Richtlinie zum „Software-Sprint“

PsyLink

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger:

Roman Zimbelmann

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IS24S13 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kurze Darstellung der Aufgabenstellung und Motivation

Mensch-Maschine-Kommunikation direkt über Nervenschnittstellen anstelle von den üblichen Tasten und Knöpfen ist eine Technologie voller Potenzial, körperliche Einschränkungen zu überwinden und eine völlig neue Art von Umgang mit Computern zu erkunden.

Das Problem, dass es keine drahtlose, komfortable, tragbare Open Source Nervenschnittstelle gibt, die körperlich Eingeschränkte nutzen könnten um ihre Einschränkungen zu überwinden, wollte ich mit diesem Projekt angehen.

Die Hardware existierte bereits vorher, die Software zum Empfangen der Funkdaten und einer KI-basierten Auswertung sollte im Rahmen der Förderung über folgende Meilensteine implementiert werden:

1. Basis: Die Entwicklung einer minimalen Software (ohne Inhalt) mit einer plattformübergreifenden Technologie, funktionierend auf Android, Linux, Windows.
2. Geräteschnittstelle: Einbau einer drahtlosen Schnittstelle (über Bluetooth-Low-Energy) zur Verbindung mit dem PsyLink-Gerät
3. Datenvisualisierung: Ausgabe der rohen empfangenen Daten als Graphen
4. KI-Backend: Einbindung einer KI-Programmbibliothek zum Trainieren und Auswerten von neuronalen Netzen
5. KI-Training: Einbau einer Benutzeroberfläche zum Sammeln der persönlichen Biosignalen, um das neuronale Netz auf den/die Anwender*in zu trainieren

6. KI-Aktionswahl: Einbau einer Benutzeroberfläche zum Verknüpfen von Gesten mit Aktionen (z.B. Zeigefinger hoch um Lautstärke zu erhöhen)

7. Gestensteuerung: Echtzeit-Auswertung von Signalen und Auslösung der gewünschten Aktionen

Diese Meilensteine wurden erreicht.

Beitrag des Projektes zu den Zielen der Förderinitiative „Software-Sprint“

Nervenschnittstellen zur Mensch-Maschine-Interaktion haben enormes Potenzial, werden aber hauptsächlich von Institutionen entwickelt, die Patente, Lizenzen und Geheimhaltung nutzen um Fortschritt und demokratische Teilhabe zu behindern. Durch die enormen Privatsphäre-Implikationen und das Missbrauchspotenzial sind öffentlich zugängliche Nervenschnittstellen jedoch besonders wichtig. Zur Demokratisierung dieser Technologie und der dadurch erhöhten Handlungsfähigkeit von Individuen hat dieses Projekt einen Beitrag geleistet.

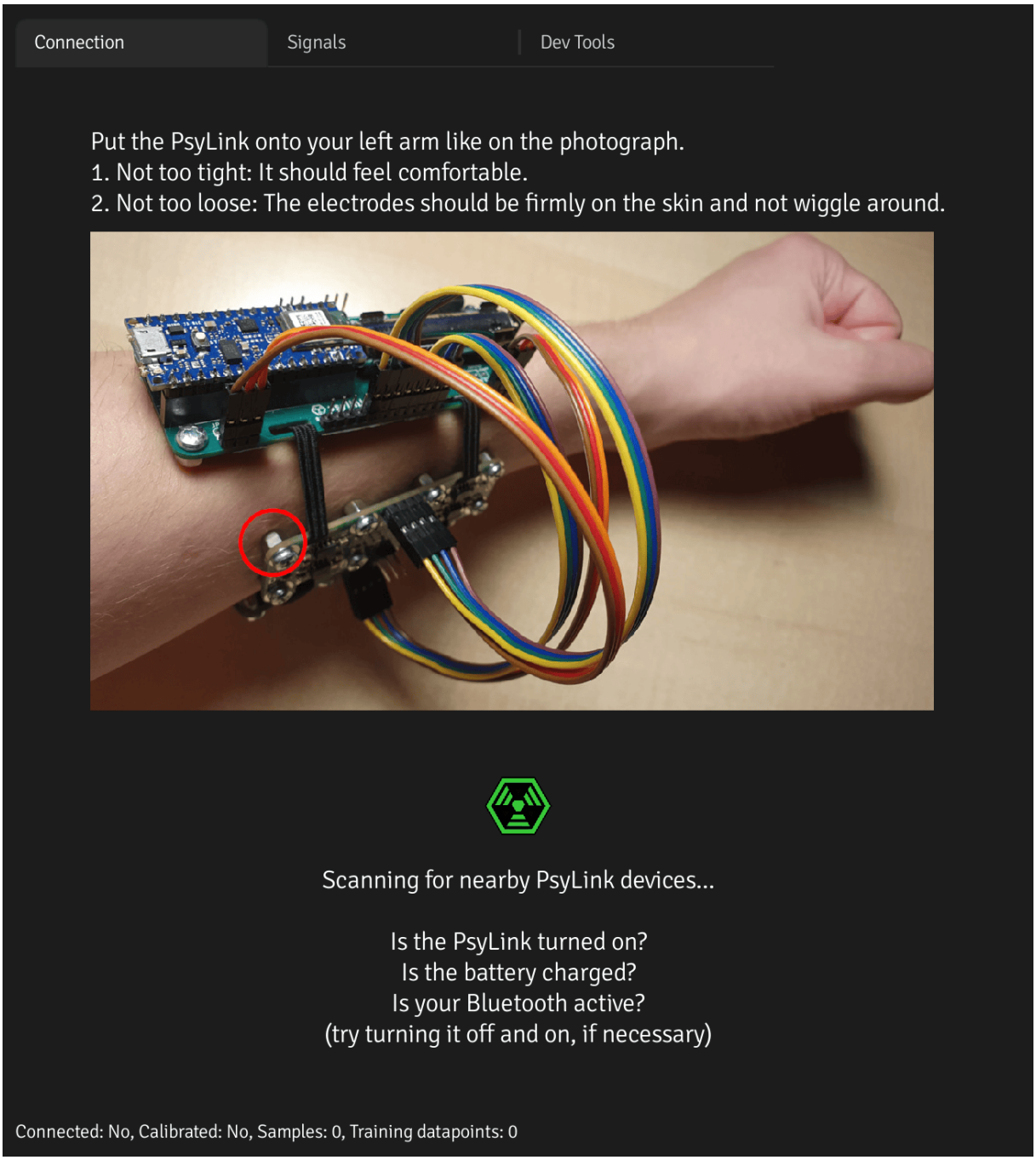
Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

Die Meilensteine wurden erreicht, und die Software zur Nutzung der PsyLink-Hardware existiert nun und ist über ein plattformunabhängiges Paket namens „psylink“ des Paketmanagers „Cargo“ nutzbar.

Zusammenfassung: Die Software stellt die aufgezeichneten Biosignale visuell über einen Graphen dar, und erlaubt der Nutzer*in, bis zu 4 Aktionen auszuwählen, zu denen mit einer kurzen KI-basierten Kalibrierungsphase verschiedene Signalmuster zugeordnet werden können, sodass eine dieser 4 Aktionen (i.d.R. verschiedene Tastendrücke) automatisch von der Software betätigt werden.

Es folgt eine detaillierte Darstellung des Programmablaufes:

Das Erste, was beim Start des Programmes angezeigt wird, sind Instruktionen zum Aufsetzen des PsyLink Armbandes sowie mögliche Schritte zur Fehlerbehebung:



Zusätzlich Zeigt ein Foto des Gerätes nochmal die richtige Trageweise, wobei das Gerät prinzipiell überall getragen werden kann, wo elektrische Biosignale gemessen werden können, z.B. Oberarm oder auch Wadenbein.

Ist die kabellose Verbindung hergestellt, wird zu einer zweiten Ansicht umgeschaltet:



Hier werden die empfangenen Signale in Echtzeit visuell dargestellt. Die ersten 8 Signale zeigen die hochaufgelösten Elektromyographie-Daten (EMG), die mit einer Abtastfrequenz von 500Hz ermittelt werden. Darunter sind 6 weitere Signale, welche die jeweils 3 Raumachsen eines Gyroskopes (Gyro1-3) und Beschleunigungsmessgerätes (Accel1-3) abbilden.

Die Benutzer*in kann sich in diesem Fenster bis zu 4 verschiedene Aktionen (Tastendrücke) auswählen.

Ein Klick auf „Start calibration“ startet den Kalibrierungsprozess (etwa 1 Minute), bei dem verschiedene Aufforderungen wie „Bitte Arm ruhen lassen“ oder „Bitte die Geste für Taste ‚X‘ ausführen“. Die Biosignale werden zusammen mit den Aufforderungen gesammelt und als Machine Learning Dataset zum Trainieren eines Neuronalen Netzwerkes genutzt, sobald „Train AI“ geklickt wird (etwa 1-3 Minuten auf einem Handelsüblichen Laptop aus 2023.)

Schließlich kann durch einen Klick auf „Predict“ der Steuerungsmodus aktiviert werden. Hier werden die Aufgezeichneten Biosignale in Echtzeit durch das Neuronale Netzwerk ausgewertet, die zugehörige Aktion (z.B. das Drücken der Taste ‚X‘) ermittelt, und automatisch ausgeführt.

So kann die Benutzer*in den Computer alleine durch Gesten steuern, oder auch durch kaum sichtbare Muskelanspannungen zur gezielten Veränderung der Biosignale.

Zielgruppe, Nutzen und mögliche Weiterentwicklungen

Das Ergebnis hat einen enormen Nutzen für die Zielgruppe: In der Vergangenheit war die Nutzung der PsyLink Hardware extrem schwierig durch das aufwändige Installationsverfahren der Software. Mittlerweile ist die Software ohne jegliche Einrichtung mit einem Download und Doppelklick startbar. Instruktionen auf dem Bildschirm leiten die Nutzer*innen durch das Verfahren zur Kalibrierung und Nutzung des Gerätes. Hierdurch ist die Hardware endlich einfach zugänglich geworden.

Ich hoffe hierdurch eine größere Beteiligung durch verschiedene Nutzer*innen und die Open-Source-Gemeinschaft zu erreichen. Hiervon würde auch die Weiterentwicklung abhängen: Anstatt Pläne vorzudefinieren, würde ich Erweiterungen mit zukünftigen Nutzer*innen zusammen erarbeiten.

Die Arbeit hat mich wesentlich bei meiner persönlichen, fachlichen Weiterentwicklung unterstützt, da für die Implementation ein kompliziertes Zusammenspiel von verschiedenen Technologien notwendig war. Ich musste hierfür zwei neue Programmiersprachen lernen, neue Softwarekonzepte und Programmbibliotheken verstehen, viel ausprobieren und recherchieren. Dieses Wissen hat meinen Fähigkeitenschatz enorm erweitert und mittlerweile sehe ich ganz neue Lösungen, wo ich früher nur Probleme gesehen habe.

Kurze Darstellung der Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Nicht vorhanden.

Kurze Angabe von Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Das Projekt ist auf https://psylink.me öffentlich einsehbar, inkl. Quellcode.

Kurze Erläuterung zur Einhaltung der Arbeits- und Kostenplanung

Arbeits- und Kostenplanung wurde eingehalten.

Kurze Darstellung von etwaigen Ergebnissen bei anderen Stellen

Es gab keine Entwicklungen von anderen Stellen.