

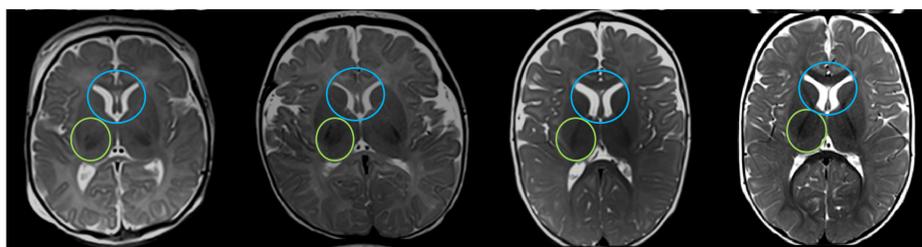
Erklärbare klinische Entscheidungsunterstützung in der pädiatrischen Neuroradiologie

Dominik Wolff¹, Eva Bültmann²

¹ Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover
² Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Medizinische Hochschule Hannover

Motivation

Im klinischen Alltag werden zur Differentialdiagnose verschiedener Erkrankungen bildgebende Verfahren, wie die Magnetresonanztomographie (MRT), eingesetzt. Ein MRT des Kopfes kann bei Patient*innen mit neurologischen Auffälligkeiten, beispielsweise bei Krampfanfällen, wertvolle diagnostische Hinweise liefern. Bei der Befundung ist vor allem bei Säuglingen und Kleinkindern die Beurteilung der Hirnreife ein entscheidendes Kriterium. Die Reifung des Gehirns erfolgt nach einem bekannten, festen Schema insbesondere durch Myelinisierung, bei der die Neuriten der Nervenzellen von einer Myelinscheide umhüllt werden. Dies führt zu einer deutlich erhöhten Leitfähigkeit der Nervenzellen und somit zu einer verbesserten Reizübertragung. Die fortschreitende Myelinisierung wird in MRTs durch Veränderung der Signalintensitäten sichtbar (Abbildung 1). Weitere wichtige Kriterien der Hirnreife sind die Größe des Schädels und damit verbunden das Hirnvolumen und die Menge an Hirnwasser (Liquor). Der Ausschluss bzw. Nachweis eines verzögerten oder gestörten Hirnreifungsprozesses bei Säuglingen und Kleinkindern mittels Begutachtung von Schädel-MRTs bedarf erfahrener Neuroradiolog*innen.

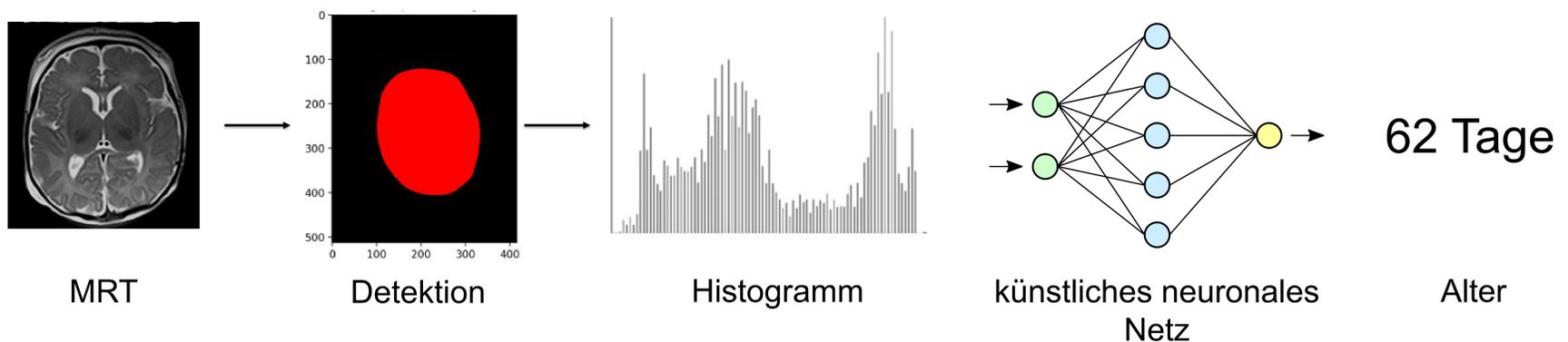


0 Monate 3 Monate 6 Monate 9 Monate

Abbildung 1: Der Hirnreifungsprozess in T2-gewichteten MRTs. Wichtige Regionen sind farblich hervorgehoben.

Klinische Entscheidungsunterstützung

Zur Unterstützung von Neuroradiolog*innen wird ein auf künstlicher Intelligenz basierendes klinisches Entscheidungsunterstützungssystem entwickelt, welches auf Grundlage einer T2-gewichteten MRT-Sequenz des Neurokranium die Hirnreife als Alter in Tagen bestimmen kann. Durch den Abgleich des prognostizierten und des tatsächlichen Alters können Anomalien der Hirnreife detektiert werden. Das System basiert auf einem künstlichen neuronalen Netz (KNN), welches im sogenannten Training durch Sichtung mehrerer hundert MRTs und dem jeweils zugehörigen Alter bei Aufnahme automatisiert erlernen kann, die Hirnreife für neue Fälle zu bestimmen. Damit das KNN die MRTs interpretieren kann, werden diese vorverarbeitet (Abbildung 2).



Das Training des künstlichen neuronalen Netzes erfolgt mit einer Kohorte aus der pädiatrischen Neuroradiologie der Medizinischen Hochschule Hannover, welche Säuglinge und Kleinkinder bis zu einem Alter von 1000 Tagen umfasst. Hierzu wurden 209 Patient*innen mit einer zu ihrem Alter passenden Hirnreife identifiziert. Das trainierte System kann das Alter, wenn auch mit einer gewissen Ungenauigkeit, für Patient*innen mit einer unauffälligen Hirnreife prognostizieren. Für Patient*innen mit einer leicht verzögerten Reifung des Gehirns erzielt das System ähnlich gute Ergebnisse. Sind die Abweichungen im Reifungsprozess zu gravierend, so weicht die Prognose des Systems jedoch von der einer pädiatrischen Neuroradiolog*in deutlich ab.

Zukünftige Forschung

Das hier vorgestellte Modell soll direkt in die in der pädiatrischen Neuroradiologie der MHH verwendete Software VISAGE® eingebunden werden. Die hieraus resultierende Verfügbarkeit im klinischen Alltag ermöglicht eine Evaluation des Systems mit Neuroradiologen auf verschiedenen Ebenen, wie Nutzbarkeit, Validität und Funktionalität. Da VISAGE® ein Standardtool in der Radiologie darstellt, könnte das System auch an anderen Kliniken eingesetzt werden. Die Nachvollziehbarkeit klinischer Entscheidungsunterstützungssysteme ist ein integraler Faktor für das Vertrauen von medizinisch Tätigen und Patient*innen in die Entscheidungen eines auf künstlicher Intelligenz basierenden Systems. Aktuell handelt es sich bei dem präsentierten System um eine sogenannte Black-Box, deren Entscheidungen von außen nicht durch Ärzte nachvollzogen werden kann. Durch die Erweiterung des Systems um eine Erklärungskomponente sollen Einblicke in die Entscheidungsfindung des Systems erzeugt werden. Für das präsentierte System ist geplant Regionen, die eine Rolle bei der Entscheidungsfindung gespielt haben, farblich hervorzuheben (Abbildung 3). So kann die Prognose durch Neuroradiolog*innen beurteilt werden und ihre Aufmerksamkeit sogar auf neue ihnen unbekannte Einflussfaktoren gelenkt werden.

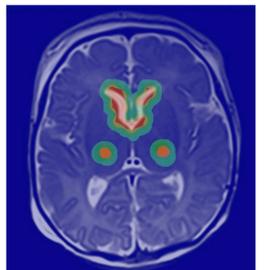


Abbildung 3: Visualisierung der die Altersprognose beeinflussenden MRT-Bereiche.

Abbildung 2: Schematischer Systemaufbau inklusive der MRT-Vorverarbeitung. In einem ersten Schritt wird der Schädel im MRT detektiert, um anschließend ein Histogramm der Intensitätswerte zu erstellen. Auf Basis des Histogramms prognostiziert das künstliche neuronale Netz das Alter der Patient*in. Die Prognose wird mit dem wahren Alter der Patient*in verglichen.

