Abstract: Rekonstruktion der initialen Druckverteilung photoakustischer Bilder mit limitiertem Blickwinkel durch maschinelle Lernverfahren

Dominik Waibel^{1,3}, Janek Gröhl^{1,4}, Fabian Isensee², Klaus H. Maier-Hein^{2,4},
Lena Maier-Hein^{1,4}

¹Abteilung Computer-assistierte Medizinische Interventionen, Deutsches
Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg

²Abteilung Medizinische Bildverarbeitung, Deutsches Krebsforschungszentrum
(DKFZ), Heidelberg

³Fakultät für Physik und Astronomie, Universität Heidelberg

⁴Medizinische Fakultät, Universität Heidelberg

d.waibel@dkfz-heidelberg.de

Die Rekonstruktion von Bildern aus unvollständigen Rohdaten ist eine fundamentale Herausforderung in der medizinischen Bildgebung. Dies gilt insbesondere auch für die Photoakustik, einer neuartigen Bildgebungstechnik, welche auf dem photoakustischen Effekt basiert, bei dem durch die Absorption von Photonen aus Laserpulsen im Gewebe Schallwellen ausgelöst werden. Durch den optischen Kontrast der Photoakustik können funktionale Parameter - wie die Blutsauerstoffsättigung - hoch aufgelöst und tief im Gewebe gemessen werden.

Anders als bei der Computer- oder Magnetresonanztomographie ist ein 360 Grad Scan in der Photoakustik aufgrund von physikalischen Limitationen außerhalb der Kleintierbildgebung nicht möglich. Stattdessen werden Bilder, ähnlich wie bei der Ultraschallbildgebung, in Abhängigkeit der Geometrie der verwendeten Sonde, aus einem eingeschränkten Winkelbereich rekonstruiert. Dies lässt keine akkurate Rekonstruktion der initialen Druckverteilung zu, da die Schallwellen nur unvollständig gemessen werden. Derzeit werden zur Bildrekonstruktion sogenannte Beamformingalgorithmen, welche für konventionelle Ultraschallsonden entwickelt wurden, auch für Photoakustiksysteme genutzt. Sie können zwar Informationen über die zugrundeliegende initiale Druckverteilung rekonstruieren, liefern jedoch keine quantitativen Resultate.

In diesem Beitrag präsentieren wir einen Ansatz zur photoakustischen Bildrekonstruktion, der ein maschinelles Lernverfahren zur Rekonstruktion der initialen Druckverteilung aus Ultraschalldaten mit einem eingeschränkten Winkelbereich nutzt. Hierzu verwenden wir eine U-Net Deep Learning Architektur, welche auf in silico Daten trainiert und mit Phantomdaten validiert wird. Die Erzeugung der Trainingsdatenbasis erfolgt durch Monte Carlo Simulationen. Erste Ergebnisse zeigen eine genauere Rekonstruktion der initialen Druckverteilung gegenüber etablierten Rekonstruktionsalgorithmen in silico und eine qualitative Verbesserung bei der Rekonstruktion von in vitro Daten.