**Visualisierung von Audio-Daten in VR**

Hier kommt der Untertitel.

Manuel-Philippe Hergenröder (12085)

Vertiefende Studienarbeit, WS 2019

Prof. Dr. Damon T. Lee

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ehrenwörtliche Erklärung | | | | |
| Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt worden ist, insbesondere dass ich alle Stellen, die wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen sind, durch Zitate als solche gekennzeichnet habe.  Ich versichere auch, dass die von mir eingereichte schriftliche Version mit der digitalen Version übereinstimmt. Weiterhin erkläre ich, dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde/Prüfungsstelle vorgelegen hat. Ich erkläre mich damit nicht einverstanden, dass die Arbeit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.  Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die Digitalversion dieser Arbeit zwecks Plagiatsprüfung auf die Server externer Anbieter hochgeladen werden darf. Die Plagiatsprüfung stellt keine Zurverfügungstellung für die Öffentlichkeit dar. | | | | |
|  | | | | |
| Karlsruhe, der xx.02.2010 |  | Manuel-Philippe Hergenröder |  |  |
| Ort, Datum |  | Vorname Nachname |  | Unterschrift |

[1 Einleitung 4](#_Toc31714892)

[2 Konzeption 4](#_Toc31714893)

[3 Entwicklung der Visualisierung von Audio-Daten in VR 4](#_Toc31714894)

[3.1 Hardwarevoraussetzungen 4](#_Toc31714895)

[3.2 Softwarearchitektur 5](#_Toc31714896)

[3.3 Implementation und Fallstricke 6](#_Toc31714897)

[4 Ausblick und Möglichkeiten 6](#_Toc31714898)

[5 Fazit 6](#_Toc31714899)

[6 Literatur 7](#_Toc31714900)

# 1 Einleitung

Seit Anbeginn der Menschheit ist die Visualisierung von Informationen eine wichtige Methode der Vermittlung von Informationen. Dabei besitzt der Sehapparat die größte Bandbreite zum Gehirn im Vergleich zu den anderen Sinnesorganen. Im Gegensatz zum Beispiel zur akustischen Verarbeitung können eine große Menge an Informationen bzw. Daten „auf einem Blick“ verarbeitet werden. Insbesondere auch im Bezug auf den zeitlichen Verlauf, wohingegen beim Hören immer nur der gegenwärtige Moment bewusst erfasst werden kann. D.h. die Anreicherung von gehörtem Ton mit visuellen Informationen, kann unser Verständnis über die Struktur des Klangmaterials stark erweitern.

# 2 Konzeption

Die angestrebte Softwarelösung soll ausgehend von Offline-Audio-Daten, die über eine Importfunktion aus einer Audiodatei heraus in einen Buffer geladen werden können, eine in VR „begehbare“ Visualisierung ermöglichen. Dafür soll eine frequenzbasierte Darstellung verwendet werden, um Eigenschaften der Audio-Daten in visueller Form zu offenbaren, die evtl. beim bloßen Hören verborgen bleiben.

# 3 Entwicklung der Visualisierung von Audio-Daten in VR

## 3.1 Hardwarevoraussetzungen

Für die Visualisierung in VR ist zum einen das Head-Mounted-Display HTC VIVE erforderlich und zum anderen ein leistungsfähiger PC mit dedizierter 3D-Grafikkarte. Die von HTC VIVE angegebenen Mindestanforderungen[[1]](#footnote-1) setzen als CPU „Intel Core i5-4590/AMD FX 8350 oder besser“, als GPU eine „NVIDIA GeForce GTX 1060, AMD Radeon RX 480 oder besser“, „4 GB RAM oder mehr“ Arbeitsspeicher, „HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 oder neuer“, „1x USB 2,0 oder höher“ und als Betriebssystem „Windows 7 SP1, Windows 8.1 oder später, Windows 10“ voraus. Dies ist insbesondere wichtig, da zu schwache Hardware für Bildaussetzer sorgt, was im Zusammenhang mit dem Head-Tracking zu Übelkeit und Kopfschmerzen führen kann. Im Idealfall sollten immer mind. 90 Bilder pro Sekunde ohne sogenannte „Frame-Drops“ gewährleistet sein.

Ohne HMD lässt sich die Visualisierung auch auf einem 2D-Monitor mit Tastaturnavigation mit verringerter Immersion verwenden. Die Hardwareanforderungen fallen dabei geringer aus.

Für die schnelle Berechnung der Fourier-Transformation ist generell eine schnelle CPU mit guter Multi-Threading-Performance ratsam, um Wartezeiten zu verkürzen.

Bei dem System, welches zur Entwicklung verwendet wurde, handelt es sich um einen PC mit Intel i9-9900K mit 32GB RAM und einer NVIDIA Geforce RTX 2070, welcher sich als adäquat herausgestellt hat.

## 3.2 Softwarearchitektur

Als Grundlage für die Visualisierung wurde die Laufzeit- und Entwicklungsumgebung Unity gewählt. Diese Spiele-Engine ist für nicht-kommerzielle Entwicklungen kostenlos nutzbar und bietet ein weitreichendes Ökosystem aus Assets, Erweiterungen und Anbindungen an externe Bibliotheken. Außerdem lässt sich das Verhalten durch selbstgeschriebene Skripte (u.a. in der .NET-Sprache C#) beliebig anpassen. Über das SteamVR Plugin[[2]](#footnote-2) aus dem Unity Asset Store lässt sich das Head Mounted Display HTC VIVE, für das dieses Projekt konzipiert ist, ansteuern.

Für den Import von Audio-Daten wird die Open-Source-Bibliothek NAudio[[3]](#footnote-3) für .NET (entwickelt von Mark Heath) verwendet.

Für das Zerlegen der Audio-Daten in seine Frequenzanteile wurde die C-Bibliothek FFTW[[4]](#footnote-4) gewählt. Ausschlaggebend dafür war die im Vergleich zu anderen Bibliotheken schnelle Performance, das freie Lizenzmodell, welches mit einer umfangreichen Dokumentation hergeht, sowie die Tatsache, dass FFTW viele verschiedene Algorithmen implementiert (u.a. verschiedene Varianten der diskreten und schnellen Fourier-Transformation – auch in umgekehrter Richtung).

Für die verteilte Versionsverwaltung wird Git[[5]](#footnote-5) auf einer selbst-betriebenen Gitlab-Installation, sowie Github verwendet.

## 3.3 Implementation und Fallstricke

Zunächst wurde SuperCollider[[6]](#footnote-6) für das Bereitstellen der FFT Daten verwendet, was sich insbesondere für den Datenaustausch mit Unity als komplex herausgestellt hat.

# 4 Ausblick und Möglichkeiten

Die Immersion und Interaktion, die durch den Aspekt der „Begehbarkeit“ der Audio-Daten entsteht, stellt eine

# 5 Fazit

# 6 Literatur

1. VIVE - “Wie sind die Systemanforderungen?” <https://www.vive.com/de/support/vive/category_howto/what-are-the-system-requirements.html> (letzter Abruf: 04.02.2020) [↑](#footnote-ref-1)
2. Unity Asset Store – SteamVR Plugin - <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/steamvr-plugin-32647> (letzter Abruf: 04.02.2020) [↑](#footnote-ref-2)
3. NAudio – Audio and MIDI library for .NET - <https://github.com/naudio/NAudio> (letzter Abruf: 04.02.2020) [↑](#footnote-ref-3)
4. FFTW Home Page - <http://fftw.org/> (letzter Abruf: 04.02.2020) [↑](#footnote-ref-4)
5. Git –fast-version control - <https://git-scm.com/> (letzter Abruf: 04.02.2020) [↑](#footnote-ref-5)
6. SuperCollider - <https://supercollider.github.io/> (letzter Abruf: 04.02.2020) [↑](#footnote-ref-6)