



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και  
Τεχνολογίας

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Sensor Fault Diagnosis for UAVs using Machine Learning**

**Ανδρέας Παναγιώτου**

**Λεμεσός, Μάιος 2021**



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μεταπτυχιακή διατριβή

Sensor Fault Diagnosis for UAVs using Machine Learning

του

Ανδρέα Παναγιώτου

Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ. Μιχάλης Μιχαηλίδης

Λεμεσός, Μάιος 2021

# Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

Sensor Fault Diagnosis for UAVs using Machine Learning

Παρουσιάστηκε από

Ανδρέα Παναγιώτου

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Μιχάλης Μιχαηλίδης

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Μέλος επιτροπής: Δρ. Ηρόδοτος Ηροδότου

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Μέλος επιτροπής: Δρ. Ανδρέας Ανδρέου

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος 2021

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Ανδρέα Παναγιώτου,2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Μιχάλη Μιχαηλίδη για την βοήθεια και την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας, καθώς και το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου για τον δανεισμό του μη επανδρωμένου αεροσκάφους στο οποίο πραγματοποιήθηκαν οι πτήσεις για να ληφθούν οι τιμές των αισθητήρων, επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Aeroworx για την εκπαίδευση που αφορούσε την πτήση του αεροσκάφους. Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες στην οικογένεια μου και στους φίλους μου για την στήριξη που μου παρείχαν καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αφορά την δημιουργία ενός συστήματος που θα μπορεί να κάνει διάγνωση σφαλμάτων στους αισθητήρες ενός μη επανδρωμένου αεροσκάφους, μετά από την πτήση του. Το πρόβλημα, που αντιμετωπίζεται στα μη επανδρωμένα αεροσκάφη είναι ότι ο τομέας της ανίχνευσης σφαλμάτων αισθητήρων δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένος σε σχέση με τα επανδρωμένα αεροσκάφη, ένα άλλο σημείο είναι ότι για την σχεδίαση των συστημάτων σε κάποια μη επανδρωμένα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται φτηνότερα εξαρτήματα με σκοπό να είναι πιο προσιτά για τον κάθε διαχειριστή.

Η υφιστάμενη εργασία βασίζεται στην πρόβλεψη σφαλμάτων στους έξι αισθητήρες που επηρεάζουν την πτήση του μη επανδρωμένου αεροσκάφους Phantom 4 PRO V2.0 της εταιρείας DJI. Οι έξι αισθητήρες που θα μελετηθούν είναι: IMU sensor, Compass Sensor, Barometric Sensor, Battery Sensor, GPS sensor, Propeller/RPM Sensor. Αρχικά θα γίνουν αρκετές πτήσεις για να ληφθούν πραγματικά δεδομένα, στη συνέχεια θα γίνει η λήψη των δεδομένων που καταγράφουν οι έξι αισθητήρες, με την βοήθεια κατάλληλου λογισμικού, μετά θα αναπτυχθούν αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης που θα κάνουν πρόβλεψη κάθε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα κατά πόσον στο αεροσκάφος υπάρχει κρίσιμο σφάλμα, ποιος αισθητήρας παρουσιάζει σφάλμα και τέλος ποιο είδος σφάλματος παρουσιάζεται σε κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Στη συνέχεια για την αποθήκευση των δεδομένων κάθε πτήσης, τα μοντέλα που εκπαιδευτήκαν για τις προβλέψεις των σφαλμάτων θα αποθηκευτούν σε μια βάση δεδομένων. Τέλος θα εξαχθούν κάποια αποτελέσματα από δύο συγκεκριμένα μοντέλα και θα γίνει η σύγκριση τους, για να βρεθεί ποιο μοντέλο είναι πιο ακριβές στην πρόβλεψη των σφαλμάτων και κατά συνέπεια να μπορεί ο μηχανικός του αεροσκάφους να πάρει σωστές αποφάσεις για την συντήρηση του.

**Λέξεις-κλειδιά:** Μη Επανδρωμένα Εναέρια Συστήματα, Διάγνωση βλάβης αισθητήρα, Ηλεκτρονικά Αεροσκαφών, Μηχανική Μάθηση

## **ABSTRACT**

The present work concerns the creation of a system that will be able to diagnose errors in the sensors of an unmanned aircraft, after its flight. The problem with drones is that the field of sensor fault detection is not very developed compared to manned aircrafts, another point is that systems for some drones use cheaper components in order to be more affordable for each operator.

The existing work is based on the prediction of errors in the six sensors that affect the flight of the unmanned aircraft Phantom 4 PRO V2.0 by DJI. The six sensors that will be studied are: IMU sensor, Compass Sensor, Barometric Sensor, Battery Sensor, GPS sensor, Propeller/RPM Sensor. Initially, several flights will be made to receive real flight data, then the data recorded by the six sensors will be downloaded, with the help of appropriate software, then machine learning algorithms will be developed that will predict for each specific period whether there is a critical error, which sensor is faulty and finally what kind of fault occurs at any given time.

Then to store the data of each flight, the models trained for error predictions will be stored in a database. Finally, some results will be extracted from two specific models and their comparison will be made, in order to decide which model is more accurate in predicting the errors and consequently the aircraft engineer can make the right decisions for its maintenance.

**Keywords:** Unmanned Aerial Systems, Sensor Fault Diagnosis, Avionics, Machine Learning