

Master's Thesis:

3d Phantomsimulation für die NMR Bildgebung

Digitale Phantome $f : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{C}, d = 2, 3$ sind für die Methodenentwicklung in der NMR Bildgebung hilfreich, denn sie vereinfachen die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen und sind besser verfügbar als Scanzeit an NMR Scannern. Messdaten, die während eines NMR Scans aufgenommen werden, liegen häufig außerhalb des kartesischen Grids im Fourier Raum auf bestimmten Abtasttrajektorien $\Omega \subset \mathbb{R}^d, d = 2, 3$.

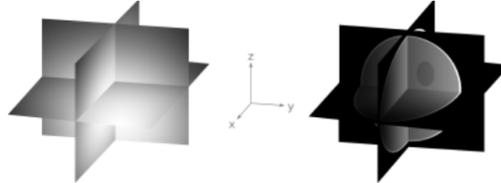


Figure 1: Links: 3d-Sensitivitätskarten. Rechts: Einfache 3d Simulation eines Phantoms.

Für die realistische Phantomsimulation im Fourierraum mit $i = 1, \dots, N$ Empfängerspulen reicht es daher nicht aus, ein Signal im Bildraum zu simulieren und mit einer DFT auf ein kartesisches Grid im Fourierraum abzubilden. Das Fourier Faltungstheorem

$$\mathcal{F}[f \cdot s_i](\omega) = \mathcal{F}[f] * \mathcal{F}[s_i](\omega), \quad \omega \in \Omega \quad (1)$$

ermöglicht die Simulation von Phantomdaten mit N Messspulen im Fourierraum auf beliebigen Abtasttrajektorien, sofern die analytische Fouriertransformation $\mathcal{F}[f]$ des Phantoms f verfügbar ist und $s_i : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{C}, d = 2, 3$ bezeichne die Sensitivitätskarte der i ten Spule [1]. Die Faltungen in eq. (1) können effizient berechnet werden, da alle Sensitivitätskarten glatt sind, daher wenige von Null verschiedene Fourierkoeffizienten haben und diese durch Messungen vorliegen. In unserer Rekonstruktionstoolbox BART sind Simulationen für Phantome $f \in \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{C}$, die aus einer Komposition von Polynomen mit bekannter analytischer Fouriertransformation bestehen, bereits implementiert.

Ziel des Projektes

Das Ziel des Projektes ist es, die bereits existierenden 2d Simulationsmethoden auf den Fall $d = 3$ in der BART Toolbox zu erweitern. Weiterhin soll die Darstellungen von Phantomen f als Komposition von Polynomen im Modell zu untersucht werden. Die 3d Simulationsmethoden sollen abschließend anhand eines vereinfachten Oberkörpermodells (Herz, ...) präsentiert werden. Das Projekt würde auf der reichen Auswahl an bereits vorhandenen 2d Simulationsmethoden aufbauen.

Benötigte Skills

- Interesse an der NMR Bildgebung.
- Vorlesung oder einschlägige Seminare zu Grundlagen der NMR Bildgebung erfolgreich besucht.
- Programmierkenntnisse und die Bereitschaft, sich mit C, Python und Linux Bash für die Masterthesis auseinanderzusetzen.
- Grundverständnis, was eine Fourier Transformation ist.

Wenn ihr Interesse an dem Thema habt aber euch nicht sicher seid, ob ihr alle Anforderungen erfüllt, meldet euch trotzdem gerne und wir können uns darüber austauschen. :-)

Kontakt

Martin Heide (martin.heide@med.uni-goettingen.de), Nick Scholand (scholand@tugraz.at)

References

- [1] M. Guerquin-Kern, L. Lejeune, K. P. Pruessmann, and M. Unser. Realistic analytical phantoms for parallel magnetic resonance imaging. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 31(3):626–636, 2012. ISSN 0278-0062. doi: 10.1109/TMI.2011.2174158. (Cited on page 1.)