

Aufbereitung der Bilder

Erarbeitet von
Dr. Ludmila Himmelspach

Lernziele	1
Inhalt	2
Einstieg.....	2
Vorverarbeitung zur Ergebnisverbesserung	2
Vorverarbeitung im Zusammenhang mit Anwendung der CNNs	3
Data Augmentation.....	3
Take-Home Message	4
Quellen	4
Disclaimer	5

Lernziele

- Du kannst erklären, wie Bilder vorverarbeitet werden müssen, damit sie von einem CNN-Modell verarbeitet werden können
- Du kannst den Begriff „Tensor“ definieren
- Du kannst die Unterschiede zwischen der offline und online Data Augmentation beleuchten

Inhalt

Einstieg

Bei der Analyse und Kategorisierung der Bilder stören sich die Menschen nicht daran, dass diese nicht die perfekte Qualität, unterschiedliche Auflösung oder Größe haben. Dagegen sind die künstlichen neuronalen Netze durch ihre Struktur eingeschränkt und können nicht mit jeder Art von Bildern arbeiten. In diesem Video lernst Du, wie Bilder vorverarbeitet werden müssen, damit sie überhaupt von einem CNN verarbeitet werden können, und welche Vorverarbeitungsschritte zur Verbesserung der Ergebnisse eines CNNs führen können.

Vorverarbeitung zur Ergebnisverbesserung

Erfahrene Experte können sogar beim Vorliegen verschiedener Artefakte in Bildern diese richtig kategorisieren. Zum Beispiel werden in radiologischen Aufnahmen aufgrund der Bewegungen oder Atmung der Patienten die Organe teilweise deformiert angezeigt. Außerdem sind die Bilder oft verrauscht, haben unterschiedliche Auflösung oder weisen unterschiedliche Intensitätsbereiche untereinander auf. Dennoch sind Radiologen in der Lage, solche Bilder richtig einzuordnen. Künstliche neuronale Netze tun sich schwer damit.

Insbesondere bei relativ kleinen Trainingsdatensätzen hat es sich in der Praxis als nützlich erwiesen, einige Vorverarbeitungsschritte an radiologischen Aufnahmen durchzuführen, bevor ein künstliches neuronales Netz mit ihnen trainiert wird.

Quelle [1]

Zu diesen zählen *Denoising* bzw. auf deutsch *Entrauschung*. Besonders radiologische Bildgebungsverfahren sind für Rauschen sehr anfällig, das zu zufälligen Intensitätsschwankungen im Bild führt. Durch die Anwendung von Denoising Filtern, kann Rauschen entweder ganz oder teilweise aus den Aufnahmen entfernt werden.

Die meisten Trainingskorpora im medizinischen Bereich enthalten radiologische Aufnahmen, die mit unterschiedlichen Geräten oder mit unterschiedlichen Einstellungen aufgenommen wurden. Als Folge davon können Bilder unterschiedliche Kontraststärken und Bildauflösungen untereinander aufweisen. Durch *Histogrammnormalisierung* oder *Histogrammausgleich*, kann die Kontraststärke der Bilder angepasst werden. Um die Bildauflösung zu standardisieren, wird *Resampling* durchgeführt bzw. die Pixelgröße der Bilder verändert.

Die gerade erwähnten Vorverarbeitungsschritte sind sehr individuell und sind von Anwendungsfällen, Datenkorpora und der Architektur bzw. Tiefe der künstlichen neuronalen Netze abhängig. So wird zum Beispiel Rauschentfernung in Bildern von den meisten CNNs intern durchgeführt. Deswegen können einige Vorverarbeitungsschritte in

einigen Fällen zur Verbesserung der Ergebnisse führen, während in anderen Fällen die Ergebnisse sogar verschlechtern.

Vorverarbeitung im Zusammenhang mit Anwendung der CNNs

In künstlichen neuronalen Netzen werden Daten, in unserem Fall Bilder, in sogenannten *Tensoren* gespeichert. Im Grunde ist ein Tensor ein Container für Daten, der durch drei folgende Eigenschaften beschrieben wird:

- *Anzahl der Achsen* bzw. Dimensionen,
- *Form* bzw. Ordnung (im 2-dimensionalen Fall entspricht es der Zeilen- und Spaltenanzahl) und
- *Datentyp* der im Tensor gespeicherten Daten.

Quelle [2]

Aus Modul I weißt Du, dass Bilder im Computer als 2-dimensionale Zahlenmatrizen dargestellt werden. Damit alle Bilder eines Trainingsdatensatzes in einem Tensor gespeichert werden können, müssen sie den gleichen Datentyp und die gleiche Form haben. Deswegen müssen im Rahmen der Vorverarbeitung der Datentyp und die Form der Bilder angepasst werden. Bei der Standardisierung der Bildform werden die Bilder normalerweise entweder beschnitten oder am Rand erweitert. Im Falle der radiologischen Aufnahmen ist es immer sinnvoll vor diesem Schritt *Resampling* durchzuführen.

Des Weiteren bereitet es einem künstlichen neuronalen Netz Schwierigkeiten, Daten zu verarbeiten, die große Werte annehmen. Deswegen wird empfohlen, alle Werte – im Fall der Bilder Pixelwerte – auf den Wertebereich zwischen 0 und 1 zu normalisieren.

Die Röntgenaufnahmen aus unserem Beispieldatensatz liegen im JPEG-Format vor und enthalten keine Informationen über die Auflösung einzelner Bilder. Deswegen beschränken wir uns auf die nötigsten Vorverarbeitungsschritte, Standardisierung der Bildform und Umwandlung der Pixelwerte auf den Bereich zwischen 0 und 1.

Data Augmentation

Wenn die Trainingsdatenmenge nicht besonders groß ist, neigen die künstlichen neuronalen Netze zu Überanpassung. D.h. sie lassen sich für neue Daten nicht gut verallgemeinern, obwohl sie auf Trainingsdaten gute Ergebnisse liefern. Die Idee der *Data Augmentation* besteht darin, anhand der vorhandenen Trainingsdaten weitere Daten durch Transformationen zu erzeugen. So kann man eine Bildsammlung um weitere Bilder ergänzen, indem die vorhandenen Bilder entweder verschoben, rotiert, gespiegelt, rein- oder rausgezoomt werden. Die neuen Bilder können auch durch eine Kombination der Transformationen erstellt werden. Man muss nur aufpassen, dass die angewendeten Transformationen für die gegebene Anwendung sinnvoll sind und keine Bilder produzieren,

die unplausibel erscheinen. Durch die Vergrößerung der Trainingsmenge auf diese Weise, bekommt ein Klassifikationsmodell mehr Aspekte der Daten zu erkennen.

Die Data Augmentation ist vergleichbar mit der Entwicklung einer internen Repräsentation von Objekten im menschlichen visuellen Gedächtnis durch die Betrachtung dieser bei wechselnden äußeren Bedingungen wie dem Blickwinkel und den Lichtverhältnissen.

Man unterscheidet zwischen zwei Arten der Data Augmentation: offline und online. Bei der *offline Data Augmentation* findet die Erweiterung der Datenmenge vor dem Trainingsprozess statt. So wird das Klassifikationsmodell wie CNN mit der vergrößerten Trainingsdatenmenge trainiert. Bei der *online Data Augmentation* findet die Generierung neuer Trainingsdaten während des Trainingsprozesses statt. Vor der Verarbeitung eines Bildes durch das künstliche neuronale Netz wird dieses durch das neue Bild ersetzt, das durch eine Reihe zufälliger Transformationen des Ursprungsbildes entstanden ist. So bekommt das Klassifikationsmodell während des gesamten Trainingsvorgangs niemals zwei identische Bilder zu sehen. Auch hier hängt es von der Anwendung, dem Datenkorpus und der Architektur des künstlichen neuronalen Netzes ab, welche Art der Data Augmentation sich am besten eignet.

Take-Home Message

Während menschlichen Expert*innen Bilder unterschiedlicher Qualität, Auflösung und Größe richtig kategorisieren können, tun sich die künstlichen neuronalen Netze schwer damit. In diesem Video hast Du gelernt, was ein Tensor ist und wie Bilder vorverarbeitet werden sollen, damit sie in einem Tensor gespeichert werden können. Außerdem hast Du erfahren, welche Vorverarbeitungsschritte zur Verbesserung der Ergebnisse eines künstlichen neuronalen Netzes führen können.

Quellen

- Quelle [1] Galbusera, F., & Cina, A. (2024). Image Annotation and Curation in Radiology: an Overview for Machine Learning Practitioners. *European Radiology Experimental*, 8(1), 11.
- Quelle [2] Chollet, F. (2018). *Deep Learning mit Python und Keras: Das Praxis-Handbuch vom Entwickler der Keras-Bibliothek*. MITP-Verlags GmbH & Co. KG.

Disclaimer

Transkript zu dem Video „Bildklassifikation und Bildsegmentierung: Aufbereitung der Bilder“, Dr. Ludmila Himmelspace.

Dieses Transkript wurde im Rahmen des Projekts ai4all des Heine Center for Artificial Intelligence and Data Science (HeiCAD) an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf unter der Creative Commons Lizenz [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) veröffentlicht. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos, alle in den Quellen ausgewiesenen Fremdmaterialien sowie alle als Quellen gekennzeichneten Elemente.