

1. Aufgabe

Wir betrachten MRI Bilder, welche im Fourier-Raum (k -Raum) aufgenommen und Fourier-transformiert wurden.

- Was ist die Beziehung zwischen dem Field of View (FOV) und dem Abstand zwischen zwei Datenpunkten im k Raum?
- Ein Gradient von $9 \frac{\text{mT}}{\text{m}}$ wird für 0,6 ms angelegt. In dieser Zeit werden 256 Datenpunkte aufgenommen. Wie hoch ist demnach die kleinste Schrittweite Δk und der Messbereich im k Raum? Wie groß ist ein Pixel und das FOV im Ortsraum?
- Wie stark muss der Gradient gewählt werden, damit sie bei 0,4 ms Aquisitionszeit die gleiche Auflösung und das gleiche FOV erhalten?

2. Aufgabe

In einem MRI Experiment wird Gewebe untersucht welches in zwei Regionen jeweils unterschiedliche T_1 - und T_2 -Zeiten, aber gleiche Protonendichte hat. Es wird eine T_1 -Gewichtung erzeugt, indem vor der eigentlichen Messung zur Zeit $t = 0$ die z -Magnetisierung invertiert wird. Nach einer Zeit T folgt ein 90° Puls.

- Bestimmen Sie einen Ausdruck für den Michelson-Kontrast C des gemessenen Signals zur Zeit $t - T$ nach dem 90° Puls. Zeigen Sie, dass der Kontrast wie folgt bestimmt ist:

$$C(t) = \frac{I_2 - I_1}{I_2 + I_1} = \frac{1 - \xi e^{-\frac{t-T}{\phi}}}{1 + \xi e^{-\frac{t-T}{\phi}}}$$

Hier stehen I_1 und I_2 für die Signale der beiden Geweberegionen. Bestimmen Sie aus den gegebenen Parametern Ausdrücke für ξ , und ϕ . Bedenken Sie, dass die Empfangspule die xy -Magnetisierung detektiert.

- In einem Inversion Recovery Experiment am menschlichen Hirn soll die Zeit zwischen Inversions- und Auslesepuls $T = 200$ ms betragen. Wie lange muss die Wartezeit T_R (Zeit nach dem 90° Puls bis zur nächsten Inversion) mindestens betragen, wenn ein Kontrast von mindestens 80% zwischen Grauer Materie (${}_A T_1 = 600$ ms, ${}_A T_2 = 100$ ms) und Cerebrospinaler Flüssigkeit (${}_B T_1 = 1155$ ms, ${}_B T_2 = 145$ ms) erreicht werden soll?

3. Aufgabe

Das Signal eines Gradientenecho Experiments sei gegeben durch: $S = S_0 e^{-\frac{T_E}{T_2}} \left(1 - e^{-\frac{T_R}{T_1}} \right)$. Hier sei T_E die Echozeit und T_R die Repetitionszeit.

- Erklären Sie kurz anhand eines Pulsdiagramms, wie der Ablauf eines solchen Experiments ist. Machen Sie dabei deutlich, was zu den Zeiten T_E und T_R geschieht.
- Wie würden Sie die experimentellen Parameter wählen, um eine T_1 -Gewichtung zu erhalten? Wozu verwendet man gewöhnlicherweise die T_1 Gewichtung?
- Wie wird eine T_2 -Gewichtung erzeugt und wozu dient diese?
- Was versteht man unter PD-Gewichtung (Proton Density) und wie müssen Sie die Parameter wählen, um diese zu erhalten?

4. Aufgabe

Hat im Hirn eine Aktivität stattgefunden, liefert der Körper überkompensatorisch sauerstoffreiches Blut in die entsprechende Region. Da oxygeniertes Blut diamagnetisch und deoxygeniertes Blut paramagnetisch ist, ändert sich T_2^* . Wie ändert sich T_2^* durch das Blood Oxygenation Level Dependent Signal und was für einen Einfluss hat es auf ein rekonstruiertes, T_2^* -gewichtetes Bild?