



## **Proposal zur Bachelorarbeit**

### **„Adaptives Filtern von Störsignalen (Augenbewegungen) aus Elektroenzephalografie- Daten“**

Von: Julie Wehrkamp

Betreut von: Prof. Dr. Dieter Kraus, Prof. Dr. Frank Kirchner

#### 1. Einleitung

Um die elektrische Aktivität des menschlichen Gehirns zu beurteilen, kann die Methode der Elektroenzephalographie (EEG) verwendet werden. Hierbei werden mittels auf dem Kopf befestigter Elektroden Spannungsschwankungen gemessen, um damit Antworten auf bestimmte Reize oder Informationen über Anomalien im menschlichen Gehirn aufzuzeichnen. Diese Schwankungen sind in diesem Falle ereigniskorrelierte Potentiale.

Die aufgenommenen EEG-Signale können durch andere, auch biologische, Signalquellen gestört werden, zum Beispiel durch Augenbewegungen (Öffnen, Schließen, oder Bewegen der Augen). Diese Störquellen erschweren die korrekte Analyse der EEG-Daten und sollen daher möglichst eliminiert werden. Im Rahmen dieser Arbeit soll die Methode der adaptiven Filterung verwendet werden. Dazu wird ein Referenzsignal der Augenbewegungen mit Hilfe der Elektrookulografie aufgenommen (EOG-Signal).

#### 2. Problembeschreibung und Ziele

Das mit Rauschen belegte EEG-Signal soll vom Störsignal (EOG-Signal) befreit werden. Dies soll mit Hilfe der adaptiven Filteranpassung und anschließender Subtraktion der beiden Signale geschehen. Problematisch hierbei ist allerdings, dass EEG- und Störsignal in einer unbekanntem Weise miteinander korreliert sind. So kann es schnell dazu kommen, das eigentliche EEG-Signal zu verfälschen.

Die Implementierung soll in MATLAB geschehen. Zunächst sollen die schon vorhandenen MATLAB-Funktionen auf ihre Anwendbarkeit für dieses Problem getestet werden. Weiterhin werden verschiedene Ansätze hinsichtlich Rechenaufwand, Konvergenzgeschwindigkeit und Genauigkeit überprüft und an das Problem angepasst.

### 3. Theoretische Grundlagen

Ein adaptives Filter ist ein zeitvariantes System, das seine Filterparameter in einem rekursiven Algorithmus optimal an unbekannte Anforderungen anpasst und Veränderungen folgen kann. Der Adaptionsalgorithmus verändert die Filterparameter iterativ so lange, bis das Fehlersignal bzw. das Differenzsignal  $e[n]$  zwischen dem so genannten „desired Input“  $d[n]$  und dem gefilterten Referenzsignal  $y[n]$  minimal ist.

Hierzu gibt es verschiedene Techniken, die zu den am häufigsten verwendeten Algorithmen führen, dem LMS- (least mean square) und dem RLS- (recursive least squares) Algorithmus. Die Algorithmen verwenden als Gütemaß für die Adaption die Leistung des Fehlersignals  $e[n]$  bzw. das mittlere Fehlerquadrat, den so genannten Mean-Squared-Error (MSE).

Der LMS-Algorithmus basiert auf der Methode des steilsten Abstiegs. Hiermit ist es möglich, Filterkoeffizienten für jeden Iterationsschritt  $k$  neu zu berechnen, wenn der momentane Gradient, sowie die Varianz des Eingangssignals, bekannt sind. Die Varianz des Eingangssignals wird geschätzt, der momentane Fehler berechnet und anschließend können die Filterkoeffizienten angepasst werden. Die neuen Koeffizienten entsprechen den alten Filterkoeffizienten addiert mit einem Korrekturterm, der vom Fehler  $e[n]$  und vom Wert  $x[n-k]$  des Filters abhängt. Ein Verstärkungsfaktor  $\mu$  regelt hierbei Geschwindigkeit und Stabilität der Adaption.

Der RLS-Algorithmus ist komplexer als der LMS-Algorithmus, konvergiert aber schneller. Dies wird durch die Einführung einer zusätzlichen Richtungsinformation für die Adaption erreicht. Hierfür wird die inverse Korrelationsmatrix adaptiv geschätzt. Die Koeffizienten werden dann ähnlich dem LMS-Algorithmus angepasst, mit zusätzlicher Multiplikation eines Faktors, der sogenannten Kalman-Verstärkung.

Für die beiden vorgestellten Algorithmen gibt es verschiedene Optimierungsmöglichkeiten, worauf ebenfalls in der folgenden Bachelorarbeit eingegangen werden soll.

### 4. Grober Projektplan

Vorlaufzeit:

1 Woche: Vertiefung der theoretischen Grundlagen zur adaptiven Filterung und Verständnis deren Anwendung auf EEG-Signale

1 Woche: vorhandene MATLAB- Programme zur adaptiven Filterung testen und verstehen

1 Woche: verschiedene Methoden in MATLAB auf Rechenaufwand, Anzahl der Iterationsschritte, Genauigkeit des Ergebnisses überprüfen

1 Woche: Einleitung und Grundlagen zur adaptiven Filterung schreiben

Offizielle Bearbeitung der Bachelor-Arbeit:

2 Wochen: eigenes Programm entwickeln, welches die genauen Anforderungen erfüllt

1 Woche: Visualisierung der Ergebnisse, Schreiben der Ergebnisse, die mit MATLAB erzielt wurden

1 Woche: Schreiben der Ergebnisse, die mit eigenem Programm erzielt wurden, erster Entwurf der Bachelorarbeit sollte fertiggestellt werden

2 Wochen: Optimierung des eigenen Programms, Korrigieren der Arbeit