

# Titel der Ausarbeitung bzw. des Themas

Proseminar-Ausarbeitung von

thomas

An der Fakultät für Informatik  
Institut für Visualisierung und Datenanalyse,  
Lehrstuhl für Computergrafik

4. Mai 2018



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Zielsetzung der Arbeit . . . . .	1
1.2	Gliederung der Arbeit . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Tactile Geräte . . . . .	3
2.2	Genetischer Algorithmus . . . . .	3
2.3	Selektion . . . . .	4
2.4	Variation . . . . .	4
2.5	Vererbung / Gendrift . . . . .	4
2.6	Allgemeiner Vorgang eines Evolutionären Algorithmus . . . . .	4
2.7	Initialisierung . . . . .	4
2.8	Bewertung der Individuen . . . . .	5
2.9	Selektion . . . . .	5
2.10	Rekombination . . . . .	5
2.11	Mutation . . . . .	5
2.12	Wiederholung durch neuer Generation . . . . .	5
2.13	Verwandte Arbeiten . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Analyse</b>	<b>7</b>
3.1	Anforderungen . . . . .	7
3.2	Existierende Lösungsansätze . . . . .	8
3.3	Weiterer Abschnitt . . . . .	8
3.4	Zusammenfassung . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Entwurf</b>	<b>11</b>
4.1	Programm Ablauf . . . . .	11
4.2	Ausführung des Programms . . . . .	11
4.3	Evolutionärer Algorithmus . . . . .	13
4.4	Ausführung des Programms . . . . .	13
4.5	Notizen . . . . .	13
4.6	Zusammenfassung . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Implementierung</b>	<b>15</b>
5.1	Signal . . . . .	15
5.2	Muster . . . . .	15
5.3	Evolutionärer Algorithmus . . . . .	15
<b>6</b>	<b>Evolutionärer Algorithmus</b>	<b>17</b>
6.1	DNA . . . . .	17
6.2	Population . . . . .	17
6.3	Generationen . . . . .	17
6.4	Mutation . . . . .	17

6.5	Studiendesign . . . . .	17
<b>7</b>	<b>Studiendesign</b>	<b>19</b>
7.1	Studiendesign . . . . .	19
<b>8</b>	<b>Evaluierung</b>	<b>21</b>
8.1	Abschnitt 1 . . . . .	21
8.2	Abschnitt 2 . . . . .	21
8.3	Zusammenfassung . . . . .	21
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>23</b>
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>25</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>27</b>

# 1. Einleitung

Hinweis: In die Einleitung gehört die Motivation und Einleitung in die Problemstellung. Die Problemstellung kann in der Analyse noch detaillierter beschrieben werden.

## 1.1 Zielsetzung der Arbeit

Was ist die Aufgabe der Arbeit? ...

Mit dieser Bachelorarbeit verfolge ich das Ziel personalisierte Vibrationssignale zu erstellen. Hierbei werden drei verschiedene Vibrationssignale für einen Nutzer so angepasst, dass die Werte für ihn speziell angepasst werden. Zur Bestimmung der eines Vibrationssignals wird ein Evolutionärer Algorithmus verwendet. Nachdem dieser passende Wert gefunden worden ist, wird überprüft, wie gut die personalisierten Vibrationssignale im Vergleich zu vorgegebenen Werten erkannt werden.

Die Aufgabe besteht darin, für ein Individuum mit einem Programm drei verschiedene Vibrationssignale für Ihn so anzupassen, dass die Werte von Ihm besser erkannt werden als vorgegebene Werte. Dabei wird zur Bestimmung eines Vibrationssignals ein Evolutionärer Algorithmus verwendet. Nachdem dieser passende Wert gefunden worden ist, wird überprüft, wie gut im Vergleich zu Vorgegebenen Werten die Daten erkannt werden.

Heutzutage gibt es viele Geräte die einen Vibrationsmotor besitzen, sei es das Handy, Smartwatches, Fitnessarmbänder (o.ä.). Bei meiner Recherche, gab es bis bisher keine wirkliche Umsetzung um Vibrationen für eine Person personalisieren zu lassen, mit ein paar kleinen Ausnahmen, auf die ich noch zu sprechen komme. Im Folgenden habe ich ein paar Geräte angesprochen, die einen Ansatz von Personalisierung von Vibrationen haben.

Bei der Apple Watch beispielsweise gibt es eine von Apple selbst entworfene Taptic Engine. Der Name bildet sich aus dem Wort "Taktill" und "Haptisch" zusammen. Diese Taptic Engine erzeugt eine mechanische Rückmeldung, die bei den meisten Apple Produkten bereits verbaut ist. Somit wird kein Vibrationsmotor mehr verwendet sondern die beschriebene Taptic Engine. Trotz neu erfinden einer mechanischen Rückmeldung kann man die Apple Watch nicht personalisieren wie lang die Rückmeldungen jetzt sein sollen. Das einzige was man einstellen kann, ist die Stärke der Uhr. Diese ist in 3 Stärkestufen unterteilt. Dabei kann man aber nicht von Personalisierung sprechen.

Aktuell ist es so, dass man bei dem Hersteller Samsung keinerlei Möglichkeit hat sich dort die Vibrationen zu personalisieren. Man kann hier lediglich unter einer Handvoll vordefinierten Vibrationsmuster entscheiden.

Beim iPhone vom Apple, kann man unter Einschränkungen sich wirklich mal ein eigenes Muster erstellen. Dabei geht man in die jeweilige Einstellungen hinein und es erscheint ein graues Bild. Beim drücken auf dem Display wird an der Stelle eine Vibration erzeugt. Dabei hat man in etwa 10 Sekunden Zeit um sich ein eigenes Muster zu definieren, indem man auf den Bildschirm drückt. Diese Vibrationsmuster sind jedoch nur eingeschränkt nutzbar. Zum Beispiel lassen sich diese Muster nur unter Klingeltönen, dem Nachrichtenton, Erinnerungshinweisen, (o.ä.) hinzufügen. Das was jedoch fehlt ist, dass man diese persönlichen Muster auch zu einer bestimmten Benachrichtigung einer Application abspielen lassen könnte. Das heißt, ich kann nicht unterscheiden, welche Benachrichtigung ich erhalte, wenn ich mein Handy in der Hosentasche habe wenn es auf Stumm gestellt ist.

Das letzte Gerät was ich ansprechen möchte, ist von keiner großen Firma wie Apple oder Samsung sondern ein StartUp namens Martian. Diese Firma hat eine Uhr hergestellt, die man mittels einer App auf dem Handy anpassen kann. Mittels der Application kann man sich für mehrere Hunderte Apps die Benachrichtigungen senden, ein Muster mit bis zu 4 Signalen auf der Uhr als Vibration darstellen lassen. Die Signale sind zwischen Lang, Kurz und Pause (also kein Signal) darstellbar. Die Uhr hat mich als einziges Produkt überzeugt, dass man sich persönliche Vibrationsmuster erstellen und abspielen lassen kann. Natürlich ist die Länge und Stärke der Vibration damit vorgegeben.

Somit wollte ich herausfinden, ob es möglich ist für jedes Individuum eine eigene passende Länge und Stärke von Vibrationssignalen zu erstellen, so dass die Kombination der Signale noch erkannt werden.

Die Hypothese die ich mit dieser Bachelorarbeit beantworten möchte ist, ob man mittels personalisierten Vibrationen eine Folge von Vibrationen besser unterscheiden als vorgegebene Vibrationen. Um dies beantworten zu können verwende ich Wearable zur Darstellung der Vibrationssignale und einen Genetischen Algorithmus um die personalisierten Vibrationen zu ermitteln.

## 1.2 Gliederung der Arbeit

Was enthalten die weiteren Kapitel? ...

Im Verlauf dieser Bachelorarbeit erläutere ich erst allgemein, was die einzelnen Bestandteile des Evolutionären Algorithmus sind und wie ich den an mein Problem angepasst habe. Sowie das Problem ansatzweise heutzutage umgesetzt wurde und wie ich an das Problem heranging und wie ich es implementiert habe.

// auskommentieren In meiner Bachelorarbeit werde ich erst einmal erläutern, was aktuell in den Smartphones und in der Forschung benutzt wird. Im Folgenden werde ich erläutern, was ein Genetischer Algorithmus ist und wie ich diesen nutzen genutzt habe.

## 2. Grundlagen

Die Grundlagen müssen soweit beschrieben werden, dass ein Leser das Problem und die Problemlösung versteht. Um nicht zuviel zu beschreiben, kann man das auch erst gegen Ende der Arbeit schreiben.

Bla fasel...

### 2.1 Tactile Geräte

Bla fasel...

Ein Taktiler Gerät ist ein Gerät, das Informationen an einen Menschen mitteilen möchte, dies geschieht durch die Wahrnehmung der Haut. Ein Taktiler Gerät ist ein Gerät, das Informationen durch die Wahrnehmung des Menschen mittels Körperkontakt darstellt.

Taktile Geräte werden heutzutage öfter verwendet, als man es eigentlich wahrnimmt. Ein einfaches Beispiel ist das Handy. Eine Person hat sein eigenes Handy in der Hosentasche. Bei einer eingehenden Nachricht, muss der Benutzer mitgeteilt werden, dass eine Nachricht empfangen wurde. Dies geschieht normalerweise mit dem Klingelton. Wenn man jetzt beschäftigt ist und nicht durch ein lautes klingeln gestört werden möchte, dann stellt man den Ton ab. Um dennoch darauf aufmerksam zu machen, dass eine Nachricht eingetroffen ist, nutzt man die Vibration des Handys.

//Man nutzt Vibrationen um darauf aufmerksam zu machen, dass trotz abgeschaltetem Klingelton, eine Nachricht empfangen wurde.

Das Handy ist nur eins von vielen Beispielen, was man über den Alltag noch für Taktile Geräte verwendet.

//Falls eine Person das Handy in der Hosentasche haben sollte und eine eingehende Nachricht empfangen wurde, will das Handy dem Benutzer das mitteilen. Dies passiert im Normalfall durch einen Klingelton. Um als Taktiler Gerät definiert zu werden, muss es dem Benutzer per Körperkontakt mitteilen, dass eine Nachricht eingegangen ist. Das geschieht nicht durch den Klingelton sondern durch Vibration.

### 2.2 Genetischer Algorithmus

Bla fasel...

Die Evolutionären Algorithmen sind stochastische Optimierungsverfahren. Man findet damit nicht die beste Lösung für ein Problem, jedoch findet man eine gute Annäherung. Dabei hat man sich bei den Evolutionären Algorithmen an der Biologischen Evolution von Darwin inspirieren lassen.

In der Biologie ist jeder lebende Organismus ein Individuum. Jedes Individuum besitzt Erbinformationen in der Form von Chromosomen. Die Erbinformationen werden auch **Gene** oder **DNA** genannt. Eine Gruppe von Individuen wird als **Population** bezeichnet.

Der Algorithmus wurde anhand der folgenden Merkmale erstellt.

## 2.3 Selektion

Eine **Selektion** ist ein Mechanismus, bei dem man sich zwei Individuen auswählt, um anschließend die Gene der beiden Individuen, mittels der sogenannten **Rekombination**, zu kombinieren. Dabei gibt es verschiedene Selektionsstrategien. Man versucht die Individuen zu finden, um eine bestmögliche Lösung für ein Problem zu liefern.

## 2.4 Variation

Man sollte eine zahlreiche Variation von Genen der einzelnen Individuen besitzen. Denn nehme anhand einem Beispiel von Süßigkeiten einmal kurz an, dass alle Süßigkeiten die gleiche Farbe und die gleiche Form haben. Wenn man sich jetzt zwei zufällige Süßigkeiten auswählen würde, hätten Sie keinerlei Unterschiede und so würde das Nachkommen die gleichen Gene besitzen. Damit genau das nicht auftritt, versucht man zu Beginn eine große Variation an Individuen zu erzeugen und diese als Anfangs Population für einen Evolutionären Algorithmus zu nutzen. Mittels Rekombination und Mutation wird dabei ein neues Individuum für die nächste Generation erzeugt.

//Durch Rekombination und Mutation der DNA der Individuen erhält man eine Variation. //Die Rekombination und Mutation erzeugt lediglich ein neues Individuum aus der DNA der zuvor selektierten Individuen.

Um die nächsten Generationen zu bilden wird eine Rekombination und Mutation auf die DNA der Selektierten Individuen ausgeführt. Die Variation der DNA spielt eine wichtige Rolle, denn die ist für die nachfolgende Rekombination und Mutation entscheidend für die nächsten Generationen. Um bei der Selektion unterschiedliche Individuen ausgewählt werden können, benötigt man zunächst eine Variation

## 2.5 Vererbung / Gendrift

Bla fasel ...

## 2.6 Allgemeiner Vorgang eines Evolutionären Algorithmus

Ein Evolutionärer Algorithmus besitzt grundsätzlich immer die gleichen Komponenten die miteinander.

## 2.7 Initialisierung

Man erzeugt sich zur Initialisierung eine Population von Individuen, die eine Variation von Genen besitzt.



## 2.8 Bewertung der Individuen

Bevor man eine neue Population für die nächste Generation berechnen kann, muss man zuerst mithilfe einer Fitnessfunktion jedes Individuum einen Fitnesswert bestimmen.

## 2.9 Selektion

Anhand dem Fitnesswert der Individuen werden zwei zufällige Individuen bestimmt. Diese selektierten Individuen werden als Eltern für die Nächste Generation benutzt. Bei der Selektion wird ein hoher Fitnesswert bevorzugt.

## 2.10 Rekombination

Die Gene der ausgewählten Eltern werden miteinander kombiniert und bilden die Gene des neuen Individuum für die Population der nächsten Generation. Hier gibt es verschiedene Kombinationsmöglichkeiten, die angewendet werden können.

## 2.11 Mutation

Bei dem erzeugen Individuum besteht eine Chance, dass die kombinierten Gene durch eine Mutation verändert werden.

## 2.12 Wiederholung durch neuer Generation

Der Vorgang der Selektion, Rekombination und Mutation wird so oft ausgeführt, bis man eine neue Population hat, die genauso groß ist, wie die Anfangapopulation. Nachdem die neue Population erzeugt wurde, wird diese durch die Anfangspopulation ersetzt und man führt den Algorithmus erneut aus. Dies geschieht so lange, bis man eine hinreichende Lösung für das Problem hat.

Ich habe meinen Evolutionären Algorithmus so angepasst, dass bei mir ein Individuum ein Signal ist. Ich habe dem Benutzer das Signal mit dem Wearable abspielen lassen und im Anschluss Fragen beantworten lassen. Er sollte bewerten wie gut er das Signal erkannt hat. Die Bewertung vom Benutzer war entscheidend um nach der kompletten Bewertung der Population

## 2.13 Verwandte Arbeiten

Hier kommt „Related Work“ rein. Eine Literaturrecherche sollte so vollständig wie möglich sein, relevante Ansätze müssen beschrieben werden und es sollte deutlich gemacht werden, wo diese Ansätze Defizite aufweisen oder nicht anwendbar sind, z. B. weil sie von anderen Umgebungen oder Voraussetzungen ausgehen.

Bla fasel...



## 3. Analyse

In diesem Kapitel sollten zunächst das zu lösende Problem sowie die Anforderungen und die Randbedingungen einer Lösung beschrieben werden (also nochmal eine präzisierte Aufgabenstellung).

Dann folgt üblicherweise ein Überblick über bereits existierende Lösungen bzw. Ansätze, die meistens andere Voraussetzungen bzw. Randbedingungen annehmen.

Bla fasel...

### 3.1 Anforderungen

Anforderungen und Randbedingungen ...

Die Aufgabenstellung bestand darin, herauszufinden, ob ein personalisiertes Vibrationsmuster besser als ein vordefiniertes Vibrationsmuster erkannt wird. Um dies zu lösen musste man sich im Vorfeld ein paar Gedanken über die Repräsentation eines Signals, die Dekodierung und über die Übertragung machen. Im Folgenden werden diese Entscheidungsfindungen beschrieben.

Die Übertragung

Zu aller erst hat man sich das vorgegebene Armband genauer inspiziert. Dabei konnte man das Armband über eine serielle Schnittstelle sowie über Bluetooth Low Energie (LE) nutzen. Bei der Nutzung der seriellen Schnittstelle hatte man zwar den Vorteil, dass man sich nicht mittels Bluetooth auseinander setzen müsse, jedoch ist man an einem Kabel über den PC verbunden gewesen, was zur Einschränkung der Bewegungsfreiheit ... hat. Um genau diesen Nachteil nicht zu haben hat man sich für Bluetooth LE entschieden. Dabei gab es auch einige Nachteile, die man beheben musste. Die Kommunikation mittels Bluetooth LE hatte eine maximale Datenübertragung von 20 Bytes. Diese wurden jeweils in zwei Bytes Blöcke unterteilt.

Anhand der Begrenzung der Datenübertragung hat man sich eine geeignete Dekodierung des Signals überlegen müssen.

... Dabei musste man sich definieren wie ein Signal aufgebaut gewesen ist. Dabei musste für ein Signal eine Datenstruktur erstellt werden.

Dekodierung eines Signals.

Evolutionärer Algorithmus musste erstellt werden mit allen Komponenten, Population Fitnessfunktion, usw.

Kommunikation mit dem Armband musste aufgebaut werden.

Es sollte eine Studie ausgeführt werden um das System zu testen

Dabei sollte eine grafische Oberfläche erstellt werden, damit der Benutzer selbst eine Eingabe in den PC machen konnte um nächste Signale abspielen zu können.

Es sollten die Daten ausgewertet werden.

## 3.2 Existierende Lösungsansätze

Hier kommt eine ausführliche Diskussion von „Related Work“.

Bla fasel. . .

## 3.3 Weiterer Abschnitt

Bla fasel. . . hat auch schon [?] gesagt und [?, ?, ?] sollte man mal gelesen haben. Abbildung 3.1 auf S. 8 sollte man sich mal anschauen.

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext

Abbildungen sollten möglichst als EPS (Encapsulated Postscript) bzw. PDF eingebunden werden. Zur Erzeugung sauberer EPS-Dateien empfiehlt sich das Tool `ps2eps` zur Nachbearbeitung von Postscript-Dateien. Mit `epstopdf` kann dann eine PDF-Datei zum Einbinden erzeugt werden.

Abbildung 3.1: Testabbildung

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext  
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext

## 3.4 Zusammenfassung

Am Ende sollten ggf. die wichtigsten Ergebnisse nochmal in *einem* kurzen Absatz zusammengefasst werden.



## 4. Entwurf

In diesem Kapitel erfolgt die ausführliche Beschreibung des eigenen Lösungsansatzes. Dabei sollten Lösungsalternativen diskutiert und Entwurfsentscheidungen dargelegt werden.

Bla fasel...

### 4.1 Programm Ablauf

Bla fasel...

### 4.2 Ausführung des Programms

Zu Beginn musste man sich über alles einen Überblick schaffen. Das heißt, dass man sich alle Bestandteile einzeln betrachten musste bevor man alles zusammen setzen konnte. Es gibt drei / vier große Bestandteile die ich mir überlegen musste.

Zualler erst musste man sich mit dem Armband beschäftigen, um herauszufinden, was es alles konnte. Man konnte die Zeit, die das Armband vibrieren sollte festlegen, sowie auch die Stärke, wie Stark das Armband vibrieren sollte. Man musst darauf achten, dass man die 20 Bytes, die man lediglich mit Bluetooth übertragen konnte nicht überschreitet.

Als nächstes habe ich mir erst einmal überlegt, wie ich die Daten repräsentieren sollte. Ich habe mir überlegt, dass ich eine Datenstruktur erstellen müsste um das Signal anschließend über BLE an das Armband zu übertragen. Aber wie sehen Signale aus? Zuerst habe ich mir überlegt, was ist die Maximale und Minimale Länge, die ich übertragen werde. Dabei habe ich mich für einen Minimalen Wert von 100 Millisekunden (ms) und eine Maximale Länge von 1024 ms entschieden. Da man das Armband auch in verschiedenen Vibrationsstärken abspielen konnte, habe ich herausgefunden, manche Vibrationsstärken gar keine Vibration abspielten, weil so wenig Strom übertragen wurde, dass die Vibrationsmotoren gar nicht erst angesteuert wurden. Dabei haben sich die Grenzen hierbei von 0x07FF bis 0xFFFF behandelt. Um jedoch merkbare Unterschiede der Vibrationsstärke zu bestimmen habe ich mir die Grenzen in 5 Bereiche aufgeteilt. Somit hatte ich zwei Variablen, die ich für meine Darstellung von einem Signal entscheidend war.

Da ich jetzt Signale mit einer Länge von 100 ms bis 1024 ms hatte musste ich mir überlegen, wie viele Signaltypen ich hier erzeugen würde. Der Morsecode beispielsweise bestand aus 3 Teilen ein Kurzes Signal, ein Langes Signal und einer Pause. Dabei wollte ich jetzt nicht

den Morsecode nehmen und habe mich für eine eigene Definition entschieden. Dabei habe ich gesagt dass es drei Signaltypen gibt. Diese drei Signaltypen sind Kurz, Mittel und Lang, auf die ich gleich noch einmal zu sprechen komme.

Vorher will ich auf den Evolutionären Algorithmus zu sprechen kommen. Beim Evolutionären Algorithmus musste man sich zu beginn eine Anfangspopulation erstellen. Also in meinem Fall wäre die Anfangspopulation eine Menge von Signalen die eine Variation aufweisen sollte. Wie sollte eine solche Population aussehen? Hier ist mir der Gedanken gekommen, man sollte die Signaltypen in Grenzen aufteilen, das bedeutet, dass man beispielsweise von 100 bis 300 ms Kurz, von 400 bis 700 ms Mittel und von 800 bis 1024 ms Lang definieren sollte. Am Anfang habe ich dies auch gemacht, dass die Grenzen fest von mir vorgegeben waren, jedoch hat man festgestellt, dass die Nutzer nicht genau diese Grenzen als Kurz, Mittel und Lang empfunden haben. Das heißt man musste sich vor dem Evolutionären Algorithmus überlegen, wie die Nutzer die Signalgrenzen selbst bestimmten. (Nähere Information im Kapitel Implementierung)

Nach der Bestimmung der Signaltypen, hat man sich erneut an den Evolutionären Algorithmus gewagt. Das bedeutete, man musste eine Anfangspopulation bestimmen. Dabei hat man N Individuen für jeden Signaltypen innerhalb seiner Grenzen erzeugt. Zuerst komplett zufällig innerhalb der Grenzen, dabei kam man zu dem Ergebnis, dass die Grenzen nur in seltenen Fällen drinnen waren. D.h. dass man nie den vollständigen Intervall den man vorher bestimmt hat in der Anfangspopulation vertreten war. Deshalb habe man von den N Individuen zwei Individuen erzeugt, die genau die beiden Grenzen repräsentiert haben.

Nach der Erzeugung der Anfangspopulation sollten die Signale vom Benutzer alle bewertet werden. Dabei hatte man den Gedanken, dass man den Benutzer die Signale mehrmals abspielt und ihn jedes mal abfragt, was für ein Signal er erkannt hat und anhand der Häufigkeit, die er das Signal als den Signaltypen erkannt hat wie das Programm es für ihn im Vorfeld bestimmt hatte, einen Fitnesswert bestimmt. Jedoch müssten diese  $3 \cdot N$  Signale mehrmals abgespielt werden, um eine Häufigkeit zu erhalten. Wenn man hier für die Population jedes Individuum fünf mal abspielen würde, wäre man bei  $15 \cdot N$ . Bei einem N von 10 Signalen pro Signaltyp wären das dann 150 Bewertungen die der Nutzer pro Population machen müsste um nur eine Generation zu bewerten. Wenn man nur vier Generationen bestimmen wollte, so wäre man bei 450 Bewertungen nur um einen personalisierten Wert zu erhalten. Das wäre für einen normalen Benutzer nicht zumutbar, dass er so viel Zeit in Anspruch nehmen würde um so viele Signale zu bewerten.

Daher musste eine Alternative her. Die Alternative ist gewesen, man spiele dem Benutzer jedes Individuum nur einmal ab und stelle ihn dazu drei Fragen, die wie in einem SUS Fragebogen gestellt wird, mit einer Skala von sehr gut bis sehr schlecht. [BILD EINFÜGEN] Anhand der Fragen habe ich einen Fitnesswert bestimmt. Die weitere Beschreibung des Algorithmus wird in der Implementierung beschrieben.

Mit jeder Generation ist man davon ausgegangen, dass die Grenzen der Signaltypen kleiner wurde und zu dem Wert, dass dem Nutzer am besten gefallen würde hinkonvergieren würde. Würde man dies weitertreiben, bis die jeweiligen Signaltypen gegen eine Zahl konvergieren, würde man noch ein paar mehr Iterationen machen müssen, was unter Bedacht, dass der Benutzer nicht so lange die Signale bewerten würde nach vier Iterationen aufgehört. Nachdem der Algorithmus also nach der vierten Generation die Population erzeugt hat, wurde von allen Individuen das Minimum und Maximum der jeweiligen Signaltypen bestimmt worden. Anhand der Minima und Maxima wurde für jeden Signaltypen der Mittelwert bestimmt.

Somit hat man nach dem Algorithmus einen personalisierten Kurz, Mittel und Lang Wert.



Im dritten Schritt musste man herausfinden, wie die Signale im Vergleich zu Vorgegebenen Werten erkannt werden. Dabei hat man verschiedene Folgen von Signalen vordefiniert, die der Benutzer erkennen sollte. Dabei habe man zuerst drei Signal-Folgen (aka Muster) abgespielt, anschließend vierer Muster und zu letzt fünfer Muster. Es wurde abwechselnd ein zufälliges genetisches Muster und ein generisches Muster abgespielt.

## 4.3 Evolutionärer Algorithmus

## 4.4 Ausführung des Programms

Im folgenden Abschnitt werden die folgenden Komponenten beschrieben, die für einen Evolutionären Algorithmus verwendet werden. Dabei wurden die grundlegenden Bestandteile eines Evolutionären Algorithmus beachtet und umgesetzt.

## 4.5 Notizen

Beim Entwurf, ok so wurde der Evolutionäre Algorithmus aufgebaut.

Im Studiendesign wurde der Ablauf und die Durchführung aufgeschrieben. Im Studiendesign sah die GUI so aus.

Im Entwurf kannst du schreiben, dass die GUI so und so funktioniert und die Benutzerführung ist so, da kann man noch ein schönes Diagramm zu machen zum Benutzerfluss (also ein benutzerflussdiagramm)

Oder im Studiendesign kann man das endgültige Benutzerflussdiagramm hinzufügen und Sagen ok wir hatten eine GUI denn das ist ja 1 zu 1 mein Studien design, so wie sich mein Nutzer in der GUI durchgeklickt, ist wie ich die Studie designed habe. Daher passt es super ins Studiendesign hinein, das klassische, ich hab das mit so und so vielen Leuten gemacht, so viele waren männlich, so viele weiblich, alter, durchschnitt Standardabweichung, hab das an drei verschiedenen orten gemacht, Probanden waren bekannte freunde und ueber mailing listen sample of convenience. Das Prozedere ging so, die Leute sind gekommen, ich hab es ihnen erlaert, die haben das Armband angelegt, habe denen das erst einmal alleine abgespielt, die haben das armband angelegt, haben am ende noch eine email hinterlassen um am Gewinnspiel teilzunehmen,

Und dann der Teil mit der Evaluierung, also das mit den Ergebnissen.

Tortendiagramm ist nicht schön, so und so viele bezeichnen sich als als musikalisch, Prozentzahlen reichen Bla fasel...

## 4.6 Zusammenfassung

Am Ende sollten ggf. die wichtigsten Ergebnisse nochmal in *einem* kurzen Absatz zusammengefasst werden.



## 5. Implementierung

Bla fasel...

### 5.1 Signal

Bla fasel...

Das Signal ist ein wichtiger Bestandteil meines Programm. Ein Signal beinhaltet die Signallänge, die in Millisekunden gespeichert wird, und eine Signalstärke, die in 5 Stärkestufen eingeteilt ist.

### 5.2 Muster

Bla fasel...

### 5.3 Evolutionärer Algorithmus

Bla fasel...



## **6. Evolutionärer Algorithmus**

### **6.1 DNA**

### **6.2 Population**

### **6.3 Generationen**

### **6.4 Mutation**

### **6.5 Studiendesign**

Bla fasel...



## 7. Studiendesign

### 7.1 Studiendesign

TODO Benutzerflussdiagramm

Im folgenden Benutzerflussdiagramm hat man sich orientiert um die Studie zu entwerfen. (Sample of convenience) Über Mailinglisten und Bekanntenkreis haben sich 32 Probanden bereiterklärt an der Studie teilzunehmen. Dabei waren 72 Prozent Männer und 28 Prozent Frauen. Das Alter der Probanden war von 12 bis 54 Jahren vertreten und das Durchschnittsalter war 22 Jahre. Die Studie hat zwischen 30 Minuten und einer Stunde gedauert. Die Studien wurden an drei verschiedenen Orten durchgeführt, im TECO in Karlsruhe, in einem Seminarraum an der Hochschule Darmstadt und in einem Arbeitszimmer in Meschede.

Für jeden teilgenommenen Probanden ist der gleiche Ablauf durchgeführt. Vor der Studie wurde ein Termin mit dem Probanden vereinbart. Nachdem der Proband zur abgemachten Zeit am vorgegebenen Ort angekommen ist, wurde ihm erklärt wofür die Studie ist, was man mit der Studie herausfinden will und welche Erwartungen man an den Probanden hat. Nachdem der Proband alles verstanden hat und die Einverständniserklärung verstanden und unterschrieben hat, wurde ihm das Armband angezogen.

Für die Studie hat man ein Programm mit einer Grafischen Oberfläche (GUI) entworfen, mit der es möglich war die ganze Studie durchzuführen. Dabei wurden dem Probanden ein paar Personalien abgefragt, wie das Alter, das Geschlecht, ob sich die Person als Musikalisch empfindet, ob man Computerspiele spielen würde, ob man schon einmal eine Smartwatch benutzt habe und ob die Person schon mal ein Tactiles Gerät benutzt habe. Falls vom Probanden Fragen während der Studie Fragen aufgekommen sind wurden diese sofort beantwortet.

Nach der Aufnahme der Personalien, wurde dem Benutzer erklärt, was ihn als nächstes erwartet und von ihm verlangt wird. Man hat dem Nutzer im ersten Schritt 10 Signale abgespielt, um ihm ein Gefühl für Signale zu geben. Im Anschluss wurde dem Probanden jedes Signal erneut einmalig abgespielt. Dabei sollte er das Signal zu drei jeweiligen Kategorien zuordnen. Diese Kategorien waren ob es ein Kurzes, Mittleres oder Langes Signal für ihn gewesen ist. Dieser Schritt war dafür notwendig um für den Benutzer die Grenzen für die jeweilige Kategorien Kurz, Mittel und Lang zu bestimmen. Diese Grenzen sind für die Initialisierung des Algorithmus notwendig gewesen.

Als die 10 Signale bewertet wurden, wurde der Benutzer darüber aufgeklärt, was Ihm als nächsten Schritt erwartet. Es wurde Ihm ein anhand seiner Eingaben ein zufälliges Signal abgespielt, dass er bewerten sollte (BILD). Anhand der drei Fragen wurde das Signal bewertet. Um eine Iteration komplett zu bewerten wurde dieser Vorgang 30 mal wiederholt. Im Anschluss wurde gefragt wie der Benutzer sich derzeit fühlt (BILD). Anhand einer komplett bewerteten Iteration wurde dem Benutzer neue Werte berechnet. Es wurden insgesamt vier Iterationen durchgeführt um einen möglichst genauen Wert für den Benutzer zu bestimmen.

Im letzten Schritt wurde dem Benutzer aufgeklärt, dass ab dem Zeitpunkt nur noch Folgen von Signalen, die man ab jetzt Muster nennt, abgespielt werden. Die Probanden sollten angeben in welcher Reihenfolge was für Signaltypen abgespielt wurden. Es wurde für alle Probanden im Vorfeld alle Muster definiert, damit jeder die gleichen Muster abgespielt bekommt. Es gab zwei Arten von Muster, die generischen Muster und die genetischen Muster. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Arten waren die Werte, die die Signale in einem Muster zugewiesen wurden. Das bedeutet es wurden zwei mal das selbe Muster abgespielt mit lediglich anderen Werten. Die Genetischen Muster hatten die Werte, die nach dem Algorithmus erzeugt wurden übernommen, wobei die generischen Muster einen vordefinierten Wert zugewiesen bekommen hat. Der generische Wert ist für jeden Probanden gleich gewesen. Dabei gab es Muster mit drei, vier und fünf Signalen. Nacheinander wurde dem Nutzer zuerst alle Muster mit drei Signalen. Dabei wurde das genetische Muster abwechselnd zum generischen Muster abgespielt.

Nachdem alle Muster von dem Probanden bewertet wurden, haben Sie Ihre e-Mail noch angegeben um an einer automatischen Verlosung von zwei Gutscheinen teilzunehmen. Bei Interesse wurde Ihnen Ihre Werte gezeigt und erklärt, was genau im Hintergrund passiert worden ist. Während der ganzen Studie standen dem Probanden ausreichend Suesigkeiten zur Verfügung, bei denen Sie sich frei bedienen konnten.



## 8. Evaluierung

Hier kommt der Nachweis, dass das in Kapitel 4 entworfene Konzept auch funktioniert. Leistungsmessungen einer Implementierung werden auch immer gerne gesehen.

Bla fasel...

### 8.1 Abschnitt 1

Bla fasel...

### 8.2 Abschnitt 2

Bla fasel...

### 8.3 Zusammenfassung

Am Ende sollten ggf. die wichtigsten Ergebnisse nochmal in *einem* kurzen Absatz zusammengefasst werden.



## 9. Zusammenfassung und Ausblick

Bla fasel...

(Keine Untergliederung mehr!)



## 10. Zusammenfassung und Ausblick

Bla fasel...

(Keine Untergliederung mehr!)



# Literaturverzeichnis





# Erklärung

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung des KIT zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet habe. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und von dieser als Teil einer Prüfungsleistung angenommen.

Karlsruhe, den 4. Mai 2018

(thomas)