

Αυτόματο Ρομποτικό Όχημα για Χρήση
σε Ιχθυοτροφεία-Ποιοτικός Έλεγχος
Ψαριών

ΑΡΟΧΙ-ΠΕΨ

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ Τ2ΕΔΚ-02504

Παρουσίαση επαλήθευσης

- Πρόταση
- Αποτελέσματα
- Παραδοτέα
- Δημοσιεύσεις

Η πρόταση και τί έγινε

- Η πρόταση αφορά στην κατασκευή υποβρυχίου οχήματος (ROV) για την επιθεώρηση και επισκευή ιχθυοτροφικών εκμεταλλεύσεων στην Ελλάδα με χρήση Υπολογιστικής Όρασης, προκειμένου να εντοπιστούν ανωμαλίες και ζημίες.
- Φτιάχτηκε αυτόματο όχημα για επιθεώρηση (AUV) που γίνεται ROV για επισκευή
- Επισκευάζει:
 - Τρύπια δίχτυα
 - Μαζεύει νεκρά ψάρια
 - Αφαιρεί φυτά και μικροαντικείμενα από δίχτυα

Η πρόταση και τί έγινε

- Σε δεύτερο επίπεδο θα διεξαχθεί ποιοτικός έλεγχος των ψαριών και αξιολόγηση της διατροφικής τους αξίας.
- Τα ιχθυοτροφεία έχουν λεπτομερή εργαστήριο που ελέγχουν πολύ συχνά τα ψάρια και αυτά παρουσίασαν στη Sea Food Expo 2023 στη Βαρκελώνη.

Η πρόταση και τί έγινε

- Ένα σημαντικό και συχνό έργο, που εκτελείται συχνά σε ιχθυοτροφεία, είναι η επιθεώρηση και η επισκευή των κλωβών ψαριών. Τέτοιες εργασίες εκτελούνται αποκλειστικά από δύτες.
- Το όχημα Καλυψώ μπορεί να επιθεωρεί τους κλωβούς και μετά αν βρει κάποιο πρόβλημα, οι δύτες μπορούν να το επισκευάσουν με τη ROV εκδοχή ή αν υπάρχει κάτι άλλο να πάνε προετοιμασμένοι κατάλληλα.

Η πρόταση και τί έγινε

Σε πρώτη φάση θα κατασκευαστεί κατάλληλο υποθαλάσσιο όχημα με τις εξής προδιαγραφές: - Κατάλληλο σε μέγεθος και σχήμα για να μπορεί να κινείται σε όλους τους χώρους που απαιτούν επιτήρηση.

- Αθόρυβο όσο απαιτείται για να μην διαταράσσει τα ψάρια
- Θα φέρει αισθητήρες για IMU πλοήγηση και κάμερες
- Να κινείται αργά αρκετά για να μην γίνεται αντιληπτό από τα ψάρια
- Θα μπορεί να κατευθυνθεί αυτόματα ή με τηλεχειρισμό



1. Μελέτη - Διάγραμμα εργασιών

Έκθεση

1. Μελέτη - Διάγραμμα εργασιών Έκθεση

ΕΝΟΤΗΤΕΣ & ΠΑΡΑΔΟΤΕΑ		Ημερομηνία Έναρξης
EE1 Διαχείριση Έργου-Εκπαίδευση-Δημοσιεύσεις		8/7/2020
P1.1 Μελέτη - Διάγραμμα εργασιών	Έκθεση	
P1.2 Περιγραφή του ROV	Δημοσίευση	
P1.3 Ενδιάμεση Αναφορά Προόδου	Έκθεση	
P1.4 Σύστημα υπολογιστικής όρασης	Δημοσίευση	
P1.5 Μελέτη για πατέντες	Μελέτη	
EE2 Μελέτη-Σχεδίαση-Κατασκευή ROV-Υπολογιστική Όραση		8/7/2020
P2.1 Ρομποτικό Όχημα	Πιλοτική κατασκευή	
P2.2 Λογισμικού ρομποτικού συστήματος	Λογισμικό	
P2.3 Τελική Αναφορά Προόδου	Δημοσίευση	
EE3 Επιτόπια Μελέτη και Παράματα		8/7/2020
P3.1 Αναφορά Πειραμάτων	Έκθεση	
EE4 Ποιοτικός έλεγχος ψαριών		8/7/2020
P4.1 Ποιοτικός έλεγχος ψαριών	Έκθεση	
EE5 Αξιολόγηση-Προσαρμοές		8/7/2020
P5.1 Τελικό Ρομποτ	Πρότυπο	
EE6 Δημοσιεύσεις-Παρουσιάσεις		8/7/2020
P6.1 Παρουσιάσεις του Project σε εμπορικές εκθέσεις	Συμμετοχή σε έκθεση	

2. Περιγραφή του ROV

Δημοσίευση

2. Περιγραφή του ROV (Δημοσίευση)

- Παρουσιάζει το υποβρύχιο όχημα που αναπτύχθηκε.

An Underwater Vehicle for Aquaculture Inspections

Publisher: IEEE

[Cite This](#)

[PDF](#)

Marios Vasileiou ; Nikolaos Manos ; Ergina Kavallieratou [All Authors](#)

1
Cites in
Paper

91
Full
Text Views



Abstract

Document Sections

- I. Introduction
- II. Related Work
- III. Vehicle Design
- IV. Experimental Results
- V. Conclusion

[Authors](#)

[Figures](#)

[References](#)

Abstract:

A significant challenge in fish farms is net cage deterioration, which leads to fish escapes owing to holes and can have a severe influence on the fish's health due to biofouling. To reduce fish losses, divers are utilized on a weekly basis by fisheries to carry out the task of inspecting the net cages. Companies that are involved in aquaculture are always seeking for methods to increase their profits, and one of those ways is to cut down on the costs of maintenance. This paper is about the development of an unmanned underwater vehicle used for inspection in net cages at Kefalonia Fisheries in Greece. This vehicle has a 3D-printed body and a six-thruster configuration, featuring five degrees of freedom. The vehicle's primary goal is to reduce divers' expenses by conducting inspections more frequently. In this work, the design, manufacture, and control are presented along with the experimental results and flow simulation of the vehicle. The suggested design is versatile and robust while yet being affordable, and the fisheries may easily adopt it due to its inexpensive price and simplicity of operation.

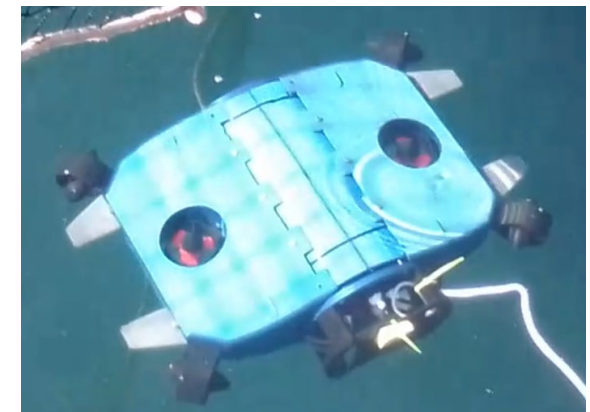
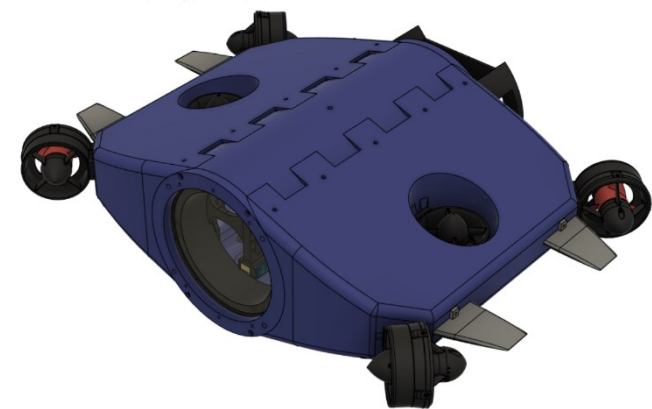
Published in: 2023 International Conference on Control, Automation and Diagnosis (ICCAD)

Date of Conference: 10-12 May 2023

INSPEC Accession Number: 23322277

Date Added to IEEE Xplore: 23 June 2023

DOI: 10.1109/ICCAD57653.2023.10152412

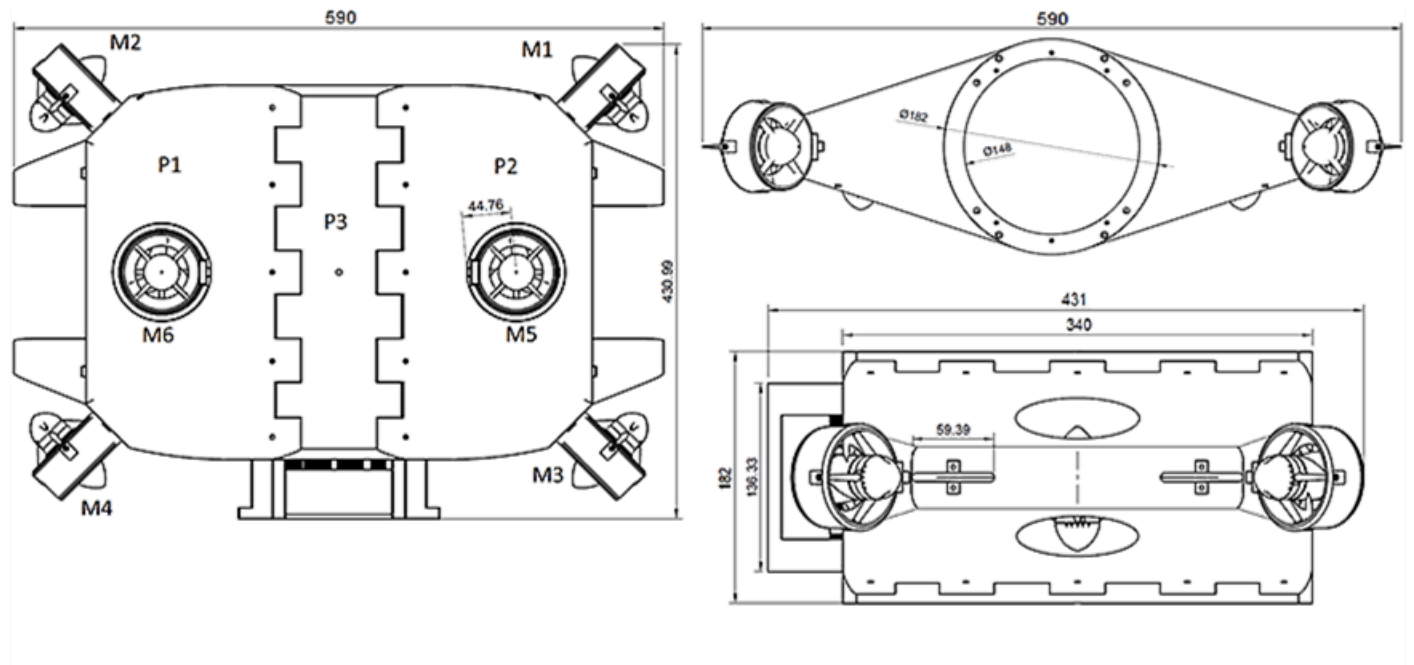


3. Ρομποτικό Όχημα

Πιλοτική κατασκευή

3. Ρομποτικό όχημα (πιλοτική κατασκευή)

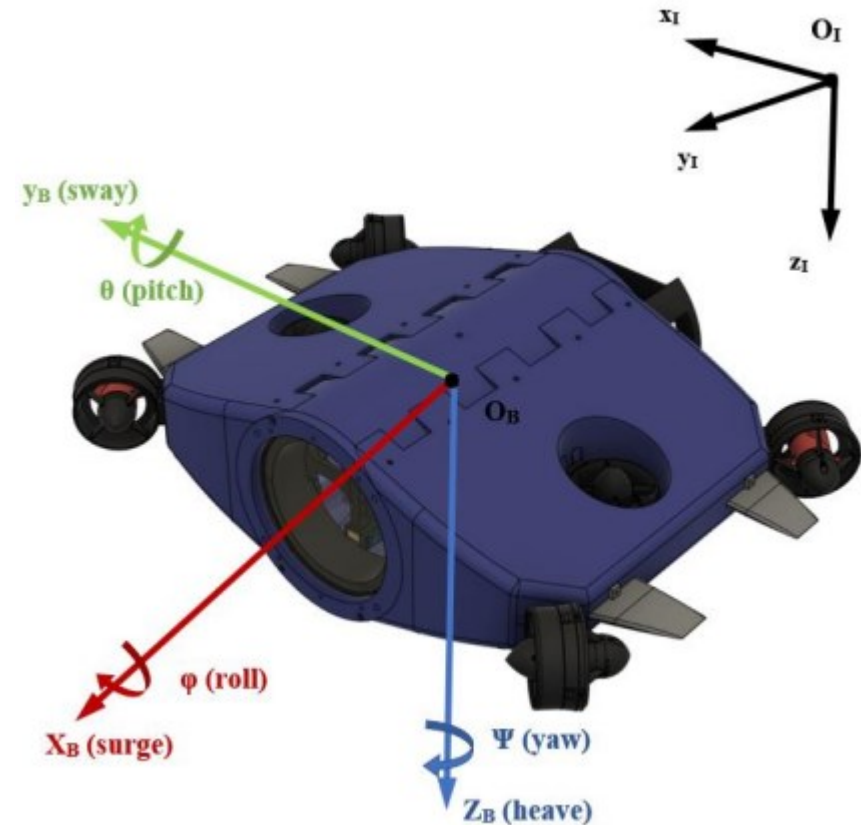
- Αφορά το αρχικό ρομποτικό όχημα που χρησιμοποιήθηκε για δοκιμές στα ιχθυοτροφεία Κεφαλλονιάς.
- 3D εκτυπωμένο
- Διευκόλυνση πλευρικής κίνησης
- 6 κινητήρες
 - 2 περιστροφικές
 - 3 μεταφορικές



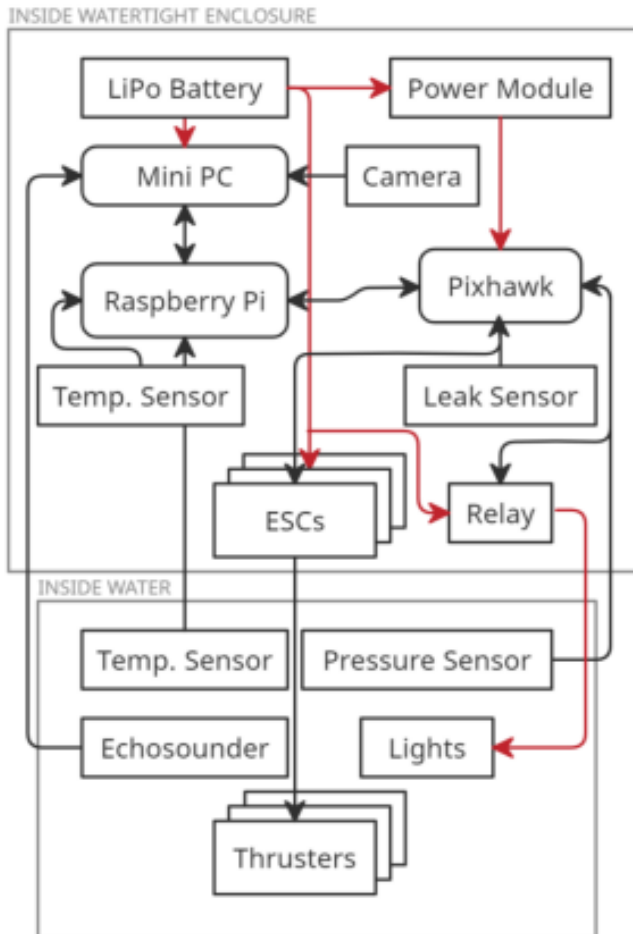
Κινήσεις

5 βαθμούς ελευθερίας:

- *Μεταφορικές κινήσεις:*
 - Surge
 - Sway
 - Heave
- *Περιστροφικές κινήσεις:*
 - Roll
 - yaw



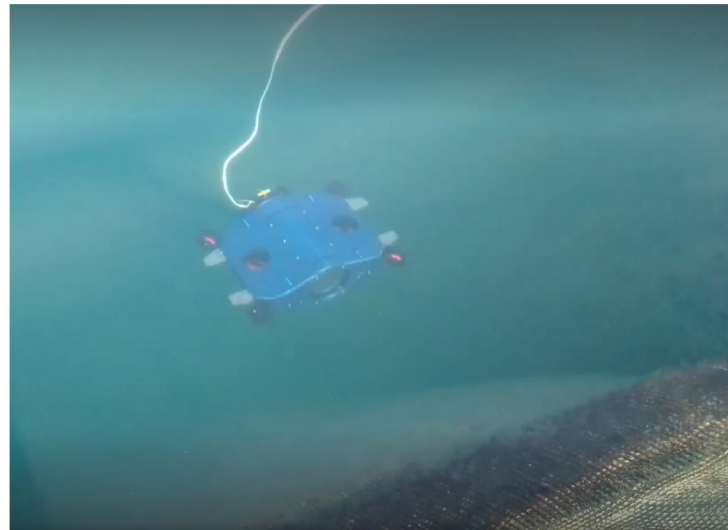
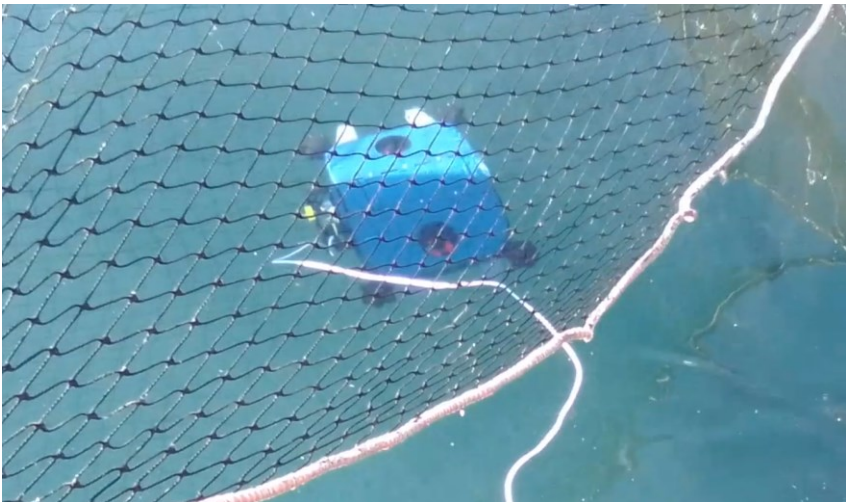
Ηλεκτρονικά μέρη



Component	Name	Qty	
Thrusters	T60 2216 860KV	6	
ESCs	BLHeli ESC 30A	6	
Processors	Pixhawk PX4 PIX 2.4.8	1	
	Raspberry pi 3 Model B	1	
	Intel NUC8i5BEK	1	
Batteries	10.000 mAh 14.8V	2	
Power module	APM (step down and sensing)	1	
Sensors	Pressure sensor MS5837-30BA	1	
	Temperature sensor NTC 3950	1	
	Leak sensor	1	
	Camera 1080p	1	
	Ping Sonar Echosounder	1	
Lights	Led strip 2400 – 2600 lumens	1	

Δοκιμές

- Δοκιμάστηκε στη Σάμο και στη Κεφαλλονιά
- Μέγιστο βάθος που δοκιμάστηκε ήταν τα 16 μέτρα



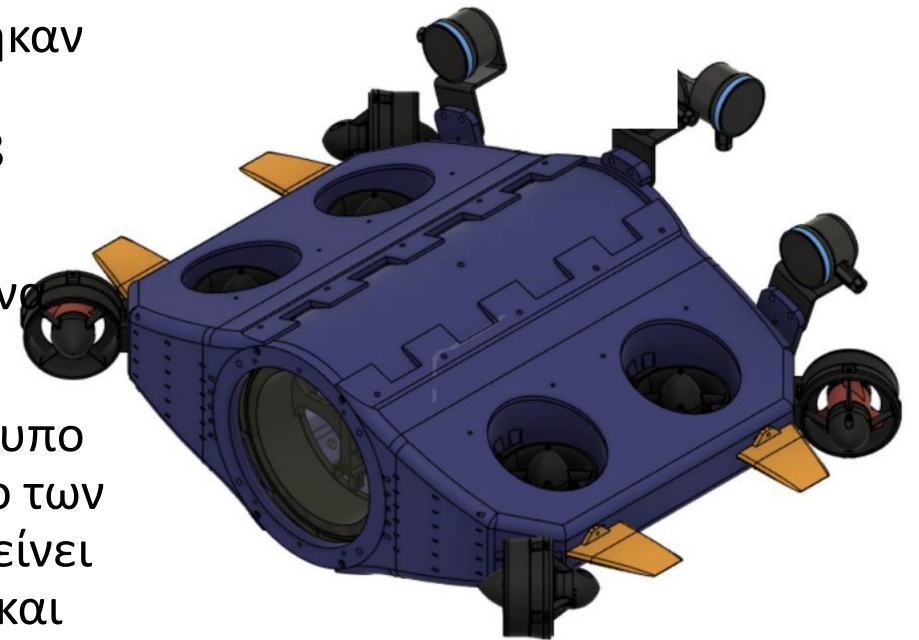


4. Τελικό Ρομπότ

Κατασκευή

4. Τελικό Ρομπότ

- Μετά από αρκετές μελέτες τόσο στο χώρο των Ιχθυοτροφείων Κεφαλονιάς τον Ιανουάριο, τον Ιούνιο και τον Οκτώβριο του 2022, όσο και στο λιμάνι του Καρλοβάσου Σάμου, εντοπίστηκαν κάποιες επιπλέον ανάγκες και πραγματοποιήθηκαν εκ νέου σχεδιάσεις και εκτυπώσεις των φτερών και πλέον διαθέτει 8 κινητήρες.
- Ως αποτέλεσμα έχει καλύτερη κίνηση στον κατακόρυφο άξονα και καλύτερη ισορροπία.
- Επιπλέον για ευκολότερη διαχείριση, κατασκευάστηκε αντίτυπο ρομπότ με σκοπό το αρχικό ρομπότ να μεταφερθεί στο χώρο των ιχθυοτροφείων στην Κεφαλονιά, ενώ το αντίτυπο να παραμείνει στο εργαστήριο Ρομποτικής στη Σάμο με σκοπό να γίνονται και στα δύο μέρη δοκιμές και πειράματα παράλληλα.



4. Τελικό Ρομπότ - ηλεκτρονικά

Πιο αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

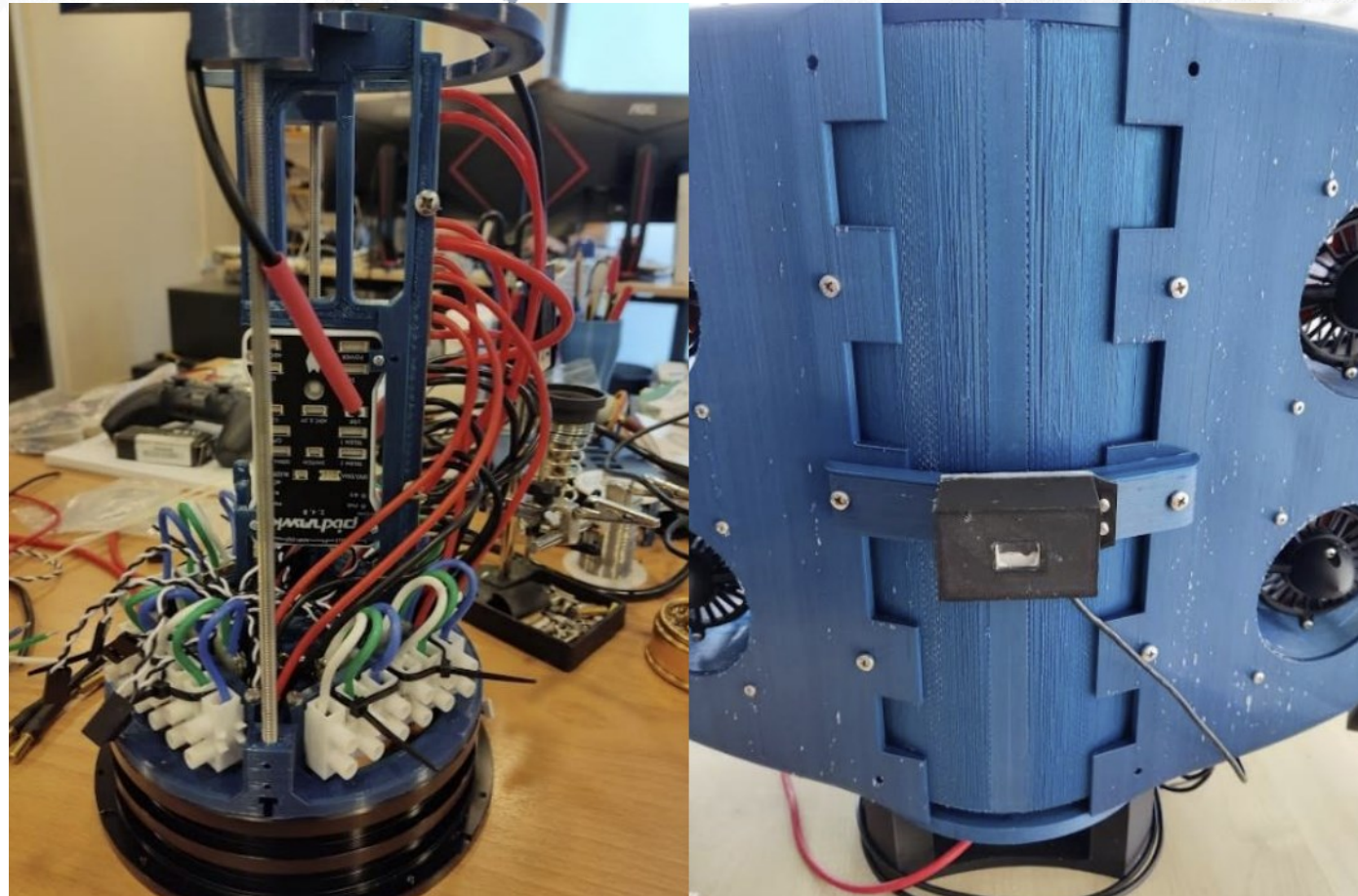
- Σκελετός 3D - τυπωμένος από πλαστικό PLA χρώματος μπλε και μαύρο και πορτοκαλί
- Ακρυλικός σωλήνας με o-rings και φλάντζες
- Ειδικά βελτιωμένα βύσματα με o-rings
- Επιπλέον βύσματα με δυνατότητα εισαγωγής και εξαγωγής από το ρομπότ
- Τριφασικοί κινητήρες (4 δεξιόστροφοι και 4 αριστερόστροφοι)
- Οδηγοί κινητήρων (8) τάση: 7-26V και ένταση 30A
- Κεντρική πλακέτα Raspberry Pi 3
- Πλακέτα Pixhawk υπεύθυνη για την πλοήγηση του ROV
- Αισθητήρες
- Πρόσθια κάμερα με ανάλυση 1920 x 1080 και κάτω κάμερα με 720 MP
- Τροφοδοσία: 2 x μπαταρίες Λιθίου 14,8V, 10.000mAh και 30C

4. Τελικό Ρομπότ - συνδεσμολογία

Η συνδεσμολογία και ομαδοποίηση των βυσμάτων (15 συνολικά) που ακολουθήθηκε παρουσιάζεται παρακάτω:

- Βύσμα 4 pin εκ των οποίων τα 2 είναι η τάση για τη φόρτιση των μπαταριών, ενώ τα άλλα 2 για την τροφοδοσία των led.
- Έτσι λοιπόν, όταν χρειάζεται φόρτιση το ρομπότ αποσυνδέεται το βύσμα των led φώτων και συνδέεται ο φορτιστής.
- Βύσμα 8 pin εκ των οποίων τα 3 χρειάζονται για την ισορροπημένη φόρτιση των κελιών των μπαταριών λιθίου, ενώ τα υπόλοιπα 5 για την συνδεσμολογία του βραχίονα.
- Βύσμα 8 pin εκ των οποίων τα 4 χρειάζονται για την ενσύρματη δικτύωση του mini pc και τα υπόλοιπα 4 για τη δικτύωση του raspberry pi. Για τη μεταξύ τους σύνδεση εφαρμόζεται ειδικός αντάπτορας.
- 8 βύσματα στυπιοθλίπτη για την εσωτερική σύνδεση των κινητήρων

4. Τελικό Ρομπोट



4. Τελικό Ρομποτ - διορθώσεις

1. Σε επόμενες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε ότι καθώς βυθίζονταν το ρομπότ υπήρχε πρόβλημα με την ισορροπία του.

Το πρόβλημα αυτό επιλύθηκε προσθέτοντας κομμάτια φελλού στο εσωτερικό των φτερών αλλά και επιπλέον πτερύγια εξωτερικά των φτερών.

2. Ένα ακόμα πρόβλημα που παρατηρήθηκε ήταν ότι κατά τις δοκιμές παρεμβάλλονταν διάφορα αντικείμενα από το νερό, όπως σχοινιά ή μικρά ξύλα στους κινητήρες.

Έτσι λοιπόν προσαρμόστηκαν μεταλλικά προστατευτικά, τα οποία άρχισαν να οξειδώνονται και αντικαταστάθηκαν με πλαστικά.

4. Τελικό Ρομποτ - Συμπεράσματα

Μετά από αρκετές δοκιμές, μελέτες και πειράματα παρατηρήθηκε ότι βελτιώνοντας συνεχώς το ρομποτικό σύστημα γίνεται όλο και πιο σταθερό, καθώς επίσης μπορεί να χρησιμοποιείται και από το προσωπικό των ιχθυοτροφείων για διάφορες καθημερινές λειτουργίες.



5. Σύστημα υπολογιστικής όρασης

Δημοσίευση

5. Σύστημα υπολογιστικής όρασης

*5th International Conference on Advances in Signal Processing and Artificial Intelligence (ASPAI' 2023),
7-9 June 2023, Tenerife (Canary Islands), Spain*

Type of Presentation:

Oral:

Poster:

The same:

In-person:

Virtual in Zoom:

Topic:

Applied Artificial Intelligence

Building Kalypso: the navigation system

Nikos Vasilopoulos, Ergina Kavallieratou and Efstathios Stamatatos

Department of Information and Communication Systems Engineering

University of the Aegean

Karlovasi, Samos, Greece

kavallieratou@aegean.gr

Building Kalypso: The navigation

Nikos Vasilopoulos, Ergina Kavallieratou and Efstathios Stamatatos

Department of Information and Communication Systems
Engineering

University of the Aegean

Karlovasi, Samos, Greece

kavallieratou@aegean.gr



Layout

- Introduction
- The Navigation System
- Navigation with IMU
- Navigation with IMU and distance sensor
- Navigation with two distance sensors
- Navigation with IMU and two distance sensors
- Experimental Results-Conclusions
- Video by Kalypso

Kalypso



Fisheries

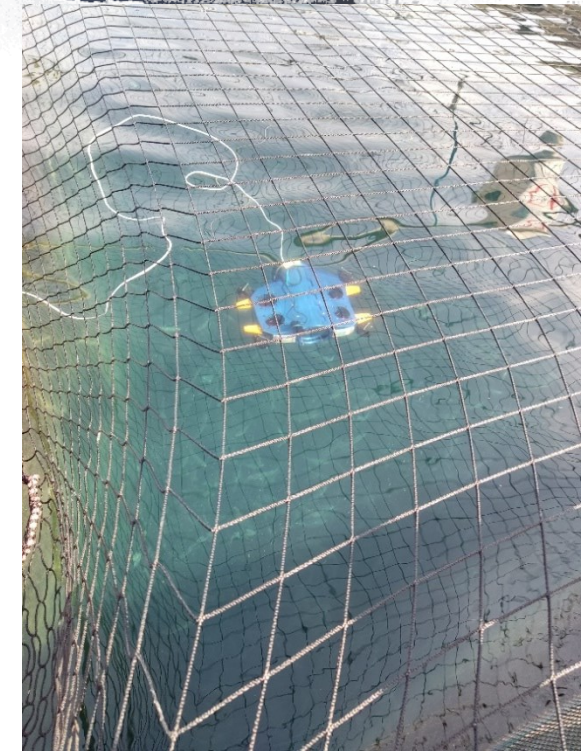
- Over the past decades, there has been a growing demand for underwater activities in fish farms.
- These activities encompass overseeing facility operations, addressing maintenance issues, repairing faults, and even constructing new units or expanding existing ones.
- Many of these tasks are highly challenging and time-consuming, typically assigned to divers who face fatigue and various risks.
- The accurate navigation of Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) frequently proves vital in accomplishing these tasks successfully, as precise coordinates are necessary for data collection and any necessary interventions.
- In many cases AUVs combine multiple sensors, which complement each other's functionality and improve overall accuracy. However, errors due to noise and drift can always occur. To overcome these problems, most systems integrate a method for stochastic state estimation.

Localization

- Localization is achieved as long as precise measurements match to specific points on a map.
- When a-priori maps are not available, the vehicle has to construct them.
- An AUV has to build the map of the environment, while estimating its position at the same time.
- This process is called Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM) and is being extensively applied in underwater robot navigation since 2000
- SLAMs compare images and features that can be extracted either from acoustic systems or from cameras.
- In the case of an AUV inside a fishery cage, maps are either available or can be easily constructed if needed by calculating the distance between the vehicle and the nets with an acoustic distance sensor or by optically recognizing visual markers attached on the net.

The Navigation System

- The main objective of the navigation system is to enable the robot to autonomously navigate through the mesh structure of the fishing cages and inspect their condition.
- To achieve this, various navigation methods were explored and tested during the development process.
- The used techniques are based on variety of sensors



Navigation with IMU

- The robot would start from a corner of the net and move parallel to the net (facing it) for a specific period of time.
- The time had been experimentally calculated and was approximately the duration required for the robot to reach the next corner.
- At that point, it would make a 90-degree left turn and then repeat the process four times (for all sides of the cage) before submerging.
- The most significant problem with this method is that the robot cannot maintain its distance and orientation relative to the net due to the compass (used to calculate the turn) having a large error.

Navigation with IMU and distance sensor

- The distance sensor is placed looking in front.
- It successfully addresses the issue of the robot's distance from the net (important for video quality) by keeping the robot relatively close to the net.
- While the sensor effectively calculates and adjusts the distance, it does not correct the problem of the continuously increasing orientation error.

Navigation with two distance sensors

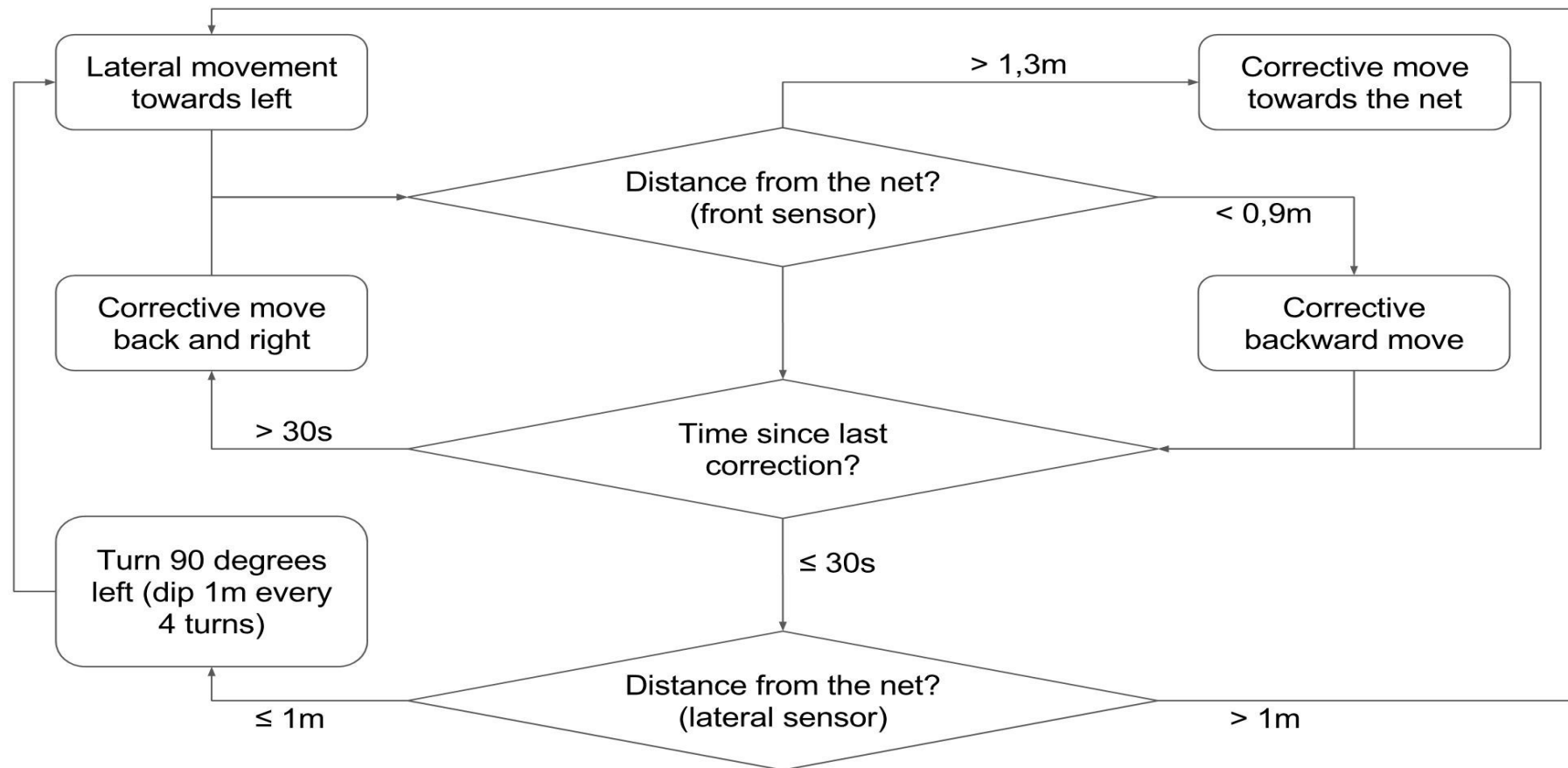
- In this case, two sensors were used
- The sensors are positioned vertically (front and left)
- The sensors operated at the same frequency and had a long range (50 meters)
- They resulted in receiving signals from multiple reflections and often providing incorrect values.
- It was not possible to rely on the sensors for controlling the distance from the net or for the robot's rotation
- The accuracy of the measurements decreased further as the robot turned).

Navigation with IMU and two distance sensors

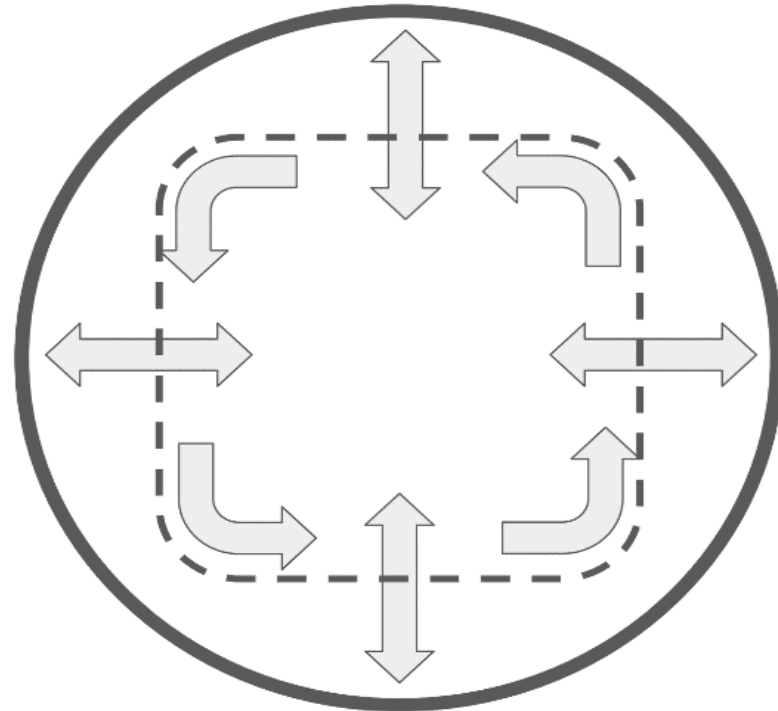
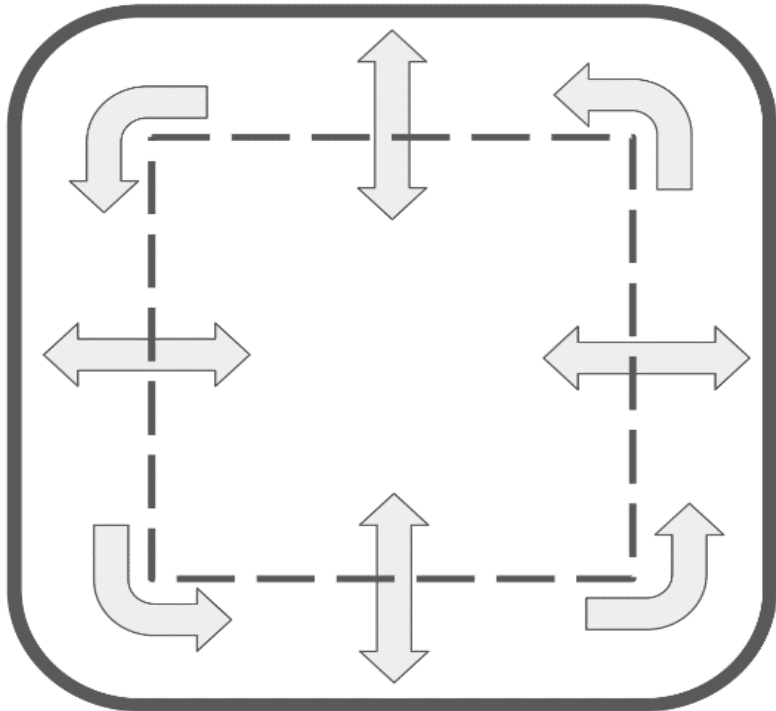
The code that was checked and eventually worked satisfactorily operates as follows:

- The robot starts at a depth of one meter, adjusting its distance from the net, and then moves laterally to the left for a specific period of time.
- At intervals, it checks its distance from the net. When the time is up, it checks its distance from the side of the net on its left.
- If the distance is small, the robot rotates 90 degrees to the left. Otherwise, it continues to move laterally for some more time.
- The process is repeated, with the robot increasing the depth by one meter after four consecutive rotations.

Navigation with IMU and two distance sensors



Navigation with IMU and two distance sensors



Experimental Results

- The testing phase of Kalypso involved evaluating the vehicle's ability to identify damaged areas on the net using the algorithm partitioning.
- The results showed that the vehicle was keeping the desired navigation, up to 80%, if the wind was less than 5 Beaufort, as the area of the cages is well protected.

Conclusions

- The vehicle's stable design, advanced sensors, and precise movement capabilities make it a cost-effective and efficient solution for inspecting nets in fish farms.
- The ability to identify potential issues and prevent the spread of diseases in the fish population is critical to the success of the industry, and Kalypso's success in this area provides a promising model for future innovations in the field.

Video by Kalypso



Acknowledgements

This research has been co-financed by the European Union and Greek national funds through the Operational Program Competitiveness, Entrepreneurship, and Innovation, under the call RESEARCH – CREATE – INNOVATE. (Project code: T2EDK- 02504).



6. Ενδιάμεση Αναφορά Προόδου

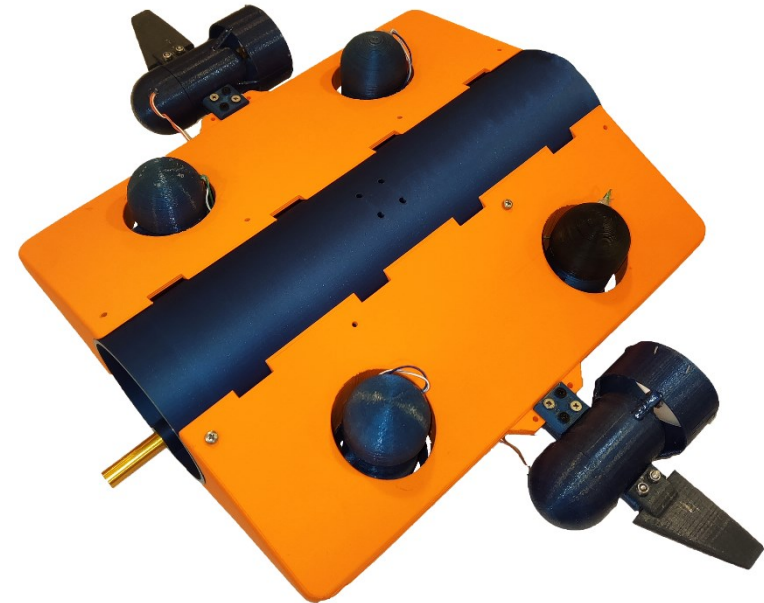
Έκθεση

6. Ενδιάμεση αναφορά προόδου (Έκθεση)

- Περιγράφει όλες τις εργασίες που έχουν γίνει επιτυχώς μέχρι τα μέσα του έργου
- Σχεδίαση και κατασκευή πρωτότυπου υποβρύχιου οχήματος
- Σχεδίαση και κατασκευή οχήματος για τις δοκιμές στα ιχθυοτροφεία Κεφαλλονιάς

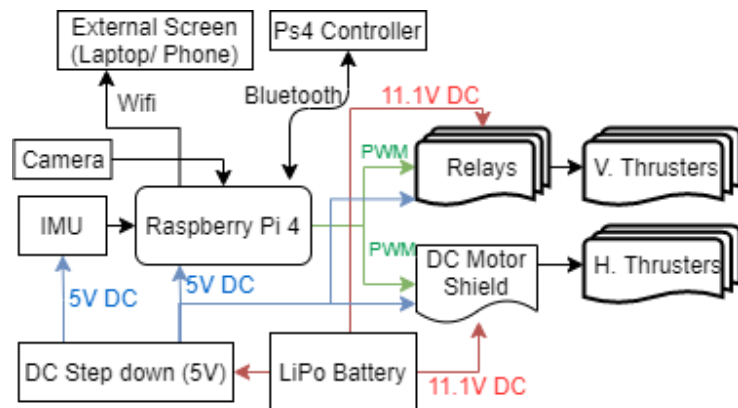
Πρωτότυπο Όχημα (1/2)

- Υψηλή προσαρμοστικότητα
 - 3D εκτυπωμένο
 - Αντικατάσταση μερών
 - Επεκτασιμότητα
 - Αλλαγές επιτόπου
- Σταθερότητα
 - Χαμηλή χρήση των κινητήρων
- Χαμηλό κόστος (160 ευρώ)
- Χρήση σε ρηχά νερά <10 m



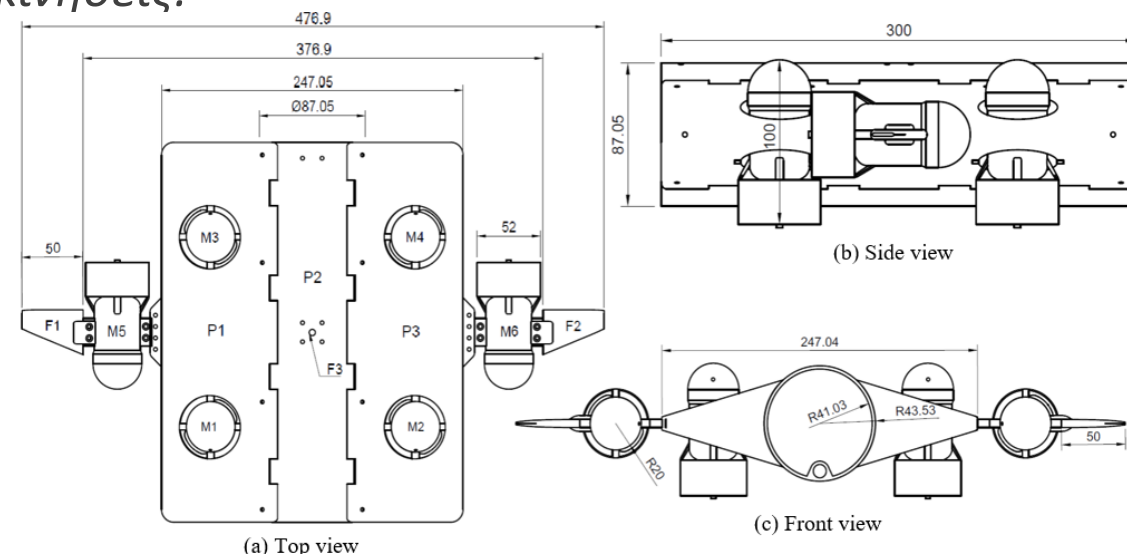
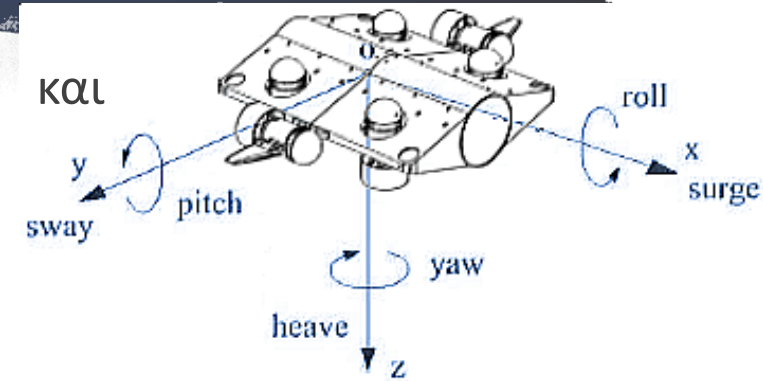
Πρωτότυπο Όχημα (2/2)

- 6 DC Motors (800 RPM/V – 11.1v)
- 12 relays
- 1 Adafruit dc motor shield
- 1 3-cell LiPo 2700mAh
- 1 DC step-down to 5v
- 1 Raspberry Pi 4
- 1 IMU sensor (MPU6050)
- 1 endoscope camera



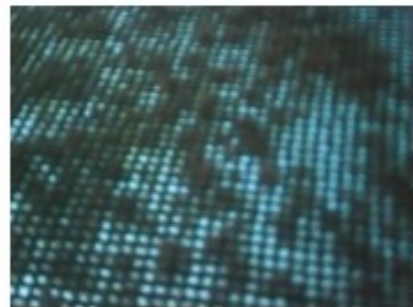
Διαθέτει 5 βαθμούς ελευθερίας μπορεί να πραγματοποιήσει:

- Μεταφορικές κινήσεις:
 - Surge
 - heave
- Περιστροφικές κινήσεις:
 - Roll
 - Pitch
 - yaw



Δοκιμές

- Δοκιμές στα ιχθυοτροφεία Μάιος 2021
- Λήψη φωτογραφιών



Kalypso v1 (6 motors)

- Ανάπτυξη της πρώτης έκδοσης του τελικού οχήματος

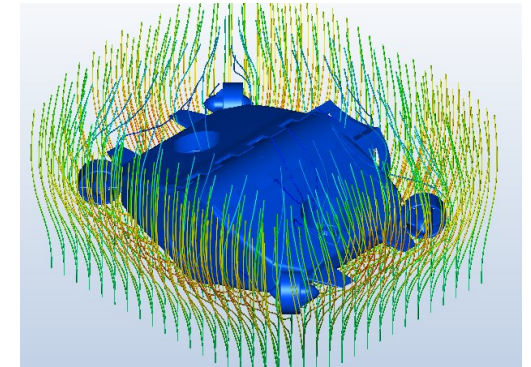
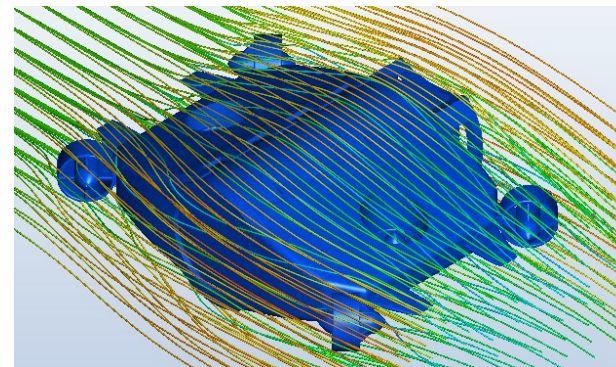
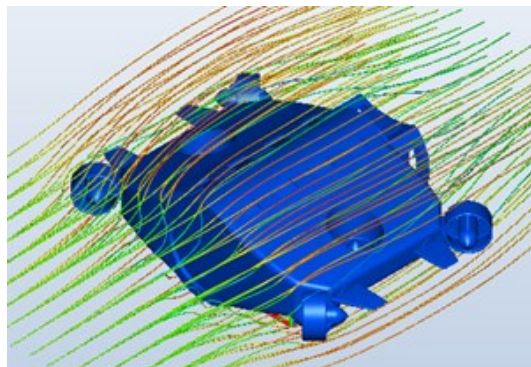


Προσομοίωση ροής

- Force during the surge motion: 123.55 Newton
- Force during the sway motion: 71.27 Newton
- Force during the heave motion: 286.62 Newton

$$C_D = \frac{2 \cdot F_D}{v^2 \cdot \rho_{sw} \cdot A}$$

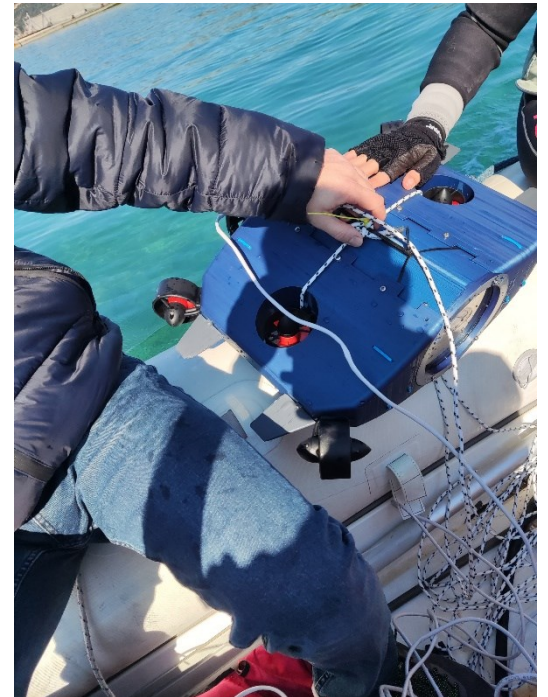
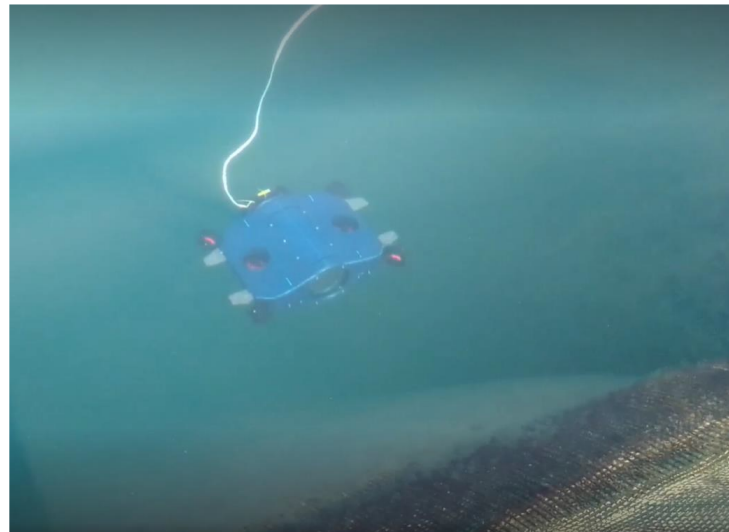
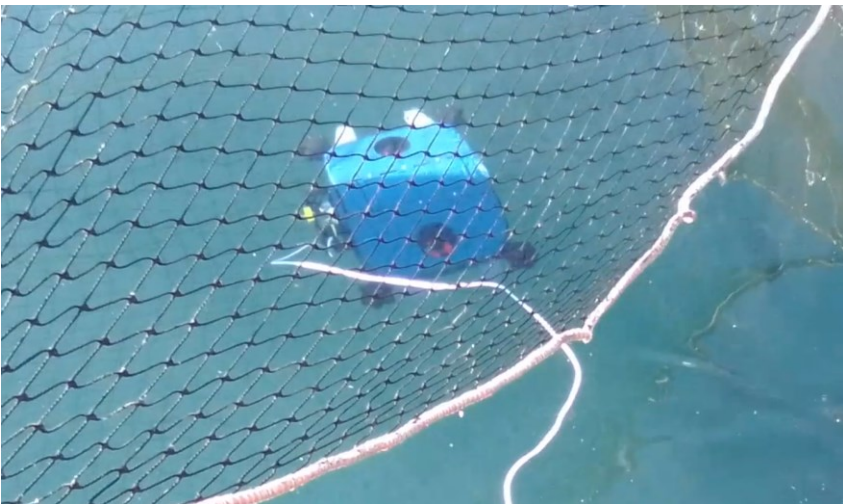
- Total Drag Coefficient:
 - Surge: 0.498
 - Sway: 0.864
 - Heave: 3.266



Parameter	Value
Fluid	Sea Water
Density of Fluid	1.0212 g/cm ³
Pressure	201549 pa = 1.989 atm
Temperature	18 °C
Velocity	2 m/s, 1 m/s heave
Iterations	100

Δοκιμές

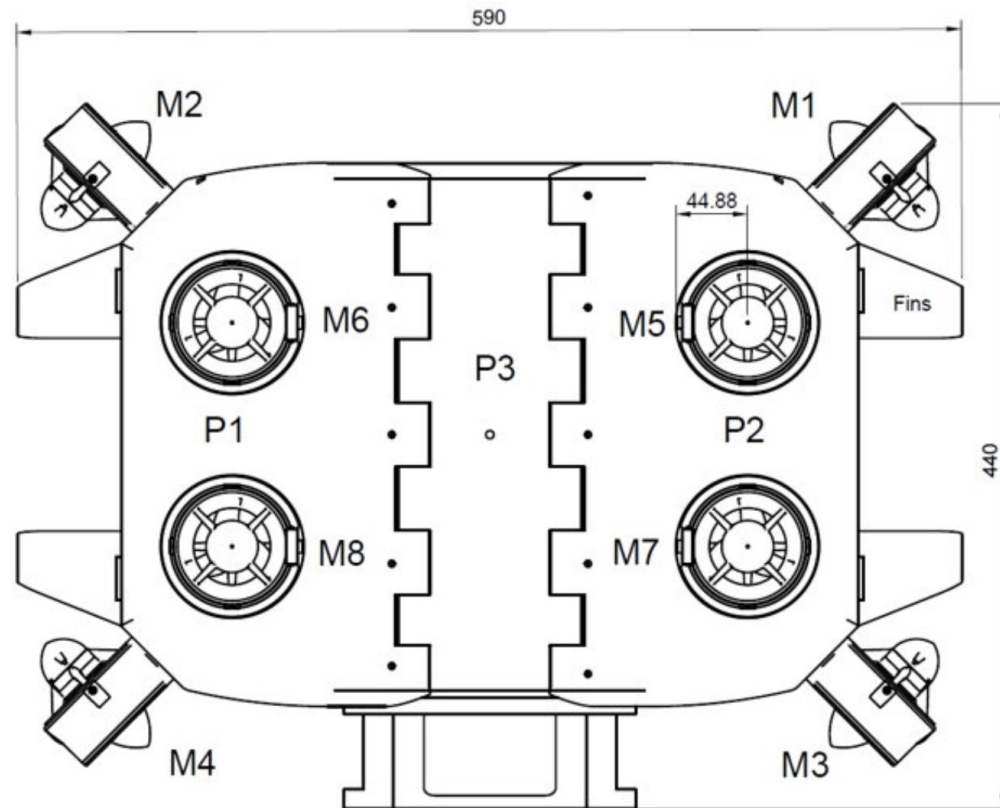
- Δοκιμάστηκε στη Σάμο και στη Κεφαλλονιά
- Μέγιστο βάθος που δοκιμάστηκε ήταν τα 16 μέτρα



7. Τελική Αναφορά Προόδου

Έκθεση

Καλυρσο – 8 κινητήρες



Kalypso

- Η κεντρική πλακέτα είναι mini PC μάρκας Intel NUC με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:
 - επεξεργαστής: 4 πυρήνες και 8 νήματα με ταχύτητα 2.3GHz (Intel i5-8259U), RAM 16GB
- Στην κεντρική πλακέτα θα γίνεται όλη η επεξεργασία των δεδομένων, της υπολογιστικής όρασης, της κίνησης και του ελέγχου των αισθητήρων.
- Επίσης, χρησιμοποιείται επιπλέον πλακέτα για τη σύνδεση κινητήρων και αισθητήρων Raspberry Pi 4 με χαρακτηριστικά:
 - επεξεργαστή Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz και μνήμη RAM 4GB
- Ακόμα, χρησιμοποιείται η πλακέτα διασύνδεσης Pixhawk για την πλοήγηση του οχήματος με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:
 - επεξεργαστής 32-bit ARM Cortex M4 core με FPU και μνήμη 168 Mhz/256 KB RAM/2 MB

Kalypso – ηλεκτρονικά

Component	Name	Qty
Thrusters	T60 2216 860KV or T200	8
ESCs	BLHeli ESC 30A	8
Processors	Pixhawk PX4 PIX 2.4.8	1
	Raspberry pi 3 Model B	1
	Intel NUC8i5BEK	1
Batteries	10.000 mAh 14.8V	2
Power module	APM (step down and sensing)	1
Sensors	Pressure sensor MS5837-30BA	1
	Temperature sensor NTC 3950	1
	Leak sensor	1
	Camera 1080p	1
	Ping Sonar Echosounder	2
Lights	Led strip 2400 – 2600 lumens	1

Καλυρσο - λογισμικό

Το λογισμικό του ρομποτικού συστήματος χωρίζεται σε τέσσερα βασικά μέρη ένα για κάθε πλακέτα:

- **Mini PC:** Στο mini-PC είναι εγκατεστημένο το λογισμικό Linux στο οποίο εκτελείται ο κώδικας του ρομπότ σε ρυθμό. Από εκεί τρέχει το πρόγραμμα για την κίνηση του ρομπότ και την υπολογιστική όραση για την αναγνώριση των διχτυών και των νεκρών ψαριών.
- **Pixhawk:** Σε αυτή την πλακέτα γίνεται ο έλεγχος της κίνησης των κινητήρων σε συνδυασμό με τους αισθητήρες. Είναι υπεύθυνη για την σταθεροποίηση του ρομπότ αλλά και την κίνηση.
- **Topside computer:** εκεί γίνεται έλεγχος του ρομπότ και της εικόνας που αποδίδει. Μπορεί να τρέξει προγράμματα κίνησης και υπολογιστικής όρασης και έχει συνδεδεμένο το πρόγραμμα QGroundControl, το οποίο είναι μια διεπαφή με το ρομπότ.
- **Raspberry Pi:** Είναι υπεύθυνο για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του υπολογιστή και του Pixhawk. Έχει περασμένο πρόγραμμα το οποίο μπορεί να ελέγξει τις λειτουργίες του Pixhawk και να το αναβαθμίσει.

Καλυρσο - Πειράματα

- Το Καλυρσο πειραματίστηκε σε κλουβιά ιχθυοτροφείων στην Kefalonia Fisheries S.A. και το μέγιστο βάθος που επιτεύχθηκε ήταν 16,8 μέτρα.
- Τα εξαρτήματά του έχουν βαθμολογηθεί για 100 μέτρα βάθος, αλλά επειδή δεν είχαμε τα μέσα για να πραγματοποιήσουμε πειράματα σε τόσο μεγάλο βάθος, το μέγιστο δοκιμασμένο βάθος ήταν περίπου 16,8 μέτρα.
- Τα διχτυωτά κλουβιά διέφεραν σε σχήμα (κυβικά και κωνικά δίχτυα), μέγεθος και δίχτυ. Τα πειράματα στα δίχτυα των αλιευτικών κλωβών της Κεφαλονιάς ήταν διπλά.
- Σε μέρος των πειραμάτων, το ρομπότ δοκιμάστηκε ως δεμένο χειροκίνητο όχημα (ROV) ελεγχόμενο από έναν χειριστή που επιθεώρησε τα δίχτυα χρησιμοποιώντας ημιαυτόματες κινήσεις.
- Αυτές οι κινήσεις περιλαμβάνουν τη λειτουργία σταθεροποίησης, η οποία διατηρεί την κατεύθυνση, και τη λειτουργία διατήρησης βάθους, η οποία είναι μια βελτιωμένη έκδοση της λειτουργίας σταθεροποίησης που διατηρεί το τρέχον βάθος.

Καλυρσο - Πειράματα

- Σε πειράματα επίβλεψης, το όχημα δοκιμάστηκε ως αυτόνομο όχημα χωρίς πρόσδεση AUV.
- Η Καλυψώ εκτέλεσε αυτόνομες αποστολές εντός των διχτυωτών κλωβών προκειμένου να καταγράψει το βίντεο για μεταγενέστερη επεξεργασία.
- Επίσης, παρατηρήθηκε ότι τα ψάρια κρατούσαν απόσταση 1,5 έως 2 μέτρων από το ρομπότ επιτρέποντας την άψογη λειτουργία του αισθητήρα απόστασης που ήταν στραμμένος προς τα δίχτυα σε σταθερή απόσταση 80-140 cm.



Αξιολόγηση από τα ιχθυοτροφεία

Όλες αυτές οι παραπάνω ενέργειες αποτελούν βασικό κομμάτι της διαχείρισης μια πλωτής εγκατάστασης και απαιτούν την απασχόληση μεγάλου μέρους του εργατικού δυναμικού της μονάδας και ιδιαίτερα των δυτών. **Οι καταδυτικές εργασίες σε μια μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας εξυπηρετούνται από εξωτερικά συνεργεία, αυξάνοντας το συνολικό κόστος της παραγωγής.** Ακόμη, η εργασία τους διέπεται από συγκεκριμένη νομοθεσία που αφορά κυρίως τις ώρες καταδύσεις, περιορίζοντας την πραγματοποίηση των καθημερινών εργασιών.

Ακόμη, με την χρήση του ROV επιτυγχάνεται η παρακολούθηση του ίδιου του **ιχθυοπληθυσμού** που συνεπάγεται την **έγκαιρη ανίχνευση αλλαγής στην συμπεριφορά του.** Μπορεί να συνεισφέρει στην πρώιμη διάγνωση ασθενειών ή στρεσογόνων καταστάσεων, επιτρέποντας στον παραγωγό να προβεί σε προληπτικές ενέργειες, βελτιώνοντας τόσο τις συνθήκες διαβίωσης όσο και την παραγωγικής διαδικασίας.

Επίσης, η παρακολούθηση του πληθυσμού μέσω του ROV μπορεί να συνεισφέρει στον **έλεγχο του ταΐσματος,** ελέγχοντας σε πραγματικό χρόνο την όρεξη για θρέψη. Ο ταϊστής παρακολουθεί τον πληθυσμό και διακόπτει την πρόσληψη τροφής, αν για κάποιο λόγο τα ψάρια σταματούν να τρέφονται. Με το τρόπο αυτό διασφαλίζουμε την όρεξη και υγεία του πληθυσμού. Στην αντίθετη περίπτωση, περιορίζουμε την απώλεια της τροφής, **εμποδίζοντας την κατασπατάληση πόρων αλλά και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.**

Αξιολόγηση από τα ιχθυοτροφεία

Με την προσθήκη κατάλληλων αισθητήρων, το ρομποτικό μηχάνημα μπορεί να γίνει όχημα μέτρησης και καταγραφής φυσικοχημικών παραγόντων σε όλη την στήλη του νερού, ακόμη και στα πιο δυσπρόσιτα σημεία. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης και καταγραφής περιβαλλοντικών **δεικτών ευζωίας όπως ο κορεσμός του οξυγόνου, θερμοκρασία και άλλοι.**

Θετικό χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου ρομποτικού οχήματος είναι πως δεν υπάρχει όχληση των ιχθύων μέσα στο κλουβί. Τα ψάρια κολυμπούν κανονικά χωρίς κάποια ένδειξη στρες, που θα μπορούσε να επιβαρύνει την ευζωία τους και τον ρυθμό ανάπτυξη τους.

Ακόμη, το ROV είναι εύκολο στην χρήση από τον ιχθυοκαλλιεργητή και δεν απαιτεί συγκεκριμένη **εκπαίδευση του χρήστη.** Ο χρήστης τοποθετεί το ROV μέσα στον κλωβό και αυτό πραγματοποιεί αυτόματα τον έλεγχο του κλωβού. Άλλα θετικό χαρακτηριστικό του ρομπότ είναι η ταχύτητα πλεύσης του, που σημαίνει ότι μπορεί να διεκπεραιώσει τον έλεγχο του κλωβού σε μικρό χρονικό διάστημα. Τέλος **το χαμηλό κόστος του ρομπότ (έως 4.500 ευρώ),** αποτελεί πλεονέκτημα καθώς επιτρέπει την αγορά περισσότερων από ένα οχήματος, τα οποία μπορεί να λειτουργούν ταυτόχρονα και έτσι ο έλεγχος της μονάδας θα ολοκληρώνεται σε μικρότερο χρονικό διάστημα....

Αξιολόγηση από τα ιχθυοτροφεία - αρνητικά

Το **βάρος του οχήματος**, καθώς ο μεγάλος αριθμός των κλωβών απαιτεί τις συχνές **μετακινήσεις** του από τον ένα κλωβό στον άλλο, κανοντάς το πιο εύχρηστο αν ήταν ελαφρύτερο.

Την **έλλειψη διεπαφής χρήστη (interface)**, **δεν υπάρχει έλεγχος της θέσης του ρομπότ** όσο είναι σε αυτόματη κατάσταση λειτουργίας μέσα στον κλωβό. Σε περίπτωση που διακοπεί η λειτουργία του ή το ρομπότ δεν ολοκληρώσει τον έλεγχο του κλωβού για οποιοδήποτε λόγο ο χρήστης δεν μπορεί να το γνωρίζει, παρά μόνο όταν θα κάνει τον έλεγχο του βίντεο στον υπολογιστή. Η λήψη των δεδομένων από το ρομπότ απαιτεί είτε την μεταφορά του στην ξηρά, είτε την μεταφορά εξοπλισμού (laptop, router) στην θάλασσα, γεγονός που δυσχεραίνει την χρήση του. Επίσης, σε αυτό το σημείο απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό για την λήψη των δεδομένων, οπότε θα ήταν επιθυμητή η αυτοματοποίηση αυτής της διαδικασίας.

Παρατηρήθηκε πολυμερισμός του εξωτερικού του ρομπότ κατά την έκθεση του στον ήλιο. Οι συνθήκες εργασίες στους πλωτούς κλωβούς δεν επιτρέπουν την άμεση αποθήκευση του ρομπότ μετά την χρήση του, κάνοντας πολύ πιθανή την έκθεση του στον ήλιο. Προτείνεται η χρήση πιο ανθεκτικού υλικού, λόγω των ειδικών συνθηκών των πλωτών μονάδων εκτροφής.

Οικονομικός Απολογισμός

•Στον πιο κάτω πίνακα φαίνεται ο οικονομικός απολογισμός, 8 μέρες πριν το τέλος του έργου, όπως απεικονίζεται στον ΕΛΚΕ του πανεπιστημίου Αιγαίου:

Σε εκκρεμότητα: Ορκωτός Λογιστής 1.550 Δικαιώματα πατέντας: <1.000
Σημαντική μείωση 21,9 % από την Πρόβλεψη στην πρόταση.

Κατηγορίες	Πρόβλεψη (πρόταση)	Τελικό
EP1 - Δαπάνες προσωπικού	280.000,00 €	267.763,43 €
EP2 - Δαπάνες οργάνων και εξοπλισμού, κτιρίων και γηπέδων	75.000,00 €	75.586,81 €
EP4 - Πρόσθετα γενικά έξοδα και λοιπές λειτουργικές δαπάνες	50.000,00 €	44.153,61 €
EMEO - Έμμεσες λειτουργικές δαπάνες	42.000,00 €	11.092,51 €
ME1 - Δαπάνες για μελέτες τεχνικής σκοπιμότητας	20.000,00 €	9.982,00 €
KA1 - Δαπάνες για ενισχύσεις καινοτομίας	60.000,00 €	2.542,00 €
ΣΥΝΟΛΑ	527.000,00 €	411.120,36 €

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ – ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ

		Ενδ.	Τελική
CO01	Αριθμός επιχειρήσεων που ενισχύονται	1	1
CO02	Αριθμός επιχειρήσεων που λαμβάνουν επιχορηγήσεις	1	1
CO05	Αριθμός νέων επιχειρήσεων που ενισχύονται	0	1
CO24	Αριθμός νέων ερευνητών σε οντότητες που ενισχύονται	2,33	11
CO26	Αριθμός επιχειρήσεων που συνεργάζονται με ερευνητικά ινστιτούτα	1	1
CO27	Έρευνα, Καινοτομία: Ιδιωτικές Επενδύσεις που αντιστοιχούν σε δημόσια στήριξη στον τομέα της καινοτομίας ή της έρευνας και ανάπτυξης (σε €)	0,01	
CO28	Έρευνα και καινοτομία: Αριθμός επιχειρήσεων που ενισχύονται για να εισάγουν προϊόντα νέα στην αγορά	1	1
CO29	Έρευνα και καινοτομία: Αριθμός επιχειρήσεων που ενισχύονται για να εισάγουν προϊόντα νέα στην εταιρεία	1	1
5801	Επιστημονικές δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά με αξιολόγηση ή σε διεθνή συνέδρια με αξιολόγηση (peer reviewed)	1	
5802	Αιτήσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας σε εθνικό επίπεδο στο πλαίσιο της δράσης	0	1
5803	Αιτήσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο στο πλαίσιο της δράσης	0	0
5804	Αιτήσεις διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας PCT (Patent Cooperation Treaty) στο πλαίσιο της δράσης	0	0

8. Αναφορά Πειραμάτων

Έκθεση

8. Αναφορά Πειραμάτων

- Πραγματοποιήθηκε μια πρώτη δοκιμή στο λιμάνι του Καρλοβασίου, ώστε να επιβεβαιωθεί ότι ο κεντρικός σωλήνας του ρομπότ που περιέχει όλα τα ηλεκτρονικά μέρη είναι απόλυτα στεγανός. Η δοκιμή έγινε χωρίς ηλεκτρονικά μέρη εντός του σωλήνα και αποδείχθηκε ότι είναι 100% στεγανός σε βάθος 5-6 μέτρων.
- Η επόμενη δοκιμή έγινε στην παραλία Ποτάμι στη Σάμο και το ρομπότ περιείχε όλα τα μέρη και εξαρτήματα για την πλοήγησή του. Η πλευστότητα του ρομπότ ήταν ικανοποιητική και το μόνο που χρειαζόνταν ήταν κάποιες μικρές αλλαγές για την κατανομή του βάρους του, έτσι ώστε να ισορροπεί σε όλες τις πλευρές του. Η δοκιμή ολοκληρώθηκε με επιτυχία.
- Σε επόμενες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε ότι καθώς βυθίζονταν το ρομπότ υπήρχε πρόβλημα με την ισορροπία του. Το πρόβλημα αυτό επιλύθηκε προσθέτοντας κομμάτια φελλού στο εσωτερικό των φτερών αλλά και επιπλέον πτερύγια εξωτερικά των φτερών.

8. Αναφορά Πειραμάτων

- Τον Ιανουάριο του 2022 πραγματοποιήθηκε η δεύτερη επίσκεψη στο χώρο των Ιχθυοτροφείων Κεφαλονιάς, κατά την οποία παρουσιάστηκε και δοκιμάστηκε ο νέος σχεδιασμός του υποβρύχιου ρομποτικού συστήματος. Ο σχεδιασμός αυτός περιλαμβάνει περισσότερους και πιο δυνατούς κινητήρες, πιο ισχυρό υπολογιστικό σύστημα το οποίο θα μπορεί να ανταπεξέρθει στις απαιτήσεις του λογισμικού και των λειτουργιών του ρομπότ καθώς και απόλυτη αδιαβροχοποίηση.
- Στις 5 Φεβρουαρίου πραγματοποιήθηκε επιπρόσθετη μελέτη και μέτρηση της αντοχής του υποβρυχίου οχήματος σε βάθος 16 μέτρων κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Το μέγιστο βάθος στο χώρο των κλωβών στην Κεφαλονιά είναι στα 10-12 μέτρα, όμως για να επιβεβαιωθεί η αντοχή στην πίεση του νερού που ασκείται στο υποβρύχιο σε μεγάλο βάθος δοκιμάστηκε σε περισσότερα μέτρα.



9. Λογισμικού ρομποτικού συστήματος

Λογισμικό

9. Λογισμικό ρομποτικού συστήματος (Λογισμικό)

- Λογισμικό του ρομποτικού οχήματος

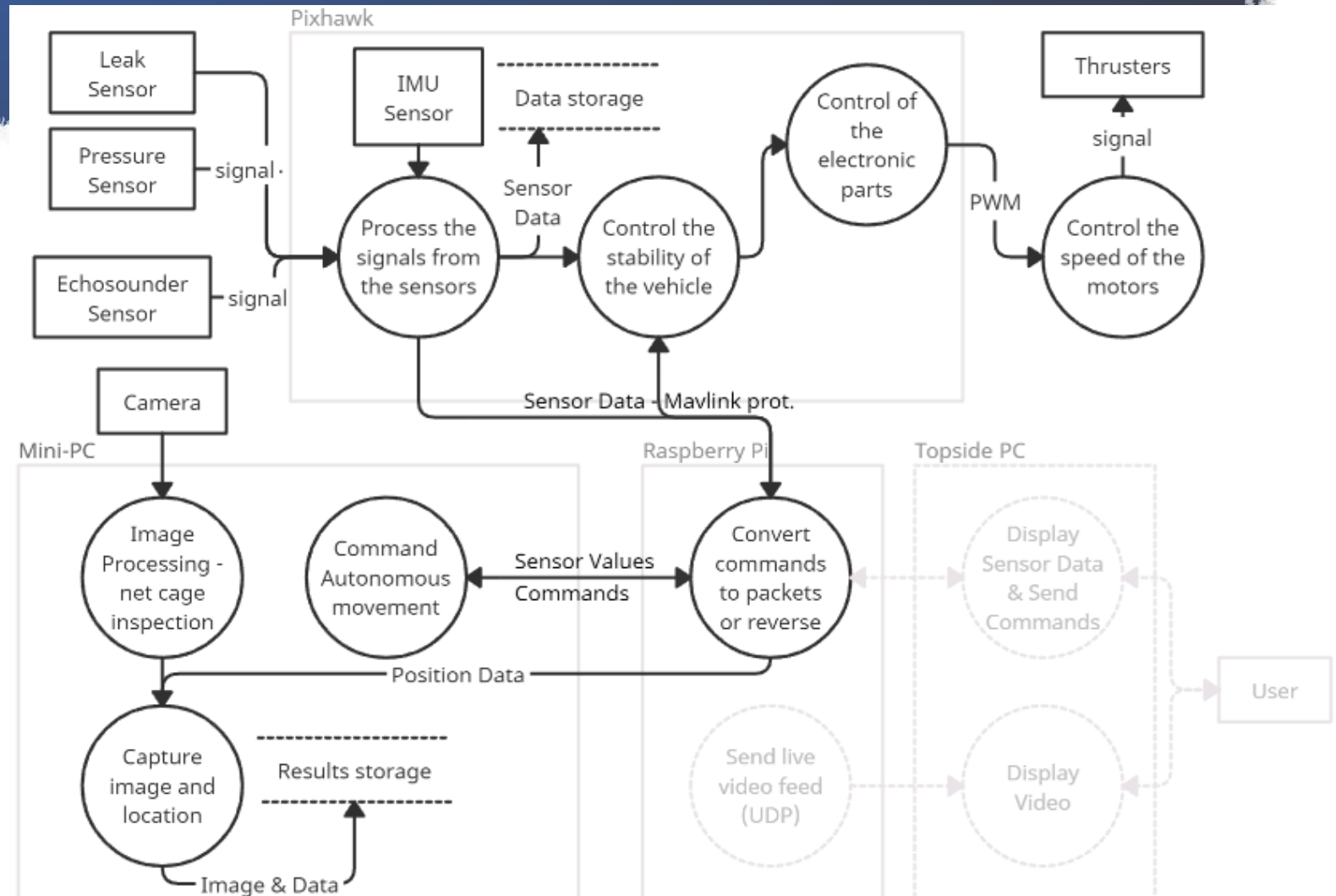
- Το ρομπότ αποτελείται από 4 βασικά μέρη:

Pixhawk

Mini-PC

Raspberry Pi

Topside PC





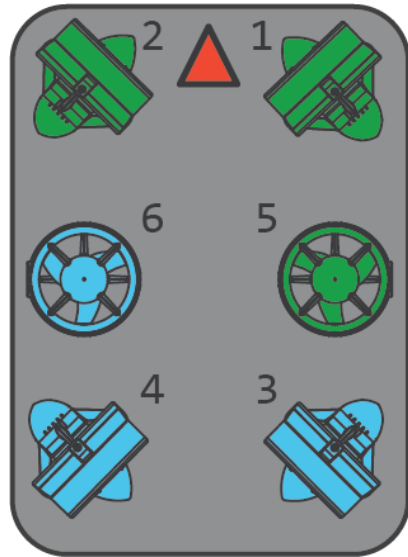
values
Depth (m)
-1.2
Ground Speed (m/s)
1.6
Dive Time
00:02:36

Γραφικό περιβάλλον QGC

QGroundControl:

- Εμφάνιση Live Video
- Εμφάνιση των τιμών των αισθητήρων
- Εμφάνιση την κατάσταση του οχήματος
- Χειρισμός του οχήματος

Παραμετροποίηση Ardusub-Pixhawk



COMPASS_MOT_Z	0 mGauss/A	Motor interference compensation for body frame Z
COMPASS_PMOT_EN	Disabled	per-motor compass correction enable
FRAME_CONFIG	Vectored_6DOF	Frame configuration
FS_CRASH_CHECK	Disabled	Crash check enable
INS_STILL_THRESH	0.100	Stillness threshold for detecting if we are moving
MOT_10_DIRECTION	normal	Motor normal or reverse
MOT_11_DIRECTION	normal	Motor normal or reverse
MOT_12_DIRECTION	normal	Motor normal or reverse
MOT_1_DIRECTION	normal	Motor normal or reverse
MOT_2_DIRECTION	normal	Motor normal or reverse
MOT_3_DIRECTION	reverse	Motor normal or reverse
MOT_4_DIRECTION	reverse	Motor normal or reverse
MOT_5_DIRECTION	normal	Motor normal or reverse
MOT_6_DIRECTION	reverse	Motor normal or reverse
MOT_7_DIRECTION	reverse	Motor normal or reverse
MOT_8_DIRECTION	normal	Motor normal or reverse
MOT_9_DIRECTION	normal	Motor normal or reverse
MOT_BAT_CURR_MAX	0.000 A	Motor Current Max
MOT_BAT_CURR_TC	5.000 s	Motor Current Max Time Constant
MOT_BAT_IDX	First battery	Battery compensation index
MOT_BAT_VOLT_MAX	0.000 V	Battery voltage compensation maximum voltage
MOT_BAT_VOLT_MIN	0.000 V	Battery voltage compensation minimum voltage
MOT_BOOST_SCALE	0.0	Motor boost scale
MOT_FV_CPLNG_K	1.0	Forward/vertical to pitch decoupling factor
MOT_HOVER_LEARN	Unknown: 2	Hover Value Learning
MOT_PWM_MAX	1900 PWM	PWM output maximum
MOT_PWM_MIN	1100 PWM	PWM output minimum

Παραμετροποίηση Raspberry

- Παραμετροποίηση του πρωτοκόλλου και δημιουργία θυρών για συνδέσεις
 - `--master=/dev/autopilot,115200`
 - `--load-module='GPSInput,DepthOutput'`
 - `--source-system=200`
 - `--cmd="set heartbeat 0"`
 - `--cmd="param forceload /home/pi/companion/params/serial0.param"`
 - `--logfile=/tmp/telemetry.tlog`
 - `--out udpin:localhost:9000`
 - `--out udpin:0.0.0.0:14660`
 - `--out udpbcast:192.168.2.255:14550`
 - `--mav20`
 - `--streamrate 10`
 - `--default-modules=output,param`
 - `--out udpbcast:192.168.2.255:14000`
 - `--out udpbcast:192.168.2.255:13000`
 - `--out udpbcast:192.168.2.255:11000`

Companion Computer Status

CPU Load: 24%
Free RAM: 626.984 MB
Used RAM: 232.938 MB
Total RAM: 859.922 MB
CPU Status: Throttling has occurred, Under-voltage has occurred

Active Services

- wldriver
- nmeax
- file-manager
- audio
- commrouter
- webterminal
- webui
- video
- mavproxy

Detected Devices

Video Devices: None!
Audio Devices: None!
Serial Devices:

- FT231X_USB_UART

Προγραμματισμός Python για κίνηση

- Χρήση του πρωτοκόλλου Mavlink με την βοήθεια της βιβλιοθήκης pymavlink
- Δημιουργία βασικών συναρτήσεων για την κίνηση

Main
inspection
net_loop
side_movement
fix_left
blink

Init
initialize
heartbeat_repeat

Movement	
set_target_depth	set_relay
set_target_attitude	lights
send_rc	clear_motion
lateral	forward
heave	move_distance
roll	roll_manual
yaw	yaw_manual
pitch	pitch_manual

Status_mode
arm
disarm
disconnect
depth_hold
stabilize
manual
message
calibrate_pressure
reboot_autopilot

Receive_data
distance
get_data

Arm_move
grip
tie



10. Παρουσιάσεις του Project σε εμπορικές εκθέσεις

Αφίσα

Sea Food Expo 2023

- Βαρκελώνη Άνοιξη 2023



11. Ποιοτικός έλεγχος ψαριών

Έκθεση αντί δημοσίευση

Περιεκτικότητα σε ω3 λιπαρά οξέα

ΕΙΔΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (γραμμάρια)	ΕΡΑ (γρ/100 γρ φιλέτου)	ΔΗΑ(γρ/100 γρ φιλέτου)	Total(γρ/100 γρ φιλέτου)	mg/100gr
ΤΣΙΠΟΥΡΑ	400-600	0,35	0,76	1,11	1110
ΤΣΙΠΟΥΡΑ	600-800	0,23	0,59	0,82	820
ΤΣΙΠΟΥΡΑ	1000-1500	0,51	1,17	1,68	1680
ΛΑΒΡΑΚΙ	300-400	0,43	0,76	1,19	1190
ΛΑΒΡΑΚΙ	400-600	0,47	0,77	1,24	1240
ΛΑΒΡΑΚΙ	600-800	0,27	0,48	0,75	750
ΛΑΒΡΑΚΙ	1000-1500	0,23	0,43	0,66	660

11. Ποιοτικός έλεγχος ψαριών

- Στις πλωτές μονάδες εκτροφής υπάρχει η δυσκολία παρατήρησης των πληθυσμών κάτω από το νερό, γεγονός που δυσχεραίνει την συλλογή και αξιολόγηση των δεδομένων και την γενικότερη διαχείριση των κλωβών.
- Ειδικότερα, στην Μεσογειακή ιχθυοκαλλιέργεια οι πλωτές εγκαταστάσεις αποτελούνται από πολλούς κλωβούς μικρών διαστάσεων, όπου η διαχείριση τους απαιτεί μεγάλο φόρτο εργασίας.
- Τεχνολογίες όπως το Kalypso, είναι πολύ χρήσιμες καθώς αναμένεται να βοηθήσουν στην επίλυση προβλημάτων διαχείρισης.
- Τα πλεονεκτήματα ενός τέτοιου συστήματος έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη εποπτεία των πλωτών εγκαταστάσεων σε πραγματικό χρόνο, οδηγώντας σε:
 - Βελτίωση κατάστασης δικτυών όσον αφορά την επιβάρυνση σε φυτοπλαγκτόν και μικροοργανισμούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου μέσα στους κλωβούς που ευνοεί τον ρυθμό ανάπτυξης και την ευζωία των πληθυσμών. Ακόμη, τα καθαρά δίκτυα αποτρέπουν την ανάπτυξη και την εξάπλωση παρασίτων, διατηρώντας την καλή κατάσταση της υγείας των ψαριών.

11. Ποιοτικός έλεγχος ψαριών

- Έγκαιρο εντοπισμό φθορών στα δίχτυα, με αποτελέσματα τον περιορισμό των διαφυγόντων ιχθύων στο περιβάλλον και της γενετικής ρύπανσης.
- Συχνότερο έλεγχο και καταμέτρηση νέκρων ψαριών στον πάτο του κλωβού, βελτιώνοντας την ποιότητα του περιβάλλοντος εκτροφής.
- Εγκατάσταση και έλεγχος αγκυροβολίων, αποτρέποντας την δημιουργία φθορών και την έγκαιρη επιδιόρθωση μηχανικών προβλημάτων των πλωτών εγκαταστάσεων. Όλες αυτές οι παραπάνω ενέργειες αποτελούν βασικό κομμάτι της διαχείρισης μια πλωτής εγκατάστασης και απαιτούν την απασχόληση μεγάλου μέρους του εργατικού δυναμικού της μονάδας και ιδιαίτερα των δυτών. Οι καταδυτικές εργασίες σε μια μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας εξυπηρετούνται από εξωτερικά συνεργεία, αυξάνοντας το συνολικό κόστος της παραγωγής. Ακόμη, η εργασία τους διέπεται από συγκεκριμένα

12. Μελέτη για πατέντες

Έκθεση

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΕΥΡΕΣΗΣ

- Η συγκεκριμένη εφεύρεση συνιστά ένα οικονομικό αυτόνομο υποβρύχιο όχημα (AUV)
- Επιθεωρεί και επισκευάζει δίκτυα σε διχτυωτούς κλωβούς που διατηρούνται στα Ιχθυοτροφεία
- Καταγράφει σημεία φθοράς ή επικείμενης φθοράς
- Διαθέτει ειδικό εξάρτημα δαγκάνας για την αφαίρεση φυτών και εξάρτημα συρραφής για σχισμένα δίκτυα
- Συνεπώς επιλύει το τεχνικό πρόβλημα της επιτήρησης και της επισκευής διχτυών κλωβών ιχθυοτροφείων

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΕΥΡΕΣΗΣ

ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ (ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΥΝ)

- Για την επιτήρηση σε λειτουργία ΑΥΝ, το όχημα περιηγείται στους διχτυωτούς κλωβούς συλλέγοντας και επεξεργάζοντας βίντεο με σκοπό τον εντοπισμό ανοιγμάτων στα δίχτυα
- Με τη βοήθεια λογισμικού υπολογιστικής όρασης που διαθέτει, εντοπίζει τα ανοίγματα στα δίχτυα που πρέπει να επισκευαστούν, με ακρίβεια, εξαρτώμενη από τον κλωβό και τις συνθήκες (κυματισμό, φωτισμό, μάτι διχτυών), σε ποσοστό άνω του 80% στο πρώτο πέρασμα, και σε ποσοστό 100% αν κάνει 2-3 περάσματα, διαφορετικές ώρες της μέρας

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΕΥΡΕΣΗΣ

ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ (ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΥΤ)

- Μόλις εντοπιστεί κάποιο άνοιγμα, καταγράφεται η εικόνα και η περιοχή που βρέθηκε το άνοιγμα
- Το σύστημα εντοπίζει φυτά, τα οποία εξαιτίας του βάρους τους είναι η βασική αιτία πρόκλησης σχισιμάτων, με ακρίβεια άνω του 95%, ανάλογα με την ώρα και το φωτισμό

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΕΥΡΕΣΗΣ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ROV

- Ο χρήστης μπορεί να προβεί στη συρραφή των ανοιγμάτων, στην αφαίρεση των φυτών και των νεκρών ψαριών
- Παίρνει τον έλεγχο του οχήματος με τηλεχειρισμό τοποθετεί το ανάλογο εργαλείο (δαγκάνα, εξάρτημα συρραφής ή άρπαγα) και ξεκινάει η διαδικασία αφαίρεση φυτών ή συρραφής

ΒΑΣΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΕΥΡΕΣΗΣ

- Η εφεύρεση περιορίζει το κόστος συντήρησης των δικτύων του ιχθυοτροφείου, μειώνοντας τη συχνότητα ανάγκης επιθεώρησης των κλωβών από δύτες
- Εύκολη παραμετροποίηση του οχήματος κυρίως σε επίπεδο υλικού και σχεδίασης. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη εξειδίκευση
- Στιβαρός σχεδιασμός του οχήματος. Ολόκληρο το όχημα και τα εξαρτήματά του είναι 3D-εκτυπωμένο
- Διαθέτει 8 κινητήρες που του παρέχουν έξι βαθμούς ελευθερίας, έχοντας έτσι τη δυνατότητα να εκτελέσει 3 περιστροφικές και 3 μεταφορικές κινήσεις
- Διατηρεί χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για χειροκίνητες όσο και για αυτόματες λειτουργίες

ΒΑΣΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΕΥΡΕΣΗΣ

- Χάρη στον σχεδιασμό του, το υποβρύχιο όχημα επιτυγχάνει εύκολα την πλευρική κίνηση αυξάνοντας την σταθερότητα, συγκρατώντας το βάθος του πιο αποτελεσματικά. Η πλευρική κίνηση είναι η επικρατούσα κίνηση που εκτελεί το όχημα κατά την επίβλεψη των διχτυωτών κλωβών.

ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ Η ΕΦΕΥΡΕΣΗ

- Στον τομέα των Ιχθυοκαλλιεργειών και συγκεκριμένα στην επιθεώρηση των δικτυών στους δικτυωτούς κλωβούς ιχθυοτροφείων
- Με τον κατάλληλο προγραμματισμό, πολύ ευκολά μπορεί να μετατραπεί σε ρομπότ επόπτευσης σκαφών, λιμανιών, μαρίνων, αγωγών κλπ.

ΑΞΙΩΣΕΙΣ

1. Μέθοδος υποβρύχιας επιτήρησης δικτυών ιχθυοτροφείων μέσα σε κλωβό με υποβρύχιο όχημα, **που χαρακτηρίζεται από το ότι περιλαμβάνει:**
 - A. Μέθοδο αυτόνομης κίνησης του οχήματος μέσα στον κλωβό και
 - B. Μέθοδο εντοπισμού πιθανών σχισμάτων στο δίχτυ

ΑΞΙΩΣΕΙΣ

2. Σύστημα υποβρύχιας επιτήρησης και συρραφής διχτυών ιχθυοτροφείων μέσα σε κλωβό με υποβρύχιο όχημα, που εφαρμόζει την μέθοδο της αξίωσης 1 και **χαρκτηρίζεται από το ότι περιλαμβάνει**

A. Όχημα AUV

B. Τρία εργαλεία:

B.1. Προσθαφαιρούμενο Εργαλείο Συρραφής,

B.2. Προσθαφαιρούμενη Δαγκάνα για φυτά,

B.3. Προσθαφαιρούμενο Άρπαγα για νεκρά ψάρια

Γ. Λογισμικό για έξυπνη πλεύση, λειτουργία και όραση

ΑΞΙΩΣΕΙΣ

3. Σύστημα υποβρύχιας επιτήρησης και συρραφής δικτυών ιχθυοτροφείων σύμφωνα με την αξίωση 2 που **χαρακτηρίζεται από το ότι** από τους οκτώ κινητήρες που περιλαμβάνει,
- A. Οι τέσσερις είναι κατακόρυφα προσανατολισμένοι σε προσανατολισμό τετράγωνου σχήματος, τοποθετημένοι στο σώμα του οχήματος
- B. Οι άλλοι τέσσερις είναι επίσης σε προσανατολισμό τετράγωνου σχήματος, τοποθετημένοι στο εξωτερικό του σώματος του οχήματος

ΑΞΙΩΣΕΙΣ

4. Σύστημα υποβρύχιας επιτήρησης και συρραφής δικτυών ιχθυοτροφείων σύμφωνα με τις αξιώσεις 2-3, **που χαρακτηρίζεται από το ότι :**

Α. το όχημα διαθέτει στο πίσω τμήμα καπάκι-χερούλι το οποίο καλύπτει τα καλώδια που συνδέονται με τους κινητήρες και που βρίσκονται στο εσωτερικό του οχήματος και το οποίο λειτουργεί και ως χερούλι συγκράτησης του οχήματος

ΑΞΙΩΣΕΙΣ

5. Σύστημα υποβρύχιας επιτήρησης και συρραφής δικτυών ιχθυοτροφείων σύμφωνα με τις αξιώσεις 2-4, **που χαρακτηρίζεται από το ότι :**
- A. κατά τη χρήση των εργαλείων με τηλεχειρισμό, το όχημα χρησιμοποιείται ως ROV, αντί AUV που λειτουργεί κατά την επιτήρηση
 - B. ο χειρισμός των εργαλείων γίνεται με ένα Η/Υ από σταθμό βάσης

ΑΞΙΩΣΕΙΣ

6. Σύστημα υποβρύχιας επιτήρησης και συρραφής διχτυών ιχθυοτροφείων σύμφωνα με τις αξιώσεις 2-5, **που χαρακτηρίζεται από το ότι:**

Α. το αριστερό και το δεξί πλευρικό τμήμα του οχήματος δεν είναι το καθένα ενιαίο, αλλά αποτελείται το καθένα από δύο όμοια τμήματα τα οποία, συναρμολογούμενα μεταξύ τους σχηματίζουν έκαστο ένα πλευρικό τμήμα, το αριστερό και το δεξί.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

- Κατάθεση Αίτησης για Χορήγηση Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας (Ημερομηνία Αρχικής Δημιουργίας: 06-07-2023)
- Αριθμός αξιώσεων : 6
- Τύπος έκθεσης έρευνας : Απλή έκθεση έρευνας
- Για το συγκεκριμένο θέμα έχει συνταχθεί προηγουμένως και ΠΡΟΕΡΕΥΝΑ από τον Ο.Β.Ι
- Αναμένεται να στείλει ο ΟΒΙ, την αρχική Έκθεση Έρευνας (έχει προγραμματισθεί να σταλεί εντός του Ιανουαρίου)

13. The hole detection system

Δημοσίευση αντί έκθεση

The hole detection system

> REPLACE THIS LINE WITH YOUR MANUSCRIPT ID NUMBER (DOUBLE-CLICK HERE TO EDIT) <

Building Kalypso: the Hole Detection System

Nikos Vasilopoulos and Ergina Kavallieratou

Abstract— The hole detection system of Kalypso represents a significant advancement in net monitoring for fisheries inspections. By integrating advanced imaging technologies and intelligent algorithms, this system ensures the integrity and security of fish cages. With its ability to accurately detect and localize holes or damage in real-time, Kalypso's hole detection system enhances the efficiency, accuracy, and sustainability of aquaculture operations. It empowers fish farm operators to proactively maintain nets, minimize risks, and ensure the well-being of fish stocks, while optimizing resource allocation and improving overall net management strategies.

Index Terms—Underwater vehicle, fishery nets, cages, net hole detection system, image processing.

I. INTRODUCTION

In the realm of underwater robotics, ensuring the integrity of nets in fish cages is of utmost importance for the successful operation of aquaculture facilities. Kalypso [1], the groundbreaking 3D-printed underwater vehicle designed for fisheries inspections, incorporates an innovative hole detection system that revolutionizes net monitoring and maintenance. The hole detection system of Kalypso leverages advanced imaging technologies and intelligent algorithms to identify and assess potential breaches in the net structure. By combining two high-resolution cameras and specialized image processing techniques, this system provides real-time and accurate detection of holes, tears, or other damage in the net material.

In similar previous works, frequent inspection of salmon cage integrity proved crucial to prevent fish escapes [2]. This paper presents a modularized processing framework based on advanced computer vision to detect potential net damages in video recordings from cleaner robots. The framework includes deep learning-based net structure segmentation, transfer learning-based hole classification, and computer vision-based modules for irregularity detection, filtering, and tracking. The approach copes with difficult lighting conditions typical in aquaculture environments. In [3] a second-generation embedded system is presented for real-time hole detection in aquaculture nets from video input. The system processes videos under varying lighting, haze, and hole sizes. Implemented on an

Detecting damaged fishnets [4] using autonomous underwater vehicles (AUVs) offers a safe solution in turbid underwater environments. An AUV pose control strategy based on mean gradient features enables clear net images, and a trained convolutional neural network (CNN) combined with a controller automates distance control. The proposed method demonstrates effectiveness in swimming pools and real fish farm environments. The article [5] presents an algorithm for automatic net damage detection in sea cages for real-time on-ROV processing. It includes image segmentation, noise reduction, outlier analysis, perspective error reduction, and spatial-temporal tracking. The approach demonstrates accuracy and suitability for embedded platforms.

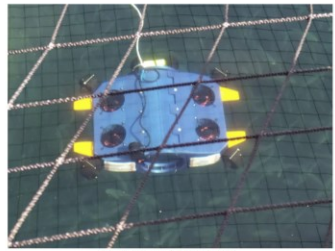


Fig.1. The AUV Kalypso.

In our system, the two high-resolution cameras, strategically positioned on Kalypso, forward and downward, capture detailed images of the net during the inspection process. These cameras withstand the challenging underwater conditions, ensuring reliable performance and image quality even in low-light (special lights are used) or turbid water environments. With the ability to record high-definition visual data, the hole detection system enables comprehensive monitoring of the net's condition. The captured visual data is then processed using advanced image processing techniques. These algorithms analyze the images in real-time, detecting anomalies,



14. Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας

Έκθεση

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας

Δυνατότητες χρήσης του AUV Kalypso για επιτήρηση

- Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο χρόνος επιθεώρησης ενός ιχθυοκλωβού από το AUV Kalypso είναι περίπου 30 λεπτά και υποθέτοντας αυτονομία λειτουργίας 3 ώρες και χρόνο επαναφόρτισης 2 – 4 ώρες θεωρούμε ότι το AUV μπορεί να πραγματοποιεί 2 κύκλους επιθεώρησης ημερησίως.
- Έτσι, στην περίπτωση των Ιχθυοτροφείων Κεφαλονιάς για την επιθεώρηση των 140 ιχθυοκλωβών 1 φορά την εβδομάδα απαιτούνται 70 ώρες χρήσης AUV που αντιστοιχούν σε 2-3 AUV .
- Εκτιμούμε όμως ότι λόγω της απλότητας στη χρήση του και του χαμηλού κόστους λειτουργίας του θα μπορούσαν να χρησιμοποιούνται περισσότερα ρομπότ για συχνότερη επιθεώρηση των ιχθυοκλωβών προκειμένου να εντοπίζονται έγκαιρα τυχόν προβλήματα καθώς και για να μην χάνεται χρόνος στην επαναφόρτιση.
- Επιπλέον, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη συνολική παρακολούθηση των περιβαλλοντικών και φυσικοχημικών συνθηκών και παραμέτρων υγείας του ιχθυοπληθυσμού ώστε να παρέχει μία συνολική επιτήρηση του περιβάλλοντος εκτροφής με την προσθήκη κατάλληλων αισθητήρων.

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας

Δυνατότητες χρήσης του AUV Kalypso για εκτέλεση εργασιών

- Στο παρόν στάδιο εξέλιξης του, το AUV Kalypso δεν φαίνεται να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την εκτέλεση εργασιών καθώς ο ρομποτικός βραχίονας MURA που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος έχει περιορισμένη ευελιξία και δυνατότητες.
- Ωστόσο, το AUV Kalypso θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση εργασιών συμπληρωματικά και υποβοηθητικά στο έργο των δυτών εφόσον τροποποιηθεί ο σχεδιασμός του συμπεριλαμβάνοντας ένα ρομποτικό βραχίονα με περισσότερους βαθμούς ελευθερίας και αυξημένη ικανότητα χειρισμού αντικειμένων.
- Πρέπει, επίσης να σημειωθεί ότι η χρήση ρομποτικού βραχίονα για την απομάκρυνση των φυτών από τα δίχτυα για την αντιμετώπιση του biofouling δεν φαίνεται να είναι η καταλληλότερη και πλέον αποδοτική μέθοδος καθώς για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται, όπως προαναφέρθηκε, συστήματα πεπιεσμένου ύδατος ενώ πρόσφατα αναπτύσσονται αυτόνομα ρομποτικά συστήματα που βουρτσίζουν τα δίχτυα.
- Επίσης, η χρήση ρομποτικού βραχίονα δεν μπορεί να απομακρύνει αποτελεσματικά τα νεκρά ψάρια τα οποία συσσωρεύονται σε μεγάλους αριθμούς στον πυθμένα του ιχθυοκλωβού και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συστήματα άντλησης με πεπιεσμένο αέρα.

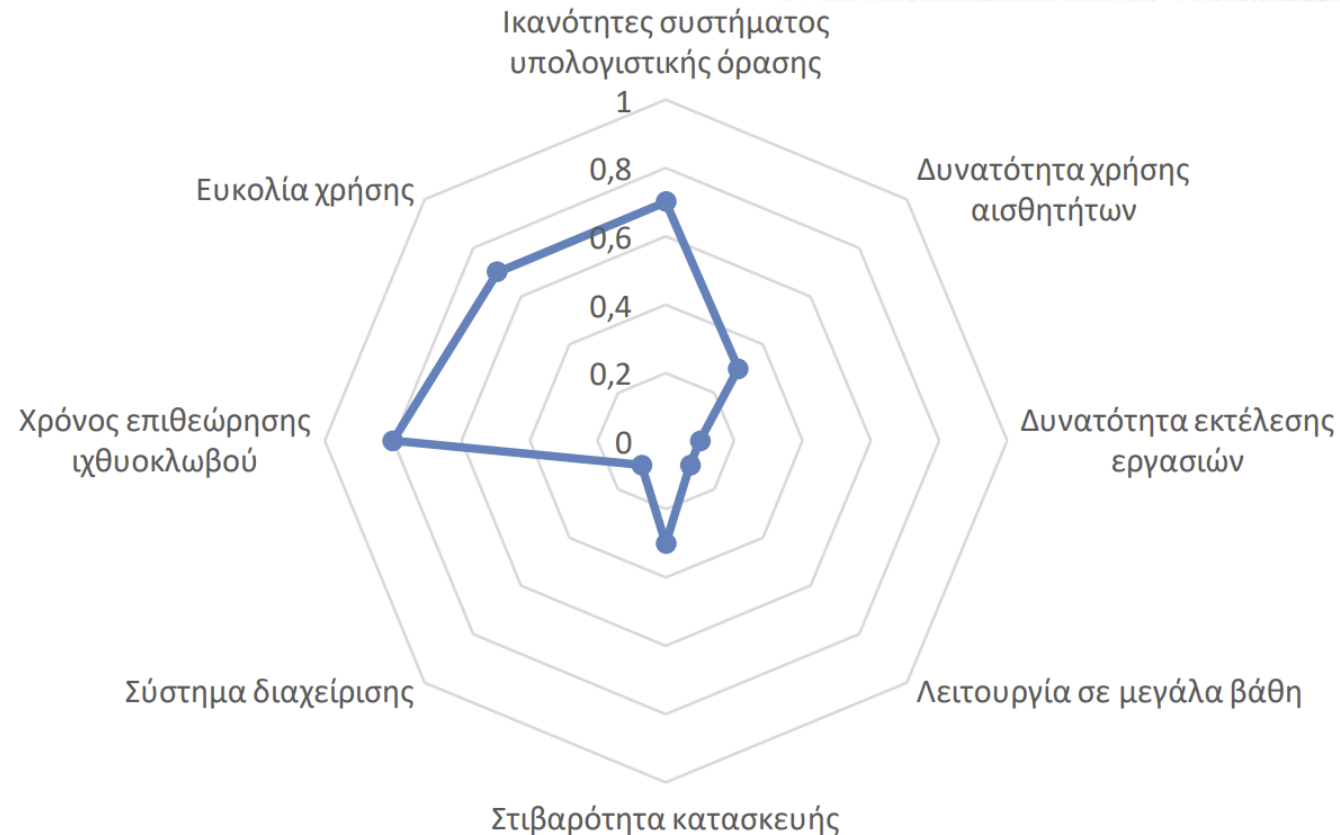
Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Δυνατότητες χρήσης του AUV Kalypso σε άλλους κλάδους

- Το AUV Kalypso διαθέτοντάς ένα εξελιγμένο σύστημα υπολογιστικής όρασης που μπορεί να εκπαιδευτεί για τον εντοπισμό διαφόρων προβλημάτων και διαθέτοντας αυτονομία δράσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και σε άλλους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας πέραν από τον ιχθυοτροφικό.
- Έτσι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί όπου υπάρχουν αυξημένες ανάγκες υποβρύχιας επιθεώρησης εγκαταστάσεων (μαρίνες και λιμάνια, πλατφόρμες άντλησης υδρογονανθράκων, υπεράκτια αιολικά πάρκα, υποθαλάσσιοι αγωγοί ή καλωδιακά συστήματα κ.α).
- Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι στις περιπτώσεις αυτές είναι προτιμότερη η χρήση ROV με ικανότητα κατάδυσης σε μεγάλα βάθη και εκτέλεσης εργασιών βαρέος τύπου.
- .

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Δυνατότητες χρήσης του AUV Kalypso σε άλλους κλάδους

- Το AUV Kalypso δεν διαθέτει αυτές τις ικανότητες και θεωρούμε ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μόνο επικουρικά και όχι να υποκαταστήσει τη χρήση ROV στο ρόλο τους.
- Τα ROV που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες αυτές είναι συνήθως περίπλοκα στη χρήση τους, ογκώδη και κατά συνέπεια το κόστος για τη χρήση τους είναι αυξημένο.
- Μία πιθανή, λοιπόν, χρήση του AUV Kalypso θα ήταν η συνεχής επιτήρηση υποθαλάσσιων εγκαταστάσεων (χωρίς την ανάγκη παρουσίας χειριστή) προκειμένου να εντοπιστούν εγκαίρως τυχόν προβλήματα ώστε να παρεμβαίνει στη συνέχεια το ROV ή ένα καταδυτικό συνεργείο για την επιδιόρθωση του προβλήματος.

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Προτάσεις βελτίωσης του AUV Kalypso



Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Δυνατά σημεία

- Έχει ικανότητες αυτόνομης λειτουργίας με ελάχιστη ανθρώπινη καθοδήγηση και μπορεί έτσι να χαρακτηριστεί ως AUV (Autonomous Underwater Vehicle).
- Χρησιμοποιεί έναν εξελιγμένο αλγόριθμο υπολογιστικής όρασης που έχει εκπαιδευτεί για να καλύπτει τις ιδιαίτερες ανάγκες επιθεώρησης στα ιχθυοτροφεία.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί εντός των κλωβών των ιχθυοτροφείων χωρίς να επηρεάζονται τα ψάρια από την παρουσία του.

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας

Δυνατά σημεία

- Είναι οικονομικό στην κατασκευή του καθώς έχει κατασκευαστεί με προηγμένες τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης.
- Είναι σχετικά απλό στη χρήση του και συνεπώς οικονομικό όσον αφορά στη συντήρηση και λειτουργία του.
- Ο πυρήνας της ερευνητικής ομάδας διαθέτει σημαντική τεχνογνωσία τόσο στο σχεδιασμό των μηχανικών και ηλεκτρονικών μερών του οχήματος όσο και στο σχεδιασμό και εκπαίδευση του αλγόριθμου υπολογιστικής όρασης.
- Ο αλγόριθμος υπολογιστικής όρασης είναι δυνατό να εκπαιδευτεί χωρίς σημαντική προσπάθεια για να καλύψει τις ανάγκες επιθεώρησης και σε άλλους τομείς οικονομικής δραστηριότητας.

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Αδυναμίες

- Το υποβρύχιο ρομποτικό όχημα, στο παρόν στάδιο εξέλιξης του, δεν έχει ιδιαίτερα στιβαρή κατασκευή καθώς έχει κατασκευαστεί με τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης και δεν έχει δοκιμαστεί η λειτουργία του σε μεγάλα βάθη. Προκειμένου να επιχειρεί σε μεγάλα βάθη ενδέχεται να απαιτηθεί εκτεταμένος ανασχεδιασμός.
- Ο αλγόριθμος για την αυτόνομη καθοδήγηση του υποβρύχιου ρομποτικού οχήματος δεν είναι βελτιστοποιημένος και έτσι το όχημα, αν και σε πολύ μεγάλο βαθμό αυτόνομο, απαιτεί κάποια περιορισμένη ανθρώπινη παρέμβαση για το χειρισμό του (π.χ στροφή σε γωνίες).
- Η αυτονομία λειτουργίας του είναι μικρή σχετικά με τις επιχειρησιακές ανάγκες που θα πρέπει να υποστηρίζει.
- Η μεταφορά του υποβρύχιου ρομποτικού οχήματος από τον ένα κλωβό στον άλλο απαιτεί, προφανώς, ανθρώπινη παρέμβαση.

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Αδυναμίες

- Δεν διαθέτει ικανότητες πραγματοποίησης υποβρύχιων εργασιών καθώς δεν διαθέτει ρομποτικούς βραχίονες με πολλαπλούς βαθμούς ελευθερίας και εργαλεία.
- Το υποβρύχιο ρομποτικό όχημα αποτελεί ένα πρωτότυπο το οποίο δεν διαθέτει, στο παρόν στάδιο, τις απαραίτητες πιστοποιήσεις προκειμένου να μπορεί να διατεθεί εμπορικά.
- Ο αλγόριθμος υπολογιστικής όρασης θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί περαιτέρω προκειμένου να επιτυγχάνονται ικανοποιητικά ποσοστά αναγνώρισης σε όλες τις κατηγορίες συμβάντων (π.χ ο αλγόριθμος υπολογιστικής όρασης παρουσιάζει σχετικά μειωμένη ακρίβεια στην αναγνώριση των φυτών εντός των κλωβών).
- Θα απαιτηθούν κάποια αρχικά επενδυτικά κεφάλαια προκειμένου να ξεκινήσει η εμπορική αξιοποίηση αλλά η χρηματοοικονομική επάρκεια του σχήματος δεν μπορεί, σε αυτή τη φάση, να αποτιμηθεί.
- Δεν υπάρχουν επαρκείς ανθρώπινοι πόροι και ικανότητες που θα απαιτηθούν στη φάση επιχειρησιακής λειτουργίας (π.χ διοικητική και λογιστική υποστήριξη, πωλήσεις, τεχνικοί υποστήριξης και συντήρησης κ.α).

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Ευκαιρίες

- Το υποβρύχιο ρομποτικό όχημα απαντά σε μία υπαρκτή ανάγκη των ιχθυοτροφείων για την τακτική επιθεώρηση των εγκαταστάσεων τους από καταδυτικά συνεργεία ιδίως σε σημεία που δεν υπάρχει διαθέσιμο καταδυτικό συνεργείο.
- Υπάρχουν αυξανόμενες ανάγκες για υποβρύχια επιθεώρηση εγκαταστάσεων αλλά και πραγματοποίησης εργασιών σε άλλους τομείς (π.χ μαρίνες και λιμάνια, πλατφόρμες άντλησης υδρογονανθράκων, υπεράκτια αιολικά πάρκα, υποθαλάσσιοι αγωγοί ή καλωδιακά συστήματα).
- Υπάρχει έλλειψη σε καταδυτικά συνεργεία λόγω και της προαναφερθείσας αύξησης των αναγκών για υποβρύχια επιθεώρηση εγκαταστάσεων και εκτέλεση εργασιών.

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Ευκαιρίες

- Η εμπορική αξιοποίηση μπορεί να γίνει με μορφή υπηρεσίας αντί εφάπαξ πώλησης εξοπλισμού δημιουργώντας σταθερές χρηματοροές.
- Η περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη για την αναβάθμιση του υποβρύχιου ρομποτικού οχήματος και του αλγορίθμου επιχειρηματικής όρασης μπορεί να υποστηριχθεί από ερευνητικά προγράμματα.
- Το θεσμικό πλαίσιο για τους τεχνοβλαστούς είναι ευνοϊκό επιτρέποντας την εμπορική αξιοποίηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων.
- Υπάρχει ευνοϊκό περιβάλλον χρηματοδότησης μέσω του τραπεζικού συστήματος ή δράσεων του αναπτυξιακού νόμου.

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Απειλές

- Το υποβρύχιο ρομποτικό όχημα καλύπτει, σε αυτή τη φάση εξέλιξης του, τις ανάγκες επιθεώρησης σε ιχθυοτροφία με αποτέλεσμα η βιωσιμότητα του επιχειρηματικού σχεδίου να εμφανίζει ισχυρή εξάρτηση με τις προοπτικές του ιχθυοτροφικού κλάδου.
- Ο ιχθυοτροφικός κλάδος, τουλάχιστον στη χώρα μας, κυριαρχείται από μικρό αριθμό εταιρειών. Η αδυναμία σύναψης συνεργασίας με τις μεγαλύτερες εξ αυτών θέτει εν αμφιβόλω την βιωσιμότητα του επιχειρηματικού σχεδίου.
- Ο ιχθυοτροφικός κλάδος στη χώρα μας παρουσιάζει τα τελευταία έτη συνεχή οικονομικά προβλήματα που οδήγησαν στη συρρίκνωση ή τον αφελληνισμό του κλάδου. Τα οικονομικά προβλήματα του κλάδου ενδέχεται να καταστήσουν δυσχερή τη σύναψη συνεργασίας και επισφαλή την είσπραξη απαιτήσεων.
- Αδυναμία οριζόντιας επέκτασης των πλεονεκτημάτων του υποβρύχιου ρομποτικού οχήματος και του αλγορίθμου υπολογιστικής όρασης σε άλλους κλάδους πλην του ιχθυοτροφικού θα περιορίσει τις προοπτικές του επιχειρηματικού σχεδίου.

Μελέτη τεχνικής σκοπιμότητας Απειλές

- Αδυναμία εξεύρεσης του προσωπικού και των δεξιοτήτων που θα απαιτηθούν για τη βελτιστοποίηση του υποβρύχιου ρομποτικού οχήματος καθώς και στη φάση επιχειρησιακής λειτουργίας.
- Αδυναμία συνδυασμού των δεξιοτήτων της ερευνητικής ομάδας με μία πελατοκεντρική φιλοσοφία που είναι απαραίτητη στη φάση επιχειρησιακής λειτουργίας ενδέχεται να έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ανταπόκριση στις ανάγκες της αγοράς.
- Το ανταγωνιστικό πεδίο ενδέχεται με μεταβληθεί τα επόμενα έτη με είσοδο νέων υποβρύχιων ρομποτικών συστημάτων με αυξημένες δυνατότητες επιθεώρησης ή εκτέλεσης εργασιών. Η διατήρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος αναμένεται ότι θα απαιτεί συνεχή έρευνα και ανάπτυξη.
- Η αδυναμία πρόσβασης στις διεθνείς αγορές θα περιορίσει τις προοπτικές του επιχειρηματικού σχεδίου λόγω του περιορισμένου μεγέθους της εγχώριας αγοράς.

Διερεύνηση δυνατότητας ίδρυσης τεχνοβλαστού

- Η παραπάνω ανάλυση νεκρού σημείου δείχνει ότι, τηρουμένων των υποθέσεων, ο όγκος πωλήσεων που πρέπει να επιτευχθεί προκειμένου ο τεχνοβλαστός να καλύπτει τα ετήσια έξοδα του κυμαίνεται σε μη απαγορευτικά επίπεδα με βάση τα δεδομένα τόσο της ελληνικής όσο και της διεθνούς αγοράς.



ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. M. Vasileiou, N. Manos, N. Vasilopoulos, A. Douma, and E. Kavallieratou, Kalypso Autonomous Underwater Vehicle: A 3D-printed Underwater vehicle for inspection at Fisheries, *Journal of Mechanisms and Robotics*, ASME, 2024 (May 2, 2023). <https://doi.org/10.1115/1.4062355>.
2. M. Vasileiou, N. Manos, and E. Kavallieratou, MURA: A Multipurpose Underwater Robotic Arm mounted on Kalypso UV in Aquaculture, Springer, *Marine Systems & Ocean Technology*, 2023. <https://doi.org/10.1007/s40868-023-00129-2>
3. M. Rousouliotis, M. Vasileiou, N. Manos, and E. Kavallieratou, “Employing an underwater vehicle in education through a learning programming platform to boost motivation and creativity”, *Computer Applications in Engineering Education*, Wiley, 2023 (Accepted)
4. E. Kavallieratou, K. Paraskevas and M. Vasileiou, Building Kalypso: The Software, 2023 7th International Conference on Robotics and Automation Sciences (ICRAS), IEEE, Wuhan, China, 2023, pp. 37-42. <https://doi.org/10.1109/ICRAS57898.2023.10221581>.
5. N. Manos , M. Vasileiou, and E. Kavallieratou, Building Kalypso: The Construction, 5th International Conference on Advances in Signal Processing and Artificial Intelligence (ASP AI’ 2023), Tenerife (Canary Islands), IFSA, Spain, 7-9 June, pp. 195–198, 2023.
6. N. Vasilopoulos, E. Kavallieratou, and E. Stamatatos, Building Kalypso: The navigation system, 5th International Conference on Advances in Signal Processing and Artificial Intelligence (ASP AI’ 2023), Tenerife (Canary Islands), IFSA, Spain, 7-9 June, 2023.

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. K. Paraskevas and E. Kavallieratou, Detecting Holes in Fish Farming nets: A Two-Method approach, 2023 International Conference on Control, Automation and Diagnosis (ICCAD), IEEE, Rome, Italy, 2023. <https://doi.org/10.1109/ICCAD57653.2023.10152452>.
2. M. Vasileiou, N. Manos, and E. Kavallieratou, An Underwater Vehicle for Aquaculture Inspection, 7th International Conference on Control, Automation and Diagnosis (ICCAD'23), IEEE, Rome, Italy, 2023. <https://doi.org/10.1109/ICCAD57653.2023.10152412>.
3. M. Vasileiou, N. Manos, and E. Kavallieratou, IURA: An Inexpensive Underwater Robotic Arm for Kalypso ROV, 2022 IEEE International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME), pp.832-837, IEEE, Male, Maldives, 2022. <https://doi.org/10.1109/ICECCME55909.2022.9988259>.
4. K. Paraskevas and E. Kavallieratou, Detecting Holes in Fishery Nets using an ROV, 2022 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME) 2022, IEEE, Male, Maldives, pp. 1282-1286,. <https://doi.org/10.1109/ICECCME55909.2022.9988724>.
5. M. Vasileiou, N. Manos, and E. Kavallieratou, A Low-Cost 3D Printed Mini Underwater Vehicle: Design and Fabrication, 2021 IEEE 20th International Conference on Advanced Robotics (ICAR), IEEE, Lubiana, Slovenia, pp.390-395, 2021. <https://doi.org/10.1109/ICAR53236.2021.9659412>.