



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

Τίτλος εκπονούμενης διατριβής:

“Υπέρυθρη θερμογραφική απεικόνιση:
Εφαρμογή στην αιμάτωση των ανθρώπινων άκρων”

2η Έκθεση προόδου

Ονοματεπώνυμο Υποψήφιου Διδάκτορα: Καλούδη Αγάθη
Αριθμός Μητρώου: 2204

Επιβλέπων Καθηγητής: Σκουρολιάκου Αικατερίνη
Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:
Σκουρολιάκου Αικατερίνη
Δαυίδ Ευστράτιος
Καλύβας Νεκτάριος



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

Το αντικείμενο της διατριβής είναι η λήψη και η μελέτη υπέρυθρων θερμογραφικών απεικονίσεων των άκρων του ανθρωπίνου σώματος. Οι περιοχές με την μεγαλύτερη ροή αίματος εμφανίζουν υψηλότερη θερμοκρασία σε σύγκριση με τους παρακείμενους ιστούς. Έτσι με τη μελέτη των θερμογραφημάτων λαμβάνουμε πληροφορίες για την αιμάτωση μιας περιοχής ενδιαφέροντος και μπορούμε να σχηματίσουμε ένα θερμογραφικό χάρτη της επιφανειακής θερμοκρασίας των άκρων βασιζόμενοι στην αιμάτωση των υποκείμενων ιστών. [1-4]

Κατά το δεύτερο έτος πραγματοποιήθηκε μια εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη χρήση της υπέρυθρης θερμογραφικής απεικόνισης στον τομέα της Υγείας και πιο συγκεκριμένα στην απεικόνιση των κάτω άκρων τόσο με παθητική όσο και με δυναμική διαδικασία θερμογράφησης. Βάσει αυτής ολοκληρώνεται η συγγραφή ενός σχετικού επιστημονικού άρθρου με έμφαση στη δυναμική θερμογραφική απεικόνιση των κάτω άκρων. Στο τομέα της Υγείας, η θερμογραφική απεικόνιση χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των μεταβολών στη θερμοκρασία της περιοχής ενδιαφέροντος και για την παρακολούθηση των φλεγμονών και των τραυματισμών. [2,5-9] Αυξημένο ενδιαφέρον έχει παρατηρηθεί στη σύγκριση της υπέρυθρης θερμογραφικής απεικόνισης με άλλες μεθόδους είτε απεικονιστικές είτε εργαστηριακές που χρησιμοποιούνται ήδη για τη διάγνωση και την παρακολούθηση ασθενειών. [7,9-15] Επίσης εκτός από τη μελέτη των παθήσεων στα κάτω άκρα, η χρήση της δυναμικής θερμογραφίας για τη μελέτη των επιπτώσεων των παθολογιών του ανθρώπινου οργανισμού και μεταβολών που εμφανίζονται μετά από δοκιμασίες καταπόνησης στο μυϊκό και κυκλοφορικό σύστημα του ανθρώπινου σώματος. [16-18]

Επιπλέον στο έτος αυτό προσφέρθηκε επικουρική βοήθεια στη λήψη και την επεξεργασία θερμογραφημάτων στα πλαίσια του πειραματικού μέρους δύο διπλωματικών εργασιών που έχουν ολοκληρωθεί. Στη μία διπλωματική εργασία λήφθηκαν θερμογραφήματα των κάτω άκρων ανθρώπων μέσω της παθητικής διαδικασίας θερμογράφησης. Στη δεύτερη διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε δυναμική θερμογράφηση της άκρας χειρός. Παράλληλα βρίσκεται σε εξέλιξη μια πτυχιακή εργασία στην οποία γίνεται συλλογή θερμογραφημάτων της άκρας χείρας με δυναμική διαδικασία και τη χρήση διαφορετικού μοντέλου θερμοκάμερας.

Μελλοντικός στόχος παραμένει η συλλογή περισσότερων δεδομένων από τα άκρα του ανθρώπινου σώματος με παθητική και δυναμική διαδικασία θερμογράφησης ώστε να είναι δυνατή η καλύτερη και ορθότερη ανάλυσή τους.

Βιβλιογραφία

[1] Lahiri, B.B., Bagavathiappan, S., Jayakumar, T. and Philip, J. (2012). Medical applications of infrared thermography: A review. *Infrared Physics &*



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

Technology, [online] 55(4), pp.221–235.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.infrared.2012.03.007>.

[2] Wang, Q., Zhou, Y., Ghassemi, P. and McBride, D. (2021). Infrared Thermography for Measuring Elevated Body Temperature: Clinical Accuracy, Calibration, and Evaluation. [online] doi:<https://doi.org/10.3390/s22010215>.

[3] Salamunes, A.C.C., Stadnik, A.M.W. and Neves, E.B. (2017). The effect of body fat percentage and body fat distribution on skin surface temperature with infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, 66, pp.1–9.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.03.006>.

[4] Astasio-Picado, A., Escamilla Martínez, E., Martínez Nova, A., Sánchez Rodríguez, R. and Gómez–Martín, B. (2018). Thermal map of the diabetic foot using infrared thermography. *Infrared Physics & Technology*, 93, pp.59–62.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.infrared.2018.07.008>.

[5] Gómez-Carmona, P., Fernández-Cuevas, I., Sillero-Quintana, M., Arnaiz-Lastras, J. and Navandar, A. (2020). Infrared Thermography Protocol on Reducing the Incidence of Soccer Injuries. *Journal of Sport Rehabilitation*, [online] 29(8), pp.1222–1227. doi:<https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0056>.

[6] Chanmugam, A., Langemo, D., Thomason, K., Haan, J., Altenburger, E.A., Tippet, A., Henderson, L. and Zortman, T.A. (2017). Relative Temperature Maximum in Wound Infection and Inflammation as Compared with a Control Subject Using Long-Wave Infrared Thermography. *Advances in Skin & Wound Care*, 30(9), pp.406–414.
doi:<https://doi.org/10.1097/01.asw.0000522161.13573.62>.

[7] Hernandez-Contreras, D., Peregrina-Barreto, H., Rangel-Magdaleno, J. and Gonzalez-Bernal, J. (2016). Narrative review: Diabetic foot and infrared thermography. *Infrared Physics & Technology*, 78, pp.105–117.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.infrared.2016.07.013>.

[8] Fraiwan, L., AlKhodari, M., Ninan, J., Mustafa, B., Saleh, A. and Ghazal, M. (2017). Diabetic foot ulcer mobile detection system using smart phone thermal



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

camera: a feasibility study. BioMedical Engineering OnLine, 16(1).
doi:<https://doi.org/10.1186/s12938-017-0408-x>.

[9] Filip Jurić, Anko Antabak, Žgaljardić, I., Veršić, A.B., Suzana Sršen Medančić and Augustin, G. (2024). Thermal Changes During Clavicle Fracture Healing in Children. Journal of Clinical Medicine, 13(23), pp.7213–7213.
doi:<https://doi.org/10.3390/jcm13237213>.

[10] Mansi, S.A., Barone, G., Forzano, C., Pigliautile, I., Ferrara, M., Pisello, A.L. and Arnesano, M. (2021). Measuring human physiological indices for thermal comfort assessment through wearable devices: A review. Measurement, 183, p.109872.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109872>.

[11] Olli Kurkela, Jorma Lahtela, Martti Arffman and Forma, L. (2023). Infrared Thermography Compared to Standard Care in the Prevention and Care of Diabetic Foot: A Cost Analysis Utilizing Real-World Data and an Expert Panel. ClinicoEconomics and Outcomes Research, Volume 15, pp.111–123.
doi:<https://doi.org/10.2147/ceor.s396137>.

[12] None Gulshan and Arora, A.S. (2024). Automated prediction of diabetes mellitus using infrared thermal foot images: recurrent neural network approach. Biomedical Physics & Engineering Express, 10(2), pp.025025–025025.
doi:<https://doi.org/10.1088/2057-1976/ad2479>.

[13] Sivanandam, S., Anburajan, M., Venkatraman, B., Menaka, M. and Sharath, D. (2012). Medical thermography: a diagnostic approach for type 2 diabetes based on non-contact infrared thermal imaging. Endocrine, 42(2), pp.343–351. doi:<https://doi.org/10.1007/s12020-012-9645-8>.

[14] Clin Exp Rheumatol. (2023). Performance of a novel high-resolution infrared thermography marker in detecting and assessing joint inflammation: a comparison with joint ultrasound. [online] Available at: <https://doi.org/10.55563/clinexprheumatol/ne4k8y>.

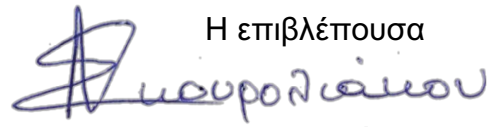


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

- [15] Magas, V., Ulbricht, L., Carlos, J., Ripka, W.L. and Gamba, H.R. (2022). Thermography as an aid for the complementary diagnosis of nodules in the thyroid gland. BioMedical Engineering OnLine, 21(1). doi:<https://doi.org/10.1186/s12938-022-01009-3>.
- [16] Mi, B., Wang, X.-Z., Yang, J., Shi, G., Zhang, W., Jin, L., Yang, L., Liu, D., Kang, S.-B., Zhou, H., Wang, Y., Wang, Y. and Tu, J. (2023). Thermographic evaluation of acupoints in lower limb region of individuals with osteoarthritis: A cross-sectional case-control study protocol. PLOS ONE, 18(4), pp.e0284381–e0284381. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284381>.
- [17] Tseng, S.-Y., Chang, Y.-K., Tseng, C.-Y., Dai, S.-L., Wang, C.-H. and Ko, C.-P. (2024). The effects of cycling posture on exercise performance as determined by infrared thermography. International Journal of Performance Analysis in Sport, 24(5), pp.416–428. doi:<https://doi.org/10.1080/24748668.2024.2316332>.
- [18] Santos, L. C. V., Aidar, F. J., Villar, R., Greco, G., De Santana, J. L., Marçal, A. C., De Almeida-Neto, P. F., De Araújo Tinoco Cabral, B. G., Badicu, G., Nobari, H., De Souza, R. F., & Da Silva Júnior, W. M. (2023). Evaluation of the training session in elite paralympic powerlifting athletes based on biomechanical and thermal indicators. Sports, 11(8), 151. doi:<https://doi.org/10.3390/sports11080151>

Η επιβλέπουσα

Α. Σκουρολιάκου