

# Transfer Learning mit Attention Layer für die Netzwerk-Visualisierung bei der Erkennung von Chest-X-Ray-Bildern (Pneumonia)

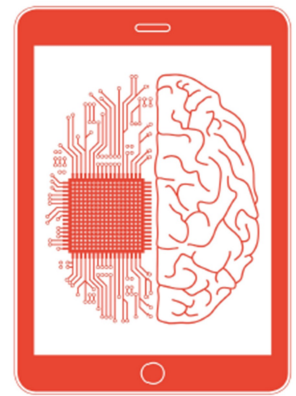
Jana Brzak

Bachelor-Thesis, Studienrichtung Medizininformatik

Auftraggeber, Daniel Behr

Expert/in: Reto Hagman

Verantwortliche/r: Daniel Behr, FHNW Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Life Sciences, IM2



## Zusammenfassung

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, ein neues neurales Convolutional Neural Network (CNN) sowie ein bereits bestehendes Netzwerk mit Transfer-Learning (Xception) zu erstellen, diese mit Attention-Modulen zu erweitern und die Erkennung von Pneumonie zu visualisieren. Pneumonie oder auch Lungenentzündung ist eine schwere Erkrankung, die vor allem von Bakterien und Viren verursacht wird. Bei deren Auftreten sind die Lungenbläschen und das umliegende Gewebe entzündet.<sup>[1]</sup> Radiologisch wird eine Lungenentzündung als Infiltrat auf einer Röntgenaufnahme des Brustkorbs mit Anzeichen einer akuten Atemwegserkrankung definiert.<sup>[2]</sup> Die Pneumonie-Röntgenbilder (Chest-X-Ray-Bilder) wurden mit verschiedenen Modellen untersucht und mit dem Attention Modul, dem Convolutional Block Attention Modul (CBAM), erweitert. Zudem wurden die wichtigen Bereiche zur Erkennung als Heatmap markiert. Insgesamt lässt sich schlussfolgern, dass die Verwendung von Attention-Modulen zu einer Verbesserung der Visualisierung der Lungenentzündungserkennung geführt hat.

## Forschungsfragen und Daten

Um die Zielsetzung zu erreichen, sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Wie beeinflusst die Erweiterung von CNN-Modellen durch Attention-Module bei der Pneumonie-Erkennung die Interpretierbarkeit von Chest-X-Ray-Bildern?
- Welche Unterschiede zeigen sich in den visualisierten Erkennungsregionen zwischen dem Transfer-Learning-Modell ohne Attention-Layer und dem durch Attention-Layer erweiterten Netzwerk?
- Wie verhalten sich die Vision-Transformer (ViT)-Modelle bei der Erkennung medizinisch relevanter Bereiche bei Pneumonie-Röntgen-Aufnahmen?

Der dafür verwendete Datensatz «Chest X-Ray Images (Pneumonia)»<sup>[3]</sup> besteht aus drei Ordnern (train, test und validation) mit je zwei Unterordnern (Pneumonia/Normal). Insgesamt sind 5863 X-Ray-Bilder im JPEG-Format vorhanden. Die Kategorie «Pneumonia» wird untergliedert in eine bakterielle und eine virale Pneumonie (Abb. 1).

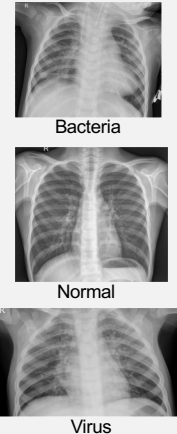


Abbildung 1: Beispielbilder aller Klassen

## Ergebnisse

### CNN-Modell

Mit 120 Epochen erreichte das CNN-Modell die höchste Testgenauigkeit (Max-Score) von 88 %.

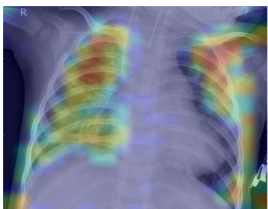


Abbildung 2: Heatmap CNN-Modell

### CNN-CBAM-Modell

Das CNN-CBAM-Modell erreichte nach 90 Epochen einen Max-Score von 87 %.

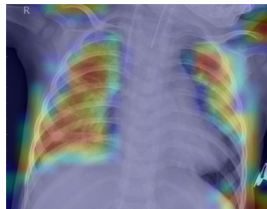


Abbildung 3: Heatmap CNN-CBAM-Modell

### Xception-Modell

Das Xception-Modell erreichte einen Max-Score von 83 % nach 30 Epochen.

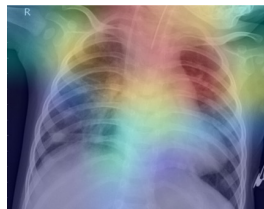


Abbildung 4: Heatmap Xception-Modell

### Xception-CBAM-Modell

Mit 60 Epochen hat das Xception-CBAM-Modell einen Max-Score von 84 % erreicht.

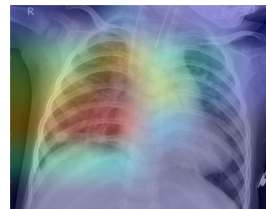


Abbildung 5: Heatmap Xception-CBAM-Modell

### ViT-16 Modell

Das ViT-16-Modell hat mit einer Patchgrösse von 16 einen Max-Score von 86 % nach 90 Epochen erreicht.

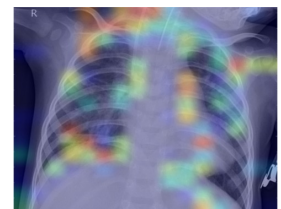


Abbildung 6: Heatmap ViT-16-Modell

## Vergleich

Das CNN-Modell (Abb. 2) hat mit 88 % den höchsten Wert erreicht, wenn die Modelle auf der Grundlage ihrer Ergebnisse verglichen werden. Das CNN-Modell mit CBAM (Abb. 3) erreichte einen Max-Score von 87 %. Anatomisch sind die Heatmaps gut nachvollziehbar. Die Erweiterung durch CBAM führte lediglich zu einer Verstärkung der Bereiche für die Klassifikation. Das Xception erreichte einen Max-Score von 83 % (Abb. 4) und die Erweiterung durch das CBAM-Attention-Modul einen von 84 %. In den Heatmaps ist ein deutlicher Unterschied zu erkennen. Durch das CBAM-erweiterte Xception-Modell (Abb. 5) fällt der Bereich für die endgültige Klassifikation auf die Verschattung – den Bereich, der auf eine Lungenentzündung hinweist. Im Gegensatz dazu verwenden die ViT-Modelle Areale für die Klassifizierung, die keine signifikanten Informationen liefern (Abb. 6), erreichen jedoch zufriedenstellende Resultate.

## Schlussfolgerung

Es lässt sich schlussfolgern, dass die Erweiterung mit dem CBAM Attention-Modul den Modellen dazu verholfen hat, gewisse Bereiche stärker zu fokussieren. Ein deutlicher Unterschied ist bei den Xception- (Abb. 4) und Xception-CBAM-Modellen (Abb. 5) zu sehen, bei denen sich die Fokussierung auf die Verschattung richtet je länger das Modell lernt. Das CNN-Modell (Abb. 2) erzielte bereits gute Ergebnisse und die CBAM-Erweiterung führte lediglich zu einer verstärkten Fokussierung der Bereiche (Abb. 3). Weiter ist durch die Visualisierung erkennbar, dass der Fokus der Modelle auch auf nicht relevante Areale gerichtet ist, etwa auf das «R», das die Orientierung des Brustkorbs auf dem Röntgenbild bestimmt, oder auf medizinische Hilfsmittel, wie die Intubierung, auf die Schulter, das Schlüsselbein, die Arme, den Kiefer oder auf den Hintergrund.

## Ausblick

Eine Verbesserung kann durch das Verarbeiten der Bilder im Vorfeld erreicht werden. Dies kann das Löschen des «R» sein oder das Verwenden lediglich eines Bildausschnitts der gesamten Aufnahme, um die Anzahl der Artefakte zu minimieren. Um die Bilder weiter für die Verwendung zu optimieren, kann zuvor mit Filtern der Kontrast erhöht werden, sodass die Sichtbarkeit der relevanten Bereiche verstärkt wird. Bei den ViT-Modellen kann eventuell noch an der Architektur und der idealen Grösse der Patches (Bildausschnitten) gearbeitet werden. Zudem wäre ein Ansatz, die Patchgrössen innerhalb eines Modells unterschiedlich zu definieren, so eine Variation zu generieren und anschliessend eine Visualisierung durchzuführen. Der Gebrauch weiterer Attention-Module kann ein zusätzlicher Ansatz sein, um zu ermitteln, wie die Erkennung von Lungenentzündung visualisiert wird.

[1] gesundheitsinformation.de. (2021). Lungenentzündung. <https://www.gesundheitsinformation.de/lungenentzuendung.html> (aufgerufen am 20.07.2023)

[2] Gereige, R. S., & Laufer, P. M. (2013). Pneumonia. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24085792/>

[3] Money Paul. (2018). Chest X-Ray Images (Pneumonia). <https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia?resource=download> (aufgerufen am 20.07.2023)