

Faszination Biosignale - Erweiterung der Ausbildungsinhalte im Kontext der Biosignalerfassung und -analyse

Fachgebiet Datenanalyse in den Lebenswissenschaften

Prof. (Jun.-Prof.) Dr.-Ing. Patrique Fiedler

Motivation:

Die Aufbereitung und Analyse von Biosignalen im Rahmen der Biosignalverarbeitung stellt ein zentrales Thema der Lehre im Studium der biomedizinischen Technik und der späteren beruflichen Tätigkeit im Bereich der biomedizinischen Technik dar. Trotz des allgemeinen Bekanntheitsgrades einzelner Biosignale, wie z.B. dem EKG, aus Darstellungen in Internet und TV, sind Biosignale im Allgemeinen für Studierende oft schwer verständlich und unkonkret, aufgrund fehlender eigener Erfahrungswelt. Dies resultiert auch aus den spezifisch stochastischen Eigenschaften von Biosignalen, im Gegensatz zu technischen Signalen. Über alle zugehörigen Lehrveranstaltungen zeigt sich, dass ein Defizit im Verständnis der Anforderungen, Methoden und Einflussfaktoren sowohl aus der als abstrakt wahrgenommenen Thematik als auch fehlender persönlicher Erfahrungen der Studierenden im Umgang mit Biosignalen resultiert.

Mit der Toolbox 'Faszination Biosignale' wollen wir an diesem Erfahrungsdefizit ansetzen und den Studierenden mittels anschaulicher, experimenteller Lehre neue Lernmöglichkeiten und praktische - eigene - Erfahrungen im Umgang mit Biosignalen ermöglichen. Durch eine gezielte Modularisierung und Gamifizierung sollen anschauliche und faszinierende Beispielanwendungen einfach umgesetzt und genutzt werden, um die Begeisterung der Studierenden für biologische Signale anzusprechen und neue Anknüpfungspunkte in der Lehre, mittels eigener Erfahrungen, für verbessertes Verständnis und Lernergebnisse zu erreichen.

Zielstellung:

Wir streben an, eine modulare Toolbox 'Faszination Biosignale' aufzubauen, mit welcher das komplexe/abstrakte Konzept Biosignal aufgegriffen und anschaulich umgesetzt werden soll. Die Toolbox soll damit im Wesentlichen zwei Hauptziele adressieren:

- (I) Die Toolbox kann schrittweise nach Bedarf erweitert und flexibel in verschiedenen Lehrveranstaltungen, Lehrformaten und Kenntnisstadien eingesetzt werden. Dazu gehören existierende Vorlesungen, Laborpraktika und Abschluss-/Projektarbeiten. Je nach Kenntnisstand und Studienfortschritt können individuell Aspekte zu Sensorik, Elektronik, Methodik und Algorithmik erlernt und vertieft werden. Der modulare Aufbau ermöglicht eine schnelle und einfache (durch offene, standardisierte Schnittstellen) Integration neuer - auf individuelle Interessen angepasste – Module in die Toolbox.
- (II) Zusätzlich zur Einbindung in der Lehre soll die modulare Toolbox auch als Werbematerial dienen. Bei regelmäßig stattfindenden Laborführungen für interessierte Schülerinnen und Schüler, am Tag der offenen Tür, bei der langen Nacht der Wissenschaft und ähnlichen Veranstaltungen wollen wir mit Hilfe der Toolbox anschaulich verschiedene Aspekte unserer Forschungsarbeit am Beispiel des Biosignals (spielerisch) zeigen und somit das Interesse am Studiengang Biomedizinische Technik and der TU Ilmenau wecken und in konkreten Ideen und (Teil-)Projekten frühzeitig und mit minimalen technischen Hürden umzusetzen.

Technisches Konzept:

Ein modularer Aufbau der Toolbox 'Faszination Biosignale' ermöglicht das Adressieren eines großen Spektrums individueller Interessen in den vorgenannten Bereichen Sensorik, Elektronik, Methodik und Algorithmik. Die drei Grundmodule - (1) das Erfassungsmodul, (2) das Signalverarbeitungsmodul und (3) das Aktuatorik-/Feedbackmodul - bilden die Basis der Toolbox (siehe Abbildung 1). Jedes der Module besteht aus separaten Elementen, welche durch offene und standardisierte Schnittstellen ausgetauscht, verbessert bzw. bei Bedarf durch weitere Module ergänzt werden können.

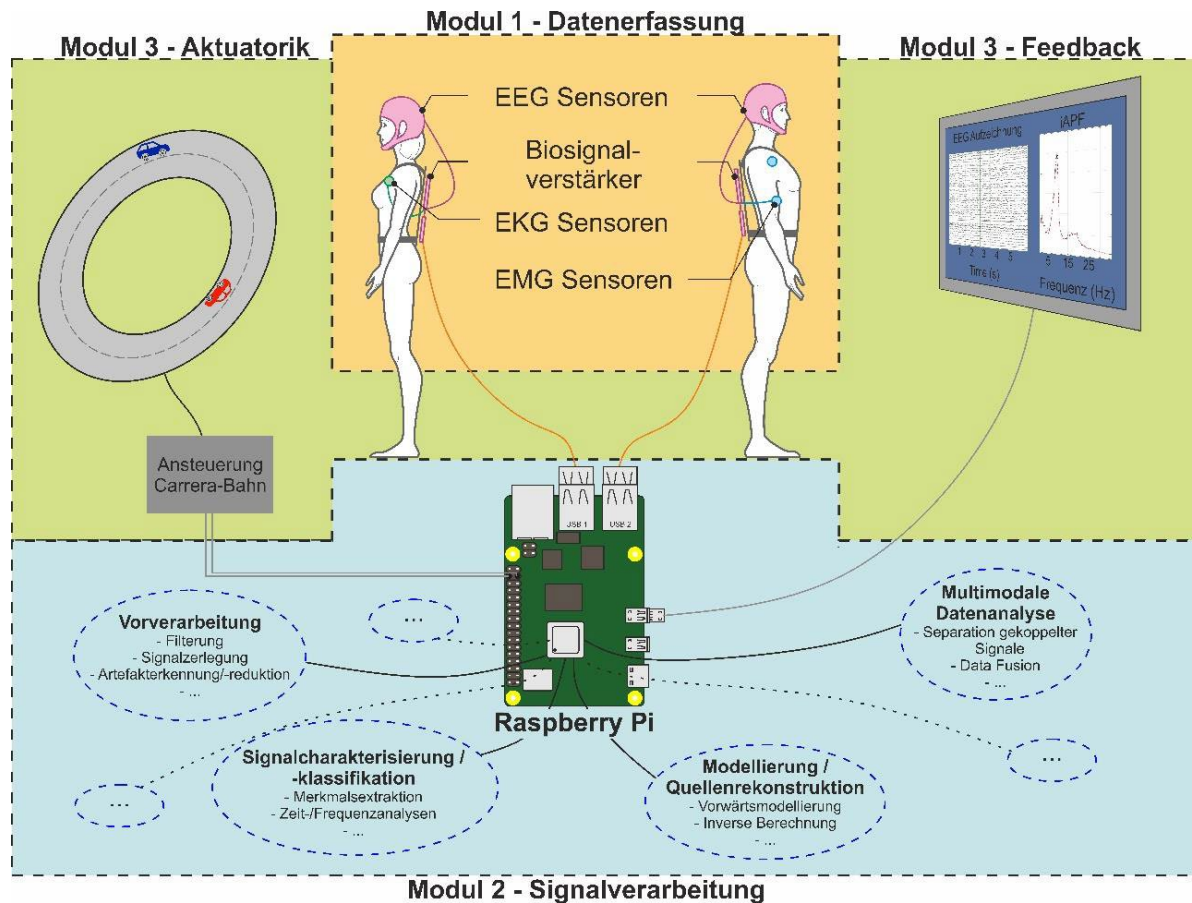


Abbildung 1: Darstellung des modularen Aufbaus der Toolbox "Faszination Biosignale" mit den drei Hauptmodulen (1) Datenerfassung, (2) Signalverarbeitung, (3) Feedback/Aktuatorik.

Für die initiale Umsetzung der Toolbox 'Faszination Biosignale' streben wir konkret das folgende Szenario an:

- Modul (1):** Parallele Erfassung von EEG und EMG während der Aktivierung und Anspannung des musculus biceps brachii.
- Modul (2):** Getrennte Verarbeitung des EEG/EMG in Echtzeit: Datenvorverarbeitung; Frequenzanalyse; Berechnung relativer Änderungen der Leistungsdichte zu Kontrollbedingungen (EEG); Berechnung relativer Änderungen der Amplitude zwischen Ruhe und Kraftanstrengung (EMG)
- Modul (3):** Innerhalb der initialen Umsetzung der Toolbox sollen zwei Varianten des Feedbacks implementiert werden. Die erste Variante stellt dabei das visuelle Feedback des EMGs dar. Die zweite Variante stellt die Ansteuerung einer Carrera Bahn mittels verarbeiteter EEG/EMG Signale dar.

Ausbildungskonzept:

Die Live-Demonstration und Echtzeit-Analyse von Biosignalen ist in den zurückliegenden Jahren durch die Weiterentwicklung der Sensorik (insbesondere trockene Elektroden), Elektronik (batteriebetriebene, mobile Biosignalverstärker) und leistungsfähiger Rechentechnik und Algorithmen möglich geworden und eröffnet neue Ansätze in der Lehre im Bereich Biosignalerfassung und -analyse, die wir mit der Toolbox "Faszination Biosignale" an der TU Ilmenau etablieren möchten, um die Lehre erfolgreicher, interessanter und somit das Studium attraktiver zu gestalten. Konkret streben wir mit der modularen Toolbox "Faszination Biosignale" an, ein größeres Verständnis der Studierenden für den Dreiklang zwischen fundierter theoretischer Ausbildung, existierender Übungen/Seminare/Laborpraktika und der eigenständigen praktischen Anwendung zu schaffen. Das Fundament der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung wird durch die theoretische Ausbildung, im wesentlichen Vorlesungen, gebildet. Das Verständnis für den direkten Zusammenhang zwischen einzelnen Vorlesungen, sowie zwischen Vorlesungen und der späteren praktischen Anwendung gilt als ein entscheidender Faktor für das erfolgreiche Abschließen eines Studiums. Daher zielen wir mit der multidisziplinären und modularen Toolbox darauf ab, den Studierenden dieses Verständnis bereits früh und kontinuierlich über das gesamte Studium – auch unterstützt durch die Toolbox "Faszination Biosignale" - zu vermitteln.

Die Integration der Toolbox "Faszination Biosignale" in vorhandene Veranstaltungen zur praktischen Live-Anwendung / Demonstration theoretisch erlernter Fähigkeiten sowie das direkte Feedback (sowohl visuelle Darstellung als auch Steuerung einer Aktuatorik – z.B. Carrera Bahn) sollen nach unserer Erwartung zu einem wesentlich verbesserten Verständnis und Anschaulichkeit der Inhalte beitragen. Darüber hinaus ist ebenfalls durch den modularen Systemansatz der Einbezug aktueller Forschungsergebnisse bei gleichzeitiger Anschaulichkeit in die Lehre verstärkt möglich.

Wir danken dem Förderverein der Fakultät für die finanzielle Unterstützung des Fachgebiets Datenanalyse in den Lebenswissenschaften, zum Aufbau der Toolbox „Faszination Biosignale“ und der damit verbundenen Möglichkeit das Thema noch praxisnäher und besser verständlich darzustellen.