

Projektvorstellung Mangold

Fördernummer: MaM1/FE-25

Heimatklinik: Universitätsklinikum Mannheim, Abteilung für Urologie und Urochirurgie

Projekt: „Deep-learning basierte Prostatakarzinomerkenung mit hochfrequentem transrektalem Ultraschall („Deep-TRUS“ Trial - Deep learning-based prostate cancer detection with high frequency TransRectal Micro-UltraSound)“

Betreuer und Gastlabor: Prof. Dr. Klaus Maier-Hein, Division of Medical Image Computing (MIC), Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg (DKFZ)

Das Prostatakarzinom stellt mit über 60.000 Neuerkrankungen pro Jahr die häufigste maligne Tumorerkrankung des Mannes dar. Trotz moderner Bildgebung bleibt die flächendeckende und damit auch dezentral verfügbare, zuverlässige Erkennung klinisch signifikanter Prostatakarzinome eine zentrale Herausforderung der urologischen Versorgungsrealität. Sowohl die konventionelle TRUS-Untersuchung als auch die magnetresonanzbasierte Bildgebung - letztere trotz ihres Status als diagnostischer Goldstandard - zeigen Limitationen, sei es eine eingeschränkte Verfügbarkeit, begrenzte Bildauflösung oder hohe Interrater-Variabilität. Ein vielversprechender Ansatz, um diese diagnostische Lücke zu schließen, ist der transrektale Mikro-Ultraschall (mUS), der mit einer Frequenz von 29 MHz eine bis zu dreifach höhere Auflösung bietet als konventionelle Systeme. Die klinische Relevanz und Aktualität dieses Verfahrens werden durch die vielbeachteten Ergebnisse der kürzlich veröffentlichten, randomisierten „OPTIMUM“-Studie erneut unterstrichen. Diese konnte zeigen, dass die mUS-gestützte Prostatabiopsie der MRT-gestützten Fusionsbiopsie in der Detektion klinisch signifikanter Karzinome nicht unterlegen ist. MUS ermöglicht eine verbesserte Visualisierung intraprostatischer Strukturen, jedoch ist der klinische Nutzen zur Karzinomerkenung bislang unter anderem aufgrund einer hohen Interrater-Variabilität limitiert. Das durch das Eisenberger-Stipendium geförderte Projekt „Deep-TRUS“ verfolgt das Ziel, ein Deep-Learning-basiertes System zur automatisierten Erkennung klinisch signifikanter Prostatakarzinome im hochfrequenten mUS zu entwickeln. Grundlage für dieses Deep-Learning-Modell ist ein einzigartiger, histologisch exakt annotierter Datensatz. Dieser entsteht durch die Verknüpfung präoperativer Mikro-Ultraschallbilder mit digital rekonstruierten 3D-Prostatektomiepräparaten, in denen die tumortragenden Areale exakt markiert sind. Anschließend wird das neuronale Netzwerk auf Basis modernster semantischer Segmentierungsmodelle (nnU-Nets) trainiert. Im Rahmen des Projekts sollen zunächst in einer prospektiven Monozenterstudie über 400 Patienten rekrutiert werden - davon mindestens 200 vor radikaler Prostatektomie - um den oben genannten Datensatz zu erstellen. Das finale Projektziel besteht darin, das neuronale Netzwerk zu trainieren, es anhand von Validierungsdaten zu optimieren und seine Leistungsfähigkeit an unabhängigen Testdaten zu überprüfen. Perspektivisch ist über das Projekt hinaus eine multizentrische Validierung vorgesehen. „Deep-TRUS“ soll so langfristig die untersucherabhängige Variabilität verringern und eine standardisierte, KI-gestützte Echtzeitdiagnostik mittels mUS ermöglichen - mit dem Potenzial, bestehende Verfahren zu ergänzen oder gar zu ersetzen.