

Datenhandschuh zur Bewegungsanalyse und Onlinemarkierung von EEG-Daten

Marc Tabie, Johannes Teiwes

Studiengang Systems Engineering
Bachelorarbeit im Anschluss an Projekt BRIO2

9. September 2008

1 Anforderungen, Motivation

Im BRIO2 sowie im VI-Bot Projekt werden vom Benutzer verschiedene Interfaces zur Interaktion mit den Systemen benutzt. Um Bewegungen der Hand im Computer auszuwerten, ist ein Datenhandschuh eine geeignete Möglichkeit.

Im VI-Bot Projekt wird der Handschuh genutzt, um Trainingsdaten für eine Singletrialdetektion des LRP (Lateralized Readiness Potential) zu markieren. Im BRIO-Oddball-Paradigma muss ein Proband auf Anweisung einen Buzzer betätigen. Die Daten des Beschleunigungssensors können dann genutzt werden um diesen Event, als Beginn der Handbewegung, instantan in den EEG-Daten zu kennzeichnen. Bei dem gesuchten Signal, dem LRP, handelt es sich um ein Potential im menschlichen Gehirn welches vor einer Bewegung, also deren Planung, generiert wird. Je nach Komplexität der bevorstehenden Bewegung kann das Potential bis zu einer Sekunde vor der Bewegung auftreten. Dies wird später ausgenutzt, um das Exoskelett aus einer ruhenden Position zu lösen und für Bewegungen freizugeben.

Mit dem Handschuh soll das Öffnen und Schließen der Hand detektiert und im EEG markiert werden. Nach einer generellen Realisierung soll eine genauere und auf den Benutzer optimierte Markierung der Handbewegung (Ende und Beginn) erreicht werden.

Weiterhin soll eine Version des Handschuhs unmagnetisch sein, sodass er bei fMRI Untersuchungen verwendet werden kann. Denkbar wäre es, nur die Sensoren auf dem Handschuh zu belassen und die verarbeitende Elektronik auszulagern.

2 Konstruktion eines Datenhandschuhs

AP1 Konzept / Beschaffungsphase

Für den Handschuh wird ein modulares System entwickelt. Dieses System ermöglicht die Verwendung von verschieden großen oder rechten bzw. linken Handschuhen mit der selben Messeinheit. Zwischen Handschuh und Elektronik wird es eine Steckverbindung geben, die sowohl das auf dem Handschuh befindliche Bauteil mit dem Microcontroller verbindet, als auch die Messeinheit auf dem Handschuh zu fixieren. Im Arbeitspaket 1 soll ein Konzept entwickelt werden, das alle Abhängigkeiten und Anforderungen berücksichtigt.

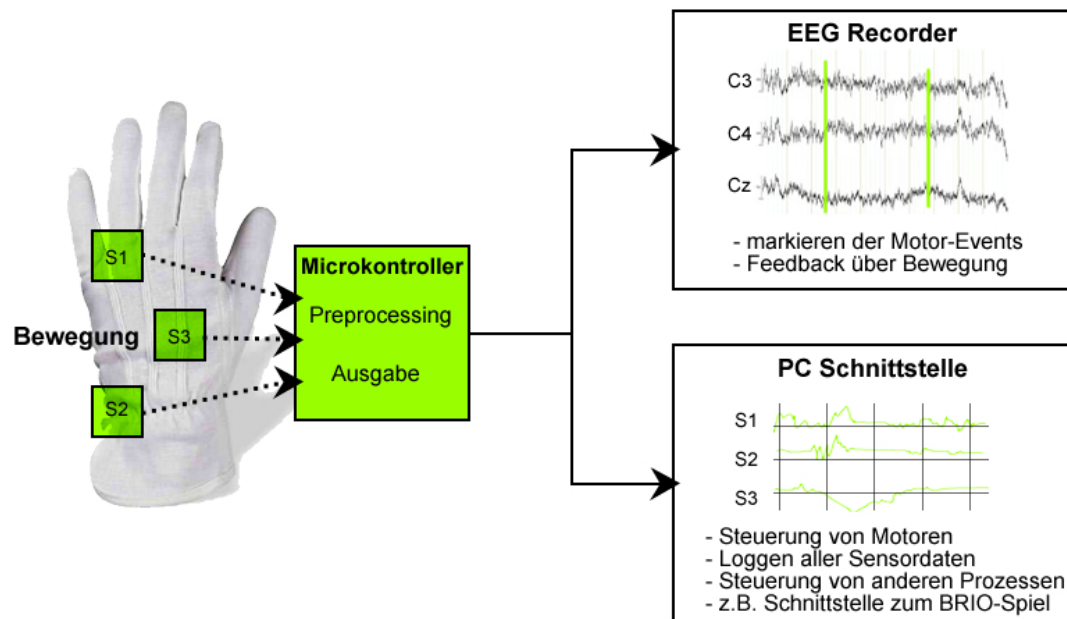


Abbildung 1: Überblick

2.1 Messeinheit

Die Messeinheit wird aus einem Microcontroller, einem biegsamen Widerstand und einem Beschleunigungssensor bestehen. Sie digitalisiert die analogen Werte der Sensoren. Als Basis für die Messeinheit soll ein Board dienen, dass von seiner Größe und seiner Möglichkeiten auf unsere Vorgaben optimal abgestimmt ist.

AP2: Hardware und Board Design

In diesem Arbeitspaket soll ein Board hergestellt werden, welches mit der benötigten Elektronik bestückt werden kann. Das Board enthält als Eingänge die Schnittstellen zu den Sensoren, als Ausgang einen Parallelport, eine LED zur Statusanzeige und für die Kalibrierung der Sensoren nötigen Ausgleichswiderstände. Darüber hinaus soll das Board in ein Gehäuse passen, welches als Aufsteckmodul für den Handschuh dient. Dieses Gehäuse wird in AP5 hergestellt.

Der Aufbau soll generell so konzipiert werden, dass die hier im Haus entwickelte Einheit zur Lagebestimmung (IMU) nachgerüstet werden kann. Über die Lageinformation ist es dann möglich, das Brio-System anzusteuern. Die Neigungswinkel der Hand werden dann auf die Neigungswinkel der Spielfläche

abgebildet.

AP3: Sensorintegration

Bei der Sensorintegration soll mit jedem Sensor eine auf das Szenario abgestimmte Messreihe erstellt werden. Das dient dazu, die entsprechenden Kennwerte der Sensoren zu finden und diese in die Vorverarbeitung einzubinden. Wichtig ist das bei dem biegsamen Widerstand, da die Widerstandsänderung nicht linear verläuft und stark Störanfällig ist. Es sollen auch geeignete Mechanismen gefunden werden, Widerstandsschwankungen, z.B. bei Temperaturänderungen, zu kompensieren.

AP4 Programmierung Microcontroller

Im Microcontroller findet eine Vorverarbeitung statt. Diese Vorverarbeitung soll sich einerseits am Probanden orientieren, andererseits Rauschen filtern und nur die wichtigen Signale auf einer seriellen Schnittstelle in Echtzeit weitergeben. In einer Trainingsphase am Anfang der Benutzung des Handschuhs werden Benutzerspezifische Daten vom Microcontroller ermittelt und fließen in die Vorverarbeitung der Daten ein.

Bei der Verarbeitung der Daten im Handschuh muss man zwischen zwei verschiedenen Modi unterscheiden. Ein Modus soll alle Sensordaten über ein Protokoll übermitteln. Der andere Modus soll nur bei gewissen Schwellwerten ein entsprechendes Triggersignal über den Parallel-Port absenden.

- Im Trigger-Modus soll der Handschuh als Eingabegerät direkt an den EEG-Amplifier angeschlossen werden. Im Microcontroller werden die auflaufenden Sensordaten ständig überwacht. Die Vorverarbeitung auf dem Microcontroller ist notwendig, da die Markierung der Daten im EEG zeitkritisch ist. Bei signifikanten Signaländerungen, z.B. einem starken Anstieg der Beschleunigung in eine Richtung, wird vom Microcontroller ein Hexadezimaleres Signal (0...256) über den Paralellport gesendet. Das empfangene Signal kann dann von der BrainAmp Hardware als Triggersignal interpretiert werden.
- Optional soll die Kommunikation zum Handschuh so umgestellt werden können, dass alle Rohdaten der Sensoren über ein Protokoll übermittelt werden können. Mit diesen Daten kann dann auf dem Zielsystem eine eigene Anwendungslogik implementiert oder die Daten geloggt werden. Damit ist der Handschuh offen für andere Anwendungen.

Über einen Schalter am Microcontroller soll es möglich sein, zwischen den beiden Modi zu wechseln. Über eine Statusanzeige soll der aktuelle Modus angezeigt

werden.

Alternativ können auch beide Modi gleichzeitig ausgeführt werden. Die Markierung der EEG-Daten durch Trigger sollte dabei aber immer Vorrang haben, da sie zeitkritisch ist. Das kann über die Implementierung von Interruptroutinen gelöst werden. Für eine Realisierung der Parallelisierung beider Modi muss auf der Platine noch ein zweiter Ausgang vorgesehen werden. Dieser kann dann über ein Protokoll die Sensordaten an einen Rechner schicken.

2.2 Handschuh

AP5 Konstruktion Handschuh

Der Handschuh wird als vorgefertigtes Teil eingekauft und muss mit einem Widerstand ausgestattet werden. Mit diesem Widerstand und einem Microcontroller ist es dann möglich, die Krümmung eines Fingers zu messen und in ein Triggersignal umzusetzen. Es werden mehrere Handschuhe benötigt, um eine Anpassung an unterschiedlich große Hände der Probanden zu ermöglichen. Die Passgenauigkeit ist wichtig, da der biegsame Widerstand zur Detektion des Schliessens der Hand sehr unterschiedlich reagiert, je nachdem an welchem Punkt die Biegung einsetzt. Auch für die linke Hand muss ein Satz Handschuhe gefertigt werden. Die Aufnahme für die Messeinheit wird in jedem Handschuh integriert werden. Darüber hinaus, soll eine Variante des Handschuhs möglichst unmagnetisch sein, damit man ihn für fMRI Versuchen nutzen kann.

2.3 Implementieren der Steuerungssoftware

AP6 Programmierung Interface / Client

An die Software werden zwei Anforderungen gestellt. Zum einen soll sie die gemessenen Daten des Handschuhs auswerten und skalieren zum anderen muss es ein Tool zur Kalibrierung geben. Da in den zwei oben erwähnten Projekten verschiedene Programmiersprachen verwendet werden, sollte die Software in allen verwendeten Sprachen ansprechbar sein. Dafür müssen entsprechende Interfaces programmiert werden.

Für den Beschleunigungssensor ist keine Kalibrierung nötig, es wird eine Messreihe erstellt, die eine Skalierung der Werte möglich macht. Für den flexiblen Widerstand wird bei jedem Probanden der minimale und maximale (bei geschlossener und geöffneter Hand) Widerstandswert vor einem Testlauf ermittelt,

um so die Handbewegung auswerten zu können. Die Ermittlung dieser Werte kann mit einer GUI oder mit einer Shell Applikation realisiert werden.

Über die verschiedenen Modi des Handschuhs kann er leicht in die vorhandenen Strukturen eingebettet werden. Denkbar wäre BCI2000, MARS oder BRIO.

2.4 Test des Handschuhs

AP7 Test / Dokumentation

Als Abschluss der Arbeit soll der Handschuh getestet werden. Dies geschieht durch die Markierung von EEG-Daten im BRIO-Oddball und im Hand Motorikversuch. Die Dokumentation rundet das Projekt ab und macht den Handschuh für alle nutzbar.

3 Kostenaufstellung

Die Kosten für diese Arbeit sollen aus dem VI-Bot Projekt finanziert werden. Der Handschuh wird in dem Unterprojekt aBRI für die Generierung von Testdaten benötigt.

Bauteile / Material	Kostenkalkulation Sachmittel
Aufnahme für Elektronik, Stoff Klett etc.	€150,00
Lagesensor, Beschleunigungssensor, Gehäuse, Platine, Micorocontroller, Widerstände	€400,00
Total	€550,00

4 Zeitplanung

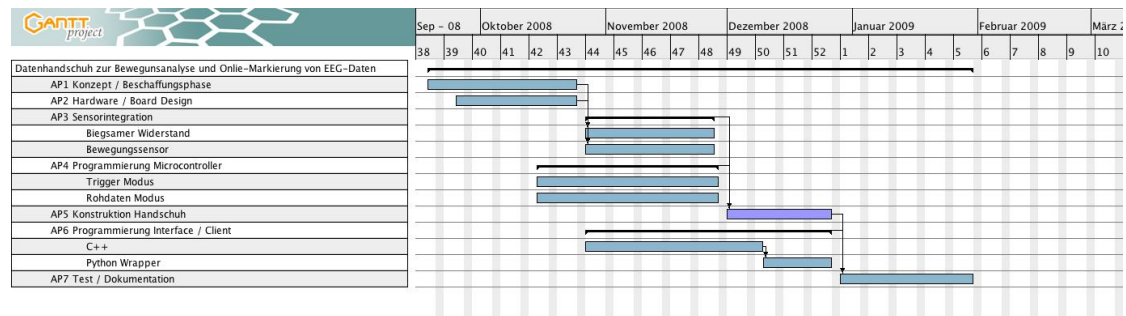


Abbildung 2: Gantt-Chart

5 Abgrenzung der Arbeiten

Marc Tabie:

Aufgabe ist die Ausrüstung des Handschuhs für das Motorik-Hand Paradigma. Dazu gehört die Integration des biegsamen Widerstandes und die entsprechende Programmierung. Schwerpunkt soll dabei die Ausrüstung der Handschuhe mit Widerständen und die Integration der Messeinheit in die Handschuhe sein.

Johannes Teiwes:

Ziel ist die Integration der Sensoren und Programmierung hinsichtlich des Brio-Oddball Paradigma. Dazu gehört die Ansteuerung und Auswertung des Beschleunigungssensors. Schwerpunkt ist hier die Programmierung des Microcontrollers die Skalierung der Messwerte der Beschleunigungssensoren.

Gemeinsame Arbeiten: Die Programmierung des Interface um die Werte und Daten in anderen Anwendungen nutzen zu können. Auswahl eines geeigneten Boards, Sensoren und Microcontroller.