



Gliwice, 13.03.2023

JF-63/35/2023

Prof. dr hab. n. fiz. Krzysztof Ślosarek
Narodowy Instytut Onkologii im. Marii Skłodowskiej – Curie,
Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Gliwice

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Bartosza Pawałowskiego

„*Wpływ materiałów nieorganicznych o różnych gęstościach na obrazowanie medyczne oraz poprawność obliczeń rozkładów dawki w procesie radioterapii*”

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Bartosza Pawałowskiego „*Wpływ materiałów nieorganicznych o różnych gęstościach na obrazowanie medyczne oraz poprawność obliczeń rozkładów dawki w procesie radioterapii*” spełnia wymogi Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora, dlatego wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie pana mgr inż. Bartosza Pawałowskiego do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie inżynierji i nauk technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria materiałowa.

Uzasadnienie

Przedstawiona do recenzji praca doktorska stanowi opis badań dotyczących wpływu materiałów nieorganicznych o dużej gęstości na jakość obrazowania dedykowanego do planowania leczenia oraz na wynik obliczeń rozkładu dawki promieniowania jonizującego stosowanego w radioterapii. Zagadnienie, jak najbardziej aktualne, ponieważ do leczenia w radioterapii trafia coraz więcej pacjentów z różnego rodzaju implantami o znacznej gęstości. Mogą być to endoprotezy, implanty metalowe wzmacniające kręgosłup czy też plomby dentystyczne. Mówiąc o dużej gęstości mamy na uwadze gęstość znacznie większą od gęstości kości. Obszary o dużej gęstości wprowadzają różnego rodzaju zaburzenia ośrodka biologicznego. Są to zaburzenia rozkładu dawki, które wpływają na zjawiska biologiczne, co przekłada się na prawdopodobieństwo miejscowego wyleczenia i powikłań w radioterapii. Problem rozpoczyna się już w procesie badań obrazowych, a kończy na komputerowym wyliczeniu rozkładu dawki przez dedykowane algorytmy. Badania obrazowe są warunkiem koniecznym, aby można było podać w objętości guza nowotworowego dawkę terapeutyczną, a w obszarach narządów krytycznych dawkę jak najmniejszą. Jakość tych badań pozwala na jednoznaczne zdefiniowanie tych objętości co jest warunkiem niezbędnym, aby zwiększyć prawdopodobieństwo miejscowego wyleczenia i zminimalizować prawdopodobieństwo powikłań. Bardzo często, aby osiągnąć ten cel wykonuje się badania metodą tomografii komputerowej oraz rezonansu magnetycznego. Wykorzystanie obu tych metod, wykonanie fuzji, znacznie poprawia możliwości obrazowania. Niestety pacjenci z metalowymi implantami nie mogą być poddani badaniu metoda rezonansu magnetycznego, dlatego jakość obrazowania wykonanego metodą tylko tomografii komputerowej musi być optymalna, jak najlepszej jakości. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że badania obrazowe wykonane metoda tomografii komputerowej, są "bazą" do wykonanie obliczeń rozkładu dawki. Dostarczają one informacji o gęstościach w objętościach w których wykonuje się obliczania rozkładu dawki. Dlatego badania wykonane przez pana Bartosza Pawałowskiego i przedstawione wnioski uważam za bardzo pożyteczne w praktyce klinicznej związanej z radioterapią.

Punktacja związana z działalnością naukową mgr Pawałowskiego, związana z przedstawionym problemem badawczym to 280000 punktów MNiSW oraz wartość IF=9,549.

Analiza pracy

Przedstawiona do recenzji dysertacja składa się z trzech artykułów naukowych, opublikowanych w recenzowanych czasopismach. Tworzą one spójny opis zagadnienia związanego z obecnością materiałów o dużej gęstości w ciele pacjenta poddanego radioterapii. Całość pracy to 21 stron: streszczenie w języku polskim i angielskim, wstęp, założenia rozprawy, omówienie prac oraz uzyskane wyniki, podsumowanie i piśmiennictwo, plus trzy publikacje stanowiące podstawę prezentowanego zagadnienia naukowego. Zakończeniem pracy są oświadczenia współautorów o wkładzie w publikacje naukowe doktoranta. Pan mgr Bartosz Pawałowski bardzo zręcznie opisał zagadnienie naukowe, stanowiące podstawę do ubiegania się o stopień doktora, które są przedstawione w artykułach:

1. Pawałowski B, Szweda H, Dudkowiak A, Piotrowski T., *Quality evaluation of monoenergetic images generated by dual-energy computed tomography for radiotherapy: a phantom study*, Phys Med 2019;63:48–55. doi:10.1016/j.ejmp.2019.05.019;
2. Pawałowski B, Panek R, Szweda H, Piotrowski T. *Combination of dual-energy computed tomography and iterative metal artefact reduction to increase general quality of imaging for radiotherapy patients with high dense materials. Phantom study*, Phys Med. 2020; 77:92-99. doi:10.1016/j.ejmp.2020.08.009;
3. Pawałowski B, Ryczkowski A, Panek R, Sobocka- Kurdyk U, Graczyk K, Piotrowski T., *Accuracy of the doses computed by the Eclipse treatment planning system near and inside the metal elements*, Sci Rep. 2022; 12(1):5974. doi: 10.1038/s41598-022-10072-8.

Każda z prac stanowi opis osobnego zagadnienia naukowego, chociaż wszystkie składają się na całość, która dotyczy problemów z planowaniem radioterapii dla pacjentów, którzy mają założone implanty o dużej gęstości.

Pierwsza praca [1] dotyczy badań obrazowych wykonanych przez dwuenergetyczny tomograf komputerowy pacjentów z implantami o dużej gęstości. Wyniki wskazują, że najlepszy z klinicznego punktu widzenia, jest obraz zrekonstruowany dla pseudo monoenergetyczny dla wiązki 70 keV. Jest to wniosek bardzo przydatny w praktyce klinicznej. Ponieważ zastosowanie takich warunków w czasie badania obrazowego znacznie poprawia jego jakość.

W drugiej pracy Doktorant ocenił „efektywności wykorzystania metod redukcji artefaktów (tj. DECT oraz iMAR) jak i ich kombinacji w celu poprawy jakości obrazu tomograficznego obszaru, w którym znajduje się element metalowy”. Jest ona uzupełnieniem badań, które zostały wykonane w pracy pierwszej. Przedstawione wyniki potwierdzają, że najlepsze jakościowo obrazy uzyskujemy stosując pseudo monoenergetycznych wiązek 70kV z uwzględnieniem algorytmu iMAR. Wniosek ten wskazuje w sposób jednoznaczny w jakich warunkach należy wykonywać tomograficzne badania obrazowe.

Wreszcie w trzeciej pracy Pan Pawałowski analizuje wpływ algorytmów na rozkłady dawek promieniowania jonizującego jeżeli w objętości znajdują się materiały o dużej gęstości. Wyniki badań wskazują, że oba analizowane algorytmy (AAA i Acuros XB, firmy VMS) wykonując obliczenia poprawnie, chociaż mając do dyspozycji algorytm Acuros XB, warto skorzystać z jego obliczeń. Doktorant zauważył również, że „po zweryfikowaniu różnych trybów redukcji artefaktów nie wykazano istotnych statystycznie różnic pod kątem kalkulacji dawki, pod warunkiem zastosowania dedykowanej krzywej kalibracyjnej”. Wniosek jest oczywisty: obliczenia będą wykonywane poprawnie, jeżeli algorytm zostanie poprawnie skonfigurowany i będzie korzystał z poprawnych, dedykowanych danych pomiarowych.

Uwagi edytorskie

Jedyna uwaga edytorska jaką wnoszę w tej recenzji, to brak numeracji stron. Ten mankament utrudnia czytelnikowi sprawne poruszanie się po treści zawartej w pracy, zwłaszcza jeżeli jest to recenzent. Poza tym, praca przygotowana jest bardzo starannie.

Pytania do Doktoranta:

1. Czy wykonanie badań na różnych aparatach tomograficznych (z uwzględnieniem różnych trybów redukcji artefaktów) wykazało istotne różnice w jakości obrazu tomograficznego?

z wykorzystaniem algorytmu iMAR oraz wygenerowanie serii pseudo monoenergetycznej 70kV.. „?

2. Czy sprawdził Doktorant różnice w rozkładzie dawki, które zostały wykonane na podstawie serii badań z wiązką monoenergetyczną i pseudomonoenergetyczną - 70kV? Dla ośrodków o gęstości „tkanki biologicznej”, czyli bez implantów o dużej gęstości.

Wniosek o wyróżnienie rozprawy

Uzasadnienie wniosku:

1. Recenzowana dysertacja dotyczy ważnego zagadnienia w radioterapii. Wnioski wynikające z badań, znajdują zastosowanie w praktyce klinicznej.
2. Zagadnienie badawcze przedstawione jest w sposób przejrzysty. Cele badania jednoznacznie zdefiniowane, a wnioski odpowiadają na zadane w celu badań pytania.
3. Dorobek punktacji naukowej, wystarczający, potwierdzający, że przeprowadzone badania mogły być opublikowane w znaczących dla fizyki medycznej, czasopismach naukowych. Trzy artykuły naukowe, będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora, stanowią opis bardzo spójnego zagadnienia naukowego.

Krzysztof Ślosarek

Krzysztof
Tadeusz
Ślosarek

Elektronicznie
podpisany przez
Krzysztof Tadeusz
Ślosarek
Data: 2023.03.13
09:58:19 +01'00'