

Semesterarbeit im Fach User Interfaces

Implementierung einer Fernsteuerung für einen 3D gedruckten
Roboterarm über einen Raspberry PI 3

Eingereicht am: 9. Juli 2020

Josef Prothmann
geboren am 16. Dezember 1998
Email: j.prothmann@stud.hs-wismar.de

Betreuer: Prof. Dr. H. Litschke

Abstrakt

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Implentierung eines User Interfaces für einen Roboterarm, welcher von einem 3D Drucker hergestellt und über einen Server mit einer Android Applikation zur Fernsteuerung verbunden ist.

Abstract

This thesis is facing the implementation of an user interface for an robotic arm wich is crafted by a 3D printer and is connected to a server while it is remote controlled by an android application.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|------------------------------------|------------|
| 1 | Einleitung | 2 |
| 2 | Grundlagen | 3 |
| 2.1 | Hardware Komponenten | 3 |
| 2.2 | 3D - Druck | 3 |
| 2.2.1 | Beispieldruck | 4 |
| 2.3 | Android | 4 |
| 3 | Konzeption | 5 |
| 4 | Implementierung | 6 |
| 5 | Zusammenfassung | i |
| | Literaturverzeichnis | ii |
| | Abbildungsverzeichnis | iii |
| | Selbstständigkeitserklärung | iv |

1 Einleitung

Der Benutzerschnittstelle, oder auf Englisch, dem „User Interface“, wird zunehmend Aufmerksamkeit gewidmet. Dies resultiert aus der laufenden Digitalisierung von Prozessen und der stetigen Übernahme der Computern und Maschinen von menschlichen Aufgaben. Denn selbstverständlich muss zwischen dem Staubsaugroboter aus dem Wohnzimmer oder dem Industrieroboter in der Produktion eine Benutzerschnittstelle (HMI¹) geschaffen werden, damit eine Kontrolle und eine Zuweisung dieser Aufgaben stattfinden kann.

In diesem Projekt wurde eine Benutzerschnittstelle für einen Roboterarm entwickelt, mit dem sich dieser steuern lässt.

¹engl. Human-Machine Interface

2 Grundlagen

2.1 Hardware Komponenten

- Raspberry Pi Ist ein Einplantinencomputer, welches mit einem Unix Betriebssystem läuft. Der Raspberry PI bietet neben seinen günstigen Preis ein leistungsstarkes , welches durch seine Ansteuerungspins eine Ähnlichkeit zu einem Arduino zeigt. Diese Pins machen es möglich externe Komponenten anzusteuern oder Informationen zu empfangen. Dadurch sind etliche Projekte wie zum Beispiel: eine Aquariumsanzeige, SmartHome Steuerung und vieles mehr möglich.
- Servo Motoren Servomotor sind spezielle Elektromotoren. Diese Motoren besitzen die Möglichkeit die Kontrolle der Winkelposition ihrer Motorwelle sowie der Drehgeschwindigkeit und Beschleunigung erlauben. Sie bestehen aus einem Elektromotor, der zusätzlich mit einem Sensor zur Positionsbestimmung ausgestattet ist.
- 16-channel 12-bit Servo Driver Dieses Modul bietet eine Steuerung von mehreren Servo Motoren gleichzeitig. Durch eine externe Spannungsquelle sind bis zu 16 5V Servo Motoren anschließbar.

2.2 3D - Druck

3D Druck ist eine Technologie die seit Jahren von der Industrie als auch von Privatandwendern betrieben, verbessert und erweitert wird. Diese Art des Druckens umfasst sämtliche Verfahren in denen Material Schicht auf Schicht gedruckt wird. Für dieses Verfahren benötigt man einen sogenannten 3D-Drucker. Ein handelsüblicher 3D-Drucker besitzt in der Standardvariante 4-Achsenbewegungsmotoren, 1 Extrudermotoren, ein Heißbett, ein Controllerboard, ein Hotend und einen Rahmen indem alle Bauteile verankert sind, sowie eine Spannungsquelle. Für das Drucken von 3D Objekten sind neben einem Drucker auch Druckmaterial sowie ein Slicingprogramm nötig. Je nach Druckerart können verschiedenste Material verwendet werden. Das

herkömmlichste Material ist PLA(Polylactide), diese Polymere zählen zu den Polyestern und lassen sich am einfachsten drucken. Um 3D Modelle drucken zu können ist neben den Model an sich ein Slicingprogramm nötig. Bei solch einem Programm werden die Modelle auf einem virtuellem Druckbett positioniert und in einzelne Schichten zerlegt. Je nach dem wie groß eine Schicht ist desto detaillierter ist das gedruckte Produkt. Aktuelle Drucker sind in der Lage eine schichthöhe von 0,1 mm erreichen. Ein Druck wird im 3D Raum aufgebaut. Es gibt 3 Achsen, welche sich horizontal (X, Y Achse) und vertikal bewegen (Z-Achse). Diese Bewegungen werden durch Motoren ausgeführt um das Material in das Hotend zu drücken wird ein Extrudermotor benötigt.

2.2.1 Beispieldruck

Nachdem der Drucker die Datei, mit dem gesliceten Druckmodel geladen hat, findet die Vorbereitung des Druckers automatisch statt. Das Druckbett bzw. Heizbett wird auf 60°C vorgeheizt, damit das Material besser an der Druckfläche haftet. Währenddessen wird das Hotend auf eine Betriebstemperatur von ca 215°C erhitzt, damit das Material formbar wird um Schicht für Schicht aufgetragen werden zu können. Sind die Endtemperaturen erreicht, werden die einzelnen befehle aus der gesliceten Datei geladen. (Diese Beinhaltet befehle für die Motoren) Schicht für Schicht wird das Material aufgetragen, welches sich sofort verhärtet.

2.3 Android

Android ist ein von Google Inc. entwickeltes und das meist verbreiteste Betriebssystem auf dem deutschen Markt². Mittlerweile findet es nicht mehr nur in Smartphones, sondern auch in Smartwatches, Tablets und in Fernsehern Verwendung. Die App wurde auf der Version 8.1 (Oreo) entwickelt, ist aber trotzdem für aktuellere Versionen verfügbar.

²Stand März 2020 laufen ca. 80% der verfügbaren Geräte mit einem Android Betriebssystem -Quelle: Statista.com, „Vergleich der Marktanteile von Android und iOS am Absatz von Smartphones in Deutschland von Januar 2012 bis März 2020“, 03.06.2020 [1]

3 Konzeption

Bei dem Entwurf des Graphical User Interfaces (GUI), wurde sich an gängigen Fernsteuerungen aus der Spielebranche orientiert. Auf der Linken, sowie auf der rechten, unteren Seite des Displays, lässt sich die Position des Armes im dreidimensionalen Raum (3D) steuern. Im oberen Bereich der Anwendung befinden sich Konfigurationspunkte sowie der „Switch“³, welcher Steuern des Greifers übernimmt. Die App sollte nur im „Landscape“-Modus, ausführbar sein. Dabei wurde Wert auf das Einhalten von aktuellen Konventionen, wie einem Settings Menü zum Festlegen von Serverport und -ip und CISCO Standard Symbolen wie dem Netzwerk-Symbol geachtet. Des Weiteren wurde mit dem Erstellen von eigenen Scaleable Vector Graphics (SVG) die Intuitivität unterstützt und eine missverständliche Nutzung der Applikation ausgeschlossen.

Für die Kommunikation zwischen der Applikation und den „Roboterarm“ wurde ein Server als Mittelsmann verwendet. Mit diesem Konzept wird eine asynchrone Kommunikation zwischen Server und Client ermöglicht. Der Client welcher als Sender von Daten dient kann dem Server welcher die Daten empfängt direkt etwas mitteilen. Diese Verbindung wird durch einen TCP Socket gewährleistet. Die gesendeten Daten der Applikation werden über die auf dem Raspberry PI vorhandenen GPIO Pins an die Servomotoren mittels eines „16-channel 12-bit Servo Driver“ übertragen. Dieser Driver ist notwendig um eine konstante und genügende Spannungsquelle für die Motoren zu gewährleisten. Eine direkte Ansteuerung von mehr als einem Motor über die Spannungsquelle des Raspberry PIs ist ungenügend und lässt die Servomotoren zucken oder gar nicht reagieren.

³Ein Switch ist in Android ein Kippschalter mit 2 Zuständen

4 Implementierung

Für die Entwicklung einer nativen Android App wird die Entwicklungsumgebung Android Studio benötigt. Des Weiteren wird für die Softwareversionsverwaltung auf die Plattform Github zurückgegriffen, wo der Quellcode des Projektes dokumentiert ist⁴. Aus dem Grund, dass die Verbindung zu dem Roboter Arm über das Internet realisiert wurde, ist es notwendig in dem Manifest der Applikation die Internetberechtigung zu erteilen.

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
```

Damit ist es möglich auf das mobile Netz des Smartphones zuzugreifen. Um eine Verbindung aufzubauen, benötigt der Client, in diesem Fall die App, die Adresse und den Port des Hosts, in diesem Fall der Server auf dem Raspberry Pi.

Die Parameter für die Verbindung (IP und Port des Hosts), lassen sich dynamisch (zur Laufzeit) in der App einsehen und anpassen. Dadurch ist es in der Theorie möglich, mehrere Roboter nacheinander zu steuern. Damit das ankommende Signal, welches von die Knöpfen und der Switch senden korrekt interpretiert wird, sendet die App einen eindeutigen, einstelligen Integer Code. Dadurch lassen sich die Bewegungen der Motoren durch den korrekten Knopf in der App abbilden.

Da Pfeile als Bewegungsindikatoren im 3D Raum leicht missverstanden werden können, wurden eigene SVGs erstellt, welche die Bewegung des Arms verdeutlichen.

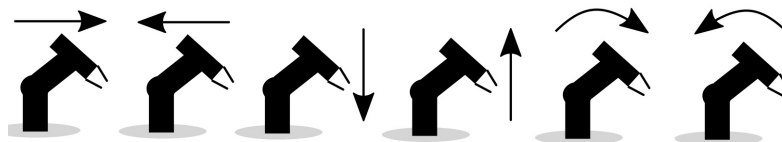


Abbildung 4.1: SVG der Knöpfe aus der App - *Quelle: Eigene Darstellung*

⁴<https://github.com/JoProt/User-Interface-Project>

In Abbildung 4.1 sind die einzelnen Grafiken für die jeweilige Bewegung des Roboters aufgelistet, wobei \leftarrow und \rightarrow für Steuerung auf einer horizontal Linie, \uparrow und \downarrow für vertikale Bewegungen und \curvearrowleft und \curvearrowright für Bewegung um die eigene Hochachse verantwortlich sind.

5 Zusammenfassung

In diesem Projekt haben wir uns mit den Grundlagen der Entwicklung eines User Interfaces auseinandergesetzt und eine ansprechende und intuitiv zu bedienende App entwickelt. Mit Hilfe unseres Wissens aus weiteren Modulen, wie zum Beispiel „Programmierung Mobiler Endgeräte“ und „Echtzeit- und Netzwerkprogrammierung“, war es uns möglich eine Android Anwendung zu schreiben um einen 3D gedruckten Roboter Arm zu steuern.

In der Zeit der Digitalisierung, in der Computer immer mehr Teil unseres Alltags werden ist es das Ziel, dass die Maschinen für den Menschen eine Arbeitserleichterung und keine Last werden. Deshalb ist es umso wichtiger, mit einem qualitativem User Interface zu arbeiten. Dieses vergleichsweise kleine Projekt hat uns gezeigt wie aufwendig der Prozess der Gestaltung einer hochwertigen Oberfläche ist.

Gerade dann, wenn eine Anwendung veröffentlicht und von mehreren Menschen genutzt wird, ist es wichtig, dass es das Leben erleichtert und nicht verkompliziert.

Literaturverzeichnis

- [1] TENZER, F.: *Marktanteile von Android und iOS am Smartphone-Absatz in Deutschland bis März 2020.* <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/256790/umfrage/marktanteile-von-android-und-ios-am-smartphone-absatz-in-deutschland/>.
Version: Mai 2020

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-----|--|---|
| 4.1 | SVG der Knöpfe aus der App - <i>Quelle: Eigene Darstellung</i> | 6 |
|-----|--|---|

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erklären wir, dass wir die hier vorliegende Arbeit selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur unter Verwendung der aufgeführten Hilfsmittel angefertigt haben.

Wismar, den 9. Juli 2020

Ort, Datum

Unterschrift