

Gianluca Brugnara

Dr. med.

Automated volumetric assessment of multiple sclerosis with artificial neural networks

Fach/Einrichtung: Radiologie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Martin Bendszus

ENGLISH - The project aimed at testing the potential of artificial neural networks for automated volumetric assessment of multiple sclerosis disease burden and activity on MRI, to improve consistency and speed in evaluating routine follow-up as well as clinical trial data. The network was trained with a single-institutional dataset of 334 patients with MS at any disease stage to perform automated segmentation of FLAIR and contrast-enhancing lesions on MRI data. Independent testing was performed in an institutional longitudinal dataset with 82 patients. The performance was evaluated with standard metrics by calculating f1 score, precision and recall for the detection of both types of lesions. The data was analyzed after calculation of a volumetric threshold for lesion detection which would maximize f1 scores on the training set. Additionally, benchmarking of the network architecture was performed by training and testing on the ISBI 2015 public challenge data.

Lesion detection by the network resulted in a mean f1 score of 0.867 and 0.879 for FLAIR lesions, and 0.636 and 0.751 for contrast-enhancing lesions in training and test set, respectively; this yielded a recall of 0.742 and precision of 0.743 for the detection of contrast-enhancing lesions in the training set cross-validation, and 0.862 and 0.889 for FLAIR lesions in the same cohort. Performance in the longitudinal test set for the same metrics was 0.850 and 0.809 for CE lesions, and 0.831 and 0.944 for FLAIR lesions. In the ISBI 2015 Challenge public dataset, the network achieved an overall score of 93.030, reaching the second place on the leaderboard at the time of submission. In conclusion, these results highlight the capability of neural networks for quantitative state-of-the-art assessment of lesion load on MRI and potentially enable a more accurate assessment of disease burden in patients with multiple sclerosis.

DEUTSCH - Das Projekt zielte darauf ab, ein neuronales Netzwerk zur automatischen Quantifizierung der Läsionslast von multipler Sklerose sowie deren Krankheitsaktivität zu entwickeln. Daraus sollte eine genauere und schnellere Auswertung sowohl von routinemäßigen MRT-Verlaufskontrolle als auch von Daten aus klinischen Studien ermöglicht werden. Das Netzwerk wurde aus einem Datensatz einer einzelnen Institution, bestehend aus 334 Patienten mit multipler Sklerose in jedwedem Stadium und jeglicher Form, trainiert, um eine automatische Segmentierung sowohl von FLAIR- als auch kontrastmittelanreichenden Läsionen durchzuführen. Die Prüfung des Netzwerks erfolgte mit einem longitudinalen Datensatz mit 82 Patienten und dessen Leistung wurde mit in diesem Forschungsgebiet gebräuchlichen Metriken (F1-Score, Precision und Recall) bewertet. Weiterhin wurden die Datensätze mit einem volumetrischen Grenzwert zur Maximierung der Leistung der Läsionserkennung bewertet, welche im Trainings-Datensatz berechnet wurde. Außerdem wurde die Leistung der Netzwerkarchitektur mit einem Benchmarking in der öffentlichen ISBI 2015-Challenge evaluiert. Die Läsionserkennung führte zu einem mittleren F1-Score von 0,867 und 0,879 für FLAIR- und 0,636 und 0,751 für kontrastmittellaffine Läsionen im Trainings- bzw. Testset. Daraus ergaben sich ein Recall von 0,742 und eine Precision von 0,743 für die Erkennung der kontrastmittelanreichenden Läsionen im Trainingsset und 0,862 bzw. 0,889 für FLAIR. Die gleichen Metriken ergaben 0,850 bzw. 0,809 für kontrastmittellaffine Läsionen und 0,831 bzw. 0,944 für FLAIR im Test-Set. Das Netzwerk erreichte eine Gesamtpunktzahl von 93,030 und dadurch den zweiten Platz auf der Bestenliste in der ISBI-2015 Challenge. Diese Ergebnisse bekräftigen die Leistungsfähigkeit neuronaler Netzwerke zur automatisierten Bewertung der Läsionslast von multipler Sklerose und deren Krankheitsaktivität im MRT.