BAM33ZSL — zkouška 7. června 2023

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. [10b] MRI:

- a) [2b] Vysvětlete princip T₁ relaxace v MRI zobrazování, napište rovnici pro závislost magnetizace na čase.
- b) [1b] Jakých hodnot zhruba nabývá T₁ pro různé druhy tkání v lidském těle?
- c) [1b] Jaké nastavení MRI skeneru použijete pro získání T₁ váženého MRI obrazu a proč?
- d) [2b] Nakreslete co nejúplnější MRI časový diagram pro spin-echo excitační sekvenci, vysvětlete funkci RF signálů a gradientů a tvorbu echa.
- e) [1b] Jaká je výhoda spin-echo sekvence oproti sekvenci FID (free-induction decay)?
- f) [3b] Jak velký objekt lze zobrazit pomocí magnetické rezonance, na čem tato velikost závisí? Napište vzorce, včetně odvození. Co se stane pokud bude zobrazovaný objekt větší a proč? Jak maximální velikost zobrazovaného předmětu zvětšíte? (Diskutujte pro všechny směry.) Je možné zobrazit pouze část většího předmětu a jak?

2. [10b] Ultrazvuk

- a) [3b] Co je to charakteristická (nebo specifická akustická) impedance? Napište definici a vztah k dalším akustickým parametrům popisujícím jak vlastnosti tkáně, tak šíření ultrazvuku v tkáni.
- b) [3b] Jak je ultrazvukový paprsek směrován v rovině sondy? Jak konkrétně zajistíte, aby paprsek směřoval v úhlu 45° od kolmice na sondu? Jak zajistíte příjem z téhož směru?
- c) [1b] Jak zajistíte, aby byl vyzařovaný paprsek v rovině sondy v místě ohniska co nejužší? Jaké jiné vlastnosti tím obvykle zhoršíte a jak se to projeví na obraze?
- d) [1b] Jak je zajištěno zaostření ve směru kolmém na rovinu sondy?
- e) [2b] Stručně vysvětlete princip generování a detekce lékařského ultrazvuku. Popište vysílací a přijímací element, jeho konstrukci a buzení.

[10b] CT

- a) [2b] Jaké typy interakce rentgenového záření s tkání znáte? Jak závisí na frekvenci záření? Které druhy interakce považujeme z hlediska zobrazování za vhodné nebo naopak nežádoucí a proč?
- b) [2b] Co je v počítačové tomografii zdrojem rentgenového záření? Popište tento zdroj, včetně mechanického uspořádání a produkovaného spektra záření. Jak volíme napájecí napětí tohoto zdroje, v jakém rozsahu se zhruba pohybuje a jaké vlastnosti záření toto napětí ovlivňuje?
- c) [3b] Definujte (matematicky) přímou Radonovu transformaci. Jak Radonova transformace souvisí se zobrazováním pomocí počítačové tomografie, jakým fyzikálním veličinám odpovídají jednotlivé matematické veličiny? Jaké (zjednodušující) předpoklady musíme udělat? Jaké (matematické) vlastnosti Radonova transformace má? Načrtněte obraz čtverce v Radonově transformaci.
- d) [3b] Podrobně popište praktický algoritmus zpětné filtrované projekce (filtered backprojection, FBP), včetně jeho matematických základů. Jaká je vztah tohoto algoritmu a Radonovy transformace?