BAM33ZSL — zkouška

29. května 2024

Na vypracování písemné části je 60 minut čistého času. Nezapomeňte **podepsat** všechny odevzdávané papíry. Pište **čitelně**. Nemáte-li kalkulačku, stačí napsat výsledek jako matematický výraz (po dosazení) a přibližně odhadnout jeho velikost. Celkem je možné získat 30 bodů. Odpovědi mohou být **stručné**, v průměru je počítáno 2min na jeden bod. Odpovědi pište na zvláštní papír, nezapomeňte na označení otázky. Je zakázáno používat knihy či jiné písemné materiály. Je zakázáno komunikovat s kýmkoliv během zkoušky, kromě učitele.

1. [12b] MRI

- a) [3b] Vysvětlete princip T_1 relaxace v MRI zobrazování. Napište rovnici pro závislost magnetizace na čase. Udejte přibližné numerické hodnoty T_1 v tkáni.
- b) [3b] Nakreslete co nejúplnější MRI časový diagram pro spin-echo excitační sekvenci, vysvětlete funkci RF signálů a gradientů a tvorbu echa. Jaká je výhoda spin-echo sekvence oproti sekvenci FID (free-induction decay)?
- c) [3b] Jaké nastavení MRI skeneru použijete pro získání T_1 váženého MRI obrazu a proč? Udejte přibližné numerické hodnoty T_1 v tkáni. Jak lze hodnotu T_1 změřit přesně?
- d) [3b] Na jakém principu funguje měření mozkové aktivity pomocí funkční MRI (fMRI)? Vysvětlete vznik BOLD signálu.

2. [8b] CT, PET, SPECT

- a) [3b] Popište algoritmus filtrované zpětné projekce (filtered backprojection, FBP). Jaký je jeho vztah k Radonově transformaci?
- b) [3b] Rentgenové záření s intenzitou $64\,\mathrm{W/cm^2}$ prochází $20\,\mathrm{cm}$ tkáně s polotloušťkou $4\,\mathrm{cm}$. Určete intenzitu záření po průchodu tkání. Jaká je densita tkáně v Hounsfieldových jednotkách? O jakou tkáň se pravděpodobně jedná? (Lineární koeficient útlumu vody je $\mu = 0.19\,\mathrm{cm^{-1}}$.)
- c) [2b] Jak se během průchodu tkání mění spektrum rentgenového záření (načrtněte) a proč? Jaké to má důsledky z hlediska celkového útlumu pro danou tloušíku tkáně a prostorové rekonstrukce? Změnila by se situace, pokud by zdroj záření byl monochromatický?

3. [10b] Ultrazvuk, mikroskopie

- a) [3b] Jaká část energie se odrazí zpět na rozhraní kůže s akustickou impedancí $2\cdot 10^6$ Rayl a krve s akustickou impedancí $1.5\cdot 10^6$ Rayl? Jaká část energie projde? Jaké budou amplitudy procházejícího a odraženého signálu relativně vzhledem k dopadajícímu vlnění? Ztráty zanedbejte.
- b) [2b] Jak je ultrazvukový paprsek směrován v rovině sondy? Jak zajistíte, aby paprsek směřoval např. v úhlu 30° od kolmice na sondu? Jak zajistíte příjem z téhož směru?
- c) [2b] Čím je způsoben útlum ultrazvuku a jak záleží na délce dráhy a kmitočtu?
- d) (3b) Popište principy a použití fluorescenční mikroskopie, včetně konstrukce mikroskopu a přípravy vzorku. Jaké jsou výhody a nevýhody fluorescenční mikroskopie v porovnání s optickou nefluorescenční mikroskopií?