

POSUDEK OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce: Bc. Marie Fořtová

Název práce: Využití dual energy CT pro plánování protonové léčby

Diplomová práce je zaměřena na přístroj dual energy CT a jeho použití při plánování protonové terapie. Vzhledem k principu DECT, kdy jsou snímky pacienta pořizovány dvěma různými energetickými spektry fotonů, lze získat o složení tkání v těle pacienta více informací. Zatímco výstupem SECT je pouze jedna sada CT snímků, data z DECT lze použít k rekonstrukci množství obrazů. Lze získat vážené průměrné CT snímky, mapy hustot, elektronových hustot, mapy efektivního protonového čísla atd.

Přesnost výpočtu dávkové distribuce je značně ovlivněna kalibrací CT. Plánovací systém XiO v PTC vyžaduje jako vstup fyzikální hustoty. Lze tedy očekávat, že u DE snímků bude výpočet distribuce dávky přesnější.

Studentka se v práci věnuje stechiometrické kalibraci SECT a kalibraci DECT s použitím tkáňově ekvivalentního fantomu CIRS. U DECT také vychází ze stechiometrické kalibrace, z libovolné sady DECT snímků následně počítá efektivní atomová čísla, relativní elektronové hustoty a hustoty. Využívá matematického programovacího jazyka MATLAB. Vypočtené matice hustot skriptem ukládá po řezech do DICOM souborů tak, aby mohly být načteny do TPS. Metodika je popsána přehledně a poukazuje na schopnost studentky řešit daný problém.

Za omezující u tohoto způsobu kalibrace DECT považují zavedení proměnné Z_{eff} (efektivní atomové číslo) jako náhradu za dvě proměnné Z a Z , které se od sebe v závislosti na materiálu liší i přes 20%. Největší odchylky jsou pozorovány právě u kostí, u kterých se i v práci jevil významný nesouhlas. Takové porovnání proměnných v práci postrádám.

Za elegantnější způsob považují použít rekonstrukci přímo v software přístroje Somatom a vygenerovat si tak mapy hustot. Ty lze pak jednoduše použít jako vstupní data do TPS. O této možnosti není v práci řečeno, určitě by bylo vhodné alespoň srovnat vypočtené mapy hustot s mapami získanými rekonstrukcí.

Kalibrační křivky ověřuje experimentálně ve vodním fantomu a výpočtem v TPS. Před fantom byl umístěn fantom s vložkami ze zvířecích tkání a bylo provedeno měření dávkových rovin v různých hloubkách fantomu pomocí detektoru 1^m RT MatriXX při ozařování homogenním polem. Líbilo se mi provedení fantomu, duté tělo fantomu bylo vytištěno na 3D tiskárně, otvory byly naplněny zvířecími tkáněmi, okolní prostor byl vyplněn pryskyřicí. Fantom byl zabalen do fólie a zajišťoval tak reprodukovatelnou geometrii při skenování a měření. Měření bylo porovnáno s výpočty z TPS. Studentka dále porovnává plány počítané na snímcích pořízené v režimu single energy a dual energy. Uvažuje dvě různé diagnózy.

Definice objemového a dávkového kritéria na straně 34 není správně popsána.

Na straně 64 porovnává vypočtená CT čísla vložek fantomu CIRS s měřením. Zde bych se

pozastavila nad výpočtem relativních rozdílů. Hodnotu rozdílu vztahuje k naměřené hodnotě CT, ke které přičítá 1000, tj. $(CTN_{cal} - CTN_{mes}) / (CTN_{mes} + 1000)$. Píše, že to dělá z důvodu porovnání výsledných hodnot s literaturou, to ale v textu postrádám. Tímto způsobem převádí CT čísla na škálovaná CT čísla, je ale zřejmé, že nyní budou plíce vycházet nejhůře, neboť bude dělitelem malé číslo. Naopak pokud by CT čísla škálovaná nebyla, největší odchylky by vycházely pro tkáně s CT číslem kolem 0. Takovéto vyhodnocení je zavádějící, myslím, že grafické znázornění měřených a vypočtených CT čísel by zde bylo dostačující.

Studentka splnila cíle diplomové práce. Práce je zdařilá, přehledná, má logickou strukturu a obsahuje všechny náležitosti. Z formálního hlediska je práce v pořádku, jen občas se vyskytnou drobné překlepy. Obrázky i tabulky jsou správně značené. Studentka čerpá z dostatečného množství literatury.

Práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení stupněm A (výborně).

Otázka:

Proč nebylo u snímků pořízených v režimu dual energy využito možnosti rekonstrukce pro získání map hustot přímo? Vyhnula byste se tak nejistotám spojeným s převodem CT čísel na veličiny potřebné TPS.

Proč byly fantomy skenovány na přístroji Somatom v IKEM a ne v PTC? Výsledky by pak bylo možné porovnat s naší kalibrací.