

Automatisierte Gefässsegmentierung in 2D-OCTA-Projektionsbildern

Studiengang: BSc in Informatik
Vertiefung: Data Engineering
Betreuer: Prof. Dr. Tiziano Ronchetti

Trotz des technologischen Fortschritts stellt die präzise Darstellung und Analyse von Gefässstrukturen im Auge nach wie vor eine grosse Herausforderung dar. Gefässveränderungen sind rechtzeitig zu erkennen, da sie später zu gravierenden pathologischen Veränderungen führen können. Die automatische Gefässsegmentierung in 2D-OCTA-Projektionsbildern spielt in der klinischen Praxis eine zentrale Rolle und wird zunehmend mit Hilfe von neuronalen Netzwerkarchitekturen durchgeführt.

Einleitung

Die Optische Kohärenztomographie-Angiographie (OCT-A) ist ein diagnostisches Verfahren, welches in der Ophthalmologie verwendet wird, um Gefässveränderungen im Auge zu messen. Solche Gefässveränderungen liefern u.a. wichtige Hinweise auf mögliche Störungen in der Blutzirkulation, welche zu Erkrankungen führen könnten. Typische Beispiele derartiger vaskulärer Augenpathologien sind die altersbedingte Makuladegeneration und die diabetische Retinopathie. Die manuelle Segmentierung von Arterien, Venen, Kapillaren, der fovealen avaskulären Zone (FAZ), sowie von den verschiedenen Netzhautschichten erfordert umfassendes Expertenwissen und ist äusserst zeitaufwendig. Anhand des bisher grössten und umfangreichsten öffentlichen Datensatzes OCTA-500 und der dazugehörigen Publikation, wird in dieser Arbeit versucht, die bestehenden Modelle für die Bildsegmentierung nachzubilden sowie mit den dazugehörigen Metriken miteinander zu vergleichen und zu evaluieren. Aufbauend darauf ist das Ziel mit den heute gängigen Machine Learning Methoden, die Performance der bestehenden Segmentierungsmodelle zu erreichen und im Idealfall zu verbessern. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen als weiteres Fernziel die Effizienz und Genauigkeit der Segmentierung

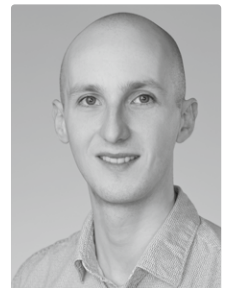
optimieren, um potenzielle klinische Anwendungen zu fördern.

Methode

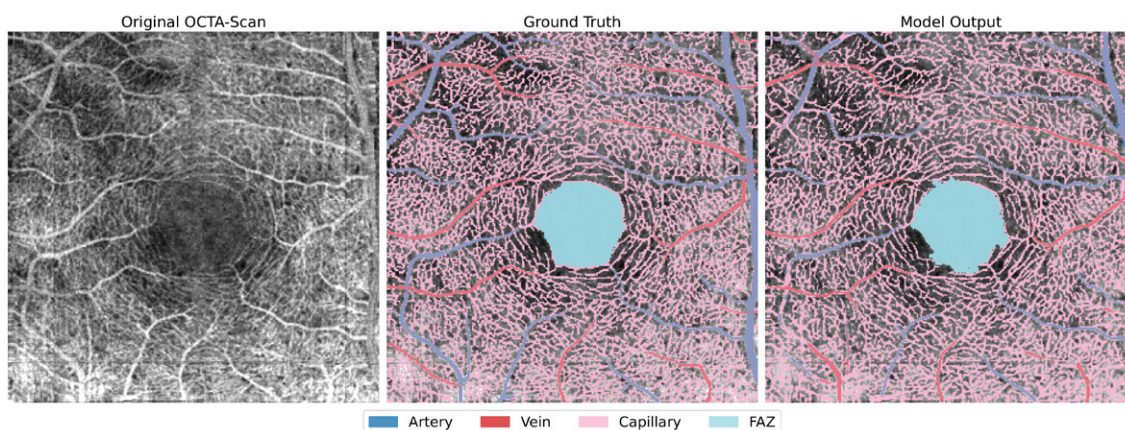
Für die Segmentierung von medizinischer Bildgebung wurden neuronale Netzwerke wie U-Net und deren Weiterentwicklungen wie U-Net++, U-Net3+ und Attention U-Net auf Basis der jeweiligen Publikationen implementiert.

Der Datensatz wurde klassisch in Trainings-, Test- und Validierungssatz aufgeteilt. Die in der Publikation von OCTA-500 beschriebenen Trainingseinstellungen wurden verwendet. Zusätzlich wurde ein Early-Stopping-Mechanismus und eine dynamische Anpassung der Lernrate verwendet. Die Evaluierung erfolgte anhand der Metriken Dice-Koeffizienten, Intersection-over-Union (IoU), Genauigkeit, Sensitivität und Spezifität. Ausserdem wurden visuelle Vergleiche zwischen Ground Truth und Modellvorhersagen durchgeführt, inkl. Diagramme, welche die Ergebnisse aller Modelle über das Originalbild überlappen. Die Baseline-Metriken aus der OCTA-500 Publikation dienten als Vergleich.

Um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten, wurde eine feste Datenaufteilung verwendet und eine detaillierte Dokumentation sämtlicher Trainingseinstellungen erstellt.



Yanis Joël Lupberger
yanislupberger@gmx.ch



(links) 2D-OCT-A Projektionsbild eines Auges als Input für die verschiedenen Modelle, (mitte) Ground Truth aus OCTA-500 Datensatz, (rechts) Segmentierung durch neuronale Netzwerke