

Ausgabe: 16.01.2015

Abgabe: bis 23.01.2015 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Kodierung und k -Raum

3 Punkte

Wir haben ein Objekt im k -Raum, gegeben durch $F(k_x, k_y)$.

- Welche Beziehung gilt zwischen der Größe eines Pixels im Ortsraum und dem FOV (Field of View) im k -Raum?
- Bestimmen Sie die kleinste Schrittweite Δk und das FOV im k -Raum, wenn der Gradient in 128 äquidistanten Schritten bis zu $G_{\text{total}} = 2\text{mT/m}$ erhöht wird, wobei die Strahlzeit für jeden Gradientenschritt $t = 0.3\text{ms}$ betrage. Wie groß ist ein Pixel im Ortsraum?
- Jetzt haben Sie eine Aquisitionszeit von $t^* = 0.6\text{ms}$ und wollen die gleiche Auflösung und das gleiche FOV erreichen. Wie groß müssen Sie den Gradienten jetzt wählen?

Aufgabe 2: Spin im Magnetfeld

4 Punkte

Betrachten Sie einen einzelnen Spin \vec{s} in einem konstanten Magnetfeld $\vec{B} = B_0\vec{e}_x$

- Geben Sie das magnetische Moment $\vec{\mu}$ des Spins und das darauf wirkende Drehmoment an.
- Die zeitliche Änderung des Drehimpulses \vec{s} ist durch das Drehmoment gegeben. Leiten Sie daraus die Bewegungsgleichung des magnetischen Moments her.
- Die allgemeine Lösung zweier gekoppelter Differentialgleichungen der Form

$$\dot{\vec{x}} = A\vec{x} \quad (1)$$

mit einer diagonalisierbaren Matrix A lautet

$$\vec{x} = c_1 e^{\lambda_1 t} \vec{v}_1 + c_2 e^{\lambda_2 t} \vec{v}_2, \quad (2)$$

mit den Konstanten c_i sowie den Eigenwerten λ_i und Eigenvektoren \vec{v}_i der Matrix A . Zeigen Sie, durch Berechnung der notwendigen Größen, dass Gleichung (2) die zeitliche Entwicklung von μ_y und μ_z beschreibt.

- Bestimmen Sie nun die Lösung der DGL für die Anfangsbedingungen $\mu_x = \mu_y = 0$, $\mu_z = \mu_0$ bei $t = 0$.

Aufgabe 3: Pulsfolgen

3 Punkte

Die Magnetisierung parallel zum Hauptmagnetfeld B_0 ist nicht direkt messbar. Auch aus dem FID allein, für dessen Erzeugung ein einziger Puls genügt, lassen sich in der Praxis die Relaxationszeiten T_1 und T_2 nicht oder nur unzureichend genau bestimmen. Daher werden den Messungen an die jeweiligen Fragestellungen angepasste Pulsfolgen vorausgeschaltet.

- Welche Pulsfolge ist nötig um die longitudinale Relaxationszeit einer Probe zu bestimmen? Warum ist es nötig, mehrere Messungen durchzuführen und wie sollte die Repetitionszeit für aufeinanderfolgende Messungen gewählt werden? Welche Probleme sehen Sie für die T_1 -Bestimmung bei in-vivo Messungen? Unter welcher Bedingung kann T_1 mit einer 90° - 90° -Pulsfolge bestimmt werden?

b.) Sie wollen mit einer geschickten Pulsfolge die transversale Relaxionszeit T_2 bestimmen. Welche zwei Pulse sind dafür nötig, welchen Abstand benötigen Sie zwischen beiden und wann müssen Sie messen? Kann T_2 durch zusätzliche Pulse genauer bestimmt werden? Was für Pulse wählen Sie, in welchem zeitlichen Abstand werden diese eingestrahlt und wann messen Sie?