

Тема: Аутоматизован приступ минимизовања ризика по органе током зрачења тумора кроз FOTELP-VOX симулације транспорта честица

Наставник: Марина Свичевић

Вештачка интелигенција има свеprisутну примену у савременом друштву. Од персонализованих препорука на друштвеним платформама, преко аутономних возила и анализе великих података у пословном свету, па све до медицинске дијагностике и праћења социјалних трендова на друштвеним мрежама, ова технологија је незаменљива у оптимизацији процеса и доношењу информисаних одлука. Посебно је значајна примена у медицинске сврхе, што ће бити тема овог рада.

Изазов у медицинском третману постаје значајан када се суочавамо са ризиком од зрачења који прети органима, односно здравом околном ткиву, током терапије тумора. Постоји студија која представља еволутивни приступ за минимизирање ризика по органе који су у опасности током терапије тумора, користећи FOTELP-VOX програм у симулацијама транспорта честица заснованим на вокселима (аутор Р. Илић). FOTELP-VOX функционише на следећи начин: Доступна су два конфигурациона фајла за ткива из FOTELP-VOX програма, један са 11 и други са 21 ткивом. Након одабира овог фајла, приказује се геометрија пацијента. Обично, корисник мора учитати СТ снимак, који се користи за карактеризацију анатомије пацијента. Сва ткива пацијента требала би се налазити унутар одговарајућег правоугаоника ткива, који би такође требало да буде компактних димензија и да има минималну количину околног ваздуха. Величина и X-Y локација правоугаоника су подесиви од стране корисника. Након дефинисања геометрије пацијента, корисник покреће AVOXMAT, који припрема одабрано подручје СТ снимка за симулацију конвертујући Hounsfieldove бројеве у одговарајуће материјалне индексе користећи датотеку MATERIAL.DAT. Након покретања AVOXMAT потпрограма, корисник мора покренути FEPDAT апликацију. За све одабране материјале (ткива), FEPDAT генерише улазне фајлове потребне за наредну Монте Карло симулацију помоћу програма FOTELP-VOX. Након симулације, депоноване енергије у свим вокселима чувају се у излазним фајловима REDDOSE.TXT и SLIKA.DAT. Ови фајлови, заједно са СТ анатомским подацима, користе се за приказивање пресека анатомије и депонованих доза у одговарајућим вокселима.

Истраживачи пореде резултате симулације са стварним налазима пацијента. Проблем с којим се сусрећу истраживачи јесте одређивање улазних параметара програма FOTELP-VOX. Описани поступак употребе програма FOTELP-VOX захтева много мануелног рада корисника и представља покретање само једне симулације. За одређивање оптимизованих улазних параметара неопходно је понављање поступака у циљу смањења грешке решења. Постојећа метода покушаја и грешке не гарантује успех. Ово је познати тип проблема и припада класи оптимизационих проблема попут проблема трговачког путника, распоређивања итд. У оквиру овог рада студент би требало да истражи различите стратегије оптимизације, као што су насумично претраживање, Бајесова оптимизација (*Bayesian optimization* - BO) и генетски алгоритам (*Genetic Algorithm* - GA), у оквиру FOTELP-VOX-а. Евалуација ових приступа има за циљ идентификацију најефикасније стратегије за минимизовање ризика по органе у опасности током изложености зрачењу. Истраживање додатно проширује потенцијалне примене и релевантност у домену Монте Карло симулација транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://radiopaedia.org/articles/hounsfield-unit>
2. Piotr Antonik, Application of FPGA to Real-Time Machine Learning (Springer Theses)
3. Steve Kilts ,Advanced FPGA Design: Architecture, Implementation, and Optimization 1st Edition
4. Kalyanmoy Deb. Multi-objective optimization using evolutionary algorithms, volume16. JohnWiley&Sons,2001.
5. Ilić, R. D., et al., The Monte Carlo SRNA-VOX Code for 3-D Proton Dose Distribution in Voxelized Geometry Using CT Data, Physics in Medicine and Biology, 51 (2005), 5, pp. 1011-1017
6. Ilić, R., Proton Therapy Monte Carlo SRNA-VOX code, Nuclear Technology and Radiation Protection, 27 (2012), 4, pp. 355-367
7. Živković, M., Miladinović, T.B., Krstić, D. et al. Humerus absorbed dose in breast cancer postoperative radiotherapy. Simulation with FOTELP-VOX code and comparison with treatment planning system. European Physical Journal Special Topics, 232, 1549–1553 (2023).
8. Bergstra, J., Yamins, D., Cox, D. D. (2013) Making a Science of Model Search: Hyperparameter Optimization in Hundreds of Dimensions for Vision Architectures. TProc. of the 30th International Conference on Machine Learning (ICML 2013), June 2013, pp. I-115 to I-23
9. F.Nogueira, Bayesian Optimization: Open source constrained global optimization tool for Python, URL: <https://github.com/fmfn/BayesianOptimization>, (2014)
- S. Watanabe, Tree-Structured Parzen Estimator: Understanding Its Algorithm Components and Their Roles for Better Empirical Performance, arXiv 2304.11127 (2023)
10. M. Ivanovic, V. Simic, B. Stojanovic, A. Kaplarevic-Malisic, B. Marovic, Elastic grid resource provisioning with WoBinGO: A parallel framework for genetic algorithm based optimization, Future Generation Computer Systems 42 (2015) 44–54.
11. V. Simic, B. Stojanovic, M. Ivanovic, Optimizing the performance of optimization in the cloud environment—an intelligent auto-scaling approach, Future Generation Computer Systems 101 (2019) 909–920.
12. M. Ivanovic, V. Simic, Efficient evolutionary optimization using predictive auto-scaling in containerized environment, Applied Soft Computing 129 (2022) 109610. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109610>.