

Fallbeispiel und Pipeline für Bildsegmentierung

Erarbeitet von
Dr. Ludmila Himmelspach

Lernziele	1
Inhalt	2
Einstieg.....	2
Fallbeispiel und Pipeline	2
BraTS 2021 Datensatz	4
Ausblick.....	5
Quellen	5
Disclaimer	5

Lernziele

- Du kannst erklären, welche Schritte für die Entwicklung eines Bildsegmentierungssystems notwendig sind
- Du kannst erklären, wie Daten für Bildsegmentierung im Allgemeinen annotiert werden

Inhalt

Einstieg

Convolutional Neural Networks können nicht nur für die Bildklassifikation eingesetzt werden. Auch das Erkennen und Lokalisieren der Bildobjekte sind mit ihrer Hilfe möglich. Beim autonomen Fahren werden CNNs zum Beispiel dafür eingesetzt, Verkehrszeichen und Menschen zu lokalisieren. Im medizinischen Bereich können CNNs zum Auffinden und Markieren von Läsionen wie Hirntumoren oder Aneurysma in radiologischen Aufnahmen ihre Anwendung finden.

Seit 2012 findet jährlich der internationale Brain Tumor Segmentation (BraTS) Wettbewerb statt, der sich zur Aufgabe gemacht hat, moderne Machine und Deep Learning Methoden zur Segmentierung der Hirntumoren in Magnetresonanztomographie (kurz MRT)-Aufnahmen zu bewerten. Am Beispiel der Daten aus dem BraTS Wettbewerb von 2021 zeigen wir in diesem Abschnitt, wie Systeme für die Bildsegmentierung im Allgemeinen entwickelt werden.

Fallbeispiel und Pipeline

Ein bösartiger Tumor im Gehirn ist eine lebensgefährliche Erkrankung. Wegen seines raschen Wachstums beträgt die mittlere Lebenserwartung der Patient:innen ohne Behandlung nur wenige Monate. Die Standardtherapie besteht aus einer Kombination von Operation, Bestrahlung und Chemotherapie. Eine exakte Erkennung der Grenzen von Hirntumorunterregionen in MRT-Aufnahmen ist sowohl für die Planung von chirurgischen Eingriffen als auch für die Überwachung des Tumorwachstums sehr hilfreich. Eine manuelle Grenzbestimmung von Tumoren ist allerdings sehr mühsam, zeitaufwendig und subjektiv. Deswegen würde ein automatisiertes Segmentierungssystem die Arbeit von Radiolog:innen erleichtern und beschleunigen.

Quelle [1]

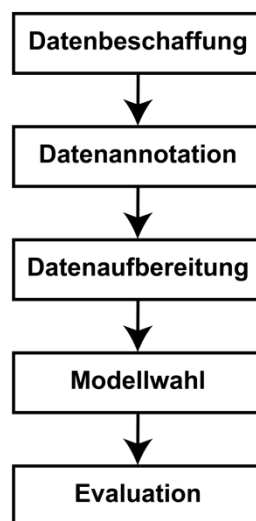


Abbildung 1: Pipeline für die Entwicklung eines Bildsegmentierungsmodells.

Um ein solches System zu entwickeln sind die gleichen Schritte wie für die Entwicklung eines Bildklassifikationssystems notwendig. Zuerst muss eine geeignete Datenbasis zusammengestellt werden. In unserem Fall handelt es sich offensichtlich um die MRT-Aufnahmen vom Kopf, die ein Hirntumor aufweisen. Diese MRT-Bilder müssen von Expert:innen annotiert werden. Da es sich um eine Segmentierungsaufgabe handelt, benutzen die Radiolog:innen ein spezielles Programm, in dem sie die Hirntumorunterregionen markieren. Das Programm erstellt eine sogenannte *Maske* für das entsprechende MRT-Bild. Dabei handelt es sich um ein Gegenstück zur MRT-Aufnahme, in der nur die markierten Regionen gespeichert werden. Nach einer Aufbereitung der Daten wird ein Convolutional Neural Network mit den annotierten MRT-Bildern trainiert und anschließend evaluiert.

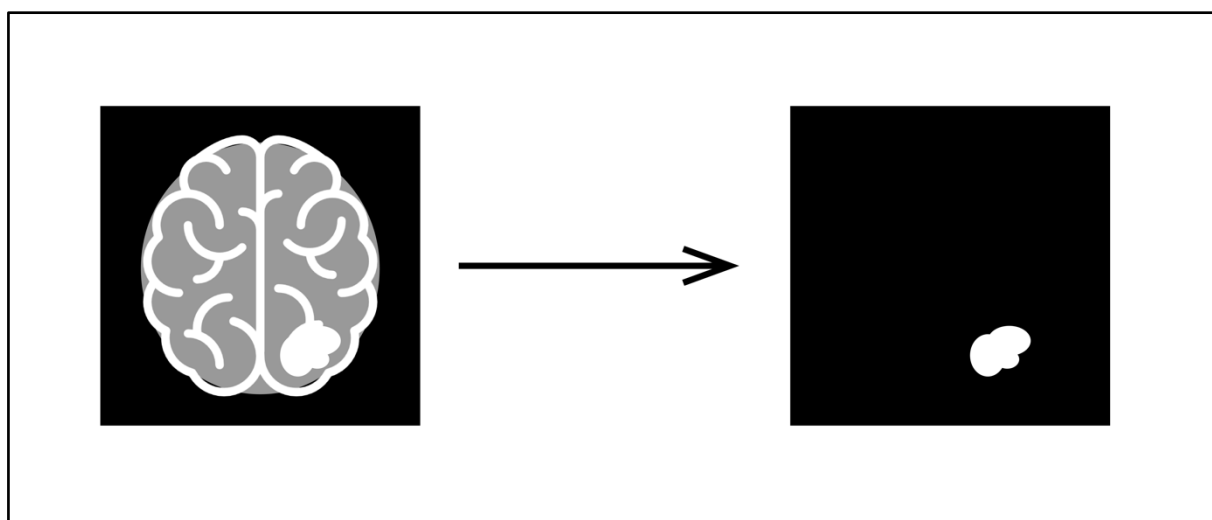


Abbildung 2: Eine beispielhafte Darstellung eines MRT-Bildes (links) und der dazugehörigen Segmentierungsmaske (rechts).

BraTS 2021 Datensatz

Die Organisatoren des Brain Tumor Segmentation (BraTS) Wettbewerbs 2021 haben die ersten drei Schritte der Pipeline bereits übernommen, indem sie den Wettbewerbsteilnehmern einen vorverarbeiteten und von Expert:innen annotierten Datensatz bestehend aus 2040 MRT-Aufnahmen zur Verfügung gestellt haben. Im Rahmen der Vorverarbeitung wurden alle MRT-Aufnahmen in ein für radiologische Bilder gängiges NIfTI-Format umgewandelt. Der Vorteil des NIfTI-Formats besteht darin, dass die MRT-Bilder direkt in einem 3D-Format gespeichert werden. Ein Bildpunkt heißt dann nicht mehr Pixel, sondern *Voxel*, das für *volume element* steht. Des weiteren wurden die MRT-Aufnahmen einem Resampling unterworfen, um die isotrope Auflösung zu vereinheitlichen. Aus Datenschutzgründen wurde anschließend das Gehirn mittels einer Skull-Stripping-Methode aus den MRT-Aufnahmen extrahiert.

Um die Annotation der MRT-Aufnahmen zu erleichtern, wurden diese zuerst mit den automatisierten Methoden vorsegmentiert, die bei vorigen Wettbewerben gute Ergebnisse erzielt haben. Die automatisch erzeugten Segmentierungen wurden durch freiwillige Neuroradiologie-Expert:innen entsprechend den festgelegten Annotationsrichtlinien manuell verbessert. Anschließend wurden diese Segmentierungen durch erfahrene, zertifizierte Neuroradiolog:innen genehmigt.

Quelle [1]

Für das Wettbewerb wurden drei Tumorunterregionen in den MRT-Aufnahmen gekennzeichnet: *der Tumorkern*, der in der Abbildung mit rot eingezeichnet ist, *die erweiterte Tumorregion*, die mit blau markiert ist, und *der gesamte Tumor*, der mit grüner Farbe dargestellt wurde.

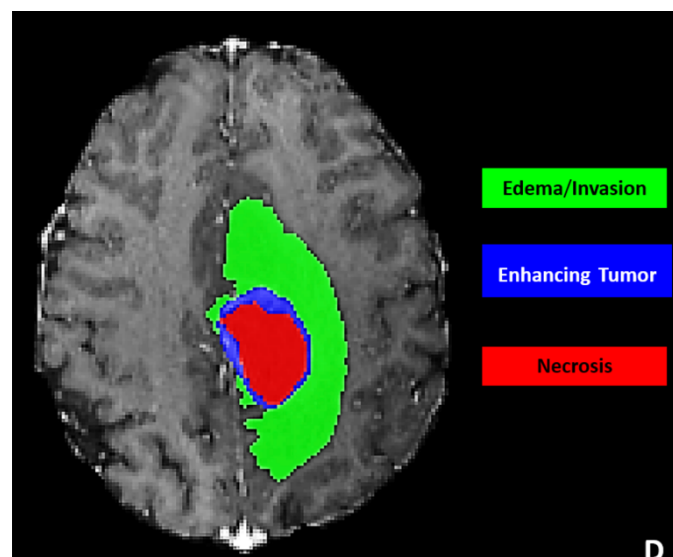


Abbildung 3: Unterregionen der Hirntumoren, die in der RSNA-ASNR-MICCAI BraTS 2021 Challenge berücksichtigt wurden: (a) TC: Tumorkern (rot), (b) ET: erweiterte Tumorregion (blau), (c) WT: gesamter Tumor (grün) (Quelle [1]).

Ausblick

In diesem Abschnitt wollen wir nicht auf alle Einzelheiten eines Systems eingehen, mit dem man den nächsten BraTS Wettbewerb gewinnen kann. Vielmehr wollen wir die allgemeine Architektur und die gängigen Bewertungsmetriken für ein Convolutional Neural Network Modell vorstellen, die aktuell für die Bildsegmentierungsaufgabe eingesetzt werden.

Quellen

Quelle [1] Baid, U., Ghodasara, S., Mohan, S., Bilello, M., Calabrese, E., Colak, E., ... & Bakas, S. (2021). The RSNA-ASNR-MICCAI BraTS 2021 Benchmark on Brain Tumor Segmentation and Radiogenomic Classification. *arXiv preprint arXiv:2107.02314*.

Disclaimer

Transkript zu dem Video „Bildklassifikation und Bildsegmentierung: Fallbeispiel und Pipeline für Bildsegmentierung“, Dr. Ludmila Himmelsbach.

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.