

Julian Westerdorf

Dr. med.

Erkennung und Klassifikation odontogener Kieferzysten und -tumore im Röntgenbild mittels Deep-Learning

Fach/Einrichtung: Mund-Zahn-Kieferheilkunde

Doktorvater: Herr Prof. (apl.) Dr. med. Dr. med. dent. Christian Freudlsperger

In der vorliegenden Arbeit wurde die Möglichkeit untersucht auf Basis retrospektiver Daten ein Maschinelles Lernmodell in Form eines Neuronalen Netzes zu trainieren, welches ausgewählte odontogene Kieferzysten und -tumore auf Panoramaübersichtsaufnahmen der Kiefer erkennen und klassifizieren kann. Dazu standen die Panoramaübersichtsaufnahmen aus der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie des Universitätsklinikum Heidelberg der Jahre 2008 bis 2020 zur Verfügung. Nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien fasste das Patientengut insgesamt 1424 Röntgenbilder, bestehend aus einer Zystengruppe von 712 Bildern, darunter 298 radikuläre Zysten, 231 folliculäre Zysten, 130 Keratozysten, 33 Residualzysten, 20 Ameloblastome und bestehend aus einer Kontrollgruppe aus 712 Bildern mit identischer Geschlechts- und Alterszusammensetzung wie die Positivgruppe. Es wurden drei verschiedene Fragestellungen untersucht. Der Binär-Klassifizierer untersuchte die alleinige Detektion der odontogenen Kieferzysten und -tumore (Klassen: Zyste, keine Zyste), der Trinär-Klassifizierer die Erkennung und Klassifikation der benignen odontogenen Zystenformen (Klassen: radikuläre Zyste, folliculäre Zyste, keine Zyste). Beim Multi-Klassifizierer wurden neben den Klassen des Trinär-Klassifizierers zusätzlich aggressiv wachsende odontogene Läsionen in Form von Keratozysten und Ameloblastomen als zusammengefasste Klasse aggressive Variante klassifiziert. Für jede Fragestellung wurde auf Basis des Patientenguts jeweils ein eigener Datensatz zusammengestellt und eine eigene Neuronale Netzwerkstruktur trainiert. Aus den Vorhersagen der trainierten Neuronalen Netze auf dem Testdatensatz wurden die Evaluationsparameter Accuracy, Sensitivität/Recall, Spezifität, Precision und F1-Score berechnet sowie eine Konfusionsmatrix generiert. Zur Auswahl der Hyperparameter und Netzwerkarchitekturen kam 10-fold Crossvalidation zum Einsatz. Außerdem wurden zur Visualisierung der Entscheidungsfindung der Neuronalen Netze Class Activation Maps für die Positivklassen generiert.

Bei allen Fragestellungen zeigte das Convolutional Neural Net Inception-V3 die besten Vorhersageergebnisse in der 10-fold Crossvalidation. Die erreichte Accuracy auf den Testdatensätzen betrug für den Binär-Klassifizier 0.884, für den Trinär-Klassifizier 0.847 und für den Multi-Klassifizier 0.674. Die generierten Class Activation Maps zeigten für alle Fragestellungen mit den odontogenen Kieferzysten und -tumoren ortskorrelierende Aktivierungen der jeweiligen Klassen, was die Annahme unterstützt, dass die Neuronale Netze im Training tatsächlich robuste Merkmale zur Erkennung der Kieferzysten erlernen konnten. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die Detektion und Klassifikation odontogener Kieferzysten und Tumore durch Neuronale Netze auch auf heterogenen Datensätzen möglich ist. Zur erfolgreichen Anwendung im klinischen Alltag ist jedoch eine Erweiterung der vorhandenen Datensätze insbesondere um relevante Differenzialdiagnosen nötig, optimalerweise durch multizentrische Daten. Wichtig ist außerdem die Einhaltung methodischer Standards, die eine aussagekräftige Einordnung der erreichten Ergebnisse Maschineller Lernmodelle ermöglichen.