



10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Ανάπτυξη και αξιολόγηση αλγορίθμου τεχνητής νοημοσύνης για την εκτίμηση επανυπολογισμού των πλάνων θεραπείας σε απεικονιστικά καθοδηγούμενες τεχνικές ακτινοθεραπείας

Γεωργόπουλος Α.¹, Ευσταθόπουλος Ε.², Καλλές Δ.¹, Πλατώνη Κ.²

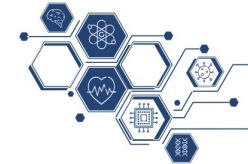
¹Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, ΕΑΠ

²Β' Εργαστήριο Ακτινολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

Διοργανωτές



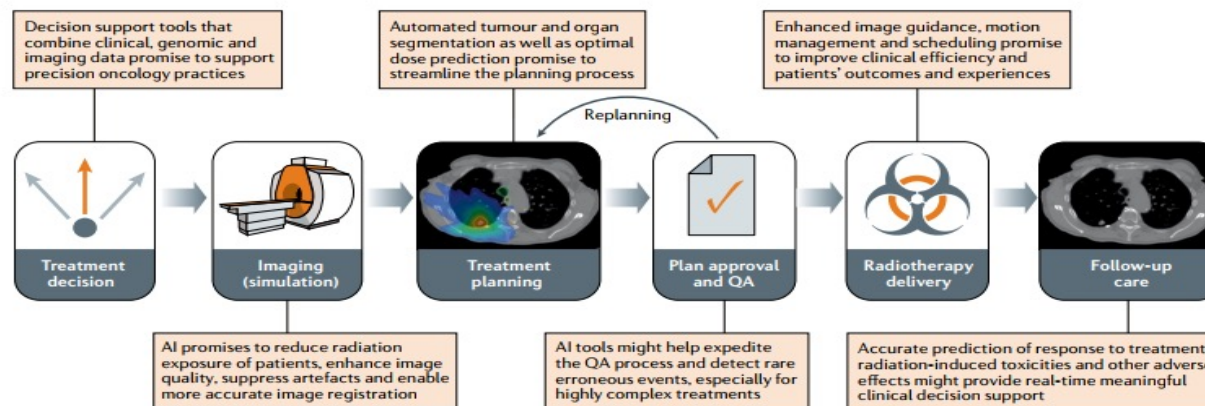
1. Εισαγωγή-Σκοπός



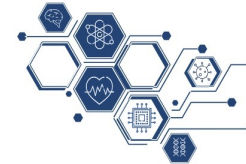
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Χορήγηση σύγχρονων τεχνικών Ακτινοθεραπείας

- Αναγκαιότητα ακριβούς προσδιορισμού όγκου-στόχου πριν τη χορήγηση τεχνικών IMRT και VMAT
- Απώλεια βάρους ασθενών – Μεταβολή της θέσης του όγκου-στόχου
- Αύξηση αποτελεσματικότητας με εφαρμογή πρόσθετων τεχνικών, όπως η Απεικονιστικά Καθοδηγούμενη Ακτινοθεραπεία (IGRT)



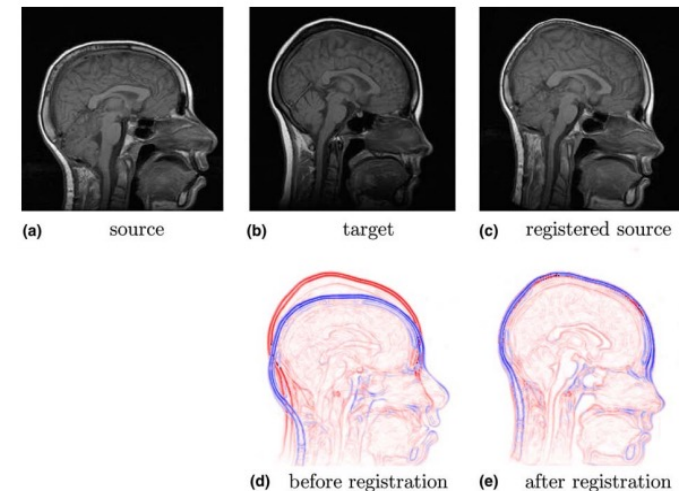
1. Εισαγωγή-Σκοπός



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Προσδιορισμός όγκου-στόχου πριν τη χορήγηση

- Λήψη αξονικής τομογραφίας για το σχεδιασμό του πλάνου θεραπείας (pCT) - Αρχική Εικόνα (Fixed-Source Image)
- Λήψη αξονικής τομογραφίας κωνικής δέσμης (CBCT) πριν τη χορήγηση θεραπείας – Εικόνα Στόχος (Moving-Target Image)
- Αναγκαιότητα ακριβούς καταχώρησης της Εικόνας Στόχου στην Αρχική Εικόνα για τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης του όγκου-στόχου πριν την έναρξη κάθε συνεδρίας

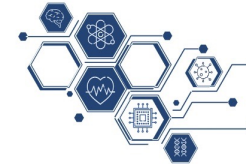


Σκοπός

- Ανάπτυξη αλγορίθμου Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) για την ακριβή καταχώρηση ιατρικών εικόνων σχετικά με τον προσδιορισμό του όγκου-στόχου και την εκτίμηση ανάγκης επανυπολογισμού πλάνου ακτινοθεραπείας

Senthil Periaswamy, Hany Farid Medical image registration with partial data
<https://doi.org/10.1016/j.media.2005.03.006>

2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Επιλογή κατάλληλων αλγορίθμων για την καταχώριση των εικόνων

- Επιλογή Συνελκτικού Νευρωνικού Δικτύου (CNN) για την εξαγωγή χαρακτηριστικών ενδιαφέροντος
- Επιλογή Αλγορίθμου Χωρικού Μετασχηματισμού σχετικά με την καταχώριση των εικόνων

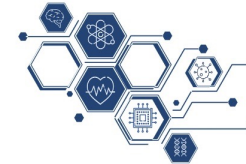


Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων

- Αναδρομική μελέτη
- Συλλογή απεικονιστικών δεδομένων - σετ εικόνων (pCT και CBCT εικόνες)
- Επεξεργασία και διαχωρισμός σετ εικόνων με βάση την ανατομική περιοχή
- Άκαμπτη Καταχώριση (Rigid Registration) εικόνων πριν την εισαγωγή τους



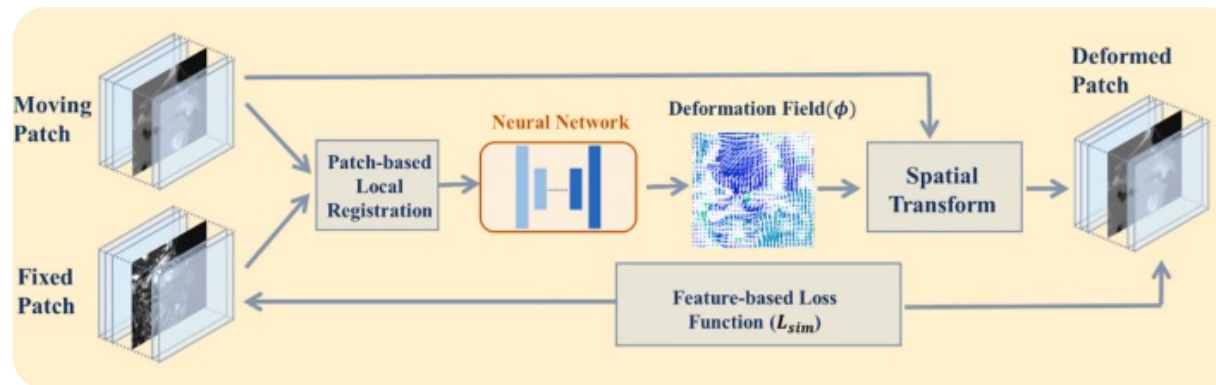
2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Μοντέλο Καταχώρησης Εικόνων CBCT σε pCT

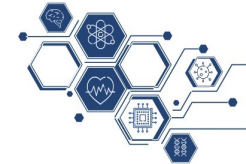
- Εξαγωγή χαρακτηριστικών από το σετ εικόνων (input) για τον υπολογισμό των βέλτιστων παραμέτρων θ
- Παραμόρφωση της κινούμενης εικόνας με τη χρήση της συνάρτησης χωρικού μετασχηματισμού
- Αξιολόγηση της ομοιότητας της παραμορφωμένης κινούμενης εικόνας και της στατικής
- Καθορισμός Πεδίου Παραμόρφωσης (ϕ) για καταχώριση άγνωστων νέων εικόνων



A transformer-based hierarchical registration framework for multimodality deformable image registration

<https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2023.102286>

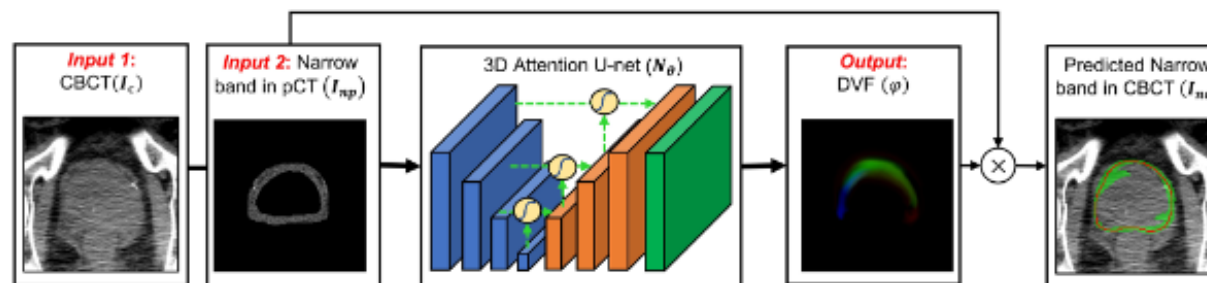
2. Μέθοδοι και Υλικά



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Αυτοματοποιημένη διάδοση περιγράμματος δομής ενδιαφέροντος από pCT σε CBCT

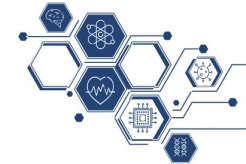
- Διάδοση του περιγράμματος από την εικόνα pCT στην εικόνα CBCT με χρήση του Διανυσματικού Πεδίου Παραμόρφωσης που δημιουργήθηκε από προ-εκπαιδευμένο μοντέλο βαθιάς μάθησης
- Αυξημένη ακρίβεια επιτυγχάνεται με τη διάδοση του περιγράμματος – μικρή επιρροή από το περιεχόμενο της εικόνας που βρίσκεται μακριά από τη δομή ενδιαφέροντος



Automated contour propagation of the prostate from pCT to CBCT images via deep unsupervised learning

<https://doi.org/10.1002/mp.14755>

3. Αποτελέσματα



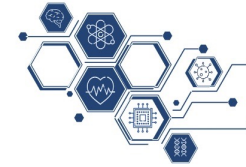
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Τα αποτελέσματα της μελέτης αναμένεται να αναδείξουν:

- Τη δυνατότητα ακριβούς καταχώρισης εικόνων αξονικής τομογραφίας κωνικής δέσμης που λαμβάνονται πριν τη χορήγηση της θεραπείας στην αρχική αξονική τομογραφία σχεδιασμού.
- Την ακριβή ογκομετρική επικάλυψη των δομών ενδιαφέροντος μεταξύ των εικόνων αξονικής τομογραφίας κωνικής δέσμης και της αρχικής αξονικής τομογραφίας σχεδιασμού.
- Την ποσοστιαία αλλαγή του όγκου των δομών ενδιαφέροντος μεταξύ των δύο εικόνων.



4. Συμπεράσματα



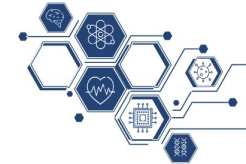
1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

Η ολοκλήρωση της μελέτης αναμένεται να συμβάλει:

- Στον άμεσο και ακριβή εντοπισμό ανατομικών διακυμάνσεων μέσω της διαδικασίας άκαμπτης καταχώρησης των εικόνων (Deformable Registration)
- Στον αποδοτικότερο επανασχεδιασμό πλάνων ακτινοθεραπείας που μπορεί να προκληθεί από σημαντικές αλλαγές στον όγκο των δομών ενδιαφέροντος.
- Στη δυνατότητα για προσαρμοζόμενη ακτινοθεραπεία (adaptive radiotherapy) με τη βέλτιστη θεραπεία ανά ασθενή και σημαντικό περιορισμό της τοξικότητας.



5. Βιβλιογραφία



1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικών Επιστημών στην Υγεία:
Καινοτομίες και Προοπτικές
22-23 Σεπτεμβρίου 2023

- Huynh E, Hosny A, Guthier C, Bitterman DS, Petit SF, Haas-Kogan DA, Kann B, Aerts HJWL, Mak RH. Artificial intelligence in radiation oncology. *Nat Rev Clin Oncol*. 2020 Dec;17(12):771-781. doi: 10.1038/s41571-020-0417-8. Epub 2020 Aug 25. PMID: 32843739.
- Senthil Periaswamy, Hany Farid, Medical image registration with partial data, *Medical Image Analysis*, Volume 10, Issue 3, 2006, Pages 452-464, ISSN 1361-8415, <https://doi.org/10.1016/j.media.2005.03.006>.
- G. Balakrishnan, A. Zhao, M. R. Sabuncu, J. Guttag and A. V. Dalca, "VoxelMorph: A Learning Framework for Deformable Medical Image Registration," in *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 38, no. 8, pp. 1788-1800, Aug. 2019, doi: 10.1109/TMI.2019.2897538.
- Yao Zhao, Xinru Chen, Brigid McDonald, Cenji Yu, Abdalah S.R. Mohamed, Clifton D. Fuller, Laurence E. Court, Tinsu Pan, He Wang, Xin Wang, Jack Phan, Jinzhong Yang, A transformer-based hierarchical registration framework for multimodality deformable image registration, *Computerized Medical Imaging and Graphics*, Volume 108, 2023, 102286, ISSN 0895-6111, doi.org/10.1016/j.compmedimag.2023.102286.
- Liang X, Bibault JE, Leroy T, Escande A, Zhao W, Chen Y, Buyyounouski MK, Hancock SL, Bagshaw H, Xing L. Automated contour propagation of the prostate from pCT to CBCT images via deep unsupervised learning. *Med Phys*. 2021 Apr;48(4):1764-1770. doi: 10.1002/mp.14755. Epub 2021 Mar 1. PMID: 33544390.
- Xiao Liang and Howard Morgan and Dan Nguyen and Steve Jiang, Deep learning based CT-to-CBCT deformable image registration for autosegmentation in head and neck adaptive radiation therapy, 2021, 2102.00590, arXiv.org