

Dynamische „Echtzeitbildgebung“ am Herzen mittels TGRAPPA (temporal GRAPPA)

Felix Breuer¹, Peter Kellman², Martin Blaimer¹, Matthias Müller¹, Robin Heidemann¹, Mark Griswold¹,
Peter Jakob¹

¹Physikalisches Institut (Biophysik), Universität Würzburg

²Laboratory of Cardiac Energetics, NHLBI, NIH, DHHS, Bethesda, MD

Einleitung

In der Vergangenheit wurden mehrere Methoden zur Messzeitverkürzung beschrieben, die auf der Reduktion von Phasenkodierschritten beruhen. Hierdurch entstehen Faltungsartefakte, die in der parallelen MRT mittels Informationen über Spulensensitivitäten mehrerer Empfangsspulen behoben werden können. In dieser Arbeit haben wir ein verschachteltes Akquisitionsschema, wie es bei UNFOLD [1] und TSENSE [2] eingesetzt wird mit autokalibriertem GRAPPA [3] kombiniert. Somit können benachbarte Datensätze in der Zeitserie zu einem vollständigen Satz von Autokalibrierungssignalen (ACS) zusammengefügt werden. Dies führt dazu, dass keine zusätzlichen ACS Linien aufgenommen werden müssen und somit zu einer optimalen effizienten Nutzung der Messzeit.

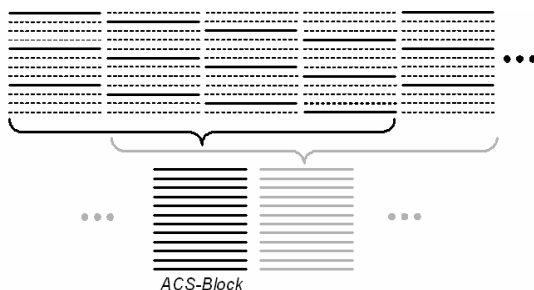


Abbildung 1: Verschachteltes TGRAPPA Akquisitionsschema. Es ist gezeigt, wie benachbarte reduzierte Datensätze (R=4) einer Zeitserie verwendet werden können um einen vollen Satz an ACS Linien zur GRAPPA -Rekonstruktion zu bilden.

Material und Methoden

Die Experimente wurden an einem Siemens Sonata 1.5T Ganzkörper Scanner mit einer 8-Kanal Spule (NOVA Medical) durchgeführt. Für die Aufnahme einer Zeitserie in Echtzeit am menschlichen schlagenden Herzen bei

freier Atmung wurde eine TrueFisp - Sequenz mit Reduktionsfaktoren von R=2, 3, 4 verwendet. Eine schematische Darstellung des verschachtelten Akquisitionsschemas ist in Abbildung 1 beispielhaft für einen Reduktionsfaktor von R=4 dargestellt. Die Messparameter der TrueFisp- Sequenz waren $TE=1.11ms$, $TR=2.22ms$, $FOV=36.0 \times 29.2cm$, $Matrix=128 \times 60$, $8mm$ Schichtdicke, $\alpha=50^\circ$. Die Bildrate wurde erhöht von ca. 7.5 Bilder pro Sekunde (R=1) bis 30 Bilder pro Sekunde (R=4). Die ACS- Linien, die für die GRAPPA - Rekonstruktion benötigt werden, wurden aus zeitlich benachbarten k-Raum - Zeilen zusammengesetzt.

Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt jeweils beispielhaft ein Einzelbild einer Zeitserie aufgenommen mit Reduktionsfaktoren von (a) R=1, (b) R=2, (c) R=3 und (d) R=4 bei freier Atmung. Die Bilder sind von hoher Qualität und ausreichendem SNR sogar bei einer Rate von 30 Bildern pro Sekunde (R=4).

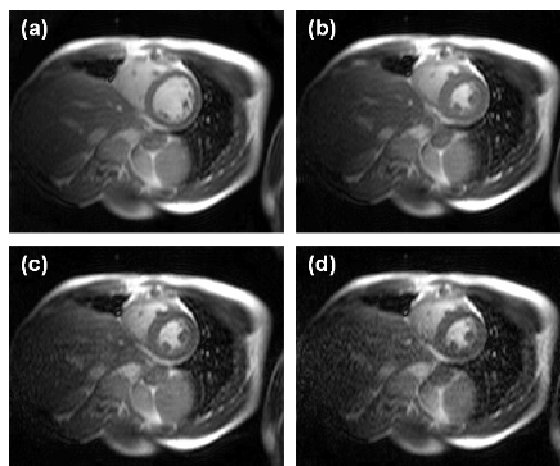


Abbildung 2: Herzbilder von Zeitserien aufgenommen mit Bildraten von (b) 15fps (R=2), (c) 22fps (R=3), und (d) 30fps (R=4) nach TGRAPPA Rekonstruktion. Als Referenz ist ein Herzbild ohne TGRAPPA Beschleunigung dargestellt (R=1).

Diskussion

Mit dieser Technik werden keine zusätzlichen ACS Linien aufgenommen. Durch das verschachtelte Akquisitionsschema können die GRAPPA Rekonstruktionskoeffizienten dynamisch mit der Bewegung aufgefrischt werden, was eine artefaktfreie Bildrekonstruktion ermöglicht, selbst wenn die Spulen sich während der Zeitserie stark bewegen beispielsweise durch schwere Atmung. Zusätzlich kann die TGRAPPA- Technik mit temporalen Filtern (UNFOLD) kombiniert werden, wodurch noch höhere Reduktionsfaktoren erzielt werden könnten. Die hier präsentierten Ergebnisse zeigen jedoch, dass selbst bei freier Atmung bis zu einem Reduktionsfaktor von $R=4$ bei einer Bildrate von 30 Bildern pro Sekunde ohne Anwendung von temporalem Filtern keine Artefakte zu erkennen sind. Eine weitere Anwendung dieser Technik könnte darin bestehen, den Schluckvorgang von Schlaganfallpatienten in Echtzeit zu beobachten.

Referenzen

- [1] Madore et al. [1999], Unaliasing by Fourier-Encoding the Overlaps Using the temporal Dimension (UNFOLD), Applied to Cardiac imaging and fMRI, *mrm* 42:813-828
- [2] Kellman et al. [2001], Adaptive Sensitivity Encoding Incorporating Temporal Filtering TSENSE, *MRM* 45:846-852
- [3] Griswold et al. [2002], Generalized Autocalibrating partially parallel acquisitions (GRAPPA), *MRM* 47(6):1202-1210

Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG 827/4-1) gefördert.

Die Autoren danken Al Zhang für das Schreiben der Echtzei-TrueFisp-Sequenz sowie Siemens Medical Solutions für ihre Unterstützung.