



**Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin**

**University of Applied Sciences**

Untersuchung von Image Colorization Methoden anhand Convolutional  
Neuronal Networks

**Abschlussarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Bachelor of Science (B.Sc.)**

an der

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Fachbereich IV: Informatik, Kommunikation und Wirtschaft

Studiengang Angewandte Informatik

1. Prüfer: Prof. Dr. Christin Schmidt

2. Prüfer: M.Sc. Patrick Baumann

Eingereicht von: Adrian Saiz Ferri

Immatrikulationsnummer: s0554249

Eingereicht am: XX.XX.2020

# Abstract

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Einfärbung von Graustufenbilder durch Convolutional Neuronal Networks. Das Ziel ist es ein Model zu trainieren, dass selbstständig und ohne menschlichen Einfluss, aus einem Graustufenbild ein plausibles Farbbild erzeugen kann. Um das Model zu trainieren werden Farbbilder genommen und in Graustufenbilder umgewandelt. Die Graustufenbilder werden in das Netzwerk eingespeist und daraus werden die Farbkanäle erzeugt. Am ende wird das Graustufenbild mit den Farbkanälen konkateniert um das Farbbild zu generieren. Da Objekte auf einem Bild mehrere Farben haben können, werden mit Hilfe von Hyperparameter realistische anstatt "richtige" Farben bevorzugt.

Es werden verschiedene Netzwerk Architekturen exploriert und verglichen. Zunächst werden mehrere Experimente mit verschiedene Hyperparameter durchgeführt. Anschließend werden die Experimente ausgewertet und die Ergebnisse untersucht.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	Zielsetzung . . . . .	1
1.3	Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1	<i>Lab</i> -Farbraum . . . . .	2
2.2	Neuronale Netze . . . . .	2
2.2.1	Feedforward Neuronal Network . . . . .	3
2.2.2	Fully-connected Neuronal Network . . . . .	4
2.2.3	Aktivierungsfunktionen . . . . .	4
2.2.4	Convolutional Neuronal Network . . . . .	4
2.2.5	Andere Layers . . . . .	4
2.2.6	Kostenfunktionen . . . . .	4
2.2.7	Backpropagation . . . . .	4
2.2.8	Optimierungsalgorithmen . . . . .	4
2.3	Verwandte Arbeiten . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Konzeption</b>	<b>5</b>
3.1	Vorherige Arbeiten . . . . .	5
3.2	Datensatz . . . . .	5
3.3	Netzwerkarchitekturen . . . . .	5
3.4	Framework . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Implementierung</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Evaluation</b>	<b>7</b>
5.1	Vergleich der Modelle . . . . .	7
<b>6</b>	<b>Fazit</b>	<b>8</b>
6.1	Zusammenfassung . . . . .	8
6.2	Kritischer Rückblick . . . . .	8
6.3	Ausblick . . . . .	8

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Source Code Content</b>	<b>III</b>
<b>Glossar</b>	<b>IV</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Onlinereferenzen</b>	<b>VI</b>
<b>Bildreferenzen</b>	<b>VII</b>
<b>Anhang A</b>	<b>VIII</b>
<b>Eigenständigkeitserklärung</b>	<b>IX</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Motivation

TODO

### 1.2 Zielsetzung

TODO

### 1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

TODO

# Kapitel 2

## Grundlagen

Dieses Kapitel verschafft einen Überblick über die benötigten theoretische Grundlagen, um die Methoden dieser Arbeit zu verstehen. Als erstes wird der “Lab-Farbraum” kurz erklärt. Als nächstes wird eine Einführung in Neuronale Netzwerke gegeben, anschließend werden einzelne Bestandteile und Varianten von Neuronalen Netzwerken erklärt. Abschließend wird einen Überblick über verwandte Arbeiten gegeben.

### 2.1 *Lab*-Farbraum

Der *Lab*-Farbraum (auch CIELAB-Farbraum genannt) ist ein Farbraum definiert bei der Internationale Beleuchtungskommission (CIE) in 1976. Farben werden mit drei Werte beschrieben. “*L*” (Lightness) definiert die Helligkeit. Die Werte liegen zwischen 0 und 100. “*a*” gibt die Farbart und Farbintensität zwischen Grün und Rot und “*b*” gibt die Farbart und Farbintensität zwischen Blau und Gelb. Die Werte für “*a*” und “*b*” liegen zwischen -128 und 127.

TODO: image

### 2.2 Neuronale Netze

Künstliche Neuronale Netze sind inspiriert durch das Menschliche Gehirn und werden für Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen angewendet. Neuronale Netze bestehen aus Neuronen oder auch “Units” genannt, die Schichtenweise in “Layers” (Schichten) angeordnet sind.

Beginnend mit der Eingabeschicht (Input Layer) fließen Informationen über eine oder mehrere Zwischenschichten (Hidden Layer) bis hin zur Ausgabeschicht (Output Layer). Dabei ist der Output des einen Neurons der Input des nächsten. [Moe18]

### 2.2.1 Feedforward Neuronal Network

Das Ziel von einem Feedforward Neuronal Network ist die Annäherung an irgendeine Funktion  $f^*$ . Feedforward Neuronal Network definiert eine Abbildung  $y = f(x; \theta)$  wo  $x$  den Input ist und  $\theta$  die lernbare Parameter sind (auch weights genannt). [GBC16, S. 164-223]

Diese Netzwerkarchitektur heißt “feedforward” weil der Informationsfluss von der Input Layer über die Hidden Layers bis zur Output Layer in einer Richtung weitergereicht wird.

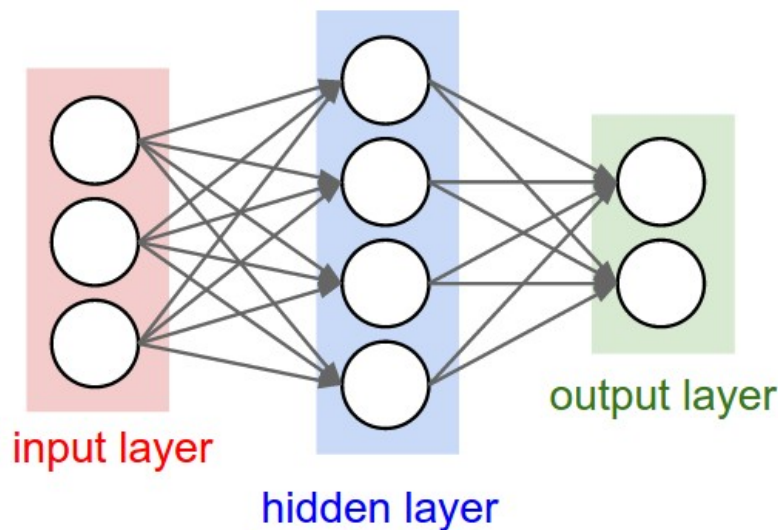


Abbildung 2.1: Fully-connected Neuronal Network mit 2 Layers (ein Hidden Layer mit 4 Neuronen) und ein Output Layer mit 2 Neuronen [Kar20]

Feedforward Neuronal Network werden repräsentiert als eine Kette von Funktionen und daher werden sie Netzwerke genannt. Als Beispiel, kann man die Funktionen  $f^{(1)}, f^{(2)}, f^{(3)}$  in Form einer Kette verbinden um  $f(\mathbf{x}) = f^{(3)}(f^{(2)}(f^{(1)}(\mathbf{x})))$  zu bekommen. Diese Kettenstrukturen sind die am häufigsten genutzte Struktur bei Neuronale Netzwerke. In diesem Fall,  $f^{(1)}$  ist das erste Layer,  $f^{(2)}$  das zweite und  $f^{(3)}$  der Output Layer von diesem Netzwerk. Die Länge dieser Kette definiert die Tiefe von einem Netzwerk. Je tiefer ein Netzwerk ist desto mehr lernbare Parameter hat es und somit eine erhöhte Rechenleistung braucht um trainiert zu werden. In der Praxis werden die Netzwerke sehr tief, daher der Begriff Deep Learning.

## **2.2.2 Fully-connected Neuronal Network**

## **2.2.3 Aktivierungsfunktionen**

## **2.2.4 Convolutional Neuronal Network**

## **2.2.5 Andere Layers**

## **2.2.6 Kostenfunktionen**

## **2.2.7 Backpropagation**

## **2.2.8 Optimierungsalgorithmen**

## **2.3 Verwandte Arbeiten**

TODO



# Kapitel 3

## Konzeption

TODO

### 3.1 Vorherige Arbeiten

TODO

### 3.2 Datensatz

TODO

### 3.3 Netzwerkarchitekturen

TODO

### 3.4 Framework

# Kapitel 4

## Implementierung

TODO

# Kapitel 5

## Evaluation

TODO

### 5.1 Vergleich der Modelle

TODO

# Kapitel 6

## Fazit

TODO

### 6.1 Zusammenfassung

TODO

### 6.2 Kritischer Rückblick

TODO (Reflexion und Bewertung der Zielsetzung gegenüber erreichtem Ergebnis)

### 6.3 Ausblick

TODO

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Fully-connected Neuronal Network mit 2 Layers (ein Hidden Layer mit 4 Neuronen) und ein Output Layer mit 2 Neuronen [Kar20]	3
-----	---	---

# Tabellenverzeichnis

## Source Code Content

# Glossar

**CIE** Internationale Beleuchtungskommission. 2



# Literaturverzeichnis

- [GBC16] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio und Aaron Courville. *Deep Learning*. <http://www.deeplearningbook.org>. MIT Press, 2016.

# Onlinereferenzen

- [Moe18] Julian Moeser. *Funktionsweise und Aufbau künstlicher neuronaler Netze*. 2018. URL: <https://jaai.de/kuenstliche-neuronale-netze-aufbau-funktion-291/> (besucht am 10.07.2020).

# Bildreferenzen

[Kar20] Andrej Karpathy. 2020. URL: <https://cs231n.github.io/neural-networks-1/>  
(besucht am 10.07.2020).

# Anhang A

TODO

# Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Berlin, den XX.XX.2018

Adrian Saiz Ferri