

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 24.9.2013. godine imenovala nas je u komisiju za pregled i ocenu master rada kandidata Uroša Stankovića pod naslovom „Uticaj rasejanog zračenja na kvalitet slike u kompjuterizovanoj tomografiji sa ravanskim detektorom za primenu u radioterapiji“. Nakon pregleda materijala, Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci kandidata

Uroš N. Stanković je rođen 11. 6. 1986. godine u Kotoru. Elektrotehnički fakultet u Beogradu je upisao 2005. godine, na odseku za Fizičku elektroniku. Diplomirao je decembra 2009. godine sa prosečnom ocenom 8,54 na ispitima i 10 na diplomskom radu. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu upisao je oktobra 2011. godine na odseku za Fizičku elektroniku. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9,8.

2. Opis master rada

Master rad sadrži 95 strana teksta, zajedno sa slikama i dodatkom. Rad sadrži 6 poglavlja, 36 grafičkih prikaza i spisak literature. Spisak literature sadrži 84 referenci.

Prvo poglavlje je uvodno poglavlje u kome je opisan predmet master rada, naveden je značaj primene CBCT (cone-beam computed tomography – kompjuterizovana tomografija sa konusnom geometrijom snopa) skenera u dnevnoj praksi u radioterapiji. Dat je i kratak opis metoda korekcije rasejanja koje se mogu naći u literaturi.

U drugom poglavlju je dat opis radiobioloških osnova radioterapije. Posebna pažnja je posvećena modelovanju verovatnoće kontrole tumora i verovatnoće komplikacija u normalnom tkivu. U nastavku poglavlja je dat opis geometrijskih i anatomskih zapremina koje se definišu prilikom planiranja terapije i nesigurnosti koje utiču na raspodelu doze u pacijentu. Opisane su i različite generacije radioterapeutskih tehnika. Cilj ovog poglavlja je da se objasni razlog za uvođenje likom vođene radioterapije u kliničku praksu (IGRT – Image Guided Radiotherapy).

U trećem poglavlju je opisana konstrukcija CBCT skenera počevši od izvora X-zraka do detektora i raznih uređaja za filtriranje snopa X-zraka. Takođe je opisan i FDK algoritam (Feldkamp-Davis-Kress) za direktnu trodimenzionalnu tomografsku rekonstrukciju. Na kraju poglavlja je dat kratak pregled upotrebe CBCT skenera u dnevnoj praksi.

U četvrtom poglavlju je kvantifikovan uticaj rasejanog zračenja na kvalitet slike. Prvo je dato teoretsko razmatranje uticaja rasejanih fotona na kvalitet slike. Potom je opisan metod za simuliranje uticaja rasejanog zračenja putem determinističkog metoda za generiranje primarnog signala (koji predstavlja idealne podatke) i konvolucionog metoda za određivanje doprinosa rasejanih fotona na osnovu primarnog signala. Opisan je i Monte Karlo metod simulacije transporta fotona jednog infinitezimalno tankog zraka kroz ploče uniformnog sastava i različitih debljina kojom se generišu različite funkcije širenja rasejanja sa kojim je moguće izvršiti konvoluciju sa primarnim signalom. Opisan je optimizacioni metod kojim je izvršeno fitovanje parametara funkcije na podatke dobijene Monte Karlo simulacijama.

U petom poglavlju je dat opis eksperimentalne procene primene modernih rešetki za uklanjanje rasejanja na kvalitet slike u jednom komercijalno raspoloživom sistemu. Prikazana je šematska konstrukcija rešetke, i dat je pregled artifakta koji se javljaju primenom ovakve rešetke. Predložen je algoritam kojim je moguće ukloniti ove artefakte na efikasan način. Dat je opis parametara kojim je izvršena procena kvaliteta slike u slučaju studije na fizičkim fantomima. Rešetka je korišćena i u kliničkoj praksi i skenovi su procenjeni putem posmatračke studije. Primenjena rešetka je doprinela značajnom poboljšanju slike u poređenju sa trenutnom kliničkom softverskom korekcijom rasejanja.

Šesto poglavlje je zaključak u kome je dat kratak opis rezultata, značaj ovog rezultata za dalju primenu CBCT skenera i pravci budućeg razvoja. Takođe, iskazana je zahvalnost ljudima koji su pomogli prilikom izrade master rada.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad kandidata Uroša Stankovića se bavi problematikom poboljšanja kvaliteta medicinskih slika u CBCT skenerima. Tema je aktuelna, jer omogućava dalje poboljšanje ovih sistema kojim je moguće naći nove oblasti primene CBCT skenera koje do sada nisu bile moguće, kao što je in-vivo računanje doze na osnovu CBCT snimka kao i razvoj boljih protokola adaptivne radioterapije koji zavise od rekonstruisanih vrednosti nivoa sivog. Master rad je urađen na odeljenju radioterapije pri Holandskom institutu za kancer (NKI – Het Nederlands Kanker Instituut) u Amsterdamu, koji je evropski Centar Izvrnosti u oblasti onkologije i bazičnih istraživanja u oblasti kancera, dakle predstavlja jedan od najznačajnijih evropskih i svetskih instituta u ovoj oblasti.

Osnovni doprinosi rada su:

- a) Predstavljen je determinističko-stohastički metod kojim je bilo moguće izvršiti simulaciju uticaja rasejanog zračenja na kvalitet slike.
- b) Rezultati su upoređeni sa merenjima na fizičkom fantomu i, pored određenih ograničenja u modelovanju, pokazali visoku meru saglasnosti.
- c) Opisana je konstrukcija moderene rešetke za uklanjanje rasejanja i teoretsko razmatranje njenog uticaja na kvalitet slika zasnovan na literaturi.
- d) Predložen je algoritam za kalibraciju slika koji je neophodan u slučaju rešetki kako bi se uklonili prstenasti artefakti koji su vidljivi u rekonstruisanim skenovima. Ovi artefakti su rezultat nesavršene krutosti sistema zbog čega dolazi do projekcije linija rešetki na različitim lokacijama u projekcionom domenu.
- e) Dat je rezultat eksperimentalne evaluacije rešetke i pokazano je da ovakav tip rešetke može da poboljša kvalitet slika za različite regije skeniranja za razliku od klasičnih rešetaka.
- f) Ključni naučni doprinos ovog rada je bolje razumevanje uticaja parametara rešetke na kvalitet slika.
- g) Praktičan doprinos ovog rada je robustan metod za korekciju rasejanja koji je moguće primeniti u kliničkoj praksi.

4. Zaključak i predlog


Kandidat Uroš Stanković je u svom master radu uspešno obradio problematiku uticaja rasejanih fotona na kvalitet rekonstruisanih tomografskih slika. Rad sadrži sistematičan pregled korišćene literature, temeljna objašnjenja numeričkih tehnika kojim je izvršena simulacija ovog negativnog efekta. Takođe opisan je i jedan od načina korekcije rasejanja kojim je moguće značajno rešiti problem. Dat je i predlog budućeg pravca istraživanja.

Kandidat je iskazao sistematičnost, temeljnost i istrajnost tokom celokupne realizacije master rada.

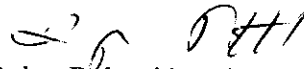
Na osnovu gore navedenog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da prihvati rad „Uticaj rasijanog zračenja na kvalitet slike u CT sistemima sa ravanskim detektorom za primenu u radioterapiji dipl. inž. Uroša Stankovića kao master rad i odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, septembar 2013.

Članovi komisije:



Dr Predrag Marinković, redovni profesor



Dr Dejan Raković, redovni profesor