

Του Δημήτρη Σταφυλά, Ηλεκτρολόγου Μηχανικού και Μηχανικού Ηλεκτρονικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Διευθυντή Ελέγχου Τίτλων ΟΒΙ

Σύνοψη: Μη επανδρωμένο όχημα επιφανείας (Unmanned Surface Vessel - USV)

Ως μη επανδρωμένο όχημα επιφανείας (Unmanned Surface Vessel - USV) ορίζεται ένα αυτοκινούμενο θαλάσσιο σκάφος που λειτουργεί στην επιφάνεια του νερού, χωρίς ανθρώπινο πλήρωμα, πλοηγούμενο είτε μέσω εμποπτευόμενων είτε μέσω πλήρως αυτόνομων συστημάτων. Η υλοποίηση ενός USV αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα διεπιστημονικής σύγκλισης, συνδυάζοντας ναυπηγική, ρομποτική και προηγμένα συστήματα πλοήγησης βασισμένα σε αυτόνομα συστήματα ελέγχου, με σταδιακή ενσωμάτωση τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης.

Η ανάλυση ενός συνόλου άνω των 400 δημοσιευμένων Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας (ΔΕ) στον τομέα των USV αναδεικνύει ένα έντονα επιταχυνόμενο τοπίο καινοτομίας, ιδιαίτερα μετά το 2018 και με την πλειονότητα των καταθέσεων για ΔΕ να συγκεντρώνεται στην περίοδο 2020-2025, υποδηλώνοντας μια μετάβαση από πρώιμες εφαρμογές σε πιο σύνθετες και ολοκληρωμένες αρχιτεκτονικές συστημάτων, με αυξημένη διασύνδεση υποσυστημάτων. Πιο συγκεκριμένα, εντοπίζονται διακριτές φάσεις εξέλιξης: αρχικά η ανάπτυξη βασικών πλατφορμών, ακολουθούμενη από την ενσωμάτωση λειτουργικών δυνατοτήτων, και τέλος η σύγχρονη εστίαση στην αυτονομία, και τη διασυνδεσιμότητα.

Τα κύρια **πεδία εφαρμογών** που προκύπτουν από το εξεταζόμενο σύνολο ΔΕ περιλαμβάνουν:

- Κυρίως την παρακολούθηση περιβάλλοντος και ποιότητας νερού {ανίχνευση ρύπανσης, συστήματα δειγματοληψίας, καθαρισμός απορριμμάτων, απομόνωση φυκιών}.
- Εν συνεχεία την θαλάσσια έρευνα {υδρογραφικές αποτυπώσεις, χαρτογράφηση, επιθεώρηση υποδομών}.
- Την διάσωση και ασφάλεια {οχήματα έρευνας και διάσωσης, διαχείριση έκτακτων συμβάντων, επιχειρησιακή επιτήρηση}.
- Τα αυτόνομα και συνεργατικά συστήματα {λειτουργία εξ' αποστάσεως με Τεχνητή Νοημοσύνη, συνεργασία USV με Unmanned Aerial Vehicle-UAV, καθώς και Unmanned Underwater Vehicle -UUV}.
- Την ενεργειακή καινοτομία και την βιώσιμη πρόωση {υβριδικές λύσεις όπως η ηλιακή, η κυματική, η αιολική και υδρογόνο}.

Από πλευρά **τεχνολογικού οικοσυστήματος** (technology cluster) τα ΔΕ συγκλίνουν σε τέσσερις βασικούς άξονες :

Πρώτος άξονας – συστήματα αισθητηρίων και περιβαλλοντικής ανίχνευσης.

Δεύτερος άξονας - αλγορίθμους πλοήγησης και ελέγχου.

Τρίτος άξονας – αρχιτεκτονική πλατφόρμας (σχεδιασμός σκάφους, αρθρωτή διαμόρφωση).

Τέταρτος άξονας – ενεργειακά και συστήματα πρόωσης.

Σε επίπεδο **τεχνολογικών τάσεων** παρατηρείται έντονη εστίαση στην αυτονομία μέσω προηγμένων αλγορίθμων ελέγχου και σχεδιασμού διαδρομής, με αναδυόμενη χρήση τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης για τη λήψη αποφάσεων– στην ανάπτυξη εξελιγμένων συστημάτων ελέγχου και σταθεροποίησης – στην ανάπτυξη μηχανισμών συντονισμού πολλαπλών μη επανδρωμένων μονάδων και στην αυξημένη τάση προς ολοκληρωμένη αξιοποίηση δεδομένων από πολλαπλά ετερογενή αισθητήρια συστήματα.

Παράλληλα, αναδύονται τεχνολογίες που στοχεύουν στην ενίσχυση της διασύνδεσης και της λειτουργικής ολοκλήρωσης, όπως συστήματα συνεργασίας αέρα (Unmanned Aerial Vehicle -UAV) , επιφανείας (Unmanned Surface Vehicle – USV), υποθαλάσσιου χώρου (Unmanned Underwater Vehicle -UUV) – ψηφιακά και δικτυακά οικοσυστήματα και ενεργειακά αυτόνομα συστήματα μεγάλης διάρκειας λειτουργίας. Το σύνολο δεδομένων υποδεικνύει μια σαφή μετάβαση από μεμονωμένες πλατφόρμες USV προς αρθρωτές και διαλειτουργικές αρχιτεκτονικές πολλαπλών συστημάτων, στις οποίες τα USV τείνουν να εξελίσσονται σε κόμβους ευρύτερων αυτόνομων θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Η τάση αυτή υποδεικνύει μετατόπιση της καινοτομίας από επιμέρους τεχνικές βελτιώσεις σε συστημικό επίπεδο ολοκλήρωσης και συνεργασίας.

Γεωγραφικά, κυρίαρχη χώρα στις καταθέσεις ΔΕ αναδεικνύεται η Κίνα, με έντονη δραστηριότητα που καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και τεχνολογιών. Παράλληλα, σημαντικές συνεισφορές εντοπίζονται στη Ν. Κορέα, με έμφαση στα συστήματα αμυντικού ελέγχου και αισθητηρίων, καθώς και τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και την Ευρώπη.

Συνολικά, το εξεταζόμενο σύνολο ΔΕ καταδεικνύει ότι η τεχνολογική εξέλιξη των USV δεν αφορά πλέον αποκλειστικά τη βελτίωση μεμονωμένων χαρακτηριστικών, αλλά την ανάπτυξη ολοκληρωμένων, ευφυών και συνεργατικών συστημάτων, σηματοδοτώντας μια μετάβαση προς φάση ωρίμανσης με έμφαση στη συστημική ολοκλήρωση και τη συνεργατική λειτουργία.