



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

**Τίτλος εκπονούμενης διατριβής:**  
“Υπέρυθρη θερμογραφική απεικόνιση:  
Εφαρμογή στην αιμάτωση των ανθρώπινων άκρων”

1η Έκθεση προόδου  
1/12/2022 - 30/11/2023

**Όνοματεπώνυμο 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 άνω και κάτω 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.

Κατά το πρώτο έτος πραγματοποιήθηκε μια εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη χρήση της υπέρυθρης θερμογραφικής απεικόνισης στον τομέα της Υγείας και πιο συγκεκριμένα στην απεικόνιση των άκρων και βάσει αυτής είναι σε εξέλιξη η συγγραφή ενός σχετικού επιστημονικού άρθρου. Η χρήση της υπέρυθρης θερμοκάμερας παρουσιάζει ανοδική τάση τα τελευταία χρόνια καθώς πρόκειται για μία μη επεμβατική και ανώδυνη διαδικασία για την εξέταση και την παρακολούθηση του εξεταζόμενου. [1,2,3] Η χρήση μεθόδων που βασίζονται στην υπέρυθρη ακτινοβολία για την καταγραφή της θερμοκρασίας του ανθρώπου αυξήθηκε σημαντικά τα τελευταία χρόνια. [4] Στο τομέα της άθλησης και της φυσικοθεραπείας, η θερμογραφική απεικόνιση χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των μεταβολών στη θερμοκρασία πριν και μετά την άσκηση και για την παρακολούθηση των φλεγμονών και των τραυματισμών. [5,6] Αυξημένο ενδιαφέρον έχει παρατηρηθεί και στην παρατήρηση των κάτω άκρων λόγω των παθήσεων που τα επηρεάζουν και έχει αυξηθεί η συχνότητα εμφάνισης τους τα τελευταία χρόνια. [7,8,9] Κατά κύριο λόγο, η θερμογραφική απεικόνιση χρησιμοποιείται στην παρακολούθηση και τη θεραπεία των άκρων των διαβητικών ασθενών, καθώς μια από τις διαδεδομένες επιπλοκές του νόσου είναι το διαβητικό πόδι. [10,11,12,13,14]

Επιπλέον κατά το πρώτο έτος αξιολογήθηκαν προϋπάρχουσες θερμογραφικές απεικονίσεις των κάτω άκρων του σώματος για την συλλογή δεδομένων από φυσιολογικά κάτω άκρα και την δοκιμή πρωτοκόλλων επεξεργασίας και ποσοτικών δεικτών αξιολόγησης και προέκυψε μια παρουσίαση στο διεθνές συνέδριο RAP 2023. [15] Επιπλέον στα πλαίσια της διατριβής δόθηκαν οδηγίες στη χρήση του λογισμικού της θερμοκάμερας σε δύο φοιτητές που διεξήγαν διπλωματικές εργασίες.

Μελλοντικοί στόχοι είναι η συλλογή δεδομένων τόσο από τα κάτω όσο και από τα άνω άκρα του ανθρώπινου σώματος με παθητική και δυναμική διαδικασία θερμογράφησης. Το επόμενο ορόσημο είναι η συγκέντρωση μιας βάσης δεδομένων θερμογραφημάτων από φυσιολογικά κάτω και άνω άκρα.

## 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] Ghahramani, A., Castro, G., Becerik-Gerber, B. and Yu, X. (2016). Infrared thermography of human face for monitoring thermoregulation performance and estimating personal thermal comfort. *Building and Environment*, [online] 109, pp.1–11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.005>.

[3] Mansi, S.A., Barone, G., Forzano, C., Pigliatile, 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>.

[4] Wang, Q., Zhou, Y., Ghassemi, P. and McBride, D. (2021). Citation. [online] doi:<https://doi.org/10.3390/s22010215>.

[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., Tippett, 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] 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>.

[8] Wallace, G.A., Singh, N., Quiroga, E. and Tran, N.T. (2018). The Use of Smart Phone Thermal Imaging for Assessment of Peripheral Perfusion in Vascular Patients. *Annals of Vascular Surgery*, 47, pp.157–161.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.avsg.2017.07.028>.

[9] Maite Bovaira, Mar Cañada-Soriano, Carles García-Vitoria, Calvo, A., De, A., Moratal, D. and José Ignacio Priego-Quesada (2023). Clinical results of



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

lumbar sympathetic blocks in lower limb complex regional pain syndrome using infrared thermography as a support tool. *Pain Practice*, 23(7), pp.713–723. doi:<https://doi.org/10.1111/papr.13236>.

[10] 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>.

[11] 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>.

[12] 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>.

[13] Christy Evangeline N, Srinivasan, S. and Suresh, E. (2022). Development of AI classification model for angiosome-wise interpretive substantiation of plantar feet thermal asymmetry in type 2 diabetic subjects using infrared thermograms. *Journal of Thermal Biology*, 110, pp.103370–103370. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103370>.

[14] 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>.

[15] Kaloudi, A., David, S., Kalyvas, N., Kalatzis, I. and Skouroliakou, A. (n.d.). Available at: <https://www.rap-conference.org/23/virtual/RAP23-119.pdf> [Accessed 30 Nov. 2023].