

## **Τίτλος διατριβής:**

Ελληνικά: «Ανάπτυξη ψηφιακού δίδυμου για σχεδίαση και υλοποίηση ρομποτικής συγκομιδής σε δενδρώδεις καλλιέργειες»

Αγγλικά: “Development of a digital twin for the design and implementation of robotic harvesting in woody crops”

## **Θεματική Περιοχή / Πεδίο:**

Ψηφιακά δίδυμα στην γεωργία, συγκομιδή με επιδέξια ρομπότ (digital twins in agriculture; harvesting by skillful robots)

Λέξεις κλειδιά Ελληνικά: Ψηφιακό Δίδυμο, Ψηφιακή Αναπαράσταση, Μηχανική Μάθηση, Αξιοματική Λογική και Συλλογιστική, Προσομοίωση, Αγροτικά Ρομπότ, Συγκομιδή σε Οπωρώνες

Λέξεις κλειδιά Αγγλικά: Digital Twin, Digital Reoesentation, Machine Learning, Axiomatic Logic and Reasoning, Simulation, Agricultural Robots, Harvesting in Orchards

## **Συνοπτική περιγραφή του προτεινόμενου θέματος:**

Ένα ψηφιακό δίδυμο (digital twin) είναι η εικονική αναπαράσταση ενός αντικειμένου ή συστήματος που αντιστοιχεί σε ένα φυσικό αντικείμενο με ακρίβεια. Ενημερώνεται από δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και χρησιμοποιεί προσομοίωση, μηχανική μάθηση και συλλογισμό για να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων. Τυπικά ένα ψηφιακό δίδυμο χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές εφαρμογές. Εδώ θα χρησιμοποιηθεί στην γεωργία. Συγκεκριμένα, θα υπολογίζεται, από οπτικά και άλλα δεδομένα, ένας Ενοποιημένος Χάρτη Οπωρώνα (EXO) ως μια ψηφιακή αναπαράσταση οπωρώνα με όλες τις χρήσιμες για συγκομιδή παραμέτρους. Συγκεκριμένα, ο EXO θα συμπεριλαμβάνει την τρισδιάστατη κόμη κάθε δέντρου καθώς και (α) ψηφιακή αναπαράσταση του κορμού μαζί και των μεγαλύτερων κλαδιών κάθε δέντρου και (β) εκτιμήσεις για την κατάσταση υγείας του φυλλώματος κάθε δέντρου, την θέση κάθε καρπού /φρούτου στο χώρο καθώς και τον βαθμό ωριμότητας κάθε καρπού /φρούτου. Ο συνεχώς επικαιροποιούμενος EXO θα αποτελεί αναπόσπαστο μέρος ενός κυβερνο-φυσικού συστήματος προς α) συντονισμένη πλοήγηση μίας ομάδας ημι-αυτόνομων επίγειων ρομπότ με βραχίονες για συγκομιδή και β) ανάπτυξη των ρομποτικών μηχανισμών συγκομιδής εντός της κόμης κάθε δέντρου, για βέλτιστη, υπό μια καλώς-ορισμένη έννοια, συγκομιδή. Το σύστημα που θα αναπτυχθεί αναμένεται να αξιολογηθεί συγκριτικά. Ενδέχεται οικονομική υποστήριξη αυτής της ΔΔ από ερευνητικό-αναπτυξιακό έργο.

## **Ενδεικτικές Βιβλιογραφικές αναφορές:**

1. G. Goldenits, K. Mallinger, S. Raubitzek, T. Neubauer (2024). Current applications and potential future directions of reinforcement learning-based Digital Twins in agriculture. Smart Agricultural Technology 8 (100512); <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100512>

2. V. G. Kaburlasos, C. Lytridis, G. Siavalas, V. N. Tsakalidou, C. Tsakmakis, I. Kalathas, T. Pachidis, K. Rantos, K. Kalaboukas, “Skilled agricultural task delivery by a digital twin”, *Proceedings of the 2023 IEEE Conference on Artificial Intelligence (IEEE CAI 2023)*. Santa Clara (Silicon Valley), California, USA, 5-6 June 2023, pp. 364-365.
3. Kerbl, B.; Kopanas, G.; Leimkuehler, T.; Drettakis, G. (2023-07-26) 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering. *ACM Transactions on Graphics*. 42 (4): 1–14. arXiv:2308.04079
4. Monteiro, J., Barata, J., Veloso, M., Veloso, L., Nunes, J. (2023) A scalable digital twin for vertical farming. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* 14, 13981–13996. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-022-04106-2> (Springer Link)
5. T. Pachidis, C. Sgouros, V. G. Kaburlasos, E. Vrochidou, T. Kalampokas, K. Tziridis, A. Nikolaou, G. A. Papakostas, “Forward kinematic analysis of JACO2 robotic arm towards implementing a grapes harvesting robot”, *28th Intl. Conf. on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM 2020)*, Hvar, Croatia, 17-19 September 2020.
6. Thapa, A., Horanont, T. (2023). Digital Twins in Farming with the Implementation of Agricultural Technologies. In: Boonpook, W., Lin, Z., Meksangsouy, P., Wetchayont, P. (eds) *Applied Geography and Geoinformatics for Sustainable Development*. Springer Geography. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16217-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16217-6_9)