

Einführung in den Themenblock „Bildklassifikation und Bildsegmentierung“

Erarbeitet von
Dr. Ludmila Himmelspach

Lernziele	1
Inhalt	2
Entwicklung der visuellen Wahrnehmung bei Kindern	2
Warum sieht jede*r anders?	2
Maschinelles Sehen	6
Überblick.....	7
Quellen	7
Disclaimer	8

Lernziele

- Du lernst Faktoren kennen, die für die Entwicklung des menschlichen visuellen Systems wichtig sind
- Du kannst einige Anwendungsbeispiele nennen, in denen KI-Methoden für die automatisierte Bildanalyse eingesetzt werden
- Du kannst die Begriffe „Bildsegmentierung“ und „Bildklassifikation“ definieren

Inhalt

Entwicklung der visuellen Wahrnehmung bei Kindern

Bereits kurz nach der Geburt ordnen und organisieren Kinder die visuelle Welt um sich herum, in dem sie zum Beispiel Objekte und Gesichter anhand ihrer Merkmale identifizieren und einordnen. Viele *Organisationsprinzipien* scheinen uns angeboren zu sein, wogegen das *Erkennen von Merkmalen* stark von dem Entwicklungsstand des visuellen Systems abhängt. Mit der Verbesserung der Sehschärfe und der Kontrastempfindlichkeit sind Kinder zum Beispiel in der Lage die Konturen von Objekten und Gesichtern zu erkennen. Daraus ergeben sich die Merkmale wie Form und Größe. Mit der Entwicklung der Fähigkeit die Farben zu unterscheiden, kommt das Merkmal Farbe hinzu. Je fortgeschrittener das Sehsystem eines Kindes in seiner Entwicklung ist, desto komplexere Merkmale kann es in Objekten erkennen. Neben dem Wachstum und Reifung der Augen, durchläuft auch das Sehzentrum, der *visuelle Cortex*, im Gehirn der Verfeinerung und Ausdifferenzierung. Denn dort findet die Verarbeitung der visuellen Information statt.

Quelle [1]

Für das Wiedererkennen und Kategorisieren verschiedener visueller Objekte sind noch zwei weiteren Faktoren von großer Bedeutung: die *wiederholte Wahrnehmungserfahrung* und das *visuelle Gedächtnis*. Die wiederholte Wahrnehmungserfahrung wird einerseits durch das angeborene Interesse an der Umwelt, die eine Vielzahl an visuellen Reizen zu bieten hat, gewährleistet. Andererseits bekommt das Kind durch das Aufwachsen in einer vertrauten Umgebung mit ständigen Bezugspersonen die Möglichkeit gleiche Objekte und Gesichter unter unterschiedlichen Bedingungen wiederholt zu sehen. Infolgedessen wird nicht nur das Erkennen von Objektmerkmalen sondern auch deren Auswahl für das Erkennen und Unterscheiden von Objekten ermöglicht. Das Ziel dieser Prozesse besteht darin, eine *interne Repräsentation* von Objekten und Gesichtern im visuellen Gedächtnis zu entwickeln. Durch den Wechsel der äußeren Bedingungen wie dem eigenen Blickwinkel oder den Lichtverhältnissen wird die interne Repräsentation durch das Wissen über die möglichen Erscheinungsformen der Objekte angepasst und ergänzt.

Zweifellos wird die Entwicklung des visuellen Systems auch durch andere Wahrnehmungsleistungen wie Hören, Tasten, Riechen oder Schmecken unterstützt. Mit voranschreitendem Alter wird die interne Repräsentation der Umwelt nicht nur durch eigene visuelle Erfahrungen, sondern zusätzlich durch das Wissen anderer ergänzt und geformt.

Warum sieht jede*r anders?

Einige Aufgaben, wie zum Beispiel die Erkennung und Unterscheidung menschlicher Gesichter, scheinen uns evaluationsbedingt leichter zu fallen. Selbst ein Kind im Vorschulalter kann ein menschliches Gesicht unabhängig vom Geschlecht und Hautfarbe

sicher identifizieren. Für andere Aufgaben brauchen Menschen dagegen eine jahrelange Übung und viel Vorwissen, um diese zuverlässig zu meistern.

So würde ein Laie zum Beispiel in diesem Bild wahrscheinlich ein abstraktes Kunstwerk sehen. Ein erfahrener Radiologe bzw. eine Radiologin würde dagegen sofort vermuten, dass es sich um eine Visualisierung der Nervenbahnen im menschlichen Gehirn mittels der Diffusions-Tensor-Bildgebung handelt.

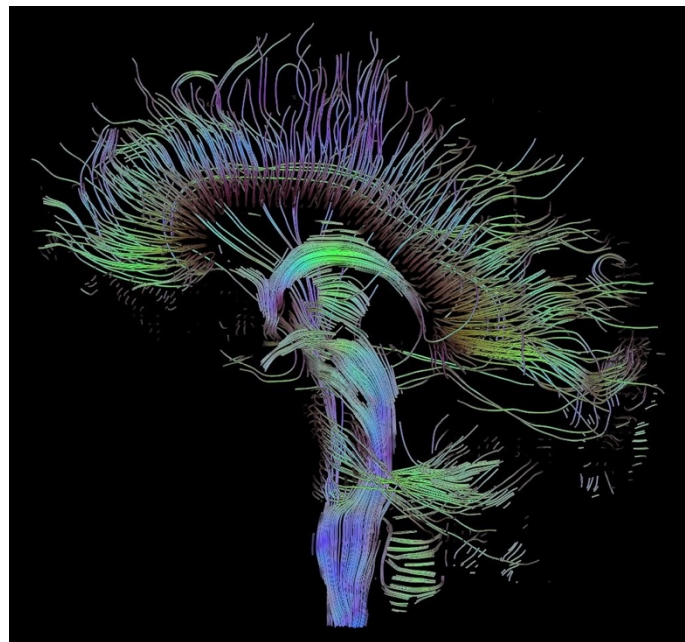


Abbildung 1 Visualization of a DTI measurement of a human brain. Depicted are reconstructed fiber tracts that run through the mid-sagittal plane [2].

Wenn man mit der christlichen Religion etwas vertraut ist, erkennt man sicherlich in diesem Gemälde von David Teniers die Szene der Verkündigung an Maria.



Abbildung 2 David Teniers d. J., Verkündigung an Maria [3].

Ein Kunsthistoriker bzw. eine Kunsthistorikerin erkennt die Merkmale der gleichen Szene auch in diesem Kunstwerk vom italienischen Maler Carlo Crivelli.



Abbildung 3: Carlo Crivelli, *The Annunciation, with Saint Emidius* [4].

Wer wissen möchte, was Anna Amalia über die Italienreise in ihr Tagebuch notiert hat, muss erstmal ihre Schrift entziffern können. Ihre Handschrift sieht zwar ordentlich aus, unterscheidet sich aber von der, die man heutzutage in der Schule lernt. Während ein Laie sich über einige Schriftzeichen den Kopf zerbricht, können Expert*innen für alte Schriften solche Texte ohne Probleme lesen.

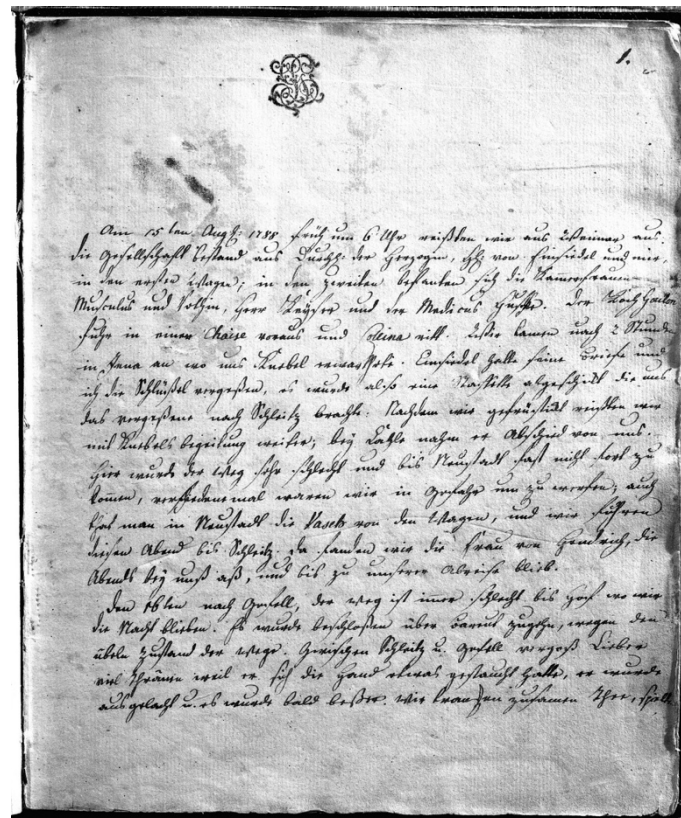


Abbildung 4 Handschrift Tagebuch der italienischen Reise der Anna Amalia, Seite 1 [5].

Aber warum sehen bzw. erkennen Menschen unterschiedliche Dinge in gleichen Bildern oder bilden unterschiedliche Annahmen über ihre Bedeutung? Ganz einfach, weil unser Gehirn bestimmt, was und wie wir sehen. Dabei spielen individuelle Erfahrungen eine wichtige Rolle.

Quelle [6]

Während Radiologen und Radiologinnen sich hauptsächlich mit der Analyse der Röntgen- und MRT-Aufnahmen des menschlichen Körpers befassen, beschäftigen sich die Kunsthistoriker*innen unter anderem mit Malereien verschiedener Stilrichtungen und Epochen. Deswegen können sich die ersten relativ schnell und sicher über den Gesundheitszustand eines Patienten oder einer Patientin zum Beispiel anhand einer MRT-Aufnahme, ein Urteil bilden, während die letzteren Gemälde interpretieren.

Maschinelles Sehen

Mit der Entwicklung der Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) werden immer mehr Aufgaben von Maschinen teilweise oder ganz übernommen, für die eine visuelle Analyse erforderlich ist. So werden beim autonomen Fahren ständig Bilder von der Umgebung mit den Kameras aufgenommen und analysiert, um zum Beispiel Verkehrsschilder, andere Fahrzeuge und Passant*innen zu identifizieren und zu lokalisieren. Im medizinischen Bereich werden die Methoden der Künstlichen Intelligenz zum Beispiel für die Klassifikation der Tumoren in MRT-Aufnahmen eingesetzt. Auch im Bereich der Gesichtserkennung kommen

die Methoden des maschinellen Sehens zum Einsatz. Aber wie schaffen es die Maschinen, die visuellen Aufgaben so gut wie wir Menschen zu bewältigen oder uns in der Leistung sogar zu übertreffen? Genau darum geht es in diesem Themenblock.

Zuerst aber müssen wir zwischen zwei Aufgaben der visuellen Wahrnehmung unterscheiden: dem Erkennen von Objekten als Ganzes und dem Einordnen von Objekten bzw. ihrer Klassifikation. Bei der Erkennung von Objekten oder, wie in Fachkreisen auch genannt wird, *Segmentierung* von Bildern, geht es darum, alle Bildpunkte bzw. Pixel zu erkennen, die das interessierende Objekt zeigen. Bei der Tumorerkennung in MRT-Aufnahmen von Kopf handelt es sich zum Beispiel um eine Segmentierungsaufgabe. Das Einordnen von Bildern wird als *Bildklassifikation* bezeichnet. Die Aufgabe der Bildklassifikation besteht darin, ein Bild einer der vorgegebenen Kategorie zuzuweisen. Wenn wir zum Beispiel Kunstwerke einer Stilrichtung zuordnen wollen, handelt es sich um eine Bildklassifikationsaufgabe, bei der jede Stilrichtung eine Klasse bzw. Kategorie bildet.

Überblick

Jetzt, wo Du weißt, worum es bei der Bildklassifikation und Bildsegmentierung geht, wirst Du in diesem Themenblock am Beispiel der automatisierten Erkennung der Lungenentzündung in Röntgenaufnahmen erfahren, wie Systeme für Bildklassifikation entwickelt werden. Warum sie so erfolgreich sind und welche Schwächen sie haben. Außerdem gehen wir hier auf die rechtlichen Aspekte ein und sehen, auf welche Hindernisse man bei der Entwicklung der KI-Anwendungen im medizinischen Bereich trifft. In einem Exkurs schauen wir uns dann auch an, wie die gleichen Verfahren für Digitalisierung historischer Dokumente eingesetzt werden. Des weiteren werden wir am Beispiel der automatischen Erkennung der Hirntumoren in MRT-Aufnahmen besprechen, welche Methoden für die Bildsegmentierung heutzutage eingesetzt werden. Darüber hinaus werfen wir auch hier einen Blick auf die Anwendungsmöglichkeiten gleicher Verfahren in der Kunstgeschichte.

Quellen

- Quelle [1] Zihl, J., Mendijs, K., Schuett, S., Priglinger, S. (2012). *Sehstörungen bei Kindern: Visuoperzeptive und visuokognitive Störungen bei Kindern mit CVI* (2. Auflage). Austria: Springer.
- Quelle [2] Thomas Schultz - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1201188>
- Quelle [3] David Teniers d. J., Verkündigung an Maria, Bayerische Staatsgemäldesammlungen – Staatsgalerie Neuburg, URL: <https://www.sammlung.pinakothek.de/de/artwork/XR4MJN8xQ1> (Zuletzt aktualisiert am 05.09.2019)

- Quelle [4] Carlo Crivelli, The Annunciation, with Saint Emidius, National Gallery, London,
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Annunciation,_with_Saint_Emidius_-_Carlo_Crivelli_-_National_Gallery.jpg
- Quelle [5] Handschrift Tagebuch der italienischen Reise der Anna Amalia, Seite 1 Signatur: GSA
24/13
<https://www.klassik-stiftung.de/digital/fotothek/digitalisat/10-001-146/>
- Quelle [6] Bellebaum, C., Thoma, P., Daum, I. (2011). *Neuropsychologie*. Germany: VS Verlag für Sozialwissenschaften. (S 31)

Disclaimer

Transkript zu dem Video „Bildklassifikation und Bildsegmentierung: Einführung in den Themenblock „Bildklassifikation und Bildsegmentierung““, 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.