



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**Κατασκευή UAV για σάρωση και συλλογή δεδομένων
βασισμένο σε Νευρωνικά δίκτυα.**

Συγγραφέας:

ΜΙΚΕΛΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

Αριθμός Μητρώου : 18389089

Επιβλέπων :

Χρήστος Δρόσος.

Αθήνα, Μάρτιος, 2024



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION ENGINEERING**

Diploma Thesis

**UAV construction for scanning and data collection based on
Neural Networks.**

Author:

MIKELI VASIKI

Registration Number: 18389089

Supervisor:

Christos Drosos

Athens, March, 2024

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΧΡΗΣΤΟΣ ΔΡΟΣΟΣ		
2	ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ		
3	ΛΑΣΚΑΡΗΣ ΝΙΚΟΣ		

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Μικέλη Βασιλική του Φιλίππου με αριθμό μητρώου 18389089 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



ΜΙΚΕΛΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τη σύγχρονη εποχή η χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης έχει συμβάλλει στην εξέλιξη πολλών προϋπαρχόντων αλγορίθμων. Ένας τομέας στον οποίον η χρήση μηχανικής μάθησης μπορεί να εφαρμοστεί πολύ άμεσα και αποτελεσματικά, είναι τα μη επανδρωμένα οχήματα. Η αντικατάσταση των συμβατικών αλγορίθμων λήψης αποφάσεων (decision making), από πολυπαραμετρικά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης, έχει οδηγήσει στην βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητάς τους.

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στην κατασκευή ενός μη επανδρωμένου οχήματος με την ικανότητα της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης, και πιο συγκεκριμένα με μοντέλα νευρωνικών δικτύων. Γίνετε μια αναλυτική περιγραφή της κατασκευής (συναρμολόγησης) ενός τετρακόπτερου, το οποίο θα ελέγχετε αρχικά από ένα σύστημα τηλεκατεύθυνσης και μελλοντικά ο έλεγχος θα γίνεται αυτόματα μέσω υπολογιστή. Το λογισμικό το οποίο θα μας επιτρέψει την χρήση του flight controller, μέσω με την τηλεκατεύθυνσης είναι το Clean Flight. Η έκδοση που χρησιμοποιήσαμε είναι η 2.6.0 που είναι η τελευταία και είναι συμβατή με τον ελεγκτή πτήσης που επιλέξαμε.

Τελικός στόχος της εργασίας αυτής είναι, ο έλεγχος του νευρωνικό δικτύου να γίνεται μέσω ενός μικροελεγκτή (Arduino) ο οποίος και θα ενσωματωθεί απευθείας πάνω στο σύστημα του τετρακόπτερου, δίνοντας τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο αναφορικά με την κατεύθυνση του.

Λέξεις κλειδιά : τετρακόπτερο, νευρωνικά δίκτυα, τεχνητή νοημοσύνη, drone, κατασκευή, μη επανδρωμένο όχημα.

ABSTRACT

In the modern era, the use of machine learning models has contributed to the advanced of many existing algorithms. One area where the application of machine learning can be applied very directly and effectively is unmanned vehicles. The replacement of conventional decision-making algorithms with parametric models of artificial intelligence has led to the optimization of their efficiency.

This thesis aims to construct an unmanned vehicle with the ability to use artificial intelligence specifically neural network models. A detailed description of the assembly of a quadcopter is provided, initially controlled by a remote control system, and eventually of a quadcopter is automated through a computer. The software that allows us to use the flight controller through remote control is Clean Flight. The version we used is 2.6.0, which is the latest and compatible with the chosen flight controller.

The final goal of this work is for the neural network control to be carried out through a microcontroller (Arduino), which will be integrated directly into the quadcopter system, providing the ability to make real-time decision regarding its direction.

Keywords: quadcopter, neural networks, artificial intelligence, drone, construction, unmanned vehicle.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όσους συνέβαλαν στην διαδικασία της εκπόνησης της, τους καθηγητές μου κ. Χρήστο Δρόσο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και τον κ. Μάκη Χατζόπουλο για την στήριξη και την πολύτιμη βοήθεια του.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά τον οικογενειακό και φιλικό μου περίγυρο για την κατανόηση και την στήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	14
1.1 Drone.....	14
1.2 Τετρακόπτερο	15
1.3 Νευρωνικά Δίκτυα:	16
1.3.1 Deep Learning:	17
1.3.2 The Perceptron:.....	19
1.3.3 Εκπαιδεύοντας το perceptron:	21
1.3.4 Multilayer Perceptrons.....	22
1.3.5 Training a multilayer perceptron:	24
1.3.6 Νευρωνικά Δίκτυα και Drones :	25
1.3.7 Ηθική της Τεχνητής Νοημοσύνης :	26
2. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ DRONE :	27
2.1 Υλικό (Hardware)	27
2.1.1 Frame (Πλαίσιο)	27
2.1.2 Κινητήρες	28
2.1.3 Flight Controller	28
2.1.4 Power Distribution Board (BEC)	30
2.1.5 Προπέλες	30
2.1.6 ESC	31
2.1.7 Μπαταρία LiPo	32
2.1.8 Σύστημα Τηλεκατεύθυνσης	33
2.1 Κατασκευή και Συναρμολόγηση	34
2.1.1 Συναρμολόγηση Βραχιόνων – Κινητήρες – ESC.....	35

2.1.2 Τοποθέτηση του Power Distribution Board	38
2.1.3 Τοποθέτηση Κάμερας.....	39
2.1.4 Τοποθέτηση Μπαταρίας	39
2.1.5 Τοποθέτηση Ελίκων	40
2.2 Συνδεσμολογία Ηλεκτρονικών Συστημάτων	41
2.2.1 Σύνδεση Ελεγκτή Πτήσης – ESCs.....	41
2.2.2 Σύνδεση Δέκτη Τηλεκατεύθυνσης	42
2.2.3 Σύνδεση Μπαταρίας	42
2.2.4 Σύνδεση Buzzer	43
3. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ DRONE.....	44
3.1. Λειτουργίες και ρυθμίσεις	45
3.1.1 Set Up.....	45
3.1.2 Ports.....	46
3.1.3 Motors	47
3.1.4 PID Tuning.....	48
4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΠΤΗΣΗ	50
4.1 Προσομοίωση Drone	51
4.2 Κατασκευή Εμποδίων	52
4.3 Εκπαίδευση Νευρωνικού με τα προσομοιωμένα δεδομένα	55
5. ΑΣΤΟΧΙΕΣ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	59
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Λειτουργία Νευρωνικού Δικτύου.....	17
Εικόνα 2 Βαθμίδα.....	18
Εικόνα 3 Δομή.....	19
Εικόνα 4 Μαθηματική οπτική.....	20
Εικόνα 5 Γραφική Παράσταση της Συνάρτησης Ενεργοποίησης (Συνάρτηση Βήματος).....	20
Εικόνα 6 Σχηματικό Διάγραμμα της δομής ενός <i>perceptron</i>	21
Εικόνα 7 Διαφοροποίηση Δεδομένων.....	21
Εικόνα 8 Σχηματική Δομή Ενός MLP.....	22
Εικόνα 9 Περιπτώσεις Προβλημάτων Ταξινόμησης με την χρήση MLP.....	23
Εικόνα 10 Παράδειγμα Αναγνώριση Ψηφίων με την χρήση Μοντέλου MLP.....	23
Εικόνα 11 Επεξεργασία Αλγορίθμου.....	24
Εικόνα 12 Εξοπλισμός drone.....	27
Εικόνα 13 Κινητήρας.....	28
Εικόνα 14 Flight Controller.....	29
Εικόνα 15 power distribution board.....	30
Εικόνα 16 Προπέλα.....	31
Εικόνα 17 Χαρακτηριστικά Προπέλας.....	31
Εικόνα 18 ESC Litlebee 30A.....	32
Εικόνα 19 Μπαταρία.....	33
Εικόνα 20 Δέκτης Τηλεκατεύθυνσης.....	34
Εικόνα 21 Τηλεκατεύθυνση.....	34
Εικόνα 22 Μηχανολογικά Εξαρτήματα του Τετρακόπτερου.....	35
Εικόνα 23 Μηχανολογική Συναρμολόγηση του frame.....	36
Εικόνα 24 Τοποθέτηση Κινητήρα.....	37
Εικόνα 25 Διαμόρφωση Τετρακόπτερου.....	37
Εικόνα 26 Τοποθέτηση BEC.....	38
Εικόνα 27 Τοποθέτηση Παξιμαδιών.....	38
Εικόνα 28 Τοποθέτηση ESC και σύνδεση με το BEC.....	38
Εικόνα 29 Τοποθέτηση Κάμερας.....	39
Εικόνα 30 Τοποθέτηση Μπαταρίας.....	39
Εικόνα 31 Μπαταρία πάνω στο drone.....	39
Εικόνα 32 Τοποθέτηση Ελικών.....	40
Εικόνα 33 Η φορά των ελίκων.....	40
Εικόνα 34 Σύνδεση ESC με ελεγκτή πτήσης.....	41
Εικόνα 35 Σύνδεση Δέκτη τηλεκατεύθυνσης.....	42
Εικόνα 36 Σύνδεση Μπαταρίας.....	42
Εικόνα 37 Τοποθέτηση Buzzer.....	43
Εικόνα 38 Αρχική CleanFlight.....	44
Εικόνα 39 Calibrate the Accelerometer.....	45
Εικόνα 40 Ports.....	46
Εικόνα 41 Motors.....	47
Εικόνα 42 BLHeliSuite.....	48
Εικόνα 43 BLHeliSuite.....	49

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σημερινή κοινωνία η ραγδαία αύξηση της τεχνολογίας έχει φέρει στον ορίζοντα νέους τρόπους αντίληψης και λειτουργίας των μηχανημάτων. Από τα συμβατικά και χειροκίνητα μηχανήματα η κοινωνία τείνει να αυτοματοποιεί όλο και περισσότερο αρκετές διαδικασίες, φέρνοντας στην επιφάνεια νέα μέσα, όπως είναι τα μη επανδρωμένα οχήματα, που όπως φαίνεται μέχρι σήμερα, κυριαρχούν στον βιομηχανικό κόσμο και όχι μόνο. Η αυτοματοποίηση των λήψεων αποφάσεων, έχει αντικαταστήσει αρκετά τον ανθρώπινο παράγοντα, φέρνοντας αμφιλεγόμενα συμπεράσματα στον επιστημονικό τομέα.

Σ' αυτή την εργασία θα γίνει η κατασκευή ενός τετρακόπτερου με αναφορά στις μεθόδους συνδεσμολογίας και συναρμολόγηση του. Για να επιτευχθεί η πτήση, χρησιμοποιήσαμε κατάλληλα λογισμικά που είναι συμβατά με τον ελεγκτή πτήσης που επιλέξαμε. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που αξίζει να σημειωθεί, είναι ο παράγοντας της ηθικής, καθώς ένας τέτοιος συνδυασμός όπως ο παραπάνω, μπορεί να προκαλέσει ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα από τα αναμενόμενα, θέτωντας σε κίνδυνο την ανθρώπινη ύπαρξη.

Η παρούσα εργασία, παρουσιάζει τον τρόπο συνύπαρξης των μη επανδρωμένων οχημάτων και της μεθόδου της τεχνητής νοημοσύνης, συγκεκριμένα των νευρωνικών δικτύων, στη κατασκευή ενός τετρακόπτερου και τον τρόπο με τον οποίο θα μπορεί να πραγματοποιεί αυτόνομη πτήση με την ικανότητα αποφυγής εμποδίων.

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία υλοποιείται με σκοπό την κατασκευή ενός UAV (Unmanned aerial vehicle), μη επανδρωμένου ελικοπτήρου, το οποίο θα λειτουργεί κάνοντας χρήση την τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Inteligent) και πιο συγκεκριμένα με βάση τα νευρωνικά δίκτυα.

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η λειτουργία τηλεκατεύθυνσης μέσω του νευρωνικού δικτύου το οποίο θα δρα μέσω του υπολογιστή. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να πραγματοποιηθούν τα παρακάτω :

1. Κατασκευή του drone.
2. Γνώση πρωτοκόλλου τηλεκατεύθυνσης.
3. Έλεγχος πτήσης.
4. Εκπαίδευση νευρωνικού με το αίτημα μας.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ :

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων χρειάστηκε να ακολουθήσουμε κάποια συγκεκριμένα στάδια :

- Στο πρώτο στάδιο χρειάστηκε να προβούμε σε μια διερεύνηση σχετικά με τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε, αφού σαν βασικό μας κριτήριο είχαμε το μειωμένο κόστος κατασκευής. Γι' αυτό το λόγο καταλήξαμε στη επιλογή κατασκευής ενός τετρακόπτερου. Το drone δεν θέλαμε να επιβαρυνθεί με κάποιο επιπλέον βάρος, το μόνο επιπλέον ήταν κάποιο αισθητήρες αμελητέου βάρους για την βοήθεια της χρήσης των νευρωνικών, γι' αυτό κάναμε την επιλογή ενός mini drone.
- Το δεύτερο στάδιο είναι ο έλεγχος του drone και η πτητική του ικανότητα. Χρησιμοποιούμε τον τηλεχειρισμό για να έχουμε τον έλεγχο του drone, δηλαδή ο χειριστής θα είναι ο άνθρωπος. Με αυτό το τρόπο μαθαίνουμε την διάρκεια πτήσης, έχοντας υπόψιν μας και την διάρκεια της μπαταρίας, και ρυθμίζουμε ότι χρειάζεται για την ορθότερη χρήση του controller.
- Το τρίτο στάδιο είναι να βγάλουμε τον τηλεχειρισμό και τον ανθρώπινο παράγοντα και ο έλεγχος του drone να γίνεται με βάση τα νευρωνικά δίκτυα, δηλαδή η δημιουργία μιας ασύρματης ζεύξης μεταξύ του υπολογιστή και του drone. Ο λόγος που καταφύγαμε σε αυτή τη μέθοδο είναι διότι οι αλγόριθμοι που θα χρησιμοποιηθούν, θα υλοποιούνται σε υπολογιστή για την μεγαλύτερη υπολογιστή ισχύ που περιέχει σε αντίθεση με τον controller, ο οποίος θα βρίσκεται πάνω στο drone, αναγκαστικά θα έχει περιορισμένες δυνατότητες. Οπότε μετατρέπει την χρήση πιο σύνθετων και πιο απαιτητικών αλγορίθμων της τεχνητής νοημοσύνης πιο εύκολη μέσω του υπολογιστή, ο οποίος θα έχει τον ρόλο του τηλεχειρισμού, δηλαδή του ανθρώπινου παράγοντα.
- Το τέταρτο στάδιο είναι να παίρνουμε τα δεδομένα πτήσης του drone σε πραγματικό χρόνο στον υπολογιστή γιατί ο αλγόριθμος της τεχνητής νοημοσύνης που θα αναπτύξουμε θα πρέπει να γνωρίζει που βρίσκεται το drone στον χώρο τη δεδομένη χρονική στιγμή, ώστε να μπορεί να λαμβάνει τις αποφάσεις κατεύθυνσής, δηλαδή προς τα που θέλουμε να κινηθεί.
- Το πέμπτο στάδιο είναι να σχεδιαστεί και να φτιαχτεί μια τηλεμετρία, δηλαδή ένα radio controller μεταξύ του controller και του υπολογιστή. Σε αυτή την περίπτωση ο controller θα στέλνει τις τιμές πτήσης (τις τιμές από τον imu, το accelerometer, το βαρόμετρο, τις ροπές στρέψης που δημιουργούνται) σε πραγματικό χρόνο θα τα στέλνει, και ύστερα θα αναπτύξουμε έναν δέκτη, ο οποίος θα συλλαμβάνει αυτά ασύρματα και θα τα στέλνει στον υπολογιστή. Άρα ο υπολογιστής αφενός παίρνει την τηλεμετρία (τα δεδομένα πτήσης σε πραγματικό χρόνο από το drone), και αφετέρου μπορεί σε πραγματικό χρόνο να ρυθμίσει το drone.

- Στο έκτο στάδιο, παίρνοντας τα δεδομένα πτήσης έχοντας ένα σενάριο που θέλουμε να υλοποιείται από την τεχνητή νοημοσύνη, το drone μπορεί να παίρνει εντολές κατεύθυνσης από το εκπαιδευμένο νευρωνικό δίκτυο.
- Το έβδομο στάδιο είναι η δημιουργία μιας πλατφόρμας η οποία μπορεί να εκτελεί σενάριο λειτουργίας βασισμένο σε αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να τοποθετήσουμε έναν αισθητήρα GPS και ένα sonar έτσι ώστε να παίρνουμε στίγμα από το σημείο A που θα βρίσκεται και να του ορίζουμε ένα σημείο B που πρέπει να κατευθυνθεί. Μετά το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης θα αποφασίζει για την πιο σύντομη διαδρομή και θα τηλεχειρίζεται το drone. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να ξέρει που βρίσκεται ανά πάσα στιγμή, να παίρνει δεδομένα πτήσης και την ίδια στιγμή να βλέπει αν υπάρχουν εμπόδια.

1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

1.1 Drone

Τα drone γνωστά και ως μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV) είναι αεροσκάφη χωρίς άνθρωπο πιλότο επί του σκάφους. Μπορούν να ελέγχονται εξ αποστάσεως, από ένα άτομο στο έδαφος ή μπορούν να πετάξουν αυτόνομα με βάση προγραμματισμένες οδηγίες ή αλγορίθμους. Τα drones διατίθενται σε διάφορα μεγέθη και σχήματα, από μικρές συσκευές χειρός έως μεγαλύτερα μοντέλα με άνοιγμα φτερών αρκετών μέτρων. Τροφοδοτούνται από μπαταρίες ή άλλες πηγές ενέργειας, όπως ηλιακή. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη στη σημερινή εποχή έχουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων στρατιωτικών, εμπορικών, επιστημονικών και ψυχαγωγικών σκοπών. Στον στρατό τα drones χρησιμοποιούνται για αναγνώριση, επιτήρηση και στοχευμένα χτυπήματα. Στον εμπορικό τομέα, χρησιμοποιούνται για αεροφωτογράφιση και βίντεο, παράδοση αγαθών, γεωργία και επιθεώρηση υποδομής. Στον επιστημονικό τομέα τα drones χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος και τη διατήρηση της άγριας ζωής. Η δημοτικότητα των drones έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια λόγω της προόδου της τεχνολογίας και της αυξημένης διαθεσιμότητας μοντέλων σε προσιτές τιμές. Ωστόσο, η χρήση τους έχει επίσης εγείρει ανησυχίες σχετικά με την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται σε πολυσύχναστες περιοχές ή κοντά σε ευαίσθητες τοποθεσίες όπως αεροδρόμια. Ως αποτέλεσμα, κανονισμοί και νόμοι σχετικά με τη χρήση των drone έχουν εφαρμοστεί σε πολλές χώρες για να διασφαλιστεί η υπεύθυνη και ασφαλής λειτουργία.

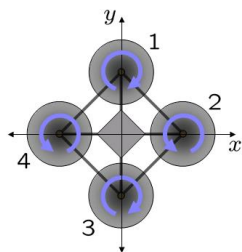
Τα τελευταία χρόνια, η διάταξη τετρακόπτερου έχει γίνει δημοφιλής για μικρής κλίμακας μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα ή drones. Η ανάγκη για αεροσκάφη με μεγαλύτερη ευελιξία και ικανότητα αιώρησης έχει οδηγήσει σε αύξηση της έρευνας για τα τετρακόπτερα. Ο σχεδιασμός τεσσάρων ρότορων επιτρέπει στα τετρακόπτερα να είναι σχετικά απλά στη σχεδίαση, αλλά εξαιρετικά αξιόπιστα και ευέλικτα. Η έρευνα συνεχίζεται για την αύξηση των ικανοτήτων των τετρακόπτερων όπως την επικοινωνία πολλαπλών σκαφών, την εξερεύνηση περιβάλλοντος και την ικανότητα ελιγμών. Εάν μπορούν να συνδυαστούν αυτές οι αναπτυσσόμενες ιδιότητες, τα τετρακόπτερα θα είναι ικανά για προηγμένες αυτόνομες αποστολές που επί του παρόντος δεν είναι δυνατές με άλλα οχήματα. Περίπου το 2005 με το 2010, η πρόοδος στα ηλεκτρονικά επέτρεψε την παραγωγή φθηνών ελαφρών ελεγκτών πτήσης επιταχυνσιομέτρων IMU (Inertial measurement unit), παγκόσμιου συστήματος εντοπισμού θέσης και καμερών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η διαμόρφωση του τετρακόπτερου να γίνει δημοφιλής για μικρά μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα [1]. Με το μικρό τους μέγεθος και την ικανότητα ελιγμών, αυτά τα τετρακόπτερα μπορούν να πετάξουν σε εξωτερικούς χώρους [2]. Για τα μικρά drones τα τετρακόπτερα είναι φθηνότερα και πιο ανθεκτικά από τα συμβατικά ελικόπτερα λόγω της μηχανικής τους απλότητας. Οι μικρότερες λεπίδες τους είναι επίσης πλεονεκτικές επειδή διαθέτουν λιγότερη κινητική ενέργεια, μειώνοντας την ικανότητα τους να προκαλούν ζημιά. Λόγω της ευκολίας κατασκευής και ελέγχου τους, τα τετρακόπτερα είναι δημοφιλή ως έργα ερασιτεχνικών μοντέλων αεροσκαφών.

1.2 Τετρακόπτερο

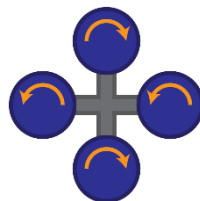
Ένα τετρακόπτερο είναι ένας τύπος ελικοπτέρου που έχει τέσσερις ρότορες. Το μικρό μέγεθος και η χαμηλή αδράνεια των drones επιτρέπει την χρήση ενός ιδιαίτερα απλού συστήματος ελέγχου πτήσης, το οποίο έχει αυξήσει σημαντικά την πρακτικότητα του μικρού τετρακόπτερου σε αυτή την εφαρμογή.

Κάθε ρότορας παράγει ταυτόχρονα ανύψωση και ροπή γύρω από το κέντρο περιστροφής του καθώς και έλξη αντίθετα από την κατεύθυνση πτήσης του οχήματος. Τα τετρακόπτερα έχουν γενικά δύο ρότορες που περιστρέφονται δεξιόστροφα (CW) και δύο που περιστρέφονται αριστερόστροφα (CCW). Ο έλεγχος πτήσης παρέχεται από ανεξάρτητη μεταβολή της ταχύτητας και ως εκ τούτου της ανύψωσης και της ροπής κάθε ρότορα. Το βήμα και η κύλιση ελέγχονται μεταβάλλοντας το καθαρό κέντρο ώσης, ενώ η εκτροπή ελέγχεται μεταβάλλοντας την καθαρή ροπή. Σε αντίθεση με τα συμβατικά ελικόπτερα, τα τετρακόπτερα δεν έχουν συνήθως κυκλικό έλεγχο βήματος, στον οποίο η γωνία των πτερυγίων ποικίλλει δυναμικά καθώς περιστρέφονται γύρω από την πλήμνη του ρότορα. Στις πρώτες μέρες της πτήσης, τα τετρακόπτερα θεωρούνται μια πιθανή λύση σε μερικά από τα επίμονα προβλήματα στην κάθετη πτήση. Ζητήματα ελέγχου που προκαλούνται από την ροπή, μπορούν να εξαλειφθούν με αντίστροφη περιστροφή και σχετικά κοντές λεπίδες είναι πολύ πιο εύκολο να κατασκευαστούν.

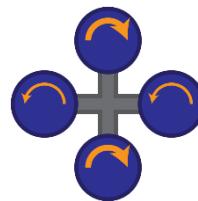
Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει την λειτουργία ενός τετρακόπτερου είναι η ροπή. Εάν οι τέσσερις ρότορες περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα, με δυο περιστρεφόμενες δεξιόστροφα και δύο αριστερόστροφα, η καθαρή ροπή γύρω από τον άξονα εκτροπής είναι μηδέν, που αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει ανάγκη για ουραίο ρότορα όπως στα συμβατικά ελικόπτερα. Η εκτροπή προκαλείται από κακή αντιστοίχιση της ισορροπίας στις αεροδυναμικές ροπές, δηλαδή με τη μετατόπιση των σωρευτικών εντολών ώσης μεταξύ των ζευγών λεπίδων αντίθετα περιστρεφόμενων.



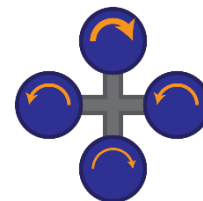
Σχήμα 4



Σχήμα 3



Σχήμα 2



Σχήμα 1

- Στο πρώτο σχήμα βλέπουμε τις σχηματικές ροπές αντίδρασης σε κάθε κινητήρα του τετρακόπτερου αεροσκάφους λόγω περιστρεφόμενων ρότορων. Οι ρότορες 1 και 3 περιστρέφονται προς μια κατεύθυνση, ενώ οι ρότορες 2 και 4 περιστρέφονται προς την αντίθετη κατεύθυνση αποδίδοντας αντίθετες ροπές για έλεγχο.
- Στο δεύτερο σχήμα βλέπουμε το τετράτροχο να προσαρμόζει το ύψος του εφαρμόζοντας ίση ώθηση και στους τέσσερις ρότορες.
- Στο τρίτο σχήμα το τετράτροχο ρυθμίζει την εκτροπή του, εφαρμόζοντας περισσότερη ώθηση σε ρότορες που περιστρέφονται προς μια κατεύθυνση.
- Στο τέταρτο σχήμα το τετράτροχο προσαρμόζει το βήμα ή το ρόλο του, εφαρμόζοντας περισσότερη ώθηση σε ένα ρότορα και λιγότερη ώθηση στον διαμετρικά αντίθετο ρότορα [3].

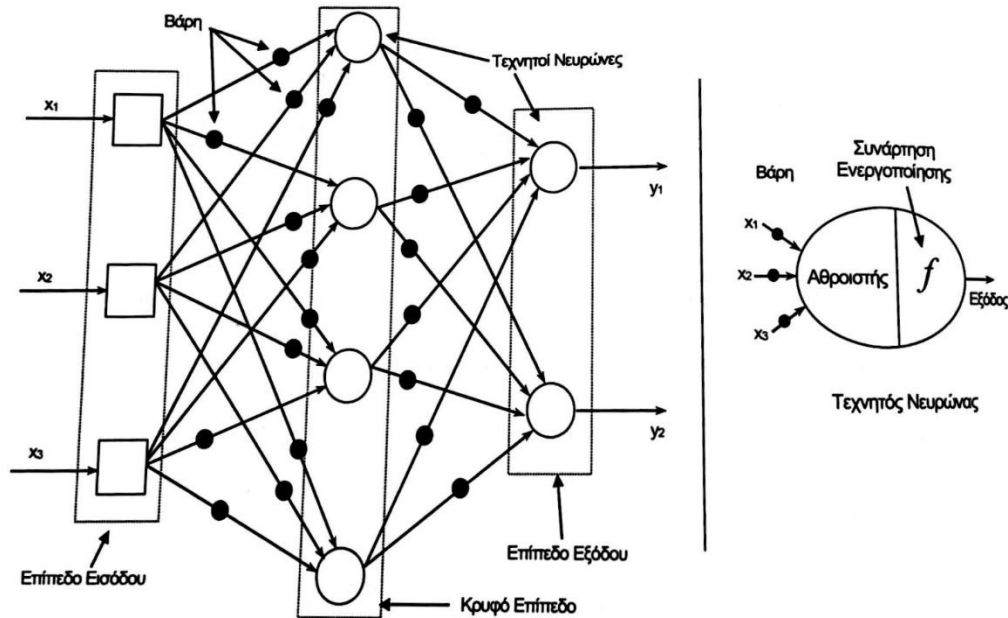
1.3 Νευρωνικά Δίκτυα:

Τα νευρωνικά δίκτυα είναι ένας τύπος μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης που εμπνέεται από τη δομή και τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου. Έχουν σχεδιαστεί για να αναγνωρίζουν πολύπλοκα μοτίβα και σχέσεις στα δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις ή αποφάσεις με βάση αυτές τις πληροφορίες.

Τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούνται από διασυνδεδεμένους κόμβους, που ονομάζονται νευρώνες οι οποίοι είναι οργανωμένοι σε επίπεδα. Το επίπεδο εισόδου λαμβάνει δεδομένα, τα οποία στη συνέχεια υποβάλλονται σε επεξεργασία μέσω ενός ή περισσότερων κρυφών επιπέδων πριν φτάσουν στο επίπεδο εξόδου. Κάθε νευρώνας σε ένα επίπεδο συνδέεται με όλους τους νευρώνες του προηγούμενου και του επόμενου στρώματος, επιτρέποντας στο δίκτυο να υπολογίζει πολύπλοκες μη γραμμικές συναρτήσεις. Κάθε νευρώνας δέχεται ένα πλήθος από εισόδους (αριθμητικές τιμές) οι οποίες πολλαπλασιάζονται με βάρη και στη συνέχεια αθροίζονται στον αθροιστή. Η συνολική τιμή που παράγει ο αθροιστής εισέρχεται στη συνάρτηση ενεργοποίησης f του νευρώνα η οποία παράγει την έξοδο του. Η έξοδος κάθε νευρώνα σε κρυφό επίπεδο αποτελεί είσοδο για τους νευρώνες του επόμενου επιπέδου. Οι νευρώνες εισόδου συνδέονται με τους νευρώνες του επόμενου στρώματος, μεταδίδοντας το επίπεδο ενεργοποίησής τους, αφού πολλαπλασιαστούν με μια ορισμένη τιμή, που ονομάζεται βάρος (Weight).

Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης, τα βάρη των συνδέσεων μεταξύ των νευρώνων προσαρμόζονται για να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα μεταξύ των προβλεπόμενων εξόδων και των πραγματικών εξόδων. Αυτό γίνεται συνήθως χρησιμοποιώντας μια διαδικασία που

ονομάζεται backpropagation, η οποία περιλαμβάνει τη διάδοση του σήματος σφάλματος προς τα πίσω μέσω του δικτύου και την προσαρμογή των βαρών ανάλογα.

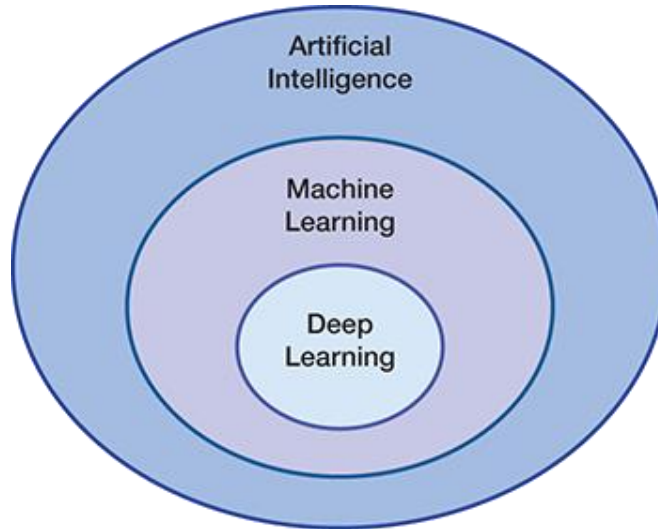


Εικόνα 1 Λειτουργία Νευρωνικού Δικτύου

1.3.1 Deep Learning:

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι η ικανότητα μιας μηχανής να μιμείται την ευφυή ανθρώπινη συμπεριφορά. Η μηχανική μάθηση (Machine Learning) είναι ένας κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης που δίνει στους υπολογιστές τη δυνατότητα να «μάθουν», συχνά από δεδομένα, χωρίς να είναι ρητά προγραμματισμένοι. Η βαθιά μάθηση είναι ένα υποπεδίο της ML (machine learning) που χρησιμοποιεί αλγόριθμους που ονομάζονται τεχνητά νευρωνικά δίκτυα ANN (Artificial Neural Network), οι οποίοι εμπνέονται από τη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου και είναι ικανοί να αυτοεκπαιδευτούν. Τα ANN εκπαιδευτούν να αναγνωρίζουν μοντέλα και μοτίβα αντί να τους λένε ρητά πώς να λύσουν ένα πρόβλημα.

Το δομικό στοιχείο ενός ANN ονομάζεται perceptron, το οποίο είναι ένας αλγόριθμος εμπνευσμένος από τον βιολογικό νευρώνα. Το perceptron εφευρέθηκε το 1957, τα ANN παρέμειναν στην αφάνεια μέχρι πρόσφατα, επειδή απαιτούσαν εκτεταμένη εκπαίδευση και η ποσότητα της εκπαίδευσης για να ληφθούν χρήσιμα αποτελέσματα ξεπέρασε την ισχύ του υπολογιστή και τα διαθέσιμα μεγέθη δεδομένων.



Εικόνα 2 Βαθμίδα

Το Deep Learning (DL) είναι μια τεχνική για την εφαρμογή της ML. Η DL χρησιμοποιεί τα λεγόμενα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα για να μάθει από δεδομένα. Με λίγα λόγια, η ML αφορά τους υπολογιστές που μαθαίνουν από δεδομένα για να δημιουργήσουν μαθηματικά μοντέλα που αντιπροσωπεύουν μια διαδικασία του πραγματικού κόσμου.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι μάθησης του συστήματος ML, η εποπτευόμενη και η μη εποπτευόμενη μάθηση. Παρακάτω είναι οι διαφορές μεταξύ των δύο στυλ:

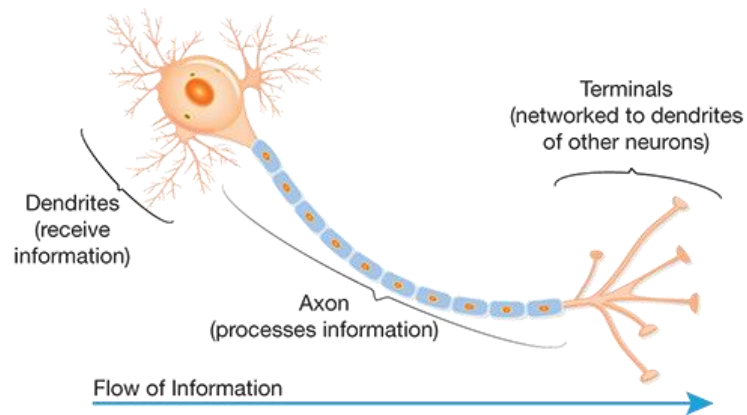
- Εποπτευόμενη μάθηση: Σε αυτόν τον τύπο μάθησης, τα δεδομένα εκπαίδευσης είναι γνωστές δομές. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε κατηγορία δεδομένων που εισάγουμε στο μοντέλο, παρέχουμε ταυτόχρονα και μια «ετικέτα» που προσδιορίζει πλήρως τα χαρακτηριστικά του.
- Εκμάθηση χωρίς επίβλεψη: Σε αυτόν τον τύπο μάθησης, τα δεδομένα εκπαίδευσης δεν παρέχονται με σαφή κατηγοριοποίηση. Αντ' αυτού, ο αλγόριθμος μηχανικής μάθησης καλείται να αναγνωρίσει τα κρυμμένα μοτίβα των δεδομένων και να οδηγήσει (με κάποια πιθανότητα) σε ομαδοποίηση τους χωρίς να του έχουν δοθεί σαφώς οι κατηγορίες των δεδομένων.

Τα συστήματα ML χρησιμοποιούνται συνήθως για τη δημιουργία των ακόλουθων εξόδων:

- Regression: Αυτό το είδος εξόδου χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη συνεχών τιμών. Για παράδειγμα, η πρόβλεψη της τιμής των μετοχών.
- Classification: Αυτό το είδος εξόδου χρησιμοποιείται για την εκχώρηση κλάσης ή ετικέτας. Για παράδειγμα, αντιστοίχιση της ετικέτας "γάτα" ή "σκύλος" σε μια εικόνα.

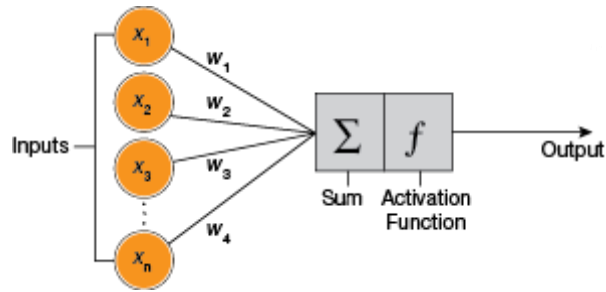
- Clustering: Αυτό το είδος εξόδου χρησιμοποιείται για την ανακάλυψη της σύνθεσης και της δομής των δεδομένων, είναι βασικά μια συλλογή αντικειμένων που αφορά την σχέση της ομοιότητας και της ανομοιότητας μεταξύ τους. Για παράδειγμα, ταξινόμηση μεταξύ διαφορετικών ειδών φυτών και ζώων.
- Πρόβλεψη ακολουθίας: Αυτό το είδος εξόδου χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη του επόμενου συμβόλου με βάση την προηγούμενης παρατηρηθείσα ακολουθία συμβόλων. Για παράδειγμα, μια σειρά προϊόντων που αγόρασε ένας πελάτης.

1.3.2 The Perceptron:



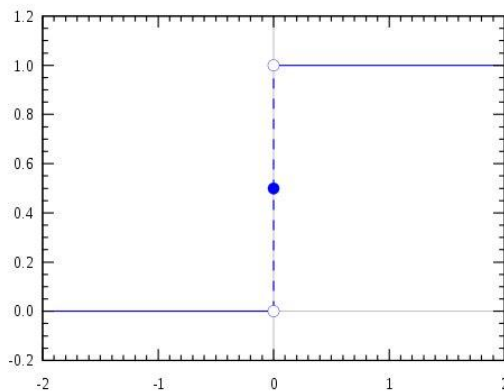
Εικόνα 3 Δομή

Ο μέσος ανθρώπινος εγκέφαλος έχει περίπου 100 δισεκατομμύρια νευρώνες. Ένας ανθρώπινος νευρώνας χρησιμοποιεί δένδριτες για να συλλέξει εισόδους από άλλους νευρώνες, προσθέτει όλες τις εισόδους και αν το άθροισμα που προκύπτει είναι μεγαλύτερο από ένα όριο, ενεργοποιείται και παράγει μια έξοδο. Η έξοδος αποστέλλεται στη συνέχεια σε άλλους συνδεδεμένους νευρώνες.



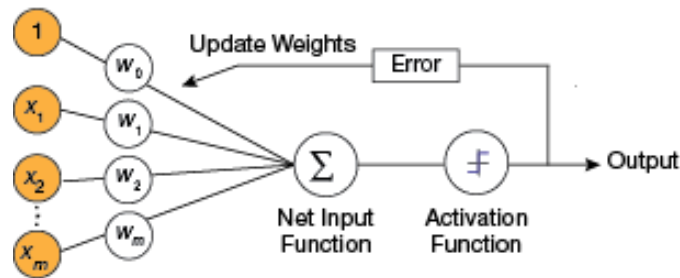
Εικόνα 4 Μαθηματική οπτική

Ένα perceptron είναι ένα μαθηματικό μοντέλο ενός βιολογικού νευρώνα. Ακριβώς όπως ένας πραγματικός νευρώνας, λαμβάνει εισόδους και υπολογίζει μια έξοδο. Κάθε είσοδος έχει ένα σχετικό βάρος. Όλες οι εισοδοί πολλαπλασιάζονται μεμονωμένα με τα βάρη τους, αθροίζονται και εισέρχονται ως όρισμα σε μια συνάρτηση ενεργοποίησης που καθορίζει εάν ο νευρώνας πρέπει να ενεργοποιηθεί και να παράγει μια έξοδο. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι συναρτήσεων ενεργοποίησης με διαφορετικές ιδιότητες, αλλά μια από τις απλούστερες είναι η συνάρτηση βήματος. Μια συνάρτηση βήματος δίνει την τιμή 1 εάν η είσοδος είναι υψηλότερη από ένα ορισμένο όριο, διαφορετικά εξάγει την τιμή με αποτέλεσμα ο νευρώνας να μην ενεργοποιείται.



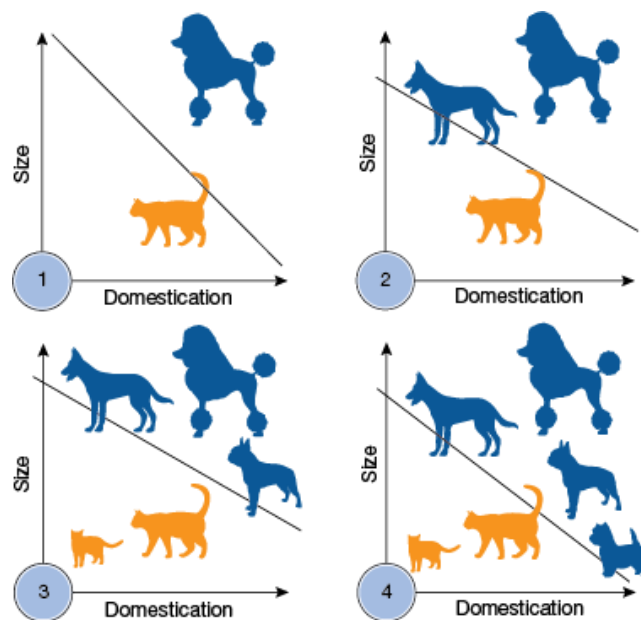
Εικόνα 5 Γραφική Παράσταση της Συνάρτησης Ενεργοποίησης (Συνάρτηση Βήματος)

1.3.3 Εκπαιδεύοντας το perceptron:



Εικόνα 6 Σχηματικό Διάγραμμα της δομής ενός perceptron

Η εκπαίδευση ενός perceptron περιλαμβάνει την παροχή πολλαπλών δειγμάτων εκπαίδευσης και τον υπολογισμό της εξόδου για καθένα από αυτά. Μετά από κάθε δείγμα (κατά την διαδικασία της εκπαίδευσης), τα βάρη προσαρμόζονται για να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα εξόδου, που συνήθως ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ του επιθυμητού (στόχου) και των πραγματικών εξόδων.



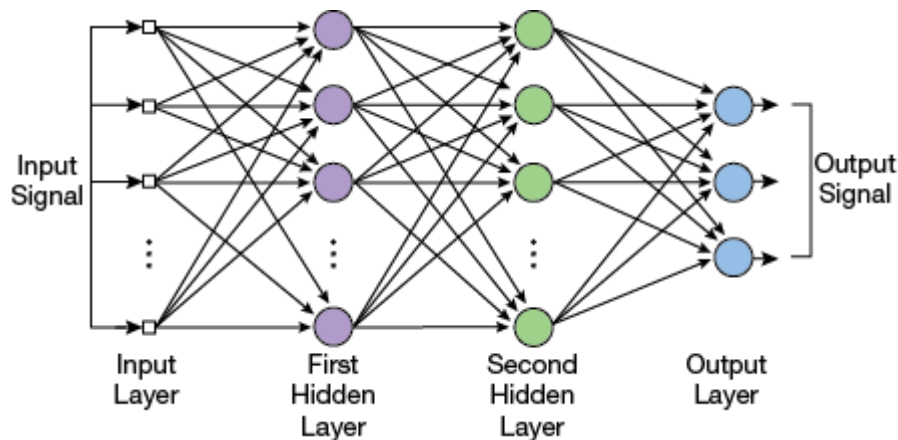
Εικόνα 7 Διαφοροποίηση Δεδομένων

Ακολουθώντας αυτόν τον απλό αλγόριθμο εκπαίδευσης για την ενημέρωση των βαρών, ένα perceptron μπορεί να μάθει να εκτελεί δυαδική γραμμική ταξινόμηση. Για παράδειγμα, μπορεί να μάθει να διαχωρίζει τους σκύλους από τις γάτες δεδομένου μεγέθους και εξημερώσεως δεδομένων, εάν τα δεδομένα είναι γραμμικά ταξινομήσιμα .

Η ικανότητα του perceptron να μαθαίνει την ταξινόμηση είναι σημαντική επειδή βασίζεται σε πολλές πράξεις νοημοσύνης. Τα perceptron είναι μοντέλα βελτιστοποιημένα για ταξινόμηση (classification). Ωστόσο, μεμονομένα μπορούν να μάθουν μόνο γραμμικά ταξινομήσιμα μοτίβα και δεν είναι σε θέση να χειριστούν μη γραμμικά ή πιο περίπλοκα.

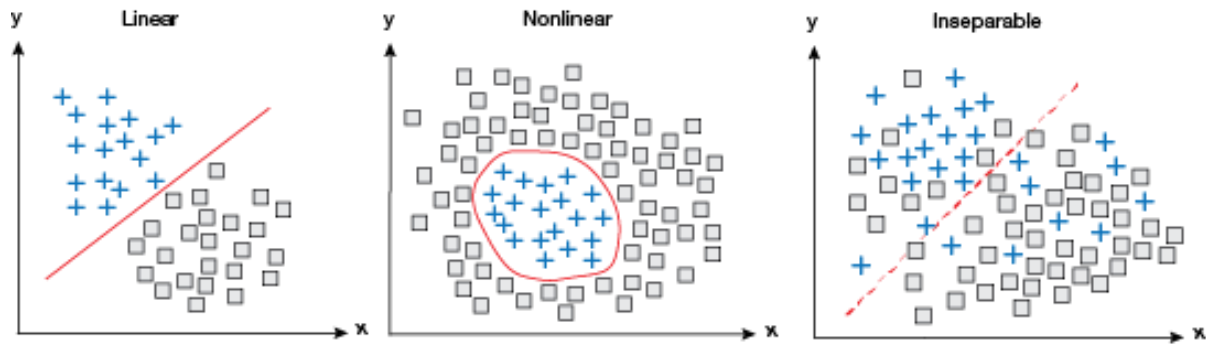
1.3.4 Multilayer Perceptrons

Ένας μεμονωμένος νευρώνας είναι ικανός να μάθει απλά μοτίβα, αλλά όταν πολλοί νευρώνες συνδέονται μεταξύ τους, οι ικανότητές τους αυξάνονται δραματικά. Καθένας από τους 100 δισεκατομμύρια νευρώνες στον ανθρώπινο εγκέφαλο έχει, κατά μέσο όρο 7.000 συνδέσεις με άλλους νευρώνες. Ένα πολυστρωματικό perceptron (MLP) είναι ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο με πολλαπλά στρώματα νευρώνων μεταξύ εισόδου και εξόδου. Τα MLP ονομάζονται επίσης νευρωνικά δίκτυα τροφοδοσίας. Το Feedforward σημαίνει ότι τα δεδομένα ρέουν προς μία κατεύθυνση από το επίπεδο εισόδου στο επίπεδο εξόδου. Συνήθως, η έξοδος κάθε νευρώνα συνδέεται με κάθε νευρώνα στο επόμενο στρώμα. Τα επίπεδα που βρίσκονται μεταξύ των επιπέδων εισόδου και εξόδου αναφέρονται ως κρυφά επίπεδα.

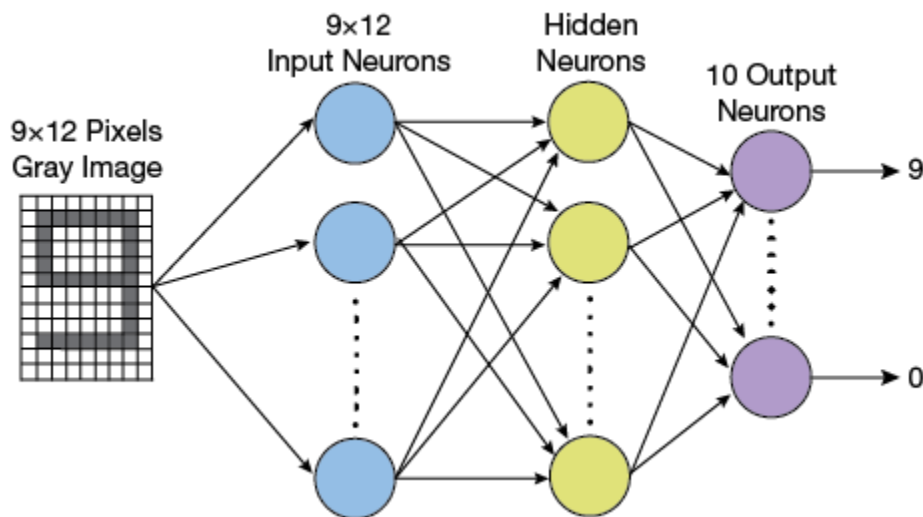


Εικόνα 8 Σχηματική Δομή Ενός MLP

Τα MLP χρησιμοποιούνται ευρέως για ταξινόμηση, αναγνώριση, πρόβλεψη και προσέγγιση προτύπων και μπορούν να μάθουν περίπλοκα μοτίβα που δεν μπορούν να διαχωριστούν χρησιμοποιώντας γραμμικές ή άλλες απλές καμπύλες. Η ικανότητα ενός δικτύου MLP να μαθαίνει περίπλοκα μοτίβα αυξάνεται με τον αριθμό των νευρώνων και των επιπέδων.



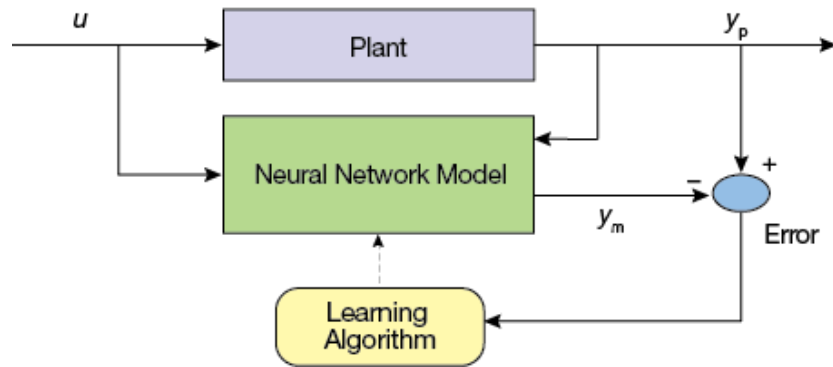
Εικόνα 9 Περιπτώσεις Προβλημάτων Ταξινόμησης με την χρήση MLP



Εικόνα 10 Παράδειγμα Αναγνώριση Ψηφίων με την χρήση Μοντέλου MLP

Ένα τέτοιο MLP για την αναγνώριση ψηφίων συνήθως εκπαιδεύεται δείχνοντάς του εικόνες ψηφίων και λέγοντάς του εάν τα αναγνώριζε σωστά ή όχι. Αρχικά, η έξοδος του MLP θα ήταν τυχαία, αλλά καθώς εκπαιδεύεται, θα προσαρμόσει τα βάρη μεταξύ των νευρώνων και θα αρχίσει να ταξινομεί σωστά τις εισόδους. Ένα τυπικό πραγματικό MLP για την αναγνώριση χειρόγραφων ψηφίων αποτελείται από 784 perceptrons που δέχονται εισόδους από ένα bitmap 28x28 pixel που αντιπροσωπεύει ένα χειρόγραφο ψηφίο, 15 νευρώνες στο κρυφό

στρώμα και 10 νευρώνες εξόδου. Συνήθως, ένα τέτοιο MLP εκπαιδεύεται χρησιμοποιώντας μια ομάδα 50.000 ετικετών εικόνων χειρόγραφων ψηφίων. Μπορεί να μάθει να αναγνωρίζει χειρόγραφα ψηφία που δεν είχαν δει προηγουμένως με ακρίβεια 95% μετά από λίγα λεπτά εκπαίδευσης σε έναν καλά εξοπλισμένο υπολογιστή.



Εικόνα 11 Επεξεργασία Αλγορίθμου

1.3.5 Training a multilayer perceptron:

Η εκπαίδευση ενός μονού perceptron είναι εύκολη, όλα τα βάρη προσαρμόζονται επανειλημμένα έως ότου η έξοδος ταιριάζει ικανοποιητικά με την αναμενόμενη τιμή για όλα τα δεδομένα εκπαίδευσης. Για ένα μόνο perceptron, τα βάρη μπορούν να ρυθμιστούν χρησιμοποιώντας τους τύπους:

$$\Delta w_i = \eta(t - o)x_i$$

$$w_i + \Delta w_i \rightarrow w_i$$

όπου w_i είναι το βάρος, Δw_i είναι η προσαρμογή βάρους, t είναι η έξοδος-στόχος, o είναι η πραγματική έξοδος και η είναι ο ρυθμός εκμάθησης, συνήθως μια μικρή τιμή που χρησιμοποιείται για τον περιορισμό του ρυθμού αλλαγής των βαρών. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση προσαρμογής κάθε βάρους ανεξάρτητα δεν λειτουργεί για ένα MLP επειδή η έξοδος κάθε νευρώνα είναι μια είσοδος για όλους τους νευρώνες στο επόμενο στρώμα. Η προσαρμογή του βάρους σε μία σύνδεση επηρεάζει όχι μόνο τον νευρώνα στον οποίο διαδίδεται άμεσα, αλλά και όλους τους νευρώνες στα ακόλουθα στρώματα, και επομένως επηρεάζει όλες τις εξόδους. Επομένως, δεν είναι εφικτό να βρεθεί το καλύτερο σύνολο βαρών βελτιστοποιώντας ένα βάρος κάθε φορά. Αντίθετα, ολόκληρος ο χώρος των πιθανών συνδυασμών βαρών πρέπει να αναζητηθεί ταυτόχρονα. Η κύρια μέθοδος για να γίνει αυτό βασίζεται σε μια τεχνική που ονομάζεται gradient descent.

1.3.6 Νευρωνικά Δίκτυα και Drones :

Τα νευρωνικά δίκτυα και τα drones είναι δυο ταχέως αναπτυσσόμενες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται μαζί για τη δημιουργία καινοτόμων λύσεων σε διάφορους τομείς. Τα ANN αποτελούνται από διασυνδεδεμένους κόμβους, ή νευρώνες, που επεξεργάζονται και μεταδίδουν πληροφορίες για την παραγωγή εξόδου. Χρησιμοποιούνται για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης εικόνας, της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και της μοντελοποίησης πρόβλεψης.

Τα drones ή μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV), είναι αεροσκάφη που ελέγχονται εξ αποστάσεως ή πετούν αυτόνομα. Έχουν χρησιμοποιηθεί για μια σειρά εφαρμογών, όπως τοπογραφία και χαρτογράφηση, έρευνα και διάσωση.

Ο συνδυασμός νευρωνικών δικτύων και drones οδήγησε στην ανάπτυξη νέων και καινοτόμων λύσεων, όπως αυτόνομα drones που μπορούν να πλοηγούνται σε πολύπλοκα περιβάλλοντα και να εκτελούν εργασίες όπως επιθεώρηση και παρακολούθηση. Τα νευρωνικά δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται από drones όπως εικόνες και βίντεο για τον εντοπισμό αντικειμένων και μοτίβων και τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο.

Για παράδειγμα, τα drones εξοπλισμένα με νευρωνικά δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γεωργική παρακολούθηση, για προσδιορισμό της υγείας των καλλιεργειών και των δυνατοτήτων απόδοσης με βάση εναέρια εικόνες. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για επιθεωρήσεις υποδομής, όπως η ανίχνευση ρωγμών σε γέφυρες ή αγωγούς και για τη διατήρηση της άγριας ζωής όπως η παρακολούθηση πληθυσμών και μετακινήσεων ζώων.

Συνολικά, η ενοποίηση των νευρωνικών δικτύων και των drones έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση σε πολλές βιομηχανίες και να προσφέρει νέες και συναρπαστικές δυνατότητες για το μέλλον.

1.3.7 Ηθική της Τεχνητής Νοημοσύνης :

Η δεοντολογία της τεχνητής νοημοσύνης είναι ο κλάδος της ηθικής της τεχνολογίας που είναι ειδικά για συστήματα τεχνητής νοημοσύνης. Η δεοντολογία της τεχνητής νοημοσύνης καλύπτει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων εντός του τομέα που θεωρείται ότι έχουν συγκεκριμένα ηθικά διακυβέμβατα.

Αυτό περιλαμβάνει αλγοριθμικές προκαταλήψεις, δικαιωσύνη, αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων, ιδιωτικότητα, ρύθμιση λογοδοσίας. Καλύπτει επίσης διάφορες αναδυόμενες ή πιθανές μελλοντικές προκλήσεις, όπως η ηθική των μηχανών, θανατηφόρα αυτόνομα οπλικά συστήματα, την ασφάλεια και την ευθυγράμμιση της τεχνητής νοημοσύνης, την τεχνολογική ανεργία, την παραπληροφόρηση με την δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης κ.α. Ορισμένοι τομείς εφαρμογής, μπορεί επίσης να έχουν ιδιαίτερα σημαντικές ηθικές επιπτώσεις, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση ή ο στρατός.

Ενώ είναι γενικά αποδεκτό ότι τα σημερινά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης δεν έχουν ηθικό status, δεν είναι σαφές τι ακριβώς θεμελιώνει το ηθικό. Υπάρχουν δύο κριτήρια που σχετίζονται σημαντικά με την ηθική υπόσταση, είτε χωριστά, είτε σε συνδυασμό: η επίγνωση και γνώση, ή σοφία, που ορίζει τον ανθρώπινο παράγοντα. Η επίγνωση είναι η ικανότητα για φαινομενική εμπειρία όπως είναι η ικανότητα του συναισθήματος του πόνου. Η σοφία ή η μάθηση αντιπροσωπεύει ένα σύνολο ικανοτήτων που σχετίζονται με υψηλότερη νοημοσύνη, όπως η αυτογνωσία και η ικανότητα ανταπόκρισης σε μια ομιλία.

Σε κανένα άλλο πεδίο η ηθική πυξίδα δεν είναι πιο σημαντική από την τεχνητή νοημοσύνη. Αυτές οι τεχνολογίες γενικής χρήσης αναδιαμορφώνουν τον τρόπο που ο άνθρωπος εργάζεται, αλληλεπιδρά και ζει. Ο κόσμος πρόκειται να αλλάξει με ρυθμό που δεν έχει παρατηρηθεί. Η τεχνολογία AI αποφέρει σημαντικά οφέλη σε πολλούς τομείς, αλλά χωρίς ηθικά προστατευτικά κιγκλιδώματα, κινδυνεύει να αναπαράγει μεροληψίες και διακρίσεις στον πραγματικό κόσμο, να τροφοδοτήσει διχασμούς και να απειλήσει τα θεμελιώδη ανθρώπινα δικαιώματα και τις ελευθερίες.

2. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ DRONE :

Για την αποτελεσματική υλοποίηση του drone χρειάζεται να γίνει η σωστή επιλογή του frame. Παρακάτω γίνεται αναφορά στο υλικό (hardware) και στο λογισμικό που χρειάζεται για να επιτευχθεί το κατάλληλο αποτέλεσμα. Τα κύρια μηχανικά εξαρτήματα ενός τετρακόπτερου είναι μια άτρακτος ή πλαίσιο, οι τέσσερις ρότορες και οι κινητήρες. Για να υπάρξει καλύτερη απόδοση και απλούστεροι αλγόριθμοι ελέγχου, οι κινητήρες και οι έλικες έχουν ίσοι απόσταση.

2.1 Υλικό (Hardware)

2.1.1 Frame (Πλαίσιο)

Το frame που χρησιμοποιήσαμε είναι το QAV250 Muticopter Quadcopter Racing. Αποτελεί ένα πλήρως εξοπλισμένο κιτ ενός ανθεκτικού και ελαφρού τετρακόπτερου. Το πλαίσιο αυτό είναι πλήρως κατασκευασμένο από ίνες άνθρακα και περιλαμβάνει βραχίονες, μεταλλικούς κυλίνδρους και βάσεις για την τοποθέτηση των ηλεκτρονικών συστημάτων του drone. Κατά τη συναρμολόγηση του frame χρησιμοποιούνται μεταλλικά και πλαστικά παξιμάδια, βίδες καθώς και πλαστικά στηρίγματα σε σχήμα V για την στερέωση των βάσεων και των βραχιόνων από τις ίνες άνθρακα.



Εικόνα 12 Εξοπλισμός drone

2.1.2 Κινητήρες

Η επιλογή των κινητήρων έγινε με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά και την ώση που δημιουργούν. Οι κινητήρες που χρησιμοποιήσαμε είναι οι RS2205 23000kw. Ο λόγος που επιλέξαμε τους συγκεκριμένους είναι διότι έχουν μαγνήτες νεοδυίου N52 υψηλής αντοχής, τα ενεργά πτερύγια ψύξης μειώνουν σημαντικά τις θερμοκρασίες του κινητήρα, έχει ιαπωνικό ρουλεμάν για παραστάσεις, έχει ενισχυμένο το Anti off U Ring για ασφάλεια και σταθερότητα και τέλος περιλαμβάνει dual lock CW/CCW Locknuts.



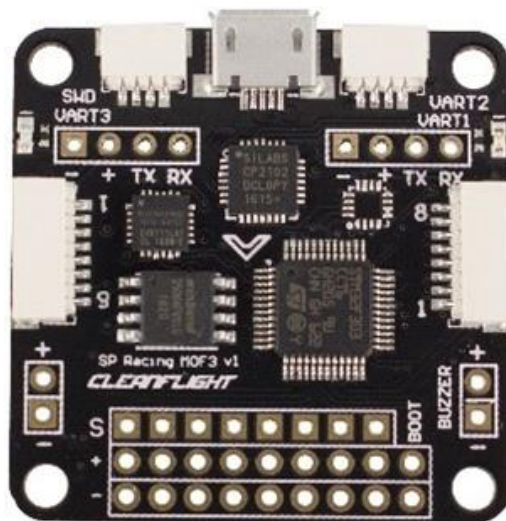
Εικόνα 13 Κινητήρας.

2.1.3 Flight Controller

Ο ελεγκτής πτήσης είναι το νευρικό κέντρο ενός drone. Τα συστήματα ελέγχου πτήσης drone είναι πολλά και ποικίλα. Από συστήματα αυτόματου πιλότου με δυνατότητα GPS που πετούν μέσω αμφίδρομων ζεύξεων τηλεμετρίας έως βασικά συστήματα σταθεροποίησης που χρησιμοποιούν εξοπλισμό ραδιοελέγχου κατηγορίας χόμπι. Ένας ελεγκτής πτήσης είναι μια πλακέτα κυκλώματος με ηλεκτρονικά τσιπ πάνω του. Εναλλακτικά, υπάρχει δυνατότητα να το φτιάχναμε μόνοι μας με κάποια βάση Arduino, αλλά το κόστος θα αυξανόταν σε σημαντικό βαθμό.

Ο ελεγκτής πτήσης είναι συνδεδεμένος με ένα σύνολο αισθητήρων. Αυτοί οι αισθητήρες δίνουν στον ελεγκτή πτήσης πληροφορίες σχετικά με το ύψος, τον προσανατολισμό και την ταχύτητά του. Οι συνήθεις αισθητήρες περιλαμβάνουν μια Μονάδα Αδρανειακής Μέτρησης (IMU) για τον προσδιορισμό της γωνιακής ταχύτητας και επιτάχυνσης, ένα βαρόμετρο για το ύψος και αισθητήρες απόστασης για την ανίχνευση εμποδίων.

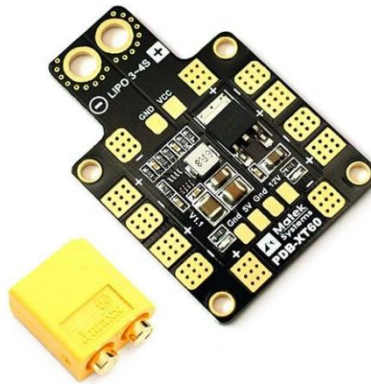
Flight controller χρησιμοποιήσαμε τον sp racing mof3 v1. Ο λόγος που έγινε η παρακάτω επιλογή είναι διότι ο επεξεργαστής STM32F3 υποστηρίζει υψηλή απόδοση και ταχύτερους υπολογισμούς, οι λειτουργίες των θυρών I/O στον ελεγκτή πτήσης μπορούν να επεκταθούν σε μεγάλο βαθμό και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα για τη σύνδεση διάφορων συσκευών όπως OSD, Smartport, SBUS, GPS κ.α. Τα 16 καλώδια εισόδου/ εξόδου PWM χρησιμεύουν για ESC, σερβομηχανισμούς και παραδοσιακούς δέκτες, λειτουργεί με μια ποικιλία αεροσκαφών (πχ τετρακόπτερα) και υποστηρίζει δέκτες όπως SBUS PPM, PPM, PWM και XBUS.



Εικόνα 14 Flight Controller

2.1.4 Power Distribution Board (BEC)

Το power distribution board PDB-XT60 μπορεί να διανέμει ισχύ από ένα πακέτο LiPo σε 6 ESC, παρέχοντας συγχρονισμένες και ρυθμιζόμενες εξόδους DC 5V και γραμμικά ρυθμιζόμενες DC 12V για τροφοδοσία κάμερας, σέρβο, εκλεκτή πτήσης, πομπούς κτλ.



Εικόνα 15 power distribution board

2.1.5 Προπέλες

Οι προπέλες δημιουργούν την κίνηση που απαιτείται για την πτήση του drone, και η επιλογή τους εξαρτάται από το μέγεθος του κινητήρα, αλλά και το μέγεθος του frame. Το υλικό κατασκευής των προπελών αποτελεί σημαντικό παράγοντα που καθορίζει την ευκαμψία, το κόστος και την αντοχή τους. Οι έλικες από ενισχυμένο πλαστικό αποτελούν μια σύνθεση υλικού πλαστικού και ανθρακονήματος, που τα καθιστά αρκετά ανθεκτικά και οικονομικά, αλλά πιο άκαμπτα σε σύγκριση με τα πλαστικά [5].

Τα πτερύγια που χρησιμοποιούνται στο τετρακόπτερο είναι τα Dal Cyclone T5143, χρησιμοποιώντας ένα ολοκαίνουργιο πλαστικό υλικό και με έμφαση στον πιλότο αγώνων, αυτά τα στηρίγματα προσφέρουν ομαλή, ταχύτερη απόκριση και καλύτερη ικανότητα στις στροφές.



Εικόνα 16 Προπέλα.

Title	Content
Quantity	2×CW, 2×CCW
Material	German Bayer PC
Diameter of prop	5.1inch
Center Thickness	7mm
Center Hole Inner diameter	5mm POPO
Weight	4.5g
Adaptive Motor	2207-2306 1800KV-2020KV

Εικόνα 17 Χαρακτηριστικά Προπέλας.

2.1.6 ESC

Ο ηλεκτρονικός ελεγκτής ταχύτητας (ESC) αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του συστήματος, συνδεδεμένο με τον κινητήρα, την μπαταρία, και τον ελεγκτή πτήσης. Ο ρόλος του είναι να ρυθμίζει και να ελέγχει την ταχύτητα των κινητήρων, καθώς και την κατεύθυνση του drone. Στο τετρακόπτερο, χρησιμοποιούνται οι ESC τύπου LittleBee 30A ESC 2-6S, τα οποία διακρίνονται για το μικρό τους μέγεθος και ελαφρύ βάρος, καθιστώντας τα ιδανικά για την ενσωμάτωσή τους στο drone. Είναι υπεύθυνα για μια εξαιρετικά ομαλή απόκριση στο γκάζι, η οποία μεταφράζεται στην πιο ομαλή λειτουργία πτήσης.

Τα Litlebee 30A έχουν το δικό τους αποκλειστικό Driver Chip με τον συμβατό Bootloader BLHELI_S και διαθέτουν επίσης εγκατεστημένο το BL-HELI_S.[6]



Εικόνα 18 ESC Litlebee 30A

2.1.7 Μπαταρία LiPo

Οι μπαταρίες LiPo (Λιθίου Πολυμερούς) είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος μπαταριών που χρησιμοποιούνται στα drones, καθώς είναι ελαφριές, έχουν υψηλή ενεργειακή πυκνότητα και μπορούν να προσαρμοστούν για να ταιριάζουν. Συγκεκριμένα, μπορούν να διαρκέσουν περίπου 300-500 κύκλους φόρτισης/εκφόρτισης, ενώ η υψηλή ενεργειακή πυκνότητά τους επιτρέπει να αποδίδουν περισσότερη ισχύ ανά μονάδα βάρους. Επιπλέον, η ονομαστική τάση ανά κυψέλη είναι 3.7 V και η πλήρης φόρτιση ανέρχεται σε 4.2 V. Η ελάχιστη τάση ανά κυψέλη δεν πρέπει να είναι κάτω από 3.0 V, καθώς αυτό μπορεί να προκαλέσει μόνιμη ζημιά στην μπαταρία ή να την καταστήσει ασταθή και επικίνδυνη. Για αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιούνται εξειδικευμένοι φορτιστές που εξασφαλίζουν τη φόρτιση της μπαταρίας με ασφαλή τρόπο. Η μπαταρία που χρησιμοποιήσαμε εμείς είναι η ZOP Power 11.1V. Τα χαρακτηριστικά της αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 19 Μπαταρία

Battery Parameter	ZOP Power 11.1V 2800mAh 30C
Capacity	2800mAh
Size	2834116mm
Plug Style	XT60 Plug
Weight	209g
Colors	Standard Colors

2.1.8 Σύστημα Τηλεκατεύθυνσης

Το σύστημα τηλεκατεύθυνσης δίνει την δυνατότητα για χειροκίνητο έλεγχο του τετρακόπτερου και αποτελείται από τον πομπό, που λειτουργεί ως χειριστήριο και τον δέκτη, ο οποίος έχει ελάχιστο βάρος και τοποθετείται στο drone. Ειδικότερα, στο τετρακόπτερο χρησιμοποιείται το σύστημα AFHDS2A, περιλαμβάνοντας το χειριστήριο FS-iA6B και τον δέκτη FS-iA6. Το σύστημα ραδιοφώνου λειτουργεί σε ένα εύρος συχνοτήτων από 2.405 έως 2.475GHz, χωρισμένο σε 142 ανεξάρτητα κανάλια. Κάθε σύστημα ραδιοφωνικών χρησιμοποιεί 16 διαφορετικά κανάλια και 160 διάφορους αλγορίθμους άλματος. Το σύστημα AFHDS2A διαθέτει λειτουργία αυτόματης αναγνώρισης, που αλλάζει αυτόματα τον τρέχοντα τρόπο επικοινωνίας ανάμεσα σε μονόδρομη και διπλής κατεύθυνσης, εξυπηρετώντας τις ανάγκες του χρήστη.

Επίσης διαθέτει ενσωματωμένη κωδικοποίηση πολλαπλών καναλιών και διόρθωση σφαλμάτων, βελτιώνοντας τη σταθερότητα της επικοινωνίας και αυξάνοντας την αξιόπιστη απόδοση μετάδοσης.



Εικόνα 21 Τηλεκατεύθυνση

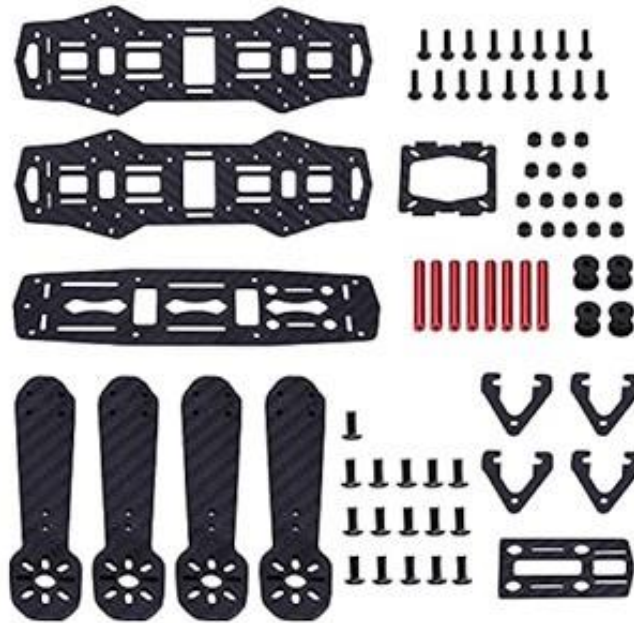


Εικόνα 20 Δέκτης Τηλεκατεύθυνσης

2.1 Κατασκευή και Συναρμολόγηση

Το επιλεγμένο drone για την κατασκευή είναι το τετρακόπτερο Q250 Racing, το οποίο περιλαμβάνει έτοιμα μηχανολογικά εξαρτήματα και κάποια ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Στις επόμενες ενότητες και κεφάλαια παρουσιάζεται η αναλυτική υλοποίηση του drone μέσα από τη συναρμολόγηση, την κατασκευή νέων εξαρτημάτων, τον προγραμματισμό, την παραμετροποίηση, αλλά και τη χρήση του λογισμικού που απαιτείται για τη λειτουργία του.

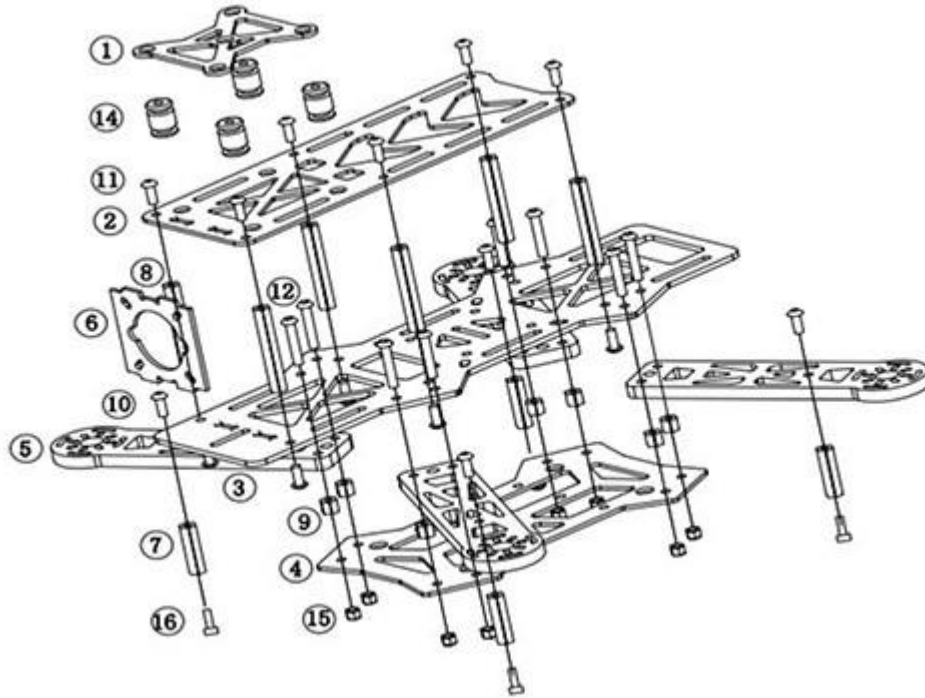
Η κατασκευή του drone περιλαμβάνει τετρακόπτερο Q250 Racing της Holybro, το οποίο αποτελεί ένα έτοιμο πακέτο που περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά εξαρτήματα για την κατασκευή ενός drone. Στο συγκεκριμένο πακέτο έχουν χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση τα μηχανολογικά εξαρτήματα του πλαισίου και από τα ηλεκτρολογικά εξαρτήματα το BEC (Battery Elimination Circuit). Τα υπόλοιπα μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά εξαρτήματα που έχουν τοποθετηθεί στο τετρακόπτερο έχουν κατασκευαστεί ή προμηθευτεί ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες ενός βέλτιστου αποτελέσματος.



Εικόνα 22 Μηχανολογικά Εξαρτήματα του Τετρακόπτερου.

2.1.1 Συναρμολόγηση Βραχιόνων – Κινητήρες – ESC

Σ' αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται η συναρμολόγηση των τεσσάρων βραχιόνων που περιέχουν τις βάσεις στήριξης και τους κινητήρες. Ξεκινάμε να συναρμολογούμε τα μέρη του frame χρησιμοποιώντας τις δύο από τις τρεις βάσεις όπου η μεγαλύτερη σε μήκος θα χρησιμοποιηθεί για την βάση των ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων ενώ η μικρότερη για την στήριξη των φτερών στο κάτω μέρος. Στη συνέχεια βιδώνουμε τους οχτώ μεταλλικούς κυλίνδρους ώστε να τοποθετήσουμε την τρίτη βάση που θα τοποθετηθεί η μπαταρία.



Εικόνα 23 Μηχανολογική Συναρμολόγηση του frame

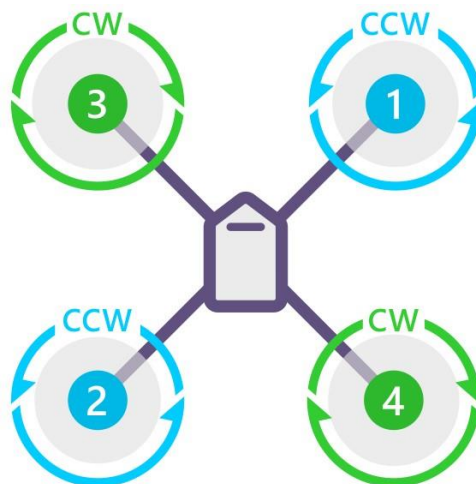
Ο κινητήρας βιδώνετε στην άκρη της βάσης των φτερών με τέσσερις βίδες. Τα τρία καλώδια ελέγχου του κινητήρα θα πρέπει να συνδεθούν με τον ηλεκτρονικό ελεγκτή πτήσης ESC (Electronic Speed Controller), ο οποίος θα ρυθμίζει τις στροφές του κινητήρα. Για την σύνδεση του κινητήρα και του ESC έχουμε χρησιμοποιήσει θερμαινόμενο κασσίτερο πάνω στην υποδοχή των Pin του ESC. Έχοντας συνδέσει τον κινητήρα με τον ESC θα πρέπει τα υπόλοιπα καλώδια της τροφοδοσίας και του σήματος PWM (Pulse Width Modulation) του ESC να κολληθούν με τον ίδιο τρόπο πάνω στο BEC ώστε να έχουν πρόσβαση στην τροφοδοσία της μπαταρίας.



Εικόνα 24 Τοποθέτηση Κινητήρα.

Εφαρμόζουμε την παραπάνω διαδικασία σε όλους τους βραχίονες και στη συνέχεια συνδέουμε τα καλώδια τροφοδοσίας των ESCs στο BEC. Η σύνδεση αυτή πραγματοποιείται μέσω των κολλήσεων στις επαφές GND [-] (μαύρα καλώδια) και στη Τάση [+] (κόκκινα καλώδια). Όταν τελειώσουμε αυτή τη διαδικασία τοποθετούμε το σύστημα τροφοδοσίας μας στη βάση του frame.

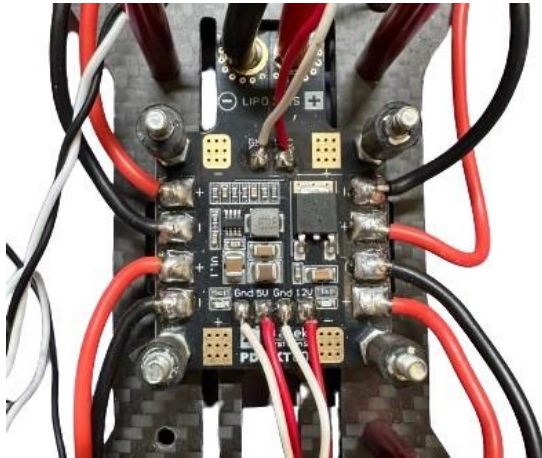
Κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης, οι βραχίονες με τα ESCs και τους κινητήρες πρέπει να τοποθετηθούν στη σωστή θέση, δεδομένου ότι το τετρακόπτερο υλοποιείται σε διαμόρφωση Χ. Συγκεκριμένα, στη διαμόρφωση Χ, οι τύποι κινητήρων 1 και 2, καθώς και οι έλικες τους, πρέπει να είναι αριστερόστροφοι, περιστρεφόμενοι αντίθετα προς τη φορά των δεικτών του ρολογιού, CCW (counter clockwise). Αντίθετα οι τύποι κινητήρων 3 και 4, καθώς και οι έλικες τους, πρέπει να είναι δεξιόστροφοι, δηλαδή να περιστρέφονται κατά τη φορά του ρολογιού, CW (clockwise).



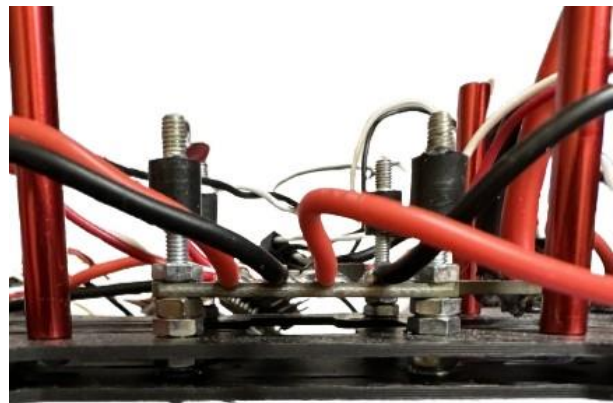
Εικόνα 25 Διαμόρφωση Τετρακόπτερου.

2.1.2 Τοποθέτηση του Power Distribution Board

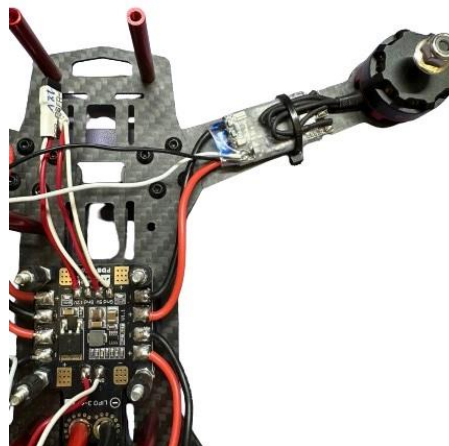
Στην κύρια βάση από τις τρεις που συμπεριλαμβάνονται στο πακέτο, στο κέντρο της, τοποθετούμε την πλακέτα χρησιμοποιώντας τέσσερις βίδες M3 και τρία παξιμάδια M3 σε κάθε μεριά αντίστοιχα. Δύο κάτω από την πλακέτα και ένα από πάνω. Ο συγκεκριμένος τρόπος τοποθέτησης μας εξασφαλίζει την σωστή απόσταση από την βάση ανθρακονήματος και την αποφυγή κάποιου βραχυκυκλώματος.



Εικόνα 26 Τοποθέτηση BEC



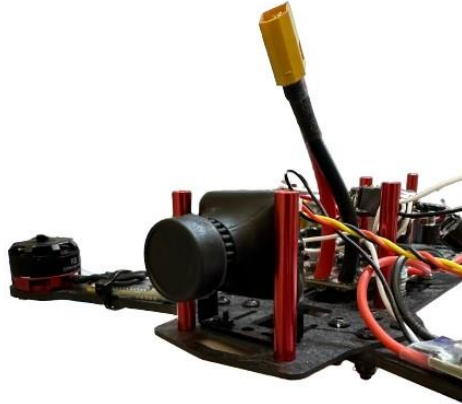
Εικόνα 27 Τοποθέτηση Παξιμαδιών



Εικόνα 28 Τοποθέτηση ESC και σύνδεση με το BEC

2.1.3 Τοποθέτηση Κάμερας

Τοποθετούμε τη κάμερα στο μπροστινό μέρος της βάσης με την χρήση δύο βιδών.



Εικόνα 29 Τοποθέτηση Κάμερας

2.1.4 Τοποθέτηση Μπαταρίας

Η μπαταρία τοποθετείτε στο πάνω μέρος του drone συνδέοντας την τρίτη βάση με τους οχτώ μεταλλικούς κυλίνδρους. Στη συνέχεια, τοποθετούμε την μπαταρία και την σταθεροποιούμε με την υφασμάτινη λωρίδα.



Εικόνα 30 Τοποθέτηση Μπαταρίας



Εικόνα 31 Μπαταρία πάνω στο drone

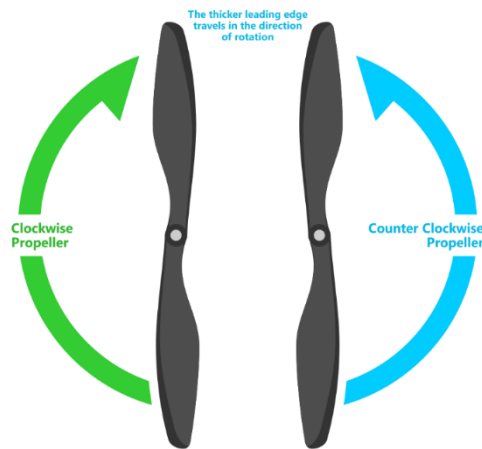
2.1.5 Τοποθέτηση Ελίκων

Κάθε έλικας στη κορυφή του, εμπεριέχει μια οπή για να τοποθετηθούν οι έλικες, όπου βιδώνονται με μια ειδική κεφαλή πάνω στον κινητήρα.



Εικόνα 32 Τοποθέτηση Ελικών

Ο τρόπος με τον οποίο θα τοποθετηθούν οι έλικες θα είναι με βάση την διαμόρφωση Χ του τετρακόπτερου. Στους κινητήρες M1-M2 οι φορά των ελίκων θα πρέπει να είναι αριστερόστροφοι (CCW) και για του κινητήρες M3-M4 θα πρέπει να είναι δεξιόστροφοι (CW).



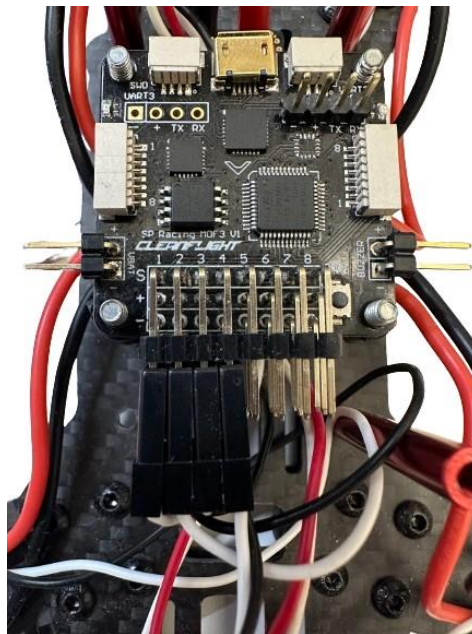
Εικόνα 33 Η φορά των ελίκων

2.2 Συνδεσμολογία Ηλεκτρονικών Συστημάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιούμε την τοποθέτηση των ηλεκτρονικών συστημάτων στο drone όπως τον ελεγκτή πτήσης, την τηλεκατεύθυνση, την μπαταρία, buzzer και την κάμερα.

2.2.1 Σύνδεση Ελεγκτή Πτήσης – ESCs

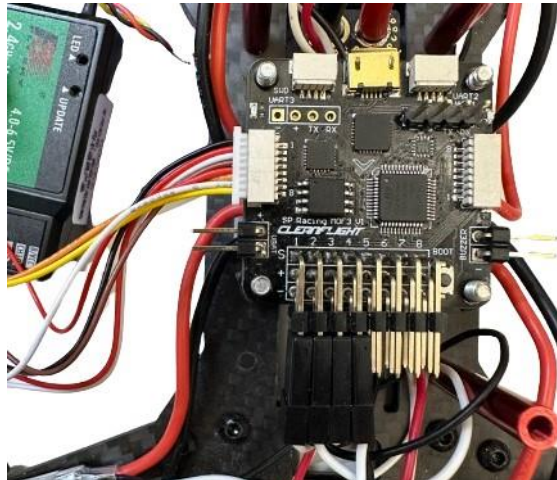
Ο ελεγκτής πτήσης τοποθετείται πάνω από το BEC, στις τέσσερις εσοχές των βιδών που υπάρχουν πάνω στην πλακέτα. Στη συνέχεια, τοποθετούμε τα πινάκια από τα esc στις υποδοχές που τοποθετήσαμε με κασσίτερο πάνω στην πλακέτα. Τα καλώδια από τα esc είναι λευκά και μαύρα, όπου τα λευκά συνδέονται στο S και τα μαύρα στο (-) και η μεσαία εσοχή στο (+).



Εικόνα 34 Σύνδεση ESC με ελεγκτή πτήσης

2.2.2 Σύνδεση Δέκτη Τηλεκατεύθυνσης

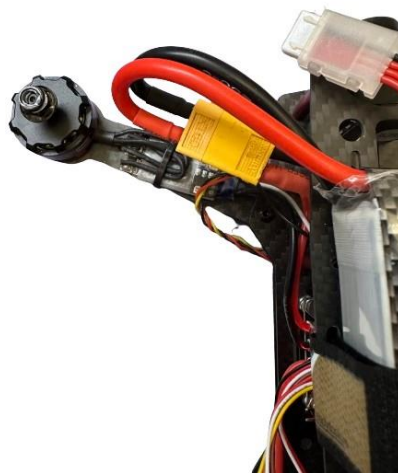
Στη συνέχεια συνδέουμε τον δέκτη πάνω στον ελεγκτή πτήσης στο UART3 χρησιμοποιώντας τα τρία από τα 8 πινάκια που διαθέτει.



Εικόνα 35 Σύνδεση Δέκτη τηλεκατεύθυνσης

2.2.3 Σύνδεση Μπαταρίας

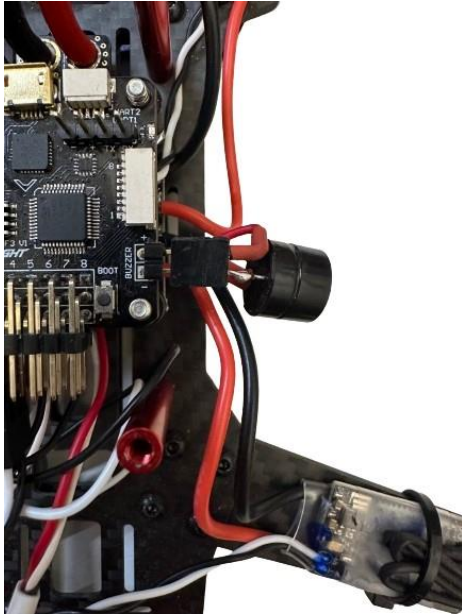
Έχοντας τοποθετήσει την μπαταρία στο πάνω μέρος του frame, συνδέουμε τους πόλους της με το καλώδιο που έχουμε κολλήσει με κασσίτερο στο BEC ώστε να έχουμε τροφοδοσία.



Εικόνα 36 Σύνδεση Μπαταρίας

2.2.4 Σύνδεση Buzzer

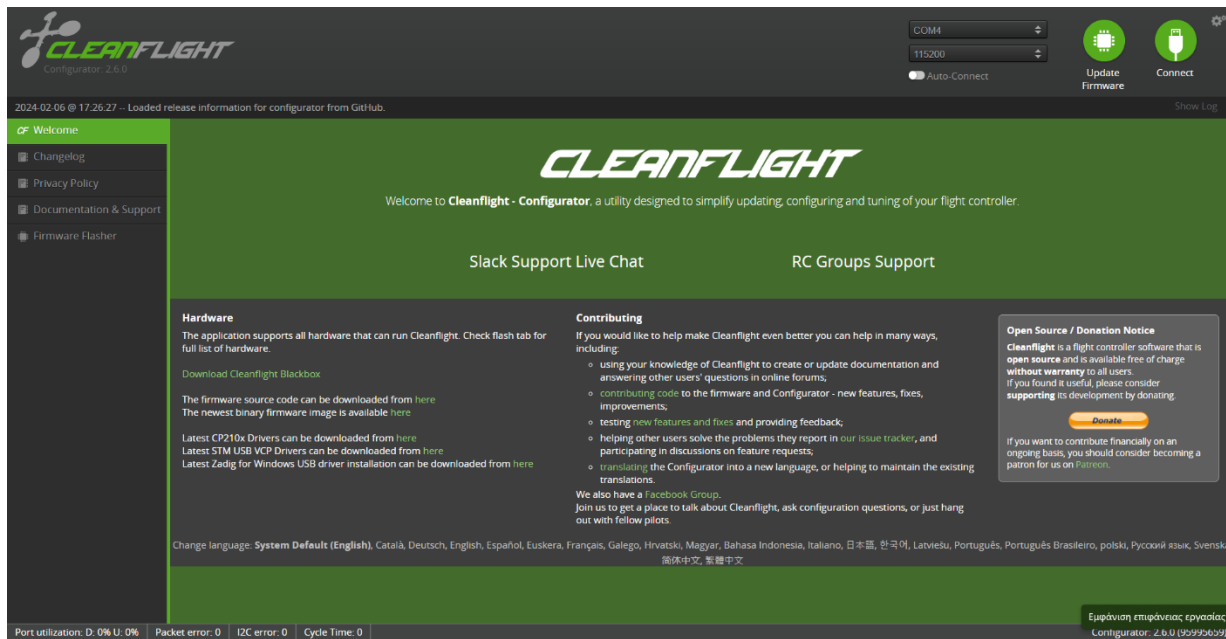
Έχουμε τοποθετήσει ένα buzzer πάνω στην πλακέτα στο σημείο υποδοχής της για buzzer έτσι ώστε να έχουμε άμεση επικοινωνία με τις ενεργές λειτουργίες του ελεγκτή.



Εικόνα 37 Τοποθέτηση Buzzer

3. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ DRONE

Για την πραγματοποίηση της πτήσης και των ρυθμίσεων του τετρακόπτερου είναι απαραίτητη η χρήση ενός λογισμικού που θα επικοινωνεί με τον ελεγκτή πτήσης. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε και ήταν συμβατό με τον ελεγκτή πτήσης ήταν το CleanFlight. Το CleanFlight είναι ένα λογισμικό ελεγκτή πτήσης για πολλαπλούς ρότορες και σταθερά φτερά. Σε αυτό έχει στηριχτεί και η δομή παρόμοιων λογισμικών και αυτό έχει συμβάλει στην μεγαλύτερη γκάμα συμβατότητας ελεγκτών πτήσης.

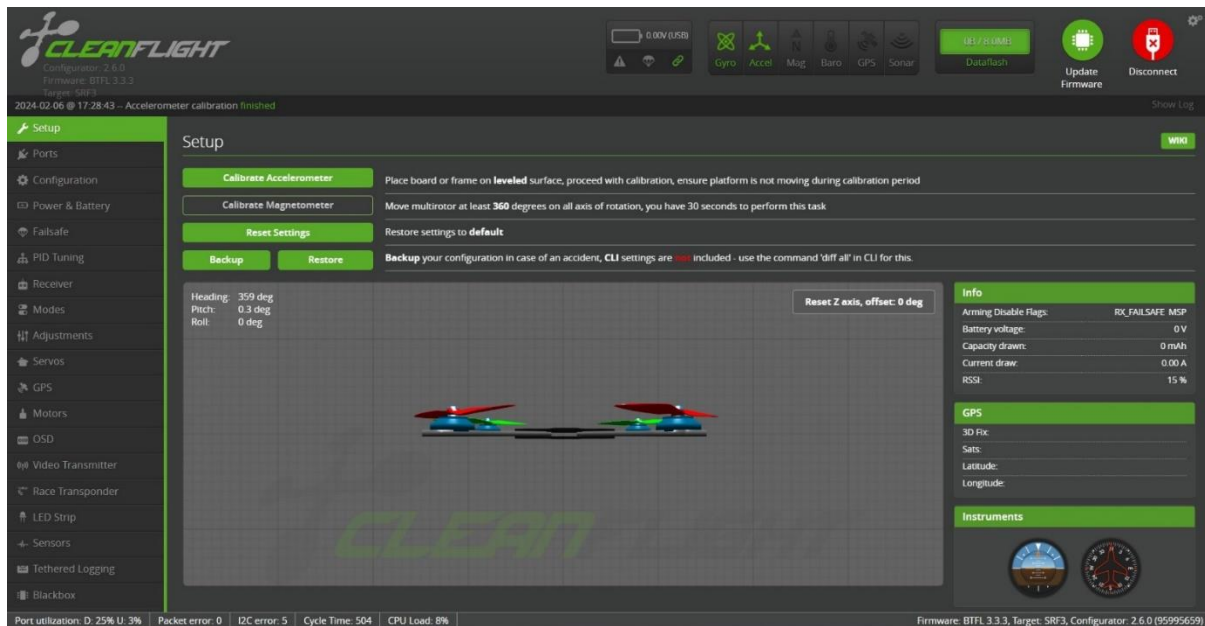


Εικόνα 38 Αρχική CleanFlight

3.1. Λειτουργίες και ρυθμίσεις

3.1.1 Set Up

Εφόσον έχουμε κάνει επιτυχώς την σύνδεση, πάμε στην επιλογή set up για να κάνουμε calibrate το accelerometer (επιταχυνσιόμετρο) του ελεγκτή πτήσης μας. Κατά τη διάρκεια του calibrate πρέπει να κρατάμε σταθερά τον ελεγκτή μας, τοποθετώντας το βελάκι που έχει πάνω η πλακέτα προς την κατεύθυνση που θέλουμε να είναι η αφετηρία του, ώστε να γίνει σωστά η ρύθμιση.



Εικόνα 39 Calibrate the Accelerometer

3.1.2 Ports

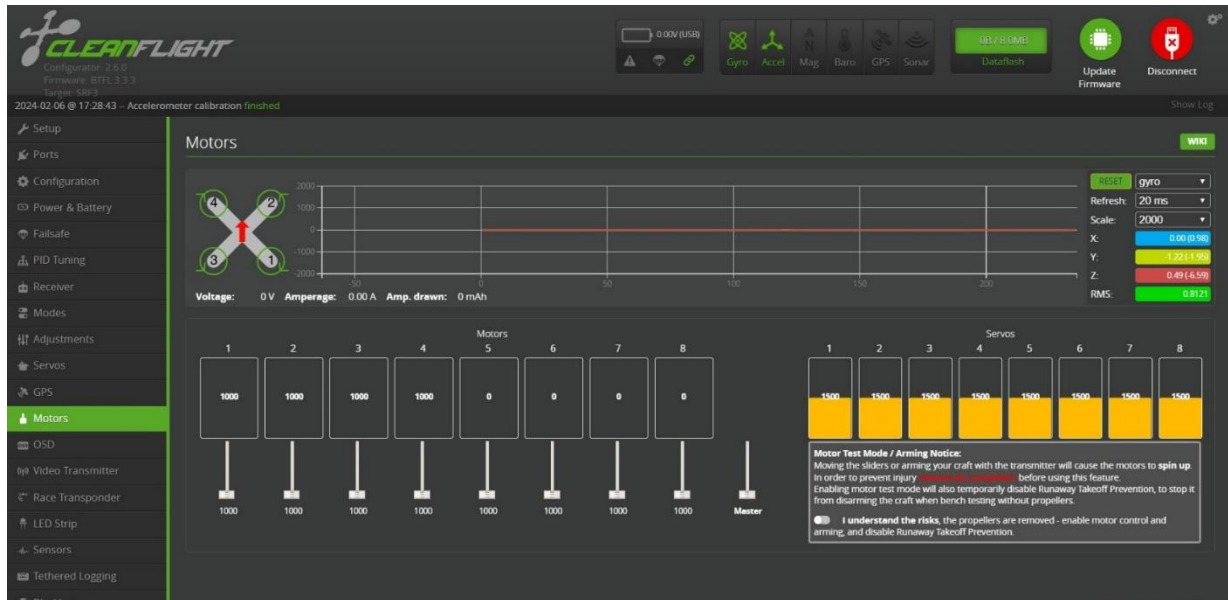
Το κεφάλαιο των θυρών στο πρόγραμμα είναι πολύ σημαντικό καθώς επικοινωνούμε απο ποια θύρα παίρνει εντολές ο flight controller. Οι επιλογές είναι USB, UART, και SoftSerial-A. Ο flight controller χρησιμοποιήσαμε υποστήριξε την αναλογική θύρα UART. Είναι το πιο αποτελεσματικό όσον αφορά τη χρήση της CPU (Central Processing Unit). Το SoftSerial είναι το λιγότερο αποδοτικό και αργό. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για χρήσεις χαμηλού εύρους ζώνης, όπως η μετάδοση τηλεμετρίας.

Identifier	Configuration/MSP	Serial Rx	Telemetry Output	Sensor Input	Peripherals
UART1	<input checked="" type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Disabled AUTO	Disabled AUTO	Disabled AUTO
UART2	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	SmartPort AUTO	Disabled AUTO	Disabled AUTO
UART3	<input type="checkbox"/> 115200	<input checked="" type="checkbox"/>	Disabled AUTO	Disabled AUTO	Disabled AUTO

Εικόνα 40 Ports

3.1.3 Motors

Στο κεφάλαιο με τα Motors μπορούμε να ρυθμίσουμε και να βλέπουμε την ταχύτητα των μοτέρ. Αυτό μπορεί να γίνει είτε χειροκίνητα, είτε μέσω της τηλεκατεύθυνσης, ώστε να μπορούμε να παρακολουθούμε σε πραγματικό χρόνο την ταχύτητα και τις αναταράξεις από το διάγραμμα που βρίσκεται στο πάνω μέρος.



Εικόνα 41 Motors

3.1.4 PID Tuning

Κάθε πτηχή της δυναμικής πτήσης ελέγχεται απο τον επιλεγμένο ελεγκτή PID (Proportional, Integral, Derivative). Αυτός είναι ένας αλγόριθμος που είναι υπεύθυνος για την αντίδραση στις εισόδους του μοχλού και για την διατήρηση της σταθερότητας του σκάφους στον αέρα χρησιμοποιώντας τα γυροσκόπια ή και τα επιταχυνσιόμετρα, ανάλογα με τρόπο πτήσης.

Τα PID είναι ένα σύνολο παραμέτρων συντονισμού που ελέγχουν τη λειτουργία του ελεγκτή. Οι βέλτιστες ρυθμίσεις για χρήση είναι διαφορετικές σε κάθε κατασκευή, επομένως απαιτείται δοκιμή και σφάλμα για να βρεθούν οι σωστές ρυθμίσεις PID με την καλύτερη απόδοση.

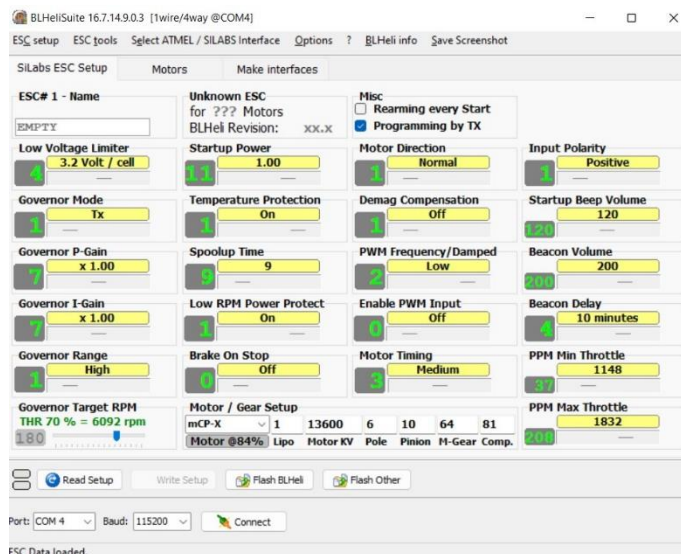
Αναλυτικότερα η σημασία του PID είναι η παρακάτω :

Το **P** ελέγχει την δύναμη της διόρθωσης που εφαρμόζεται για να φέρει την κατασκευή προς τον στόχο ή τον ρυθμό περιστροφής.

Το **I** διορθώνει μικρά μακροπρόθεσμα λάθη. Εάν ρυθμιστεί πολύ χαμηλά η στάση της κατασκευής θα μετατοπιστεί αργά.

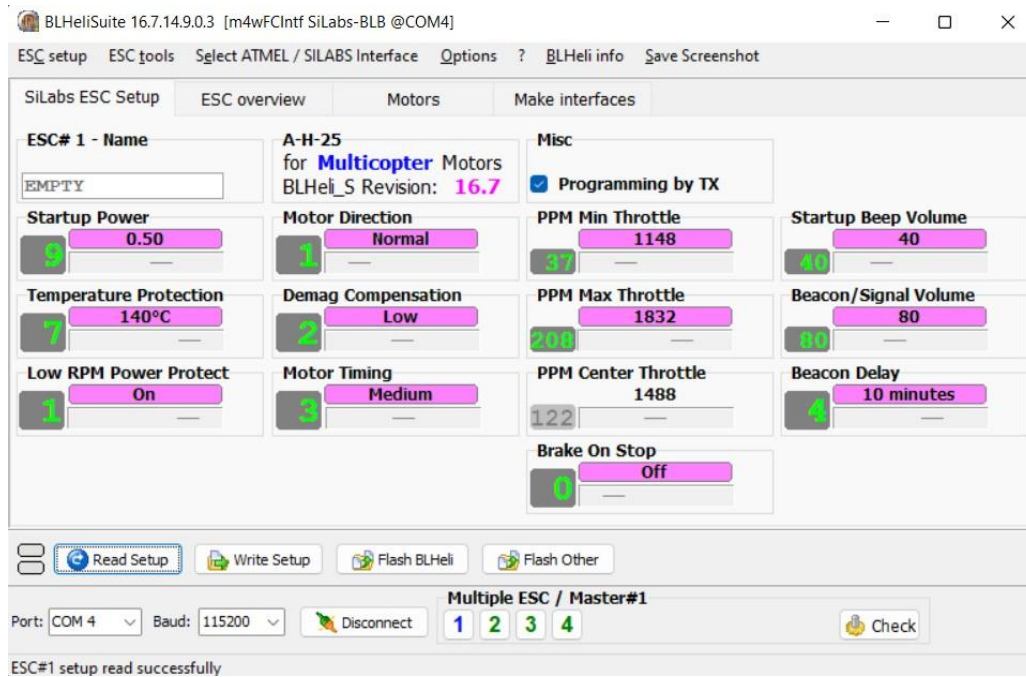
Το **D** προσπαθεί να αυξήσει τη σταθερότητα του συστήματος παρακολουθώντας τον ρυθμό μεταβολής του σφάλματος.

Παρακάτω βλέπουμε το λογισμικό που χρησιμοποιήσαμε το οποίο είναι το BLHeli Suite σε απενεργοποιημένη κατασταση, δηλαδή δεν έχει γίνει ακόμα η σύνδεση.



Εικόνα 42 BLHeliSuite

Εδώ φαίνεται η εικόνα του λογισμικού ύστερα απο τις ρυθμίσεις και την σύνδεση με τα ESCs. Τα νούμερα που αναγράφονται κατω σε χρώματα μπλε και πράσινο δείχνουν την επιτυχή σύνδεση καθώς το μπλε χρώμα συμβολίζει την σωστή σύνδεση και το πράσινο χρώμα δείχνει πως όλα έχουν την ίδια ρύθμιση με το πρώτο.



Εικόνα 43BLHeliSuite

4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΠΤΗΣΗ

Η εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων για αυτόνομη πτήση αποτελεί ένα σημαντικό πεδίο έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα της ρομποτικής και των αυτόνομων συστημάτων. Κάθε βήμα έρευνας σε αυτή τη διαδικασία απαιτεί προσεκτική μελέτη και ανάλυση, καθώς και την εφαρμογή ποικίλων τεχνικών για την επίτευξη επιτυχημένων αποτελεσμάτων. Τα βήματα που ακολουθούμε σε αυτή την εργασία για την προσομοίωση και την εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου μας είναι τα εξής :

- 1) Κατασκευή προσομοιωτή του drone με στόχο την προσομοίωση της ιδανικής συμπεριφοράς του : Η ανάπτυξη ενός αξιόπιστου προσομοιωτή είναι ουσιωδούς σημασίας για την κατανόηση της συμπεριφοράς του drone σε ιδανικές συνθήκες πτήσης. Ο προσομοιωτής αυτός πρέπει να λαμβάνει υπόψη την φυσική κίνηση και τις δυνατότητες του drone.
- 2) Προσθήκη εμποδίων στην προσομοίωση και κατασκευή κλασικού αλγορίθμου αποφυγής : Η εισαγωγή εμποδίων προσομοιώνει πραγματικές συνθήκες πτήσης και απαιτεί την ανάπτυξη αλγορίθμων για την αποφυγή τους. Οι αλγόριθμοι αυτοί πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα δεδομένα από τους διαθέσιμους αισθητήρες και να επιτρέπουν στο drone να αντιδράσει αποτελεσματικά.
- 3) Γενίκευση του προβλήματος σε κινούμενα και τυχαίου σχήματος εμπόδια : Η γενίκευση του προβλήματος επιτρέπει στο drone να αντιμετωπίζει πιο προηγμένες και πραγματικές πρακτικές συνθήκες πτήσης. Αυτό απαιτεί πιο προηγμένες τεχνικές για την αντιμετώπιση των εμποδίων, συμπεριλαμβανόμενης της μη γραμμικής πορείας και της πρόβλεψης της κίνησης των εμποδίων.
- 4) Εκπαίδευση μοντέλου μηχανικής μάθησης για την αποφυγή εμποδίων σε πραγματικό χρόνο : Η χρήση μηχανικής μάθησης επιτρέπει στο drone να μάθει πως να αντιδράσει σε διάφορες συνθήκες πτήσης. Αυτό περιλαμβάνει την ανίχνευση και την αποφυγή εμποδίων σε πραγματικό χρόνο, εξασφαλίζοντας τη σωστή δομή και ασφάλεια της πτήσης.

4.1 Προσομοίωση Drone

Για την προσομοίωση του drone, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν αλγόριθμο που λαμβάνει υπόψη την θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση σε κάθε άξονα, καθώς και την απόκλιση από την επιθυμητή θέση. Αυτός ο αλγόριθμος θα μπορούσε να είναι ένας PID (Proportional-Integral-Derivative) ελεγκτής, ο οποίος είναι ευρέως χρησιμοποιούμενος για τον έλεγχο της στάθμης σε συστήματα ελέγχου. Ο PID ελεγκτής χρησιμοποιεί τις τρεις βασικές συνιστώσες: τον αναλογικό, τον ολοκληρωτικό και τον διαφορικό ελεγκτή. Και οι τρεις αυτοί αλγόριθμοι τρέχουν ταυτόχρονα και χρησιμοποιούνται για να μπορέσουμε να έχουμε την πλήρη εικόνα.

Ο αναλογικός ελεγκτής είναι ανάλογος με την τρέχουσα απόκλιση από την επιθυμητή θέση. Η έξοδος του αυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος της απόκλισης, προσφέροντας έναν γρήγορο αλλά ενδεχομένως ασταθή έλεγχο.

Ο ολοκληρωτικός ελεγκτής λαμβάνει υπόψη το άθροισμα των αποκλίσεων από την επιθυμητή θέση στο παρελθόν. Αυτός ο όρος εξασφαλίζει την εξάλειψη τυχόν μόνιμων σφαλμάτων και την σύγκλιση του συστήματος σε μια επιθυμητή τιμή.

Ο διαφορικός ελεγκτής λαμβάνει υπόψη το ρυθμό μεταβολής της απόκλισης από την επιθυμητή θέση. Αυτός ο όρος προσφέρει έναν αποσβεστήρα στο σύστημα, βοηθώντας στην αποφυγή υπερεκτιμήσεων και υποεκτιμήσεων.

Μια πιθανή υλοποίηση σε Python μπορεί να είναι η ακόλουθη:

```
1 class PIDController:
2     def __init__(self, kp, ki, kd):
3         self.kp = kp
4         self.ki = ki
5         self.kd = kd
6         self.prev_error = 0
7         self.integral = 0
8
9     def calculate_control(self, setpoint, current_value, dt):
10        error = setpoint - current_value
11        self.integral += error * dt
12        derivative = (error - self.prev_error) / dt
13
14        output = self.kp * error + self.ki * self.integral + self.kd * derivative
15
16        self.prev_error = error
17        return output
18
19 # Χρήση του PID ελεγκτή για την προσομοίωση του drone
20 pid_controller = PIDController(kp=1.0, ki=0.1, kd=0.05)
21 desired_position = [10, 10, 10] # Επιθυμητή θέση
22 current_position = [0, 0, 0] # Τρέχουσα θέση
23
24 # Επαναληπτική εφαρμογή του PID ελεγκτή
25 for _ in range(num_iterations):
26     control_signal = pid_controller.calculate_control(desired_position, current_position, dt)
27     # Εφαρμογή του ελέγχου στο drone και ενημέρωση της θέσης
28
```

Αυτός ο αλγόριθμος ελέγχου θα επιτρέψει στο drone να προσεγγίσει την επιθυμητή θέση με ομαλό τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να προσομοιώσουμε την κίνηση του drone σε μια ιδανική πτήση.

Μέσα από την χρήση του παραπάνω κώδικα καθώς και διερεύνηση πιθανών σεναρίων μπορούμε να γενήσουμε ψευδοτυχαίες πτήσεις σε ευθύγραμμες ή μη τροχιές. Η παραπάνω προσέγγιση του PID ελεγκτή θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ιδανικών πτήσεων χωρίς την παρουσία εμποδίων. Αυτές οι ιδανικές πτήσεις θα χρησιμοποιηθούν ως βάση για την κατασκευή και τον έλεγχο ανωμαλιών γύρω από το drone.

Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, θα παρακολουθούνται τα προσομοιωμένα δεδομένα για την ομαλήκίνηση του drone, και θα αναλύονται πιθανές ανωμαλίες ή απρόβλεπτες συμπεριφορές. Αυτό θα μας επιτρέψει να αναπτύξουμε και να δοκιμάσουμε διάφορους αλγορίθμους ανίχνευσης και αντίδρασης σε ανωμαλίες, οι οποίοι θα είναι κρίσιμοι για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία του drone σε πραγματικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο, η προσέγγιση αυτή θα συμβάλει στην ανάπτυξη πιο αξιόπιστων και αυτόνομων συστημάτων πτήσης.

4.2 Κατασκευή Εμποδίων

Για τη δημιουργία εμποδίων εντός του χώρου (grid) μας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάφορες μεθόδους, όπως την τυχαιοποίηση θέσεων εμποδίων. Να γεννάμε σε κάθε προσομοίωση, εντός του χώρου μας, ένα πλήθος σημείων με τυχαίο τρόπο. Στη συνέχεια, για τον εντοπισμό της ιδανικής διαδρομής που θα αποφεύγει τα εμπόδια, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν αλγόριθμο path finding, όπως ο Dijkstra's algorithm.

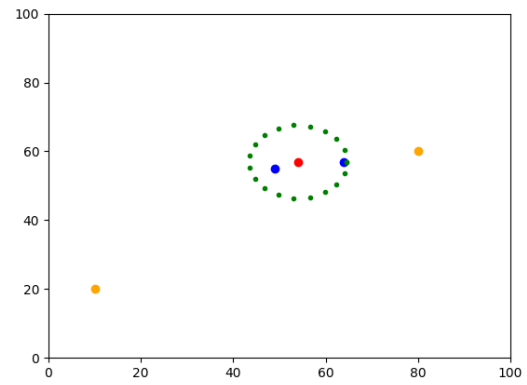
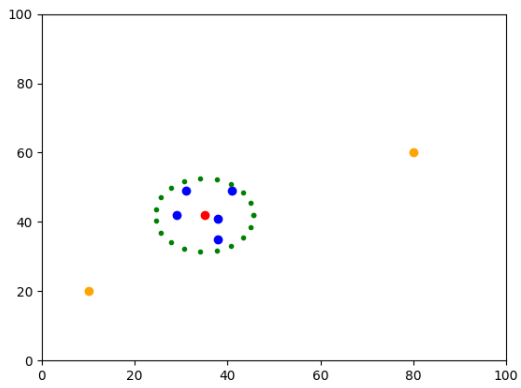
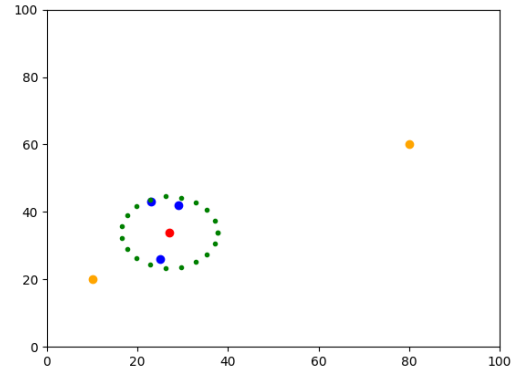
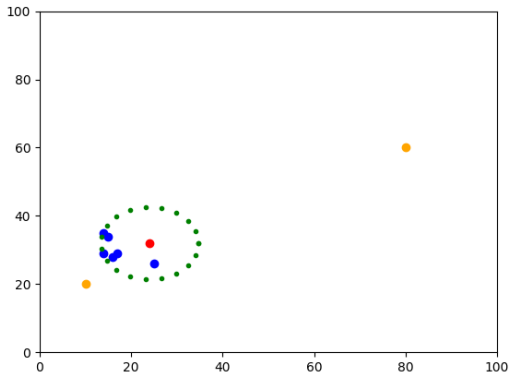
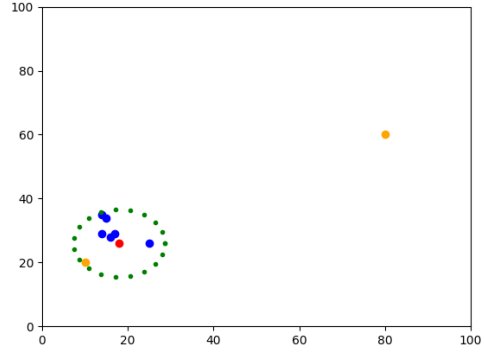
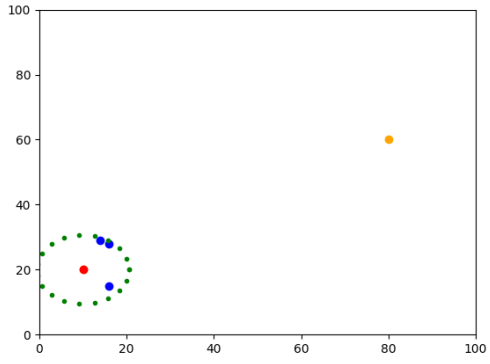
Ο Dijkstra's algorithm είναι ένας αλγόριθμος για τον εντοπισμό του συντομότερου μονοπατιού μεταξύ δύο κόμβων σε ένα γράφημα (graph) με μη αρνητικά βάρη στις ακμές. Μπορούμε να τον εφαρμόσουμε στο grid μας με τα εμπόδια όπου τα εμπόδια θα έχουν ένα υψηλό κόστος (π.χ. άπειρο) και οι κανονικές κενές θέσεις θα έχουν ένα χαμηλό κόστος (π.χ. 1). Έτσι, ο αλγόριθμος θα εξερευνά πρώτα τις κανονικές θέσεις, αποφεύγοντας τα εμπόδια.

Ένα παράδειγμα κώδικα Python για τον Dijkstra's algorithm είναι το εξής:

```
1 import heapq
2
3 def dijkstra(graph, start):
4     distances = {node: float('infinity') for node in graph}
5     distances[start] = 0
6     queue = [(0, start)]
7
8     while queue:
9         current_distance, current_node = heapq.heappop(queue)
10
11         if current_distance > distances[current_node]:
12             continue
13
14         for neighbor, weight in graph[current_node].items():
15             distance = current_distance + weight
16
17             if distance < distances[neighbor]:
18                 distances[neighbor] = distance
19                 heapq.heappush(queue, (distance, neighbor))
20
21     return distances
22
23 # Παράδειγμα χρήσης
24 graph = {
25     'A': {'B': 1, 'C': 4},
26     'B': {'A': 1, 'C': 2, 'D': 5},
27     'C': {'A': 4, 'B': 2, 'D': 1},
28     'D': {'B': 5, 'C': 1}
29 }
30
31 start_node = 'A'
32 distances = dijkstra(graph, start_node)
33 print(distances)
34
```

Αυτός ο κώδικας θα εκτυπώσει τις ελάχιστες αποστάσεις από τον κόμβο εκκίνησης “A” προς όλους τους άλλους κόμβους. Ο αλγόριθμος Dijkstra's θα επιλέξει την ιδανική διαδρομή λαμβάνοντας υπόψη τα βάρη των ακμών, τα οποία σε αυτήν την περίπτωση θα είναι τα κόστη των κελιών στο grid.

Αφού έχουμε τις ιδανικές διαδρομές που αποφεύγουν τα εμπόδια, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις πληροφορίες για να δημιουργήσουμε πιθανές τροχιές για το drone. Αυτές οι τροχιές θα λειτουργήσουν ως είσοδοι στο νευρωνικό δίκτυο για εκπαίδευση. Το νευρωνικό δίκτυο θα λάβει τις πληροφορίες θέσης, ταχύτητας και επιτάχυνσης του drone καθώς και τις πιθανές τροχιές που αποφεύγουν τα εμπόδια ως είσοδο και θα εκπαιδευτεί για να αποφεύγει αποτελεσματικά τα εμπόδια και να χαρτογραφεί σωστά τον χώρο.



Στιγμιότυπα προσομοιωμένης κίνησης του drone. Με πράσινο σχεδιάζουμε τον νοητό κύκλο γύρω από το drone όπου ανιχνεύουν οι αισθητήρες του και έχουμε γνώση πιθανών εμποδίων. Με μπλε είναι τα τυχαία γεννημένα εμπόδια που μπορεί να ανιχνεύσει το drone. Με κόκκινο είναι η θέση του, και με πορτοκαλί είναι η αρχικές και τελικές θέσεις. Η προσομοίωση που πραγματοποιήθηκε ανέδειξε την ανάγκη για βελτίωση της αποφυγής πολλαπλών εμποδίων και σχηματισμών εμποδίων στο περιβάλλον του drone. Στην πράξη, η πληροφορία που λαμβάνεται από τους αισθητήρες του drone παράγει χρονοσειρές δεδομένων για κάθε χρονική στιγμή, περιλαμβάνοντας τη θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση του drone, καθώς και πληροφορίες για τα εμπόδια που ανιχνεύει γύρω του.

Βασιζόμενοι σε αυτές τις χρονοσειρές και στην πληροφορία για τα εμπόδια, το νευρωνικό δίκτυο μπορεί να λάβει αποφάσεις σχετικά με τον καλύτερο τρόπο αποφυγής των εμποδίων. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, το νευρωνικό μπορεί να προβλέψει την κίνηση του drone, λαμβάνοντας υπόψη την βέλτιστη διαδρομή για να αποφύγει τα εμπόδια και να φτάσει στον προορισμό του με τον ταχύτερο δυνατό χρόνο.

Οι πληροφορίες που προκύπτουν από την προσομοίωση, σε συνδυασμό με το νευρωνικό δίκτυο, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πιθανών τροχιών του drone. Αυτές οι τροχιές θα λαμβάνουν υπόψη τα εμπόδια και την βέλτιστη διαδρομή, προσφέροντας μια αποτελεσματική λύση για την αυτόνομη πτήση του drone σε περιβάλλοντα με πολλά και ποικίλα εμπόδια. Με αυτόν τον τρόπο, το drone θα μπορεί να πραγματοποιεί ασφαλείς και αποτελεσματικές πτήσεις, ενώ ταυτόχρονα θα μπορεί να χαρτογραφεί το περιβάλλον του με ακρίβεια.

[4.3 Εκπαίδευση Νευρωνικού με τα προσομοιωμένα δεδομένα](#)

Στην περίπτωση μας θα επιλέγαμε να γίνει χρήση ενός Πολυστρωματικού Νευρωνικού Δικτύου (MLP). Ένα MLP είναι ένα είδος του τεχνητού νευρωνικού δικτύου που αποτελείται από πολλαπλά επίπεδα νευρώνων, όπου κάθε νευρώνας σε ένα επίπεδο συνδέεται με κάθε νευρώνα στο επόμενο επίπεδο. Τα MLP είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για προβλήματα όπως η ανίχνευση προτύπων και η ταξινόμηση, καθώς είναι ικανά να μάθουν πολύπλοκες συναρτήσεις που απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος.

Για την εκπαίδευση ενός MLP για την αυτόνομη πτήση του drone, οι μεταβλητές που θεωρούμε ως είσοδο είναι η θέση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση του drone, καθώς και η θέση κάθε εμποδίου που εντοπίζεται εντός της ακτίνας ανίχνευσης του drone. Οι ετικέτες εκπαίδευσης θα πρέπει να αντιστοιχούν στις επιθυμητές κινήσεις του drone, όπως η αποφυγή των εμποδίων και η κατεύθυνση προς τον προορισμό.

Ένα παράδειγμα κώδικα για την εκπαίδευση ενός MLP με χρήση προσομοιωμένων δεδομένων είναι το εξής:

```

1 import numpy as np
2 from sklearn.neural_network import MLPRegressor
3
4 # Υποθέτουμε ότι έχουμε το υεδομένο μας σε μορφή χρονοσειράς με τις θέσεις και τις ταχύτητες
5 # (όχι θείγιο εσπείζηση απεσδύτον σπότες θέσεις (x, y, z), τις ταχύτητες (vx, vy, vz) και την επιτάχυνση (ax, ay, az) του drone, καθώς και τις θέσεις (x_obs,
6 # y_obs, z_obs) των εμποδίων που ανιχνεύει
7 # καθώς επίσης και τις θέσεις (x_obs, y_obs, z_obs) των εμποδίων που ανιχνεύει
8 # Για παράδειγμα, μια ετικέτα μπορεί να είναι η επιθυμητή ταχύτητα ή η κατεύθυνση προς τον προορισμό
9 X_train = np.array([(x1, y1, z1, vx1, vy1, vz1, ax1, ay1, az1, y_obs1, y_obs1, z_obs1),
10                    (x2, y2, z2, vx2, vy2, vz2, ax2, ay2, az2, x_obs2, y_obs2, z_obs2),
11                    ...])
12 # Ορίζουμε τις ετικέτες
13 # Για κάθε δείγμα εκπαίδευσης, η ετικέτα αντιστοιχεί στην επιθυμητή κίνηση του drone
14 Y_train = np.array([desired_movement1, desired_movement2, ...])
15 # Δημιουργία και εκπαίδευση του MLP
16 mlp = MLPRegressor(hidden_layer_sizes=(100, 50), activation='relu', solver='adam', max_iter=1000)
17 mlp.fit(X_train, Y_train)

```

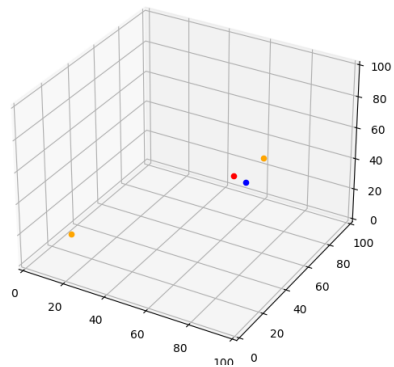
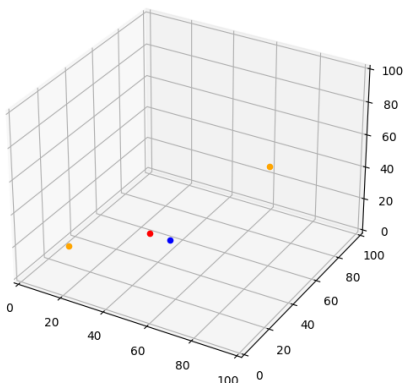
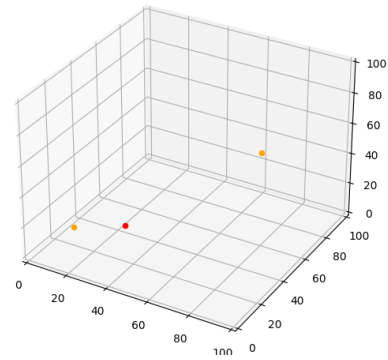
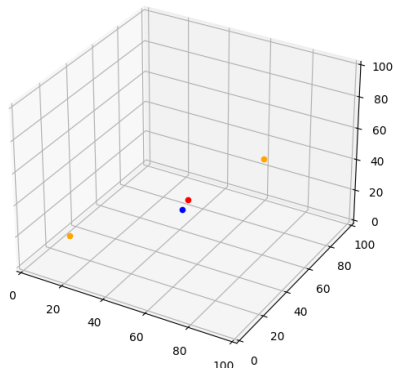
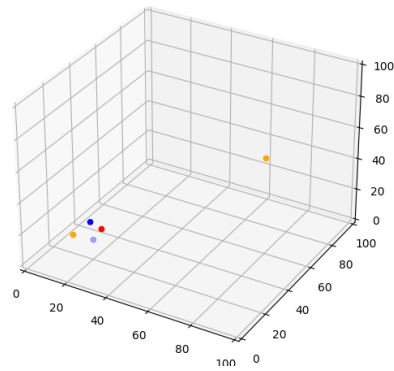
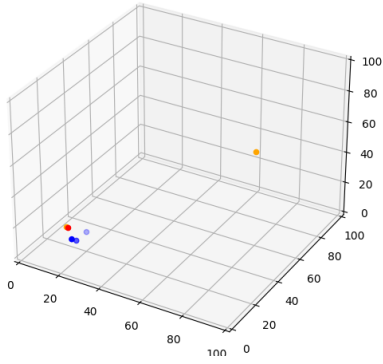
Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου γεγονότος που λάβαμε από την προσομοίωση θα ήταν το εξής :

Μεταβλητές	Παράδειγμα Τιμής	Μεταβλητές	Παράδειγμα Τιμής
x	10	x_obs_1	1.5
y	8	y_obs_1	2.4
z	3	z_obs_1	3
Vx	0.1	x_obs_2	1.6
Vy	0.2	y_obs_2	3.5
Vz	0	z_obs_2	4

Με αυτόν τον τρόπο, το MLP μπορεί να μάθει να προβλέπει την κατάλληλη κίνηση του drone με βάση τις παραμέτρους του περιβάλλοντος και την ανίχνευση των εμποδίων. Αφού γίνει η εκπαίδευση και ο έλεγχος του νευρωνικού το επόμενο βήμα είναι να γίνει η ακριβής σύνδεση και επικοινωνία του με το υπόλοιπο σύστημα του οχήματος.

Αναμένουμε επομένως το νευρωνικό , λαμβάνοντας τα δεδομένα από το drone του παραπάνω πίνακα για κάποια χρονική στιγμή , να οδηγήσει το όχημα στο να κινηθεί σε κατάλληλη τροχιά ώστε να αποφύγει τα εμπόδια που βρίσκονται εντός της ακτίνας ορατότητάς του. Καθώς το ντροουν κινείται θα ανανεώνει με έναν προκαθορισμένο ρυθμό τα εμπόδια που ανιχνεύει (όπως φαίνεται και στα παραπάνω στιγμιότυπα) και θα προχωράει στον εκ νέου προσδιορισμό της τροχιάς του.

Στο σημείο αυτό αξίζει να δούμε και την γενίκευση του διαγράμματος που εξετάσαμε παραπάνω αλλά σε 3 διαστάσεις , για λόγους ευκολότερης οπτικοποίησης έχει αφαιρεθεί η πράσινη σφαίρα που παριστάνει την ακτίνα όπου έχει η ορατότητα των αισθητήρων:



Με βάση όλα τα παραπάνω θα μπορούμε να εκπαιδεύσουμε σωστά το νευρωνικό ώστε δίνοντάς του την αρχική και τελικά θέση του μη-επανδρωμένου οχήματος να μπορεί να κινηθεί καταλλήλως αποφεύγοντας ταυτόχρονα τα εμπόδια που εμφανίζονται στο «οπτικό πεδίο» των αισθητήρων του drone.

Μπορούμε επίσης να ορίσουμε την έξοδο του νευρωνικού ως τις εντολές που θα πρέπει να δοθούν στον flight controller ώστε να αλλάξει η υπάρχουσα τροχιά στην κατάλληλη για την αποφυγή πιθανών νέων εμποδίων που εμφανίζονται. Πρέπει επομένως να γίνει σωστή διασύνδεση της εξόδου του νευρωνικού με την είσοδο του ελεγκτή πτήσης. Το πιο σημαντικό είναι ότι πρέπει να γίνει βελτιστοποίηση όλης της διαδικασίας ώστε να γίνεται σε πραγματικό χρόνο.

5. ΑΣΤΟΧΙΕΣ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά τη διάρκεια του πειραματικού μέρους βρεθήκαμε αντιμέτωποι με δυσκολίες που αφορούσαν κυρίως τον εξοπλισμό, καθώς κάποια εργαλεία δεν ήταν συμβατά με τις αντίστοιχες υποδοχές για την ορθή λειτουργία του τετρακόπτερου. Η επίλυση τους πραγματοποιήθηκε είτε με την αντικατάσταση κάποιων εξαρτημάτων είτε με τον συνδυασμό ποικίλων εναλλακτικών μεθόδων, μετατρέποντας μια απλή διαδικασία σε σύνθετη.

Σαν πρώτο στάδιο ξεκινήσαμε προσπαθώντας να κατασκευάσουμε έναν controller, υλοποιούμενο από τον μικροελεγκτή arduino, το οποίο είχε αρκετά προβλήματα. Κάποια από αυτά ήταν το οικονομικό κόστος, καθώς θα έπρεπε να αγοράσουμε όλους τους αισθητήρες που χρειάζεται ένας flight controller για να λειτουργήσει σωστά και επιπλέον, υπήρξε δυσκολία στο θέμα της σύνδεσης όλων των αισθητήρων τόσο στην επικοινωνία μεταξύ τους όσο και στην επικοινωνία με τα ESC. Η σωστή επικοινωνία με τα ESC και τους αισθητήρες είναι πολλή σημαντική καθώς εκείνοι οφείλονται για την συμπεριφορά των motors.

Εφόσον ξεκινήσαμε κατασκευάζοντας τον δικό μας flight controller χρησιμοποιήσαμε διάφορους αισθητήρες όπως γυροσκόπιο που μετράει τον προσανατολισμό της γωνιακής ταχύτητας, accelerometer που μετράει την επιτάχυνση και τον ultrasonic που είναι υπεύθυνο για την μέτρηση απόστασης. Παρόλο που ξεχωριστά ο καθένας έδινε το δικό του σωστό αποτέλεσμα η συνεργασία όλων μαζί δεν είχε το ίδιο αρμονικό αποτέλεσμα. Για τους παραπάνω λόγους απορρίψαμε το πλάνο του δικού μας flight controller και αγοράσαμε μια έτοιμη πλακέτα που εμπεριείχε όλα όσα χρειαζόμασταν.

Το κριτήριο επιλογής του flight controller ήταν κυρίως οικονομικό. Η δυσκολία που αντιμετωπίστηκε ήταν ότι υπήρξε ελλιπή υποστήριξη λογισμικού καθώς δεν υποστηριζόταν πλέον από τον controller διότι το λογισμικό ήταν παρωχημένο και χρησιμοποιήσαμε την παλαιότερη έκδοση που δεν υπήρχαν σαφείς οδηγίες λειτουργίας.

Στη συνέχεια ήρθαμε αντιμέτωποι με προβλήματα σχετικά με τα ESC, καθώς όταν παραλάβαμε το kit υπήρχε έλλειμα και αντι για τέσσερις speed controllers, το πακέτο εμπεριείχε τρεις. Γι αυτό το λόγο, χρησιμοποιήσαμε έναν τέταρτο ο οποίος αποδείχτηκε ότι ήταν ρυθμισμένος για άλλες συνθήκες. Αυτό το γεγονός, μας κόστισε αρκετό χρόνο ώστε να έχουμε τις ίδιες ρυθμίσεις με τους άλλους τρεις και εν τέλει καταλήξαμε στην αγορά ενός καινούργιου.

Άλλος ένας παράγοντας που μας δυσκόλεψε ήταν το κεφάλαιο του τηλεχειρισμού. Ξεκινήσαμε να κατασκευάζουμε μόνοι μας την τηλεκατεύθυνση με την πλακέτα arduino με σκοπό την κατανόηση του πρωτοκόλλου του χειρισμού. Καταφέραμε να δουλέψουμε την τηλεμετρία, δηλαδή να παίρνουμε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατεύθυνση, με την χρήση joysticks αλλά το να πάρουμε δεδομένα από τον flight controller σε συνεργασία με τον arduino κατέληξε πολύ πιο σύνθετη διαδικασία. Για τους παραπάνω λόγους, οδηγηθήκαμε στην αγορά έτοιμης τηλεκατεύθυνσης όπου και εκεί υπήρξαν δυσκολίες, καθώς οι ρυθμίσεις της τηλεκατεύθυνσης δεν συμπίταν με τις ρυθμίσεις των ESCs από τον flight controller. Αυτό μας οδήγησε να κάνουμε εκ νέου ρυθμίσεις για τα δεδομένα της τηλεκατεύθυνσης με αποτέλεσμα να υπάρχουν δυσκολίες σχετικά με την επικοινωνία του flight controller και του τηλεχειρισμού.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει έναν καινοτόμο συνδυασμό των αναέριων μέσων με το εργαλείο που αναπτύσσετε με ραγδαίους ρυθμούς, την τεχνητή νοημοσύνη. Ο παραπάνω συνδυασμός όπως προαναφέρθηκε μέσα στην εργασία μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο και να διευκολύνει τον άνθρωπο σε πολλούς τομείς, αρκεί η χρήση του να γίνεται με πλήρη γνώση της δύναμης της συγκεκριμένης επιστήμης και ο σκοπός να είναι πάντα προς το καλό του ανθρώπου. Παρόλο που δεν καταφέραμε να υλοποιήσουμε το αρχικό πλάνο που ήταν να λειτουργεί με custom flight controller, καταφέραμε να κατασκευάσουμε ένα τετρακόπτερο πλήρως εξοπλισμένο και λειτουργικό. Η εργασία για να τελέσει τον αρχικό της στόχο στο κοντινό μέλλον, θα χρειαστεί να εξοπλίσουμε το τετρακόπτερο με έναν μικροελεγκτή (arduino ή raspberry pi) ώστε να μπορέσει το drone να έχει ασύρματη επικοινωνία με τον υπολογιστή και να αποκτήσει μια αυτόνομη συμπεριφορά όσον αφορά την κατεύθυνση του. Στην τρέχουσα εργασία έχουμε θέσει τα θεμέλια για την τοποθέτηση ενός νευρωνικού δικτύου που στο μέλλον με την σωστή εκπαίδευση όπως προαναφέρεται μπορεί να έχει μια αυτόνομη πτήση με την δυνατότητα αποφυγής εμποδίων και με την χρήση της κάμερας μπορεί να εμπλουτίσει τις δεξιότητες του, αναγνωρίζοντας τα αντικείμενα-εμπόδια στον χώρο τον οποίο βρίσκεται και να τα κατηγοριοποιεί σε ομάδες που θα ορίσει ο χρήστης ανάλογα με τον σκοπό που θέλει να υλοποιεί το τετρακόπτερο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] J. Villbrandt, «The Quadrotor’s Coming of Age,» California, 2010.
- [2] R. M. P. C. Paul Pounds, *Modelling and Control of a Quad-Rotor Robot*, Auckland, New Zealand.: Australian National University, 2006.
- [3] J. Leishman, *Principles of Helicopter Aerodynamics*, New York , Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [4] M. A. f. t. original, *How-To: Quadrocopter based on Arduino*, japan : MAKE Magazine, 2014.
- [5] A. Elliott, *Build Your Own Drone Manual: The practical guide to safely building, operating and maintaining an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) (Haynes Owners' Workshop Manual)*, 2016.
- [6] Λ. Η. Α. Παπαλεωνίδας., *Υπολογιστική Νομησύνη και Ευφυείς Πράκτορες*, 2017.
- [7] FIYING TECH, «Little Bee 30A-S BLHeli_S ESC with OneShot125 & Damped Light (2-6S),» 2023.
- [8] S. Umbrello, «Beneficial Artificial Intelligence Coordination by Means of a Value Sensitive Design ApproachS,» 2019.
- [9] wikipedia, «Ethics of artificial intelligence,» 2024.
- [10] S. Umbrello, «Beneficial Artificial Intelligence Coordination by Means of a Value Sensitive Design Approach,» 2019.
- [11] N. G. & S. Lockey, «AI-deploying organizations are key to addressing ‘perfect storm’ of AI risks,» 2022.
- [12] UNESCO, «Ethics of Artificial Intelligence,» 2024.