



Die Universität Duisburg-Essen bietet am Erwin L. Hahn Institute for Magnetic Resonance Imaging (ELH) eine

Masterarbeit „Analyse der Leistungsmerkmale und Effizienz von verteilten CST-Simulationen für die UHF-MRT“

Im Rahmen des Bildungsprozesses der Magnetresonanztomografie (MRT) ist die effiziente Anregung des Zielgewebes und die Detektion des Empfangssignals durch Hochfrequenzspulen (HF-Spulen) essenziell. Im Allgemeinen sind HF-Spulen Antennen, die zum Senden und/oder Empfangen von Hochfrequenzsignalen verwendet werden. In klinischen MRT-Systemen (1,5 & 3 Tesla) umgibt zum Senden meist eine großvolumige HF-Sendespule den Körper der Patient*innen.

Zu höheren Feldstärken hin (≥ 3 T) erschweren die kürzeren Wellenlängen und daraus resultierende Bildartefakte den Einsatz von HF-Körperspulen mit großer räumlicher Abdeckung. Hier werden meist lokale HF-Mehrkanalspulen verwendet, die in der Nähe oder auf der betreffenden Körperregion platziert werden und sowohl zum Senden als auch zum Empfangen (Transceiver-Spule) dienen. Es ist aber zudem möglich, ein HF-Spulensystem ausschließlich zum Senden und ein anderes HF-Spulensystem nur zum Empfangen zu verwenden. Unabhängig von der konkreten Umsetzung, muss jedes Spulensystem vor dem praktischen Einsatz simuliert und virtuell getestet werden, um alle Sicherheitsanforderungen zu erfüllen.¹

Im Rahmen dieses Projekts soll die Simulationsperformance im Kontext verteilten Rechnens auf verschiedenen Hardwaresystemen unter Verwendung des Simulationsprogramms CST Studio (Dassault Systèmes Simulia) verglichen und optimiert werden. Hierzu werden verschiedene Testszenarien und -tools für ein Benchmarking benötigt, die in der Lage sind, notwendige Metriken standardisiert und (teil-)automatisiert zu erfassen und auszuwerten. Nach erfolgreicher Erprobung in der lokalen Simulationsinfrastruktur soll das so entstandene Testpaket an diverse unterschiedliche externe Anwender mit unterschiedlicher Hardware verteilt, dort ausgeführt und anschließend nach Erhalt der Testergebnisse ausgewertet werden. Die Erstellung der Testszenarien und -tools, sowie die Auswertung erster Ergebnisse bilden den Kern dieser Arbeit.

Zunächst sollen sich interessierte Kandidat*innen in die Thematik der Ultrahochfeld-MRT (UHF-MRT) bei 7 Tesla und der HF-Simulationen mit der Software CST, sowie derer verteilter Simulationsinfrastruktur einarbeiten. Eine kurze Recherche des aktuellen Stands der Technik über andere Simulationen in diesem Bereich schafft die Basis für den aktuellen Wissenstand. Ziel der Arbeit ist die Erstellung eines einfach verteilbaren und ausführbaren standardisierten Testszenarios und die dafür notwendige Testarchitektur für den Vergleich der Simulationsperformance auf unterschiedlichen Hardwaretypen und -systemen. Direkte Vergleiche und erste qualitative Aussagen über die Rolle und notwendige Minimalanforderungen verschiedener Hardwarekomponenten der verteilten Infrastruktur dienen als Grundlage für spätere Optimierungen. Diese sorgen potentiell für schnellere und effizientere Simulation neuer Spulenhardware im Rahmen der UHF-MRT bei 7 Tesla und für andere ähnlich gelagerte Fragestellungen.

¹ siehe u.a.:

- https://www.youtube.com/playlist?list=PLbkiZxYoulu5WgSSZyKBLfjTaQO2y_IWj
- Choi, et al., *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, [10.1109/RBME.2023.3244132](https://doi.org/10.1109/RBME.2023.3244132).

Betreuer vor Ort: Dr. Marcel Gratz
Zweitbetreuer: Dr. Markus May
Betreuender Professor: Univ.-Prof. Dr. Harald H. Quick
Arbeitsgruppe: Hochfeld- und Hybride MR-Bildgebung

Einsatzort: nach Absprache, vor Ort am ELH und Remote im Homeoffice möglich

Erwin L. Hahn Institut für MR-Bildgebung
Universität Duisburg-Essen
UNESCO Welterbe Zollverein
Kokereiallee 7
45141 Essen

Ihre Aufgaben:

- Gründliche Literatur-Recherche zur Thematik
- Erlernen der Simulationssoftware CST
- Verstehen der Parametrisierung und Hardware-Limitierungen in einer Simulationsumgebung
- Aufsetzen von Standardsimulationen, sowie Test- und Auswertetools
- Evaluation erster gewonnener Ergebnisse und Ableitung erster Optimierungen

Ihr Profil:

- Masterstudium in den Ingenieurwissenschaften (Elektrotechnik, Medizintechnik, Informatik, o.ä.)
- Grundverständnis numerischer Simulationen (idealerweise im Bereich Hochfrequenztechnik)
- Sicherer Umgang mit PCs, insbesondere mit den Betriebssystemen MS Windows und Linux
- Grundkenntnisse von Netzwerkarchitekturen, insbesondere zum verteilten Rechnen
- Grundkenntnisse einer Programmiersprache (z.B. Javascript, Python, Matlab)
- Analytisches Denken
- Hohe Motivation für steile Lernkurven auf unbekanntem Terrain

Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen richten Sie bitte unter Angabe des Betreffs „Performance von CST Simulationen“ per E-Mail (eine PDF-Datei als Anhang bestehend mindestens aus Motivationsschreiben, Lebenslauf und aktuellem Notenspiegel, max. 5 MB) an Herrn Dr. Marcel Gratz (marcel.gratz@uni-due.de) und Herrn Dr. Markus May (markus.may@uni-due.de).