

1. Μελέτη γεγονότων τριπλής σύμπτωσης σε σύστημα PET διπλού δακτυλίου

Στην εργασία αυτή θα πραγματοποιηθεί προσομοίωση ενός συστήματος PET (Positron Emission Tomography) διπλού δακτυλίου χρησιμοποιώντας το λογισμικό προσομοίωσης ακτινοβολιών GATE. Κατά την εκπόνηση της πτυχιακής θα μοντελοποιηθεί ένα σύστημα PET στο λογισμικό GATE και μελετηθούν τα γεγονότα τριπλής σύμπτωσης χρησιμοποιώντας μια μη-αμιγή πηγή ποζιτρονίων (ταυτόχρονη εκπομπή ποζιτρονίου και φωτονίου γ σε κάθε διάσπαση) για διάφορες παραμέτρους του συστήματος PET. Με τη χρήση του Matlab θα αναλυθούν τα δεδομένα της προσομοίωσης για την εύρεση γεγονότων τριπλής σύμπτωσης, δηλαδή σύμπτωσης των δύο φωτονίων από την εξαύλωση του β^+ με το επιπλέον φωτόνιο γ .

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με την αρχή λειτουργίας ενός συστήματος PET
- Εξοικείωση και εκμάθηση του λογισμικού προσομοίωσης ακτινοβολιών GATE
- Εξοικείωση με πρόγραμμα ανάλυσης, επεξεργασίας και απεικόνισης δεδομένων (κυρίως το Matlab)

Ενδεικτική βιβλιογραφία:

<https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/frontend/en/browse/3399448>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25479147/>

<https://arxiv.org/abs/2110.01721>

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6560/ab8e89>

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-0221/11/01/C01039>

2. Σχεδιασμός ακτινοθεραπείας στον καρκίνο του αριστερού μαστού με εξελιγμένες τεχνικές ακτινοθεραπείας

Οι σύγχρονες τεχνικές ακτινοθεραπείας που χρησιμοποιούνται στην κλινική πράξη επιτρέπουν την επιλεκτική ακτινοβόληση του όγκου στόχου με παράλληλη μείωση της δόσης στους υγιείς ιστούς-όργανα. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν την τρισδιάστατη σύμμορφη ακτινοθεραπεία (3D conformal radiotherapy, την ακτινοθεραπεία με πεδία ακτινοβολίας διαμορφωμένης έντασης (Intensity Modulated Radiation Therapy – IMRT) και την ογκομετρικά διαμορφούμενη τοξοειδή ακτινοθεραπεία (Volumetric Modulated Arc Therapy - VMAT).

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία θα παραγματοποιηθούν και θα αξιολογηθούν πλάνα θεραπείας με διαφορετικές τεχνικές ογκομετρικά διαμορφούμενης τοξοειδούς ακτινοθεραπείας καθώς και με πεδία ακτινοβολίας διαμορφωμένης έντασης (Intensity Modulated Radiation Therapy – IMRT)

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με τις βασικές αρχές της ακτινοθεραπείας
- Εξοικίωση με το σχεδιασμό ακτινοθεραπείας
- Κατανόηση των εξελιγμένων τεχνικών ακτινοθεραπείας που χρησιμοποιούνται για την βελτίωση του πλάνου θεραπείας.

Ενδεικτική (εισαγωγική) βιβλιογραφία:

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/phys-2024-0026/html?lang=en>

3. Μέτρηση της δοσιμετρικής ακρίβειας συστήματος σχεδιασμού ακτινοθεραπείας σε περιοχές έλλειψης συνθηκών ηλεκτρονικής ισορροπίας με τη χρήση ανιχνευτών οπτικής φωταύγειας.

Το θέμα αφορά τη μελέτη της δοσιμετρικής ακρίβειας ενός Model Based Dose Calculation algorithm σε συνθήκες έλλειψης ηλεκτρονικής ισορροπίας χρησιμοποιώντας δοσίμετρα οπτικής φωταύγειας.

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με ένα δοσιμετρικό σύστημα
- Κατανόηση των διαδικασιών βαθμονόμησης ενός δοσιμετρικού συστήματος.
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων επεξεργασίας πειραματικών δεδομένων

Ενδεικτική βιβλιογραφία:

[AAPM TG 191: Clinical use of luminescent dosimeters: TLDs and OSLDs - Kry - 2020 - Medical Physics - Wiley Online Library](#)

4. Μελέτη και σύγκριση δοσιμετρικών κατανομών παρουσία ανομοιογενειών από διαφορετικά κλινικά συστήματα MR-linacs

Τα συστήματα MR-linacs συνδυάζουν γραμμικό επιταχυντή με μαγνητικό τομογράφο. Η παρουσία μαγνητικού πεδίου επηρεάζει την τροχιά των δευτερογενών ηλεκτρονίων, επιφέροντας μεταβολές στη κατανομή της δόσης, ιδιαίτερα στις διεπιφάνειες υλικών. Είναι κλινικά διαθέσιμα ή υπό ανάπτυξη τέσσερα συστήματα MR-linacs που διαφέρουν ως προς την ένταση του στατικού μαγνητικού πεδίου ή/και την κατεύθυνσή του σε σχέση με το πρωτογενές πεδίο φωτονίων. Με χρήση προσομοιώσεων Monte Carlo θα εξαχθούν κατανομές δόσης για τα παραπάνω συστήματα, αναλύοντας τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την σκοπιά της ακτινοπροστασίας του ασθενούς που υποβάλλεται σε ακτινοθεραπεία. Τα λογισμικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν απαιτούν βασικές γνώσεις προγραμματισμού.

Ενδεικτική βιβλιογραφία:

1. Ocanto A, Torres L, Montijano M, Rincón D, Fernández C, Sevilla B, et al. MR-LINAC, a New Partner in Radiation Oncology: Current Landscape. *Cancers (Basel)*. 2024 Jan 8;16(2):270. doi: 10.3390/cancers16020270.
2. Winkel D, Bol G H, Kroon P S, van Asselen B, Hackett S S, Werensteijn-Honingh A M, et al. Adaptive radiotherapy: The Elekta Unity MR-linac concept *Clin Transl Radiat Oncol* 2024 18 54–9 Online: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405630819300631>
3. Kawrakow I 2000 Accurate condensed history Monte Carlo simulation of electron transport. I. EGSnrc, the new EGS4 version *Med Phys* 27 485 Online: <http://scitation.aip.org/content/aapm/journal/medphys/27/3/10.1118/1.598917>

5. Ανάλυση ακτινογραφικών εικόνων θώρακος από ασθενείς με πνευμονία

Εξαγωγή και ανάλυση παραμέτρων υφής και άλλων χαρακτηριστικών από ακτινογραφικές εικόνες θώρακος. Θα χρησιμοποιηθεί dataset εικόνων από παιδιατρικά περιστατικά με πνευμονία και θα γίνει στατιστική σύγκριση με εικόνες χωρίς ευρήματα. Θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό ImageJ ή το Matlab (ανάλογα με τις προγραμματιστικές δεξιότητες του φοιτητή).

Βιβλιογραφία, Dataset:

<http://www.cyto.purdue.edu/cdroms/micro2/content/education/wirth06.pdf>

<https://www.mathworks.com/help/images/create-a-gray-level-co-occurrence-matrix.html>

<https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/pediatric-pneumonia-chest-xray>

6. Δείκτες και ομοιώματα αξιολόγησης την ποιότητας εικόνων συμβατικής και φασματικής υπολογιστικής τομογραφίας

Η φασματική υπολογιστική τομογραφία (ΦΥΤ), είτε στη διπλοενεργειακή ή στην πολυενεργειακή έκφασή της, έχει δυνατότητες μεγάλης κλινικής σημασίας καθώς βελτιώνει την ανίχνευση και τον χαρακτηρισμό ορισμένων βλαβών, ενώ, σε αρκετές περιπτώσεις, μπορεί να βοηθήσει στη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να αξιολογηθεί ενδελεχώς η ποιότητα των εικόνων που παράγει η ΦΥΤ, καθώς και η ακρίβεια και η πιστότητα των ποσοτικών μετρήσεων που εμπλέκονται στη ΦΥΤ. Επίσης, πέραν των κλασικών δεικτών αξιολόγησης εικόνων υπολογιστικής τομογραφίας (ΥΤ), έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια αρκετοί καινοτόμοι δείκτες για την αξιολόγηση της ποιότητας των συμβατικών εικόνων ΥΤ, όπως το φάσμα ισχύος θορύβου (noise power spectrum, NPS) η βασισμένη σε καθήκοντα λειτουργία μεταφοράς (task-based transfer function, TTF) και ο δείκτης ανιχνευσιμότητας (detectability index). Οι νέοι αυτοί δείκτες αρχίζουν να χρησιμοποιούνται και για την αξιολόγηση της ποιότητας απεικόνισης στην ΦΥΤ. Για τους κλασικούς δείκτες ποιότητας στην ΥΤ υπάρχουν πολλά ομοιώματα διαθέσιμα, τα οποία συνήθως εμπεριέχουν ένθετα επαρκούς μεγέθους από υλικά παρόμοιας σύνθεσης/πυκνότητας με τους ανθρώπινους ιστούς. Ωστόσο, τα ομοιώματα αυτά δεν είναι πάντα κατάλληλα για την αξιολόγηση των εικόνων στη βάση όλων των περίπλοκων παραμέτρων και μετρήσεων που απαιτούνται.

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία θα μελετηθούν και θα κατηγοριοποιηθούν οι κλασικοί δείκτες αξιολόγησης της ποιότητας εικόνας στην ΥΤ, καθώς και οι νέοι δείκτες, με έμφαση στην ΦΥΤ. Επίσης θα προταθεί και θα σχεδιασθεί η δημιουργία ενός ομοιώματος που θα πληροί ταυτόχρονα όλες τις διαφορετικές απαιτήσεις αξιολόγησης της ποιότητας εικόνων συμβατικής και φασματικής ΥΤ. Πρώιμες εκδόσεις του ομοιώματος θα χρησιμοποιηθούν για πιλοτικές μετρήσεις και αξιολογήσεις.

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με τις βασικές αρχές της υπολογιστικής τομογραφίας, καθώς και με τις βασικές αρχές της φασματικής υπολογιστικής τομογραφίας.
- Κατανόηση των παραμέτρων και των δεικτών που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ποιότητας εικόνων υπολογιστικής τομογραφίας, καθώς και των απαιτήσεων που σχετίζονται με την ακρίβεια και πιστότητα των ποσοτικών μετρήσεων στη φασματική υπολογιστική τομογραφία.
- Κατανόηση των αναγκών και των απαιτήσεων για τη δημιουργία σύγχρονων ομοιωμάτων αξιολόγησης της ποιότητας εικόνων συμβατικής και φασματικής υπολογιστικής τομογραφίας.

Ενδεικτική (εισαγωγική) βιβλιογραφία:

<https://tech.snmjournals.org/content/35/3/115>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211568422002212>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1120179715003294>

7. Μελέτη της επίδρασης των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του δευτερογενούς συστήματος κατευθυντήρων στα δοσιμετρικά χαρακτηριστικά στενών δεσμών υψηλής ενέργειας φωτονίων.

Το θέμα αφορά τη μελέτη της επίδρασης των γεωμετρικών χαρακτηριστικών (ύψος, διάμετρος οπής, κτλ.) δευτερογενούς συστήματος κατευθυντήρων γραμμικών επιταχυντών στα δοσιμετρικά χαρακτηριστικά (πράγοντες παροχής, παρασκιά, κτλ.) στενών δεσμών υψηλής ενέργειας φωτονίων. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθεί ο κώδικας προσομοίωσης Monte Carlo, EGSnrc (<https://github.com/nrc-cnrc/EGSnrc>) για τον υπολογισμό της δόσης σε ομοίωμα νερού σε κάθε γεωμετρία κατευθυντήρα που θα μοντελοποιηθεί.

Τα οφέλη από την εκπόνηση πτυχιακής στο εν λόγω θέμα περιλαμβάνουν:

- Εξοικείωση με έναν ευρέως χρησιμοποιούμενο κώδικα προσομοίωσης Monte Carlo
- Κατανόησης της εξάρτησης των δοσιμετρικών παραμέτρων των στενών δεσμών από τα χαρακτηριστικά του δευτερογενούς κατευθυντήρα
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων επεξεργασίας δοσιμετρικών δεδομένων

Ενδεικτική βιβλιογραφία: [AAPM Reports - Dosimetry of small static fields used in external photon beam radiotherapy: Summary of TRS-483, the IAEA-AAPM international Code of Practice for reference and relative dose determination](#)