

**Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής**  
**Σχολή Μηχανικών**  
**Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής**

**Έκθεση Προόδου 1<sup>ου</sup> Έτους (02/2019 – 11/2019) Υποψήφιου Διδάκτορα**

**ΛΙΑΣΚΟΣ ΜΕΛΕΤΙΟΣ**

**Αριθμό Μητρώου: ΔΜΒ. 1803**

**Τίτλος: Επεξεργασία και Ανάλυση Εικόνων Ορθοπεδικού Ενδιαφέροντος**

**Επιβλέπων: Ασβεστάς Παντελεήμων**

**Μέλη Συμβουλευτικής επιτροπής: Ασβεστάς Παντελεήμων, Κωστόπουλος Σπυρίδων, Ματσόπουλος  
Γεώργιος**

Κατά τη διάρκεια του 1ου έτους (2/2019 – 11/2019) έγινε επισκόπηση της βιβλιογραφίας που ήταν συναφής με το αντικείμενο της διατριβής και ειδικότερα όσον αφορά στον εντοπισμό του μεσοσπονδύλιου δίσκου. Για τον εντοπισμό και την τμηματοποίηση του μεσοσπονδύλιου δίσκου υπάρχει πληθώρα ερευνών και προσπαθειών ώστε να αναλυθούν εν γένει τα χαρακτηριστικά του. Για την ανίχνευσή του χρησιμοποιούνται εικόνες, οι οποίες παράγονται από συστήματα Αξονικής Τομογραφίας (ΑΤ) και Μαγνητικής Τομογραφίας (ΜΤ), με σκοπό την αξιολόγηση της συγκεκριμένης περιοχής ως παθολογικής ή μη παθολογικής.

Η τμηματοποίηση του μεσοσπονδύλιου δίσκου έχει οδηγήσει σε πληθώρα μελετών γύρω από τον εντοπισμό του μέσα από ιατρικές απεικονίσεις, ιδίως από την περίοδο που παθήσεις της σπονδυλικής στήλης, όπως είναι δισκοκήλη και σπονδυλολίσθηση, καθίστανται χρόνιες [1]. Οι περισσότερες μελέτες σχετίζονται με την Μαγνητική Τομογραφία, καθώς αποτελεί απεικονιστική μέθοδο, η οποία εμφανίζει καλύτερα τους μαλακούς ιστούς (μεσοσπονδύλιους δίσκους και κανάλι νεύρων) [2]. Από την άλλη πλευρά, η Αξονική Τομογραφία παρέχει καλύτερη πληροφορία σε παθήσεις που σχετίζονται με σκληρούς ιστούς (σώματα σπονδύλων) [3-5]. Παρόλο που υπάρχει η ανάγκη της συνδυαστικής πληροφορίας, λείπουν οι προσεγγίσεις που βασίζονται στον συνδυασμό διαφορετικών ανατομικών δομών μέσα από τα δυο απεικονιστικά συστήματα.

Για τον εντοπισμό του μεσοσπονδύλιου δίσκου έχει πραγματοποιηθεί σωρεία μελετών, είτε με ημιαυτόματη είτε με πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία. Ο Zheng χρησιμοποίησε Hough Transform (HT) για τον εντοπισμό του δίσκου με εικόνες ακτινοσκοπικής απεικόνισης, σε συνδυασμό με χειροκίνητο προσδιορισμό της θέσης του δίσκου [6]. Ο Peng εντοπίζει τις αρθρώσεις των σπονδύλων από την ένταση των εικονοστοιχείων, επιλέγοντας με χειροκίνητο τρόπο την βέλτιστη οβελιαία τομή από εικόνες ΜΤ [7]. Ο Schmidt προτείνει μία μέθοδο, η οποία χρησιμοποιεί ταξινομητές ανίχνευσης της σπονδυλικής στήλης [8]. Στη μέθοδο που υποστηρίζει χρησιμοποιεί έναν tree-classifier και επιλέγει χειροκίνητα τους μεσοσπονδύλιους δίσκους από εικόνες ΜΤ οσφυϊκής μοίρας. Παρόμοιες μεθοδολογίες, οι οποίες εφαρμόζουν heuristic-based αλγορίθμους έχουν προταθεί από τον Corso και Alomari [9, 10]. Ο Stern πρότεινε μία αυτοματοποιημένη μεθοδολογία για τον εντοπισμό του ΜΔ, η οποία έχει ως αφετηρία την εξαγωγή των κεντρικών γραμμών της σπονδυλικής στήλης και στην συνέχεια ανιχνεύει τα κέντρα των σπονδυλικών σωμάτων. Για την εύρεση του ΜΔ ο Stern αναλύει το χρώμα των εικονοστοιχείων της εικόνας και την κλίση της κεντρικής γραμμής κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης [11]. Επιπλέον, ανευρίσκονται και άλλες

μέθοδοι εντοπισμού που χρησιμοποιούν αλγορίθμους Markov Random Field (MRF). Εν παραδείγματι, ο Donner χρησιμοποιεί MRF για να κωδικοποιήσει την αλληλεξάρτηση μεταξύ της θέσης του ΜΔ με ολόκληρη την εικόνα [12].

Οι περισσότερες υπάρχουσες προσεγγίσεις βασίζονται σε μοντέλα τεχνητής μάθησης με χειροκίνητη παρέμβαση για την εκπαίδευση των εφαρμοζόμενων μοντέλων. Στις εξετάσεις αυτές παρατηρείται μεγάλο εύρος εικόνων ανά ασθενή, καθιστώντας έτσι δύσκολη την διαδικασία της χειροκίνητης παρέμβασης. Επίσης, για την ορθότερη αξιοποίηση των μεθόδων αυτών, απαιτείται μεγάλος όγκος εικόνων από διαφορετικούς ασθενείς. Κάθε εξέταση αποτελείται από διαδοχικές εικόνες σε παράλληλες τομές, οι οποίες τελικά δημιουργούν μία τρισδιάστατη απεικόνιση.

### **Αναφορές**

1. A. Oktay, Y. Akgul, "Simultaneous localization of lumbar vertebrae and intervertebral discs with svm-based mrf," *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 60 (9), 2375–2383 (2013).
2. T. Emch, M. Modic, "Imaging of lumbar degenerative disk disease: history and current state," *Skeletal Radiol* 40 (9), 1175–1189 (2011).
3. J. Huang, F. Jian, H. Wu, H. Li, "An improved level set method for vertebra CT image segmentation," *Biomedical Engineering Online.* 12:48 (2013).
4. Castro-M. Isaac, M. Jose, P. Marco, L. Kamir, L. Aron, F. Alejandro, "Statistical Interspace Models (SIMs): Application to Robust 3D Spine Segmentation," *Trans. Med. Imaging.* 34 (8), 1663-1675 (2015).
5. G. Zheng , C. Chu, D. Belavý, B. Ibragimov, R. Korez , T. Vrtovec, H. Hutt, R. Everson, J. Meakin, I. Andrade, B. Glocker, H. Chen, Q. Dou, P. Heng , C. Wang, D. Forsberg, A. Neubert, J. Fripp, M. Urschler, D. Stern, M. Wimmer, A. Novikov, H. Cheng, G. Armbrecht, D. Felsenberg, S. Li, "Evaluation and comparison of 3D intervertebral disc localization and segmentation methods for 3D T2 MR data: A grand challenge," *Medical Image Analysis,* 35 327–344 (2017).
6. Y. Zheng, M. Nixon, R. Allen, "Automated segmentation of lumbar vertebrae in digital videofluoroscopic images," *IEEE Transactions on Medical Imaging,* vol. 23, no. 1, pp. 45 –52 (2004).
7. Z. Peng, J. Zhong, W. Wee, J. Lee, "Automated vertebra detection and segmentation from the whole spine MR images," In: *Proceedings of IEEE-EMBC 2005,* pp. 2527–2530.
8. S. Schmidt, J. Kappes, "Spine detection and labeling using a parts-based graphical model," In: *Proceedings of IPMI 2007,* pp. 122–133 (2007).

9. J. Corso, R. Alomari, V. Chaudhary, "Lumbar disc localization and labeling with a probabilistic model on both pixel and object features," In: Proceedings of MICCAI 2008. Vol. Part I, pp. 202–210 (2008).
10. R. Alomari, J. Corso, V. Chaudhary, "Labeling of lumbar discs using both pixel and object-level features with a two-level probabilistic model," IEEE Trans. Med. Imaging 30 (1), 1–10 (2011).
11. D. Stern, B. Likar, F. Pernus, T. Vrtovec, "Automated detection of spinal centrelines, vertebral bodies and intervertebral discs in CT and MR images of lumbar spine," Phys Med Biol. 55 (1), 247–264 (2010).
12. R. Donner, G. Langs, B. Micusik, H. Bischof, "Generalized sparse MRF appearance models," Image Vis Comput. 28 (6), 1031–1038 (2010).