

# Seminarfacharbeit

Titel der Arbeit // Title of Thesis

**Face Recognition mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz**

Akademischer Abschlussgrad: Grad, Fachrichtung (Abkürzung) // Degree  
**Abitur 2021**

Autorenname, Geburtsort // Name, Place of Birth

**Kevin Pagenkämper, Nordhorn**

Fachbereich // Department

**Technik und Ethik**

Erstprüferin/Erstprüfer // First Examiner

**Andre Nixdorf**

Zweitprüferin/Zweitprüfer // Second Examiner

**Henrike Schnöing**

Abgabedatum // Date of Submission

**03.03.2020**

## Eidesstattliche Versicherung

Pagenkämper Kevin

Name, Vorname // Name, First Name

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Seminarfacharbeit mit dem Titel

### **Face Recognition mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz**

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Nordhorn, den 3. März 2020

Ort, Datum, Unterschrift // Place, Date, Signature

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Theoretischer Hintergrund</b>	<b>2</b>
2.1	Definition Künstliche Intelligenz . . . . .	2
2.2	Wie funktioniert eine Künstliche Intelligenz? . . . . .	2
2.2.1	Deep Learning . . . . .	2
2.2.2	Machine Learning . . . . .	3
2.2.3	Aufbau eines Neuronalen Netzes . . . . .	4
2.2.4	Trainieren eines Neuronalen Netzes . . . . .	5
2.3	Erste Konzepte Künstlicher Intelligenz . . . . .	5
2.3.1	Logic Theorist - Was konnte es? . . . . .	6
2.4	Das System der Gesichtsentdeckung . . . . .	6
2.4.1	Gesichtsentdeckung durch Bildreduzierung um Hintergrundinformationen . . . . .	6
2.4.2	Gesichtsentdeckung durch Farbinformationen . . . . .	6
2.4.3	Gesichtsentdeckung durch Bewegungsinformationen . . . . .	7
2.4.4	Gesichtsentdeckung durch Geometrie . . . . .	7
2.5	Das System der Gesichtserkennung . . . . .	7
2.5.1	3D-Verfahren . . . . .	8
2.5.2	Elastic bunch Graph Matching . . . . .	8
2.5.2.1	Jets . . . . .	9
2.5.2.2	Graphs . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Praktische Anwendung von Gesichtserkennung</b>	<b>10</b>
3.1	Apples „Face ID“ . . . . .	10
3.1.1	Apples Ansatz mit Face ID . . . . .	10
3.2	Die Massenüberwachung in China . . . . .	10
3.2.1	Das Sozialpunktesystem . . . . .	11
3.2.2	Vor- und Nachteile dieser Art der Überwachung . . . . .	11

3.3	Gesichtserkennung mit Open-Source-Projekten . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Hinterfragen der Ethischen Korrektheit</b>	<b>12</b>
4.1	Hinterfragen des Systems einer Künstlichen Intelligenz . . . . .	12
4.2	Hinterfragen des Sozialpunktesystems in China . . . . .	13
4.3	Fazit . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Literatur Verzeichnis</b>	<b>15</b>
5.1	Logic Theorist . . . . .	15
5.1.1	Memorandum . . . . .	15
5.1.2	Wikipedia Artikel . . . . .	15
5.2	Allgemeine Quellen zum Thema KI . . . . .	15
5.2.1	Wikipedia Artikel zum Thema Künstliche Intelligenz . . . . .	15
5.2.2	Gesichtserkennung . . . . .	15
5.3	Aufbau und Funktionsweise Neuronaler Netze . . . . .	15
5.3.1	JAAI - Aufbau von Neuronalen Netzen . . . . .	15
5.3.2	Wie lernen Neuronale Netze? . . . . .	15
5.4	Bücher . . . . .	16
5.4.1	Buch: Digitale Gesichtserkennung . . . . .	16
5.4.2	Buch: Künstliche Intelligenz - Wann übernehmen die Maschinen? . . . . .	16
5.4.3	Buch: Prinzipien der Mathematik . . . . .	16
5.5	Buch: Religionsbuch Oberstufe . . . . .	16
5.6	Informationen über das menschliche Gehirn . . . . .	16
5.6.1	dasgehirn.info - Zellen: spezialisierte Arbeiter des Gehirns . . . . .	16
5.7	Viola Jones Algorithmus . . . . .	16
5.8	Facial Recognition . . . . .	17
5.8.1	Elastic Bunch Graph Matching . . . . .	17
5.8.2	Gabor wavelets . . . . .	17
5.9	„Machine Learning“ und „Deep Learning“ . . . . .	17
5.10	Netflix Research . . . . .	17
5.10.1	Machine Learning - Learn hoe to entertain the World . . . . .	17
5.11	Dynamic Link Machine . . . . .	17
5.12	Apples Support - Fortschritt von Face ID . . . . .	17
5.13	Face ID - Face ID zu langsam? . . . . .	17
5.13.1	Vergleich von Touch ID und Face ID . . . . .	18
5.14	Massenüberwachungsstaat China . . . . .	18
5.14.1	Welt.de: Ein Sputnik-Moment macht China zur KI-Weltmacht . . . . .	18
5.14.2	Berliner Zeitung - Totale Überwachung in China . . . . .	18
5.14.3	Handelsblatt: Chinesen schätzen die Überwachung . . . . .	18
5.15	Face Recognition mit Python in under 25 Lines of code . . . . .	18

---

5.16 Bilder . . . . .	18
5.16.1 Beispiel eines Neuronalen Netzes . . . . .	18
5.16.2 Datenpunkte eines EGBM-Algorithmus . . . . .	18
5.16.3 Bunch of Jets . . . . .	19
5.17 Gewissensfrage . . . . .	19

# 1 Einleitung

Vor ungefähr 64 Jahren wurde das erste Programm, welches speziell zur Problemlösung und Nachahmung eines Menschen entwickelt wurde, von Herbert Alexander Simon und Allen Newell geschrieben. Dieses Programm war Quellen zufolge das erste Programm welches der Definition von Künstlicher Intelligenz, ein Programm welches speziell dafür entwickelt wurde die Fähigkeiten eines Menschen nachzuahmen, gerecht wurde [vgl. 5.1] wobei zu dem Zeitpunkt der Entwicklung dieser das Wort "Künstliche Intelligenz"[folgend auch als KI bezeichnet] noch nicht existierte bzw. nicht in diesem Kontext verwendet wurde [vgl. 5.1.2]. Seitdem hat sich das Thema KI sowohl in der Hardware aber auch in der Software stark weiterentwickelt. Wo Künstliche Intelligenzen früher nur mit einfachen Zahlen arbeiten konnten, können einige mittlerweile Personen, Gesichter, Objekte und andere Dinge identifizieren und differenzieren. Doch auch hierbei gibt es Probleme die seit der Entwicklung von Gesichtserkennungsprogrammen in den 1960er nicht vollständig gelöst werden konnten, weshalb es bisher auch keine KI gibt welche keine Mängel aufweist. Und gibt es eine KI die momentan eine Erfolgschance von 100% hat ist dies meist aus dem Grund so, dass sie ihrem Schwachpunkt noch nicht begegnet ist. In dieser Facharbeit wird das Thema der Gesichtserkennung, zu engl. "Face recognition", behandelt. Bei dieser Art der Anwendung von Künstlicher Intelligenz liegt die Schwierigkeit besonders bei Unschärfe, Fragmenten, Verzerrungen und Ähnlichkeiten von Objekten und besonders von Gesichtern. Dies ist z.B. bei Zwillingen der Fall an dem viele Systeme noch heute scheitern. Zudem wird die Theorie von Face Recognition mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz erklärt, mit praktischen Beispielen erläutert und auf ethischer Basis analysiert.

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Definition Künstliche Intelligenz

Das Interesse an dem Thema Künstliche Intelligenz sowie die Einsatzmöglichkeiten steigen stetig an. Künstliche Intelligenz ist ein sehr großes Thema. Für eine grobe Wiedergabe worum es in diesem Thema geht liefert Wikipedia einen guten Einstieg: *„Künstliche Intelligenz [...] ist ein Teilgebiet der Informatik, welches sich mit der Automatisierung intelligenten Verhaltens und dem maschinellen Lernen befasst.“* [siehe 5.2.1]

Mit dieser Aussage kann man Künstliche Intelligenz im groben Beschreiben. Etwas genauer beschreibt es Klaus Mainzer in seinem Buch „Künstliche Intelligenz - Wann übernehme die Maschinen?“ [siehe 5.4.2]. In diesem geht er auf die Definition der Intelligenz von Systemen ein. Laut ihm heißt ein System intelligent *„wenn es selbstständig und effizient Probleme lösen kann. Der Grad der Intelligenz hängt vom Grad der Selbstständigkeit, dem Grad der Komplexität des Problems und dem Grad der Effizienz des Problemlösungsverfahrens ab“* [siehe S.3 in 5.4.2].

Um es einmal auf den Punkt zu bringen, bezeichnet „Künstliche Intelligenz“ ein System welches selbstständig lernen und effizient Probleme lösen kann und zudem noch lernfähig ist.

### 2.2 Wie funktioniert eine Künstliche Intelligenz?

Künstliche Intelligenzen funktionieren je nach Abwandlung etwas verschieden aber ähneln sich dennoch in ihrem Aufbau. In dieser Arbeit werden die sogenannten Neuronalen Netzwerke, welche in den meisten Systemen Anwendung finden, behandelt. Dennoch werden zunächst die beiden Definitionen „Deep Learning“ und „Machine Learning“ behandelt, da diese eine große Rolle im Bereich KI spielen.

#### 2.2.1 Deep Learning

Deep Learning ist ein Lernverfahren für eine KI welches selbst auch als Machine Learning bezeichnet werden kann. In einem solchen Verfahren lernt die Software mit Hilfe eines programmierten Neuronalen Netzwerk um im Nachhinein präzise Ausgaben zu tätigen [vgl. 5.9]. Diese spezielle Art des Lernens wird für die Neuronalen Netze verwendet die in dieser Arbeit hauptsächlich behandelt werden. In einem späteren Abschnitt wird das Trainieren eines Neuronalen Netzes noch einmal genauer erklärt. [siehe 2.2.4]

### 2.2.2 Machine Learning

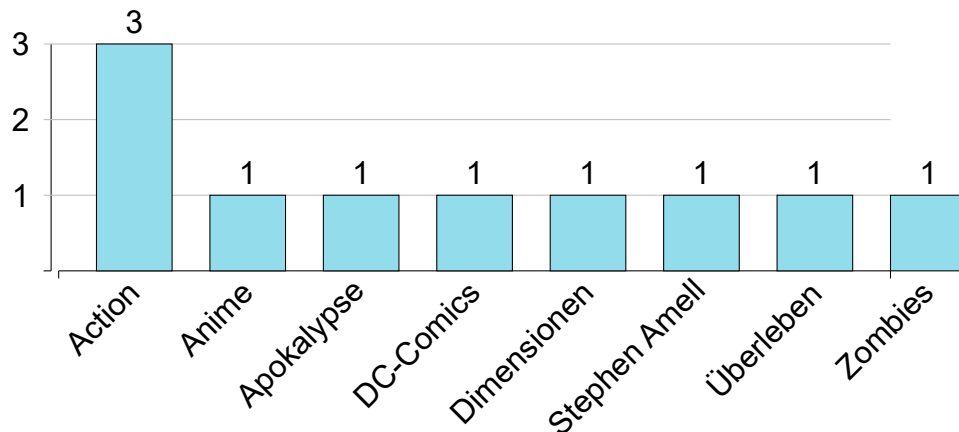
„Algorithms that parse data, learn from that data, and then apply what they’ve learned to make informed decisions“ [siehe 5.9]. Sinngemäß übersetzt heißt dieser Satz „Algorithmen die Daten analysieren, von diesen lernen, und ihr erlerntes Wissen zu nutzen um sachkundige Entscheidungen zu treffen“. Dies ist die Grunddefinition zu Machine Learning, zu deutsch Maschinelles Lernen, auf die sich in dieser Arbeit berufen wird. Um dies an einem realen Beispiel zu veranschaulichen kann man sich Streaming Dienste wie Spotify, Deezer, Netflix oder Amazon Prime nehmen. Hierbei sei gesagt, dass die folgende Theorie zur Verarbeitung von Daten nicht unbedingt der Wirklichkeit entsprechen muss. Dies ist nur ein Ansatz auf welche Art und Weise ein Machine Learning Ansatz umsetzbar ist.

Für das Maschinelle Lernen ist keine komplexe Struktur nötig. Wenn man einfach nur ein System möchte welches einem Nutzer z.B. auf der Seite Netflix neue Serien und Filme, basierend auf den vergangen geschauten Inhalten, vorschlägt und man keinen Wert auf einen zu 100% Leistungsoptimierten Ansatz voraussetzt, so kann man mit einfachen Tags und Textdateien arbeiten. Tags ist Englisch und bedeutet Etikett oder Stichwort. Einfach gesagt werden diese Tags an alles angeheftet was man analysieren und kategorisieren möchte. Man kann diese mit den sogenannten Hashtags von Instagram, Twitter und anderen sozialen Netzwerken vergleichen. Diese werden auch zum kategorisieren verwendet. Sucht ein Nutzer z.B. nach Katzen oder dem Hashtag Katzen werden ihm Inhalte bevorzugt angezeigt die genau diesen tag, also mit dem Etikett „Katze“ versehen sind, versehen sind. Nehmen wir für unser Beispiel einen Nutzer, welcher folgende Serien in seinem Verlauf hat. In der linken Spalte der vorliegenden Tabelle wird dabei der Serien Name angezeigt und in der rechten Spalte werden die Tags zu der Serie angezeigt (diese können von den tatsächlichen Tags abweichen und dienen nur zur Veranschaulichung)

Serie	Tags
The Walking Dead	Zombies, Apokalypse, Überleben, Action
Arrow	DC-Comics, Action, Stephen Amell
World Trigger	Anime, Action, Dimensionen

Dies sind zwar nur wenig Daten aber zum Verständnis reicht es vollkommen aus. Nehmen wir nun die einzelnen Tags, können wir sehen bzw. vermuten welche Serien der Nutzer gerne schaut und ihm dementsprechend Empfehlungen geben. Hier in einem Säulendiagramm dargestellt.





In einer für und Menschen anschaulichen Version dargestellt, ist nun deutlich zu sehen, dass der Nutzer Action-Serien priorisiert, denn im Gegensatz zu anderen Tags ist der Tag Action drei mal vorgekommen. Wie gesagt ist dies eine sehr ungenaue Vorhersage aufgrund der geringen Datenmenge. Nutzt man den jeweiligen Service aber nun schon eine Weile kann man daraus sehr interessante Daten gewinnen. Aber was bringt uns nun zu wissen welche Tags häufig im Serienverlauf des Nutzers vorkommen? Ganz einfach. Wenn in einem Monat z.B. 40 neue Serien auf Netflix lizenziert werden, ist es sinnlos dem Nutzer einfach alle auf dem Startbildschirm zu zeigen. Sinnvoller wäre es dem Nutzer erst die Serien zu zeigen die mit ähnlichen Tags markiert sind wie diese die der Nutzer mag. So kann in der Theorie für den Nutzer ein spannender und nicht langweiliger Filmabend gesichert werden. Zudem werden diese Informationen an Marketing Firmen weiterverkauft, wodurch versucht wird den Nutzer zu neuen Inhalten zu bewegen die seinem Interessengebiet entsprechen [vgl. 5.10.1]

### 2.2.3 Aufbau eines Neuronalen Netzes

Neuronale Netze sind nach der Theorie wie unser Gehirn funktioniert aufgebaut. Hierbei arbeiten viele Neurone zusammen um Daten und Befehle zu verarbeiten [vgl. 5.6.1]. Die Neuronale Netze besitzen 3 verschiedene Layer welche zur Datenverarbeitung genutzt werden können.

Diese Layer werden „Input Layer“, „Hidden Layer“ und „Output Layer“ genannt. Innerhalb dieser gibt es sogenannte Neuronen, welche mit jeweils jedem Neuron der vorherigen und der nächsten Schicht verbunden ist. Jedes dieser Neuronen hat ein Gewicht welches das Ergebnis im „Output Layer“ beeinflussen kann. Wie viele Neuronen-Verbindungen es gibt hängt von der Anzahl der Neuronen sowie der „Hidden Layers“ ab. Im Beispiel [Abbildung 1] ist diese Rechnung noch sehr simpel.

$$3 \cdot 4 = 12 + (4 \cdot 4) = 28 + (4 \cdot 1) = 32 \quad (1)$$

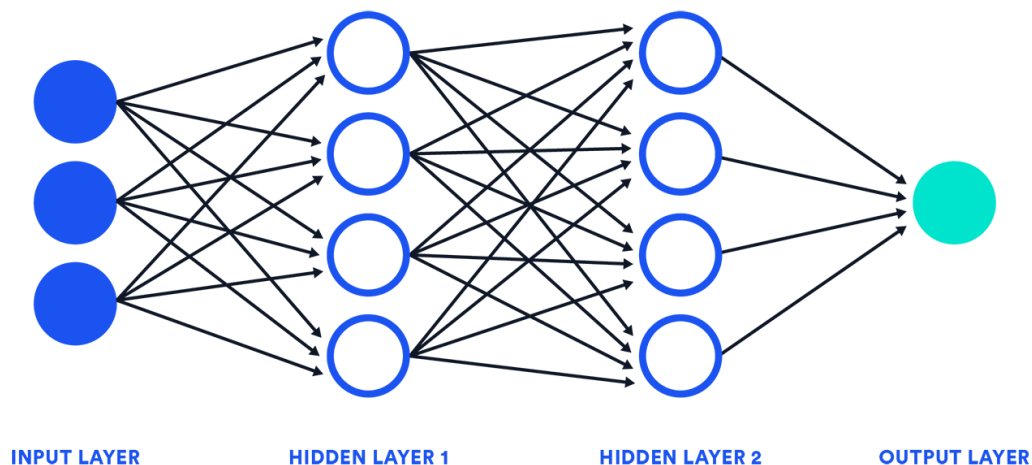


Abbildung 1: Beispiel eines Neuronalen Netzes [Quelle: 5.16.1]

Das Beispiel hat also insgesamt 32 Neuronen Verbindungen. Dies ist noch ein sehr kleines Netz, welches für Anschauungszwecke allerdings völlig ausreicht.

#### 2.2.4 Trainieren eines Neuronalen Netzes

Mit einem gerade erstellten Neuronalen Netz können noch keine Daten sinnvoll verarbeitet werden. Zunächst muss dieses auf das Anwendungsgebiet trainiert werden. In diesem Training bekommen die Neuronen zunächst ein zufälliges Gewicht welches meist zwischen -1 und 1 liegt. Als nächstes werden Daten in das Neuronale Netz gegeben. Natürlich wird die Ausgabe größtenteils falsch sein und nur durch Glück einen richtigen Ansatz haben. Nach dem der erste Datensatz durchgelaufen ist, passt das Netz seine Gewichte automatisch an. Hierbei erkennt es welche Neuronen den größten Einfluss auf das aktuelle Ergebnis hatten und berechnet dabei die Abweichung vom erwarteten Ergebnis die diese verursachten. Im Anschluss werden diese fehlerhaften Gewichte ein kleines bisschen angepasst sodass die Ergebnisse am „Output Layer“ ein wenig näher am erwarteten Ergebnis sind als vorher [vgl. 5.3.2]. Dieser Vorgang wird nun mit einem großen Datensatz mehrere hunderte oder tausend mal wiederholt. Hierbei gilt je größer der Datensatz desto genauer und „intelligenter [vgl. 2.1]“ das Neuronale Netz.

### 2.3 Erste Konzepte Künstlicher Intelligenz

Wie in der Einleitung schon erwähnt, begann die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz schon vor mehreren Jahrzehnten. Am Anfang gab es die Bezeichnung „Künstliche Intelligenz“ noch nicht. Dennoch schafften es die beiden Wissenschaftler Herbert Alexander

Simon und Allen Newell ein Lernfähiges Computersystem zu erschaffen, welches einen menschlich-orientierten Lösungsansatz verwendete [Bezug zu 1]. Dieses System hieß „Logic Theorist“

### **2.3.1 Logic Theorist - Was konnte es?**

Der Logic Theorist sollte dazu dienen Mathematische Behauptungen zu beweisen. Von dem zweiten Kapitel der „Prinzipien der Mathematik“, ein Buch Trilogie welche Grundlagen der Mathematik zusammenfasst [siehe 5.4.3], konnte das Programm von den ersten 52 Theorien insgesamt 38 beweisen. Einige dieser Lösungen waren laut Quellen sogar „schöner“ gelöst als die handschriftliche Lösung der Autoren Bertrand Russel und Alfred North Whitehead.

## **2.4 Das System der Gesichtsentdeckung**

Die Gesichtsentdeckung, zu englisch „face detection“, bildet die Basis der Erkennung bzw. Wiedererkennung von Gesichtern. Um ein Gesicht in einem Bild oder Video erkennen zu können, müssen zunächst die biometrischen Daten der Gesichter auf dem Bild extrahiert werden. Dabei werden Bilder systematisch nach Gesichtern untersucht sowie die Lage, die Pixelkoordinate im Bild, der dabei gefundenen Merkmale gespeichert. Hierbei gibt es verschiedene Methoden die in den folgenden Unterkapiteln behandelt werden [vgl. 5.4.1]. Hierbei sei zu beachten, dass es einen Unterschied zwischen der Gesichtsentdeckung und der Gesichtserkennung gibt. Während die Gesichtsentdeckung nur dazu dienen soll Gesichter zu erkennen, geht die Gesichtserkennung noch weiter und kann diese analysieren und zuordnen.

### **2.4.1 Gesichtsentdeckung durch Bildreduzierung um Hintergrundinformationen**

Wenn in einem Bild der Hintergrund bekannt ist, z.B. von einer Kamera die auf einem Stativ still an einem Ort verweilt, können Gesichter durch Subtraktion des gespeicherten Hintergrundes und des aufgenommenen Bildes aus dem Bild extrahiert werden. Hierbei ist wichtig, dass das Gesicht nur in der Frontalansicht ordnungsgemäß erkannt werden kann. Zudem ist es wichtig, dass sich der Hintergrund nicht verändert und durchgehend statisch bleibt. [vgl. 5.4.1]

### **2.4.2 Gesichtsentdeckung durch Farbinformationen**

Das Menschliche Gesicht kann in einem Bild auf einer relativ großen Fläche in einem Bild eine sehr monotone Farbgebung darstellen. Dies kann man sich zu nutze machen,

und in einem Bild nach diesen Ansammlungen suchen. Dazu wird zunächst eine Analyse gestartet, welche die Sättigung pro Farbton angibt. Durch die relativ dichte und monotone Farbgebung eines Gesichtes, kann durch dieses Analyseverfahren auf ein Gesicht geschlossen werden.

Diese Methode ist allerdings nicht perfekt und birgt zwei große Nachteile. Zunächst gibt es das Problem mit den Lichtverhältnissen. In dunklen Bildern werden Menschen mit dunkler Hautfarbe eher weniger erkannt als Menschen mit heller Hautfarbe sowie in hellen Bildern eher dunkelhäutige Menschen erkannt werden. Außerdem gibt es das Problem, dass große Ansammlungen von ähnlich farbigen Pixeln die Ausgabe beeinflussen können. [5.4.1]

### **2.4.3 Gesichtsentdeckung durch Bewegungsinformationen**

So wie Gesichter durch Farbinformationen erkannt werden können sie ähnlich auch durch Bewegungsinformationen erkannt werden. Diese Art der Gesichtsentdeckung ist aufgrund der benötigten Daten auf Videos beschränkt. In diesem Verfahren wird sich zu Nutzen gemacht, dass das Gesicht fast dauerhaft in Bewegung ist. Der Algorithmus vergleicht die korrespondierenden Pixel und geht von einem neuen Bild aus, wenn diese sich um einen bestimmten Betrag verändern. Aus diesen wird dann eine Differenz gebildet wodurch ein Gesicht erkannt werden kann. Welcher Bildausschnitt betrachtet werden soll, wird im Vorhinein festgelegt. Allerdings produziert dieses Verfahren eine Vielzahl an Fehlern, da auch bewegte Objekte als „Gesichter“ erkannt werden [5.4.1].

### **2.4.4 Gesichtsentdeckung durch Geometrie**

Face detection durch Geometrie ist wohl mit einer der genauesten Arten Gesichtsentdeckung durchzuführen. Hierbei wird ein Bild soweit gefiltert, dass es nur noch eine Binäre Kantenebene hat. Das bedeutet, dass z.B. von einem Gesicht nur noch die Umrisse von Augen, Nase, Mund, Haare und Form sichtbar sind. Dieses Kantenbild wird dann mit dem Kantenbild eines typischen Gesichts verglichen indem die Hausdorff-Distanz berechnet wird. Diese Distanz beschreibt den kleinstmöglichen Abstand einer Punktmenge zu einer zweiten Punktmenge. Dieses Verfahren führt man dann mit einem detaillierten Bild einer Augenpartie durch und kann dann, aufgrund der Hausdorff-Differenz, entscheiden ob es sich um ein Gesicht handelt oder nicht [vgl. 5.4.1].

## **2.5 Das System der Gesichtserkennung**

Noch weiter als die Gesichtsentdeckung geht die Gesichtserkennung. Sie beschäftigt sich nicht nur mit der Erkennung von Gesichtern, sondern auch mit der Identifizierung von Personen anhand biometrischer Daten [vgl. 5.4.1 & 5.8]. Hierbei wird zwischen der Lernphase und Erkennungsphase unterschiedet. In diesem Abschnitt wird auf die

Funktionsweise verschiedener Algorithmen eingegangen, die zur Gesichtserkennung genutzt werden.

In den Anfängen der Gesichtserkennung wurde ein Bild nach Augen, Mund und Nase durchsucht. Von diesen wurden die relativen Abstände bestimmt wodurch ermittelbar war ob es sich um ein Gesicht handelt oder nicht. Der Nachteil dieser Methode (welche auch 2D-Verfahren genannt wird) ist, dass nur Frontalaufnahmen von Gesichtern ordnungsgemäß erkannt werden konnten.

### 2.5.1 3D-Verfahren

Im Gegensatz zum 2D-Verfahren nutzt das 3D-Verfahren den 3-dimensionalen Raum. Hierbei wird nicht einfach nur der Abstand von Augen, Nase, Mund und anderen Gesichtsmerkmalen auf der X und Y-Achse bemessen sondern mit Hilfe von Streifenprojektion auch auf der Z-Achse bemessen. Durch diese drei Achsen ist es auch möglich Winkelberechnungen anzustellen welche bei der Differenzierung von verschiedenen Gesichtern nützlich sein kann. Für diese Methode sind allerdings auch spezielle Sensoren notwendig [vgl. 5.4.1 & 5.2.2]. Diese sind mittlerweile aber auch schon in vielen Smartphones verbaut. Eine genauere Erklärung dieser Sensoren ist in dem Abschnitt [3.1] zu finden.

### 2.5.2 Elastic bunch Graph Matching

Das „Elastic bunch Graph Matching“, kurz EBGM, ist ein biologisch inspirierter Algorithmus für Objekt-Erkennung im Bereich „Computer Vision“. Dieser nutzt „Gabor wavelets“, welche in [5.8.1 & 5.8.2] genauer erläutert werden, denen eine gute Visualisierung von Menschlichen Hirnaktivitäten nachgesagt wird.

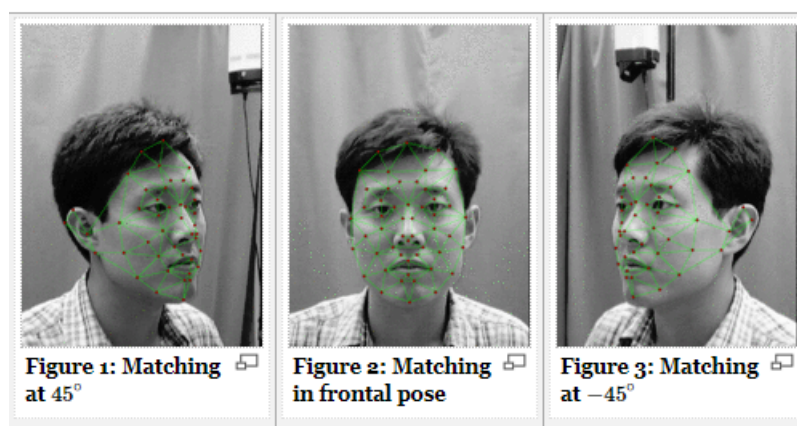


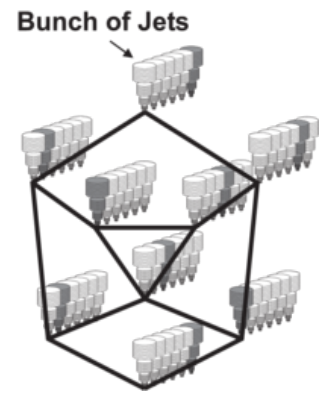
Abbildung 2: Aufbau eines Graphen im EBGM-Algorithmus [Quelle: 5.8.1 / 5.16.2]

Der Algorithmus selbst ist eine Version der „Dynamic Link Machine“, welche eine Modell der Objekt-Erkennung in unserem Gehirn ist [vgl. 5.8.1]. Eine ausführliche Beschreibung der Dynamic Link Machine ist in [5.11] zu finden.

Beim EBGM werden Graphen auf ein Bild gelegt und Markante Punkte durch sogenannte Jets gekennzeichnet [siehe Abbildung 2]. Diese Punkte sind in allen Gesichtern mit einer kleinen Toleranz gleich. Die Punkte aller verarbeiteten Gesichter werden in einem sogenannten Bunch zusammengefasst.

### 2.5.2.1 Jets

Ein Jet bezeichnet eine geringe Menge an Grauwerten rund um ein definiertes Pixel. Diese beinhalten Informationen über die Gesichtstextur umliegend vom jeweiligen Punkt aus. Mit mehreren dieser Jets, lässt sich ein Graph bilden [siehe 3 vgl. 5.4.1].



### 2.5.2.2 Graphs

Wie gerade in [2.5.2.1] schon erwähnt ist ein Graph eine Ansammlung von mehreren Jets. Hierbei werden die einzelnen Jets miteinander auf eine bestimmte Art und Weise mit einander verbunden.

Ein Jet  $J$  ist eine Repräsentation einer lokalen Textur. Um ein Bild eines Objektes darzustellen wird eine Kombination aus mehreren Jets in einer definierten räumlichen Anordnung. Einerseits könnte man dafür Jets an allen Pixelpositionen des Objektes nutzen. Dies würde allerdings zu einer überflüssigen Datenmenge des Faktors 80 entsprechen. Andererseits kann man die benötigte Datenmenge stark reduzieren. In Abbildung 3 kann man klar erkennen, dass die Datenmenge auf insgesamt 9 Punkte mit Jets reduziert werden konnte. Diese Datenmenge reicht allerdings völlig aus um einen Objekt- bzw. Gesichtsabgleich zu vollziehen. Um nun zu Überprüfen ob das Objekt im Bild ein Gesicht ist oder nicht, werden 2 Graphen  $G^I$  und  $G^B$  miteinander verglichen. Hierbei bezeichnet  $G^I$  den Graphen des aktuellen Objektes und  $G^B$  das strukturelle Wissen von Gesichtern die in dem System gespeichert sind [vgl. 5.4.1 & 5.8.1]. Das genaue Verfahren kann man in folgender Gleichung darstellen [siehe 5.8.1]:

Abbildung 3:  
Quelle 5.16.3

$$S_{BG}(G^I, G^B) := \frac{1}{|V|} \sum_{i \in V} \max_{m \in G} S_v(J_i^I, J_{i,m}^B) + \frac{\lambda}{|E|} \sum_{(i,j) \in E} S_e(\vec{\Delta}_{ij,m}^I, \vec{\Delta}_{ij,m}^B) .$$

### 3 Praktische Anwendung von Gesichtserkennung

Nun sollte alles grundlegende zu der Theoretischen Gesichtserkennung erklärt worden sein. Daher wird in dem folgenden Kapitel auf die Praktische Anwendung von KI und „face recognition“ eingegangen.

#### 3.1 Apples „Face ID“

Seit einigen Jahren unterstützen Android sowie Apple Smartphones Trusted-Face bzw. Face ID. Dies sind die offiziellen Namen für die Gesichtserkennungssoftware auf den jeweiligen Geräten.

##### 3.1.1 Apples Ansatz mit Face ID

Wenn man sein iPhone entsperren möchte und Face ID eingerichtet hat, muss man meist nur einmal nach oben wischen und schon ist das Gerät entsperrt. Dies liegt an zum einen an den Prozessoren, welche von Jahr zu Jahr leistungstärker werden, und an der Software hinter Face ID, welche so stark optimiert wurde, dass der Nutzer nahezu keine Verzögerung beim Entsperren per Face ID bemerkt.

Face ID funktioniert mit Hilfe einer TrueDepth-Kamera. Diese kann über 30.000 Punkte projizieren und analysieren um daraus eine Tiefenkarte zu erstellen [vgl. 5.12]. Dies ist vergleichbar zu [2.5.2] wobei hier keine Grauwerte und Jets zur Analyse verwendet werden, sondern rohe Daten. Deshalb trifft die Definition von einem 3D-Verfahren [vgl. 2.5.1] eher auf Face ID zu.

Es gibt mittlerweile aber auch Kritik an der erst so hochgelobten Technik. Es wird davon geredet, dass Face ID zu langsam wäre und Updates die Software verlangsamen [vgl. 5.13]. Dies ist allerdings nicht bewiesen und einige Nutzer sagen das es langsamer ist als vorher und wieder andere sagen, dass sich nichts geändert hat [vgl. Kommentare in 5.13]. Man muss bedenken, dass auch wenn Apple versucht Face ID in jeglicher Situation nutzbar zu machen hat die Software dennoch wie jede andere ihre schwächen. Einerseits wäre das Problem, dass man sein Apple Gerät mit dieser Methode nur im Portrait Modus entsperren kann. Außerdem soll es Probleme mit Ski-Brillen geben da diese zu viel vom Gesicht überdecken.

#### 3.2 Die Massenüberwachung in China

China hat sich in den letzten Jahren immer mehr auf KI spezialisiert. Doch China möchte nicht nur eine der größten Länder im Bereich face recognition werden, sondern möchte seine Bevölkerung auch unter eine komplette Kontrolle bringen [vgl. 5.14.2].

### 3.2.1 Das Sozialpunktesystem

Mittlerweile hat China ein System eingerichtet um jeden Bürger individuell zu bewerten. Man kann das Land mit einem Club in einem Spiel vergleichen. Verhält man sich ruhig bzw. hält sich an die Regeln hat man keine Konsequenzen zu fürchten. Engagiert man sich dazu auch noch für den Club, so kann es sein das man dafür belohnt wird. Verhält man sich hingegen negativ gegenüber seines Clubs kann man absteigen und verliert seine Rechte.

Es klingt zunächst extrem dargestellt, aber wie man in [5.14.1] lesen kann wurden Jahr 2018 ca. 17.5 Millionen Flugtickets und 5.5 Millionen Bahntickets abgelehnt bzw. nicht ausgestellt worden sein. „Begründung: zu wenige Sozialkreditpunkte“ [Zitat aus 5.14.1].

### 3.2.2 Vor- und Nachteile dieser Art der Überwachung

Auch wenn das Sozialpunktesystem aus [3.2.1] weitgehend umstritten ist befürworten es die meisten der Chinesen. Viele begründen dies damit, dass sich ihr Verhalten gegenüber anderen verbessert zu haben scheint. Außerdem sei es einigen sogar ganz egal, dass dieses System genutzt wird: „Die Leute sind ohnehin daran gewöhnt, dass alles kontrolliert wird, sagt Kostka. Da ist der Sprung, dass die Regierung auf diese Weise Daten sammelt, nicht so groß.“ [Zitat aus 5.14.3].

## 3.3 Gesichtserkennung mit Open-Source-Projekten

Um eine Gesichtserkennung auf ein Bild oder einen Video stream anzuwenden benötigt es mittlerweile kein großes Wissen wie eine KI programmiert wird. Es gibt in vielerlei Sprachen, z.B. Python, C, C++ oder Java, für die verschiedensten Systeme, z.B. Linux, Windows, Mac OS, Raspberry Pi oder anderen Development-Board. Ein schönes Beispiel ist hierbei die Quelle [5.15] in der mit Hilfe der relativ bekannten Library OpenCV und der Programmiersprache Python eine Gesichtserkennungssoftware in unter 25 Zeilen Code geschrieben wird. Dabei wird Schritt für Schritt erklärt, was zu tun ist und wie die Funktionen funktionieren.



## 4 Hinterfragen der Ethischen Korrektheit

In dieser Arbeit wurde neben dem Theoretischen Hintergrund [siehe 2] auch auf die Praktische Anwendung in realen Systemen wie Smartphones [siehe 3.1] oder sogar in ganzen Ländern [siehe 3.2] eingegangen. In dem folgendem Abschnitt wird nun die Ethische Korrektheit dieser Systeme untersucht. Hierbei wird sich vor allem auf die Seiten 312 313 der Quelle [5.5] bezogen.

### 4.1 Hinterfragen des Systems einer Künstlichen Intelligenz

Künstliche Intelligenz ist, wie man in dieser Facharbeit gesehen hat, ein sehr komplexes Themengebiet. Nicht unbedingt anders sieht es hier bei dem Hinterfragen der Ethischen Korrektheit von eben einer solchen KI.

Betrachtet man zunächst die Nutzensethik so ist KI wohl mit eine der Theoretischen und Praktischen Systeme die hier den größten Zuspruch bekommen. Da sich die Nutzungsethik wirklich nur auf den Nutzen von etwas für den einzelnen oder die Gesellschaft bezieht kann man sich voll und ganz auf die positiven Seiten der Argumente konzentrieren. Wie in [2.2.2] erfolgreich dargestellt wurde nützt uns KI schon in den alltäglichsten Dingen, wie z.B. eine neue Serie zum schauen finden die dem eigenen Interessengebiet entspricht. Auch ist Gesichtserkennung für die Sicherheit von Systemen sehr gut, aufgrund der Nutzung der biometrischen Daten eines Menschen, geeignet wie es in [3.1 bzw. 5.12] dargestellt wurde.

Schaut man sich nun die weiteren Ethikformen an, fällt auf dass KI hier nicht unbedingt gut darsteht. Bei der Verantwortungsethik wird vorausgesetzt, dass auch Folgen des jeweiligen Handelns in die Entscheidung einfließen. Hierbei ist die Entscheidung ob es hier einen Ethischen Gewissenskonflikt gibt nicht einfach, da KI zwar lernfähig ist aber nur sinnvolle Entscheidungen für Situationen geben kann die sie trainiert hat. Somit stellt eine frisch programmierte KI, z.B. im Bereich des autonomen Fahrens, möglicherweise einen Ethischen Konflikt dar, da sie bestimmte Situationen einfach nicht beurteilen kann. Anders herum kann man aber argumentieren, dass eine langjährig trainierte KI diese Entscheidungen treffen kann. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass es z.B. eine KI zum autonomen Fahren unmöglich alle möglichen Unfallszenarien durchlebt hat. Selbst wenn die KI über ein Netzwerk mit anderen Künstlichen Intelligenzen kommunizieren und lernen kann, so ist nicht zu 100% sichergestellt, dass diese eine Entscheidung in einer kritischen Ausnahme Situation fällen kann.

Diese gleiche Situation sieht bei der Situationsethik allerdings anders aus. Hier wird nur auf die aktuelle Situation geschaut und nach dem bestmöglichen Ausgang für die KI gesucht.

Als gutes Beispiel dient eine der Standard Gewissensfragen die normalerweise Menschen gestellt wird. Ein Zug fährt auf ein Gleis zu auf dem 4 Menschen liegen. Es gibt keine Möglichkeit ihn Aufzuhalten. Die einzige Möglichkeit diese Menschen noch zu retten ist die Weiche umzustellen. Allerdings liegt auf dem anderen Gleis auch eine Person. Die Frage: „Würdest du dir Weiche stellen?“ [siehe Abbildung 4]

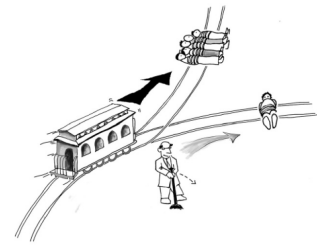


Abbildung 4:  
Quelle 5.17

Diese Frage ist für viele Menschen nicht einfach zu beantworten, da auf beiden Gleisen Menschen liegen. Eine KI würde hier relativ schnell ein Ergebnis fällen, je nachdem wie sie programmiert wurde. Höchstwahrscheinlich wird es die eine Entscheidung sein, welche den geringsten Schaden verursachen würde. Dabei würde die KI die Weiche stellen und 1 Menschenleben gegen 4 eintauschen. Auch wenn es für uns Menschen hart klingt entscheidet die KI nur Logisch.

## 4.2 Hinterfragen des Sozialpunktesystems in China

Im Gegensatz zu [4.1] muss bei der Ethik Hinterfragung des Sozialpunktesystems aus China keine KI die Fähigkeit zur ethischen Einschätzung haben, da es hier eher um die Frage ob es Ethisch Verantwortbar ist ein solches System für die Überwachung der Bevölkerung einzusetzen.

Hierbei könnte die Gewissensethik durchaus als Basis der Diskussion dienen können. Allerdings würde in so einer Situation keine Antwort auf diese Frage finden, da die Gewissensethik von jedem Menschen einzeln abhängig ist.

Vielmehr ergibt es sinn Hier auch mit der Nutzungsethik zu argumentieren. Zum einen gibt es einen großen Nutzen für Menschen mit einer hohen Punktzahl aber auch wiederum wenig Nutzen für Menschen mit einer niedrigen Punktzahl. Dieses System verpflichtet einen also fast schon dazu eine hohe Punktzahl zu besitzen, da man selbst sonst keinen Vorteil sondern sogar eher Nachteile daraus zieht.

Andererseits ergibt sich daraus ein sehr großer Nutzen für die Gesellschaft, da der Großteil versuchen wird eine hohe Punktzahl zu erreichen. Da diese nicht durch unfaires Betrügen und Straftaten sondern dadurch gesteigert wird, dass man sich an Regeln hält, nett zu seinen Mitmenschen und sich für die Gesellschaft engagiert, hat dies eine drastische Reduzierung von Straftaten zufolge. Wobei dies auch mit der dauerhaften

Überwachung in jedem Winkel zusammenhängt.

### **4.3 Fazit**

Man kann Künstliche Intelligenz gut finden oder nicht. Was man aber nicht verneinen kann ist, dass KI uns in unserem Alltag schon so häufig begegnet wie es die meisten gar nicht stört sondern eher zufriedenstellt.

Auf Basis der Nutzensethik kann man bei Künstlicher Intelligenz ganz klar von Ethischer Korrektheit reden. Das selbe gilt auch für die Situationsethik, da diese auf eine Logische neutrale Entscheidung angewiesen ist. Nur Bei der Gewissensethik kann KI, zu mindestens momentan, keine positives Ergebnis erreichen. Dies liegt ganz einfach daran, dass Computer kein Gewissen haben und wir momentan noch nicht in der Lage sind einem Computer ein Gewissen zu geben.

## **5 Literatur Verzeichnis**

### **5.1 Logic Theorist**

Letzter Zugriff: 12.02.2020

URL: <https://history-computer.com/ModernComputer/Software/LogicTheorist.html>

#### **5.1.1 Memorandum**

Letzter Zugriff: 18.02.2020 12:38

URL: <https://history-computer.com/Library/Logic%20Theorist%20memorandum.pdf>

#### **5.1.2 Wikipedia Artikel**

Letzter Zugriff: 18.02.2020

URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Logic\\_Theorist](https://en.wikipedia.org/wiki/Logic_Theorist)

## **5.2 Allgemeine Quellen zum Thema KI**

### **5.2.1 Wikipedia Artikel zum Thema Künstliche Intelligenz**

Letzter Zugriff: 19.02.2020 12:25

URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Künstliche\\_Intelligenz](https://de.wikipedia.org/wiki/Künstliche_Intelligenz)

### **5.2.2 Gesichtserkennung**

Letzter Zugriff: 02.03.2020 17:19

URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gesichtserkennung>

## **5.3 Aufbau und Funktionsweise Neuronaler Netze**

### **5.3.1 JAAI - Aufbau von Neuronalen Netzen**

Letzter Zugriff: 22.02.22 15:04

URL: <https://jaai.de/kuenstliche-neuronale-netze-aufbau-funktion-291/>

### **5.3.2 Wie lernen Neuronale Netze?**

Letzter Zugriff: 23.02.2020 17:49

URL: <https://jaai.de/machine-deep-learning-529/>

## 5.4 Bücher

### 5.4.1 Buch: Digitale Gesichtserkennung

Untertitel: Theoretischer Überblick und praktische C++-Implementierung

Autor: Andreas G. Ranftl

Jahr: 2012

Ort: Hamburg

ISBN: 978-3-86341-432-0

### 5.4.2 Buch: Künstliche Intelligenz - Wann übernehmen die Maschinen?

Autor: Klaus Mainzer

Jahr: 2016

ISBN: 978-3-662-48452-4

ISBN: 978-3-662-48453-1 (eBook)

### 5.4.3 Buch: Prinzipien der Mathematik

Letzter Zugriff: 24.02.2020 12:14

Autor: Bertrand Russel, Alfred North Whitehead

URL: <https://plato.stanford.edu/entries/principia-mathematica/>

## 5.5 Buch: Religionsbuch Oberstufe

Herausgeber: Prof. Dr. Ulrike Baumann und Prof. Dr. Friedrich Schweitzer

Ort: 2014 Berlin

Verlag: Cornelsen Verlag

## 5.6 Informationen über das menschliche Gehirn

### 5.6.1 dasgehirn.info - Zellen: spezialisierte Arbeiter des Gehirns

Letzter Zugriff: 22.02.2020 18:03

URL: <https://www.dasgehirn.info/grundlagen/kommunikation-der-zellen/zellen-spezialisierte-arbeiter-des-gehirns>

## 5.7 Viola Jones Algorithmus

Letzter Zugriff: 02.03.2020 12:52

URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/40b1/0e330a5511a6a45f42c8b86da222504c717f.pdf>

## 5.8 Facial Recognition

Letzter Zugriff: 02.03.2020 13:47

URL: <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/facial-recognition>

### 5.8.1 Elastic Bunch Graph Matching

Letzter Zugriff: 02.03.2020 19:42

URL: [http://www.scholarpedia.org/article/Elastic\\_Bunch\\_Graph<sub>M</sub>atching](http://www.scholarpedia.org/article/Elastic_Bunch_Graph<sub>M</sub>atching)

### 5.8.2 Gabor wavelets

Letzter Zugriff: 02.03.2020 20:53

URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Gabor\\_wavelet](https://en.wikipedia.org/wiki/Gabor_wavelet)

## 5.9 „Machine Learning“ und „Deep Learning“

Letzter Zugriff: 01.03.2020 22:22

URL: <https://www.zendesk.com/blog/machine-learning-and-deep-learning/>

## 5.10 Netflix Research

### 5.10.1 Machine Learning - Learn hoe to entertain the World

Letzter Zugriff: 02.03.2020

URL: <https://research.netflix.com/research-area/machine-learning>

## 5.11 Dynamic Link Machine

Letzter Zugriff: 02.03.2020 22:55

URL: <http://www.cs.utexas.edu/users/nn/web-pubs/htmlbook96/>

## 5.12 Apples Support - Fortschritt von Face ID

Letzter Zugriff: 03.03.2020 03:28

URL: <https://support.apple.com/de-de/HT208108>

## 5.13 Face ID - Face ID zu langsam?

Letzter Zugriff: 03.03.2020 04:00

URL: <https://www.maclife.de/news/entsperrt-face-id-iphone-schnell-genug-oder-langsam-100111801.html>

### **5.13.1 Vergleich von Touch ID und Face ID**

Letzter Zugriff: 03.03.2020 04:08

URL: <https://www.clickrepair.de/ratgeber/ratgeber-iphone/ratgeber-iphone-tipps/vergleich-von-face-id-und-touch-id-was-ist-besser>

## **5.14 Massenüberwachungsstaat China**

### **5.14.1 Welt.de: Ein Sputnik-Moment macht China zur KI-Weltmacht**

Letzter Zugriff: 03.03.2020 04:19

URL: <https://www.welt.de/kultur/article191734655/Wie-China-mit-kuenstlicher-Intelligenz-zum-Ueberwachungsstaat-wird.html>

### **5.14.2 Berliner Zeitung - Totale Überwachung in China**

Letzter Zugriff: 03.03.2020 04:21

URL: <https://www.berliner-zeitung.de/zukunft-technologie/kuenstliche-intelligenz-totale-ueberwachung-ist-in-china-laengst-normalitaet-li.37733>

### **5.14.3 Handelsblatt: Chinesen schätzen die Überwachung**

Letzter Zugriff: 03.03.2020 04:44

URL: <https://www.handelsblatt.com/politik/international/totale-ueberwachung-darum-befuerworten-viele-chinesen-das-sozialpunktesystem/22834722.html?ticket=ST-1728959-Kf2JHUF0chRnqngAmVYS-ap3>

## **5.15 Face Recognition mit Python in under 25 Lines of code**

Letzter Zugriff: 03.03.2020

URL: <https://realpython.com/face-recognition-with-python/>

## **5.16 Bilder**

### **5.16.1 Beispiel eines Neuronalen Netzes**

Download am: 22.02.2020 15:20

URL: <https://de.cleanpng.com/png-jxw2np/>

### **5.16.2 Datenpunkte eines EGBM-Algorithmus**

Screenshot am: 02.03.2020 19:17

Von URL: [http://www.scholarpedia.org/article/Elastic\\_Bunch\\_Graph\\_Matching](http://www.scholarpedia.org/article/Elastic_Bunch_Graph_Matching)

### 5.16.3 Bunch of Jets

Download am: 03.03.2020 00:56

URL: [http://www.scholarpedia.org/article/File\\_BunchGraph.png](http://www.scholarpedia.org/article/File_BunchGraph.png)

### 5.17 Gewissensfrage

Download am: 03.03.2020 06:19

URL: [https://www.google.de/url?sa=iurl=https%3A%2F%2Fwww.comune.cinisello-balsamo.mi.it%2Fspip.php%3Farticle23706psig=AOvVaw0u\\_fu8ynT2FsqbaZykBKeMust=15832990scd=vfeved=0CAIQjRxqFwoTCMCMzOnG\\_ecCFQAAAAAdAAAAABAS](https://www.google.de/url?sa=iurl=https%3A%2F%2Fwww.comune.cinisello-balsamo.mi.it%2Fspip.php%3Farticle23706psig=AOvVaw0u_fu8ynT2FsqbaZykBKeMust=15832990scd=vfeved=0CAIQjRxqFwoTCMCMzOnG_ecCFQAAAAAdAAAAABAS)