

## Θέμα Διδακτορικής Διατριβής Χειμερινού Εξαμήνου 2023-2024

### Θέμα:

**Εξελικτική Ανάπτυξη Ελεγκτή Πτήσης για Μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη**

### Θέμα στα Αγγλικά:

(Evolutionary Development of a Flight Controller for Unmanned Aerial Vehicles - UAVs)

### Περίληψη

Τα Μη Επανδρωμένα Ιπτάμενα Οχήματα (UAVs) αποτελούν μία σύγχρονη τεχνολογική εξέλιξη που βασίζεται στις πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα των μικροελεγκτών των αισθητήρων των ηλεκτροκινητήρων και των επαναφορτιζόμενων μπαταριών Λιθίου. Αποτελούν μία πραγματικότητα, σε τομείς όπως οι στρατιωτικές επιχειρήσεις, η αεροφωτογράφιση ή αερο-βιντεοσκόπηση, οι αγροτικές εργασίες, η τοπογραφία, η επιτήρηση, οι μεταφορές, η διαφήμιση, η διασκέδαση, κλπ.

Επίσης οι Εξελικτικοί Αλγόριθμοι είναι πλέον ένα επιστημονικά καταξιωμένο εργαλείο για αναζήτηση βέλτιστων λύσεων σε δύσκολα προβλήματα βελτιστοποίησης, αλλά και σε εφαρμογές Μηχανικής Μάθησης και Εξελικτικού Υλικού.

Σκοπός του προτεινόμενου θέματος είναι η χρήση εργαλείων Εξελικτικής Υπολογιστικής για την ανάπτυξη ενός Ελεγκτή Πτήσης (Flight Controller) για μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη (Unmanned Aerial Vehicles – UAVs).

Ο ελεγκτής πτήσης σε ένα UAV τυπικά υλοποιείται με έναν μικροελεγκτή ο οποίος εκτελώντας ένα πρόγραμμα δέχεται σήματα από τους αισθητήρες του UAV και αποφασίζει για την κίνηση του UAV συνολικά, ή μεμονωμένων κινητήρων π.χ. για διατήρηση ευστάθειας.

Η εξελικτική ανάπτυξη μπορεί να γίνει α) σε επίπεδο παραμέτρων υφιστάμενου ελεγκτή, β) σε επίπεδο διαμόρφωσης ενός συστήματος κανόνων που θα περιγράφουν την συμπεριφορά του ελεγκτή, ή γ) σε επίπεδο Εξελικτικού Υλικού, όπου το υλικό του Ελεγκτή θα εξελίσσεται μέσω ενός παραδείγματος Εξελικτικού Υλικού (Evolvable Hardware),

### Πρόσφατη Βιβλιογραφία:

- [1] Jeremy W. Baxter, Graham S. Horn, and Daniel P. Leivers. Fly-by-agent: Controlling a pool of UAVs via a multi-agent system. Knowledge-Based Systems, 21(3):232 – 237, 2008. AI 2007 The 27th SGA International Conference on Artificial Intelligence.
- [2] Jeremy W. Baxter and Graham S. Horn. Controlling teams of uninhabited air vehicles. In Michal Pchouek, Simon G. Thompson, and Holger Voos, editors, Defence Industry Applications of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Whitestein Series in Software Agent Technologies and Autonomic Computing, pages 97–112. Birkhuser Basel, 2008.
- [3] R.W. Beard, T.W. McLain, D.B. Nelson, D. Kingston, and D. Johanson. Decentralized cooperative aerial surveillance using fixed-wing miniature uavs. Proceedings of the IEEE, 94(7):1306–1324, July 2006.

- [4] Nikhil Chopra and MarkW. Spong. Passivity-based control of multi-agent systems. In Sadao Kawamura and Mikhail Svinin, editors, *Advances in Robot Control*, pages 107–134. Springer Berlin Heidelberg, 2006.
- [5] Bruce T Clough. Metrics, schmetrics! how the heck do you determine a uav’s autonomy anyway. pages 313–319, 2002. AIAA 1st Technical Conference and Workshop on Unmanned Aerospace Vehicles, Systems, Technologies, and Operations.
- [6] Bernard Etkin. *Dynamics of atmospheric flight*. Courier Dover Publications, 2012.
- [7] Paolo Gaudiano, Benjamin Shargel, Eric Bonabeau, and Bruce T Clough. *Swarm intelligence: A new c2 paradigm with an application to control swarms of uavs*. Technical report, DTIC Document, 2003.
- [8] Iker Bekmezci, Ozgur Koray Sahingoz, and amil Temel. Flying ad-hoc networks (fanets): A survey. *Ad Hoc Networks*, 11(3):1254 – 1270, 2013.
- [9] R. Ryan McCune and Greg R. Madey. Control of artificial swarms with DDDAS. *Procedia Computer Science*, 29(0):1171 – 1181, 2014. 2014 International Conference on Computational Science.
- [10] Paul Scerri, Tracy Von Gonten, Gerald Fudge, Sean Owens, and Katia Sycara. Transitioning multiagent technology to uav applications. In *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems: Industrial Track, AAMAS '08*, pages 89–96, Richland, SC, 2008. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.
- [11] Robert F Stengel. *Flight Dynamics*. Emerald Group Publishing Limited, 2004.
- [12] Michael Wooldridge. *An introduction to multiagent systems*. John Wiley & Sons, 2009.
- [13] Xin-She Yang, Slawomir Koziel, and Leifur Leifsson. Computational optimization, modelling and simulation: Past, present and future. *Procedia Computer Science*, 29(0):754 – 758, 2014. 2014 International Conference on Computational Science.
- [14] Tom Mitchell, “*Machine Learning*”, McGraw Hill, 1997, ISBN 0070428077.
- [15] Zhang, Jun; Zhan, Zhi-hui; Lin, Ying; Chen, Ni; Gong, Yue-jiao; Zhong, Jing-hui; Chung, Henry S.H.; Li, Yun; Shi, Yu-hui (2011). "Evolutionary Computation Meets Machine Learning: A Survey", *Computational Intelligence Magazine*. IEEE. 6 (4): 68–75. doi:10.1109/mci.2011.942584
- [16] Alpaydin, Ethem, “*Introduction to Machine Learning*”, London: The MIT Press. ISBN 978-0-262-01243-0, February 2017.
- [17] Goldberg, David E.; Holland, John H. (1988). "Genetic algorithms and machine learning". *Machine Learning*. 3 (2): 95–99. doi:10.1007/bf00113892
- [18] George A. Bekey, “*Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control*”, The MIT Press, May 2005, ISBN: 9780262025782.
- [19] Fahimi, Farbod, “*Autonomous Robots: Modeling, Path Planning, and Control*”, ISBN 978-0-387-09537-0, Springer-Verlag US, 2009.

Σπύρος Καζαρήλης

Καθηγητής