Framework entwickelt, welches zum Training und Test von unterschiedlichen ANNs mit frei verfügbaren und selbst gemessenen EEG-Datensätzen verwendet werden kann.

Thema

Die Erfassung einer für das Training eines ANN ausreichenden Anzahl an Trials ist ein langwieriger und zugleich langweiliger Prozess. Die wiederkehrende Vorstellung eines bestimmten Bewegungsvorgangs führt zur schnellen Ermüdung des Probanden. Deshalb soll im Rahmen dieses Projekts ein System zur „spielerischen Erfassung von EEG-Trials“ konzipiert und entwickelt werden. Die Aufzeichnung der benötigten Trials soll automatisch erfolgen, während der Proband ein einfaches, nur eine Links-/Rechts-Bewegung forderndes Videospiel (z. B. Pong) spielt. Der Tennisschläger soll nicht, wie

sonst üblich mit einem Joystick, sondern mittels der Kraft der Gedanken gesteuert werden. Um den Schläger nach links zu bewegen, stellt sich der Proband beispielsweise das Öffnen/Schließen der linken Hand vor. Die Bewegung nach rechts soll durch Vorstellung des Öffnens/Schließens der rechten Hand initiiert werden. Zur Erkennung der gewünschten Bewegungsrichtung, sollen während des Spiels die EEG-Daten des Probanden gemessen werden. Aus diesen soll mittels eines zu evaluierenden Verfahrens, welches die gewünschte Bewegungsrichtung im wesentlichen aus den Energieniveaus von zwei EEG-Elektroden erkennt, ermittelt werden.



Die während des Spiels gemessenen EEG-Daten sollen jedoch nicht nur zur Feststellung der gewünschten Bewegungsrichtung des Schlägers verwendet werden, sondern zusätzlich sollen aus ihnen die zum Training eines ANN notwendigen ‚Trials‘ gewonnen werden. Bewegen sich sowohl der Tennisball als auch der Schläger nach links, werden die aktuell gemessenen EEG-Daten mit dem Label ‚Links‘ versehen und als Trial abgespeichert, bewegen sich beide nach Rechts wird das Label ‚Rechts‘ verwendet.

Teilaufgaben:

Konkret sollen im Rahmen dieses Projekts die folgenden Teilaufgaben erledigt werden:

- Entwicklung eines einfachen Ping-Pong Spiels.
- Kontinuierliche Erfassung der EEG-Daten und Evaluation eines Verfahrens zur Extraktion der gewünschten Bewegungsrichtung.
- Systematische Untersuchung, welche vorgestellte Bewegung zu dem besten Ergebnis führt (zyklisches Öffnen/Schließen einer Hand, Zusammendrücken eines Tennisballs, ...)
- Steuerung des Tennisschlägers mit Hilfe der gemessenen EEG-Daten.
- Extraktion und Speicherung von EEG-Trials wie sie zum Training mittels des ML-BCI-Frameworks verwendet werden können.
- Integration der gemessenen EEG-Trials in das ML-BCI Framework und Evaluation der gemessenen Trials.
- Abhängig von der Teamgröße: Portierung des entwickelten Ping-Pong-Spiels und der zugehörigen EEG-Steuerung auf ein Mikrocontroller-basiertes Embedded System.

Entwicklungsumgebung

Die Entwicklung findet auf einem PC mit Ubuntu 20.04 LTS Betriebssystem statt. Die Software ist in der Programmiersprache Python (Version 3.8) mit Hilfe der PyCharm IDE zu entwickeln. Zur Erfassung der EEG-Daten steht ein EEG-Headset von OpenBCI zur Verfügung.

Kontakt:

Manfred Strahnen, Raum A106, strahnen@hs-ulm.de, 0731-5028163