



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

«Ακτινοθεραπεία και Βαθιά Μάθηση»

Τεχνική Αναφορά
της επίσκεψης στο Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο 'Αττικό'

για το μάθημα «Εισαγωγή στην Βιοϊατρική Μηχανική»

Πηγαδάς Νικόλαος , Α.Μ.: 03118445

Αθήνα, Μάιος 2022

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	4
1.1	Ακτινοθεραπεία	4
1.2	Βαθιά μάθηση	4
1.3	Στάδια ακτινοθεραπείας και βαθιά μάθηση	5
2	Υλικό και Μέθοδοι	6
2.1	<i>Απεικονιστικό στάδιο ακτινοθεραπείας: Από εικόνα MRI σε εικόνα CT</i>	<i>6</i>
2.2	<i>Καθορισμός έκτασης και περιοχής ακτινοβολήσης: Αυτόματος τρισδιάστατος προσδιορισμός τοποθεσίας σκωτιού και κατάτμηση</i>	<i>6</i>
2.3	<i>Μοντελοποίηση αντίδρασης σε δόση: Πρόβλεψη αποτελέσματος υψηλής δόσης ακτινοβολίας στον προστάτη</i>	<i>7</i>
2.4	<i>Πρόβλεψη αποτελέσματος: Επιβίωση ασθενών με προχωρημένο καρκίνωμα στο κεφάλι και τον λαιμό</i>	<i>7</i>
3	Επίλογος - Συμπεράσματα	8
3.1	Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	8
4	Βιβλιογραφία	9

1

Εισαγωγή

Στην παρούσα τεχνική αναφορά, θα αποτυπωθούν βασικά στοιχεία των παρουσιάσεων της επίσκεψης στο Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο ‘Αττικό’, σχετικά με την ακτινοθεραπεία. Παράλληλα, θα αναπτυχθεί το θέμα της συμβολής της βαθιάς μάθησης, καθώς τονίστηκε η σημασία της στα διάφορα στάδια της διαδικασίας της ακτινοθεραπείας, από την ιατρό-φυσικό. Συγκεκριμένα, στην ερώτηση σε ποια σημεία θα μπορούσε να φανεί πολύτιμη η βαθιά μάθηση, η απάντηση ήταν ότι σε όλα τα στάδια που αφορούν υπολογισμούς/σχεδιασμούς θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο, παρέχοντας βοήθεια και ακριβέστερα αποτελέσματα από τις χειροκίνητες μεθόδους. Βέβαια, έδωσε έμφαση στο ότι απαιτούνται αξιολόγηση και διορθωτικές κινήσεις από τους γιατρούς ή τους ιατρούς-φυσικούς, καθώς οι τεχνικές αυτές δεν είναι τόσο αξιόπιστες σήμερα, ώστε να μη χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση.

1.1 Ακτινοθεραπεία

Ακτινοθεραπεία ονομάζεται η χρήση ιοντιζουσών ακτινοβολιών(φωτονίων, ηλεκτρονίων, πρωτονίων, κλπ.), με σκοπό την ίαση ή την ανακούφιση διαφόρων παθήσεων και ειδικά νεοπλασματικών, με παράλληλη προφύλαξη των γειτονικών φυσιολογικών ιστών. Σήμερα, παράγεται είτε από ραδιενεργές πηγές είτε από γραμμικούς επιταχυντές.

1.2 Βαθιά μάθηση

Η βαθιά μάθηση αποτελεί υποκατηγορία της μηχανικής μάθησης και βασίζεται στην τεχνική των τεχνητών νευρωνικών δικτύων (ANN), τα οποία μιμούνται την δομή του εγκεφάλου, χρησιμοποιώντας στρώματα τεχνητών νευρώνων. Κάθε νευρώνας έχει ένα βάρος και χαρακτηρίζεται από το λεγόμενο ‘bias’· δύο χαρακτηριστικά που καθορίζουν την συμβολή του στην εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

1.3 Στάδια ακτινοθεραπείας και βαθιά μάθηση

Τα στάδια της ακτινοθεραπείας, όπως εξηγήθηκαν και παρουσιάστηκαν κατά την διάρκεια της νοσοκομειακής επίσκεψης, είναι τα ακόλουθα:

1. Απεικονιστικό στάδιο
2. Καθορισμός της έκτασης του όγκου και της περιοχής ακτινοβολήσης
3. Αναπαράσταση ακτινοβολήσης
4. Ακτινοβολήση ασθενούς

Οι τεχνικές της βαθιάς μάθησης που συνεισφέρουν στο αντίστοιχο στάδιο είναι[1]:

1. **Image**: segmentation, detection, phenotyping, **generation**
2. **Automated drawing of the area of the tumor**
3. Image dose quantification, **dose-response modeling**
4. Radiation adaptation, **clinical outcome prediction**

Με bold παρατίθενται οι τεχνικές, των οποίων εφαρμογές αναλύονται στο μέρος ‘Υλικό και Μέθοδοι’.

2

Υλικό και Μέθοδοι

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν συγκεκριμένες εφαρμογές της βαθιάς μάθησης στην ακτινοθεραπεία, προερχόμενες από την βιβλιογραφία. Σε κάθε υποενότητα θα παρουσιαστεί μια εφαρμογή για κάθε στάδιο ακτινοθεραπείας που αναφέρθηκε στην υποενότητα 1.3.

2.1 Απεικονιστικό στάδιο ακτινοθεραπείας:

Από εικόνα MRI σε εικόνα CT

Όσον αφορά το απεικονιστικό στάδιο της ακτινοθεραπείας, κατά την αξονική τομογραφία, ο ασθενής εκτίθεται σε ακτινοβολία. Είναι, λοιπόν, πιθανό να έρθει αντιμέτωπος με παρενέργειες, βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες. Επίσης, η έκθεση σε ακτινοβολία έχει συγκεκριμένα δοσολογικά και χρονικά όρια, οπότε η έκθεση στην ακτινοβολία κατά την εξέταση, καθυστερεί την εφαρμογή της ακτινοθεραπείας. Ως λύση για τα παραπάνω, προτάθηκε η χρήση τριών διαστάσεων πλήρως συνελκτικών δικτύων, τα οποία προσπαθούν να προσομοιώσουν την εικόνα που θα εξήγαγε ο αξονικός τομογράφος, από εικόνα MRI[2]. Σε περίπτωση ικανοποιητικών αποτελεσμάτων, η τεχνική αυτή θα ήταν πολύ χρήσιμη, καθώς η εξέταση MRI είναι πολύ πιο ασφαλής και δεν εμπλέκει ακτινοβολία.

2.2 Καθορισμός έκτασης και περιοχής ακτινοβολήσης:

Αυτόματος τρισδιάστατος προσδιορισμός τοποθεσίας

συκωτιού και κατάτμηση

Η κατάτμηση του συκωτιού από μια κοιλιακή αξονική τομογραφία αποτελεί βασική συνιστώσα σε κλινικές παρεμβάσεις, υποβοηθούμενες από υπολογιστή[3]. Για τον αυτόματο προσδιορισμό και την κατάτμηση του συκωτιού, έχει ερευνηθεί ο συνδυασμός συνελκτικών νευρωνικών δικτύων με την τεχνική ‘graph cut refinement’[3].

2.3 Μοντελοποίηση αντίδρασης σε δόση:

Πρόβλεψη αποτελέσματος υψηλής δόσης ακτινοβολίας

στον προστάτη

Όπως αναφέρεται και στον τίτλο, είναι δυνατόν να εξαχθούν προβλέψεις για τις παρενέργειες της ακτινοβολίας υψηλής δόσης στον προστάτη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση τεχνητών νευρωνικών δικτύων (ANN)[4]. Άλλες τεχνικές είναι η χρήση του μοντέλου για τον υπολογισμό της πιθανότητας να υπάρχουν επιπλοκές στον ιστό(normal tissue complication probability model) και του μοντέλου πιθανότητας ελέγχου όγκου(tumour control probability model).

2.4 Πρόβλεψη αποτελέσματος:

Επιβίωση ασθενών με προχωρημένο καρκίνωμα στο

κεφάλι και τον λαιμό

Σε αυτήν την μελέτη, ερευνήθηκε μέσω τεχνητού νευρωνικού δικτύου η πρόβλεψη της επιβίωσης ασθενών που εκτέθηκαν σε ακτινοβολία, έχοντας και μη συνεχές πλάνο χημειοθεραπείας για προχωρημένο καρκίνωμα στο κεφάλι και τον λαιμό[5]. Στο πλαίσιο της έρευνας αυτής έγινε και σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους. Η συνεχής βελτιστοποίηση των μοντέλων και των μεθόδων είναι απαραίτητη για την εξαγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

3

Συμπεράσματα -

Επίλογος

3.1 Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

Από την παραπάνω περιεκτική ανασκόπηση έχει καταστεί σαφής η συνεισφορά της βαθιάς μάθησης στην ακτινοθεραπεία. Τα μοντέλα και οι τεχνικές βελτιώνονται με ραγδαίο ρυθμό, εξάγοντας ολοένα και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Αν και η ανθρώπινη εποπτεία είναι απαραίτητη, ο άλλοτε συμβουλευτικός και άλλοτε βοηθητικός χαρακτήρας των τεχνικών βαθιάς μάθησης έχει αδιαμφισβήτητα βελτιώσει την ροή των ιατρικών δραστηριοτήτων, στις οποίες έχει ενσωματωθεί. Εξάλλου, η συνεισφορά της βαθιάς μάθησης αναδείχθηκε και κατά τις συζητήσεις με άτομα του χώρου(του νοσοκομείου), όπως προαναφέρθηκε και στην εισαγωγή. Σαν μελλοντική έρευνα για επέκταση της παρούσας αναφοράς θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον η στενή παρακολούθηση της βιβλιογραφίας σχετικά με το πόσο βελτιστοποιούνται τα αποτελέσματα με την ανακάλυψη νέων τεχνικών, καθώς επίσης και σε τι βαθμό θα υπάρξει εμπιστοσύνη στα συστήματα αυτά μελλοντικά και αν τελικά θα ξεκινήσουν να ενσωματώνονται σταδιακά στις ιατρικές διαδικασίες.

4

Βιβλιογραφία

- [1] Boldrini, Luca, et al. “Deep Learning: A Review for the Radiation Oncologist.” *Frontiers in Oncology* 9 (2019): 977.
- [2] Nie D, Cao X, Gao Y, Wang L, Shen D. Estimating CT Image from MRI Data Using 3D Fully Convolutional Networks. *Deep Learn Data Label Med Appl* (2016). 2016;2016:170-178. doi: 10.1007/978-3-319-46976-8_18. Epub 2016 Sep 27. PMID: 29075680; PMCID: PMC5654583.
- [3] Lu F, Wu F, Hu P, Peng Z, Kong D. Automatic 3D liver location and segmentation via convolutional neural network and graph cut. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2017 Feb;12(2):171-182. doi: 10.1007/s11548-016-1467-3. Epub 2016 Sep 7. PMID: 27604760.
- [4] Gulliford SL, Webb S, Rowbottom CG, Corne DW, Dearnaley DP. Use of artificial neural networks to predict biological outcomes for patients receiving radical radiotherapy of the prostate. *Radiother Oncol*. 2004 Apr;71(1):3-12. doi: 10.1016/j.radonc.2003.03.001. PMID: 15066290.
- [5] Bryce TJ, Dewhurst MW, Floyd CE Jr, Hars V, Brizel DM. Artificial neural network model of survival in patients treated with irradiation with and without concurrent chemotherapy for advanced carcinoma of the head and neck. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1998 May 1;41(2):339-45. doi: 10.1016/s0360-3016(98)00016-9. PMID: 9607349.