



[Τίτλος του εγγράφου]



<https://www.bluedivet.eu/>

PR2: Προγράμματα Σπουδών για την Επαγγελματική Κατάρτιση στον τομέα του μπλε προφίλ ψηφιοποίησης Τίτλος: Διαδίκτυο των Πραγμάτων



[Τίτλος του εγγράφου]

Ακρωνύμιο έργου:	Μπλε DiVET
Πλήρης τίτλος του έργου:	Δεξιότητες ψηφιοποίησης της γαλάζιας οικονομίας για μαθητές ΕΕΚ
Συγγραφέας(ες): Γ:	Γιώργος Κεχαγιάς
Επίπεδο διανομής:	
Συνολικός αριθμός σελίδων:	34
Έκδοση:	0,1 (σχέδιο) ή 1 / 2
Γλώσσα	Αγγλικά
Αναθεωρήθηκε από:	
Κατάσταση:	
Ημερομηνία παράδοσης:	4/7/2023

Έλεγχος έκδοσης

Αριθμός	Ημερομηνία	Περιγραφή



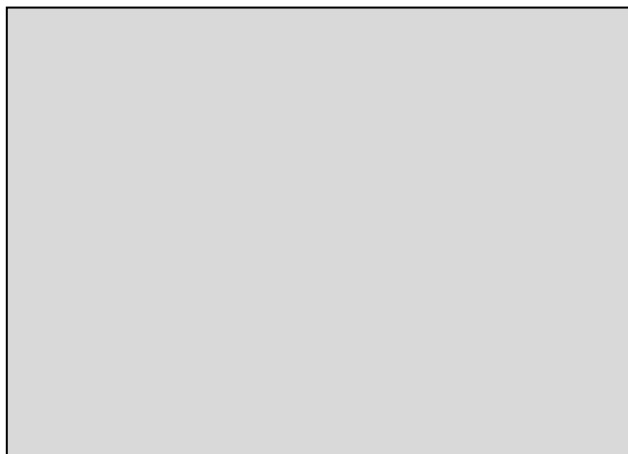
[Τίτλος του εγγράφου]

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	3
1. Τίτλος παραγράφου: Τίτλος 1.....	4
1.1 Παράγραφος Υπότιτλος 1: Τίτλος 2.....	4
1.1.1 Παράγραφος Υπότιτλος 2: Τίτλος 3	4
1. Εισαγωγή:	7
2. Μαθησιακά αποτελέσματα:	9
3. Περιγραφή της Μονάδας:	9
4. Θεωρητικό περιεχόμενο της ενότητας:	12
5. Πρακτικά παραδείγματα/μελέτες περίπτωσης:	24
6. Πρόσθετες πηγές:	30
7. Αναφορές:.....	31
8. Γλωσσάριο:	34
9. Αξιολόγηση:	35
2. Παραρτήματα.....	37
2.1 Παράρτημα I - Τίτλος Α	37
2.2 Παράρτημα II - Τίτλος Β.....	40



[Τίτλος του εγγράφου]



Σχήμα 1. Εικόνα Τίτλος



[Τίτλος του εγγράφου]

Πίνακας 1. Τίτλος πίνακα

Επικεφαλίδα στήλης 1	Επικεφαλίδα στήλης 2	Τίτλος στήλης 3	Τίτλος στήλης 4	Τίτλος στήλης 5
Κείμενο ή αριθμός	Κείμενο ή αριθμός	Κείμενο ή αριθμός	Κείμενο ή αριθμός	Κείμενο ή αριθμός



[Τίτλος του εγγράφου]

1. Εισαγωγή:

Η δημιουργία της θαλάσσιας γνώσης αρχίζει με την παρατήρηση και την παρακολούθηση των θαλασσών και των ωκεανών. Η γνώση είναι απαραίτητη για την επίτευξη καλής περιβαλλοντικής κατάστασης των θαλασσών και των ωκεανών που αποτελούν το 71% της επιφάνειας του πλανήτη μας και είναι μοχλός για τη βιώσιμη ανάπτυξη στη διασυνδεδεμένη παγκόσμια οικονομία. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2010)

Σημαντικός όγκος δεδομένων που παράγονται χρησιμοποιούνται στην πρόοδο της τεχνολογίας πληροφοριών μαζί με το Διαδίκτυο με στόχο τη μεταμόρφωση των ανθρώπινων ζώων. Η συγχώνευση ενός ανθρώπινου οράματος και της αποτελεσματικότητας των μηχανών οδήγησε στην ψηφιοποίηση των πραγμάτων. Μια τέτοια ψηφιοποίηση οδήγησε στο Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), στο οποίο τα δεδομένα μέσω του Διαδικτύου αποτελούν τη θεμελιώδη δομή. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) συνδέει συσκευές στο 29% της επιφάνειας της Γης. Έτσι το IoT αλλάζει τον τρόπο ζωής σε πολλούς τομείς του γήινου περιβάλλοντος. (Vijayan, 2023) Τα δεδομένα γεννιούνται από τους αισθητήρες ή τις έξυπνες συσκευές. Αυτά μετατρέπονται σε ψηφιακό φορτίο συλλέγονται και μεταδίδονται στο δίκτυο πληροφορικής μέσω του δικτύου επιχειρησιακής τεχνολογίας. Τα δεδομένα μεταφέρονται στο δημόσιο νέφος και στη συνέχεια σε μια βάση δεδομένων, όπου τα αναλύει το λογισμικό ανάλυσης ή η τεχνητή νοημοσύνη. Ως αποτέλεσμα, η μεγαλύτερη χρήση του IoT στο νέφος έχει λειτουργήσει ως ακρογωνιαίος λίθος για την ανάπτυξη κλιμακούμενων εφαρμογών και επιχειρηματικών μοντέλων IoT. (Vijayan, 2023)

Το ενδιαφέρον και η πρόοδος των τεχνολογιών IoT σε πολλούς τομείς έχουν οδηγήσει στην εξερεύνηση του υπόλοιπου 71% της γης που καλύπτεται από θάλασσα με ένα νέος τύπος IoT, το Διαδίκτυο των Υποθαλάσσιων πραγμάτων (IoUT). Το IoUT είναι ένας τομέας αυτοματισμού που δημιουργεί ένα οικοσύστημα έξυπνων διασυνδεδεμένων υποβρύχιων αντικειμένων που ελέγχουν και παρακολουθούν συσκευές και αισθητήρες. Πρόκειται για ένα έξυπνο δίκτυο με δυνατότητες αυτοεκμάθησης και ευφυούς υπολογισμού. (Vijayan, 2023)

Το IoUT παρέχει συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο για απομακρυσμένη πρόσβαση σε δεδομένα που σχετίζονται με τον υποβρύχιο βιότοπο οποτεδήποτε και οπουδήποτε. Έχει κατακτήσει τη θέση του σε διάφορους τομείς, όπως τα έξυπνα σκάφη, οι έξυπνες ακτές, ο εντοπισμός θέσης στον ωκεανό, η υποβρύχια έρευνα, η πρόληψη καταστροφών και στον κρίσιμο τομέα, για την προστασία της ζωής κάτω από το νερό, και κατ' επέκταση την προστασία του περιβάλλοντος. (Vijayan, 2023)



Co-funded by
the European Union



Αριθμός έργου: 2021-1-ES01-KA220-VET-000034899

[Τίτλος του εγγράφου]

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

2. Μαθησιακά αποτελέσματα

2.1 Γνώση

- Ορίστε τι είναι το Διαδίκτυο των πραγμάτων.
- Αναγνωρίστε τη διαφορά μεταξύ του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και του Διαδικτύου των Υποβρύχιων Πραγμάτων (IoUT).
- Αναφέρετε τις θαλάσσιες εφαρμογές του IoUT.
- Παρουσιάστε τις απαιτήσεις του συστήματος και των συστατικών στοιχείων και των εργασιών που πρέπει να εκτελούνται κατά το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εγκατάσταση ενός συστήματος IoUT.
- Παρουσιάστε τους διαφορετικούς τύπους επικοινωνίας και τα χαρακτηριστικά που κάνουν το IoUT να ξεχωρίζει από άλλες θαλάσσιες τεχνολογίες.
- Περιγράψτε τις κρίσιμες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η εφαρμογή των συστημάτων IoUT.
- Αναφέρετε τις πιθανές λύσεις για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζει η εφαρμογή των συστημάτων IoUT.
- Αναφέρετε πρακτικές εφαρμογές των συστημάτων IoUT.

2.2 Δεξιότητες

- Διακρίνετε τα τεχνικά χαρακτηριστικών μεταξύ του IoT και του IoUT
- Προσδιορίστε τον διάφορο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στο IoUT
- Διακρίνετε τους διάφορους τύπους δεδομένων που παρέχουν οι τεχνολογίες IoUT μέσω δραστηριοτήτων θαλάσσιας παρατήρησης

2.3 Στάσεις

- Να επιχειρηματολογείτε σχετικά με τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας IoUT για την επίτευξη μιας βιώσιμης γαλάζιας οικονομίας.
- Να υπερασπίζεστε την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στον τομέα της τεχνολογίας IoUT, ώστε να ξεπεραστούν οι τρέχουσες προκλήσεις.



[Τίτλος του εγγράφου]

3. Περιγραφή της Ενότητας:

Στην παρούσα **Ενότητα 2.1 Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)**, οι ορισμοί και οι εξελίξεις στον τομέα παρέχονται στην παράγραφο 4.1, ως σημείο εκκίνησης για τη γενική κατανόηση του εξεταζόμενου θέματος.

Ωστόσο, λόγω του ειδικού προσανατολισμού του εκπαιδευτικού προγράμματος BlueDivet προς τις τεχνολογίες για την ψηφιοποίηση της γαλάζιας οικονομίας, το **Διαδίκτυο των Υποβρύχιων Πραγμάτων (IoUT)** εισάγεται **ως μια νέα κατηγορία IoT** που επιδιώκει να καλύψει το κενό γνώσης και πληροφόρησης στο θαλάσσιο περιβάλλον, καθώς "δεν μπορείς να διαχειριστείς και να προστατεύσεις με βιώσιμο τρόπο αυτό που δεν παρακολουθείς και δεν μετράς". (Liquid Robotics, 2020)

Συνεχίζοντας την ανάλυση, στις παραγράφους 4.2 και 4.3 της ενότητας θα παρουσιαστούν οι **θαλάσσιες εφαρμογές** του Υποβρύχιου Διαδικτύου των Πραγμάτων, καθώς και τα **χαρακτηριστικά και οι διαφορές που** έχει αυτή η κατηγορία σε αντίθεση με το επίγειο διαδίκτυο των πραγμάτων IoT.

Αφού έχει επιτευχθεί μια σαφής διάκριση και κατανόηση της κατηγορίας IoUT, η ανάλυση συνεχίζεται στην ενότητα 4.4 με τα **χαρακτηριστικά και τα οφέλη** του IoUT, ενώ οι **προκλήσεις που αντιμετωπίζονται και οι λύσεις που παρέχονται** σε αυτό το τεχνολογικό πεδίο, μέσω περαιτέρω ερευνητικών εργασιών, θα συζητηθούν στην παράγραφο 4.5 της ενότητας.

Στην παράγραφο 4.6, παρουσιάζονται οι **πρόσφατες εξελίξεις** σε αυτή την τεχνολογία, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή, μεταξύ άλλων, στο ρόλο των αυτόνομων υποβρύχιων οχημάτων (AUV), των Sea Gliders ως τεχνολογία που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των δυνατοτήτων ωφέλιμου φορτίου, των καλωδιακών παρατηρητηρίων που φέρει, και της δορυφορικής ωκεανογραφίας. Όλες οι εξελίξεις στον τομέα έχουν επιλεγεί ως εξέχοντα παραδείγματα για τη μετάβαση που επιχειρείται από τα αναλογικά συστήματα στα ψηφιακά συστήματα διαχείρισης των ωκεανών.

Το θεωρητικό περιεχόμενο της ενότητας ολοκληρώνεται στην παράγραφο 4.7, όπου συζητείται η **ενσωμάτωση του IoUT (με) σε άλλες τεχνολογίες**. Στις συγκεκριμένες υποπαραγράφους επιλέχθηκαν, μεταξύ άλλων, πιο συγκεκριμένες τεχνολογίες όπως: Big Data, Blockchain και Intelligent Reflecting Surfaces, καθώς καταδεικνύουν τη συμπληρωματικότητα και τη συνέργεια που θα μπορούσε να έχει η τεχνολογία IoUT με τις άλλες τεχνολογίες για την ψηφιοποίηση της γαλάζιας οικονομίας που προωθείται στο πρόγραμμα σπουδών της BlueDivet.

Τέλος, οι δύο (2) μελέτες περίπτωσης που παρατίθενται στην ενότητα 5 έχουν να κάνουν με πραγματικές εφαρμογές και έργα που λαμβάνουν χώρα σήμερα στον τομέα της προστασίας



Co-funded by
the European Union



Αριθμός έργου: 2021-1-ES01-KA220-VET-000034899

[Τίτλος του εγγράφου]

του περιβάλλοντος και της θαλάσσιας παρατήρησης, παρουσιάζοντας τα πρακτικά οφέλη που έχουν από τη μετάβαση από **τη γαλάζια οικονομία** σε μια **βιώσιμη γαλάζια οικονομία**.

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

4. Θεωρητικό περιεχόμενο της ενότητας:

4.1 Ορισμός και εξέλιξη του πεδίου

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και ο αριθμός των έξυπνων συσκευών συνεχίζει να αυξάνεται σημαντικά, η ανάγκη για πανταχού παρούσες διαδικτυακές πλατφόρμες, με επίγνωση του πλαισίου που υποστηρίζουν, διασυνδεδεμένες, ετερογενείς και καταναμημένες οδήγησε σε αυτό που σήμερα αναφέρεται ως Διαδίκτυο των πραγμάτων. (Khodadadi et al., 2017) Επίσημως, ο όρος εισήχθη για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια μιας παρουσίασης το 1999 σχετικά με τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. (Ashton, 2009)

Έκτοτε, λαμβάνοντας υπόψη το ευρύ υπόβαθρο και τις πολυάριθμες απαιτούμενες τεχνολογίες, από τις συσκευές ανίχνευσης, τα υποσυστήματα επικοινωνίας, τη συγκέντρωση και την προεπεξεργασία δεδομένων και, τέλος, την παροχή υπηρεσιών, είναι προφανές ότι η δημιουργία ενός ξεκάθਾਰου ορισμού του "IoT" δεν είναι ένα τετριμμένο έργο. Από αυτή την άποψη, ο ορισμός του IERC αναφέρει ότι το IoT είναι: "μια δυναμική υποδομή παγκόσμιου δικτύου με δυνατότητες αυτοδιαμόρφωσης που βασίζονται σε τυποποιημένα και διαλειτουργικά πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπου τα φυσικά και εικονικά "πράγματα" έχουν ταυτότητες, φυσικά χαρακτηριστικά και εικονικές προσωπικότητες και χρησιμοποιούν ευφυείς διεπαφές και ενσωματώνονται απρόσκοπτα στο δίκτυο πληροφοριών". Κατά συνέπεια, το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι πολυδιάστατο και πολύπλευρο όπως και τα πολλά πράγματα που το αποτελούν, επομένως τα κύρια ζητήματα και οι προκλήσεις πρέπει να αντιμετωπιστούν συνολικά και από πολλές οπτικές γωνίες. (Vermesan και Bacquet, 2017)

Μπορεί να δηλωθεί σαφώς ότι το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) έχει εισέλθει σε πολλούς διαφορετικούς παράγοντες και έχει αποκτήσει περαιτέρω αναγνώριση. Από τους πιθανούς τομείς εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων, η ενέργεια και η προστασία του περιβάλλοντος ως μέρος ενός μελλοντικού οικοσυστήματος IoT έχουν κερδίσει μεγάλη προσοχή. (Vermesan and Friess, 2013) Ως αποτέλεσμα, οι τεχνολογίες που βασίζονται στο IoT μπορούν σίγουρα να εφαρμοστούν στην παρακολούθηση και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, κάνοντας χρήση εφαρμογών διαφορετικών τομέων, που χρησιμοποιούν διαφορετικές αρχιτεκτονικές συστημάτων IoT, όσον αφορά τεχνολογίες ανίχνευσης και ελέγχου και επικοινωνίας. (Xu et al., 2019)

4.2 Θαλάσσιες εφαρμογές του IoT: από το Διαδίκτυο των πραγμάτων στο Διαδίκτυο των υποθαλάσσιων πραγμάτων

Η προβολή της έννοιας του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) στη ναυτιλιακή βιομηχανία και ο επεκτατικός και μη αναστρέψιμος χαρακτήρας της εφαρμογής του, σε συνδυασμό με τη θεμελιακή φύση της ανθρώπινης ναυτιλιακής δραστηριότητας, θα διασφαλίσουν τη ριζική και

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

μακροπρόθεσμη ανάπτυξη υποσχόμενων τομέων της ναυτιλιακής τεχνολογίας. Έτσι, το **IoUT παρέχει συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο για απομακρυσμένη πρόσβαση σε δεδομένα που σχετίζονται με την επιφάνεια του νερού και τον υποθαλάσσιο βιότοπο χωρίς χωρικούς και χρονικούς περιορισμούς.** (Vijayan, 2023) Από την άποψη αυτή, είναι δυνατόν να προσδιοριστούν οι ακόλουθες δύο (2) κύριες εφαρμογές των τεχνολογιών **IoUT**: επιστημονικές και βιομηχανικές Εικ. 1.

Οι επιστημονικές εφαρμογές σχετίζονται με την παρατήρηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, δηλαδή την παρακολούθηση των γεωλογικών διεργασιών στον πυθμένα του ωκεανού, του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της θαλάσσιας ζωής. Παραδείγματα εφαρμογών παρακολούθησης του θαλάσσιου περιβάλλοντος με βάση το **IoUT** περιλαμβάνουν:

1. Ωκεάνια σάρωση και παρακολούθηση - ένα γενικό σύστημα για την παρακολούθηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, ένα έως τώρα καθιερωμένο σύστημα με τη χρήση ωκεανογραφικών και υδρογραφικών σκαφών,
2. Παρακολούθηση της ποιότητας του νερού - γενικά για την παρακολούθηση των συνθηκών και της ποιότητας του νερού, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας του νερού, του pH, της θολότητας, της αγωγιμότητας και της περιεκτικότητας σε διαλυμένο οξυγόνο σε κόλπους, λίμνες, ποτάμια και άλλα υδάτινα σώματα,
3. Παρακολούθηση των κοραλλιογενών υφάλων- παρακολουθεί το βιότοπο των κοραλλιογενών υφάλων και το περιβάλλον,
4. Παρακολούθηση ιχθυοτροφείων βαθέων υδάτων - παρακολουθεί την κατάσταση και την ποιότητα του νερού, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας και του pH, μετρά τα περιττώματα και την αφασία τροφής, καθώς και την κατάσταση των ψαριών, συμπεριλαμβανομένου του αριθμού των νεκρών ειδών,
5. Παρακολούθηση κυμάτων και ρευμάτων - μετρά κύματα και ρεύματα για ασφαλή και αξιόπιστη πλοήγηση,
6. Παρακολούθηση της ρύπανσης των ωκεανών - περιλαμβάνει χημική και βιολογική ανάλυση της ρύπανσης των ωκεανών και ανάλυση της θερμοκρασίας,
7. Ανάλυση των μεταβολών της πίεσης και της θερμοκρασίας συγκεκριμένων περιοχών,
8. Παρακολούθηση περιοχών κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου και αγωγών



[Τίτλος του εγγράφου]



Σχήμα 1. Εφαρμογή του IoUT (Mohsan et.al.,2023)

Επιπλέον, οι τεχνολογίες IoT επιτρέπουν την εφαρμογή νέων μοντέλων υποβρύχιας έρευνας σε εργασίες υποβρύχιας αρχαιολογίας, χαρτογράφησης του βυθού, αναζήτησης φυσικών πόρων και σε πολλές άλλες εφαρμογές. Στο πλαίσιο της πρόληψης θαλάσσιων ατυχημάτων και καταστροφών, οι τεχνολογίες IoT καθιστούν δυνατή την εφαρμογή υποσυστημάτων, π.χ. προειδοποίηση πλημμυρών, προειδοποίηση σεισμών και τσουνάμι και θαλάσσια ναυσιπλοΐα. Οι εργασίες παρακολούθησης και έρευνας που βασίζονται σε τεχνολογίες IoT μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε μικρές όσο και σε μεγάλες κλίμακες, από την υλοποίηση παρατηρήσεων ψαριών στο ενυδρείο έως τις εργασίες παρακολούθησης μεγάλων υδάτινων περιοχών των θαλασσών και των ωκεανών. **Τα αναφερόμενα σενάρια εφαρμογών αναφέρονται συνήθως σε τεχνολογίες Internet of Underwater Things (IoUT) ή Underwater Internet of Things (UIoT).** Στο παράρτημα 1 συνοψίζονται οι υφιστάμενες εφαρμογές του θαλάσσιου Διαδικτύου των πραγμάτων (Kabanov and Kramar, 2022)

4.3 Χαρακτηριστικά του IoUT και διαφορές μεταξύ IoUT και IoT

Ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η εγκατάσταση συστημάτων θαλάσσιας έρευνας και εξερεύνησης με βάση το IoUT είναι αναγκαία για την επίτευξη πολλών κρίσιμων στόχων, όπως η αυξημένη αυτονομία, η προσαρμοστικότητα, η επεκτασιμότητα και η ευκολία εφαρμογής. Κατά το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εγκατάσταση συστημάτων θαλάσσιας περιβαλλοντικής έρευνας και ανάπτυξης με βάση το IoUT, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

οι ακόλουθες απαιτήσεις συστήματος και εξαρτημάτων που αφορούν ειδικά το θαλάσσιο περιβάλλον και τα καθήκοντα που πρόκειται να εκτελεστούν:

1. Η ετερογένεια και η ευελιξία των στοιχείων του συστήματος καθορίζουν ότι το σύστημα πρέπει να παρέχει ενδιάμεση επικοινωνία, παρέχοντας αλληλεπίδραση μεταξύ υποβρύχιων, επιφανειακών, εναέριων και επίγειων στοιχείων (υποβρύχια ρομπότ, πλοία επιφανείας, συστήματα σημαντήρων και υποβρύχιους σταθμούς, UAV, παράκτιους σταθμούς χειριστών),
2. Οι διάφορες δυνατότητες των διαύλων επικοινωνίας (ιδίως το εύρος ζώνης) απαιτούν την ανάπτυξη ενός ειδικού μοντέλου για την αλληλεπίδραση πληροφοριών των στοιχείων του συστήματος,
3. Υπολογιστικοί περιορισμοί για λειτουργίες επεξεργασίας δεδομένων από υπολογιστές επί του σκάφους,
4. Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η δυνατότητα παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας οδηγούν στην ανάγκη εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης, παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας στα στοιχεία του συστήματος,
5. Η ανάγκη για υψηλή αξιοπιστία του εξοπλισμού, επιβάλλει υψηλότερες απαιτήσεις στην αξιοπιστία του εξοπλισμού λόγω του επιθετικού θαλάσσιου περιβάλλοντος. Οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές και άλλα συκροτήματα απαιτείται να έχουν πολύ υψηλό επίπεδο στεγανότητας. Υπάρχει ανάγκη για βοηθητικές συσκευές, όπως σηματοδότες και συσκευές πρόσδεσης κ.λπ.

Το Διαδίκτυο των Υποβρύχιων Πραγμάτων ή το Θαλάσσιο Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχουν κάποιες ομοιότητες με το αντίστοιχο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, για παράδειγμα, όσον αφορά τη δομή και τη λειτουργία. Ωστόσο, υπάρχουν και διαφορές, οι οποίες αντικατοπτρίζονται κυρίως στις τεχνολογίες επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται. Στο παράρτημα 2 συνοψίζονται οι βασικές διαφορές μεταξύ IoUT και IoT. (Kabanov and Kramar, 2022)

4.4 Χαρακτηριστικά και οφέλη του IoUT

Ενώ το IoT και το IoUT μοιράζονται ανάλογη αρχιτεκτονική και λειτουργίες, λόγω των σημαντικών διαφοροποιήσεων στις περιβαλλοντικές συνθήκες υπάρχουν κάποιες διαφορές στην επικοινωνία και τα χαρακτηριστικά που κάνουν το IoUT να διακρίνεται μεταξύ άλλων θαλάσσιων τεχνολογιών. (Vijayan, 2023)

1. **Μέσα επικοινωνίας ή μετάδοσης** - Το IoT χρησιμοποιεί ραδιοκύματα ή ηλεκτρομαγνητικά κύματα για την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών IoT/του επίγειου εξοπλισμού για την επικοινωνία δεδομένων. Ωστόσο, διαπιστώνεται υψηλή εξασθένηση όταν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα χρησιμοποιούνται για επικοινωνία στο νερό, ενώ τα ραδιοσήματα απορροφώνται στο νερό. Έτσι, τα ραδιοκύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επικοινωνία στην επιφάνεια του νερού και για μεταδόσεις σε



[Τίτλος του εγγράφου]

μικρότερες αποστάσεις. Σε αντίθεση, οι περισσότερες επικοινωνίες στο ΙοUT πραγματοποιούνται με τη χρήση ακουστικών, μαγνητικών επαγωγικών και οπτικών κυμάτων.

2. **Τεχνολογίες συγκομιδής ενέργειας** - Το ΙοT χρησιμοποιεί τεχνολογίες συγκομιδής ηλιακής ενέργειας και πιεζοηλεκτρικής ενέργειας. Στο ΙοUT διερευνάται η μικροβιακή κυψέλη καυσίμου (MFC), όπου η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται απευθείας από βιοδιασπώμενα υποστρώματα κατά τη διάρκεια των μεταβολικών δραστηριοτήτων των βακτηρίων στο νερό. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εξοπλισμό νερού στην επιφάνεια και η πιεζοηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για την αποτελεσματική επικοινωνία υποβρύχιων συσκευών.
3. **Τεχνολογίες εντοπισμού** - Στο ΙοT, η αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (RFID) χρησιμοποιείται κυρίως για τον εντοπισμό συσκευών. Από την άλλη πλευρά, το ΙοUT χρησιμοποιεί ακουστικές ετικέτες, ραδιοετικέτες και ετικέτες παθητικού ολοκληρωμένου αναμεταδότη (PIT) για την παρακολούθηση υποβρύχιων αντικειμένων. Συχνά, αυτές οι ετικέτες εμφυτεύονται για τη μελέτη της συμπεριφοράς των ψαριών, αυτές οι ετικέτες προκαλούν ελάχιστη έως καθόλου ζημιά στα εμφυτευμένα θαλάσσια ζώα.
4. **Τεχνικές εντοπισμού** - Το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS) χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό των έξυπνων συσκευών στο ΙοT. Αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να εφαρμοστεί υποβρυχίως λόγω του φαινομένου Doppler, των μεγάλων καθυστερήσεων διάδοσης, των πολλαπλών διαδρομών και της εξασθένησης. Το GPS χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για τον εντοπισμό των συσκευών που δεν μπορούν να διαδοθούν καλά στο θαλασσινό νερό. Στο ΙοUT, τα αυτόνομα υποβρύχια οχήματα (AUV) χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό των υποβρύχιων συσκευών. Πολλές πρακτικές εξακολουθούν να ερευνώνται για τον αποτελεσματικό και ακριβή εντοπισμό **υποβρύχιων πραγμάτων**. (Vijayan, 2023)

4.5 Προκλήσεις και λύσεις ΙοUT

Κατά τη διάρκεια του χρόνου, έχουν εντοπιστεί πολλές προκλήσεις στην εφαρμογή του ΙοUT λόγω των διαφορών μεταξύ των επίγειων ασύρματων δικτύων αισθητήρων και των υποβρύχιων αισθητήρων. Επιπλέον, το ΙοUT αντιμετωπίζει επίσης προβλήματα όσον αφορά τη δυναμική τοπολογία του ωκεανού, την ενεργειακή αποτελεσματικότητα, το δυναμικό υδάτινο περιβάλλον και τη χαμηλή αξιοπιστία των συνδέσεων. (Mohsan et.al., 2023) Κρίσιμες προκλήσεις με τις πιθανές λύσεις τους παρέχονται παρακάτω:

1. **Επικοινωνία** - Διάφορες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία σε υποβρύχια ενδιαιτήματα, όπως οπτικά, ραδιοσυχνότητες (RF) και ακουστικά κύματα κ.λπ. Στην επικοινωνία εκτός νερού επικρατούν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ΗΜ), καθώς προσφέρουν υψηλό εύρος ζώνης, χαμηλή ισχύ και μεγαλύτερη εμβέλεια μετάδοσης. Ωστόσο, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα λόγω απορρόφησης



[Τίτλος του εγγράφου]

αντιμετωπίζουν περιορισμένο εύρος μετάδοσης στο θαλασσινό νερό. Από την άλλη πλευρά, τα ακουστικά κύματα παρόλο που παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις κάτω από το νερό επιτυγχάνοντας αποστάσεις μετάδοσης άνω των εκατό χιλιομέτρων η μέθοδος αυτή πάσχει από χαμηλούς ρυθμούς δεδομένων, απώλεια διαδρομής, θόρυβο, πολλαπλές διαδρομές, διασπορά Doppler και υψηλή καθυστέρηση διάδοσης. Κατά συνέπεια, οι υβριδικές τεχνολογίες επικοινωνίας αποτελούν μια εύλογη λύση στις προαναφερθείσες προκλήσεις, ώστε να ενισχυθεί η αξιοπιστία, η ενεργειακή αυτονομία και οι ταχύτητες μετάδοσης των συστημάτων IoUT. (Mohsan et.al., 2023)

2. **Αποθήκευση και κατανάλωση ενέργειας** - Η αποθήκευση και η χρήση ενέργειας είναι κρίσιμα ζητήματα, δεδομένου ότι τα κανάλια IoUT, τα ακουστικά και τα οπτικά κανάλια επικοινωνίας απαιτούν σημαντικά περισσότερη ενέργεια από την επικοινωνία ραδιοσυχνοτήτων (RF). Επιπλέον, η συγκομιδή ενέργειας είναι δύσκολη λόγω της αδυναμίας χρήσης ηλιακής ενέργειας στο περιβάλλον IoUT. Λόγω της φυσικής συμπεριφοράς του περιβάλλοντος IoUT, είναι δύσκολη η συντήρηση ή η επαναφόρτιση τέτοιων συστημάτων. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας και την απώλεια δεδομένων. Για να ξεπεραστούν αυτές οι προκλήσεις, διεξάγεται έρευνα ώστε να χρησιμοποιηθούν τεχνικές ασύρματης μεταφοράς ενέργειας ή ηλιακής ενέργειας και αυτόνομες μέθοδοι επαναφόρτισης ώστε να παραταθεί η διάρκεια ζωής των δικτύων IoUT. (Mohsan et.al., 2023)
3. **Κινητικότητα και αξιοπιστία** - Η κίνηση των υδάτινων σωματιδίων, τα εσωτερικά κύματα και τα υδάτινα ρεύματα επηρεάζουν σημαντικά τη θέση και την τοπολογία των υποβρύχιων κόμβων αισθητήρων (στατικών και δυναμικών). Αυτές οι προκλήσεις κινητικότητας είναι πιο κρίσιμες στα ρηχά από ό,τι στα βαθιά νερά. Αυτού του είδους οι προκλήσεις τείνουν να οδηγούν σε υψηλότερες καθυστερήσεις και διακοπή της συνδεσιμότητας, οδηγώντας σε καθυστερήσεις, σφάλματα μετάδοσης δεδομένων ή σε αποτυχία ολόκληρου του δικτύου. Οι ερευνητές εξετάζουν νέα μοντέλα κινητικότητας για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων. (Mohsan et.al., 2023)
4. **Καθυστέρηση** - για την επιτυχή εφαρμογή του IoUT η καθυστέρηση αποτελεί κρίσιμο ζήτημα. Τα συστήματα IoUT χρησιμοποιούν, ως επί το πλείστον, ακουστικά σήματα με χαμηλή ταχύτητα μετάδοσης για υποβρύχια επικοινωνία, σε σύγκριση με το επίγειο IoT. Ο παράγοντας αυτός έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ανάπτυξη του IoUT σε πραγματικό χρόνο. Από την άλλη πλευρά, τα οπτικά συστήματα επικοινωνίας μπορούν να εξασφαλίσουν την ανάπτυξη του IoUT σε πραγματικό χρόνο λόγω των χαμηλότερων καθυστερήσεων που προσφέρουν. Το γεγονός αυτό άνοιξε το δρόμο στους ερευνητές για την περαιτέρω μελέτη των οπτικών μόντεμ και την εφαρμογή τους σε θαλάσσια περιβάλλοντα. (Mohsan et.al., 2023)
5. **Αραιές και υψηλής συντήρησης συσκευές ανίχνευσης στο IoUT** - οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση των αραιά κατανεμημένων συσκευών ανίχνευσης. Η ξεχωριστή φύση του ωκεανού και η αραιή ανάπτυξη έχουν ως αποτέλεσμα υψηλό κόστος συντήρησης για τα δίκτυα IoUT. Ουσιαστικά, οι



[Τίτλος του εγγράφου]

δραστηριότητες συντήρησης θα πρέπει να αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις της διάβρωσης, της διάβρωσης, των ιζημάτων και της ρύπανσης. Οι δυνατότητες αυτοδιαχείρισης, όπως η αυτοαξιολόγηση, η αυτορρύθμιση, η αυτοδιαμόρφωση, η αυτοαποθήκευση, η αυτοφόρτιση και οι αυτόνομες αναφορές σε φορείς λειτουργίας, αποτελούν επιτακτική προσέγγιση για την αντιμετώπιση των προαναφερόμενων προκλήσεων των υποβρύχιων πραγμάτων. (Mohsan et.al., 2023)

6. **Θέματα ασφάλειας ΙοUT** - η ακουστική επικοινωνία και οι εκτεταμένες καθυστερήσεις διάδοσης καθιστούν τους υποβρύχιους αισθητήρες αδύναμους. Επιπλέον, φαίνεται δύσκολο να χρησιμοποιηθούν οι τρέχουσες μέθοδοι ελέγχου πρόσβασης, προστασίας της εμπιστευτικότητας και ασφάλειας για υποβρύχιους αισθητήρες. Οι υπάρχοντες μηχανισμοί ασφαλείας δεν μπορούν να εγγυηθούν ασφαλείς υπηρεσίες δικτύου λόγω έλλειψης τυποποιήσεων, χαρακτηριστικών ασφαλείας και στρατηγικών προστασίας της εμπιστευτικότητας. (Zhao et.al.,2019) Το ΙοUT αντιμετωπίζει διάφορα κρίσιμα ζητήματα, όπως πλημμύρες, παραπλανήσεις, μαύρες τρύπες, καταβόθρες, σκουληκότρυπες και παρεμβολές. (Yisa et.al.,2019) Όταν αντιμετωπίζονται τέτοιες επιθέσεις, τα δεδομένα του δικτύου μπορούν να κλαπούν και μπορεί επίσης να συμβεί πλήρης αποτυχία του δικτύου. Επιπλέον, ευαίσθητα δεδομένα μπορούν να κλαπούν κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας μεταξύ των κόμβων μέσω επιθέσεων υποκλοπής. Έτσι, η ανάπτυξη ισχυρών μηχανισμών ασφαλείας για το ΙοUT είναι επιτακτική ανάγκη όσον αφορά τα χαρακτηριστικά εμπιστευτικότητας, ακεραιότητας, διαθεσιμότητας και ποιότητας υπηρεσιών για την προστασία των κόμβων από πιθανές απειλές.
7. **Έλλειψη τυποποίησης** - επί του παρόντος δεν υπάρχει τυποποίηση στο ΙοUT και η ετερογένεια των αντικειμένων, τεχνολογιών και εφαρμογών ΙοUT αποτελεί μείζονα ανησυχία. Οι απαιτήσεις διαλειτουργικότητας των οντοτήτων του δικτύου ΙοUT είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Έτσι, βρίσκονται σε εξέλιξη εργασίες από ακαδημαϊκούς και ρυθμιστικούς φορείς για την τυποποίηση αντικειμένων, εφαρμογών και υπηρεσιών ΙοUT, οι οποίες παράλληλα θα καλύπτουν θέματα προστασίας της εμπιστευτικότητας και ασφάλειας.
8. **Εντοπισμός**- θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ανθεκτικότητα στην κινητικότητα κατά την ανάπτυξη ενός υποβρύχιου δικτύου, δεδομένου ότι αποτελεί τη βάση των δραστηριοτήτων παρακολούθησης των ωκεανών και του εντοπισμού στόχων. Παρόλο που η κινητικότητα των διαφόρων υποβρύχιων οχημάτων μετράται και εποπτεύεται, εντούτοις, η απεριόριστη κινητικότητα λόγω διασποράς και υδάτινων ρευμάτων επηρεάζει σοβαρά τους πλωτούς υποβρύχιους κόμβους αισθητήρων. (Li et.al., 2021) Επί του παρόντος, οι περισσότεροι αλγόριθμοι εντοπισμού κόμβων θεωρούν την θέση κόμβου σταθερή και ήρεμη θάλασσα- ωστόσο, οι υποβρύχιοι κόμβοι παρασύρονται λόγω της κίνησης των ρευμάτων. Λόγω των συγκεκριμένων προκλήσεων διερευνώνται πιο προηγμένα μοντέλα που βασίζονται στη χρονική και χωρική συσχέτιση των προτύπων κινητικότητας, ενώ οι αλγόριθμοι δυναμικής πρόβλεψης των κόμβων είναι



[Τίτλος του εγγράφου]

μα άλλη επιλογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση των προβλημάτων εντοπισμού. (Mohsan et.al., 2023)

9. **Αναξιόπιστες συνθήκες καναλιών** - σε σύγκριση με το επίγειο IoT, οι κόμβοι αισθητήρων IoUT επικοινωνούν μέσω διαφόρων τύπων ακουστικών καναλιών. Η κατάσταση αυτή έχει ως αποτέλεσμα σημαντικά επίπεδα δεδομένων σφάλματος, σημαντική ανάγκη ισχύος, παρατεταμένες καθυστερήσεις διάδοσης. Επιπλέον, στα υποβρύχια δίκτυα, ο θόρυβος του καναλιού, π.χ. ο θόρυβος του περιβάλλοντος και ο περιβαλλοντικός θόρυβος, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση της επικοινωνίας IoUT. (Mohsan et.al., 2023)

4.6 Πρόσφατες εξελίξεις

4.6.1 Ο ρόλος των αυτόνομων υποβρύχιων οχημάτων (AUV) στο IoUT

Τα αυτόνομα υποβρύχια οχήματα εμφανίστηκαν ως βασικοί συντελεστές του IoUT που μπορούν να αντιμετωπίσουν τις ταχέως αυξανόμενες απαιτήσεις των υποβρύχιων παρατηρήσεων. Για παράδειγμα, τα AUV έχουν ανώτερη αντοχή μπαταρίας από τους κόμβους αισθητήρων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση αισθητήρων με άλλες συσκευές ή το Διαδίκτυο. (Mohsan et.al., 2023) Επιπλέον, λόγω του ασταθούς και σκληρού υποβρύχιου περιβάλλοντος, είναι δύσκολο να δημιουργηθούν ενεργειακά αποδοτικά πρωτόκολλα δρομολόγησης. Από αυτή την άποψη, τα AUV θα μπορούσαν να μειώσουν σημαντικά τόσο τον χρόνο συλλογής δεδομένων όσο και την καθυστέρηση. (Han et.al., 2017) Σχετικά με το δύσκολο ζήτημα του εντοπισμού, και ειδικότερα του εντοπισμού των κόμβων, ο οποίος καθίσταται πολύ δύσκολος λόγω της υποβρύχιας κινητικότητας, της διαστρωμάτωσης του νερού και της απουσίας αισθητήρων GPS. (Yan et.al., 2020)- σε αυτή την πτυχή, τα AUV μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καταδυθούν στο νερό για να λάβουν πληροφορίες θέσης και έτσι να προσφέρουν υψηλή ακρίβεια σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους εντοπισμού (Mohsan et.al., 2023) Επιπλέον, οι προκλήσεις κενών που δημιουργούν δυσκολίες στη συνδεσιμότητα συνδέσεων και στην παράδοση δεδομένων μπορούν να μετριαστούν από τα AUV που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη των κενών ρουτίνας που πρέπει να επιδιορθωθούν σε οποιοδήποτε δίκτυο. (Jin et.al., 2020). Η τοπολογία του δικτύου η οποία επηρεάζεται σοβαρά από την ταχεία κινητικότητα των υποβρύχιων κόμβων μπορεί να βελτιωθεί με μια στρατηγική βελτιστοποίησης της τοπολογίας με τη χρήση AUV, η οποία βελτιώνει την ευρωστία και την προσαρμοστικότητα του δικτύου. (He et.al., 2017) Τέλος, ειδικά

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

μοντέλα τέτοιων οχημάτων κινούνται οριζόντια για να συλλέξουν δεδομένα από αντικείμενα ΙοUT που βρίσκονται στον πυθμένα της θάλασσας και προωθούν τα δεδομένα σε οχήματα τα οποία με τη σειρά τους κινούνται κατακόρυφα για να προωθήσουν τα δεδομένα που λαμβάνουν σε έναν σταθμό επιφανείας. Αυτή η έξυπνη στρατηγική μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, παρέχοντας παράλληλα αδιάλειπτη συλλογή δεδομένων. (Mohsan et.al., 2023)

4.6.2 Θαλασσοπλάνα (Sea Gliders)

Τα θαλασσοπλάνα (Sea Gliders) αντιπροσωπεύουν τους κόμβους ΙοUT που συλλέγουν δεδομένα είτε στην επιφάνεια είτε υποβρυχίως μέσω διαφόρων αισθητήρων, όπως αισθητήρες βάθους, πυξίδες και υδρόφωνα. (Lan et.al., 2020) Τα θαλασσοπλάνα μπορούν να προσφέρουν μετρήσεις ωκεάνιων παραμέτρων σε μεγάλες αποστάσεις. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τα ανεμόπτερα αποστέλλονται στο κέντρο δεδομένων χρησιμοποιώντας κόμβους αναμετάδοσης, όπως οι δορυφόροι. Στη συνέχεια, οι πληροφορίες εξάγονται και διανέμονται σε ορισμένους χρήστες. Όσον αφορά την κινητικότητα, τα ανεμόπτερα ταξιδεύουν μέσω ηλεκτροκίνητων ελίκων και μπορούν να διανύσουν χιλιάδες μίλια μέσα στο υποθαλάσσιο μέσο για αρκετούς μήνες, ώστε να επιτύχουν ακριβή παρατήρηση και παρακολούθηση. Όσον αφορά το ωφέλιμο φορτίο των αισθητήρων, οι εσωτερικοί αισθητήρες σε κάθε θαλάσσιο ανεμόπτερο ελέγχουν την κατεύθυνση του οχήματος, ενώ οι εξωτερικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται για τη σάρωση του θαλάσσιου περιβάλλοντος για τη συλλογή δεδομένων. (Mohsan et.al., 2023)

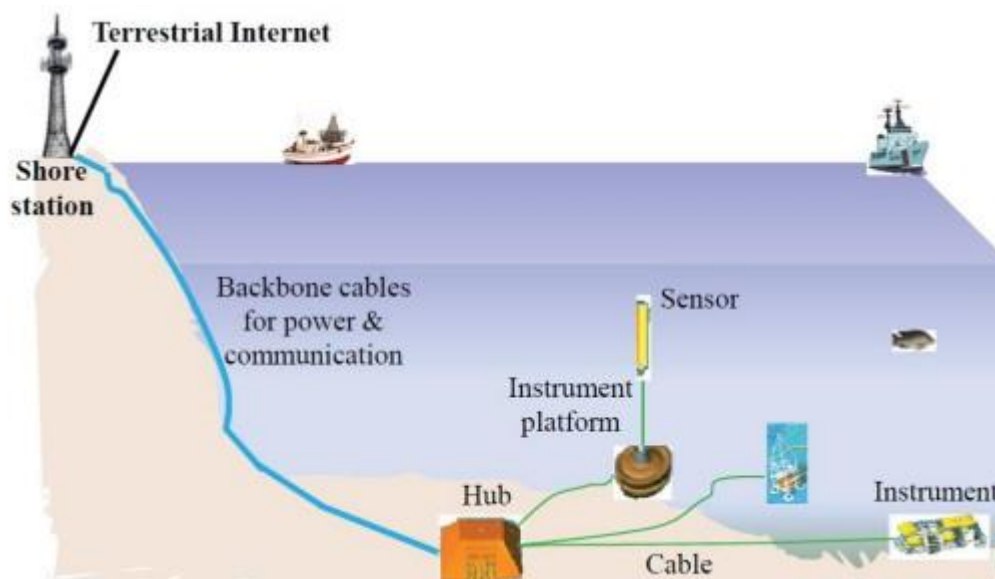
4.6.3 Συστήματα υποβρύχιου παρατηρητήριου με καλώδια

Έχουν εγκατασταθεί πολυάριθμα καλωδιακά συστήματα υποβρύχιων παρατηρητηρίων, όπως το Ευρωπαϊκό Πολυεπιστημονικό Παρατηρητήριο του Θαλάσσιου πυθμένα και της Υδάτινης στήλης (EMSO), το Ocean Networks Canada (OCN) και το Monterey Accelerated Research System (MARS) στις ΗΠΑ. (Jiang S., 2019) Όλα αυτά τα συστήματα εξαρτώνται από τα καλώδια του θαλάσσιου πυθμένα τόσο για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας όσο και για την επικοινωνία δεδομένων, παρέχοντας διευρυμένη παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο που σχετίζεται με τις αλληλεπιδράσεις της υδρόσφαιρας, της βιόσφαιρας και της γεώσφαιρας. (Mohsan et.al., 2023) Σε αυτές τις αρχιτεκτονικές υψηλής τεχνολογίας φιλοξενούνται συσκευές ανίχνευσης για την παρακολούθηση των κινήσεων του πυθμένα, της κυκλοφορίας του νερού, της αλατότητας, του pH, της θερμοκρασίας κ.λπ. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να παρακολουθούν τόσο τα δεδομένα περιβαλλοντικής ανίχνευσης όσο και τα υποβρύχια ακουστικά δεδομένα. Οι εγκαταστάσεις αυτές, Εικ. 2, αποτελούν θεμέλιο της διεπιστημονικής ωκεάνιας έρευνας και υποστηρίζουν επίσης υπηρεσίες προς τον βιομηχανικό τομέα. Ως εκ τούτου, προσφέρουν ευκαιρίες για έρευνα και ανάπτυξη καθώς και τεχνολογικές ανακαλύψεις. Ωστόσο, τα συστήματα αυτά προσφέρουν σταθερότητα αλλά όχι ευελιξία, με άλλα λόγια, είναι δαπανηρά και δύσκολα μετακινούμενα. (Mohsan et. al., 2023)

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]



Σχήμα 2. Επισκόπηση της πλατφόρμας MARS

4.6.4 Δορυφορική ωκεανογραφία

Οι δορυφόροι είναι το πιο αποτελεσματικό μέσο επικοινωνίας στο ΙοUT, καθώς παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανταλλαγή ωκεάνιων δεδομένων με το σταθμό βάσης. Οι δορυφόροι χρησιμοποιούνται για την ποσοτική μέτρηση των θερμοκρασιών στην επιφάνεια των ωκεανών και των καιρικών συνθηκών και για τη λήψη εικόνων. Επιπλέον, λειτουργούν ως μέσο επικοινωνίας μεταξύ υπεράκτιων σταθμών και υποβρύχιων μέσων για τη μετάδοση πληροφοριών για περαιτέρω ανάλυση. Έτσι, το ΙοUT για την τηλεπισκόπηση και οι έξυπνοι δορυφόροι μπορούν να αξιοποιηθούν για τις παρατηρήσεις των ωκεανών και την πρόβλεψη καταστροφών (σεισμοί, πλημμύρες, τσουνάμι), καθιστώντας εφικτή την έκδοση προειδοποιήσεων για την εκκένωση μιας πιθανής περιοχής καταστροφής. Επιπλέον, τα συστήματα με ΙοUT μπορούν να αναλύσουν δεδομένα σχετικά με τους παράκτιους κατοίκους και τους κοραλλιογενείς υφάλους χρησιμοποιώντας δορυφορική ωκεανογραφία. (Mohsan et.al., 2023) Αυτό που επιχειρείται να επιτευχθεί είναι η μετάβαση από τα αναλογικά πλαίσια παρατήρησης (όπως οι επί του σκάφους ανθρωπίνοι παρατηρητές), τα οποία εμποδίζονται από σχετικά μικρά μεγέθη δειγμάτων και μεταγενέστερες αναφορές- σε μια ψηφιακά ενεργοποιημένη μορφή διακυβέρνησης των ωκεανών που χρησιμοποιεί πιο ισχυρούς μηχανισμούς παρατήρησης και αναφορές σε πραγματικό χρόνο. (Bakker, 2022)

4.7 Ενσωμάτωση του ΙοUT σε άλλες τεχνολογίες

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συνεχίζει να αναπτύσσεται, ενώ περαιτέρω δυνατότητες εκτιμώνται από το συνδυασμό με συναφείς τεχνολογικές προσεγγίσεις και έννοιες, όπως το Cloud computing, το μελλοντικό Διαδίκτυο, τα μεγάλα δεδομένα, η ρομποτική και οι σημασιολογικές τεχνολογίες. Η ιδέα αυτή δεν είναι προφανώς καινούργια, αλλά γίνεται πλέον εμφανής καθώς οι σχετικές έννοιες έχουν αρχίσει να αποκαλύπτουν συνέργειες με το συνδυασμό τους. (Vermesan και Friess, 2013)

4.7.1 Ανάλυση μεγάλων δεδομένων

Ένα πρώτο παράδειγμα τέτοιας τεχνολογίας είναι η ανάλυση μεγάλων δεδομένων. Οι ραγδαίες εξελίξεις και λειτουργίες των θαλάσσιων τεχνολογιών για την εξερεύνηση και την παρακολούθηση του υποβρύχιου περιβάλλοντος έχουν οδηγήσει στη δημιουργία εκτεταμένων ποσοτήτων δεδομένων, ή αλλιώς **μεγάλων θαλάσσιων δεδομένων (Big Marine Data - BMD)**. Αυτά τα σύνολα δεδομένων θεωρούνται ετερογενείς πληροφορίες που συλλέγονται από υποβρύχιες πλατφόρμες. Τα χημικά, βιολογικά ή περιβαλλοντικά δεδομένα συλλέγονται από διαφορετικές πηγές, όπως αισθητήρες, ετικέτες, μη επανδρωμένα αεροσκάφη ή κάμερες. Τα τυπικά χαρακτηριστικά των μεγάλων θαλάσσιων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της μη πληρότητας, της πολυπλοκότητας και της πολλαπλής πηγής, ξεπερνούν τις δυνατότητες αποθήκευσης και ανάκτησης των συστημάτων παλαιού τύπου. Λόγω όλων αυτών των ζητημάτων όσον αφορά τα μεγάλα δεδομένα και τις προκλήσεις της διαχείρισης των ωκεάνιων δεδομένων, θα πρέπει να καθιερωθούν συνεργασίες μεταξύ θαλάσσιων εμπειρογνομόνων και επιστημόνων δεδομένων. (Addison et.al., 2018)

4.7.2 Blockchain στο IoUT

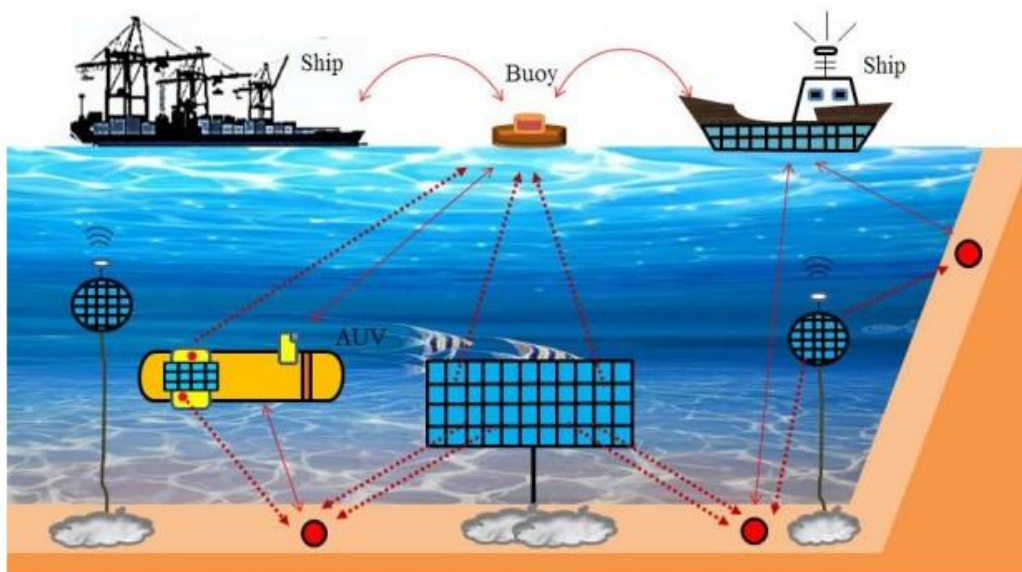
Η αλυσίδα μπλοκ είναι μια αποκεντρωμένη και κατανομημένη τεχνολογία η οποία έχει την ικανότητα να χειρίζεται τις προκλήσεις ασφαλείας στο IoUT. Μπορεί να αποθηκεύει με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα τα δεδομένα IoUT χωρίς εξάρτηση από τρίτο μέρος και μπορεί να επαληθεύει αβίαστα τα δεδομένα και να τα επεξεργάζεται πριν από την προσθήκη τους στην αλυσίδα μπλοκ, αφαιρώντας την εμπλοκή τρίτων στην επεξεργασία δεδομένων. Ως αποτέλεσμα, οι αλυσίδες μπλοκ μπορούν να προσφέρουν λειτουργική ανθεκτικότητα, αμετάβλητο και διαφάνεια και μπορούν να μειώσουν τις δόλιες πράξεις. (Mohsan et.al., 2023) Από αυτή την άποψη, σε διάφορες εργασίες έχουν εισαχθεί ισχυροί, διαφανείς και ενεργειακά αποδοτικοί μηχανισμοί IoUT με βάση την αλυσίδα μπλοκ. Ωστόσο, ο χειρισμός των μεγάλων θαλάσσιων δεδομένων IoUT εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση (Hammi et.al., 2018)



[Τίτλος του εγγράφου]

4.7.3 Ευφυείς ανακλαστικές επιφάνειες (IRS)

Σε ένα υποβρύχιο περιβάλλον, η διάδοση ακουστικών κυμάτων είναι πιθανό να γίνεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις μετάδοσης. Ωστόσο, συναντά αιωρούμενα σωματίδια, ανομοιόμορφες επιφάνειες και σκέδαση, οδηγώντας σε μειωμένους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων και υψηλές απώλειες διαδρομής- οι ευφυείς ανακλαστικές επιφάνειες (IRS) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον μετριασμό αυτών των προβληματικών περιοχών. (Mohsan et.al., 2023) Το IRS είναι ένα νέο παράδειγμα στην ασύρματη επικοινωνία που εξασφαλίζει την έξυπνη, ασφαλή και αναδιαμορφώσιμη διάδοση των ραδιοκυμάτων. (Mohsan et.al., 2023) Το IRS παρέχει αποκλειστικές λύσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων παρεμβολής και εξασθένισης, την εξοικονόμηση κόστους, την ενεργειακή απόδοση, την αποφυγή του θορύβου της κεραίας και της αυτοπαρέμβασης, τη βελτίωση της αξιοπιστίας και της χωρητικότητας. (Wu et.al., 2021) Παρακάτω παρέχεται ένα σχήμα που παρουσιάζει ένα σενάριο ΙοUT που χρησιμοποιεί ευφυείς ανακλαστικές επιφάνειες (IRS).



Σχήμα 1. Ευφυείς ανακλαστικές επιφάνειες που βοηθούν το ΙοUT



[Τίτλος του εγγράφου]

5. Πρακτικά παραδείγματα/μελέτες περίπτωσης:

5.1 Wave Glider: Γενικές πληροφορίες και πεδίο εφαρμογής του έργου

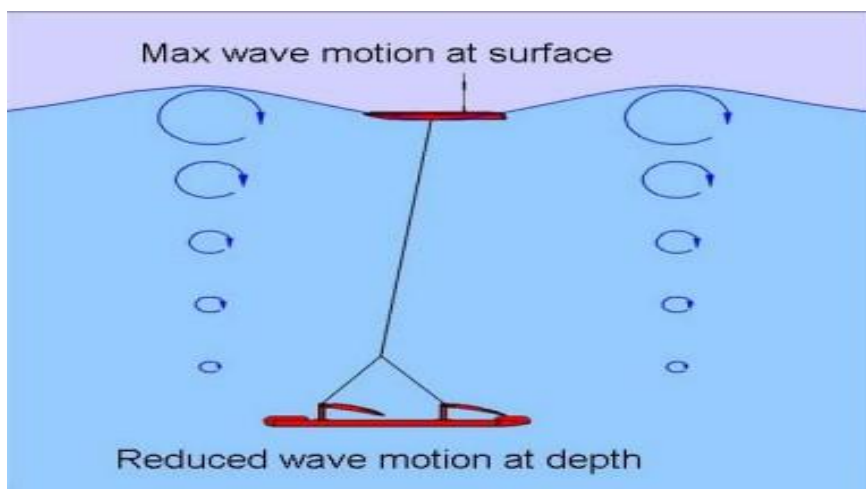
Η Liquid robotics συμβάλλει στην **κάλυψη του χάσματος γνώσεων για τους ωκεανούς** με την πλατφόρμα Wave Glider. Τα Wave Gliders είναι ωκεάνια ρομπότ μεγάλης διάρκειας που βοηθούν τους επιστήμονες, τις επιχειρήσεις και τις κυβερνήσεις να αποκτήσουν νέες γνώσεις και να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων. Λειτουργώντας στην επιφάνεια, παρέχουν τον ουσιαστικό σύνδεσμο μεταξύ θάλασσας, αέρα και διαστήματος, μετατρέποντας τους υποθαλάσσιους αισθητήρες σε πηγές πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο και **φέρνοντας ένα κενό δεδομένων και πρόσβασης που προηγουμένως ήταν απρόσιτο**. Η πλατφόρμα Wave Glider βρίσκεται στην πρώτη γραμμή του μετασχηματισμού των ωκεανών, συμβάλλοντας στην παρακολούθηση και τον συντονισμό της δραστηριότητας σε όλες τις πλατφόρμες. Μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα σε ένα εύρος ωκεάνιων συνθηκών, να ανταποκριθεί δυναμικά στις αλλαγές και να παρέχει πρόσβαση σε κρίσιμα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο - και όλα αυτά σε ένα κλάσμα του κόστους των παραδοσιακών **λύσεων περιβαλλοντικής παρακολούθησης**. Για πρώτη φορά, οι εμπορικοί φορείς εκμετάλλευσης μπορούν να συλλέγουν με αποτελεσματικό κόστος δεδομένα καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των έργων - από τις βασικές εκτιμήσεις μέχρι τις έρευνες παροπλισμού - για να **μετριάσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους**. Τα δεδομένα αυτά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας, της απόδοσης και της ασφάλειας, βοηθώντας τους φορείς εκμετάλλευσης να επιτύχουν βασικούς επιχειρηματικούς στόχους.

5.1.1 Αρχιτεκτονική πλατφόρμας και αρχή λειτουργίας

Το Wave Glider είναι ένα υβριδικό όχημα επιφάνειας θάλασσας και υποβρύχιο όχημα, το οποίο αποτελείται από ένα βυθισμένο "ανεμόπτερο" που είναι συνδεδεμένο μέσω ενός σχοινιού σε ένα επιφανειακό πλωτήρα. Το όχημα κινείται με τη μετατροπή της ενέργειας του ωκεανού και των κυμάτων σε ώθηση προς τα εμπρός, ανεξάρτητα από την κατεύθυνση των κυμάτων, Σχ. 1.



[Τίτλος του εγγράφου]



Σχήμα 2. Το ωκεάνιο ρομπότ Wave Glider

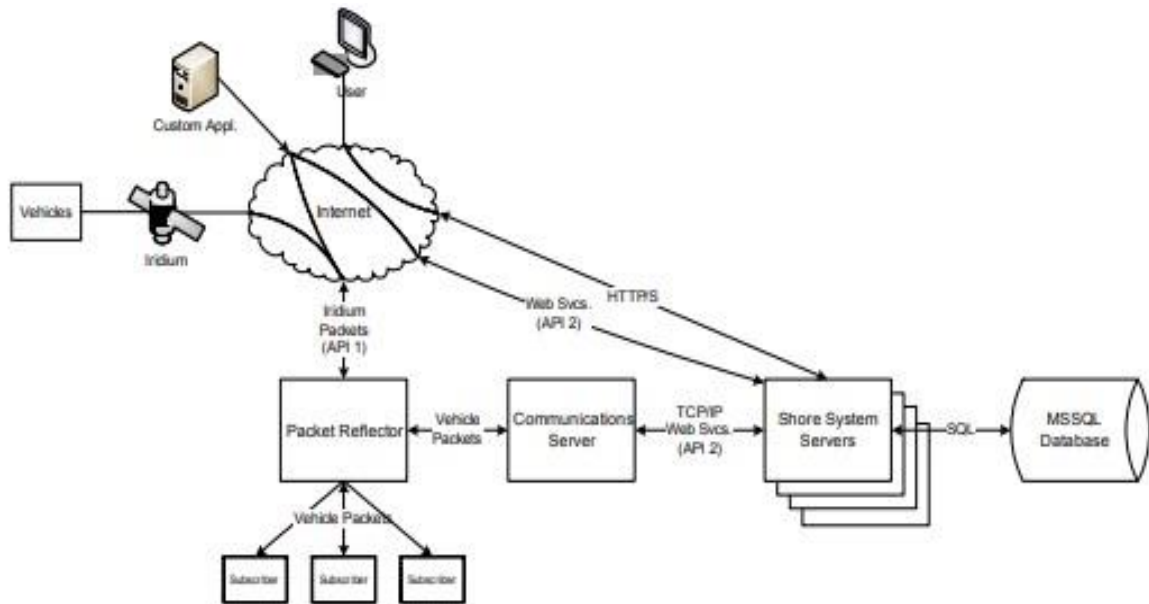
Το σύστημα προώθησης με κυματική ενέργεια είναι αμιγώς μηχανικό- ο μηχανισμός προώθησης δεν παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Ακριβώς όπως η προς τα εμπρός κίνηση ενός αεροπλάνου στον αέρα επιτρέπει στα φτερά του να δημιουργήσουν μια ανοδική ανυψωτική δύναμη, η κατακόρυφη κίνηση του βυθισμένου ανεμοπλάνου μέσα στα συγκριτικά ακίνητα νερά στο βάθος του ανεμοπλάνου επιτρέπει στα φτερά του να μετατρέψουν ένα μέρος αυτής της ανοδικής κίνησης σε μια προς τα εμπρός προωθητική δύναμη. Καθώς τα κύματα περνούν από την επιφάνεια, το βυθισμένο ανεμοπτερο ενεργεί ως ρυμουλκό που τραβά το επιφανειακό πλωτό κατά μήκος μιας προκαθορισμένης πορείας. Ο διαχωρισμός του ανεμοπλάνου από το πλωτό είναι μια κρίσιμη πτυχή του σχεδιασμού του οχήματος. (Wilcox et.al., 2009)

5.1.2 Επικοινωνία, διοίκηση και έλεγχος

Τα Wave Gliders ελέγχονται μέσω ενός απλού διαδικτυακού περιβάλλοντος εντολών και ελέγχου, Σχ.2. Κάθε όχημα Wave Glider επικοινωνεί με τον διακομιστή ιστού στην ξηρά ξεκινώντας μια σύνοδο μηνυμάτων μέσω μόντεμ Iridium, η οποία λαμβάνεται σε έναν επίγειο σταθμό του δικτύου Iridium, όπου τα δεδομένα ανακατευθύνονται στο Διαδίκτυο. Αυτές οι σύνοδοι πραγματοποιούνται σε διαμορφώσιμα διαστήματα, συνήθως κάθε πέντε και δεκαπέντε λεπτά. Χρησιμοποιώντας τη διαδικτυακή διεπαφή διοίκησης και ελέγχου, οποιοσδήποτε αριθμός χειριστών (με τις κατάλληλες εξουσιοδοτήσεις) μπορεί να ελέγχει οποιοδήποτε όχημα Wave Glider από οποιονδήποτε υπολογιστή, PDA ή κινητό τηλέφωνο με δυνατότητα σύνδεσης στο Διαδίκτυο. Ομοίως, οι συνδρομητές μπορούν να παρακολουθούν την κατάσταση του οχήματος και τα δεδομένα ανάλογα με τις ανάγκες. (Wilcox et. Al., 2009)



[Τίτλος του εγγράφου]



Σχήμα 2. Σχήμα επικοινωνιών και ελέγχου κυματοπτερυγίου

5.1.3 Ωφέλιμα φορτία

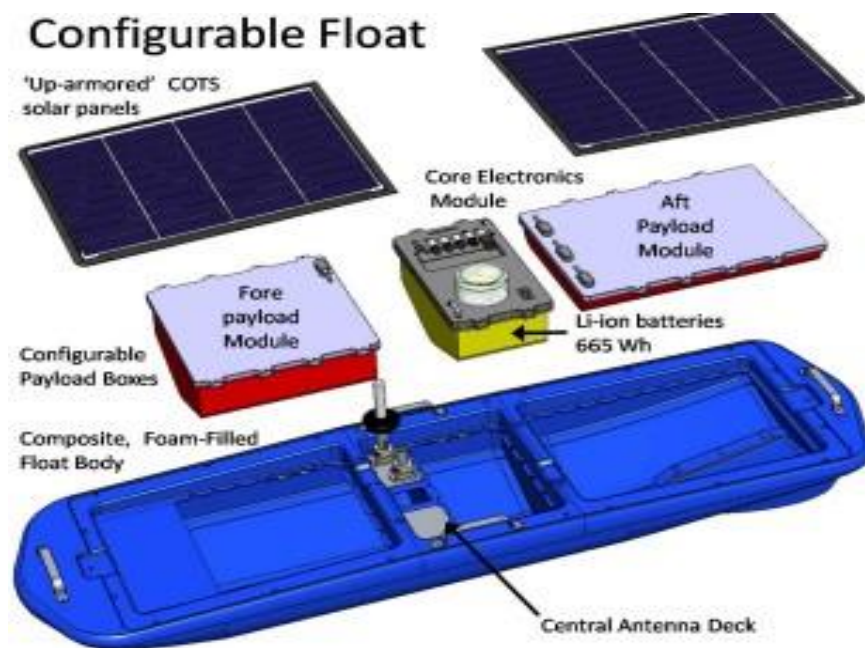
Το Wave Glider διαθέτει αρθρωτές μηχανικές, ηλεκτρικές και λογισμικές διεπαφές για να δέχεται μια μεγάλη ποικιλία μονάδων ωφέλιμου φορτίου, Σχήμα 3. Όλα τα ηλεκτρονικά συστήματα διοίκησης και ελέγχου, επικοινωνιών και πλοήγησης περιέχονται σε μια κεντρική ηλεκτρονική μονάδα, η οποία στεγάζει επίσης τις μπαταρίες και τα ηλεκτρονικά συστήματα φόρτισης. Ειδικές μονάδες εμπρόσθιου και οπίσθιου ωφέλιμου φορτίου φιλοξενούν τα περισσότερα **συστήματα αισθητήρων** ωφέλιμου φορτίου και τα ηλεκτρονικά υποστήριξης. Στο Wave Glider έχουν επιδειχθεί διάφορες μονάδες ωφέλιμου φορτίου, όπως παθητικά υδρόφωνα και συρόμενες συστοιχίες υδρόφωνων, θαλάσσιοι μετεωρολογικοί σταθμοί, φωτογραφικές μηχανές και βιντεοκάμερες, καθώς και ακουστικά προφίλ ρεύματος Doppler (ADCP). Η τρέχουσα γενιά του Wave Glider επέδειξε πιο πρόσφατα τη ρυμούλκηση μιας σημαδούρας με όργανα, η οποία ρυμουλκούσε ένα ακουστικό μόντεμ στο άκρο ενός μεγάλου καλωδίου. Πιο πρόσφατα, το ωφέλιμο φορτίο του ακουστικού μόντεμ και τα ηλεκτρονικά υποστήριξης ενσωματώθηκαν στο πλωτό Wave Glider. Τα μελλοντικά σχεδιαζόμενα ωφέλιμα φορτία περιλαμβάνουν **υδρογραφικούς αισθητήρες**, όπως αισθητήρες αγωγιμότητας, θερμοκρασίας και βάθους (CTD) και **σόναρ υποβυθού** μονής δέσμης. Σε συνεργασία με το Εργαστήριο Θαλάσσιου Περιβάλλοντος Ειρηνικού του NOAA (PMEL), εργαζόμαστε για την ενσωμάτωση ενός πακέτου αισθητήρων μερικής πίεσης διοξειδίου του άνθρακα και pH του θαλασσινού νερού στην πλατφόρμα Wave Glider. Ως αποτέλεσμα, προγραμματίζεται η

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

διεξαγωγή σημαντικών **επιστημονικών ερευνών για τον άνθρακα** με την ανάπτυξη και την ενσωμάτωση αυτού του ωφέλιμου φορτίου σε ένα δίκτυο τέτοιων οχημάτων Wave Glider. (Wilcox et. Al., 2009)



Σχήμα 3. Ο πλωτήρας Wave Glider είναι ιδιαίτερα αρθρωτός, με δύο ειδικά αρθρωτά "ξηρά κουτιά" για εύκολη ενσωμάτωση των ωφέλιμων φορτίων.

5.2 Ο καθαρισμός των ωκεανών (Ocean Cleanup): Γενικές πληροφορίες και πεδίο εφαρμογής του έργου

Το Ocean Cleanup είναι μια πολλά υποσχόμενη πολυεθνική πρωτοβουλία που αναπτύσσει τεχνολογίες για την απαλλαγή του παγκόσμιου ωκεανού από τα πλαστικά. Ο τελικός στόχος της μη κυβερνητικής οργάνωσης, είναι η ανάπτυξη ενός πλήρους στόλου συστημάτων για τον καθαρισμό του 50% του πλαστικού στο Great Pacific Garbage Patch κάθε πέντε χρόνια. Η πρώτη συσκευή αυτού του τύπου, το σύστημα 001 ή "Wilson", υποβάλλεται σε δοκιμές στον Ειρηνικό Ωκεανό από τον Νοέμβριο του 2018. Ορισμένοι από την επιστημονική κοινότητα έχουν εκφράσει ανησυχίες σχετικά με τις

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχει αυτό το σύστημα στη θαλάσσια ζωή και την επιτυχία στην επίτευξη αυτού του φιλόδοξου στόχου. Ωστόσο, το Ocean Cleanup έχει οργανώσει μια σειρά τεχνολογιών και οργανισμών για την παρατήρηση των επιδόσεων του συστήματος και τη συλλογή πληθώρας ζωτικών δεδομένων μέσα στη διαβόητη "πλαστική σούπα" που μασιτίζει τον Ειρηνικό Ωκεανό, Εικ. 1. (Eco Magazine, 2019)



Σχήμα 3. Συγκεντρώσεις πλαστικών στον ωκεανό

5.2.1 Περιβαλλοντική παρακολούθηση του καθαρισμού του ωκεανού με το AutoNaut USV

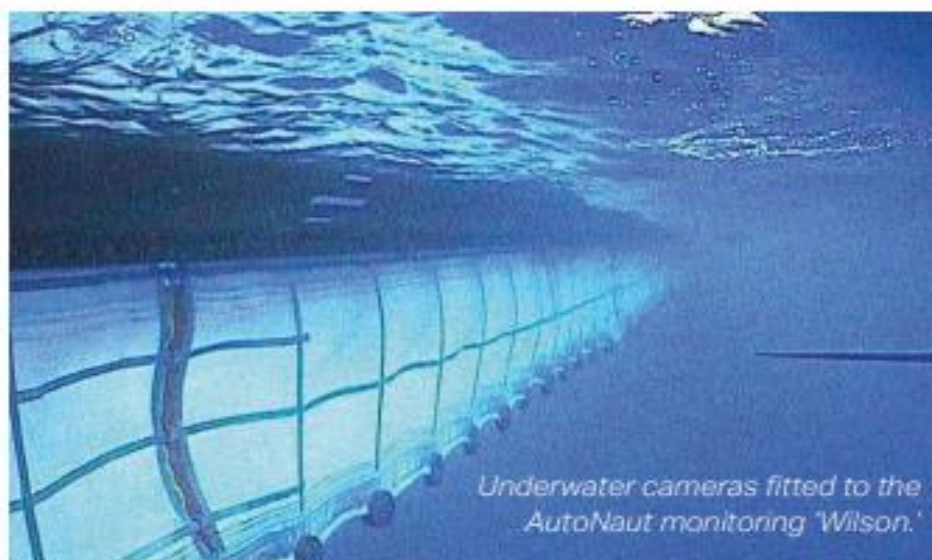
Ένα AutoNaut 5 μέτρων συνόδευσε το Ocean Cleanup σε αποστολές περιβαλλοντικής παρακολούθησης διάρκειας έως και 50 ημερών στον Ειρηνικό Ωκεανό. Πρωταρχικός ρόλος ήταν η συλλογή δεδομένων για τα ωκεάνια ρεύματα, τις μετεωρολογικές και ωκεανογραφικές μεταβλητές. Τόσο σε κοντινή απόσταση από τη συσκευή

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

απομάκρυνσης πλαστικών - "Wilson" όσο και σε μακρινό πεδίο για υποστηρικτικά δεδομένα. Απώτεροι στόχοι ήταν η καλύτερη κατανόηση του τοπικού περιβάλλοντος και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συγκεντρώσεων πλαστικών απορριμμάτων και του φράγματος καθαρισμού του ωκεανού. Η μετάδοση αυτών των ροών δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε σχεδόν πραγματικό χρόνο μέσω Wi-Fi και Iridium RUDICS. Μια δευτερεύουσα εργασία ήταν για το AutoNaut να επιθεωρήσει οπτικά το σύστημα και το περιβάλλον -εξοπλισμένο με κάμερες τόσο πάνω όσο και κάτω από την ίσαλο γραμμή. Κρίσιμο είναι ότι οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν υποστήριξαν την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συσσωρεύσεων πλαστικών απορριμμάτων και του φράγματος Wilson (AutoNaut, 2019)



Σχήμα 2. Επιθεώρηση της πρωτοβουλίας Ocean Clean up



[Τίτλος του εγγράφου]

5.2.2 Δυνατότητες και μελλοντικές εξελίξεις

Μια καινοτόμος τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων, το USV έχει τη δυνατότητα να ακολουθεί μια προσέγγιση "track-and-follow", χρησιμοποιώντας πομποδέκτες στο υπεράκτιο στοιχείο και παρακολουθώντας αυτόνομα με τη χρήση δυναμικών σημείων πορείας που δημιουργούνται επί του σκάφους. Αυτό επιτρέπει στο AutoNaut να διατηρεί μια ασφαλή και σταθερή απόσταση από μια κινούμενη υπεράκτια εγκατάσταση, χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης. (Eco Magazine, 2019) Μια εξαιρετικά επιθυμητή μελλοντική λειτουργία του AutoNaut είναι η δυνατότητα αυτόματης λήψης δειγμάτων νερού και η ανάλυσή τους είτε επί του σκάφους (αυτόνομα) είτε η μεταφορά τους στην ξηρά για εργαστηριακή ανάλυση. Σε αυτό το έργο ο στόχος είναι να κατασκευαστεί ένα τέτοιο ωφέλιμο φορτίο βασισμένο σε βιο-οπτικούς αισθητήρες (φασματόμετρα) που μπορούν να μετρήσουν το φάσμα απορρόφησης του μίγματος νερού, προκειμένου να ανιχνεύσουν και να ταξινομήσουν τις υπογραφές του φυτοπλαγκτού, της αιωρούμενης ύλης και της διαλυμένης οργανικής ύλης στα δείγματα νερού. (AutoNaut-project, 2021)

6 Πρόσθετες πηγές:

Παρακαλούμε ανατρέξτε στην λίστα παραπομπών



[Τίτλος του εγγράφου]

7 Αναφορές:

Addison, P.F.E, και Collins, D.J., και Trebilco, R., και Howe, S. και Bax, N., και Van Hedge, P., και Jones, G., και Miloslavich, P., και Roelfseama, C., και Sams, M., et. al., (2018), "A new wave of marine evidence-based management: Journal of Marine Sciences, 75, 941-952.

Ashton, K., (2009), "That "internet of things" thing", RFID Journal, τόμος 22, αριθ. 7, σσ. 97-114.

Autonaut-project (2021), "Ocean Cleanup" διαθέσιμο στη διεύθυνση: www.AutonautUSV.com, πρόσβαση στη διεύθυνση: 28/6/2023

Bakker, K., (2022), "Έξυπνοι ωκεανοί: Earth System Governance, 13, 100141.

Eco Magazine (2019), "Autonaut: www.AutoNautUSV.com, πρόσβαση στο: 28/6/2023

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2010) "Θαλάσσια γνώση 2020: θαλάσσια δεδομένα και παρατήρηση για έξυπνη και βιώσιμη ανάπτυξη", COM (2010) 461 τελικό.

Han, G., και Li, S., και Zhu, C., και Jiang, J., και Zhang, W., (2017), "Probabilistic neighbor-based data collection algorithms for 3D underwater acoustic sensor networks". Sensors, 17,136.

Hammi, M.T., and Bellot, P., and Serhrouchni, (2018) "A. BCTrust: IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC) 2018 Barcelona, Spain, pp. 1-6.

He, M. and Liu, F., and Miao, Z., and Zhou, H. and Chen, Q. (2017), "A mechanism of topology optimization for underwater acoustic sensor networks based on autonomous underwater vehicles", Int. Journal Distribution Sensor Networks, 13.

Jiang, S. (2019), "Θαλάσσιο διαδίκτυο για τη διαδικτυακή δικτύωση στους ωκεανούς: Μελλοντικό Διαδίκτυο, 11, 146.

Jin, Z., and Zhao, Q., and Luo, Y., (2020), "Routine void prediction and repairing in AUV-assisted underwater acoustic sensor networks", IEEE Access, 8, 54200-54212.

Kabanov, A., and Kramar, V., (2022), "Marine Internet of Things Platforms for Interoperability of Marine Robotic Agents: Journal of Marine Science and Engineering, 10, 1279.

Khodadadi, F., (2017), "Διαδίκτυο των πραγμάτων: <https://www.researchgate.net>, πρόσβαση στο: 25/6/2023.

Lan, H., και Lv, Y., και Jin, J., και Sun, D., και Yang, Z. (2020), "Acoustical Observation with Multiple Wave Gliders for Internet of Underwater Things", IEEE Internet Things Journal, 8, 2814-2825.



[Τίτλος του εγγράφου]

Li, Y., και Liu, M., και Zhang, S., και Zheng, R., και Lan, J., (2021), "Node Dynamic Localization and Prediction Algorithm for Internet of Underwater Things", IEEE Internet Things Journal,9, 5380-5390.

Liquid Robotics (2020), "Λευκή βίβλος: Διαθέσιμο στη διεύθυνση: www.liquid-robotics.com, πρόσβαση στη διεύθυνση: The New Economics of Marine Environmental Monitoring (Τα νέα οικονομικά της παρακολούθησης του θαλάσσιου περιβάλλοντος): 29/6/2023.

Mohsan, S.A.H., και Li, Y., και Sadiq, M., και Liang, J., και Khan M.A., (2023), "Recent Advances, Future Trends, Applications and Challenges of Internet of Underwater Things (IoUT): Journal of Marine Science and Engineering, 11, 124.

Qiu, T., και Zhao, Z., και Zhang, T., και Chen, C., και Chen, C.P. (2019), "Underwater Internet of Things in smart ocean: System architecture and open issues", IEEE Trans. Ind. Inform., 16, 4297-4307.

Vermesan, O., and Bacquet, J. (2017), "Cognitive Hyperconnected Digital Transformation-Internet of Things Intelligence Evolution", River publishers, διαθέσιμο στο: www.riverpublishers.com, πρόσβαση στο: 28/6/2023

Vermesan, O., and Friess, P. (2013), "Internet of Things-Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems", River publishers, διαθέσιμο στη διεύθυνση: www.riverpublishers.com, πρόσβαση στη διεύθυνση: 28/6/2023

Vijayan, A., (2023), "Internet of Underwater Things", Dell Technologies, διαθέσιμο στο: [Εκπαιδευτικές Υπηρεσίες Home, | Dell Technologies Education Service](https://www.dell.com/education), πρόσβαση στις 29/6/2023,

Wilcox, S. and Richardson, T., and Hine, G., (2009), "The Wave Glider: A Wave-Powered autonomous marine vehicle", έγγραφο συνεδρίου, διαθέσιμο στη [διεύθυνση: https://www.researchgate.net](https://www.researchgate.net), πρόσβαση στις 24/6/2023.

Wu, Q., and Zhang, S., and Zheng, B., and You, C., and Zhang, R., (2021), "Intelligent reflecting surface aided wireless communications: IEEE Trans. Commun., 69, 3313-3351.

Xu, G., και Shi, Y., και Sun, X., και Shen, W., (2019), "Internet of Things in Marine Environment Monitoring: Αισθητήρες, 19, 1711.

Yan, J., and Guo, D., and Luo, X., and Guan, X., (2020), "AUV-aided localization for underwater acoustic sensor networks with current field estimation", IEEE Trans. Vehic.Technol., 69, 8855-8870.

Yisa, A.G.. and Dargahi, T., and Belguith, S., Hammoudeh, M., (2021), "Security challenges of Internet of Underwater Things: Trans. Emerg. Telecommun. Technol., 32.

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



Co-funded by
the European Union



Αριθμός έργου: 2021-1-ES01-KA220-VET-000034899

[Τίτλος του εγγράφου]

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

8 Γλωσσάριο:

Πίνακας των όρων που χρησιμοποιούνται στη μονάδα:

Όροι	Ορισμοί
Κείμενο ή αριθμός	Κείμενο ή αριθμός
Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)	μια δυναμική υποδομή παγκόσμιου δικτύου με δυνατότητες αυτοδιαμόρφωσης με βάση τυποποιημένα και διαλειτουργικά πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπου τα φυσικά και εικονικά "πράγματα" έχουν ταυτότητες, φυσικά χαρακτηριστικά και εικονικές προσωπικότητες και χρησιμοποιούν ευφυείς διεπαφές και ενσωματώνονται απρόσκοπτα στο δίκτυο πληροφοριών.
Διαδίκτυο υποβρύχιων πραγμάτων (IoUT)	Το Διαδίκτυο των Υποβρύχιων Πραγμάτων ή το Θαλάσσιο Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχουν κάποιες ομοιότητες με το αντίστοιχο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, για παράδειγμα, όσον αφορά τη δομή και τη λειτουργία. Ωστόσο, υπάρχουν και διαφορές, οι οποίες αντικατοπτρίζονται κυρίως στις τεχνολογίες επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται.
Ωφέλιμο φορτίο	Τα ηλεκτρονικά συστήματα και ο εξοπλισμός που φέρει ένα αυτόνομο θαλάσσιο όχημα για την εκτέλεση δραστηριοτήτων παρακολούθησης και παρατήρησης
Μεγάλα θαλάσσια δεδομένα	Οι θαλάσσιες τεχνολογίες που εξερευνούν και παρακολουθούν το υποβρύχιο περιβάλλον έχουν οδηγήσει στη δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων, ή αλλιώς μεγάλων θαλάσσιων δεδομένων (BMD).
Sea Gliders	Ωκεάνια ρομπότ μεγάλης διάρκειας που βοηθούν τους επιστήμονες, τις επιχειρήσεις και τις κυβερνήσεις να αποκτήσουν νέες γνώσεις και να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων. Λειτουργώντας στην επιφάνεια, παρέχουν τον ουσιαστικό σύνδεσμο μεταξύ θάλασσας, αέρα και διαστήματος, μετατρέποντας τους υποθαλάσσιους αισθητήρες σε πηγές πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο και δημιουργώντας ένα κενό δεδομένων και πρόσβασης που προηγουμένως ήταν απρόσιτο.



[Τίτλος του εγγράφου]

9 Αξιολόγηση:

Ερώτηση 1: Ποια είναι τα δύο (2) κύρια πεδία εφαρμογής του Διαδικτύου Υποβρύχιων Πραγμάτων που περιλαμβάνονται στην παρούσα ενότητα;

- a. Επιστημονικό
- b. Στρατιωτικό
- c. Βιομηχανική
- d. Παράκτιος τουρισμός

Ερώτηση 2: Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, της ανάπτυξης και της εγκατάστασης της θαλάσσιας έρευνας και εξερεύνησης με βάση το ΙοUT, τα συστήματα είναι απαραίτητα για την επίτευξη διαφόρων κρίσιμων στόχων, συμπεριλαμβανομένων των _____.

- a. αυξημένη αυτονομία
- b. προσαρμοστικότητα
- c. επεκτασιμότητα
- d. ευκολία εφαρμογής

Ερώτηση 3: Έχουν εντοπιστεί πολλές προκλήσεις στην εφαρμογή του ΙοUT, οι οποίες οφείλονται κυρίως στις διαφορές μεταξύ των επίγειων ασύρματων δικτύων αισθητήρων και των υποβρύχιων αισθητήρων.

- a. Αλήθεια
- b. Ψευδές

Ερώτηση 4: Ποιες είναι οι τεχνολογίες (εντοπισμού) που χρησιμοποιεί το ΙοUT για τον εντοπισμό υποβρύχιων αντικειμένων; (μπορείτε να επιλέξετε περισσότερες από μία επιλογές)

- a. Ακουστικές ετικέτες
- b. Ραδιοετικέτες
- c. Ετικέτες παθητικού ενσωματωμένου αναμεταδότη (PIT)

Ερώτηση 5: Λόγω του σκληρού ωκεάνιου περιβάλλοντος, οι δραστηριότητες συντήρησης θα πρέπει να αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις του _____. (Μπορείτε να επιλέξετε περισσότερες από μία επιλογές)

- a. διάβρωση,
- b. διάβρωση,
- c. ιζήματα
- d. ρύπανση.



[Τίτλος του εγγράφου]

Ερώτηση 6: Επί του παρόντος, η έλλειψη τυποποίησης στο ΙοUT, καθώς και η ετερογένεια των αντικειμένων, τεχνολογιών και εφαρμογών ΙοUT έχουν καταστεί μείζον ζήτημα.

- a. Αλήθεια
- b. Ψευδές

Ερώτηση 7: Οι εσωτερικοί αισθητήρες στα θαλάσσια ανεμόπτερα καθορίζουν την κατεύθυνση του οχήματος, ενώ οι εξωτερικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται για τη σάρωση του θαλάσσιου περιβάλλοντος για τη συλλογή δεδομένων.

- a. Αλήθεια
- b. Ψευδές

Ερώτηση 8: Καθώς το Διαδίκτυο των πραγμάτων συνεχίζει να αναπτύσσεται, εκτιμάται ότι θα υπάρξουν περαιτέρω δυνατότητες από το συνδυασμό με συναφείς τεχνολογικές προσεγγίσεις και έννοιες όπως το _____.

- a. Υπολογιστικό νέφος
- b. Μελλοντικό Διαδίκτυο
- c. Μεγάλα δεδομένα
- d. Ρομποτική

Ερώτηση 9: Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μεγάλων θαλάσσιων δεδομένων; (μπορείτε να επιλέξετε περισσότερες από μία επιλογές)

- a. μη πληρότητα
- b. πολυπλοκότητα
- c. πολλαπλών πηγών

Ερώτηση 10: Τα αναλογικά πλαίσια παρατήρησης (όπως οι ανθρώπινοι παρατηρητές επί του σκάφους) παρεμποδίζονται από τα σχετικά μικρά μεγέθη δείγματος και την εκ των υστέρων υποβολή εκθέσεων.

- a. Αλήθεια
- b. Ψευδές



[Τίτλος του εγγράφου]

2. Παραρτήματα

2.1 Παράρτημα Ι - Εφαρμογές του Διαδικτύου των πραγμάτων στη θάλασσα

Reference	Key Features	Perspectives	Main Research Objects	Country
Binnerts et al. [20]: IEEE: MTS/IEEE Kobe Techno-Oceans (OTO)	Development and demonstration of live data-streaming capability using an underwater acoustic communication link	It is planned to collect more representative channels at open sea for further testing and optimization	Acoustic communications	Netherlands
Lu et al. [21]: arXiv	The cognitive ocean network (CONet) is proposed and described	Using next-generation artificial intelligence technology	IoUT architectures	China
Saha [22]: IEEE Xplore	IoT-based automated fish farm aquaculture monitoring system	To develop a better way to capture images and use better image processing techniques to provide better results	Sensor nodes, ocean monitoring	Bangladesh
Li et al. [23]: Journal of the World Aquaculture Society	The major challenges and future trends of underwater object counting in aquaculture are discussed	To implement new counting tasks in aquaculture	Ocean monitoring	China
Wang et al. [27]: IEEE Communications Surveys & Tutorials	The concept of machine-type communication (MTC) for maritime IoT and its services, requirements, and challenges	To avoid the potential pitfalls in the development and standardization of maritime MTC technology	IoUT architectures, MTC	USA
Xia et al. [28]: IEEE Wireless Communications	An intelligent energy control scheme named the residence energy control system (RECoS) is proposed	To provide the sufficient attention of MIoT that it deserves in the 5G community	AI, ocean energy	China
Yang et al. [29]: IEEE Network	Explanation on how various AI methods can facilitate the operation of the parallel-network-driven maritime network	To speed up the AI methods	AI, IoUT architectures	China

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

Αναφορά	Περιγραφή του έργου	Κατηγορία	Τεχνολογία	Χώρα
Manjula et al. [9]: IEEE Xplore	A scheme for sensor deployment design aimed at optimal coverage of the monitoring area with minimum number of sensor nodes	To consider other space filling structure	Sensor nodes, UWSNs	India
Khaledi et al. [10]: Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)	Design of an underwater mine detection system	Reducing the approximate system cost	AUVs, sensor nodes	USA
Cayirci et al. [11]: Ad Hoc Networks	A new wireless sensor network architecture is introduced for underwater surveillance systems where sensors lie in surface buoys when nodes are first deployed	-	UWSNs, sensor nodes	Turkey
Cardia et al. [13]: Mobihoc' 19	System that supports real-time monitoring of divers' positions and health conditions, at the same time allowing unprecedented enhanced visits of the sites	-	UWSNs	Italy
Coutinho et al. [14]: Q2SWinet' 19	The challenges for the design of TC (topology control) algorithms for IoUTs	New research directions will be tackled when considering the new advancements and characteristics of IoUTs	Network topology	Canada
Marini et al. [17]: MDPI(Marine Science and Engineering)	H2020 ENDURUNS project that describes a novel scientific and technological approach for prolonged underwater autonomous operations of seabed survey activities, either in the deep ocean or in coastal areas	To develop new applications in seafloor exploration and surveying	Monitoring systems, AUVs	Italy
Qin et al. [18]: IEEE Access	An autonomous underwater vehicle (AUV)-assisted hierarchical information acquisition system composed of a marine stationary sensor layer and an AUV motion layer	To involve new AUV path planning strategies	AUVs, sensor nodes, UWSNs	China
Lin et al. [19]: Chinese Journal of Mechanical Engineering	The future trend of the ocean observation systems with docking technology and sustained ocean energy	-	Ocean energy, AUVs, monitoring systems	China

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

Salhaoui et al. [1]: MDPI (remote sensing)	AUV model system that overcomes latency challenges in the supervision and tracking process by using edge computing in an IoT gateway	Extension to hybrid cloud/ edge architecture	AUVs, AI	Spain
Jahanbakht et al. [2]: IEEE Communications Surveys & Tutorials	Architectural challenges analysis	To cover new tools and techniques, as well as to make informed decisions and set regulations related to the maritime and underwater environments around the world	Big Marine Data (BMD)	Africa
Kong et al. [3,15,16]: IEEE Photonics Journal, Hindawi	The first underwater optical wireless sensor network prototype. Real-time digital video surveillance	Popularization of the future human-robot interaction applications	Sensor nodes, underwater visual monitoring	China
Domingo et al. [4]: Journal of Network and Computer Applications	The IoUT is introduced and its main differences with respect to the Internet of Things (IoT) are outlined	Detailed description of application scenarios that illustrate the interaction of IoUT components	IoUT architectures	Spain
Xu et al. [5]: MDPI (sensors)	The potential application of IoT and Big Data in marine environment protection	Description for potential application of IoT and Big Data in marine environment protection	BMD	China
Kao et al. [6]: MDPI (sensors)	Investigation and evaluation of the channel models	The channel models to further investigate the design of different IoUT communication protocols, such as the MAC protocols and routing protocols will be used	Underwater Wireless Sensor Networks (UWSNs)	Taiwan

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα δημοσίευση αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



[Τίτλος του εγγράφου]

2.2 Παράρτημα II - Διαφορές επικοινωνίας μεταξύ IoT και MIoT

Features	MIoT	IoT
Communication technologies	Most communications in the IoUT are based on acoustic links.	Mostly radio waves.
Tracking technologies	In the MIoT, things (usually fish) are tracked with different technologies: acoustic tags, radio tags, passive integrated transponders.	The IoT uses basic radio frequency identification (RFID) for tracking.
Battery recharge	Battery capacities are limited and it is difficult (sometimes impossible) to recharge or replace them.	As part of the IoT, replacing batteries is not difficult.
Energy-harvesting technologies	Piezoelectric energy harvesting can also be exploited in the IoUT. The IoUT also benefits from specific underwater energy-harvesting techniques such as ocean thermal energy.	Two of the most promising energy-harvesting technologies for IoT devices are solar energy and piezoelectric harvesting.
Network density	The IoUT is deemed to be sparse due to the cost and challenges associated with underwater deployment.	In the IoT, it is expected that a very large number of devices communicate if all the 'things' join the network.
Localization techniques	Terrestrial localization approaches: the localization with directional beacons (LDB) scheme.	The location of mobile devices in the IoT is afforded by global positioning system (GPS) satellites