

Fachhochschule
Südwestfalen

University of Applied Sciences



Deutscher Titel der Abschlussarbeit

Englischer Titel der Abschlussarbeit

MASTERARBEIT

Max Mustermann

Fachhochschule Südwestfalen

1. Januar 1970

Autor: Max Mustermann
Referent: Prof. Dr. ...
Korreferent: Prof. Dr. ...
Eingereicht: 1. Januar 1970

Zusammenfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und dabei keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach Werken anderer Autoren entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder gesamt noch in Teilen einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

1. Januar 1970

Max Mustermann

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	iii
1 Einleitung	1
1.1 Hardware und Funktion der Anwendung	1
1.2 Verwendete Technologien	1
1.3 Struktur der Anwendung	2
2 Programmablauf	3
2.1 Abfrage der Sonos Anlage	3
2.2 Musikmodus	4
2.2.1 Musik Modus starten und beenden	4
2.2.2 Audioaufnahme und Farbberechnung	4
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Listingverzeichnis	11

1 Einleitung

Die vorliegende Ausarbeitung beschreibt den Aufbau, die Funktion sowie technische Hintergründe des "Audio reactive LED Strips". Der vollständige Sourcecode ist im verlinkten GitHub Repository zu finden.

1.1 Hardware und Funktion der Anwendung

Für die Anwendung werden ein Raspberry Pi, ein LED-Streifen sowie ein Mikrofon mit Soundkarte und eine Sonos Musikanlage benötigt. Auf dem Raspberry Pi wurde als Betriebssystem RaspberryOS installiert. Der in Python geschriebenen Sourcecode wird ebenfalls auf dem Raspberry ausgeführt. Die Netzwerkanbindung erfolgte via WLAN. Um die LEDs des LED-Streifens anzusteuern wird ein Kabel an einen GPIO Pin des Raspberry Pis angeschlossen. Die Stromversorgung erfolgt über ein separates Netzteil um bei längeren Betrieb den Raspberry Pi nicht zu überlasten. Zusätzlich wird via USB eine Soundkarte an den Pi angeschlossen, welche das eingehenden Audio Signal an den Pi weiterleitet.

Die Funktionalität der Anwendung lässt sich in zwei Modi unterteilen. Der erste Modus dient dazu, visuelle Effekte zu berechnen und auf den LED-Streifen darzustellen während auf der Sonos Anlage Musik abgespielt wird. Die berechneten Effekte sind Abhängig von den vom Mikrofon erfassten Musik. Der zweite Modi ist aktiv sobald über den Fernseher Filme oder Serien geschaut werden und der Ton dieser über die bereits erwähnte Sonos Anlage wiedergegeben wird. In diesem Modi soll der LED-Streifen konstant in einer Farbe leuchten. Wird weder ferngesehen noch Musik gehört wird der LED-Streifen abgeschaltet. Die Umschaltung zwischen den zwei Darstellungsmodi sowie das einschalten des LED-Streifens erfolgt automatisch durch Abfrage von Parametern der Sonos Anlage.

1.2 Verwendete Technologien

Die Anwendung wurde in der Skriptsprache Python in der Version 3.9.7 erstellt. Eine Ausführung ist jedoch auch mit niedrigeren Versionsnummern bis Version 3.6 möglich. Für die Ausführung werden verschiedene Standardmäßig nicht installierte Pakete benötigt. Als relevanteste Abhängigkeiten sind hier pyaudio, Sonos Controller (kurz SOCO) und neopixel zu erwähnen. Pyaudio stellt verschiedene Funktionen zur Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung von Audiosignalen zur Verfügung. Innerhalb dieser Anwendung wird es verwendet um die im Raum gespielte Musik aufzunehmen. Die SOCO Bibliothek ermöglicht Lautsprecher der Marke Sonos zu kontrollieren und deren Zustand (bspw. aktuell gespieltes Lied) auszulesen. Hierbei ist zu erwähnen das SOCO

keine vollständige Implementierung für die Wiedergabe von TV-Inhalten implementiert. Wie mit dieser Einschränkung umgegangen wurde, wird im Kapitel Realisierung erläutert. Die Bibliothek neopixel dient zur Ansteuerung der LEDs. Sie bietet zum einen Funktionen um den Streifen in einer Farbe leuchten zu lassen, kann aber auch einzelne LEDs ansteuern.

1.3 Struktur der Anwendung

Um für dritte und spätere eventuelle Weiterentwicklungen die Übersichtlichkeit zu erleichtern wurde der Quellcode auf verschiedene Python Dateien aufgeteilt. Folgende Dateien sind Bestandteil der Anwendung:

- config.py - Konfigurationsdatei
- led.py - LED-Funktionen
- microInput.py - Aufnahme von Audiosignalen
- TVStateEnum.py - Enumeration für Status der Sonos Anlage
- wave2RGB.py - Funktionen zur Farbberechnung
- main.py - Hauptdatei zur Ausführung

Die Ausführung der Anwendung erfolgt mithilfe der main Datei. Diese ruft einzelne Funktionen und Klassen der anderen Dateien auf und beinhaltet auch die Funktionalität der Farbberechnung zu AudioSignalen. In der main Datei und auch in allen anderen Dateien werden wesentliche Konfigurationsparameter aus der zentralen Konfigurationsdatei bezogen. Dies erleichtert Entwicklern und Anwendern Änderungen vorzunehmen und zu konsistent zu testen. Im folgenden soll der Ablauf der Ausführung und die technischen Hintergründe erläutert werden.

2 Programmablauf

2.1 Abfrage der Sonos Anlage

Die Ausführung beginnt in der main Methode innerhalb der gleichnamigen Datei. Hier werden einige notwendige globale Variablen initialisiert und alle wesentlichen Methoden aufgerufen. Das zentrale Element der Methode ist eine endlose Schleife. Innerhalb dieser Schleife wird in jedem Durchlauf der aktuelle Zustand der Sonos Anlage erfasst und ausgewertet um zu ermitteln welcher Modus im Moment gewünscht ist. Der Zustand wird in Form einer Variable des Typs TVStateEnum gespeichert. Diese beinhaltet Zustände für die Wiedergabe von Musik und TV-Audio sowie einen Pause Zustand. Diese Zustände werden im weiteren Programmablauf verwendet um festzustellen welcher Modus aktuell ausgeführt wird und ob ein Moduswechsel erforderlich ist. Wie genau der Modus wechsel erfolgt, wird in den folgenden Kapitel beschrieben.

Die Abfrage der Sonos Anlage erfolgt über einen Aufruf der updateCurrentState Funktion. Diese fragt mithilfe der SOCO Bibliothek den Wiedergabestatus und das aktuell gespielte Lied ab. Durch diese Abfrage kann ermittelte welcher Zustand der TVStateEnum zurückgegeben werden muss. Ein Sonderfall ist die Wiedergabe von Audioinhalten eines Fernsehers. Wie bereits in der Einleitung erwähnt implementiert SOCO diesen Fall nicht vollständig. Wird ein solches Audiosignal wiedergegeben wird keine Information über den aktuell wiedergegeben Titel zurückgegeben, jedoch erkennt das Anlage aktuell Ton abspielt. Aus diesem Grund ist die Abfrage für in der zweiten Fallunterscheidung wie in der Abbildung 2.1 zu sehen entsprechend angepasst. Wurde nach der Status Abfrage festgestellt das der aktuelle Modus nicht gewechselt werden muss, wird der main Thread einige Sekunden pausiert. Durch diese Vorgehen können Abfragen ohne Mehrwert vermieden werden und der Ressourcenverbrauch reduziert werden.

```
def updateCurrentState(SonosAnlage):
    currentTrack=SonosAnlage.get_current_track_info()['title']
    state=SonosAnlage.get_current_transport_info()['current_transport_state']

    if(state=="PLAYING" and not currentTrack==""):
        return TVState.music
    elif (state=="PLAYING"):
        return TVState.TV
    else:
        return TVState.pause
```

Abbildung 2.1: Abfrage Sonos Anlage

2.2 Musikmodus

2.2.1 Musik Modus starten und beenden

Der Musik Modus dient dazu passende Farben anhand des Audiosignals zu berechnen und auf dem LED-Streifen darzustellen. Jedoch ist es erforderlich, parallel zu der Verarbeitung der Audiosignale, weiterhin den Status der Sonos Anlage zu beobachten um einen späteren erneuten Moduswechsel zu ermöglichen. Die Parallelität dieser Abfrage und der Audioverarbeitung wurde durch Multi Threading ermöglicht. Wird in den Musik Modus gewechselt wird ein neuer Thread (im folgenden Musik Thread genannt) gestartet, welcher die Ausführung der nötigen Funktionen übernimmt. Der Main Thread prüft im Anschluss lediglich den Zustand der Sonos Anlage in regelmäßigen Intervallen. Wird im Main Thread ein erneuter Modus Wechsel erkannt, sendet er über eine Queue an den Musik Modus Thread eine Task welche die Terminierung über einen entsprechenden Handler einleitet und die Task aus der Queue wieder entnimmt. Zu der Realisierung dieser Funktion sollte erwähnt werden, dass Python kein Mehrkern Multithreading unterstützt. Daher laufen die Threads nicht echt parallel auf unterschiedlichen Kernen. Für den gewünschten Zweck ist die vorhandene Implementierung jedoch hinreichend, da der Main Thread die meiste Zeit wartend verbringt. Bei einer späteren Weiterentwicklung könnten statt eines zweiten Threads ein separater Prozess erzeugt werden, welcher die Ausführung der Funktion übernimmt. Dies würde eine parallele Ausführung ermöglichen und möglicherweise die Performance der Anwendung steigern.

2.2.2 Audioaufnahme und Farbberechnung

Die Aufnahme und Verarbeitung des Audiosignals beginnt mit dem starten des Musik Threads, sobald die Abfrage der Sonos Anlage das entsprechende Ergebnis produziert hat. Für die Aufnahme des Audiosignals wird in der Methode recordAudio zunächst ein Objekt der Klasse Rekorder erstellt, welche mithilfe der Pyaudio Bibliothek Signale des Standardeingabegerätes des Rasperrys erfasst. Im Konstruktor dieser Klasse werden verschiedene Parameter, wie die Abtastrate oder die Anzahl der Aufgenommenen Audiokanäle angegeben um ein geeignetes Stream Objekt mit Pyaudio zu erzeugen. Hier und an einigen weiteren Stellen der Anwendung werden Konfigurationsparameter aus der zentralen Konfigurationsdatei entnommen um dem Anwender und Entwickler Änderungen zu erleichtern und deren Auswirkung in konsistenter Form zu prüfen.

Wurde das Recorder Objekt erfolgreich erzeugt kann die zentrale permanente Schleife der Funktion beginnen. Diese nimmt zunächst ein Audiosignal auf, welches im Anschluss für die Berechnung der darzustellenden Farben genutzt wird. Das Auslesen der Signal erfolgt über das erstellte Recorder Objekt, welches bei dem Funktionsaufruf eine entsprechende Anzahl an Frames aufnimmt und als Liste an Float Werten zurückgibt. Diese Liste stellt die Ausschläge des Mikrofons über den Zeitraum der Aufnahme dar. Auf die Berechnung der Farbe soll im folgenden näher eingegangen werden.

Farbberechnung

Für die Berechnung der Farben aus den Ausschlägen des Audiosignals wurden Grundlagen und Inhalte des Psynesthesia Repositories verwendet. Verwendete Codeausschnitte aus diesem Repository sind in der Funktion zur Umwandlung Berechnung der Farbwerte zu finden (freqToRGB und wavelen2RGB). Im folgenden soll das Vorgehen bei der Umwandlung näher erläutert werden. Akkustische Signale bestehen bekannter Maßen aus Schallwellen, welche das Gehör eines Menschen in Schwingung versetzen. Diese Schallwellen wurden, wie bereits erwähnt in der A

Abbildungsverzeichnis

2.1 Abfrage Sonos Anlage 3

Tabellenverzeichnis

Listingverzeichnis