

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 31.05.2022. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Јане Живановић под насловом „Алогитми за реконструкцију слике на СТ скенеру са линијским сензором”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Јана Живановић је рођена 30.09.1997. године у Београду. Осму београдску гимназију завршила је са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2016. године. Дипломирала је у јулу 2020. године на одсеку за Физичку електронику са просечном оценом на испитима 8,74 и оценом 10 на дипломском раду. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду је уписала октобра 2020. на модулу за Биомедицински и еколошки инжењеринг. Положила је све испите са просечном оценом 10. Запослила се августа 2020. године у фирми Visaris као развојни инжењер.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Јана Живановић (3206/2020) је као припрему за израду мастер рада спровела истраживање аналитичких радиографских и томографских симулатора, што је област која је у директној вези са пријављеном темом мастер рада. Детаљно су анализирани настанак X зрака, интеракције које X зраци доживљавају при проласку кроз средину и формирање пројекционе радиографске слике. У склопу истраживачког рада изучен је знатан број научних радова и књига, међу којима се издвајају референце о симулаторима сликања помоћу X зрака:

- [1] Tang, S., Yu, H., & Mou, X. Analytic simulation scheme for x-ray projections based on Physics Model. In *Developments in X-Ray Tomography V* (Vol. 6318, pp. 574-582). SPIE, 2006
- [2] Lazos, D., Bliznakova, K., Kolitsi, Z., & Pallikarakis, N. An integrated research tool for X-ray imaging simulation. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 70(3), 241-251, 2003
- [3] Yun, S., Kim, H. K., Youn, H., Tanguay, J., & Cunningham, I. A. Analytic model of energy-absorption response functions in compound x-ray detector materials. *IEEE transactions on medical imaging*, 32(10), 1819-1828, 2013
- [4] Paro, A. D., Hossain, M., Webster, T. J., & Su, M. Monte Carlo and analytic simulations in nanoparticle-enhanced radiation therapy. *International Journal of Nanomedicine*, 11, 4735, 2016

Прва референца се односи на аналитички симулатор пројекционих слика. У раду је представљен модел у задатом координатном систему [1]. Поред тога, описана је метода конверзије линеарног коефицијента атенуације у СТ бројеве. У софтверском симулатору, поред геометрије система, потребно је обратити пажњу и на генерисање X зрака. Симулатор треба да реализује генерисање снопа X зрака, као и формирање слике на детектору. У раду [2] је описан настанак снопа X зрака са лепезастом или паралелном геометријом, изложена је

математичка формулација слабљења снопа приликом проласка кроз материјал и описано образовање радиографске слике.

Квалитет пројекционих радиографских слика зависи од кондиција које се користе на извору X зрака (тј. на рендгенској цеви). Како би се ограничила доза коју прима пацијент или други објекат који се слика, користи се AED (*Automatic Exposure Detection*). У раду [3] приказан је модел оваквог система.

X зраци користе се и у фотонској радиотерапији, па симулатори транспорта X зрака налазе важне примене и у планирању радиотерапијских третмана [4].

Аналитички симулатори за добијање пројекционе радиографске слике имају широку примену. Могу да послуже за анализу рендген уређаја, али и СТ скенера, уз одговарајуће модификације које обезбеђују моделовање ротације извора и детектора око објекта.

На основу прегледа литературе уочене су најбитније карактеристике аналитичког симулатора за генерисање радиографске слике и развијен је један такав симулатор у програмском пакету Matlab. У оквиру симулатора реализован је и погодан виртуелни фантом. Пројекционе слике фантома добијене помоћу симулатора потом су искоришћене за реконструкцију томографских слика различитим методама.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 44 стране, са укупно 40 слика и 24 референце. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), списак коришћене литературе, списак скраћеница и списак слика, као и прилог у ком се налази програмски код.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Изложен је проблем који се јавља приликом сликања са лепезастим снопом X зрака.

Друго поглавље даје увод у област рендгенског зрачења. Изложене су основе настанка X зрака, добијања пројекционе слике, као основне одлике компјутеризоване томографије. Описани су проблеми који се срећу код СТ скенера, као и артефакти који се могу очекивати на добијеним сликама.

У трећем поглављу су описани алгоритми за реконструкцију томографске слике. Дата је подела метода на трансформационе и итеративне. Наведене су разлике између ових алгоритама, њихове предности и ограничења.

У четвртом поглављу је описана методологија практичног дела рада. Описана су два начина путем којих су формиране пројекционе слике (помоћу аналитичког симулатора и коришћењем рендген уређаја) и изложени су поступци примењени за реконструкцију слика слојева.

У петом поглављу су представљени резултати са дискусијом. Упоредене су методе за реконструкцију томографске слике које су коришћене у раду и предложен је оптималан алгоритам за реконструкцију слике у лепезастој геометрији снопа, карактеристичној за СТ скенер са линијским сензором.

Шесто поглавље је закључак, у оквиру ког су наведени постојећи проблеми са којим се суочава реконструкција слике на СТ скенеру са линијским детектором и дати предлози за потенцијална унапређења.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Јане Живановић се бави проблематиком реконструкције слике на СТ скенеру са лепезастим снопом X зрака и линијским сензором. У раду су описани различити алгоритми за реконструкцију слике. Приложена је и софтверска имплементација описаних алгоритама. Поређењем томографских слика виртуелног и физичког фантома реконструисаних применом различитих алгоритама извршена је анализа специфичности СТ скенера са линијским сензором и идентификован алгоритам који је оптималан за истражени

случај. Демонстриран је и утицај лезастог угла дивергентног снопа на квалитет реконструисане слике.

Основни доприноси рада су:

- 1) обухватан приказ релевантне теорије потребне за разумевање компјутеризоване томографије помоћу X зрака,
- 2) анализа различитих метода за реконструкцију томографске слике,
- 3) имплементација аналитичког симулатора за добијање пројекционих слика,
- 4) предлози физичке поставке система за аквизицију пројекција,
- 5) избор оптималног алгорита за реконструкцију слике на СТ скенеру са линијским сензором.

5. Закључак и предлог

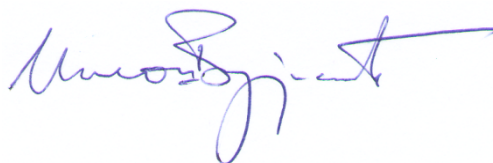
Кандидат Јана Живановић је у свом мастер раду успешно проучила аквизицију пројекција и реконструкцију слике на СТ скенеру са линијским сензором. Оригинално развијен аналитички симулатор омогућио јој је да анализира утицај кондиција сликања на квалитет забележених пројекција, а потом и утицај реконструкционог алгорита на квалитет томографских слика слојева. Водећи се сликама формираним помоћу симулатора, као и сликама реконструисаним из пројекција забележених на прототипу реалног СТ уређаја, у раду је дошла до закључака о утицају лезасте геометрије снопа на реконструисану слику и успела да идентификује оптималан реконструкциони алгорита.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у свом раду, као и иновативност у решавању разматране проблематике.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Јане Живановић прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 16.09.2022. године

Чланови комисије:



др Милош Вујисић, ванредни професор



др Ковиљка Станковић, доцент