

<b>Einführung</b> .....	<b>IX</b>
-------------------------	-----------

---

## Teil I PyTorch und neuronale Netze

<b>1 Grundlagen von PyTorch</b> .....	<b>3</b>
Google Colab .....	3
PyTorch-Tensoren .....	6
Automatische Gradienten mit PyTorch .....	8
Berechnungsgraphen .....	12
Lernziele .....	18
<b>2 Erstes neuronales Netz mit PyTorch</b> .....	<b>19</b>
Das MNIST-Bilddatensatz .....	19
Die MNIST-Daten abrufen .....	20
Ein Blick auf die Daten .....	21
Ein einfaches neuronales Netz .....	24
Das Training visualisieren .....	30
Die Klasse für den MNIST-Datensatz .....	31
Unsere Klassifizierer trainieren .....	33
Das neuronale Netz abfragen .....	35
Die Performance des Klassifizierers einfach ermitteln .....	37
<b>3 Verfeinerungen</b> .....	<b>39</b>
Verlustfunktion .....	39
Aktivierungsfunktion .....	41
Optimierungsmethode .....	43
Normalisierung .....	45
Kombinierte Verfeinerungen .....	47
Lernziele .....	47

<b>4</b>	<b>Grundlagen von CUDA</b> .....	<b>49</b>
	NumPy vs. Python .....	49
	NVIDIA CUDA .....	51
	CUDA in Python verwenden .....	53
	Lernziele .....	57

---

## Teil II Generative Adversarial Networks erstellen

<b>5</b>	<b>Das GAN-Konzept</b> .....	<b>61</b>
	Bilder generieren .....	61
	Gegnerisches Training .....	62
	Ein GAN trainieren .....	65
	GANs sind schwer zu trainieren .....	67
	Lernziele .....	68
<b>6</b>	<b>Einfache 1010-Muster</b> .....	<b>69</b>
	Echte Datenquelle .....	70
	Den Diskriminator erstellen .....	71
	Den Diskriminator testen .....	73
	Den Generator erstellen .....	75
	Die Generatorausgabe überprüfen .....	78
	Das GAN trainieren .....	79
	Lernziele .....	84
<b>7</b>	<b>Handgeschriebene Ziffern</b> .....	<b>85</b>
	Die Datensatzklasse .....	86
	Der MNIST-Diskriminator .....	87
	Den Diskriminator testen .....	87
	MNIST-Generator .....	89
	Die Generatorausgabe testen .....	90
	Das GAN trainieren .....	91
	Mode Collapse .....	95
	Das GAN-Training verbessern .....	95
	Mit Startwerten experimentieren .....	103
	Lernziele .....	108
<b>8</b>	<b>Menschliche Gesichter</b> .....	<b>109</b>
	Farbbilder .....	109
	Der CelebA-Datensatz .....	110
	Hierarchisches Datenformat .....	111
	Die Daten abrufen .....	112

Die Daten inspizieren . . . . .	113
Die Datensatzklasse . . . . .	115
Der Diskriminator . . . . .	117
Den Diskriminator testen . . . . .	118
GPU-Beschleunigung . . . . .	119
Der Generator . . . . .	121
Die Generatorausgabe überprüfen . . . . .	122
Das GAN trainieren . . . . .	123
Lernziele . . . . .	127

---

## Teil III    Komplexere GANs

<b>9    Convolutional GANs . . . . .</b>	<b>131</b>
Speicherbedarf . . . . .	131
Lokalisierte Bildmerkmale . . . . .	133
Faltungsfiler . . . . .	133
Kerngewichte lernen . . . . .	136
Merkmalshierarchie . . . . .	136
MNIST-CNN . . . . .	137
CelebA-CNN . . . . .	141
Eigene Experimente . . . . .	152
Lernziele . . . . .	154
<b>10    Konditionierte GANs . . . . .</b>	<b>155</b>
cGAN-Architektur . . . . .	155
Diskriminator . . . . .	156
Generator . . . . .	158
Trainingsschleife . . . . .	159
Bilder grafisch darstellen . . . . .	159
Ergebnisse für das konditionierte GAN . . . . .	160
Lernziele . . . . .	162
<b>Fazit . . . . .</b>	<b>163</b>

---

## Anhänge

<b>A    Ideale Verlustwerte . . . . .</b>	<b>167</b>
MSE-Verlust . . . . .	167
BCE-Verlust . . . . .	168

<b>B</b>	<b>GANs lernen Wahrscheinlichkeit</b> . . . . .	<b>175</b>
	GANs merken sich die Trainingsdaten nicht . . . . .	175
	Vereinfachtes Beispiel . . . . .	175
	Bilder aus einer Wahrscheinlichkeitsverteilung generieren . . . . .	177
	Gruppen von Pixeln für Bildmerkmale lernen . . . . .	177
	Viele Modi und Mode Collapse . . . . .	178
<b>C</b>	<b>Beispiele für Faltungen</b> . . . . .	<b>181</b>
	Beispiel 1: Faltung mit Schrittweite 1, keine Auffüllung . . . . .	181
	Beispiel 2: Faltung mit Schrittweite 2, keine Auffüllung . . . . .	182
	Beispiel 3: Faltung mit Schrittweite 2, mit Auffüllung . . . . .	182
	Beispiel 4: Faltung mit Bedeckungslücken . . . . .	183
	Beispiel 5: Transponierte Faltung mit Schrittweite 2, keine Auffüllung . . . . .	184
	Beispiel 6: Transponierte Faltung mit Schrittweite 1, keine Auffüllung . . . . .	185
	Beispiel 7: Transponierte Faltung mit Schrittweite 2, mit Auffüllung . . . . .	186
	Ausgabegrößen berechnen . . . . .	187
<b>D</b>	<b>Instabiles Lernen</b> . . . . .	<b>189</b>
	Gradientenabstieg – für das Training von GANs geeignet? . . . . .	189
	Ein einfaches Konfliktbeispiel . . . . .	189
	Gradientenabstieg – nicht ideal für Konfliktspiele . . . . .	193
	Warum eine Kreisbahn? . . . . .	193
<b>E</b>	<b>Quellen</b> . . . . .	<b>195</b>
	Der MNIST-Datensatz . . . . .	195
	Der CelebA-Datensatz . . . . .	195
	NVIDIA und Google . . . . .	195
	Open Source . . . . .	195
	<b>Index</b> . . . . .	<b>197</b>