



Abstract: Tattoo-Tomographie

Freihand-3D-Photoakustik und multimodale Bildfusion

Niklas Holzwarth¹, Melanie Schellenberg¹, Janek Gröhl², Kris Dreher¹,
Jan-Hinrich Nölke¹, Alexander Seitel¹, Minu D. Tizabi¹, Beat P. Müller-Stich³,
Lena Maier-Hein¹

¹Abteilung Intelligente Medizinische Systeme, DKFZ, Heidelberg, DE

²Cancer Research UK Cambridge Institute, University of Cambridge, UK

³Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie, Uniklinikum Heidelberg, DE
n.holzwarth@dkfz.de

Photoakustische Tomographie (PAT) ist eine neuartige Bildgebung, die es ermöglicht, morphologische und funktionelle Gewebeeigenschaften wie zum Beispiel die Sauerstoffsättigung in Echtzeit und räumlich aufgelöst darzustellen. Obwohl dies ein vielversprechender Ansatz für Diagnose, Therapie und Verlaufskontrolle verschiedener Erkrankungen ist, lassen aktuelle photakustische Sonden lediglich die Aufnahme im eingeschränkten Bereich der zweidimensionalen (2D) Bildebene zu. Wir stellen daher in den neuartigen Ansatz der Tattoo-Tomographie vor, welcher ohne externe Trackinghardware eine 3D-Rekonstruktion von PAT Bildern ermöglicht. Zentrales Element ist hierbei ein optisches Muster (Tattoo), welches vor der PAT-Messung auf der Haut oberhalb der Zielstruktur platziert wird. Das klar definierte Design des Musters ermöglicht es, die räumliche Lage der PAT-Sonde aus einzelnen Schnittbildern relativ zum Koordinatensystem des Musters zu bestimmen und daraus ein 3D-Volumen zu rekonstruieren. In einer Erweiterung kann das Tattoo-Konzept zudem zur Bildfusion von PAT mit anderen Bildgebungsverfahren, wie zum Beispiel CT und MRT, verwendet werden. Die Integration von entsprechenden Markern der gewünschten Fusionsmodalität in die Geometrie des optischen Musters ermöglicht hier die Bestimmung der Fusionstransformation. Der Tattoo-Ansatz wurde in Phantom- und in vivo Experimenten evaluiert. Die Ergebnisse zeigen, dass Tattoo-Tomographie eine präzise 3D-Rekonstruktion mit Submillimetergenauigkeit sowie eine Bildfusion zwischen PAT und CT/MRT mit einem Targetregistrierungsfehler < 3mm (Phantom) ermöglicht. Im Gegensatz zu bisherigen Verfahren kommt Tattoo-Tomographie ohne komplexe externe Hardware oder aufwändiges, maßgeschneidertes Training neuronaler Netze aus. Durch seine einfache Anwendbarkeit und Präzision hat der Ansatz somit das Potential, sich zu einem wertvollen Instrument für klinische 3D-Photoakustik zu entwickeln [1].

References

1. Holzwarth N, Schellenberg M, Gröhl J, Dreher K, Nölke JH, Seitel A et al. Tattoo tomography: Freehand 3D photoacoustic image reconstruction with an optical pattern. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2021;16(7):1101–10.