



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ

ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διερεύνηση Αλγορίθμων και Εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης
και η Συμβολή τους στη Λήψη Αποφάσεων της Σύγχρονης
Ναυτιλίας**

Διπλωματική Εργασία

Ελένη Μ. Ξάνθη

Επιβλέπων Καθηγητής

Δημήτριος Ασκούνης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

Διερεύνηση Αλγορίθμων και Εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης και η Συμβολή τους στη Λήψη Αποφάσεων της Σύγχρονης Ναυτιλίας

Διπλωματική Εργασία

Ελένη Μ. Ξάνθη

Επιβλέπων Καθηγητής

Δημήτριος Ασκούνης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 5η Νοεμβρίου 2021

Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Χρυσόστομος Δούκας
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2021

.....
Ελένη Μ. Ξάνθη

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ελένη Μ. Ξάνθη, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η ναυτιλία προσφέροντας το χαμηλότερο κόστος και περιβαλλοντικό αποτύπωμα στις μεταφορές και συνδυαστικά με τη συχνότητα και την αξία των συναλλαγών καθορίζει την παγκόσμια οικονομία σε μεγάλο βαθμό. Ταυτόχρονα, η τέταρτη τεχνολογική επανάσταση επιφέρει αλματώδεις αναβαθμίσεις σε κάθε τομέα. Ωστόσο, η ναυτιλιακή βιομηχανία φαίνεται διστακτική στην υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών λόγω της παραδοσιακής και πολύπλοκης δομής της, της δυσκολίας εξόρυξης τεράστιου όγκου δεδομένων, καθώς και της ασταθούς και απρόβλεπτης φύσης της αγοράς. Παρά τους περιορισμούς αυτούς, η Τεχνητή Νοημοσύνη αναμένεται να υποστηρίξει τις λειτουργίες της ναυτιλίας και να δημιουργήσει προστιθέμενη αξία.

Σκοπό της εργασίας αποτελεί η διερεύνηση μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης με εφαρμογή στη ναυτιλία, όπως η αναγνώριση αντικειμένου στη θάλασσα, η αποφυγή εμποδίων, η εξομίωση συστημάτων πλοίου, η βελτιστοποίηση διαδρομής και ενεργειακής κατανάλωσης. Παρουσιάζονται συγκεντρωτικά έρευνες που προτείνουν λύσεις αλγορίθμων παλινδρόμησης, ταξινόμησης, ενδυνάμωσης μηχανικής μάθησης και επιτηρούμενης, μη επιτηρούμενης και ενισχυτικής βαθιάς μάθησης εμβαθύνοντας στα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (ANN, CNN, RNN, GAN, Autoencoders, DQN, AAC, DDPG).

Προκειμένου να μετρηθεί ο πραγματικός αντίκτυπος της Τεχνητής Νοημοσύνης, μελετάται η αξιοποίησή της μέσω των εμπορικών εφαρμογών λογισμικού που συμβάλλουν στη λήψη αποφάσεων, όπως, η παρακολούθηση της αγοράς, ο σχεδιασμός ταξιδιού, η οργάνωση κυκλοφορίας στους λιμένες, η τεχνική ασφάλεια και συντήρηση των συστημάτων, καθώς και η διαχείριση και εκπαίδευση του πληρώματος. Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας, τη Διασύνδεση Πραγμάτων, τη Ρομποτική, την Εικονική Πραγματικότητα καθώς και την Ψηφιακή Ασφάλεια.

Με βάση την ανάλυση των επικρατέστερων εφαρμογών λογισμικού - ανά τεχνολογία και ανά ναυτιλιακό τομέα - προκύπτουν συμπεράσματα για το επίπεδο ωριμότητας (νέα, ανερχόμενη, ώριμη και γηράσκουσα) κάθε λύσης και τη δυνατότητα ανταπόκρισης της τεχνολογίας στις σύγχρονες απαιτήσεις. Τα συμπεράσματα της διερεύνησης συμπληρώνονται από ανάλυση SWOT και προτάσεις για την εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη ναυτιλία.

Λέξεις Κλειδιά

Τεχνητή Νοημοσύνη, Ναυτιλία 4.0, Ψηφιακός Μετασχηματισμός, Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας, Μηχανική Μάθηση, Βαθιά Μάθηση, Έξυπνη Διαχείριση Στόλου, Αυτόνομη Πλοήγηση, Κατανάλωση Καυσίμων, Θαλάσσια Ασφάλεια, Συστήματα Λήψης Αποφάσεων.

Abstract

Maritime offers the lowest cost and environmental footprint in transportation and based on the frequency and value of transactions determines the global economy to a large extent. At the same time, the fourth technological revolution brings swift and major upgrades in every field. However, the shipping industry seems reluctant to adopt innovative technologies due to its traditional and complex structure, the difficulty of extracting huge amounts of data, as well as the volatile and unpredictable nature of its market. Despite these limitations, Artificial Intelligence is expected to support the shipping operations and create added value.

The purpose of this thesis is to investigate artificial intelligence models with applications in the shipping industry, such as object recognition at sea, obstacle avoidance, simulation of ship systems, route optimization and energy consumption. Research papers are presented aggregately in order to indicate the proposed solutions of regression, classification, boosting machine learning algorithms and supervised, unsupervised and reinforcing deep learning algorithms with focus on artificial neural networks (ANN, CNN, RNN, GAN, Autoencoders, DQN, AAC, DDPG).

In an attempt to measure the real impact of Artificial Intelligence on the development of the shipping industry, software applications that contribute to the decision making - with focus on market monitoring, voyage planning, port traffic organization, security and systems maintenance, as well as crew management and training - are analysed. Artificial Intelligence is inextricably linked to Big Data Analysis, Internet Of Things, Robotics, Virtual Reality as well as Digital Security.

Based on the analysis of the key applications - by technology and by shipping sector - conclusions are drawn about each solution's level of maturity (new, improving, mature and aging) and ability to satisfy modern technical requirements. The conclusions are supplemented by a SWOT analysis stating suggestions regarding the Artificial Intelligence in maritime.

Keywords

Artificial Intelligence, Maritime 4.0, Shipping, Digital Transformation, Big Data, Machine Learning, Deep Learning, Fleet Intelligence, Autonomous Navigation, Fuel Consumption, Maritime Safety, Decision Making Systems.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή κ. Δημήτριο Ασκούνη για την ανάθεση του θέματος, καθώς και τον επιβλέποντα κ. Σπύρο Μουζακίτη για την άμεση στήριξη και επικοινωνία καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, την ουσιαστική επίβλεψη της προόδου και τις εποικοδομητικές συμβουλές του.

Τη διπλωματική εργασία, που συμβολίζει το τέλος των προπτυχιακών μου σπουδών, αφιερώνω στην Έλενα που μου έμαθε να απολαμβάνω το ταξίδι, την Άντα που μου έδειξε πώς να ψάχνω το επόμενο λιμάνι και τη μαμά μου, Σοφία, την πυξίδα μου σε κάθε φουρτουνιασμένη θάλασσα.

Ελένη Ξάνθη,

Αθήνα, 5η Νοεμβρίου 2021

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Abstract	7
Ευχαριστίες	9
Περιεχόμενα	11
Ευρετήριο	15
Πίνακες	15
Διαγράμματα	16
Εικόνες	17
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	20
1.1 Αντικείμενο και Σκοπός	20
1.1.1 Η θέση της ναυτιλίας στην παγκόσμια οικονομία	20
1.1.2 Η ψηφιακή επανάσταση: Ναυτιλία 4.0	22
1.1.2.1 Παραδοσιακή και πολύπλοκη δομή	23
1.1.2.2 Όγκος και εξόρυξη δεδομένων	23
1.1.2.3 Ασταθής και απρόβλεπτη αγορά	24
1.1.3 Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών	25
1.2 Μεθοδολογία και Δομή Διπλωματικής Εργασίας	25
Κεφάλαιο 2: Εμπορική Ναυτιλία· Απαιτήσεις και Προκλήσεις	28
2.1 Κατηγορίες Πλοίων και Είδη Φορτίων	28
2.2 Τομείς Ναυτιλίας	28
2.2.1 Λήψη Εμπορικών Αποφάσεων - Ναυλώσεις (Chartering - Commercial)	28
2.2.2 Παρακολούθηση Επιχειρήσεων (Operations Monitoring)	29
2.2.3 Κατανάλωση Καυσίμων (Fuel Consumption)	30
2.2.4 Κυκλοφορία Λιμένων - Πέρασμα Καναλιών (Port Call - Canal Passage)	30
2.2.5 Τεχνική Ποιότητα και Ασφάλεια (Technical Quality Assurance)	31
2.2.6 Διαχείριση Πληρώματος (Crew Management)	31
	11

2.3	Σύνολα και Πηγές Δεδομένων Ναυτιλίας	32
2.3.1	Εμπορικά Δεδομένα (Commercial Data)	32
2.3.2	Γεωγραφικά Δεδομένα (Geospatial Data)	33
2.3.3	Δεδομένα Πλοίου (Vessel Data)	36
2.4	Συστήματα Λήψης Αποφάσεων (Decision Support Systems)	37
2.5	Ψηφιακός Μετασχηματισμός (Digital Transformation)	38
	Κεφάλαιο 3: Τεχνητή Νοημοσύνη· Δυνατότητες και Πλεονεκτήματα	40
3.1	Ιστορική Αναδρομή	40
3.2	Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)	43
3.3	‘Ρηχή’ Μάθηση (‘Shallow’ Learning)	44
3.3.1	Αλγόριθμοι Παλινδρόμησης (Regression Algorithms)	44
3.3.1.1	Linear Regression	45
3.3.1.2	Logistic Regression	45
3.3.2	Αλγόριθμοι Ταξινόμησης (Classification Algorithms)	45
3.3.2.1	K Nearest Neighbours	46
3.3.2.2	Decision Trees	46
3.3.2.3	Support Vector Machines	46
3.3.2.4	Random Forest	47
3.3.3	Αλγόριθμοι Ενδυνάμωσης (Boosting Algorithms)	47
3.3.3.1	AdaBoost	48
3.3.3.2	Gradient Boost	48
3.3.3.3	XGBoost	49
3.3.3.4	LightGBM	50
3.3.3.5	CatBoost	50
3.4	Βαθιά Μάθηση (Deep Learning)	50
3.4.1	Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)	51
3.4.1.1	ANN (Artificial Neural Networks)	51
3.4.1.2	CNN (Convolutional Neural Networks)	51
3.4.1.3	RNN (Recurrent Neural Networks)	55
3.4.2	Μη Επιτηρούμενη Μάθηση (Unsupervised Learning)	56

3.4.2.1 GAN (Generative Adversarial Networks)	56
3.4.2.2 Autoencoders	57
3.4.3 Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning)	58
3.4.3.1 DQN (Deep Q-Network)	58
3.4.3.2 AAC (Advantage Actor-Critic)	59
3.4.3.3 DDPG (Deep Deterministic Policy Gradient)	61
Κεφάλαιο 4: Διερεύνηση Αλγοριθμικών Εφαρμογών στη Ναυτιλία	64
Κεφάλαιο 5: Λοιπές Προηγμένες Τεχνολογίες Ναυτιλίας 4.0	72
5.1 Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας (Big Data Analysis)	72
5.2 Διασύνδεση Πραγμάτων (Internet of Things)	73
5.3 Αυτόνομα Οχήματα και Ρομποτική (Autonomous Vehicles and Robotics)	75
5.4 Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα (Virtual and Augmented Reality)	78
5.5 Ψηφιακή Ασφάλεια (Digital Security and Blockchain)	80
Κεφάλαιο 6: Χαρτογράφηση Εμπορικών Εφαρμογών Λογισμικού στη Ναυτιλία	84
6.1 Συλλογή Δεδομένων	84
6.1.1 Αναζήτηση και Επιλογή Εφαρμογών Λογισμικού	84
6.1.2 Συλλογή Δεδομένων	85
6.2 Γεωγραφική Κατανομή	91
6.3 Ίδρυση και Ανάπτυξη	92
6.4 Απήχηση και Αναγνωρισιμότητα	94
6.5 Οι 15 Κορυφαίες Εφαρμογές Λογισμικού	94
Κεφάλαιο 7: Εμπειρική Ανάλυση Δεδομένων	102
7.1 Παραδοχές	102
7.2 Εποπτεία Συνόλου Δεδομένων	102
7.2.1 Αποτύπωση Συχνότητας Χρήσης Τεχνολογιών	102
7.2.2 Αποτύπωση Συχνότητας Ανάπτυξης Λύσεων	103
7.2.3 Συσχέτιση Τεχνολογιών και Τομέων Ναυτιλίας	104
7.2.4 Αλληλεξάρτηση Τεχνολογιών	105
7.3 Εμβάθυνση στις Τεχνολογίες	106
7.3.1 Στάδια Ανάπτυξης Τεχνολογιών	106

7.3.2 Αποτύπωση Επιπέδου Ωριμότητας Τεχνολογιών	108
7.4 Εμβάθυνση στις Λειτουργικές Απαιτήσεις	110
7.4.1 Λειτουργικές Απαιτήσεις Προσφερόμενων Λύσεων ανά Τομέα	110
7.4.2 Αποτύπωση Επιπέδου Ωριμότητας Λειτουργικών Απαιτήσεων	113
Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα και Επεκτάσεις	118
8.1 SWOT Ανάλυση Τεχνητής Νοημοσύνης στη Ναυτιλία	118
8.2 Συμβολή στη Λήψη Αποφάσεων της Σύγχρονης Ναυτιλίας	119
8.3 Μελλοντικές Επεκτάσεις	120
Βιβλιογραφία	121

Ευρετήριο

Πίνακες

Πίνακας 2.1 Τύποι δεδομένων στη λήψη αποφάσεων

Πίνακας 3.1 Αλγόριθμοι AdaBoost και Gradient Boost

Πίνακας 3.2 Βασικές διαφορές αλγορίθμων ενισχυτικής μάθησης

Πίνακας 4.1 Εφαρμογές στην αναγνώριση αντικειμένου

Πίνακας 4.2 Εφαρμογές στην αυτόνομη πλοήγηση

Πίνακας 4.3 Εφαρμογές στην βελτιστοποίηση σχεδιασμού ταξιδιού

Πίνακας 4.4 Εφαρμογές στην συντήρηση και ενεργειακή απόδοση

Πίνακας 4.5 Εφαρμογές στον έλεγχο ναύλων

Πίνακας 4.6 Εφαρμογές στις θαλάσσιες επικοινωνίες

Πίνακας 4.7 Εφαρμογές στη βελτίωση θαλάσσιας ασφάλειας

Πίνακας 5.1 Επίπεδα αυτονομίας

Πίνακας 6.1 Εφαρμογές: Λήψη εμπορικών αποφάσεων - ναυλώσεις

Πίνακας 6.2 Εφαρμογές: Παρακολούθηση επιχειρήσεων

Πίνακας 6.3 Εφαρμογές: Κατανάλωση καυσίμων

Πίνακας 6.4 Εφαρμογές: Κυκλοφορία λιμένων - πέρασμα καναλιών

Πίνακας 6.5 Εφαρμογές: Τεχνική ποιότητα & ασφάλεια

Πίνακας 6.6 Εφαρμογές: Διαχείριση πληρώματος

Πίνακας 6.7 Εφαρμογές: Λήψη εμπορικών αποφάσεων - ναυλώσεις & παρακολούθηση επιχειρήσεων

Πίνακας 6.8 Εφαρμογές: Λήψη εμπορικών αποφάσεων - ναυλώσεις & κατανάλωση καυσίμων

Πίνακας 6.9 Εφαρμογές: Παρακολούθηση επιχειρήσεων & κατανάλωση καυσίμων

Πίνακας 6.10 Εφαρμογές: Παρακολούθηση επιχειρήσεων & κυκλοφορία λιμένων - πέρασμα καναλιών

Πίνακας 6.11 Εφαρμογές: Παρακολούθηση επιχειρήσεων & τεχνική ποιότητα & ασφάλεια

Πίνακας 6.12 Εφαρμογές: Κατανάλωση καυσίμων & τεχνική ποιότητα & ασφάλεια

Πίνακας 6.13 Εφαρμογές: Τεχνική ποιότητα & ασφάλεια & διαχείριση πληρώματος

Πίνακας 6.14 Πλήθος εταιρειών ανά χώρα

Πίνακας 7.1 Κατανομή τεχνολογιών ανά τομέα της ναυτιλίας

Πίνακας 7.2 Δείκτες ωριμότητας ανά τεχνολογία

Πίνακας 7.3 Επίπεδο ωριμότητας ανά τεχνολογία

Πίνακας 7.4 Δείκτες ωριμότητας ανά λειτουργική απαίτηση

Πίνακας 7.5 Επίπεδο ωριμότητας ανά λειτουργική απαίτηση

Πίνακας 8.1 SWOT ανάλυση

Διαγράμματα

Διάγραμμα 6.1 Γεωγραφική κατανομή: παγκόσμιος χάρτης

Διάγραμμα 6.2 Γεωγραφική κατανομή: Ευρώπη

Διάγραμμα 6.3 Πλήθος εταιρειών ανά έτος ίδρυσης

Διάγραμμα 6.4 Μέγεθος εταιρείας - έτος ίδρυσης

Διάγραμμα 6.5 Οι 15 κορυφαίες εφαρμογές σε χρονολογική σειρά

Διάγραμμα 7.1 Πλήθος εφαρμογών ανά τεχνολογικό κλάδο

Διάγραμμα 7.2 Ποσοστό εφαρμογών ανά τομέα ναυτιλίας

Διάγραμμα 7.3 Συσχετισμός τεχνολογιών σε διάγραμμα Venn

Διάγραμμα 7.4 Ποσοστιαίος συσχετισμός μεταξύ των τεχνολογιών

Διάγραμμα 7.5 Ωριμότητα τεχνολογίας συναρτήσει της απόδοσης και των πόρων

Διάγραμμα 7.6 Λειτουργικές απαιτήσεις ανά τομέα της ναυτιλίας

Εικόνες

Εικόνα 1.1 Φόρτωση και εκφόρτωση φορτίου σε δισεκατομμύρια τόνους, 2019

Εικόνα 1.2 Ναυπήγηση, ιδιοκτησία, εγγραφή και ανακύκλωση πλοίων, 2019

Εικόνα 1.3 Χρονολογική εξέλιξης της ναυτιλιακής βιομηχανίας

Εικόνα 1.4 Έσοδα δεξαμενόπλοιων αργού πετρελαίου, 2019-2020

Εικόνα 2.1 Λίστα συμφωνιών δεξαμενόπλοιων

Εικόνα 2.2 Λίστα θέσης πλοίων

Εικόνα 2.3 Πρόγραμμα λιμένα Μόντρεαλ

Εικόνα 2.4 Αυτόματο σύστημα αναγνώρισης

Εικόνα 2.5 Επίπεδο θάλασσας στη Μεσόγειο Θάλασσα

Εικόνα 2.6 Ναυτικά σημάδια λιμένα Σιγκαπούρης

Εικόνα 2.7 Επέκταση περιστατικών πειρατικών επιθέσεων

Εικόνα 2.8 Περιορισμός εκπομπών θείου ανά τον κόσμο

Εικόνα 2.9 Γενικό ναυπηγικό σχέδιο (General Arrangement) πετρελαιοφόρου

Εικόνα 2.10 Έκθεση ελέγχου (Noon Report)

Εικόνα 3.1 Χρονολόγιο Τεχνητής Νοημοσύνης

Εικόνα 3.2 Τύποι μηχανικής μάθησης

Εικόνα 3.3 Linear Regression

Εικόνα 3.4 Logistic Regression

Εικόνα 3.5 K Nearest Neighbours

Εικόνα 3.6 Decision Tree

Εικόνα 3.7 Support Vector Machines

Εικόνα 3.8 Random Forest

Εικόνα 3.9 Διαδικασία ενίσχυσης

Εικόνα 3.10 Εξέλιξη αλγόριθμων ενίσχυσης

Εικόνα 3.11 Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ANN)

Εικόνα 3.12 Συνελικτικό Νευρωνικό Δίκτυο (CNN) κατηγοριοποίησης πλοίων μέσω εικόνων

Εικόνα 3.13 Αρχιτεκτονική LeNet-5

Εικόνα 3.14 Αρχιτεκτονική AlexNet

Εικόνα 3.15 Αρχιτεκτονική VGG-16 Net

Εικόνα 3.16 Αρχιτεκτονική ResNet με παράλειψη σύνδεσης

Εικόνα 3.17 Αρχιτεκτονική GoogleLe Net

Εικόνα 3.18 Long Short-Term Memory Network (LSTM)

Εικόνα 3.19 Autoencoder για υπολογισμό ομοιότητας διαδρομής πλοίου

Εικόνα 3.20 Ενισχυτική Μάθηση

Εικόνα 3.21 DQN για αυτόνομη σύνδεση σε σταθμό φόρτισης

Εικόνα 3.22 Advantage Actor - Critic

Εικόνα 3.23 DDPG για αυτόνομη σύνδεση σε σταθμό φόρτισης

Εικόνα 5.1 Χαρακτηριστικά Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας

Εικόνα 5.2 Διασύνδεση Πραγμάτων

Εικόνα 5.3 Κατανομή ημερήσιων διαχειριστικών εξόδων ενός Aframax πλοίου

Εικόνα 5.4 Απομακρυσμένο, αυτόματο και αυτόνομο πλοίο - MUNIN project

Εικόνα 5.5 Εικονική Πραγματικότητα: προσομοίωση διαχείρισης πλοίου

Εικόνα 5.6 Παγκόσμιο ψηφιακό σύστημα συναλλαγών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

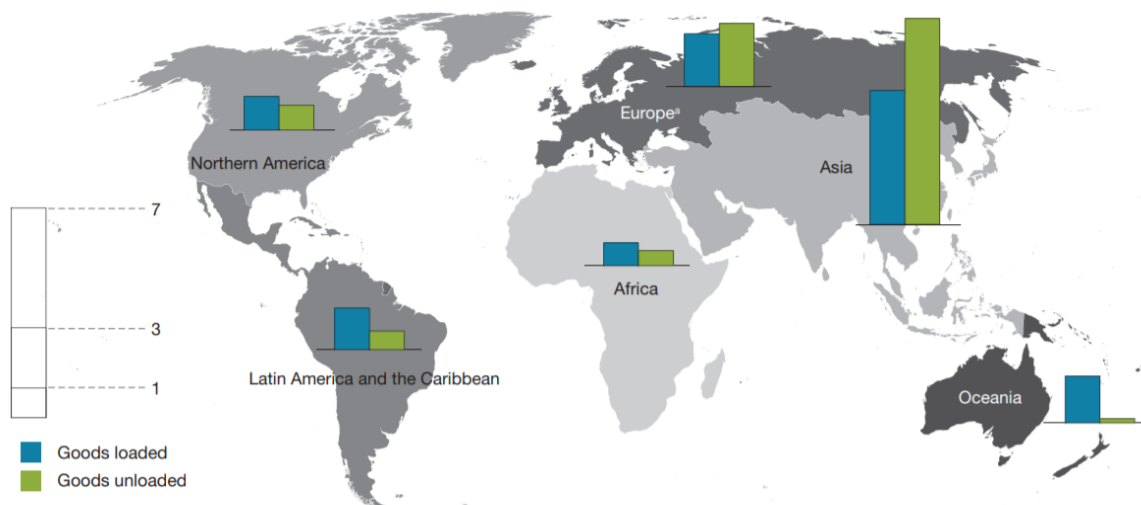
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο και Σκοπός

1.1.1 Η θέση της ναυτιλίας στην παγκόσμια οικονομία

Η ναυτιλία αποτελεί τη ραχοκοκαλιά της παγκόσμιας οικονομίας. Το πρώτο ταξίδι για εμπορικούς σκοπούς πραγματοποιήθηκε κατά τη Μεσολιθική Εποχή, 8000 π.Χ., στο Αιγαίο Πέλαγος [1], ενώ σήμερα το 90% του παγκόσμιου εμπορίου πραγματοποιείται μέσω της θάλασσας με πλοία που μεταφέρουν περισσότερους από 11 δισεκατομμύρια τόνους αγαθών ετησίως [2].

Το θαλάσσιο εμπόριο επιτρέπει τις εισαγωγές και εξαγωγές σε διηπειρωτικό επίπεδο, οι οποίες διαμορφώνουν τις συνθήκες για την ύπαρξη του ελεύθερου εμπορίου και τη δυνατότητα απόκτησης τόσο πρώτων υλών όσο και παραγόμενων προϊόντων από τις ανεπτυγμένες, μεταβατικές και αναπτυσσόμενες οικονομίες.



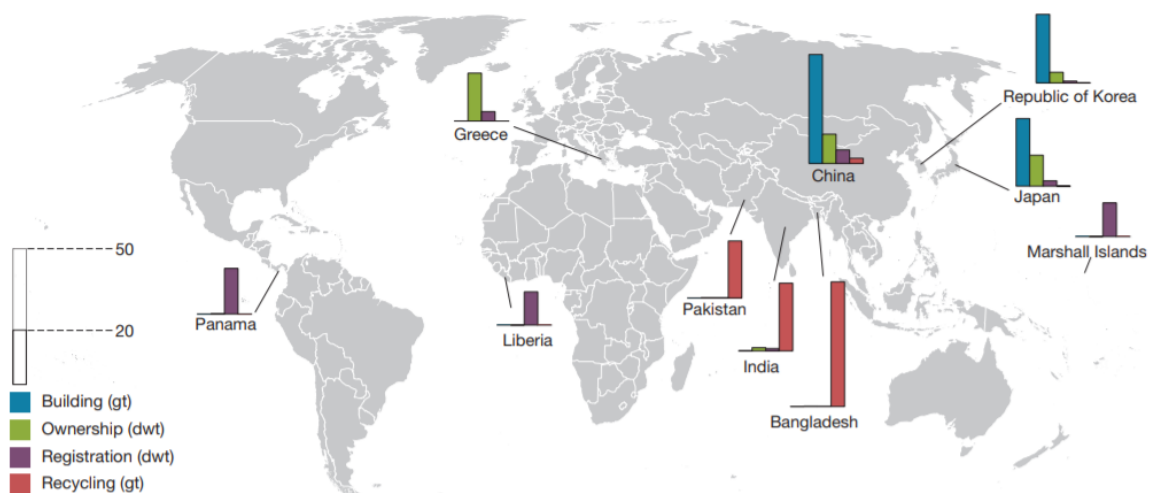
Εικόνα 1.1 Φόρτωση και εκφόρτωση φορτίου σε δισεκατομμύρια τόνους, 2019 [3]

Πρόκειται για ένα θεμελιωμένο κλάδο που συνεχώς ενδυναμώνεται και επεκτείνεται, σύμφωνα με την ανάλυση των δεδομένων της United Nations Conference on Trade and Development για τα τελευταία 5 χρόνια [4].

Τα εμπορικά πλοία αυξήθηκαν κατά 7.1% σε αριθμό και κατά 14.3% σε δυναμικότητα από το 2016 μέχρι το 2020. Τον Ιανουάριο του 2020, ο παγκόσμιος στόλος προσέγγισε τα 2,1

δισεκατομμύρια τόνους σε χωρητικότητα, δηλαδή 81 εκατομμύρια περισσότερο από το προηγούμενο έτος.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως 15 χώρες διαχειρίζονται το 80% του παγκόσμιου στόλου με την Ελλάδα - 17.7%, την Ιαπωνία - 11.4%, την Κίνα - 11.2%, τη Σιγκαπούρη - 6.7% και το Χονγκ Κονγκ - 4.9% στην κορυφή.



Εικόνα 1.2 Ναυπήγηση, ιδιοκτησία, εγγραφή και ανακύκλωση πλοίων, 2019 [5]

Σύμφωνα με ενδεικτικά στατιστικά για το έτος 2018, η συνολική αξία των συναλλαγών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αφορούν το 47% των εξαγωγών και το 55% των εισαγωγών ανήλθε σε 2.006 δισεκατομμύρια ευρώ, παρουσιάζοντας τη μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τις εναέριες και επίγειες μεταφορές [6].

Η προτίμηση των θαλάσσιων μεταφορών δεν είναι τυχαία· οφείλεται επιπλέον σε οικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Είναι γνωστό πως προσφέρει το χαμηλότερο κόστος αλλά και αφήνει το μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα έχοντας τις χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά τόνο προϊόντος [7].

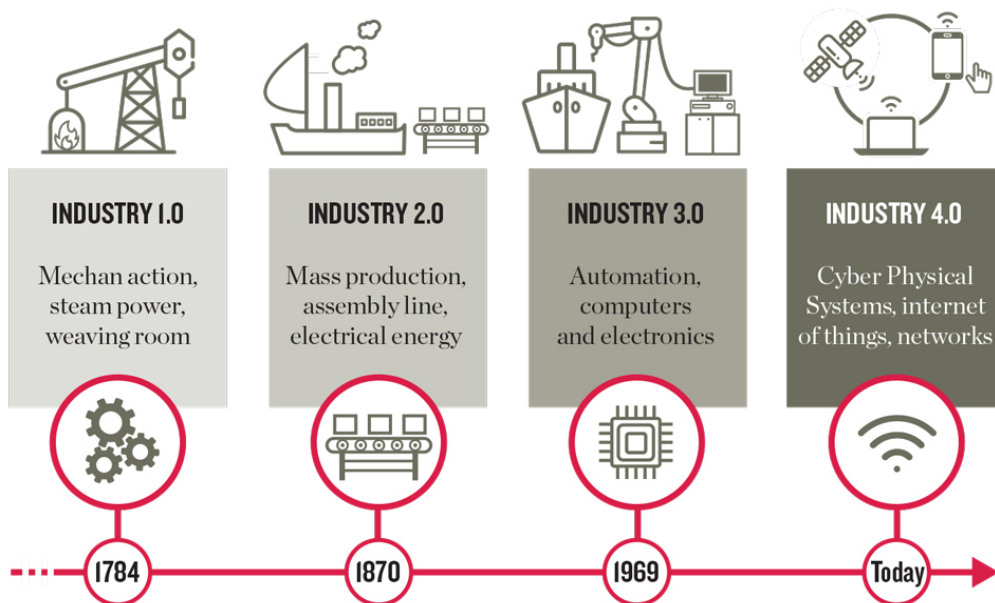
Αναλογιζόμενοι το μέγεθος του κλάδου, τη συχνότητα και την αξία των συναλλαγών, τη δημιουργία προστιθέμενης αξίας, αλλά και την αδιάκοπη τάση προς επέκταση, είναι ασφαλές να συμπεράνουμε πως η εμπορική ναυτιλία θα καθορίζει την παγκόσμια οικονομία και στο μέλλον.

1.1.2 Η ψηφιακή επανάσταση: Ναυτιλία 4.0

Η ναυτιλία εξελίσσεται· το ξύλο, η κωπηλασία και τα πανιά έχουν αντικατασταθεί από χάλυβα και κινητήρες ενώ τα τελευταία χρόνια, η ψηφιοποίηση έχει εισέλθει στη ναυτιλία με νέες προοπτικές. Η ιστορία της ναυτιλίας μπορεί να χωριστεί σε τρεις βασικές επαναστατικές περιόδους. Η πρώτη αφορά τη μετάβαση από τα ιστιοφόρα στα ατμόπλοια κατά το 19ο αιώνα. Στις αρχές του 20ου αιώνα, οι ατμομηχανές αντικαταστάθηκαν από τους κινητήρες πετρελαίου, τους ηλεκτροκινητήρες και άλλα είδη κινητήρων εσωτερικής καύσης. Η τρίτη τεχνολογική επανάσταση συνέβη το 1970 και καθιέρωσε τους υπολογιστές στα πλοία με την εγκατάσταση αισθητήρων, οθονών για προβολή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, συστημάτων επικοινωνίας και ελέγχου δορυφόρων και άλλων συστημάτων προηγμένης τεχνολογίας που διευκόλυναν την καθημερινότητα των ναυτικών και υποστήριξαν την υψηλής ποιότητας συντήρηση των πλοίων.

Η τέταρτη τεχνολογική επανάσταση βρίσκεται σε εξέλιξη και βασίζεται στη ανάλυση Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας και την Τεχνητή Νοημοσύνη. Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει επιταχύνει τις τεχνολογικές εξελίξεις σε βαθμό που παρατηρούνται αλματώδεις αναβαθμίσεις και εξαιρετική μείωση κόστους.

Ωστόσο, η ναυτιλιακή βιομηχανία φαίνεται πάντα διστακτική στην υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών καθώς ακόμη και σήμερα, πληροφορίες σχετικά με τη ζήτηση και την προσφορά επικοινωνούνται μέσω emails ή προσωπικών επαφών, ενώ καθημερινές εργασίες και υπολογισμοί κόστους - κέρδους γίνονται χειροκίνητα. Αξίζει να ερευνήσουμε τους λόγους για τους οποίους μια τόσο ισχυρή βιομηχανία με μέλλον δίστασε να υιοθετήσει εξελιγμένα τεχνολογικά εργαλεία για να συντονίσει αποδοτικότερα τις διαδικασίες της και να μεγιστοποιήσει το κέρδος της.



Εικόνα 1.3 Χρονολογική εξέλιξης της ναυτιλιακής βιομηχανίας [8]

1.1.2.1 Παραδοσιακή και πολύπλοκη δομή

Το ναυτιλιακό οικοσύστημα επιδεικνύει αυξημένη πολυπλοκότητα στον τρόπο λειτουργίας του, καθώς αποτελεί μια ενδιάμεση αγορά στην οποία τρεις πλευρές αλληλεπιδρούν με διαφορετικό ρόλο και σκοπούς.

Οι **ναυτιλιακές εταιρείες** είτε κατέχουν στόλο πλοίων, είτε αναλαμβάνουν την εμπορική διαχείριση άλλων πλοιοκτητών εταιρειών. Είναι κοινώς αποδεκτό πως τα πλοία μπορούν να επιφέρουν μεγάλο κέρδος, αλλά δεν πρέπει να αγνοείται το ρίσκο τους ως ακριβά περιουσιακά στοιχεία με υψηλά κόστη συντήρησης -όπως τα καύσιμα, το πλήρωμα, οι επισκευές- ακόμη και σε ημέρες που παραμένουν ακρησιμοποίητα. Επομένως, οι εφοπλιστές επιθυμούν να εξασφαλίσουν τη μέγιστη δυνατή απασχόληση των πλοίων τους σε συνάρτηση με τα μέγιστα δυνατά έσοδα [9].

Στην άλλη πλευρά κάθε συμφωνίας υπάρχουν οι **ναυλωτές** που ελέγχουν τα εμπορεύματα σε παγκόσμιο επίπεδο και στοχεύουν στη διασφάλιση του κατάλληλου πλοίου στον ιδανικό χρόνο για τη μεταφορά των φορτίων τους [10]. Οι συμφωνίες στη ναυτιλία συντονίζονται από τους **μεσίτες**, οι οποίοι συγκεντρώνουν μεγάλο όγκο δεδομένων από τους πλοιοκτήτες και τους ναυλωτές, με βάση τα οποία επιδιώκουν επικερδείς συμφωνίες. Η επιτυχία τους βασίζεται στην ακρίβεια των πληροφοριών που παρέχουν [11]. Συναλλαγές αξίας εκατομμυρίων βασίζονται σε προσωπικές σχέσεις, έντονες διαπραγματεύσεις και ιδιωτικές πληροφορίες που χρηματοδοτούν ένα δίκτυο το οποίο συντονίζουν οι μεσίτες.

1.1.2.2 Όγκος και εξόρυξη δεδομένων

Εκτιμάται ότι ένα σύγχρονο πλοίο παράγει περισσότερα από 20 gigabytes δεδομένων σε καθημερινή βάση [12], τα οποία προέρχονται από διάφορες πηγές και συχνά βρίσκονται σε μη τυποποιημένες μορφές. Τα δεδομένα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση τη μέθοδο συλλογής τους, χειροκίνητα ή αυτόματα. Κάθε πλοίο διατηρεί πληροφορίες για το πλήρωμα, τις προμήθειες, αλλά και το φορτίο που μεταφέρει. Επιπλέον, υπάρχει το ημερολόγιο του καπετάνιου, το ημερολόγιο του πλοίου και η ημερήσια αναφορά για την καταγραφή της εσωτερικής και εξωτερικής κατάστασης του πλοίου. Ταυτόχρονα, τα λιμάνια και τα κανάλια συμπληρώνουν αναφορές για την παραμονή του πλοίου, τη φόρτωση ή εκφόρτωση του εμπορεύματος και τα κόστη. Τέλος, οι εταιρείες ασφάλισης και οι οργανισμοί πιστοποίησης έχουν τις δικές τους βάσεις δεδομένων σχετικά με βλάβες και ατυχήματα.

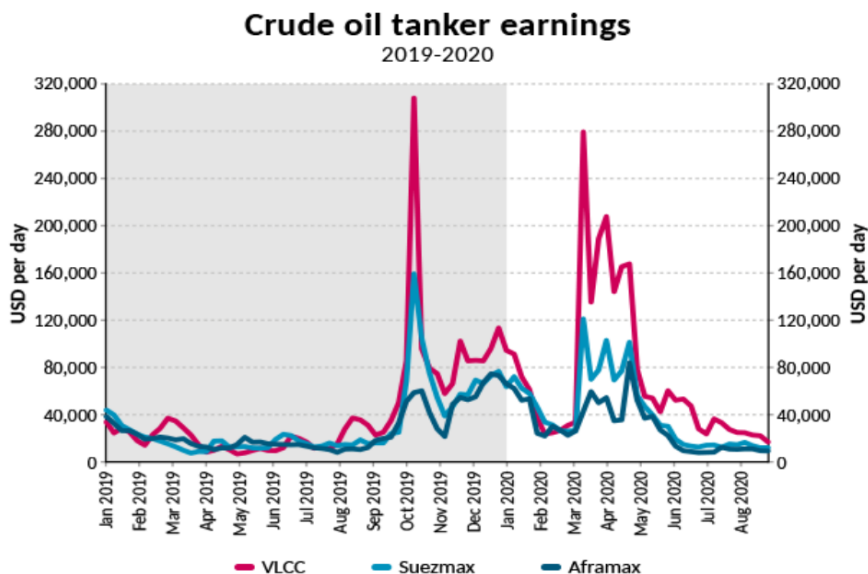
Από το 2004, όλα τα πλοία παράγουν υποχρεωτικά ηλεκτρονικά δεδομένα. Μέσω του AIS (Automatic Identification System) [13] αλλά και παράκτιων και διαστημικών ραντάρ συλλέγονται δεδομένα για τη θέση του πλοίου, την ταχύτητα και την κατεύθυνσή του. Αυξανόμενη διάδοση παρουσιάζουν και τα δεδομένα μέσω αισθητήρων για

παρακολούθηση της υγείας του πληρώματος, της κατανάλωσης καυσίμων, της χρήσης και φθοράς του εξοπλισμού.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, παράγονται τεράστιες ποσότητες δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ενώ παρατηρούνται τα βασικά χαρακτηριστικά των Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας, που ορίστηκαν από τον Doug Laney το 2001: όγκος, ταχύτητα και ποικιλία.

1.1.2.3 Ασταθής και απρόβλεπτη αγορά

Η ναυτιλία επηρεάζεται άμεσα από γεγονότα που δεν μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια όπως δυσμενείς καιρικές συνθήκες, αυξημένη ζήτηση σε συγκεκριμένες χώρες, κίνηση στα κανάλια, περιβαλλοντικές νομοθεσίες που οδηγούν σε επισκευές (όπως το IMO2020), οικονομικοί αποκλεισμοί ορισμένων χωρών, ένας πόλεμος, μια πανδημία ή ένα ατύχημα. Για παράδειγμα, η βιομηχανία δεξαμενόπλοιων σημείωσε σημαντική άνοδο με την έναρξη της κρίσης COVID-19, λόγω της χαμηλότερης τιμής του πετρελαίου και των υψηλότερων εξαγωγών από μεγάλους παραγωγούς, όπως φαίνεται στο Γράφημα 1.4. Μακροπρόθεσμα, ωστόσο, η χαμηλότερη ζήτηση εναέριων και οδικών μεταφορών, και ουσιαστικά χαμηλότερη κατανάλωση πετρελαίου, θα βλάψει τη βιομηχανία για τουλάχιστον 15 μήνες [14]. Τα επίπεδα της αγοράς διαμορφώνονται από την προσφορά και τη ζήτηση πλοίων ανά τις περιοχές του κόσμου. Το γεγονός αυτό καθιστά την αγορά ασταθή και δυσχεραίνει το σχεδιασμό στρατηγικής και τη λήψη αποφάσεων για την κατανομή του στόλου. Ένα σημαντικό πλήθος ευμετάβλητων παραγόντων πρέπει να ληφθεί υπόψη και παρόλο που η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να υποστηρίξει σημαντικά τη διαδικασία, δε δύναται να αντικαταστήσει το ανθρώπινο ένστικτο και την προσαρμογή σε διαφορετικές, απρόβλεπτες συνθήκες.



Εικόνα 1.4 Έσοδα δεξαμενόπλοιων αργού πετρελαίου, 2019-2020

1.1.3 Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών

Η ψηφιακή κουλτούρα δεν μπορεί να επιτευχθεί στιγμιαία, καθώς πρόκειται για διαδικασία μετασχηματισμού, μια νέα προσέγγιση. Η προοπτική ενός ουδέτερου, ανοικτού ψηφιακού περιβάλλοντος για ασφαλή, εύκολη και σε πραγματικό χρόνο ανταλλαγή πληροφοριών είναι σπουδαία και οι ναυτιλιακές εταιρείες έχουν ήδη αρχίσει να την ενστερνίζονται.

Συγκεκριμένα, η Τεχνητή Νοημοσύνη επιτρέπει την επεκτασιμότητα, διασφαλίζοντας ότι πιο έξυπνες αποφάσεις μπορούν να λαμβάνονται γρηγορότερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι εταιρείες που αναγνωρίζουν τη μετατόπιση της βιομηχανίας ενσωματώνουν τεχνολογικές λύσεις ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο και τις οικονομικές απώλειες. Με την υιοθέτηση τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης, στο μέλλον ολόκληρο το οικοσύστημα θα επέλθει σε μια νέα εποχή ανάπτυξης.

1.2 Μεθοδολογία και Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Οι στόχοι της παρούσας διπλωματικής είναι οι ακόλουθοι:

- Διερεύνηση των αλγορίθμων και μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης σχετικών με τη ναυτιλία όπως πρόβλεψη κίνησης και συμπεριφοράς πλοίων, εξομοιώσεις συστημάτων, νοημοσύνη στόλου και βελτιστοποίηση διαδρομής πλοίων και κατανάλωσης καυσίμων
- Ανασκόπηση και μελέτη των εφαρμογών που υποστηρίζουν εμπορικές και λειτουργικές αποφάσεις στη ναυτιλιακή βιομηχανία όπως παρακολούθηση της αγοράς, σχεδιασμός ταξιδιού, οργάνωση λιμένων, τεχνική ασφάλεια και διαχείριση πληρώματος

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας συνοψίζεται σε 4 διακριτές φάσεις:

Φάση 1: Μελέτη βιβλιογραφικών αναφορών σχετικά με τη Ναυτιλία

Καταρχήν, συγκεντρώθηκαν πληροφορίες σχετικά με τη ναυτιλία προκειμένου να καταστούν σαφείς οι συνθήκες του ψηφιακού μετασχηματισμού στη βιομηχανία αυτή. Στο **πρώτο κεφάλαιο** περιγράφεται η σημασία της ναυτιλίας για την παγκόσμια οικονομία καθώς και οι λόγοι της διστακτικής υιοθέτησης νέων τεχνολογιών. Στο **δεύτερο κεφάλαιο**, καταγράφονται οι βασικοί τομείς και οι απαιτήσεις του κύκλου της ναυτιλίας καθώς και οι διαθέσιμες πηγές αξιοποιήσιμων δεδομένων και τα είδη συστημάτων λήψης αποφάσεων.

Φάση 2: Μελέτη βιβλιογραφικών αναφορών σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη

Μέσω μελέτης εκπαιδευτικού υλικού, καθώς και επιστημονικών άρθρων εντοπίστηκαν οι πιο σημαντικοί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης στο **τρίτο κεφάλαιο**, με αποτέλεσμα να καταστεί δυνατή η διερεύνηση τεχνικών που βρίσκουν εφαρμογή στη ναυτιλία και να ομαδοποιηθούν βάσει του προβλήματος που στοχεύουν να επιλύσουν στο **τέταρτο κεφάλαιο**.

Παράλληλα, καθώς η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι αμιγώς συνδεδεμένη με τις υπόλοιπες τεχνολογίες 4ης γενιάς πραγματοποιήθηκε στο **πέμπτο κεφάλαιο** περαιτέρω βιβλιογραφική μελέτη για την Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας, τη Διασύνδεση Πραγμάτων, τα Αυτόνομα Οχήματα, την Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα και την Ψηφιακή Ασφάλεια προκειμένου να εδραιωθεί ένα πλήρες θεωρητικό υπόβαθρο.

Φάση 3: Συλλογή δεδομένων και εμπειρική ανάλυση

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, σκοπός ήταν η ανάλυση της πραγματικής κατάστασης και ανάπτυξης εμπορικών εφαρμογών. Πραγματοποιήθηκε εκτενής έρευνα στο διαδίκτυο προκειμένου να συλλεχθούν έγκυρα και πλήρη δεδομένα για τις διαθέσιμες εμπορικές εφαρμογές λογισμικού στη ναυτιλία. Οι εφαρμογές που επιλέχθηκαν και οργανώθηκαν κατάλληλα χαρτογραφήκαν στο **έκτο κεφάλαιο** βάσει των χαρακτηριστικών τους ως προς την ίδρυση, γεωγραφία, ανάπτυξη και απήχισή τους.

Στη συνέχεια, στο **έβδομο κεφάλαιο**, ερευνήθηκαν σε βάθος παράγοντες με στόχο την κατανόηση της αγοράς, της συσχέτισης των τεχνολογιών και των λύσεων που προσφέρουν, καθώς και το επίπεδο ωριμότητας κάθε τεχνολογίας.

Φάση 4: Εξαγωγή συμπερασμάτων και προοπτικών

Τέλος, στο **όγδοο κεφάλαιο**, καταγράφονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την προηγούμενη θεωρητική μελέτη και πρακτική ανάλυση και συμπληρώνονται οι προοπτικές και τα μελλοντικά βήματα που αναδύονται από την παρούσα εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ· ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Κεφάλαιο 2: Εμπορική Ναυτιλία· Απαιτήσεις και Προκλήσεις

2.1 Κατηγορίες Πλοίων και Είδη Φορτίων

Τα πλοία ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο τους: φορτηγά πλοία, επιβατηγά πλοία, πλοία ειδικού προορισμού και πλοία βοηθητικής ναυτιλίας. Στα πλαίσια της εμπορικής ναυτιλίας, θα επικεντρωθούμε στα φορτηγά πλοία, τα οποία διακρίνονται ανάλογα με το φορτίο (ξηρό, υγρό, συνδυασμένο) που μεταφέρουν και το νεκρό βάρος τους (deadweight) [15].

Ξηρά φορτία θεωρούνται τα χύδην (bulk carrier) όπως τα σιτηρά, το κάρβουνο, η ζάχαρη, τα γενικά εμπορευματοκιβώτια (container ship) για συσκευές, ρούχα αλλά και τα οχήματα (roll-on / roll-off). Τα υγρά φορτία όπως το αργό πετρέλαιο και η βενζίνη μεταφέρονται από δεξαμενόπλοια (crude oil / product / chemical tanker), ενώ το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου και το φυσικό αέριο από υγραεριοφόρα (LPG / LNG carriers). Τα πλοία συνδυασμένου φορτίου μεταφέρουν είτε υγρό είτε χύδην ξηρό φορτίο όπως μεταλλεύματα (ore / bulk / oil carriers).

Ανεξάρτητα από το είδος του φορτίου ή του πλοίου, στην πραγματοποίησή κάθε μεταφοράς είναι απαραίτητη η εμπλοκή και συνεργασία ορισμένων τμημάτων. Η αποσαφήνιση του στόχου κάθε τμήματος ορίζει τις ανάγκες και απαιτήσεις του προκειμένου να φέρει εις πέρας την αποστολή του. Με τη συνδυαστική ανάλυση των συνθηκών και των ευκαιριών του περιβάλλοντος εντοπίζονται οι προκλήσεις και οι κίνδυνοι σε κάθε στάδιο σχεδιασμού και εκτέλεσης ενός ταξιδιού.

2.2 Τομείς Ναυτιλίας

2.2.1 Λήψη Εμπορικών Αποφάσεων - Ναυλώσεις (Chartering - Commercial)

Η αναζήτηση των κατάλληλων φορτίων και η επιτυχημένη ναύλωση του στόλου έγκειται στη χάραξη αποτελεσματικής στρατηγικής και την αποδοτική λήψη εμπορικών αποφάσεων. Καθημερινά, το τμήμα ναυλώσεων μιας ναυτιλιακής εταιρείας ασχολείται με:

- την παρακολούθηση της αγοράς, ανάλυση προσφοράς - ζήτησης και κατανόηση της δυναμικής,

- την εκτίμηση κέρδους και τον εντοπισμό της ιδανικότερης επιλογής φορτίου για κάθε πλοίο του στόλου,
- την ανάλυση ανταγωνισμού και διαμόρφωση στρατηγικής,
- τη διαπραγμάτευση με τους ναυλομεσίτες και σύναψη συμφωνιών,
- την επικοινωνία με το τμήμα επιχειρήσεων για τις λεπτομέρειες της εκτέλεσης του ταξιδιού.

Η διαδικασία της ναύλωσης γίνεται περισσότερο απαιτητική αν αναλογιστεί κανείς και τον παράγοντα του χρόνου, καθώς η αγορά μεταβάλλεται, ο ανταγωνισμός είναι έντονος και οι αποφάσεις πρέπει να λαμβάνονται με ταχύτητα. Επομένως, παρουσιάζεται η ανάγκη για:

- άμεση επεξεργασία των δεδομένων της αγοράς,
- πρόβλεψη ζήτησης και προσφοράς πλοίων ανά περιοχή,
- αυτόματη ανάθεση πιθανών φορτίων σε πλοία του στόλου,
- βέλτιστη κατανομή στόλου ανάλογα με τις δυνατότητες κάθε πλοίου.

2.2.2 Παρακολούθηση Επιχειρήσεων (Operations Monitoring)

Η διαχείριση του πλοίου και η εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας του αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχημένη μεταφορά του φορτίου, αλλά και τη μεγιστοποίηση του κέρδους για τον πλοιοκτήτη. Η παρακολούθηση των επιχειρήσεων περιλαμβάνει:

- επικοινωνία των αποφάσεων του ναυλωτή στον καπετάνιο του πλοίου,
- σχεδιασμό διαδρομής και προγραμματισμό της ταχύτητας πλεύσης,
- προγραμματισμό των αναγκών για καύσιμα και προμήθειες,
- ανάλυση της κατανομής του φορτίου για βέλτιστη αξιοποίηση της χωρητικότητας του πλοίου,
- προετοιμασία και καθοδήγηση σε πιθανές δυσκολίες ή ατυχήματα.

Είναι εμφανές πως η έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση μεταξύ πληρώματος θάλασσας και διαχειριστών ξηράς είναι ζωτικής σημασίας. Συνεπώς, απαιτείται:

- βέλτιστος χρόνος άφιξης και αναχώρησης από τον λιμένα με σκοπό τη μείωση του χρόνου αναμονής,

- εύρεση συνδυασμού βέλτιστης διαδρομής και ταχύτητας λαμβάνοντας υπόψη την πρόγνωση του καιρού,
- συμμόρφωση με τους νόμους για την προστασία του περιβάλλοντος με το λιγότερο δυνατό κόστος.

2.2.3 Κατανάλωση Καυσίμων (Fuel Consumption)

Τα καύσιμα αποτελούν το υψηλότερο κόστος ενός ταξιδιού. Ταυτόχρονα, οι τιμές των πετρελαίων ανά τον κόσμο διαφέρουν και μεταβάλλονται, οι δεξαμενές έχουν περιορισμένη διαθεσιμότητα και η εφαρμογή των διαφορετικών ανά χώρα περιβαλλοντικών κανονισμών υποδεικνύουν τη σημασία του προγραμματισμού των πετρελεύσεων και της προσεκτικής κατανάλωσης καυσίμων. Κατά συνέπεια, εντοπίζονται οι παρακάτω απαιτήσεις:

- βελτιστοποίηση επιλογής καταλληλότερου λιμένα δεδομένου του κόστους των καυσίμων αλλά και της απόκλισης από την αρχική διαδρομή,
- έγκυρη ενημέρωση για τις ποσότητες και τις τιμές που προσφέρουν οι διαφορετικοί προμηθευτές σε κάθε λιμένα,
- παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης.

2.2.4 Κυκλοφορία Λιμένων - Πέρασμα Καναλιών (Port Call - Canal Passage)

Η κίνηση σε ένα λιμένα ή σε ένα κανάλι οδηγεί σε κοστοβόρες καθυστερήσεις. Οι διαχειριστές των λιμένων ενδιαφέρονται για την:

- κατάλληλη ισορροπία ανάμεσα στο χρόνο εξυπηρέτησης κάθε πλοίου, τη χωρητικότητα του τερματικού σταθμού και το κόστος μετακίνησης ανάμεσα στις αποβάθρες [16],
- μείωση των περιβαλλοντικών ρύπων εντός του λιμένα,
- πρόβλεψη άφιξης πλοίων και ρύθμιση της κυκλοφορίας.

2.2.5 Τεχνική Ποιότητα και Ασφάλεια (Technical Quality Assurance)

Το τεχνικό τμήμα κάθε ναυτιλιακής ασχολείται με τη συντήρηση των μηχανημάτων και συστημάτων των πλοίων, τον προγραμματισμό των επισκευών, καθώς και τη διαχείριση πιθανών βλαβών. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO - International Maritime Organization) υιοθετεί διεθνείς συμβάσεις για τη ρύθμιση της ναυτικής ασφάλειας. Οι δυο σημαντικότερες συμβάσεις είναι η Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα (SOLAS – Safety of Life at Sea) [17] και η Σύμβαση για την Πρόληψη Ρύπανσης της Θάλασσας από Πλοία (MARPOL – International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) [18].

Οι εταιρείες που αναλαμβάνουν την τεχνική διαχείριση του στόλου ασχολούνται με τα εξής:

- άμεση και έγκυρη παρακολούθηση των μηχανικών συστημάτων του πλοίου,
- διευκόλυνση πλοήγησης και εντοπισμός κινδύνων στη θάλασσα.

2.2.6 Διαχείριση Πληρώματος (Crew Management)

Κατά μέσο όρο το πλήρωμα ενός πλοίου απαρτίζεται από 23 άτομα. Το πλήθος διαφέρει ανάλογα το μέγεθος και τον τύπο του πλοίου κατά 1-3 άτομα, αλλά συγκεκριμένα ο αριθμός των πλοιάρχων και μηχανικών παραμένει ίδιος. Ενδεικτικά, υπάρχει ο καπετάνιος ως επικεφαλής και έπειτα ο πλοίαρχος και ο μηχανικός. Στη συνέχεια της ιεραρχίας βρίσκονται ο υποπλοίαρχος, ο ανθυποπλοίαρχος, ο δόκιμος, ο λοστρόμος και οι ναύτες, καθώς και ο μηχανικός β', ο μηχανικός γ', ο ηλεκτρολόγος, ο δόκιμος μηχανικός και οι χειριστές αντίστοιχα [19]. Πρόκειται για επαγγέλματα εξειδίκευσης που προϋποθέτουν απαιτητική εκπαίδευση τόσο για την απόκτηση τεχνικών γνώσεων, όσο και για την ανάπτυξη αισθήματος υψηλής υπεύθυνης και την προετοιμασία για τη διαχείριση κρίσεων. Το τμήμα που διαχειρίζεται το πλήρωμα του πλοίου απασχολείται με τα εξής:

- εκπαίδευση και κατάρτιση του πληρώματος και αξιολόγηση των γνώσεων και δεξιοτήτων του,
- ασφάλεια του πληρώματος σε περίπτωση κινδύνου και παρακολούθηση της ευεξίας και της καλής σωματικής και ψυχολογικής υγείας των ατόμων,
- οργάνωση και συντονισμός αλλαγής πληρώματος.

2.3 Σύνολα και Πηγές Δεδομένων Ναυτιλίας

2.3.1 Εμπορικά Δεδομένα (Commercial Data)

— Συμφωνίες (Fixtures)

Το “κλείσιμο” ενός πλοίου συνεπάγεται την ολοκλήρωση των διαπραγματεύσεων και τον καθορισμό των όρων του συμβολαίου που αφορούν την πρόσληψη ενός πλοίου για τη μεταφορά ενός φορτίου. Ορισμένες συμφωνίες παραμένουν ιδιωτικές, ενώ άλλες δημοσιεύονται μέσω emails. Συνήθως, σε μία γραμμή καταγράφεται το όνομα του πλοίου, η διαχειρίστρια εταιρεία, ο ναυλωτής, χαρακτηριστικά του πλοίου (νεκρό βάρος και έτος κατασκευής), η ποσότητα του φορτίου, η αξία της μεταφοράς, η ημερομηνία φόρτωσης και οι περιοχές φόρτωσης και εκφόρτωσης. Πολλές φορές αναφέρονται και συμφωνίες που βρίσκονται ακόμη υπό διαπραγμάτευση.

TANKERS

SCF TRUST, 80,000 tons, dirty, Mar 26, Flotta/US Atlantic Coast-US Gulf, rate not reported, Koch.

BERTINA, 60,000 tons, dirty, Mar 12, Ventspils/Continent, ws 94, Fleet.























CONTINENTAL, 70,000 tons, dirty, Mar 20, Covenas/US Gulf, ws 112.5, Mobil.

Εικόνα 2.1 Λίστα συμφωνιών δεξαμενόπλοιων [20]

— Λίστες Θέσης Στόλου (Position Lists/Tonnage Lists)

Κάθε πλοιοκτήτρια εταιρεία “διαφημίζει” τα πλοία της στους ναυλωτές και τους μεσίτες ενημερώνοντας για την ημερομηνία και την περιοχή που το κάθε πλοίο της θα είναι διαθέσιμο για την επόμενη πρόσληψη.

Επιπλέον, κάθε μεσίτης στέλνει ημερησίως μία αναφορά στους συνεργάτες του που συμπεριλαμβάνει την αναμενόμενη διαθεσιμότητα πλοίων ανά περιοχή και ημερομηνία.

ETA ⁱ	Fxtr ⁱ		Name	Type	Size	Age	Laden / Ballast	Open ⁱ		Heading To ⁱ	AIS Signal ⁱ		Company ⁱ
08 Mar 2019	Sbs		Seaways Everses	VLCC	298,000 DWT	9.10		8 Mar		Ras Tanura	43h		International
08 Mar 2019	Sbs		Ellinis	VLCC	306,500 DWT	12.14		8 Mar		Middle East Gu	12h		Chandris
08 Mar 2019	Fxd		VL Nichioh	VLCC	304,000 DWT	14.94		8 Mar		Middle East Gu	0h		Hellenic Tank
08 Mar 2019			Grand Lady	VLCC	300,000 DWT	17.16		8 Mar		Middle East Gu	2h		Eastern Medit
08 Mar 2019			Eneos Earth	VLCC	312,200 DWT	0.19		8 Mar		Middle East Gu	1h		JX Ocean

Εικόνα 2.2 Λίστα θέσης πλοίων [21]

— Προγραμματισμός Λιμένων (Line Ups)

Κάθε λιμάνι διατηρεί μια λίστα με τα πλοία που εξυπηρετεί με ακριβείς πληροφορίες για την ώρα άφιξης, τη διάρκεια αναμονής, τη διάρκεια της φόρτωσης / εκφόρτωσης όπως και την ώρα της αναχώρησης.

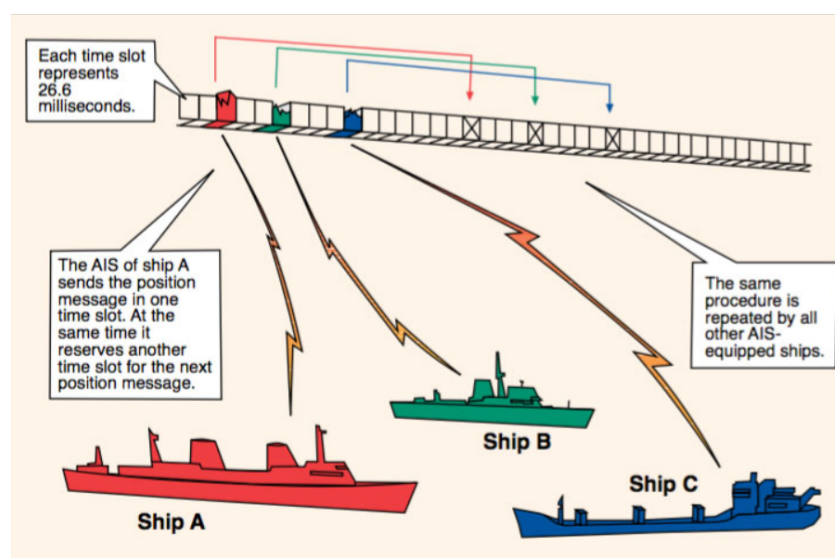
Scheduled Arrival	Scheduled Departure	Status	Vessel	Berth	Agent
		Berthed	<i>Juno Marie</i>	73-Terminal Norcan	C/O Internl Tanker Management Ltd
June 25 2021 22:00		Wintering / laid-up	<i>Algoscotia</i>	32, CANEST TRANSIT-Quai 32	Algoma Tankers Ltd
September 15 2021 01:00	September 19 2021 04:00	Berthed	<i>Detroit Express</i>	60, TERMINAL RACINE- Terminal Racine	Hapag-Lloyd (Canada) Inc
September 16 2021 15:00	September 19 2021 07:00	Berthed	<i>Msc Annick</i>	50, TERMONT VIAU- Terminal Viau	Mediterranean Shipping

Εικόνα 2.3 Πρόγραμμα λιμένα Μόντρεαλ [22]

2.3.2 Γεωγραφικά Δεδομένα (Geospatial Data)

— Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης (Automatic Identification System - AIS)

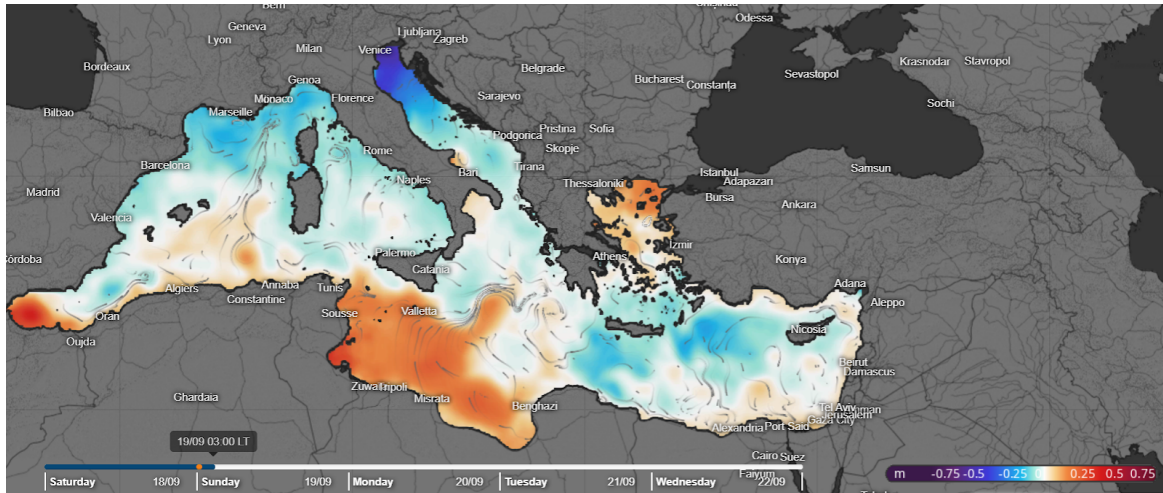
Το Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης, ευρύτερα γνωστό ως σύστημα AIS, (Automatic Identification System) είναι ένα σύστημα αυτόματης ανταλλαγής ψηφιακών σημάτων μεταξύ πλοίων, αλλά και παράκτιων συστημάτων κυκλοφορίας πλοίων, στη συχνότητα των υπερβραχέων κυμάτων (VHF) σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Μέσω του συστήματος αυτού διαδίδονται πληροφορίες που σχετίζονται με την πορεία, την ταχύτητα, την κατεύθυνση, τη βύθιση του πλοίου, στατικές πληροφορίες που σχετίζονται με το όνομα, το μήκος, το πλάτος του πλοίου και λεπτομέρειες που σχετίζονται με το ταξίδι, όπως πληροφορίες φορτίου και κατάσταση πλοήγησης (π.χ. σε εξέλιξη ή σε άγκυρα).



Εικόνα 2.4 Αυτόματο σύστημα αναγνώρισης [23]

— Μετεωρολογικά και Ωκεανογραφικά Δεδομένα

Η συλλογή ωκεανογραφικών δεδομένων πραγματοποιείται με τη βοήθεια ωκεανογραφικών σκαφών, με αυτόματα ρομποτικά και δορυφορικά συστήματα που καταγράφουν μετρήσεις τηλεμετρικά. Πρόκειται για βυθομετρικά δεδομένα και δεδομένα υποδομής του θαλάσσιου πυθμένα, αλατότητας και θερμοκρασίας. Μέσω δορυφόρων και μετεωρολογικών σταθμών συλλέγονται και δεδομένα καιρού και ανέμων. Τα τηλεμετρικά συστήματα έχουν το πλεονέκτημα της αδιάλειπτης καταγραφής με αποτέλεσμα τη συλλογή εξαιρετικά μεγάλου όγκου δεδομένων.



Εικόνα 2.5 Επίπεδο θάλασσας στη Μεσόγειο Θάλασσα [24]

— Χάρτες Λιμένων

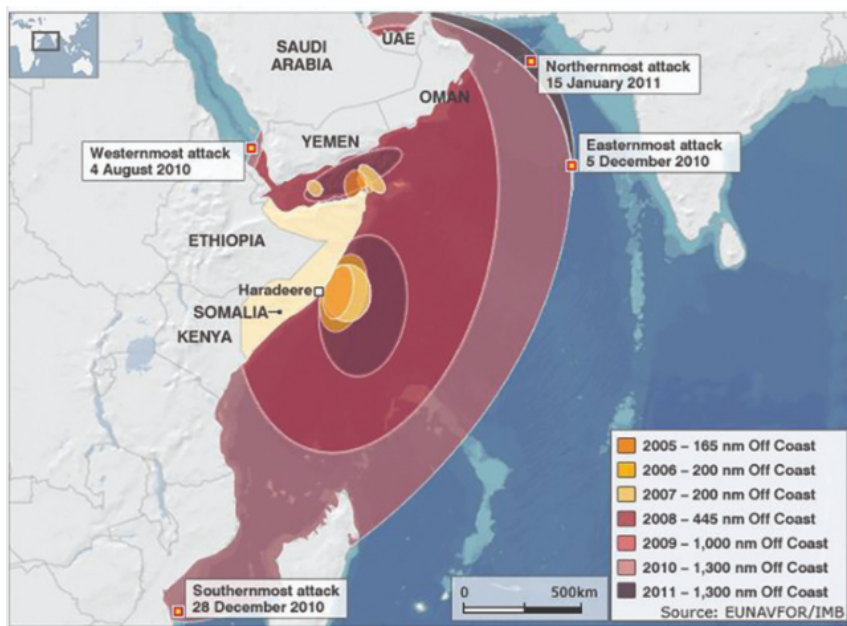
Κάθε λιμάνι είναι σχεδιασμένο με διαδρόμους, αποβάθρες και συγκεκριμένη χωρητικότητα.



Εικόνα 2.6 Ναυτικά σημάδια λιμένα Σιγκαπούρης [25]

— Χάρτες Πειρατείας

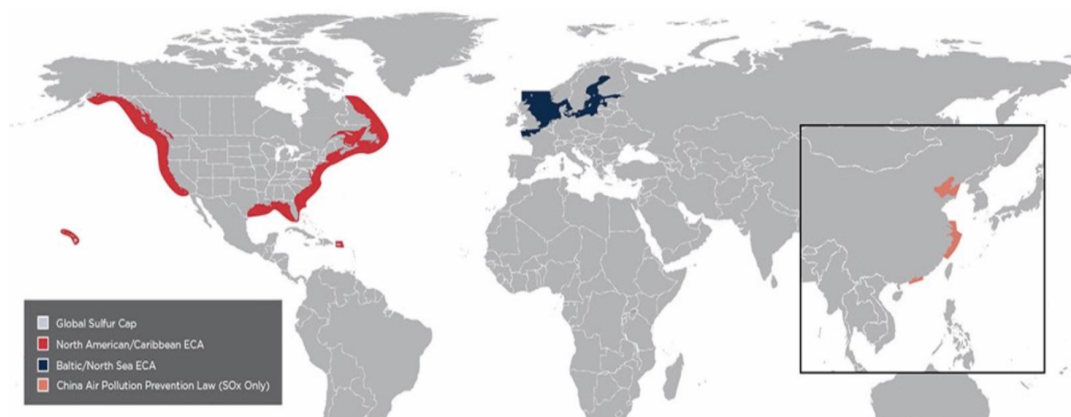
Ορισμένες περιοχές χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής για την προστασία του πληρώματος αλλά και του εμπορεύματος λόγω της πειρατείας. Οι περιοχές αυτές ορίζονται ως Υψηλής Επικινδυνότητας (High Risk Area - HRA).



Εικόνα 2.7 Επέκταση περιστατικών πειρατικών επιθέσεων [26]

— Χάρτες Ελέγχου Εκπομπών

Ορισμένες θαλάσσιες ζώνες βρίσκονται υπό έλεγχο εκπομπών (Emissions Control Area - ECA) όπως καθορίστηκαν από το παράρτημα VI του πρωτοκόλλου MARPOL του 1997. Σε αυτές τις ζώνες περιορίζονται οι εκπομπές των οξειδίων του θείου (SO_x) και του αζώτου (NO_x), απαγορεύονται οι εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν το όζον (ODS) και καθιερώνονται απαιτήσεις για τις εκπομπές των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) [27].

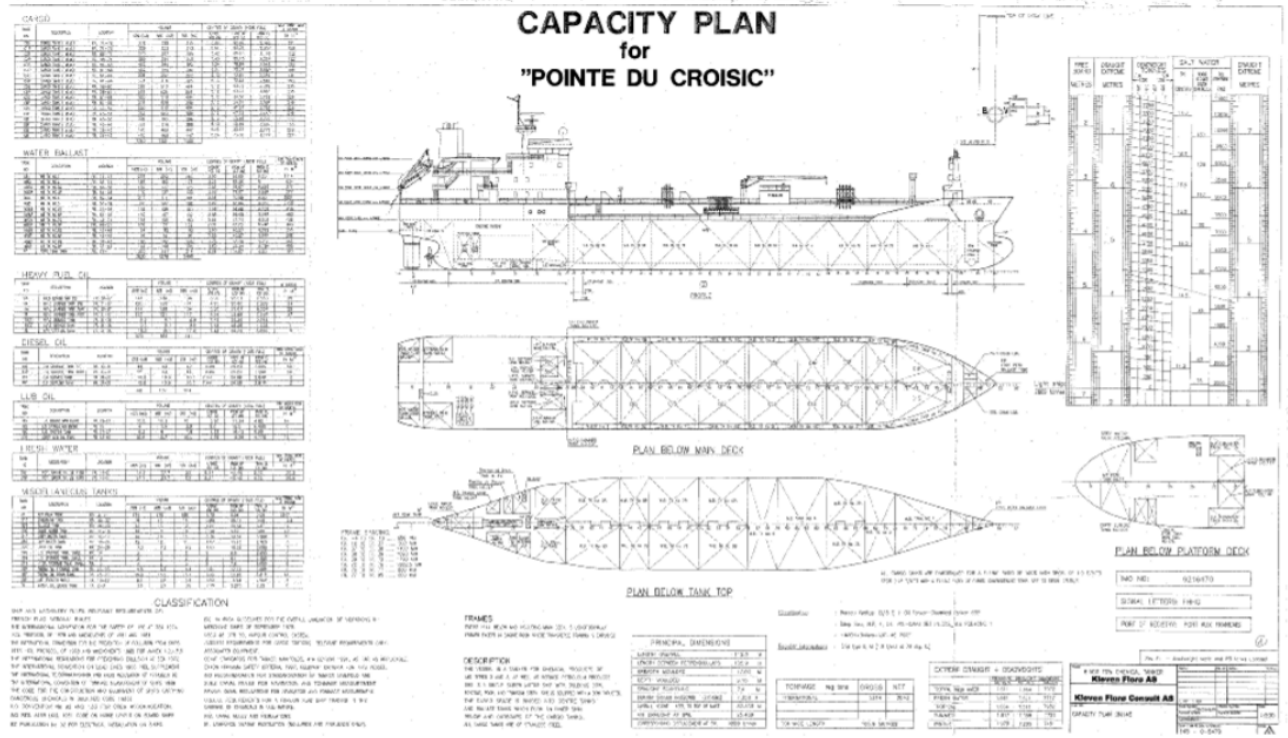


Εικόνα 2.8 Περιορισμός εκπομπών θείου ανά τον κόσμο [28]

2.3.3 Δεδομένα Πλοίου (Vessel Data)

— Τεχνικά και Κατασκευαστικά Δεδομένα

Τα ναυπηγικά δεδομένα χαρακτηρίζουν το πλοίο αναλόγως τις διαστάσεις του και τη χωρητικότητα του. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από τα σχέδια του πλοίου (General Arrangement) σε έντυπη μορφή.



Εικόνα 2.9 Γενικό ναυπηγικό σχέδιο (General Arrangement) πετρελαιοφόρου [29]

— Μεσημεριανή Έκθεση Ελέγχου

Η μεσημεριανή έκθεση ελέγχου ή αναφορά αποτελεί ένα φύλλο δεδομένων που ετοιμάζεται από τους μηχανικούς του πλοίου σε καθημερινή βάση. Εκτός απροόπτου ή δυσκολίας σύνδεσης στο διαδίκτυο, η έκθεση αποστέλλεται κάθε μεσημέρι στους μηχανικούς της ξηράς για ανάλυση. Η έκθεση παρέχει τη θέση του πλοίου και άλλα σχετικά τυποποιημένα δεδομένα για την αξιολόγηση της απόδοσης του πλοίου με βάση την ταχύτητά του και τις περιβαλλοντικές δυνάμεις, συμπεριλαμβανομένων των καιρικών συνθηκών. Πιο συγκεκριμένα, αφορά τη θέση του πλοίου σε γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος, τη μέση ταχύτητα σε κόμβους, την ολίσθηση της προπέλας, το μέσο όρο στροφών ανά λεπτό του κινητήρα, την κατεύθυνση και δύναμη του ανέμου, την κατάσταση της θάλασσας, την απόσταση που διανύθηκε από την σύνταξη της προηγούμενης έκθεσης, τα υπολειπόμενα καύσιμα, νερά, λιπαντικά του πλοίου [30]. Η χρήση της έκθεσης είναι διαδεδομένη τακτική στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Κάθε εταιρεία συλλέγει τα δεδομένα είτε χειρόγραφα, είτε μέσω υπολογιστικών φύλλων, είτε μέσω ειδικά σχεδιασμένου λογισμικού.

Current Position								Destination	Draft (m) at LCF	Displacement (tn)	Trim (m)	Sea depth (m)	Prevailing Wind Actual (Deg/4) over the last 24 hours		Prevailing Current / Speed	
Latitude				Longitude									Dir.	Beaufort	(+/-)	Speed
Degrees	Minutes	Seconds	Position	Degrees	Minutes	Seconds	Position									
52.000	10.000	48.000	North	3.000	29.000	12.000	East	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	40.00				
50.000	9.000	30.000	North	2.000	0.000	18.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	60.00	NE	4.0	+	0.5
49.000	0.000	18.000	North	10.000	0.000	24.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	200.00	E	4.0	-	0.5
48.000	2.000	42.000	North	16.000	47.000	12.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	4000.00	SE	5.0	-	1.0
46.000	25.000	6.000	North	23.000	45.000	6.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	3000.00	E	5.0	-	0.5
44.000	34.000	12.000	North	29.000	53.000	36.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	2000.00	W	5.0	-	0.5
42.000	20.000	6.000	North	36.000	0.000	0.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	4000.00	W	5	-	0.5
40.000	3.000	18.000	North	40.000	58.000	0.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5000.00	SW	5	-	1.5
39.000	6.000	0.000	North	42.000	58.000	30.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5000.00	SW	5	-	1.5
37.000	2.000	12.000	North	46.000	33.000	18.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5000.00	SW	5	-	1.0
36.000	24.000	42.000	North	47.000	37.000	6.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5000.00	SW	4	-	1.0
34.000	45.000	0.000	North	51.000	39.000	42.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5000.00	SW	5	-	1.0
34.000	28.000	12.000	North	52.000	57.000	24.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5000.00	SW	5	-	1.0
33.000	29.000	48.000	North	58.000	17.000	6.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5000.00	SW	5	-	1.0
31.000	47.000	54.000	North	65.000	1.000	18.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5000.00	E	4	+	0.5
29.000	49.000	54.000	North	71.000	16.000	36.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5200.00	NE	4	-	0.2
29.000	37.000	6.000	North	71.000	55.000	18.000	West	Dos Bocas	7.60	59744.00	2.20	5300.00	NE	4	+	0.3

Εικόνα 2.10 Έκθεση ελέγχου (Noon Report)

2.4 Συστήματα Λήψης Αποφάσεων (Decision Support Systems)

Οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων αφορούν όλα τα τμήματα της ναυτιλίας και περιλαμβάνουν ιστορικά εσωτερικά δεδομένα και εξωτερικά δεδομένα τα οποία μπορούν να ταξινομηθούν ως:

Τύπος Δεδομένων	Σύστημα Λήψης Απόφασης	Επίπεδο
δομημένα	- σαφώς ορισμένη και καθορισμένη διαδικασία λήψης αποφάσεων	επιχειρησιακό
ημιδομημένα	- μερικώς ορισμένη διαδικασία λήψης απόφασης - απαίτηση για παρέμβαση ατόμου	τακτικό
μη δομημένα	- μη ορισμένη διαδικασία λήψης απόφασης - απαίτηση για εμπειρία και δημιουργικότητα του ατόμου	στρατηγικό

Πίνακας 2.1 Τύποι δεδομένων στη λήψη αποφάσεων

Η χρήση πληροφοριών ή μαθηματικών μοντέλων για τη διευκόλυνση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων δημιουργεί ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (Decision Support System - DSS). Τα συστήματα αυτά μπορούν γενικά να ταξινομηθούν σε δύο κύριους τύπους. Πρώτον, αυτά που βασίζονται σε μοντέλο που λαμβάνει δομημένες ή ημιδομημένες αποφάσεις, υλοποιούνται συνήθως χειροκίνητα μέσω υπολογιστικών φύλλων ή μοντέλων προσομοίωσης και το αποτέλεσμα αντικατοπτρίζει σαφώς την ποιότητα του μαθηματικού

μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε. Δεύτερον, υπάρχουν τα συστήματα για τη λήψη μη δομημένων αποφάσεων και περιλαμβάνουν πιο εξελιγμένα μοντέλα ανάλυσης και νοημοσύνης. Τα συστήματα αυτά απαιτούν μεγάλη ποσότητα δεδομένων και πολύπλοκους υπολογισμούς, επομένως βασίζονται συνήθως σε υποδομές αποθηκών και επεξεργασίας δεδομένων. Με τις τεχνολογικές εξελίξεις, οι δυνατότητες εξόρυξης δεδομένων έχουν αυξηθεί και η αποθήκη δεδομένων έχει μετατραπεί σε αποθήκη γνώσης. Κατά αυτόν τον τρόπο έχει οριστεί η καινούρια κατηγορία συστήματος υποστήριξης αποφάσεων που βασίζεται στη γνώση. Για να καταστεί δυνατή η εφαρμογή τους, η γνώση πρέπει επίσης να ενσωματωθεί στις επιχειρηματικές διαδικασίες ενός οργανισμού [31].

2.5 Ψηφιακός Μετασχηματισμός (Digital Transformation)

Οι απαιτήσεις και προκλήσεις που εντοπίζονται σε κάθε στάδιο από το σχεδιασμό και τη βέλτιστη υλοποίηση μέχρι την ασφαλή ολοκλήρωση της μεταφοράς ενός φορτίου οδήγησαν στην ψηφιοποίηση του κλάδου και την εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών. Όσον αφορά τη δυναμική της δημιουργίας αξίας σε μια ναυτιλιακή εταιρεία, τα γενικά μοντέλα οικονομικής αναφοράς [32] περιγράφουν τρεις βασικές μεταβλητές που συμβάλλουν στη δημιουργία αξίας: (α) τα έσοδα που λαμβάνονται από τη ναύλωση/εκμετάλλευση του πλοίου, (β) το κόστος λειτουργίας του πλοίου και (γ) τον τρόπο χρηματοδότησης της επιχείρησης. Τέτοια έξοδα περιλαμβάνουν το κόστος λειτουργίας του πλοίου, το κόστος ταξιδιού, το κόστος κεφαλαίου (το οποίο εξαρτάται από τον τρόπο χρηματοδότησης του πλοίου) και το κόστος μεταφοράς φορτίου. Η γενική συχνότητα τέτοιων δαπανών είναι περίπου 45% τόσο για τα λειτουργικά έξοδα όσο και για τα έξοδα ταξιδιού, και το υπόλοιπο 10% για το κόστος κεφαλαίου. Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα της Ναυτιλίας 4.0 είναι η δημιουργία αξίας μέσω προηγμένων αναλύσεων. Όσο οι οργανισμοί θα ψηφιοποιούνται οι αναλυτικές ικανότητες τους θα εξελιχθούν σε ικανότητες πρόβλεψης.

Μέχρι πρόσφατα, οι λειτουργίες παρακολούθησης κάθε υποσυστήματος του πλοίου αναλύονταν με μη δομημένο τρόπο από ανθρώπους με στοιχειώδεις αναλυτικές γνώσεις. Γεγονός που καθιστά δύσκολη την ανίχνευση σημαντικών χαρακτηριστικών και εμποδίζει την πλήρη αξιοποίηση της πληροφορίας για τη δημιουργία προστιθέμενης αξίας. Αυτό το κενό τείνουν να καλύψουν οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη αναμένεται να υποστηρίξει την πλεύση και πλοήγηση με την ελάχιστη δυνατή εξωτερική παρέμβαση, καθώς και το χειρισμό επικίνδυνων και έκτακτων συμβάντων μειώνοντας την εξάρτηση από τον ανθρώπινο παράγοντα που μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά λόγω έλλειψης δεξιοτήτων ή επίγνωσης της κατάστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ· ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Κεφάλαιο 3: Τεχνητή Νοημοσύνη· Δυνατότητες και Πλεονεκτήματα

3.1 Ιστορική Αναδρομή

Σύμφωνα με τον Andrew Moore, πρώην πρότανη της Επιστήμης Υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon, «Η τεχνητή νοημοσύνη είναι η επιστήμη και η μηχανική που κάνει τους υπολογιστές να συμπεριφέρονται με τρόπους που, μέχρι πρόσφατα, πιστεύαμε ότι απαιτείται ανθρώπινη νοημοσύνη».

Συνοπτικά, η ιστορία της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να διακριθεί στις εξής περιόδους:

Η γέννηση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Το 1950 ο Alan Turing δημοσιεύει το άρθρο “Calculation Machines and Intelligence” [33] το οποίο αποτελεί ορόσημο στην ιστορία, καθώς εκφράζει την πιο σημαντική ερώτηση: “Μπορούν οι μηχανές να σκεφτούν;”. Στο άρθρο αυτό ορίζονται οι όροι μηχανή και σκέψη ορίζοντας τη δημιουργία της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Το 1951 οι Marvin Lee Minsky και Dean S. Edmonds υλοποιούν το πρώτο νευρωνικό δίκτυο, το SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator) [34].

Το 1956 ο Arthur Samuel δημιουργεί το πρώτο σταθερό σύστημα που παίζει ντάμα ενάντια σε αντίπαλο, “Samuel’s Checkers AI” [35].

Την ίδια χρονιά, στο Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence (DSRPAI) [36] συγκεντρώνονται κορυφαίοι ερευνητές για ανοιχτή συζήτηση με αποτέλεσμα η Τεχνητή Νοημοσύνη να αποκτήσει το όνομά και την αποστολή της.

Οι επιτυχίες και οι αποτυχίες

Από το 1957 έως το 1974, η Τεχνητή Νοημοσύνη ακμάζει, καθώς οι υπολογιστές μπορούν πλέον να αποθηκεύσουν περισσότερες πληροφορίες και γίνονται γρηγορότεροι, φθηνότεροι και πιο προσιτοί. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης βελτιώνονται και οι επιστήμονες μπορούν να αντιστοιχίσουν καλύτερα τους αλγορίθμους στα προβλήματα [37].

Το 1958 δημιουργείται από τον John McCarthy η συναρτησιακή γλώσσα προγραμματισμού LISP (Locator / Identifier Separation Protocol).

Το 1965 ο Lotfi A. Zadeh εισάγει τον όρο «Ασαφή Σύνολα» (Fuzzy Sets και το 1968 τον όρο «Ασαφείς Αλγόριθμοι» (Fuzzy Algorithms).

Το 1966 ο Joseph Weizenbaum δημιουργεί στο Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης του Τεχνολογικού Ινστιτούτου Μασαχουσέτης (MIT) μετά από έρευνα γύρω από την κατανόηση γλώσσας το ELIZA, το πρώτο πρόγραμμα προσομοίωσης συζήτησης με ανθρώπους.

Στη συνέχεια, αναπτύσσονται τα πρώτα έμπειρα συστήματα (Expert Systems) ή συστήματα γνώσης (Knowledge Systems) που περιέχουν την απαιτούμενη γνώση ώστε να συμπεριφέρονται ως ειδικοί σε διάφορα θέματα. Ενδεικτικά, δημιουργείται στο Πανεπιστήμιο του Stanford, το DENDRAL για την εύρεση της μοριακής δομής οργανικών ενώσεων με δεδομένα από φασματογράφο μάζας και το MYCIN για διάγνωση μολύνσεων του αίματος.

Το 1972 οι Alain Colmerauer και Robert Kowalski δημιουργούν τη γλώσσα λογικού προγραμματισμού Prolog.

Τα επόμενα χρόνια παρουσιάζονται προβλήματα λόγω των περιορισμών της εποχής. Για παράδειγμα, υπάρχει περιορισμένη υπολογιστική δύναμη και δυσκολία στην επεκτασιμότητα καθώς οι υπολογισμοί απαιτούν εκθετικά αυξανόμενο χρόνο.

Η ανάκαμψη

Κατά το 1980 με 1987, η Τεχνητή Νοημοσύνη γνωρίζει ραγδαία ανάπτυξη, καθώς τα έμπειρα συστήματα γίνονται επίκεντρο έρευνας [38]. Η Ιαπωνική Κυβέρνηση χρηματοδοτεί τους υπολογιστές 5ης γενιάς.

Το 1982, ο John Hopfield αποδεικνύει ότι μια μορφή νευρωνικού δικτύου μπορεί να μάθει και να επεξεργαστεί πληροφορίες με έναν εντελώς νέο τρόπο. Σχεδόν ταυτόχρονα, οι Geoffrey Hinton και David Rumelhart εμφανίζουν την οπισθοδρόμηση (backpropagation) ως νέα μέθοδο νευρωνικών δικτύων.

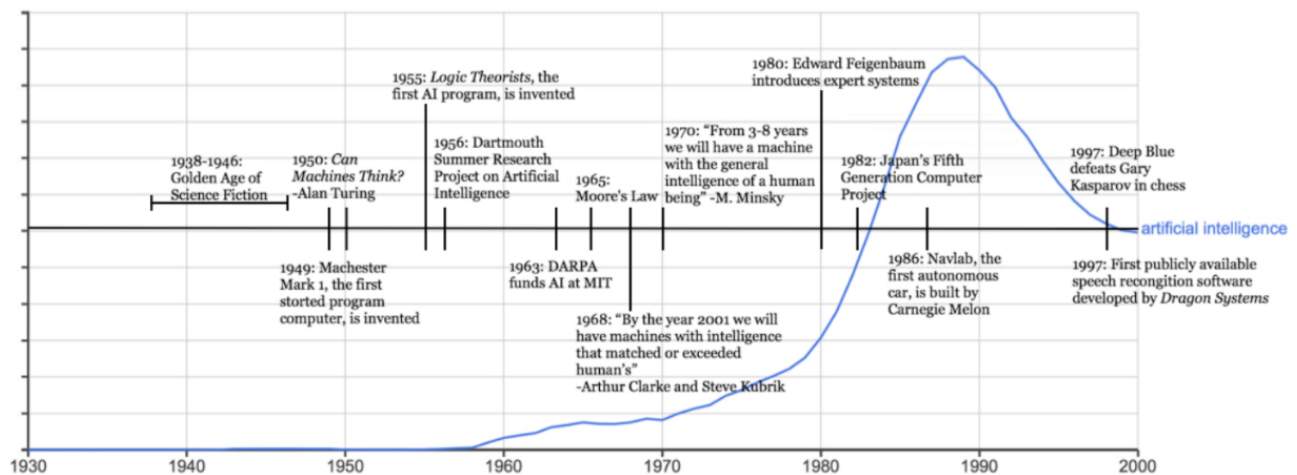
Το 1984, ο Judea Pearl εκδίδει το "Heuristics: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving" που πραγματεύεται την πρόταση του για συστήματα που μαθαίνουν από μόνα τους, για να ταξινομήσουν τις πιθανότητες μεταξύ αυτών που έχουν μάθει και να επικοινωνήσουν τη γλώσσα με τη βοήθεια των γλωσσικών δεξιοτήτων με τον πλέον κατάλληλο τρόπο.

Το 1986, οι David Rumelhart και James McClelland εμπνέονται την Παράλληλη Κατανεμημένη Επεξεργασία.

Το 1997, το Deep Blue της IBM κερδίζει τον παγκόσμιο πρωταθλητή σκακιού, Garry Kasparov.

Το 1995, ένα ρομποτικό αυτοκίνητο γρήγορης όρασης που κατασκευάζεται από τον Ernst Dickmanns οδήγησε 1000 μίλια προσπερνώντας άλλα αυτοκίνητα με ταχύτητα έως 120 mph.

Το 1999 πωλείται ένα από τα πρώτα αυτόνομα κατοικίδια, το AIBO της Sony.



Εικόνα 3.1 Χρονολόγιο Τεχνητής Νοημοσύνης [39]

Η διάδοση

Είναι φανερό πως η Τεχνητή Νοημοσύνη αρχίζει να γίνεται τμήμα της καθημερινότητας των ανθρώπων από το 2000 και έπειτα [40].

Το 2002, εμφανίζεται η αυτόνομη ρομποτική σκούπα που καθαρίζει αποφεύγοντας εμπόδια, Roomba, από την i-Robot. Το 2007, ενισχύεται η έρευνα για το λογισμικό αναγνώρισης αντικειμένων. Το 2009, η Google κατασκευάζει αυτοκίνητο χωρίς οδηγό. Το 2010, η Microsoft δημιουργεί την πρώτη συσκευή παιχνιδιού που αναγνωρίζει την κίνηση του ανθρώπινου σώματος, το Kinect για Xbox 360.

Το 2013, το Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon δημιουργεί την πρακτική Τεχνητής Νοημοσύνης NEIL (Never Ending Image Learner). Το NEIL μπορεί να εντοπίσει σύνδεση μεταξύ διαφορετικών εικόνων και σχημάτων.

Την εμφάνισή τους κάνουν και οι ψηφιακοί προσωπικοί βοηθοί με τη δυνατότητα παρατήρησης, απάντησης και πρότασης επιλογών στο χρήστη, αρχικά το 2011 από την Apple (Siri) και στη συνέχεια το 2014 από την Amazon (Alexa) και τη Google (Cortana).

Τόσο η έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης, όσο και η παραγωγή ευρέως διαδεδομένων προϊόντων συνεχίζουν να εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς σε όλους τους τομείς.

3.2 Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

Η Τεχνητή Νοημοσύνη επικεντρώνεται σε τρεις γνωστικές δεξιότητες: μάθηση, λογική, αυτοδιόρθωση. Κατά τη διαδικασία της μάθησης, το πρόγραμμα αποκτά δεδομένα τα οποία μετατρέπει σε αξιοποιήσιμες πληροφορίες. Η λογική ορίζει την επιλογή του σωστού αλγόριθμου για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Η διαδικασία αυτοδιόρθωσης έχει σχεδιαστεί για τη συνεχή βελτίωση των αλγορίθμων και τη διασφάλιση της ποιότητας των αποτελεσμάτων τους [41].

— Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)

Τα δεδομένα εισόδου αποτελούν δεδομένα εκπαίδευσης και έχουν γνωστή ετικέτα και γνωστό, ακριβές αποτέλεσμα. Για την αποτελεσματική εκπαίδευση του μοντέλου απαιτείται μεγάλος όγκος δεδομένων. Οι αλγόριθμοι επιτηρούμενης μάθησης ανήκουν σε δύο κατηγορίες: παλινδρόμησης και ταξινόμησης. Το μοντέλο εκπαιδεύεται μέσω μιας διαδικασίας μέσω της οποίας πραγματοποιεί προβλέψεις, οι οποίες διορθώνονται και ο αλγόριθμος ενημερώνεται για τα σφάλματα. Η διαδικασία εκπαίδευσης επαναλαμβάνεται έως ότου επιτευχθούν τα επιθυμητά επίπεδα ακρίβειας των αποτελεσμάτων.

— Μη Επιτηρούμενη Μάθηση (Unsupervised Learning)

Τα δεδομένα εισόδου δε διαθέτουν γνωστή ετικέτα, ούτε γνωστό αποτέλεσμα. Το μοντέλο, χωρίς να παρέχεται κάποια εμπειρία στον αλγόριθμο μάθησης, πρέπει να βρει τη δομή των δεδομένων εισόδου, οπότε οργανώνει τα δεδομένα σε δομές συμπλεγμάτων απευθείας. Εφόσον τα δεδομένα δε φέρουν ετικέτες είναι αδύνατο να αξιολογηθεί η ακρίβεια του αποτελέσματος. Με μαθηματική διαδικασία μπορεί να μειωθεί συστηματικά ο πλεονασμός ή να οργανωθούν τα δεδομένα βάσει ομοιότητας.

— Ημι-επιτηρούμενη Μάθηση (Semi-supervised Learning)

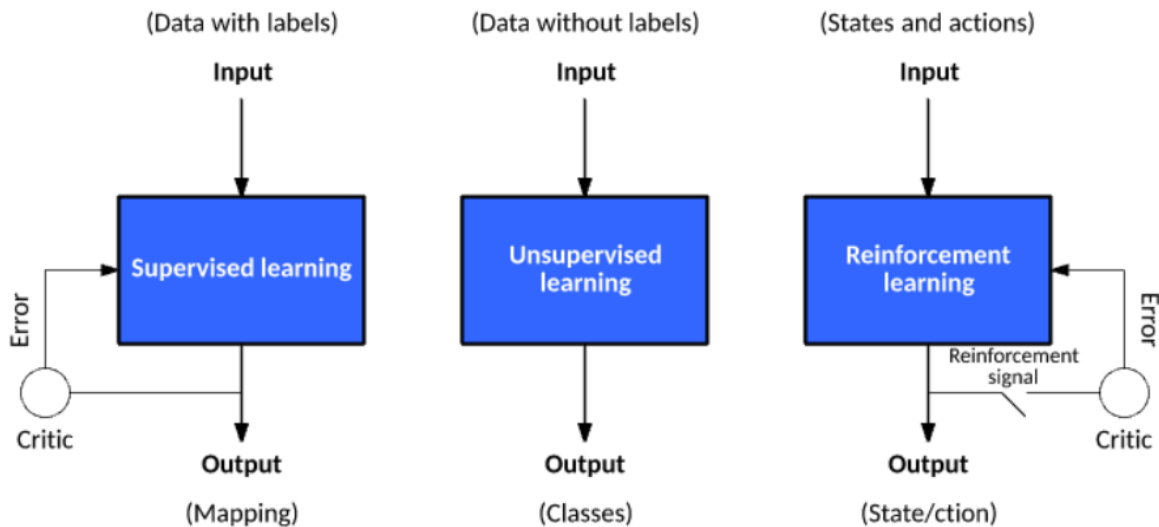
Πρόκειται για αλγορίθμους όπου ένα μικρό τμήμα των δεδομένων διαθέτει γνωστή ετικέτα, ενώ ένα μεγαλύτερο δε διαθέτει. Η διόρθωση αυτή στο σύνολο των δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της ακρίβειας εκπαίδευσης του μοντέλου.

— Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning)

Στην περίπτωση αυτή, δεν υπάρχουν ζεύγη δεδομένων εισόδου και εξόδου, ούτε ορίζεται σαφώς το επιθυμητό αποτέλεσμα. Το μοντέλο μαθαίνει σε ένα διαδραστικό περιβάλλον με

δοκιμές και δεχόμενο ανατροφοδότηση από τις δικές του ενέργειες και εμπειρίες αναπροσαρμόζει τη στρατηγική του αν χρειαστεί.

Στην πραγματικότητα, δημιουργείται μια επανάληψη ενεργειών βασισμένη στην αρχή της δοκιμής και του λάθους (trial and error). Το σύστημα δέχεται επιβράβευση για να μπορεί να μετρήσει το επίπεδο της επιτυχίας του και επαναλαμβάνει έως ότου γίνει ακόμη πιο επιτυχημένο.



Εικόνα 3.2 Τύποι μηχανικής μάθησης [42]

3.3 ‘Ρηχή’ Μάθηση (‘Shallow’ Learning)

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται συνοπτικά οι πιο βασικοί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης ξεκινώντας από τους πιο θεμελιώδεις (ταξινόμησης, παλινδρόμησης) και καταλήγοντας στους νεότερους (ενδυνάμωσης) [43].

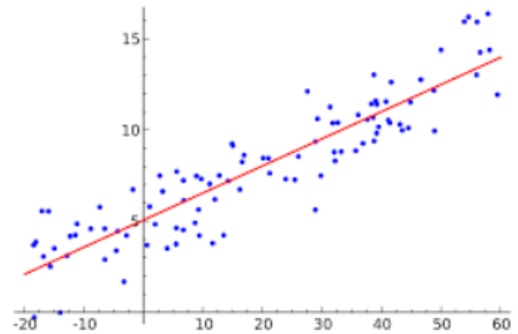
3.3.1 Αλγόριθμοι Παλινδρόμησης (Regression Algorithms)

Οι αλγόριθμοι παλινδρόμησης δύνανται να προβλέψουν τις τιμές εξόδου με βάση τα σημεία εισόδου δεδομένων που προέρχονται από το σύστημα εκμάθησης. Βασικά, τα μοντέλα παλινδρόμησης χρησιμοποιούν τις δυνατότητες δεδομένων εισόδου (ανεξάρτητες μεταβλητές) και τις αντίστοιχες συνεχόμενες αριθμητικές τιμές εξόδου τους (εξαρτημένες ή μεταβλητές αποτελέσματος) για να εξάγουν συσχέτιση μεταξύ εισόδων και αντίστοιχων εξόδων [44].

Οι αλγόριθμοι παλινδρόμησης εκτελούν προβλέψεις, όπως για παράδειγμα, η πρόγνωση του καιρού ή των επιπέδων της αγοράς.

3.3.1.1 Linear Regression

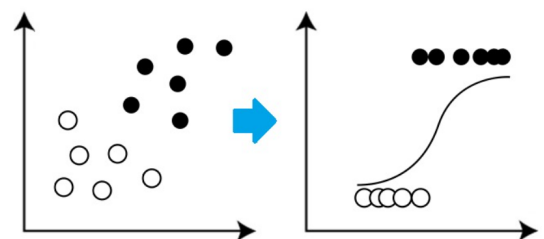
Αποτελεί τον απλούστερο αλγόριθμο και μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε περιπτώσεις γραμμικά διαχωρίσιμου προβλήματος. Η γραμμική παλινδρόμηση είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να μοντελοποιήσει τις σχέσεις μεταξύ των παρατηρούμενων μεταβλητών. Η εξαρτημένη μεταβλητή αντιπροσωπεύει την τιμή υπό ερεύνηση. Η επεξηγηματική μεταβλητή είναι ανεξάρτητη. Ο αλγόριθμος σχεδιάζει μια ευθεία γραμμή μεταξύ των σημείων δεδομένων που ονομάζεται γραμμή βέλτιστης προσαρμογής ή γραμμή παλινδρόμησης και χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη νέων τιμών.



Εικόνα 3.3 Linear Regression [45]

3.3.1.2 Logistic Regression

Ο αλγόριθμος της λογιστικής παλινδρόμησης χρησιμοποιείται κυρίως για δυαδική ταξινόμηση, καθώς επιτρέπει ανάλυση ενός συνόλου μεταβλητών και πρόβλεψη ενός κατηγορηματικού αποτελέσματος (0/1, ναι/οχι) με τη χρήση μη γραμμικής συνάρτησης.



Εικόνα 3.4 Logistic Regression [46]

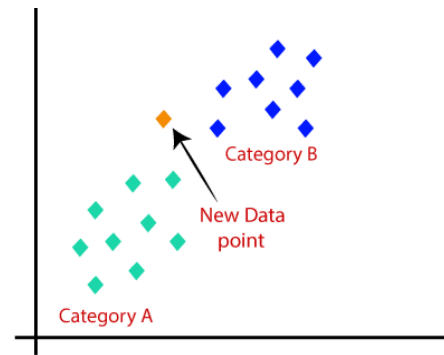
3.3.2 Αλγόριθμοι Ταξινόμησης (Classification Algorithms)

Στους αλγορίθμους ταξινόμησης τα δεδομένα εισόδου χωρίζονται σε δύο ή περισσότερες κλάσεις, και κατασκευάζεται ένα μοντέλο, το οποίο αντιστοιχίζει τα δεδομένα και μπορεί να προβλέψει την κλάση μίας δεδομένης εισόδου.

Οι αλγόριθμοι ταξινόμησης χρησιμοποιούνται διαγνωστικά και πιο συγκεκριμένα για κατηγοριοποίηση εικόνων ή αναγνώριση παρατυπιών.

3.3.2.1 K Nearest Neighbours

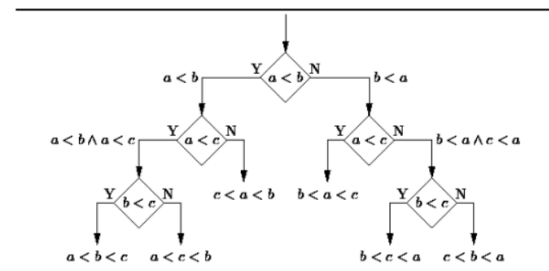
Ο αλγόριθμος KNN ταξινομεί τα δεδομένα σε κατηγορίες με βάση διαφορετικά χαρακτηριστικά. Αποφασίζει ποια είναι η πιο γειτονική κλάση για το νέο δεδομένο που πρόκειται να ταξινομήσει, χρησιμοποιώντας δεδομένα ήδη χωρισμένα σε κλάσεις. Προτιμάται σε μικρά και χωρίς θόρυβο δεδομένα.



Εικόνα 3.5 K Nearest Neighbours [47]

3.3.2.2 Decision Trees

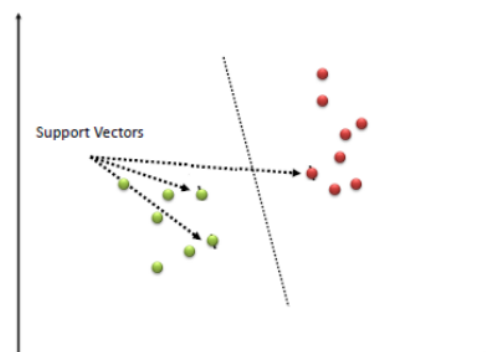
Ο αλγόριθμος παριστάνεται από ένα δυαδικό δέντρο και υλοποιεί ένα μοντέλο αποφάσεων. Τα δεδομένα εισόδου μπορούν να είναι αριθμητικά και κατηγορηματικά. Κάθε απόφαση μεταβαίνει σε μία νέα κατάσταση για τη λήψη νέων αποφάσεων. Κάθε μία από τις πιθανές διαδρομές αποτελεί υποδέντρο, ενώ οι αποφάσεις είναι κόμβοι.



Εικόνα 3.6 Decision Tree

3.3.2.3 Support Vector Machines

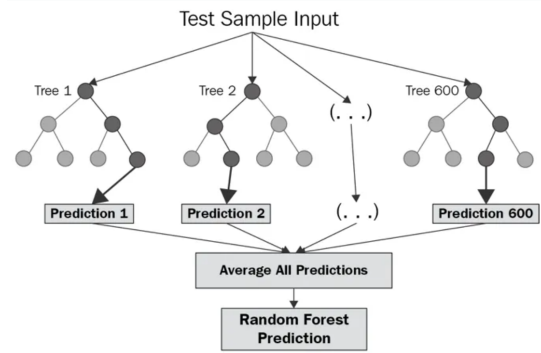
Δίνεται ένα σύνολο παραδειγμάτων εκπαίδευσης και κάθε φορά δηλώνεται σε ποια από τις δύο κατηγορίες ανήκει το παράδειγμα. Μία μηχανή διανυσμάτων υποστήριξης κατασκευάζει ένα υπερπλάνο που διαχωρίζει τα δεδομένα σε κλάσεις και το μοντέλο προβλέπει αν το νέο παράδειγμα εμπίπτει στην μία κατηγορία ή την άλλη. Έχει πολλαπλές εφαρμογές και χρησιμοποιείται σε πολυδιάστατα σύνολα δεδομένων.



Εικόνα 3.7 Support Vector Machines [48]

3.3.2.4 Random Forest

Το Random Forest λειτουργεί σαν μια ομάδα Decision Trees. Το σύνολο δεδομένων εισόδου υποδιαιρείται και τροφοδοτείται σε διαφορετικά δέντρα αποφάσεων. Λαμβάνεται υπόψη ο μέσος όρος των εκροών από όλα τα δέντρα αποφάσεων και κατά αυτόν τον τρόπο προσφέρουν μεγαλύτερη ακρίβεια. Μπορεί να λειτουργήσει και σε περιπτώσεις που λείπει σημαντική ποσότητα δεδομένων.



Εικόνα 3.8 Random Forest [49]

3.3.3 Αλγόριθμοι Ενδυνάμωσης (Boosting Algorithms)

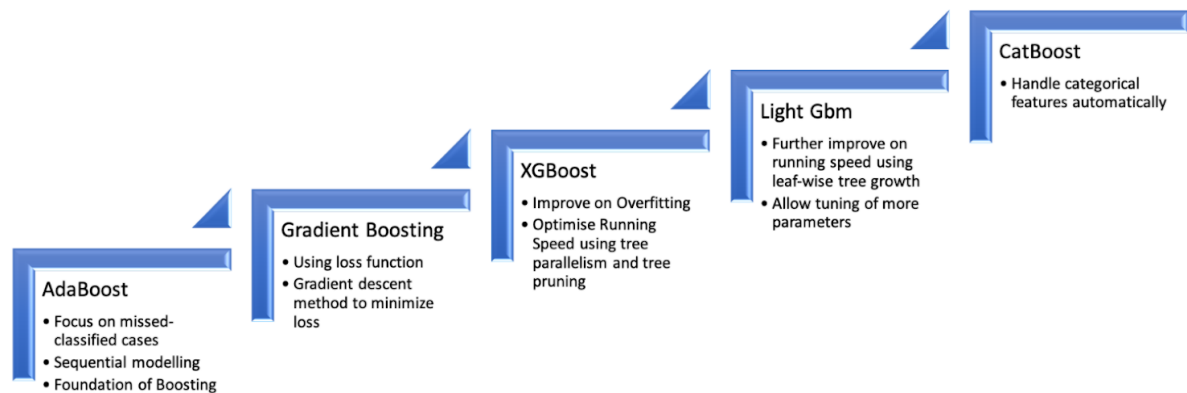
Οι αλγόριθμοι ενδυνάμωσης αποτελούν αλγορίθμους συνόλου οι οποίοι συνδυάζουν πολλούς αδύναμους αλγορίθμους σε έναν ισχυρότερο. Ο αδύναμος μαθητής αναφέρεται σε έναν αλγόριθμο μάθησης που προβλέπει ελαφρώς καλύτερα από τυχαία. Η βάση των αλγορίθμων ενίσχυσης είναι να δοκιμάζουν διαδοχικά: κάθε επόμενο μοντέλο προσπαθεί να διορθώσει τα σφάλματα του προηγούμενου.

Επομένως, τα δέντρα μεγαλώνουν διαδοχικά, κάθε δέντρο χρησιμοποιεί πληροφορία από τα προηγούμενα και τα μέλη της οικογένειας των αδύναμων μαθητών πρέπει να έχουν την ελάχιστη συσχέτιση μεταξύ τους.



Εικόνα 3.9 Διαδικασία Ενδυνάμωσης

Στη συνέχεια, περιγράφονται οι αλγόριθμοι AdaBoost και Gradient Boost, καθώς και οι XGBoost, LightGBM και CatBoost που αποτελούν διαφορετικές βελτιστοποιημένες υλοποιήσεις του Gradient Boost.



Εικόνα 3.10 Εξέλιξη αλγόριθμων ενίσχυσης [50]

3.3.3.1 AdaBoost

Ο αλγόριθμος Adaptive Boosting (AdaBoost) χρησιμοποιεί επίσης δέντρα, όμως, αντί για πολλούς κόμβους και φύλλα, τα δέντρα στο AdaBoost παράγουν μόνο 1 κόμβο και 2 φύλλα. Ο AdaBoost διαδοχικά αυξάνει τα δέντρα αποφάσεων ως αδύναμους μαθητές και τιμωρεί τις λανθασμένες προβλέψεις, αποδίδοντας μεγαλύτερο βάρος σε αυτές μετά από κάθε γύρο πρόβλεψης. Σε αντίθεση με τον αλγόριθμο Random Forest, που όλα τα δέντρα έχουν την ίδια βαρύτητα στο τελικό αποτέλεσμα, στον AdaBoost η σειρά έχει σημασία.

Μετά την εκπαίδευση ενός ταξινομητή, ο αλγόριθμος AdaBoost αποδίδει βάρος σε κάθε στοιχείο. Στο στοιχείο εσφαλμένης ταξινόμησης αποδίδεται μεγαλύτερο βάρος, έτσι ώστε να εμφανίζεται στο υποσύνολο εκπαίδευσης του επόμενου ταξινομητή με μεγαλύτερη πιθανότητα. Με αυτόν τον τρόπο, ο αλγόριθμος μαθαίνει από προηγούμενα λάθη. Αφού εκπαιδευτεί κάθε ταξινομητής, ο αλγόριθμος AdaBoost αποδίδει βάρος ανάλογο με την ακρίβεια του καθενός. Η τελική πρόβλεψη είναι η σταθμισμένη πλειοψηφία (ή ο σταθμισμένος διάμεσος σε περίπτωση προβλημάτων παλινδρόμησης).

Ο AdaBoost μπορεί να εφαρμοστεί σε δεδομένα χαμηλού θορύβου, καθώς η αποτελεσματικότητά του επηρεάζεται από ακραίες τιμές. Είναι εύκολος στην κατανόηση και την οπτικοποίηση, αλλά δεν παρουσιάζει βέλτιστη ταχύτητα.

3.3.3.2 Gradient Boost

Ο Gradient Descent + Boosting (Gradient Boost) αποτελεί επίσης έναν αλγόριθμο ενδυνάμωσης που ακολουθεί παρόμοια διαδικασία με τον AdaBoost. Η διαφορά έγκειται στην αντιμετώπιση της ενίσχυσης ως πρόβλημα βελτιστοποίησης, που βασίζεται στη διαχείριση των λανθασμένων προβλέψεων του προηγούμενου ταξινομητή. Προσπαθεί να προσαρμόσει το νέο ταξινομητή στα σφάλματα του προκατόχου του. Στόχο αποτελεί η

ελαχιστοποίηση της συνάρτησης απώλειας του μοντέλου βάσει του αλγορίθμου απότομης καθόδου (gradient-descent).

Ο αλγόριθμος απότομης καθόδου, γνωστός και ως αλγόριθμος σύγκλισης με ελάττωση της παραγώγου, αποτελεί αλγόριθμο επαναληπτικής βελτιστοποίησης πρώτης τάξης για την εύρεση ενός τοπικού ελάχιστου μιας διαφοροποιήσιμης συνάρτησης [51]. Με την επιλογή της κατάλληλης συνάρτησης απώλειας, υπάρχει ευελιξία στην εφαρμογή του αλγορίθμου σε διαφορετικά προβλήματα, όπως για παράδειγμα, παλινδρόμηση ή ταξινόμηση πολλαπλών κλάσεων. Ο Gradient Boost είναι αποτελεσματικός σε μεγάλα σύνολα δεδομένων. Ωστόσο, οι συχνές αλλαγές κοστίζουν υπολογιστικά, ενώ ο θόρυβος στα δεδομένων μπορεί να προκαλέσει σημαντικές καθυστερήσεις.

Συγκεντρωτικά, τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των AdaBoost και Gradient Boost:

#	AdaBoost	Gradient Boost
1	Οι ελλείψεις των προηγούμενων μοντέλων εντοπίζονται από δεδομένα μεγάλου βάρους.	Οι αδυναμίες των προηγούμενων μοντέλων εντοπίζονται από την κλίση.
2	Τα δέντρα καλλιεργούνται δέντρα αποφάσεων με έναν κόμβο και δύο φύλλα.	Τα δέντρα συνήθως κυμαίνονται σε 8 έως 32 τερματικούς κόμβους.
3	Κάθε ταξινομητής έχει διαφορετικά βάρη που αποδίδονται στην τελική πρόβλεψη με βάση την απόδοσή του.	Όλοι οι ταξινομητές σταθμίζονται εξίσου και η ικανότητα πρόβλεψης τους περιορίζεται με το ρυθμό εκμάθησης για να αυξηθεί η ακρίβεια.

Πίνακας 3.1 Αλγόριθμοι AdaBoost και Gradient Boost

3.3.3.3 XGBoost

Ο Extreme Gradient Boosting (XGBoost) αποτελεί προηγμένη εφαρμογή του Gradient Boost. Έχει σχεδιαστεί με τρόπο ώστε να ξεπερνά τα υπολογιστικά όρια. Επιπλέον, μπορεί να μειώνει την υπερπροσαρμογή (overfitting) και να βελτιώνει τη συνολική απόδοση. Στα πλεονεκτήματά του συγκαταλέγεται η δυνατότητα αναλογικής συρρίκνωσης των κόμβων φύλλων, η παροχή άμεσης διαδρομής προς το ελάχιστο, καθώς και η παράμετρος τυχαιότητας που μειώνει τη συσχέτιση μεταξύ των δέντρων ενισχύοντας τη δύναμη του συνόλου.

Ο XGBoost πετυχαίνει παράλληλη επεξεργασία. Ο παραλληλισμός συμβαίνει κατά την κατασκευή κάθε δέντρου, σε πολύ χαμηλό επίπεδο. Κάθε ανεξάρτητο κλαδί του δέντρου εκπαιδεύεται ξεχωριστά. Μία ακόμη πρόκληση που αντιμετωπίζει ο XGBoost είναι η εύρεση του καλύτερου διαχωρισμού για κάθε φύλλο του δέντρου. Στη χειρότερη περίπτωση έχει πολυπλοκότητα $O(n\{D\}n\{F\})$ όπου D τα δεδομένα και F τα χαρακτηριστικά τους. Οι μέθοδοι που βασίζονται στο ιστόγραμμα ομαδοποιούν τα χαρακτηριστικά σε ομάδες. Αυτό ισοδυναμεί με υπο-δειγματοληψία του αριθμού των διαχωρισμών που αξιολογεί το μοντέλο. Δεδομένου ότι η ομαδοποίηση μπορεί να γίνει πριν τη δημιουργία κάθε δέντρου, η πολυπλοκότητα μειώνεται κατά πολύ σε $O(n\{D\}n\{G\})$, όπου G οι ομάδες.

3.3.3.4 LightGBM

Ο αλγόριθμος LightGBM (Light Gradient Boosting Machine) χρησιμοποιεί μία νέα τεχνική μονόπλευρης δειγματοληψίας (Gradient-based One-Side Sampling - GOSS) για να φιλτράρει τα στιγμιότυπα δεδομένων με σκοπό τον διαχωρισμό των φύλλων σε αντίθεση με τον XGBoost που χρησιμοποιεί προ ταξινομημένους αλγόριθμους βασισμένους σε ιστογράμματα. Πολλές φορές ο LightGBM καθίσταται πιο γρήγορος και πιο ακριβής από τον XGBoost.

3.3.3.5 CatBoost

Ο αλγόριθμος CatBoost υλοποιεί συμμετρικά δέντρα, γεγονός που βοηθάει τη μείωση του χρόνου πρόβλεψης, εξαιρετικά σημαντικό σε περιβάλλοντα χαμηλής καθυστέρησης [52]. Ο CatBoost παρέχει πολύ καλή διανυσματική αναπαράσταση κατηγορηματικών δεδομένων και δεν απαιτεί εξωτερική κωδικοποίηση για αυτά. Επιπλέον, μπορεί να συνδυάσει αυτόματα πολλαπλές κατηγορίες χαρακτηριστικών, βρίσκοντας τους καλύτερους δυνατούς συνδυασμούς και θεωρώντας τους ένα χαρακτηριστικό. Προτιμάται σε διάφορες περιπτώσεις όπως για παράδειγμα όταν τα δεδομένα αλλάζουν στο χρόνο, όταν απαιτείται πολύ χαμηλή καθυστέρηση πρόβλεψης και σε σύνολα σταθμισμένων δεδομένων.

3.4 Βαθιά Μάθηση (Deep Learning)

Οι αλγόριθμοι Βαθιάς Μάθησης (Deep Learning) εξειδικεύονται στην επίλυση εξαιρετικά σύνθετων προβλημάτων παρουσιάζοντας αυξανόμενη αποτελεσματικότητα εκθετικά ανάλογη με το μέγεθος των δεδομένων. Χρησιμοποιούν τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, τα οποία είναι σχεδιασμένα να μιμούνται το πώς ο ανθρώπινος εγκέφαλος σκέφτεται και μαθαίνει.

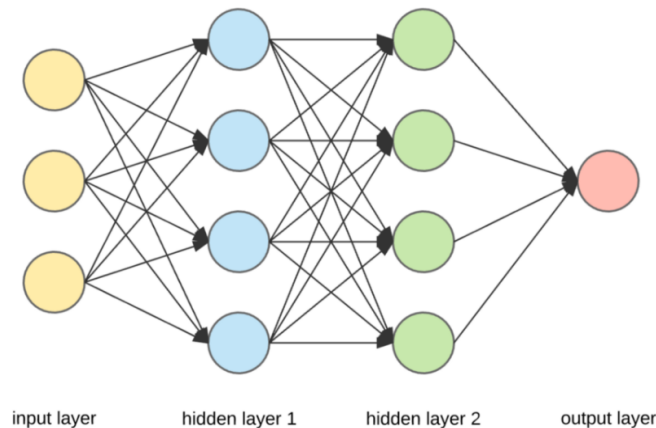
Η Βαθιά Μάθηση συμβάλλει στην ταξινόμηση εικόνων, τη μετάφραση γλώσσας, την αναγνώριση ομιλίας, αλλά και σε οποιοδήποτε άλλο πρόβλημα αναγνώρισης προτύπων. Η ραγδαία αύξηση στη χρήση των νευρωνικών δικτύων συνδέεται με την παροχή μεγάλων όγκων δεδομένων με ετικέτες, όπως για παράδειγμα το ImageNet [53], μια βάση δεδομένων με εκατομμύρια ετικετοποιημένες εικόνες από το διαδίκτυο. Επιπλέον, open source βιβλιοθήκες αποτελούν μεταξύ άλλων: Google Tensorflow [54], ενότητες ανοιχτού κώδικα Amazon DSSTNE στο GitHub [55], Microsoft CNTK [56] και Keras [57]. Έπειτα από μελέτη σχετικών δημοσιεύσεων καθώς και υλικού από τις πλατφόρμες εκπαίδευσης Simplilearn [58] και Udemy [59] περιγράφονται συνοπτικά οι δημοφιλέστεροι αλγόριθμοι βαθιάς μάθησης.

3.4.1 Επιτηρούμενη Μάθηση (Supervised Learning)

3.4.1.1 ANN (Artificial Neural Networks)

Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks - ANN) αποτελούνται από τουλάχιστον τρία επίπεδα που συνδέονται μεταξύ τους. Το πρώτο επίπεδο διαθέτει τους νευρώνες εισόδου και το τελευταίο τους νευρώνες εξόδου. Τα δεδομένα εισέρχονται από το πρώτο επίπεδο και προωθούνται διαδοχικά.

Τα ενδιάμεσα (ή εσωτερικά) επίπεδα είναι κρυμμένα και σχηματίζονται από μονάδες που προσαρμόζουν τις πληροφορίες που λαμβάνουν από επίπεδο σε επίπεδο μέσω μιας σειράς μετασχηματισμών. Κάθε επίπεδο λειτουργεί τόσο ως επίπεδο εισόδου όσο και εξόδου γεγονός που επιτρέπει στο ANN να κατανοεί πιο πολύπλοκα αντικείμενα. Ο μετασχηματισμός πραγματοποιείται βάσει οδηγιών που ορίζονται στη δομή του νευρωνικού δικτύου. Η διαδικασία του backpropagation επιτρέπει την εκμάθηση και προσαρμογή στα αποτελέσματα εξόδου λαμβάνοντας υπόψη τα σφάλματα κατά τη διάρκεια της επιτηρούμενης μάθησης. Η πληροφορία αυτή αποστέλλεται προς τα πίσω και κάθε βάρος ενημερώνεται αναλογικά με το πόσο επηρέασε το σφάλμα. Ως αποτέλεσμα, το ANN θα μάθει να ελαχιστοποιεί την πιθανότητα σφάλματος ή ανεπιθύμητου αποτελέσματος.



Εικόνα 3.11 Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ANN) [60]

3.4.1.2 CNN (Convolutional Neural Networks)

Τα Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα (Convolutional Neural Networks - CNN) παρουσιάζουν πλεγματοειδή τοπολογία, αποτελούνται από πολλαπλά επίπεδα και χρησιμοποιούνται κυρίως στην επεξεργασία εικόνας και την αναγνώριση αντικειμένων. Πρόκειται για νευρωνικά δίκτυα τα οποία χρησιμοποιούν την πράξη της συνέλιξης $s(t) = (x * w)(t)$ στη θέση του πολλαπλασιασμού πινάκων, σε τουλάχιστον ένα επίπεδο. Στα CNNs, η συνάρτηση x αποτελεί την είσοδο, ενώ η w τον πυρήνα (kernel) ή φίλτρο.

Κάθε CNN εκτελεί τέσσερις βασικές λειτουργίες:

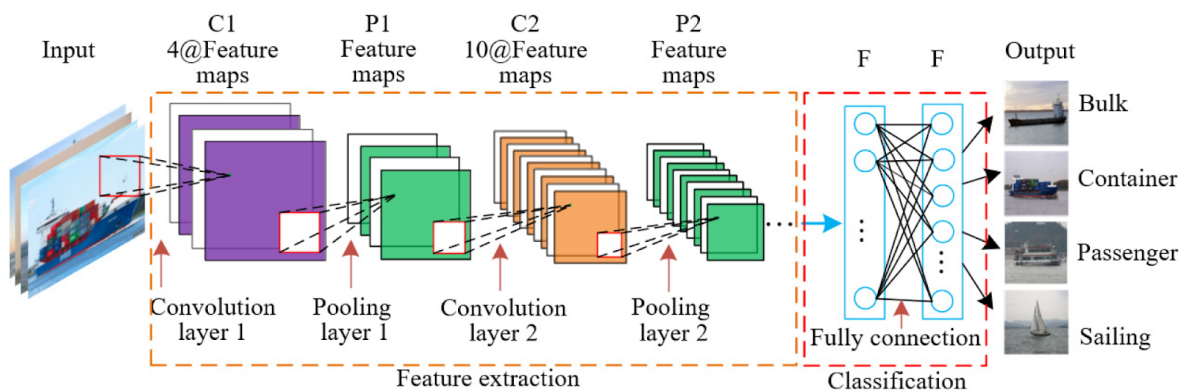
(i) Συνελικτικό Επίπεδο (Convolutional Layer): Στο επίπεδο αυτό το δίκτυο έχει πολλά φίλτρα για να εκτελέσει τη λειτουργία της περιστροφής / συνέλιξης.

(ii) Διόρθωση γραμμικής μονάδας (Rectified Linear Unit - ReLU): Τα CNN έχουν ένα επίπεδο ReLU για να εκτελούν λειτουργίες σε στοιχεία. Η έξοδος είναι ένας διορθωμένος χάρτης χαρακτηριστικών.

(iii) Επίπεδο Συγκέντρωσης (Pooling Layer): Ο διορθωμένος χάρτης χαρακτηριστικών στη συνέχεια τροφοδοτείται σε ένα επίπεδο συγκέντρωσης. Σε αυτό το επίπεδο πραγματοποιείται μείωση των διαστάσεων του χάρτη χαρακτηριστικών μέσω δειγματοληψίας. Στη συνέχεια, μετατρέπει το χάρτη σε ένα ενιαίο, συνεχές, γραμμικό διάνυσμα.

(iv) Πλήρως Συνδεδεμένο Επίπεδο (Fully Connected Layer): Το αποτέλεσμα των προηγούμενων επιπέδων αποτελεί έναν πίνακα αριθμητικών τιμών που μπορεί να εισαχθεί σε ένα πλήρως συνδεδεμένο νευρωνικό δίκτυο, το οποίο μπορεί να τις προσδιορίζει και ταξινομεί.

Τα αποτελέσματα του CNN είναι πιο ακριβή, ειδικά για περιπτώσεις χρήσης εικόνας / αντικειμένου σε σύγκριση με άλλους αλγόριθμους. Ωστόσο, για να εκπαιδευτεί το CNN, απαιτείται πολύ υψηλή υπολογιστική ισχύς.

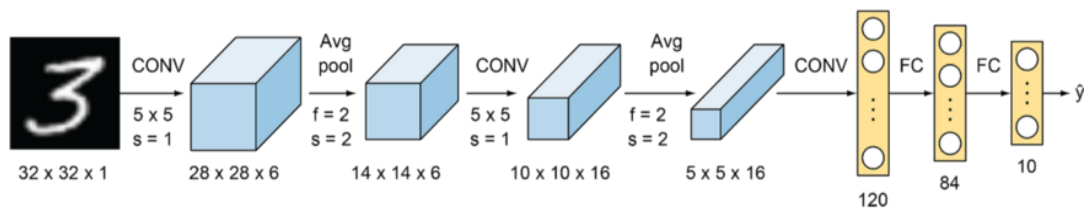


Εικόνα 3.12 Συνελικτικό Νευρωνικό Δίκτυο (CNN) κατηγοριοποίησης πλοίων μέσω εικόνων

Αρχιτεκτονικές CNN που πετυχαίνουν ακρίβεια και μειωμένο υπολογιστικό κόστος [61]:

LeNet-5

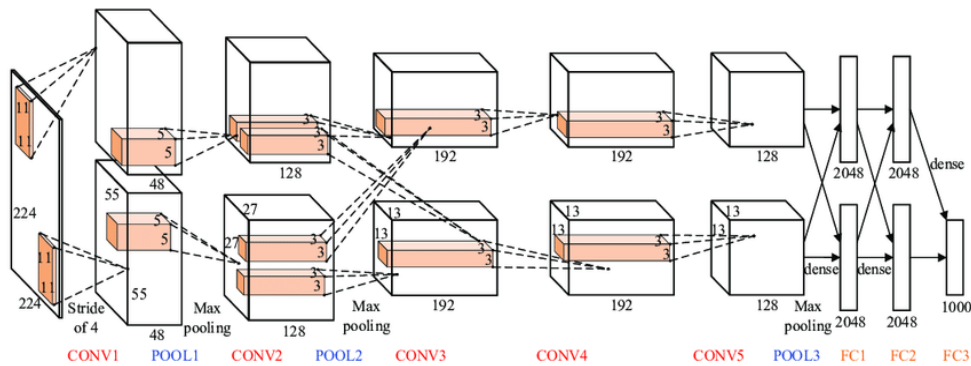
Η αρχιτεκτονική LeNet-5 σχεδιάστηκε για να προσδιορίσει χειρόγραφα ψηφία στο σύνολο δεδομένων MNIST [62]. Η αρχιτεκτονική είναι αρκετά απλή στην κατανόηση. Οι εικόνες εισόδου είναι ασπρόμαυρες με διάσταση $32 \times 32 \times 1$ ακολουθούμενες από δύο ζεύγη convolution layer με βήμα 2 και pooling layer με βήμα 1. Τέλος, υπάρχουν στο επίπεδο εξόδου fully connected layers με ενεργοποίηση Softmax. Αποτελείται από 60,000 παραμέτρους.



Εικόνα 3.13 Αρχιτεκτονική LeNet-5

AlexNet

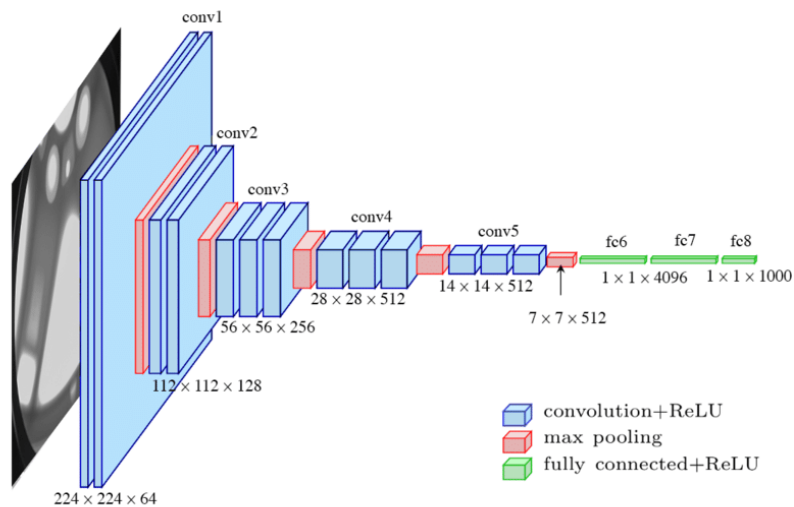
Το AlexNet είναι βαθύτερο από το LeNet-5 με 8 επίπεδα, περισσότερα φίλτρα, στοιβαγμένα συνελκτικά επίπεδα, max pooling, dropout, αύξηση δεδομένων, ReLU. Το AlexNet διαθέτει 5 convolution layers και 3 fully connected layers. Το AlexNet αποτελείται από περίπου 60,000,000 παραμέτρους. Ένα σημαντικό μειονέκτημα αυτού του δικτύου είναι ότι περιλαμβάνει πάρα πολλές υπερ-παραμέτρους.



Εικόνα 3.14 Αρχιτεκτονική AlexNet

VGG-16 Net

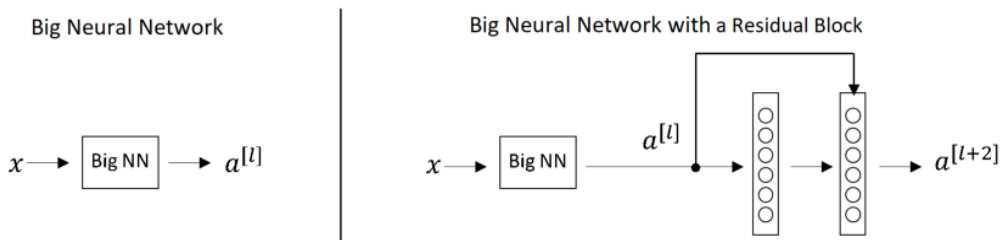
Το σημαντικό μειονέκτημα πάρα πολλών υπερ-παραμέτρων του AlexNet λύθηκε με το VGG Net αντικαθιστώντας μεγάλα φίλτρα μεγέθους πυρήνα με πολλαπλά φίλτρα το ένα μετά το άλλο. Η αρχιτεκτονική αποτελείται από 3*3 συνελκτικά φίλτρα, 2*2 max pooling layer με βήμα 1, διατηρώντας την ίδια διάσταση. Συνολικά, υπάρχουν 16 επίπεδα στο δίκτυο όταν η εικόνα εισόδου σε μορφή RGB με διάσταση 224*224*3, ακολουθούμενη από 5 ζεύγη convolution (φίλτρα: 64, 128, 256, 512, 512) και max pooling. Η έξοδος αυτών των επιπέδων τροφοδοτείται σε τρία fully connected layers και μια συνάρτηση Softmax στο επίπεδο εξόδου. Συνολικά υπάρχουν 138,000,000 παράμετροι στο VGG Net.



Εικόνα 3.15 Αρχιτεκτονική VGG-16 Net

ResNet

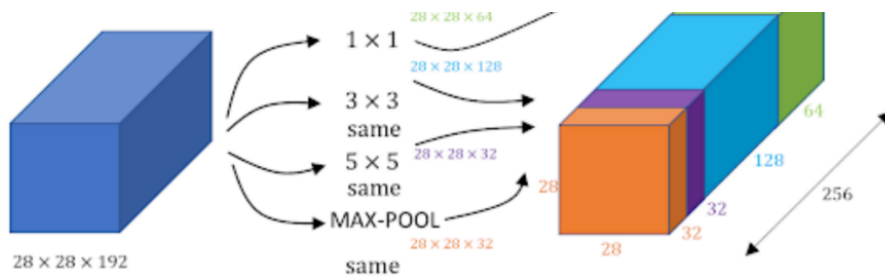
Το ResNet αποτελεί δίκτυο περισσότερων από 100 επιπέδων. Είναι παρόμοια με τα VGG δίκτυα, ωστόσο με μια διαδοχική προσέγγιση που βοηθά στην εκπαίδευση βαθιών επιπέδων χωρίς να παρεμποδίζει την απόδοση. Το κάθε επίπεδο που εισάγεται δεν βλάπτει την απόδοση του νευρωνικού δικτύου και κατά συνέπεια, η αύξηση των επιπέδων δε μειώνει την ακρίβεια κατάρτισης.



Εικόνα 3.16 Αρχιτεκτονική ResNet με παράλειψη σύνδεσης

GoogleLe Net (Inception Net)

Το GoogleLe Net βασίζεται στην παρουσία αραιών χαρακτηριστικών μερών στην εικόνα που μπορούν να έχουν μεγάλη διακύμανση στο μέγεθος. Λόγω αυτού, η επιλογή σωστού μεγέθους πυρήνα καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη καθώς οι μεγάλοι πυρήνες επιλέγονται για καθολικές λειτουργίες και οι μικροί όταν τα χαρακτηριστικά βρίσκονται σε τοπικό επίπεδο. Το πρόβλημα επιλύεται στοιβάζοντας πολλαπλούς πυρήνες στο ίδιο επίπεδο. Συνήθως, το GoogleLe Net χρησιμοποιεί φίλτρα 5*5, 3*3 και 1*1. Τρία διαφορετικά φίλτρα εφαρμόζονται στο ίδιο επίπεδο και το αποτέλεσμα τροφοδοτείται στο επόμενο επίπεδο.



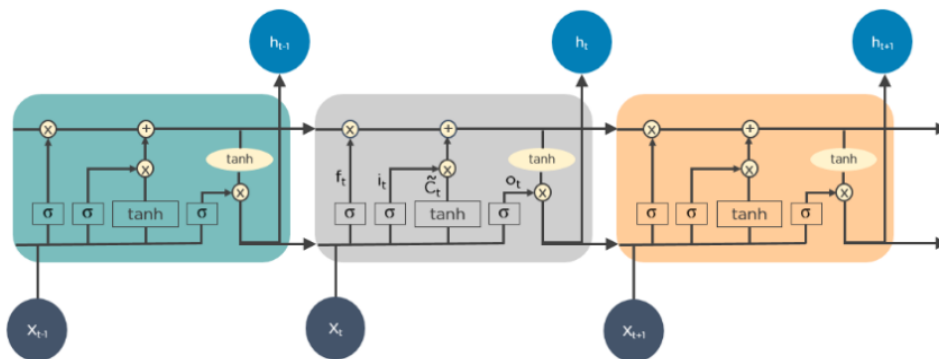
Εικόνα 3.17 Αρχιτεκτονική GoogleLe Net

3.4.1.3 RNN (Recurrent Neural Networks)

Τα Επαναλαμβανόμενα Νευρωνικά Δίκτυα (Recurrent Neural Networks - RNN) δημιουργούν κατευθυνόμενους κύκλους μεταξύ των κόμβων τους. Τα RNNs με τη βοήθεια εσωτερικής μνήμης χρησιμοποιούν, εκτός από τα βάρη, πληροφορίες που έχουν αντληθεί από προηγούμενες εισόδους. Παράγεται μια έξοδος που αντιγράφεται και παρέχεται πίσω στο δίκτυο σαν βρόχος. Επιπλέον, τα δίκτυα αυτά καθίστανται μοναδικά λόγω της απουσίας περιορισμού στο μέγεθος της εισόδου, αφού το μέγεθος της εισόδου δεν αυξάνει το μέγεθος του μοντέλου. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε αναγνώριση εικόνων, ανάλυση χρονοσειρών, επεξεργασία φυσικής γλώσσας, αναγνώριση χειρογράφου και αυτόματη μετάφραση.

Η ικανότητα των μοντέλων RNN να θυμούνται πληροφορίες καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου εκπαίδευσης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη χρονοσειρών. Ωστόσο, ο υπολογισμός είναι χρονοβόρος λόγω της επαναλαμβανόμενης φύσης του και η επεξεργασία μεγάλων ακολουθιών ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούμε το relu ή tanh ως συναρτήσεις ενεργοποίησης καθίσταται δύσκολη.

Τα **Long Short Term Memory Networks (LSTM)** αποτελούν ειδική εφαρμογή ενός RNN ικανά για εκμάθηση μακροπρόθεσμων εξαρτήσεων. Αρχικά, το LSTM αποφασίζει ποιες πληροφορίες θα διατηρηθούν ανέπαφες και ποιες θα “ξεχαστούν”. Στη συνέχεια, επιλέγει ποιες νέες πληροφορίες θα αντικαταστήσουν όσες απορρίφθηκαν. Η έξοδος καθορίζεται από την κατάσταση του κελιού, που είναι πλέον μια φιλτραρισμένη έκδοση λόγω των εφαρμοζόμενων συναρτήσεων sigmoid και tanh.



Εικόνα 3.18 Long Short-Term Memory Network (LSTM)

3.4.2 Μη Επιτηρούμενη Μάθηση (Unsupervised Learning)

3.4.2.1 GAN (Generative Adversarial Networks)

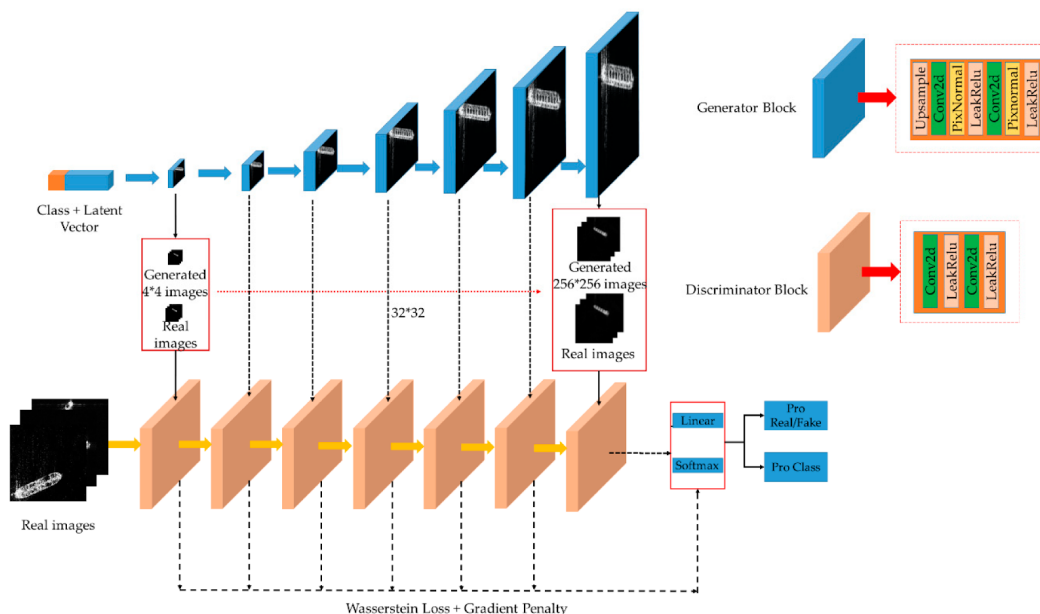
Τα Αναγεννητικά Ανταγωνιστικά Δίκτυα (Generative Adversarial Networks - GAN) δύνανται να ανακαλύψουν και να μάθουν αυτόματα τα μοτίβα των δεδομένων με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων δεδομένων όμοιων με τα δεδομένα εκπαίδευσης. Τα GANs αποτελούνται από δύο νευρωνικά δίκτυα:

(i) Generator Network: Πρώτα υπάρχει ένα νευρωνικό δίκτυο δημιουργίας που κατασκευάζει νέα δεδομένα.

(ii) Discriminator Network: Έπειτα υπάρχει ένα δίκτυο διακρίσεων υπεύθυνο για την αξιολόγηση των παραγόμενων παραδειγμάτων και την απόφαση για το αν ανήκουν στο πραγματικό σύνολο δεδομένων.

Τόσο το Generator όσο και το Discriminator Network εκπαιδεύονται ταυτόχρονα και κατά συνέπεια το ένα προσπαθεί να ξεπεράσει το άλλο.

Τα GANs μαθαίνουν την εσωτερική αναπαράσταση ακατάστατων και πολύπλοκων κατανομών σε οποιοδήποτε σύνολο δεδομένων. Μπορούν να εκπαιδευτούν αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας δεδομένα χωρίς ετικέτα, ώστε να μπορούν εύκολα να παράγουν ρεαλιστικά και υψηλής ποιότητας αποτελέσματα, να αναγνωρίσουν αντικείμενα καθώς και να υπολογίσουν την απόσταση μεταξύ τους. Ωστόσο, δεν μπορεί να αξιολογηθεί το μοντέλο για την ακρίβεια του αφού βασίζεται στα αρχικά δεδομένα.



Εικόνα 3.18 Generative Adversarial Networks για Δορυφορικές Εικόνες Πλοίων

3.4.2.2 Autoencoders

Οι Αυτομάτοι Κωδικοποιητές (Autoencoders) αποτελούν προωθητικά νευρωνικά δίκτυα στα οποία η είσοδος και η έξοδος είναι ίδια και μπορούν να αναπαράγουν τα δεδομένα από το επίπεδο εισόδου στο επίπεδο εξόδου.

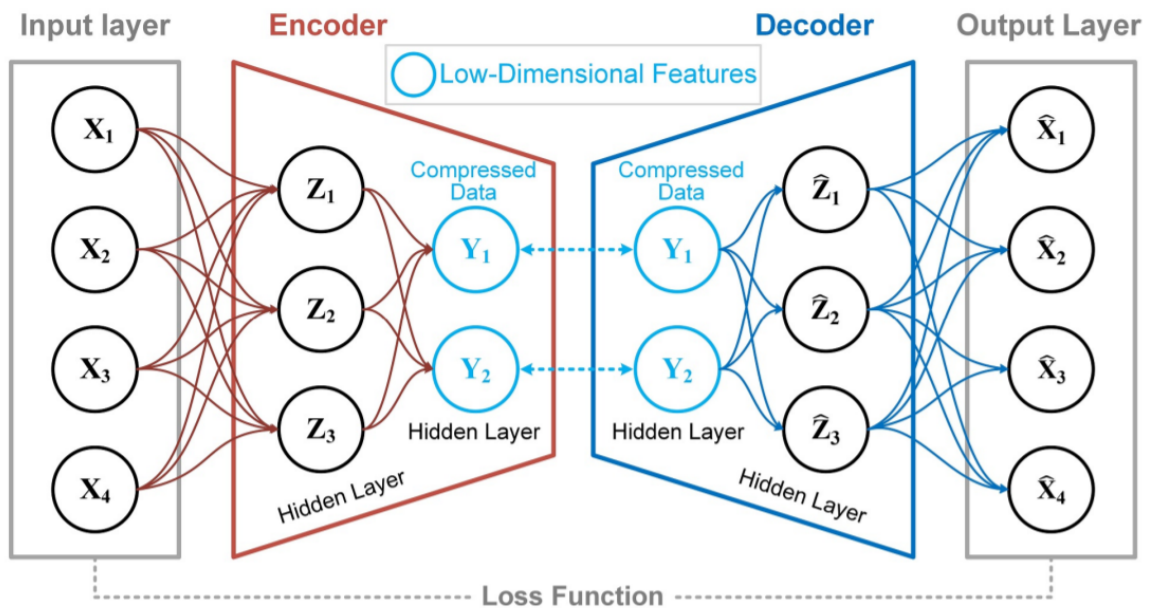
Τα τρία στοιχεία των Autoencoders:

(i) Κωδικοποιητής (Encoder): Ο κωδικοποιητής συμπιέζει την είσοδο σε μια μικρότερη αναπαράσταση.

(ii) Κώδικας (Code): Το συμπιεσμένο μέρος (αναπαράσταση λανθάνοντος χώρου) λαμβάνεται μετά την κωδικοποίηση. Το επίπεδο αυτό ονομάζεται και bottleneck και αποφασίζει ποια δεδομένα εισόδου είναι σχετικά και ποια μπορούν να αγνοηθούν.

(iii) Αποκωδικοποιητής (Decoder): Ο αποκωδικοποιητής στοχεύει στην ανακατασκευή του κώδικα στην αρχική του αναπαράσταση. Η ανακατασκευασμένη έξοδος μπορεί να μην είναι απόλυτα ακριβής και να υπάρχει απώλεια σε σχέση με την πρωτότυπη.

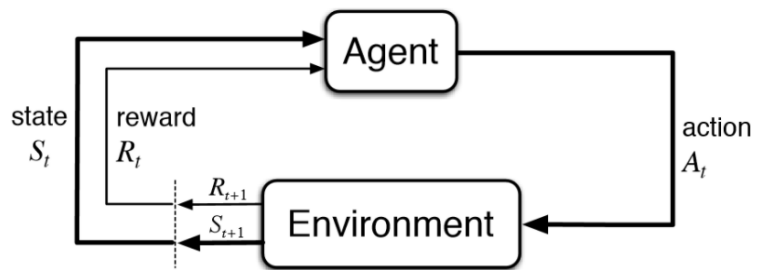
Οι Autoencoders μπορούν να χρησιμοποιούν πολλαπλά επίπεδα κωδικοποιητή και αποκωδικοποιητή ώστε να μειώνεται το κόστος αναπαράστασης ορισμένων συναρτήσεων. Σε σύγκριση με το GAN δεν είναι τόσο αποτελεσματικό, ειδικότερα, σε επεξεργασία πολύπλοκων εικόνων.



Εικόνα 3.19 Autoencoder για υπολογισμό ομοιότητας διαδρομής πλοίου [63]

3.4.3 Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning)

Μία τυπική εγκατάσταση Ενισχυτικής Μάθησης (Reinforcement Learning) περιλαμβάνει έναν πράκτορα (agent) και ένα περιβάλλον (environment). Ορίζονται ως ενέργειες (actions) όλες οι διακριτές πιθανές κινήσεις που μπορεί να εκτελέσει ο πράκτορας, κατάσταση (state) στην οποία βρίσκεται το περιβάλλον, ανταμοιβή



Εικόνα 3.20 Ενισχυτική Μάθηση

(reward) η άμεση αξιολόγηση από το περιβάλλον της τελευταίας ενέργειας.

Επιπλέον, αξία (value) είναι η αναμενόμενη μακροπρόθεσμη απόδοση με έκπτωση, σε αντίθεση με τη βραχυπρόθεσμη ανταμοιβή, ενώ αξία-Q (Q-value) είναι η αξία δεδομένης της τωρινής κατάστασης [64].

3.4.3.1 DQN (Deep Q-Network)

Το Q-Learning μαθαίνει τη συνάρτηση $Q(s,a)$: πόσο καλή είναι μία ενέργεια σε μια συγκεκριμένη κατάσταση. Παρόλο που είναι αρκετά ισχυρός αλγόριθμος μειονεκτεί λόγω έλλειψης γενικότητας. Ο πράκτορας Q-learning δεν έχει τη δυνατότητα να εκτιμήσει την αξία άγνωστων καταστάσεων. Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με το βαθύ Q-δίκτυο (Deep Q-Network - DQN) με την απαλλαγή του δισδιάστατου πίνακα και την εισαγωγή των νευρωνικών δικτύων.

Το DQN αξιοποιεί ένα νευρωνικό δίκτυο για να εκτιμήσει τη συνάρτηση τιμής Q. Η είσοδος για το δίκτυο είναι η τρέχουσα, ενώ η έξοδος είναι η αντίστοιχη τιμή Q για κάθε ενέργεια.

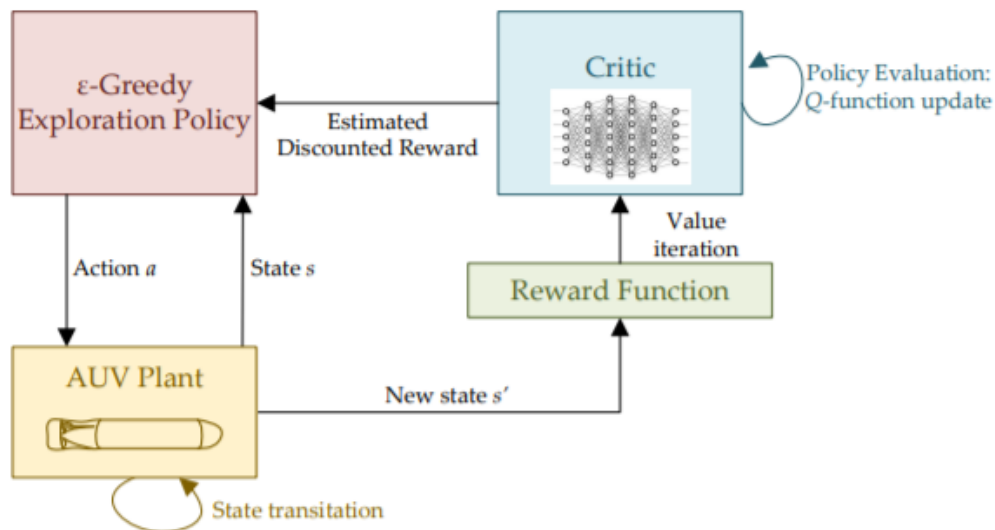
Για την εκπαίδευση των DQNs συχνά χρησιμοποιούνται οι δύο παρακάτω τεχνικές:

(i) Experience Replay: Η “επανάληψη εμπειρίας” βασίζεται στην αποθήκευση δειγμάτων μεταβάσεων και στη συνέχεια η τυχαία επιλογή από τη δεξαμενή μετάβασης για την ενημέρωση της γνώσης του δικτύου. Αποτελεί λύση στο πρόβλημα της συσχέτισης υψηλού βαθμού μεταξύ των δεδομένων που οδηγεί σε δυσκολότερη σύγκλιση για το δίκτυο.

(ii) Separate Target Network: Το επιθυμητό δίκτυο έχει την ίδια δομή με αυτήν που εκτιμά την τιμή. Κάθε C βήματα, το δίκτυο προορισμού επαναφέρεται σε άλλο. Επομένως, η διακύμανση γίνεται λιγότερο απότομη, με αποτέλεσμα πιο σταθερές εκπαιδεύσεις.

Για παράδειγμα, ένα πρόβλημα που μπορεί να επιλυθεί με ενισχυτική μάθηση είναι αυτό της σύνδεσης σε σταθμό φόρτισης των αυτόνομων σκαφών [65]. Στην Εικόνα 3.21 παρουσιάζεται το ανάλογο διάγραμμα DQN, στο οποίο οι διακριτές ενέργειες επιλέχθηκαν ως οι αλλαγές στα σήματα εισόδου ελέγχου. Ο αλγόριθμος βασίζεται σε ένα διακριτό χώρο

δράσης και έναν συνεχή χώρο καταστάσεων. Ως αποτέλεσμα, η ενέργεια επιλέγεται άπληστα.



Εικόνα 3.21 DQN για αυτόνομη σύνδεση σε σταθμό φόρτισης

3.4.3.2 AAC (Advantage Actor-Critic)

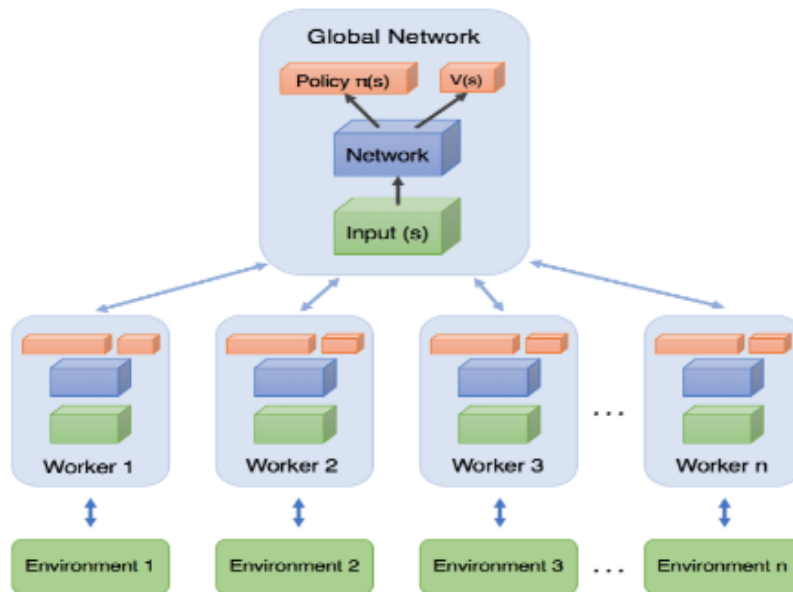
Ο A2C (Advantage Actor - Critic) και ο A3C (Asynchronous Advantage Actor - Critic) αποτελούν αλγόριθμους ενισχυμένης μάθησης που βασίζονται σε πολιτικές. Πιο συγκεκριμένα, ορίζονται με βάση τις εξής έννοιες [66]:

Asynchronous: Διάφοροι πράκτορες εκπαιδεύονται στο δικό τους αντίγραφο του περιβάλλοντος και το μοντέλο συγκεντρώνει τους επιμέρους πράκτορες σε έναν κύριο πράκτορα. Με τον τρόπο αυτό, η εμπειρία κάθε πράκτορα είναι ανεξάρτητη πετυχαίνοντας ποικιλία.

Advantage: Το πλεονέκτημα αποτελεί τον κανόνα ενημέρωσης που χρησιμοποιεί τις μειωμένες αποδόσεις από ένα σύνολο εμπειριών για να ενημερώσει τον πράκτορα ποιες ενέργειες ήταν "καλές" ή "κακές".

Actor-critic: Συνδυάζει τα οφέλη των δύο προσεγγίσεων με βάση την πολιτική και με βάση την αξία. Το δίκτυο θα υπολογίσει και την αξία $V(s)$ και την πολιτική $\pi(s)$.

Οι αλγόριθμοι αυτοί παράγουν πολιτικές αντί για τιμές Q και μπορούν να χειριστούν συνεχείς χώρους δράσης, καθώς αντιπροσωπεύουν παραμέτρους της κατανομής ως εξόδου που είναι πεπερασμένη. Στην εκπαίδευση ενός αλγορίθμου που βασίζεται στην πολιτική, αντί να ελαχιστοποιείται το σφάλμα και να βρεθεί η βέλτιστη πολιτική, χρησιμοποιείται η έννοια της κλίσης.



Εικόνα 3.22 Advantage Actor - Critic

A3C (Asynchronous Advantage Actor - Critic)

Στο A3C, έχουμε ένα κύριο δίκτυο το οποίο διακεκομμένα αντιγράφει τα βάρη του στα δίκτυα-εργάτες. Τα δίκτυα-εργάτες είναι υπεύθυνα για την εκτέλεση των διαδικασιών. Ανά N βήματα, κάθε δίκτυο αντί να ενημερώνει το βάρος του, στέλνει τις κλίσεις του πίσω στο κύριο δίκτυο και το κύριο δίκτυο ενημερώνει τα δικά του βάρη και κατά αυτόν τον τρόπο διατηρεί την πιο ενημερωμένη πολιτική. Το A3C εφαρμόζει παράλληλη εκπαίδευση όπου πολλοί εργαζόμενοι σε παράλληλα περιβάλλοντα ενημερώνουν ανεξάρτητα μια συνάρτηση παγκόσμιας αξίας. Αυτοί οι παράγοντες αλληλεπιδρούν ένας προς έναν με το δικό του αντίγραφο του περιβάλλοντος και ταυτόχρονα, οι άλλοι παράγοντες αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους. Ο λόγος που αυτό λειτουργεί καλύτερα από το να έχεις έναν μόνο πράκτορα (πέρα από την επιτάχυνση της ολοκλήρωσης της εργασίας), είναι ότι η εμπειρία κάθε πράκτορα δεν εξαρτάται από την εμπειρία των άλλων [67].

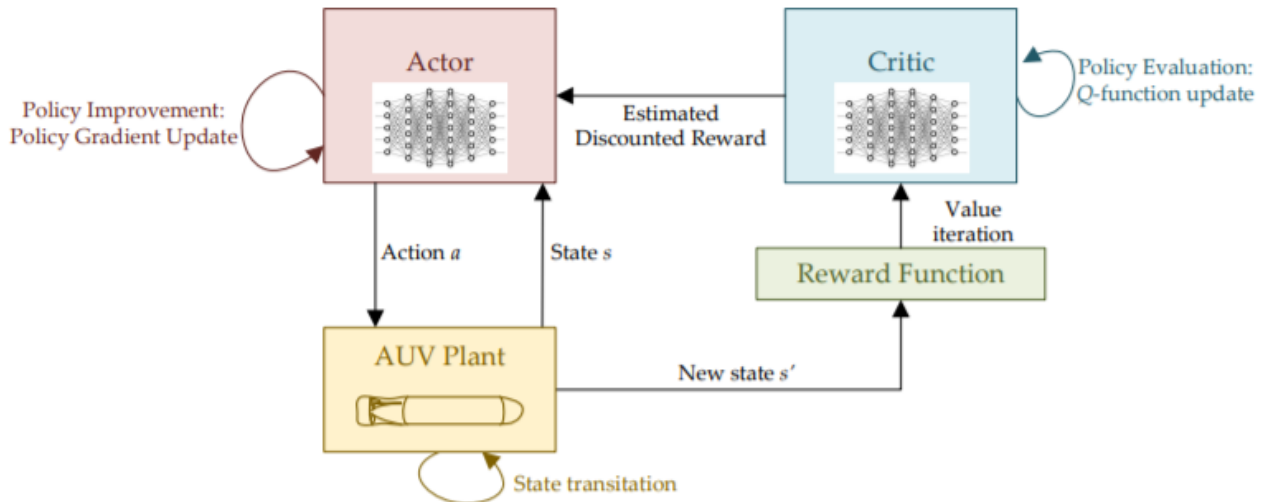
A2C (Advantage Actor - Critic)

Στο A2C τα βήματα εκτελούνται σε κάθε δίκτυο ταυτόχρονα σε αντίθεση με το A3C. Ο critic εκτιμά τη συνάρτηση αξίας και ο actor ενημερώνει την κατανομή πολιτικής προς την κατεύθυνση που προτείνει ο critic. Στο A2C, βελτιστοποιείται ταυτόχρονα η συνάρτηση τιμής και η πολιτική.

3.4.3.3 DDPG (Deep Deterministic Policy Gradient)

Στο DQN ο χώρος δράσης παραμένει ακόμα διακριτός. Ωστόσο, πολλές δραστηριότητες και καθήκοντα απαιτούν συνεχή χώρο δράσης. Το Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG) βασίζεται στην αρχιτεκτονική Actor - Critic με δύο ομώνυμα στοιχεία, τον πράκτορα και τον κριτή. Ένας πράκτορας χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της παραμέτρου θ , δηλαδή αποφασίζει την καλύτερη ενέργεια για μια συγκεκριμένη κατάσταση. Ένας κριτής χρησιμοποιείται για να αξιολογήσει την πολιτική που εκτιμήθηκε από τον πράκτορα με βάση το σφάλμα χρονικής διαφοράς (temporal difference). Η μάθηση TD είναι ένας τρόπος για να εκπαιδευτεί το δίκτυο να προβλέπει μια τιμή ανάλογα με τις μελλοντικές τιμές μιας δεδομένης κατάστασης. Το DDPG χρησιμοποιεί επίσης τις τεχνικές Experience Replay και Separate Target Network.

Εξετάζοντας το παράδειγμα της ενότητας 3.4.3.1 με τη χρήση DDPG, το διάγραμμα μετατρέπεται όπως στην Εικόνα 3.23. Βασική διαφοροποίηση αποτελεί η προσθήκη ενός νευρωνικού δικτύου για την εκτίμηση της βέλτιστης πολιτικής από τον actor.



Εικόνα 3.23 DDPG για αυτόνομη σύνδεση σε σταθμό φόρτισης

	DQN	AAC	DDPG
Κατηγορία	Βάσει αξίας	Βάσει πολιτικής	Βάσει αξίας και πολιτικής
Ταχύτητα Εκπαίδευσης	Αργή	Γρήγορη	Μεσαία
Χώρος Δράσης	Διακριτός	Διακριτός / Συνεχής	Συνεχής

Πίνακας 3.2 Βασικές διαφορές αλγορίθμων ενισχυτικής μάθησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Κεφάλαιο 4: Διερεύνηση Αλγοριθμικών Εφαρμογών στη Ναυτιλία

Η Τεχνητή Νοημοσύνη, και πιο συγκεκριμένα η Μηχανική Μάθηση, επιτρέπει τη χρήση έξυπνων αλγορίθμων για την αξιολόγηση δεδομένων και τη λογική καθοδήγηση σε πιθανά προβλήματα στη ναυτιλία και τις θαλάσσιες μεταφορές. Στην ενότητα αυτή, εξετάζονται συγκεκριμένα προβλήματα στα οποία εστιάζουν πολλαπλές ακαδημαϊκές δημοσιεύσεις.

— Αναγνώριση Αντικειμένων

Αρκετοί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης εξειδικεύονται στην αναγνώριση και επεξεργασία εικόνας. Μία βασική εφαρμογή αποτελεί η αναγνώριση αντικειμένου στη θάλασσα είτε πρόκειται για κάποιο άλλο πλοίο είτε για εμπόδιο μέσω κανονικών ή δορυφορικών εικόνων.

Περιγραφή Λύσης	Δεδομένα Εισόδου	Αλγόριθμοι	Αναφορές
Αναγνώριση Πλοίου			
Αναγνώριση, κατηγοριοποίηση και ταυτοποίηση πλοίου	Επεξεργασία εικόνων	CNN	<ul style="list-style-type: none"> - Comparison of two deep learning methods for ship target recognition with optical remotely sensed data, 2021 [68] - Deep convolutional neural network based ship image classification, 2021 [69] - An enhanced CNN-enabled learning method for promoting ship detection in maritime surveillance system, 2021 [70]
Αναγνώριση, κατηγοριοποίηση και ταυτοποίηση πλοίου	Επεξεργασία εικόνων SAR	CNN GAN	<ul style="list-style-type: none"> - Improved region convolutional neural network for ship detection in multiresolution synthetic aperture radar images, 2021 [71] - A Lightweight Faster R-CNN for Ship Detection in SAR Images, 2021 [72] - MW-ACGAN: Generating Multiscale High-Resolution SAR Images for Ship Detection, 2020 [73]
Αναγνώριση, κατηγοριοποίηση και ταυτοποίηση πλοίου	Επεξεργασία δορυφορικών εικόνων	CNN SVM, Random Forest	<ul style="list-style-type: none"> - Deep learning-based multiclass vessel detection from very high resolution optical satellite images, 2020 [74] - Machine learning-based ship detection and tracking using satellite images for maritime surveillance, 2021 [75]
Αναγνώριση Στόχου			
Αναγνώριση (κινούμενου) στόχου αξιοποιώντας χωρικές και χρονικές πληροφορίες	Επεξεργασία εικόνων ραντάρ	Autoencoders, CNN (AlexNet), RNN (LSTM) SVM	<ul style="list-style-type: none"> - Target Detection in Clutter/Interference Regions Based on Deep Feature Fusion for HFSWR, 2021 [76] - A CNN-LSTM Network for Augmenting Target Detection in Real Maritime Wide Area Surveillance Radar Data, 2020 [77] - Transferable deep learning assisted radar signal processing model for sea-target detection and classification, 2020 [78] - Automated object detection system in marine environment, 2021 [79]

Αυτόματη αντιστοίχιση εικονικών και πραγματικών αντικειμένων	Επεξεργασία εικόνας	GAN	<ul style="list-style-type: none"> - Generating 3D texture models of vessel pipes using 2D texture transferred by object recognition, 2021 [80] - GAN-based unpaired image-to-image translation for maritime imagery, 2020 [81]
--	---------------------	-----	---

Πίνακας 4.1 Εφαρμογές στην αναγνώριση αντικειμένου

— Αυτόνομη Πλοήγηση

Η ομαλή πλοήγηση εξαρτάται από την ικανότητα του συστήματος να εντοπίζει και να αποφεύγει κινδύνους σύγκρουσης και προσκόλλησης. Παρατηρούμε ότι σε αυτήν την κατηγορία προβλημάτων η Ενισχυτική Μάθηση έχει εφαρμογή στη δημιουργία περιβάλλοντος προσομοίωσης για την εκπαίδευση του μοντέλου.

Περιγραφή Λύσης	Δεδομένα Εισόδου	Αλγόριθμοι	Αναφορές
Αυτόνομη Πλοήγηση			
Αποφυγή σύγκρουσης πλοίων σε πραγματικό χρόνο	Δεδομένα AIS	RNN (LSTM, GRU) SVM	<ul style="list-style-type: none"> - Ship-collision avoidance decision-making learning of unmanned surface vehicles with automatic identification system data based on encoder—decode automatic-response neural networks, 2020 [82] - Deep learning in unmanned surface vehicle collision-avoidance pattern based on AIS big data with double GRU-RNN, 2020 [83] - A novel framework of real-time regional collision risk prediction based on the RNN approach, 2020 [84] - An estimation of ship collision risk based on relevance vector machine, 2021 [85]
Ενίσχυση επίγνωσης της κατάστασης για πρόληψη σύγκρουσης	Δεδομένα AIS (ιστορικά)	RNN	<ul style="list-style-type: none"> - Proactive Collision Avoidance for Autonomous Ships: Leveraging Machine Learning to Emulate Situation Awareness, 2021 [86] - Machine Learning for Enhanced Maritime Situation Awareness: Leveraging Historical AIS Data for Ship Trajectory Prediction, 2021 [87]
Αποφυγή εμποδίων και σύγκρουσης	Δομή πλέγματος σταθερού μεγέθους με ένα εμπόδιο	RL (DQN)	- Artificial Intelligence Based Strategy for Vessel Decision Support System, 2021 [88]
Περιβάλλον προσομοίωσης για εκμάθηση αποφυγής συγκρούσεων	Προσομοιωμένες πληροφορίες αισθητήρα σε πραγματικό χρόνο	RL (DQN)	- A path planning strategy unified with a COLREGS collision avoidance function based on deep reinforcement learning and artificial potential field 2021 [89]
Διαχείριση κυκλοφορίας εντός λιμένα αποφυγή συγκρούσεων	Δεδομένα κυκλοφορίας	RL (DQN)	- Hierarchical multiagent reinforcement learning for maritime traffic management, 2020 [90]

Πίνακας 4.2 Εφαρμογές στην αυτόνομη πλοήγηση

— Βελτιστοποίηση Σχεδιασμού Ταξιδιού

Η μηχανική μάθηση δύναται να ενισχύσει τον εσωτερικό προγραμματισμό και την εκτέλεση του ταξιδιού. Πιο συγκεκριμένα, η βελτίωση των εκτιμήσεων, ο έλεγχος ταχύτητας πλοίου και ο προγραμματισμός πορείας αποτελούν βασικές παραμέτρους για τη βελτιστοποίηση της υλοποίησης ενός ταξιδιού. Η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τόσο στην εύρεση της βέλτιστης διαδρομής από ένα σημείο A σε ένα σημείο B βάσει ιστορικών δεδομένων, αλλά και να παράξει έγκυρες προβλέψεις σε πραγματικό χρόνο για την πορεία ενός πλοίου.

Περιγραφή Λύσης	Δεδομένα Εισόδου	Αλγόριθμοι	Αναφορές
Σχεδιασμός Διαδρομής			
Σχεδιασμός διαδρομής πλοίου βάσει της θέσης του πλοίου	Δεδομένα AIS (ιστορικά)	ANN Random Forest	- Automatic ship route design between two ports: A data-driven method, 2020 [91] - Ship trajectory cleansing and prediction with historical ais data using an ensemble and framework, 2021 [92] - AIS data driven general vessel destination prediction: A random forest based approach 2021 [93]
Μη επιτηρούμενη πρόβλεψη επόμενου ταξιδιού	Δεδομένα AIS (ιστορικά)	Autoencoders	- An AIS-based deep learning framework for regional ship behavior prediction, 2021 [94] - Unsupervised marine vessel trajectory prediction using lstm network and wild bootstrapping techniques, 2021 [95] - An unsupervised learning method with convolutional auto-encoder for vessel trajectory similarity computation, 2021 [96]
Πρόβλεψη διαδρομής πλοίου σε δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον	Μετεωρολογικά δεδομένα	RL	- Ship path planning based on Deep Reinforcement Learning and weather forecast 2021 [97]
Πρόβλεψη άφιξης σε λιμένα	Δεδομένα AIS (ιστορικά)	RNN (LSTM)	- Research on Ship Arrival Law Based on Route Matching and Deep Learning, 2021 [98]
Βέλτιστη προσαρμογή ταχύτητας	Χρονοδιάγραμμα τακτικής γραμμής	RL	- Machine Learning-Based Approach to Line Shipping Schedule Design, 2021 [99]
Προσομοίωση Συμπεριφοράς Πλοίου			
Προσομοίωση ταξιδιών και έντασης κυκλοφορίας πλοίων	Δεδομένα AIS	GAN XGBoost	- Ship-GAN: Generative modeling based maritime traffic simulator, 2021 [100] - Real-time Destination and ETA Prediction for Maritime Traffic, 2018 [101]

Πίνακας 4.3 Εφαρμογές στην βελτιστοποίηση σχεδιασμού ταξιδιού

— Πρόβλεψη Συντήρησης και Διαχείριση Ενεργειακής Απόδοσης

Οι εργασίες συντήρησης και επισκευής ενός πλοίου, όπως για παράδειγμα ο υποβρύχιος καθαρισμός κύτους ή η στίλβωση έλικας, είναι κοστοβόρες και χρονοβόρες. Η πρόβλεψη των αναγκών αυτών μπορεί να οδηγήσει στον αποδοτικότερο σχεδιασμό τέτοιων εργασιών.

Οι τεχνικές που συλλέγουν δεδομένα από τις μηχανές του πλοίου για την εκτίμηση της κατανάλωσης καυσίμου μπορούν να διαχειριστούν θορυβώδη δεδομένα αισθητήρων και να οδηγήσουν σε βελτίωση της ακρίβειας στις προβλέψεις.

Περιγραφή Λύσης	Δεδομένα Εισόδου	Αλγόριθμοι	Αναφορές
Παρακολούθηση Συστημάτων Πλοίου			
Μοντελοποίηση και έλεγχος συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα στο εσωτερικό πλοίου	Εκπομπή CO2 Πλήθος αυτοκινήτων στο πλοίο	ANN	- Neural Fuzzy Control of the Indoor Air Quality Onboard a RO-RO Ship Garage, 2020 [102]
Αναγνώριση μοτίβου πρώιμης ελαττωματικής συμπεριφοράς κινητήρα προληπτική συντήρηση κινητήρα	Αισθητήρες πλοίου	Autoencoders, CNN, ANN, RNN (LSTM), SVM XGBoost	- Fault Detection with LSTM-based Variational Autoencoder for Maritime Components, 2021 [103] - A deep learning-based fault detection model for optimization of shipping operations and enhancement of maritime safety, 2021 [104] - Application of NARX neural network for predicting marine engine performance parameters, 2020 [105] - Predictive maintenance leveraging machine learning for time-series forecasting in the maritime industry, 2019 [106]
Κατανάλωση Καυσίμων			
Εκτίμηση κατανάλωσης καυσίμων, εκπομπών αερίου/ βελτιστοποίηση κατανάλωσης βάσει καιρικών και επιχειρησιακών συνθηκών	Ημερήσια αναφορά ελέγχου Μετεωρολογικά δεδομένα Διαδρομή και διάρκεια ταξιδιού	ANN	- Estimation of ship flue gas emissions in dynamic operational conditions with ANN, 2021 [107] - Neural Network Approach for Predicting Ship Speed and Fuel Consumption, 2021 [108]
Πρόβλεψη κατανάλωσης καυσίμου βάσει της κατάστασης του σκάφους υποστήριξη αποφάσεων συντήρησης	Δεδομένα πλοίου από το σύστημα αυτόματης καταγραφής και παρακολούθησης (ADLM)	ANN, Random Forest, K-Nearest Neighbor (kNN), Linear Regression, and AdaBoost	- Prediction of a ship's operational parameters using artificial intelligence techniques, 2021 [109]

Πίνακας 4.4 Εφαρμογές στην συντήρηση και ενεργειακή απόδοση

— Έλεγχος Ναύλων

Η πιο ακριβής εικόνα της απασχόλησης των πλοίων και της προσφοράς των φορτίων υποστηρίζει την προσφορά πιο ρεαλιστικών τιμών σε μια διαπραγμάτευση.

Περιγραφή Λύσης	Δεδομένα Εισόδου	Αλγόριθμοι	Αναφορές
Λήψη Εμπορικών Αποφάσεων			
Πρόβλεψη επιπέδων αγοράς βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα / αξιολόγηση της πρόβλεψης	Δείκτες και πραγματικά δεδομένα αγοράς	ANN RNN (LSTM, GRU)	- Forecasting container freight rates for major trade routes: a comparison of artificial neural networks and conventional models, 2021 [110] - DERN: Deep ensemble learning model for short and long-term prediction of baltic dry index, 2020 [111] - Artificial neural networks in freight rate forecasting, 2019 [112]
Αποτίμηση πλοίων	Πραγματικές συναλλαγές Χαρακτηριστικά πλοίου (ηλικία, κατανάλωση καυσίμου) και αγοράς	XGBoost	- Second-hand vessel valuation: an extreme gradient boosting approach, 2021 [113]
Πρόβλεψη Προσφοράς Πλοίων			
Πρόβλεψη εισροής και εκροής πλοίων	Δεδομένα AIS	CNN RNN	- Using deep learning to forecast maritime vessel flows, 2020 [114]

Πίνακας 4.5 Εφαρμογές στον έλεγχο ναύλων

— Θαλάσσιες Επικοινωνίες

Η μετάδοση AIS καθίσταται υποχρεωτική πλέον για κάθε πλοίο για τη διευκόλυνση του άμεσου εντοπισμού του και τη συλλογή δεδομένων. Έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές για την ανίχνευση ανωμαλιών και παρατυπιών στη μετάδοση του σήματος. Επιπλέον, οι επικοινωνίες μεταξύ στεριάς και θάλασσας αντιμετωπίζουν δυσκολίες και κατ' επέκταση παρουσιάζεται η ανάγκη για βέλτιστη χρήση των διαθέσιμων πόρων και δικτύων.

Περιγραφή Λύσης	Δεδομένα Εισόδου	Αλγόριθμοι	Αναφορές
Επικοινωνία Πλοίου - Περιβάλλοντος			
Πρόβλεψη απόδοσης οπτικών συνδέσεων επικοινωνιών	Ατμοσφαιρικά δεδομένα (ταχύτητα ανέμου, πίεση, θερμοκρασία, υγρασία, διαφορά θερμοκρασίας αέρα και θάλασσας) Δείκτες ισχύος σήματος για σύνδεση επικοινωνιών λείζερ	ANN, Random Forest, K-Nearest Neighbor (kNN)	- Using machine learning algorithms for accurate received optical power prediction of an fso link over a maritime environment, 2021 [115]

Αποτελεσματική μετάδοση δεδομένων με βελτιωμένη απόδοση και κατανάλωση ενέργειας μέσω δυναμικής κατανομής πόρων	Ποσοστό απώλειας, καθυστέρηση μετάδοσης, χωρητικότητα δικτύου	RL (DQN)	- Intelligent transmission scheduling based on deep reinforcement learning, 2020 [116]
Δυναμική προσαρμογή στις αλλαγές τοπολογίας του δικτύου βελτίωση καθυστέρησης	Δίκτυο επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο	RL (DQN)	- Q-learning Based Delay Sensitive Routing Protocol for Maritime Search and Rescue Networks, 2020 [117] - Topological optimization algorithm for HAP assisted multi-unmanned ship communication, 2020 [118]
Παρακολούθηση Πλοίων			
Εντοπισμός ανωμαλιών στη μετάδοση AIS	Δεδομένα AIS	CNN, ANN, SVM	- Specific Emitter Identification Based on Multi-Level Sparse Representation in Automatic Identification System, 2021 [119] - On the effectiveness of AI-assisted anomaly detection methods in maritime navigation 2020 [120]
Εντοπισμός λανθασμένων πληροφοριών στη μετάδοση AIS	Δεδομένα AIS	GAN	- VC-GAN: Classifying Vessel Types by Maritime Trajectories using Generative Adversarial Networks, 2020 [121]

Πίνακας 4.6 Εφαρμογές στις θαλάσσιες επικοινωνίες

— Βελτίωση Ασφάλειας στη Θάλασσα

Τεχνικές που σχετίζονται με την ανίχνευση, κατανόηση, αξιολόγηση εμποδίων, πλοίων ακόμη και πειρατείας ή άλλων πιθανών κινδύνων μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την ασφάλεια στη θάλασσα.

Επιπλέον, η εφαρμογή των περιβαλλοντικών κανονισμών και της πράσινης τεχνολογίας μπορεί να ελέγχεται ευκολότερα.

Περιγραφή Λύσης	Δεδομένα Εισόδου	Αλγόριθμοι	Αναφορές
Ασφαλής Πλοήγηση			
Βαθυμετρική χαρτογράφηση ακρίβειας	Ωκεανογραφικά δεδομένα από δορυφορικές εικόνες	ANN	- Hybrid Artificial Neural Networks for Modeling Shallow-Water Bathymetry via Satellite Imagery, 2021 [122]
Πρόβλεψη πιθανότητας εμφάνισης επικίνδυνων καταστάσεων πρόβλεψη επικινδυνότητας υπό την επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα	Κατάσταση πλοήγησης, Πολυπλοκότητα ταξιδιού, Φύση φορτίου Σωματική / ψυχολογική κατάσταση πληρώματος	(ANN) RNN	- Fuzzy Models of the Dangerous Situations Prediction, 2020 [123]

Πρόβλεψη τύπου ατυχήματος βάσει συμβαλλόμενων παραγόντων	Ιστορικά δεδομένα ατυχημάτων	Random Forest	- Determining the most influential human factors in maritime accidents: A data-driven approach, 2020 [124]
Διαχείριση και Ασφάλεια Πληρώματος			
Αξιολόγηση διανοητικού φόρτου εργασίας μέσω της όρασης	Δείκτες ανταπόκρισης των ματιών (διαστολή της κόρης, ρυθμός αναλαμπής, ρυθμός σταθεροποίησης)	Random Forest ANN	- Assessment of mental workload using physiological measures with random forests in maritime teamwork, 2020 [125] - Evaluation and prediction mental workload in user interface of maritime operations using eye response, 2019 [126]
Απεικόνιση ψυχικής κόπωσης μείωση ρίσκου ατυχημάτων	Αισθητήρες ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος και ηλεκτροκαρδιογραφήματος	CNN	- Optimizing CNN Hyperparameters for Mental Fatigue Assessment in Demanding Maritime Operations, 2020 [127]
Εντοπισμός θέσης πληρώματος για ενίσχυση της ασφάλειας	Ασύρματα σήματα (WiFi, Bluetooth) / Αισθητήρες	RNN	- Recurrent neural network-based hybrid localization for worker tracking in an offshore environment, 2020 [128]
Έγκαιρη αναγνώριση πτώσης από το πλοίο	RGB βίντεο	Autoencoders	- Man Overboard: Fall detection using spatiotemporal convolutional autoencoders in maritime environments 2021 [129]
Έλεγχος Λιμενικού			
Πρόβλεψη βαθμού ανεπάρκειας πλοίου για προτεραιοποίηση των επιθεωρήσεων	Γενικοί (σημαία, οργανισμός, απόδοση εταιρείας), δυναμικοί (χρόνοι αλλαγής σημαίας) και ιστορικοί παράγοντες (προηγούμενες επιθεωρήσεις) για κάθε πλοίο	XGBoost Random Forest	- Shipping Domain Knowledge Informed Prediction and Optimization in Port State Control, 2021 [130] - An Artificial Intelligence Model Considering Data Imbalance for Ship Selection in Port State Control Based on Detention Probabilities, 2021 [131]
Προστασία Περιβάλλοντος			
Εντοπισμός πετρελαιοκηλίδων	Επεξεργασία εικόνων SAR	CNN	- Oil Spill Detection from SAR Images by Deep Learning, 2020 [132]

Πίνακας 4.7 Εφαρμογές στη βελτίωση θαλάσσιας ασφάλειας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΛΟΙΠΕΣ ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ 4.0

Κεφάλαιο 5: Λοιπές Προηγμένες Τεχνολογίες Ναυτιλίας 4.0

Οι τεχνολογίες της Ναυτιλίας 4.0 συνδυαστικά προσφέρουν ακόμη πιο ισχυρές και πλήρεις λύσεις. Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας, τη Διασύνδεση Πραγμάτων, τη Ρομποτική, την Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα καθώς και την Ψηφιακή Ασφάλεια.

5.1 Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας (Big Data Analysis)

Ο όρος Big Data, που εμφανίστηκε το 2001, χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει σύνολα δεδομένων τόσο μεγάλα και περίπλοκα που το παραδοσιακό λογισμικό δεν μπορεί να τα επεξεργαστεί. Σήμερα, η προσοχή εστιάζεται στην αξιοποίηση τους και την παραγωγή αξίας για την κατανόηση του κόσμου και τη λήψη αποφάσεων [133].

Τα δεδομένα προκειμένου να χαρακτηριστούν μεγάλης κλίμακας πρέπει να ικανοποιούνται τουλάχιστον τα ακόλουθα χαρακτηριστικά [134]:

- Όγκος (Volume): αφθονία και έκταση των συλλεχθέντων και αποθηκευμένων δεδομένων
- Ταχύτητα απόκτησης (Velocity): ρυθμός παραγωγής δεδομένων από διάφορες πηγές
- Ποικιλία (Variety): διαφορετικά είδη και μορφές δεδομένων
- Εγκυρότητα (Veracity): ακριβή και ποιοτικά δεδομένα
- Αξία (Value): νομισματική αξία από τα παράγωγα δεδομένα



Εικόνα 5.1 Χαρακτηριστικά Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας [135]

Στη ναυτιλία παράγονται μεγάλες ποσότητες διαφορετικών τύπων δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για δεδομένα:

- κόστους καυσίμων, χρόνων διέλευσης, μισθών, ασφάλισης που προσδιορίζουν το κέρδος
- καιρικών συνθηκών, κυκλοφοριακών καθυστερήσεων και κίνησης των λιμένων (ευμετάβλητων δεδομένων που πρέπει να μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο και συλλέγονται από αισθητήρες και υπηρεσίες GPS)
- τοποθεσίας, ταχύτητας, κατεύθυνσης, βυθίσματος του πλοίου από το αυτοματοποιημένο σύστημα ταυτοποίησης (AIS)
- δικτύων κατά μήκος των ακτών μέσω ραδιοφωνικής εμβέλειας
- εξειδικευμένων οργάνων, όπως radar κυμάτων, ανιχνευτές διαρροής πετρελαίου, υψηλής ακρίβειας αισθητήρες αδράνειας της πλοήγησης
- παρακολούθησης κατάστασης πλοίου και ανίχνευσης επικίνδυνων συνθηκών από φυσικά συστήματα σύγχρονων πλοίων όπως συστήματα ελέγχου, βαρούλκα με έλεγχο ροπής, εξελιγμένα δυναμικά συστήματα θέσης, νέα συστήματα πλοήγησης
- για τον έλεγχο υφιστάμενων κανονισμών από προηγμένους περιβαλλοντικούς αισθητήρες

Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται από πολλαπλές συσκευές και αποθηκεύονται με διαφορετική μορφοποίηση. Η ακρίβεια και η εγκυρότητα στα συστήματα μπορεί να είναι σε υψηλά επίπεδα. Ωστόσο, υπάρχει η πιθανότητα λανθασμένης μέτρησης ή εισαγωγής πληροφορίας από τον άνθρωπο και για το λόγο αυτό απαιτείται επιμέλεια και εκκαθάριση αυτών πριν αναλυθούν. Ως αποτέλεσμα, μπορούν να αξιοποιηθούν παρέχοντας σημαντική πληροφόρηση για την επίδοση και την πλοήγηση του πλοίου.

5.2 Διασύνδεση Πραγμάτων (Internet of Things)

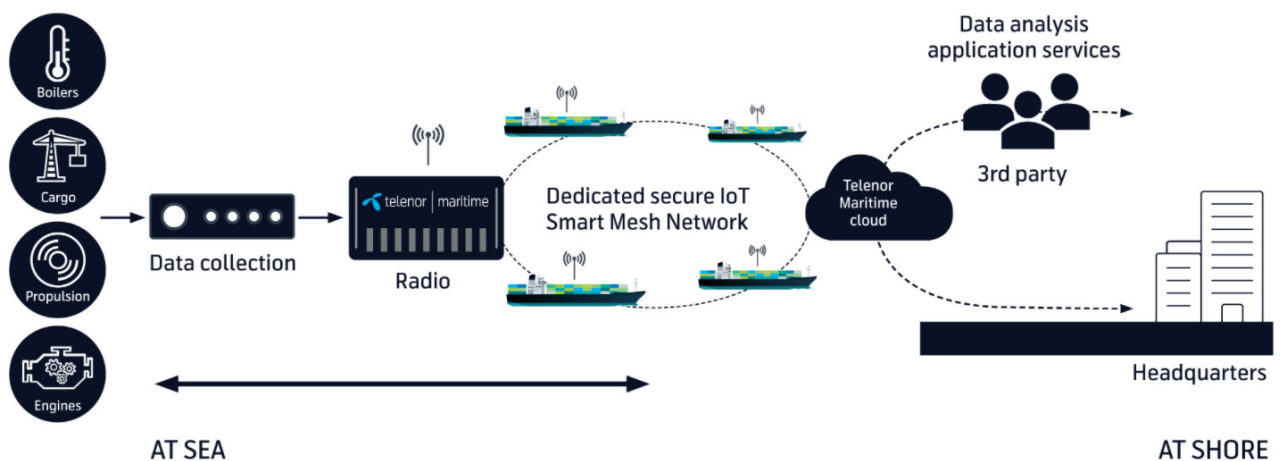
Οι ναυτιλιακές εταιρείες είναι επιτακτικό να διαθέτουν έγκαιρη ενημέρωση για την κατάσταση του πλοίου καθώς και τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή όπου αυτά κινούνται ή ελλιμενίζονται. Η τεχνολογία Διασύνδεσης Πραγμάτων καθιστά την ιχνηλάτηση και καταγραφή σαφώς ευκολότερη και δυνατή σε πραγματικό χρόνο [136]. Κατά συνέπεια ελαχιστοποιεί το χρόνο απόκρισης και επικοινωνίας μεταξύ ξηράς και θάλασσας, γεγονός που ωφελεί τη μείωση ρίσκου και κόστους.

Η ιδέα της εφαρμογής του Διαδικτύου Πραγμάτων στη θάλασσα αναπτύχθηκε για την εναρμόνιση και την ψηφιοποίηση της πληροφορίας και τον εκσυγχρονισμό των ναυτιλιακών βιομηχανιών από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (International Maritime

Organization) των Ηνωμένων Εθνών με το όνομα eNavigation. Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στην επικοινωνία μεταξύ μηχανών (Machine Type Communication).

Την τελευταία δεκαετία, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός προωθεί το Αυτόματο Σύστημα Ταυτοποίησης (Automatic Identification System - AIS) που εισήχθη από τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union) με στόχο την ταυτοποίηση των πλοίων, την αναφορά της θέσης τους και την παρακολούθησή τους. Παρόλο που η δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων καθίσταται περιορισμένη και το ολοκληρωμένο αρχιτεκτονικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση όλων των θαλάσσιων εφαρμογών και υπηρεσιών διασύνδεσης πραγμάτων εκλείπει, το Αυτόματο Σύστημα Ταυτοποίησης μπορεί να θεωρηθεί ως ένα πρώτο θαλάσσιο σύστημα επικοινωνίας μεταξύ μηχανών.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται γραφικά μια εννοιολογική αρχιτεκτονική ενός δικτύου Διασύνδεσης Πραγμάτων. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν μόνο ασύρματες λύσεις, δορυφορικά και επίγεια δίκτυα επικοινωνίας καθώς και υποδομές και ειδικές τοπολογίες επικοινωνίας [137].



Εικόνα 5.2 Διασύνδεση Πραγμάτων [138]

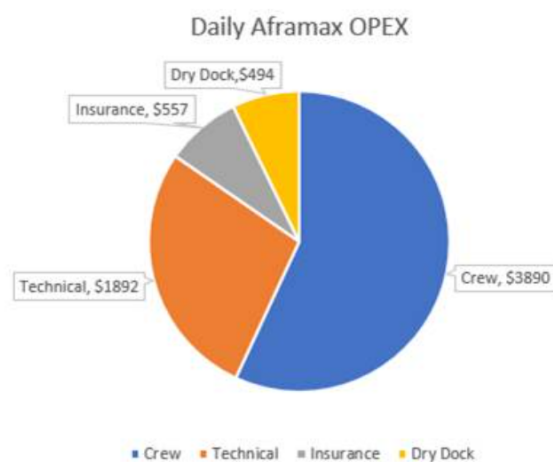
Η Διασύνδεση Πραγμάτων αντιπροσωπεύει την ευρύτερη έννοια που συνδέει φυσικά αντικείμενα για να διευκολύνει την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ αισθητήρων που παρέχουν μετάδοση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από μια συσκευή πίσω σε έναν δέκτη. Συγκεκριμένα, στη ναυτιλία επιτρέπει κέρδος σε απόδοση των συστημάτων, απλοποιεί τη διαχείριση των σύνθετων συστημάτων μεταφοράς και αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης τόσο της αποτελεσματικότητας σε τεχνικό και επιχειρησιακό επίπεδο όσο και από πλευράς συντονισμού. Επιπρόσθετα, η Διασύνδεση Πραγμάτων περιλαμβάνει δορυφορική τεχνολογία και τηλεματική που δύνανται να βελτιώσουν σημαντικά την πλοήγηση, την ασφάλεια, την απομακρυσμένη παρακολούθηση και συντήρηση, την επικοινωνία και την περιβαλλοντική απόδοση [139].

Η εμπορική ναυτιλία αρχίζει να υιοθετεί την ιδέα των αυτόνομων πλοίων, ενώ ήδη εφαρμόζει συστήματα έξυπνης πλοήγησης και κατά συνέπεια η χρηστικότητα της τεχνολογίας αυτής ολοένα και αυξάνεται. Στο πλαίσιο αυτό, μια ακόμη εξαιρετικά χρήσιμη εφαρμογή της Διασύνδεσης Πραγμάτων αφορά την ασφαλέστερη πλοήγηση. Για παράδειγμα, στα κανάλια όπου υπάρχει κίνδυνος για πρόσκρουση σε περίπτωση ασαφών οδηγιών ή λανθασμένου χειρισμού και κατά συνέπεια απαιτείται πληροφόρηση για το βάθος, την κατάσταση κατά μήκος του περάσματος, για τα πλοία που πλέουν στην περίμετρο καθώς και συμβουλές για την πορεία που πρέπει να ακολουθηθεί με βάση τις ανάλογες υπολογιστικές προβλέψεις [140].

5.3 Αυτόνομα Οχήματα και Ρομποτική (Autonomous Vehicles and Robotics)

Επιτομή της τεχνολογικής επανάστασης αποτελεί η κατασκευή αυτόνομων μη επανδρωμένων πλοίων που παρακολουθούνται και ελέγχονται εξ' ολοκλήρου από ειδικούς χειρισμού από τη στεριά. Δεδομένου ότι η ναυτιλία αποτελεί εμπορική επιχείρηση, ένα βασικό κριτήριο είναι το οικονομικό όφελος μιας τέτοιας τεχνολογίας.

Σύμφωνα με την Baltic Exchange το πλήρωμα αφορά περίπου το 57% των συνολικών επιχειρησιακών εξόδων ενός μεσαίου πετρελαιοφόρου [141]. Η μείωση του προσωπικού στο πλοίο θα επιφέρει και σημαντική μείωση εξόδων, παρόλο που θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας. Θεωρητικά, απομακρύνοντας μέρος του πληρώματος από το πλοίο και παρακολουθώντας εξ' αποστάσεως ελαττώνονται τα ζητήματα ασφαλείας.



Εικόνα 5.3 Κατανομή ημερήσιων διαχειριστικών εξόδων ενός Aframax πλοίου

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Αντιπρόεδρο Καινοτομίας της Rolls-Royce Marine, κ. Oskar Levander, ένα μη επανδρωμένο σκάφος μπορεί να εξοικονομήσει έως και 15% του καυσίμου που καταναλώνεται για τη διατήρηση της ζωής του πληρώματος στη θάλασσα [142]. Η εξοικονόμηση ενός τόσο μεγάλου μέρους των καυσίμων, που αποτελούν το 60-70% του κόστους, θα κάνει όχι μόνο τα πλοία πιο αποδοτικά, αλλά και πιο πράσινα.

Ενώ επιτυγχάνεται συνεχώς εξέλιξη προς την αυτονομία των πλοίων, υπάρχουν σημαντικοί περιορισμοί στην επίτευξη πλήρως αυτόνομων πλοίων, καθώς οι θεωρητικοί υπολογισμοί δεν εφαρμόζονται πάντα στον πραγματικό κόσμο όπου επηρεάζουν εξωτερικοί και απρόβλεπτοι παράγοντες.

Είναι σημαντικό να ορίσουμε την έννοια της αυτονομίας. Μια ενδεικτική κατηγοριοποίηση αφορά τα παρακάτω έξι διακριτά επίπεδα [143]:

Επίπεδο 0	Χειροκίνητος χειρισμός πλοίου <p>Όλες οι ενέργειες και η λήψη αποφάσεων εκτελούνται χειροκίνητα από άνθρωπο. Ο υπεύθυνος μπορεί να βρίσκεται στο πλοίο ή στη στεριά και να δίνει οδηγίες μέσω ραδιοπομπού. Σημειώνεται ότι τα συστήματα ενδέχεται να έχουν ένα επίπεδο αυτονομίας. Για παράδειγμα, ο έλεγχος κινητήρα, οι μετρητές, η κατεύθυνση του ανέμου δεν αποτελούν υποστήριξη αποφάσεων.</p>
Επίπεδο 1	Υποστήριξη αποφάσεων εντός πλοίου <p>Οι ενέργειες εκτελούνται από άνθρωπο αλλά βασίζεται σε εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων που παρουσιάζει επιλογές στον χειριστή του συστήματος, προτείνει σχεδιασμό διαδρομής (πορεία, ταχύτητα πλεύσης) ή παρέχει δεδομένα όπως διαγράμματα. Ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να τροποποιεί την πορεία και την ταχύτητα, όποτε αυτό κριθεί απαραίτητο.</p>
Επίπεδο 2	Υποστήριξη αποφάσεων εντός και εκτός πλοίου <p>Οι ενέργειες σε επίπεδο πλοίου αναλαμβάνονται και πάλι από ανθρώπινο χειριστή ενώ το εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων μπορεί να λαμβάνει δεδομένα από συστήματα εντός και εκτός πλοίου.</p>
Επίπεδο 3	Αυτόνομη λήψη αποφάσεων και εκτέλεση παρουσία ανθρώπου <p>Οι αποφάσεις και οι ενέργειες σε επίπεδο πλοίου λαμβάνονται από το πληροφοριακό σύστημα βάσει δεδομένων από αισθητήρες εντός ή εκτός πλοίου αυτόνομα με ανθρώπινη επίβλεψη. Οι αποφάσεις υψηλής σημασίας υλοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε ο άνθρωπος να μπορεί να παρέμβει και να τις τροποποιήσει. Το σύστημα παρακολουθεί τη λειτουργία του πλοίου και αποδέχεται τις εντολές, προτού αυτές εκτελεστούν.</p>
Επίπεδο 4	Αυτόνομη λήψη αποφάσεων υπό παρακολούθηση <p>Οι αποφάσεις λαμβάνονται και εκτελούνται από το πληροφοριακό σύστημα το οποίο λαμβάνει υπόψη του κινδύνους και τις επιπτώσεις τους μόλις αυτο εμφανίζονται μέσω αισθητήρων, επεξεργάζεται και αξιολογεί τα δεδομένα και εκτελεί τη βέλτιστη λύση. Ο χειριστής ενημερώνεται όταν η αβεβαιότητα για την απόφαση υπερβεί κάποιο όριο [144]. Η αυτόνομη παρακολούθηση και έλεγχος μπορεί να προέρχονται από συστήματα που βρίσκονται στο πλοίο ή</p>

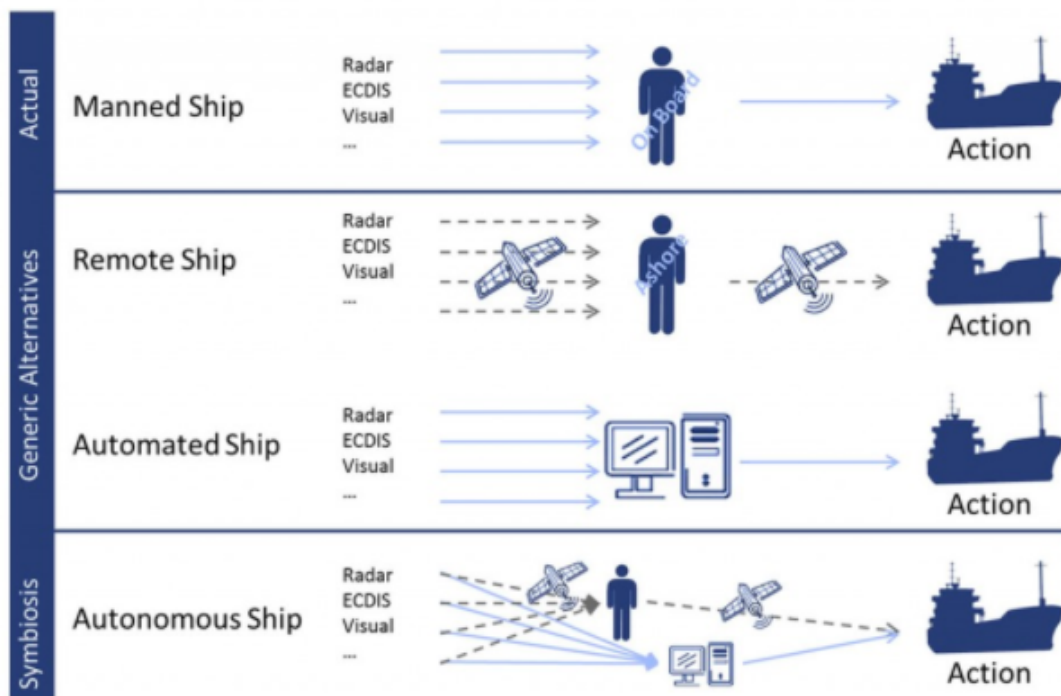
στην ξηρά. Είναι δυνατή η παράκαμψη του αυτόνομου/τηλεχειριστηρίου από το πλήρωμα του πλοίου.

Επίπεδο 5 Πλήρης αυτονομία

Οι αποφάσεις λαμβάνονται και εκτελούνται από το πληροφοριακό σύστημα, αφού υπολογίσει σενάρια και αξιολογήσει τις επιπτώσεις και τους κινδύνους. Το σύστημα δρα βάσει των αναλύσεων και των δυνατοτήτων αντιμετώπισης καταστάσεων, λαμβάνοντας και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος.

Δεδομένα σχετικά με το περιβάλλον και αντίστοιχα παρελθοντικά τυπικά γεγονότα που μπορεί να επαναληφθούν τροφοδοτούν αλγορίθμους μηχανική μάθησης. Ο έλεγχος των συστημάτων του πλοίου (π.χ. Λειτουργικές παράμετροι λογισμικό) είναι δυνατός χωρίς την εξουσιοδότηση του πληρώματος. Δεν είναι δυνατή η παράκαμψη του αυτόνομου/τηλεχειριστηρίου από το πλήρωμα του πλοίου [145].

Πίνακας 5.1 Επίπεδα Αυτονομίας



Εικόνα 5.4 Απομακρυσμένο, αυτόματο και αυτόνομο πλοίο - MUNIN project [146]

Η προστασία των ωκεανών και των θαλασσών αποτελεί πρωταρχικό μέλημα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) ενώ ταυτόχρονα οφείλει να διασφαλιστεί ότι οι

κανονισμοί συμβαδίζουν με τις τεχνολογικές εξελίξεις. Η άσκηση για τον καθορισμό της ασφάλειας και περιβαλλοντικά εύρωστης λειτουργίας των θαλάσσιων αυτόνομων πλοίων (MASS - Maritime Autonomous Surface Ships) που ξεκίνησε το 2017, ολοκληρώθηκε το Μάιο του 2021 [147].

5.4 Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα (Virtual and Augmented Reality)

Η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality - VR) είναι η τεχνολογία που παρέχει σχεδόν πραγματικές και/ή πιστευτές εμπειρίες με συνθετικό ή εικονικό τρόπο, ενώ η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) ενισχύει τον πραγματικό κόσμο συμπεριλαμβάνοντας πληροφορίες που παράγονται από υπολογιστή [148].

Η τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) γίνεται ένα από τα κύρια ψηφιακά εργαλεία του Industry 4.0. Υπάρχουν ήδη προφανείς εφαρμογές χωρικής νοημοσύνης με δεδομένα του περιβάλλοντος καθώς και διαγνωστικές πληροφορίες μηχανημάτων επιτρέποντας την οπτικοποίηση τους και στοχεύοντας στην αυτοματοποίηση των εργασιών του πληρώματος, όπως επιθεωρήσεις, απομακρυσμένες έρευνες, συντήρηση και βοήθεια εμπειρογνομώνων. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να προσφέρει βελτιωμένη επίγνωση της κατάστασης και υποστήριξη λήψης αποφάσεων.

Πιο συγκεκριμένα, με βάση την ποιοτική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε απασχολούμενους στον τομέα της ναυτιλίας για τις δυνατότητες αυτής της τεχνολογίας [149], συνοψίζονται τα παρακάτω:

- Ευκολότερη αναγνώριση αγωγών και καλωδίωσης και χρησιμότητάς τους
- Παροχή βοήθειας κατά τη συντήρηση μηχανημάτων με οδηγίες και προτεινόμενα βήματα
- Έλεγχος και επιθεωρήσεις λίστας ελέγχου, όπου το υπεύθυνος δεν απαιτείται να πληκτρολογήσει, καθώς η αναφορά καταγράφεται προφορικά
- Εγγραφή βίντεο και στατιστική ανάλυση σε πραγματικό χρόνο από τη θάλασσα στη στεριά
- Απομακρυσμένη βοήθεια από τα γραφεία / τμήμα Πληροφορικής και Τεχνικών

Η τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (VR) χρησιμοποιεί κάμερες με ενσωματωμένους αισθητήρες βάθους, 3D και κίνησης, οι οποίοι, συνδυάζοντας τα δεδομένα και χρησιμοποιώντας έξυπνους αλγόριθμους, επιτρέπουν τη δημιουργία βίντεο που μπορεί να αποδοθεί σε 3D και να χρησιμοποιηθεί για σκοπούς οπτικής επιθεώρησης, συντήρησης ή ασφάλειας του πλοίου. Το σύστημα επιτρέπει την εμφάνιση όλων των πληροφοριών σε

οθόνες μπροστά στα μάτια του χρήστη, βελτιώνοντας άμεσα τη γνώση και κατανόησή του για το περιβάλλον γύρω από το πλοίο [150].

Μία επιπλέον πρόκληση που μπορεί να αντιμετωπιστεί με την τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) αποτελεί η ανάγκη για συνεχή εξοικείωση με νέο τεχνολογικό εξοπλισμό και εκπαίδευση του πληρώματος και ειδικότερα των μηχανικών. Η δημιουργία εκπαιδευτικού λογισμικού με τη χρήση ειδικά διαμορφωμένου εξοπλισμού μπορεί να υποστηρίξει την ανασκόπηση εγκατάστασης και λειτουργίας ενός μηχανήματος πριν την παραγγελία από τους προμηθευτές. Επιπρόσθετα, η τεχνολογία αυτή παρέχει τη δυνατότητα διαδραστικών μετρήσεων, αναλύσεων και εκπαίδευσης από οπουδήποτε.



5.5 Εικονική Πραγματικότητα: προσομοίωση διαχείρισης πλοίου [151]

Σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε σπουδαστές της Ναυτικής Ακαδημίας Ασίας και Ειρηνικού (Maritime Academy of Asia and the Pacific - MAAP) κατά την εκπαίδευση τους στο χειρισμό της κύριας μηχανής, η ομάδα που εντάχθηκε στο πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας σε σχέση με την ομάδα που ακολούθησε τον παραδοσιακό τρόπο εκπαίδευσης παρουσίασε σημαντικά βελτιωμένη απόδοση.

Αυτό οφείλεται και στην ικανότητα της Εικονικής Πραγματικότητας να μυήσει το πλήρωμα σε μια συναρπαστική μαθησιακή εμπειρία που οδηγεί σε αποτελεσματικότερη απόκτηση και διατήρηση της γνώσης [152].

Η Υβριδική Πραγματικότητα που συνδυάζει τον πραγματικό και ψηφιακό κόσμο, εφαρμόζεται στο σχεδιασμό πλοίων αναβαθμίζοντας τη διαδικασία και μετατρέποντας τα δισδιάστατα σχέδια σε τρισδιάστατα.

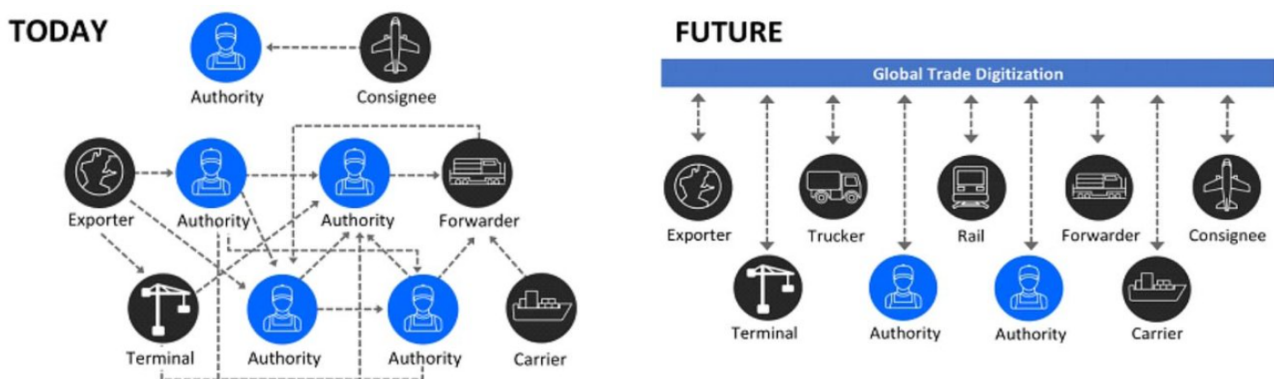
Από το αρχικό στάδιο της σχεδίασης μπορούν να εντοπιστούν αρχιτεκτονικά λάθη που θα επιφέρουν αναθεώρηση της κατασκευής με αποφυγή περιττού κόστους ανάπτυξης και χρονικές καθυστερήσεις στην παραγωγή [153]. Σε αυτό το στάδιο, είναι επίσης ζωτικής

σημασίας η εξέταση διαφορετικών εναλλακτικών σχεδιασμού, ειδικά σε πολύπλοκα έργα όπου οι πληροφορίες πρέπει να αναθεωρούνται, να αναλύονται και να επαληθεύονται συνεχώς.

Δύναται επιπλέον η δυνατότητα παρουσίασης του προϊόντος στους πελάτες - πλοιοκτήτες προκειμένου να ληφθούν αποφάσεις και να δοθεί προσοχή στις λεπτομέρειες που ίσως δεν μπορούν πάντα να προβλεφθούν πριν την έναρξη της κατασκευής. Πολλαπλοί χρήστες - μηχανικές, σχεδιαστές, διαχειριστές του έργου - μπορούν να βρίσκονται ταυτόχρονα στην ίδια προσομοίωση και να αλληλεπιδρούν στο εικονικό πλοίο [154].

5.5 Ψηφιακή Ασφάλεια (Digital Security and Blockchain)

Το Blockchain είναι μια τεχνολογία κατακεντρωμένου καταλόγου· κάθε μέλος έχει πρόσβαση στις πληροφορίες του και ένα ασφαλές ίχνος όλων των αποστολών. Το δίκτυο παρέχει ασφαλή αλληλεπίδραση και προστασία της ταυτότητας των χρηστών χάρη στην κρυπτογραφία. Το σύστημα αυτό είναι πιο ακριβές καθώς επιτρέπει σε όλα τα μέλη ταυτόχρονη παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο. Αυτό συνεπάγεται πως οι λιμενικές αρχές, οι διαχειριστές των πλοίων και οι ναυλωτές μπορούν να βελτιώσουν την εφοδιαστική αλυσίδα παρακολουθώντας όλη την πρόοδο [155].



Εικόνα 5.6 Παγκόσμιο ψηφιακό σύστημα συναλλαγών [156]

Ενδεικτικές εφαρμογές στη ναυτιλία:

- **Ιχνηλασιμότητα και διασφάλιση ποιότητας καυσίμου**

Η αδυναμία αξιόπιστης παρακολούθησης, εντοπισμού και διασφάλισης της προέλευσης και της ποιότητας των καυσίμων οφείλεται εν μέρει στην υφιστάμενη διαδικασία τεκμηρίωσης στη βιομηχανία πετρέλευσης, η οποία χρησιμοποιεί έντυπες αναφορές. Ένα σύστημα που βασίζεται στην blockchain τεχνολογία δύναται να βελτιώσει τον εντοπισμό της προέλευσης και της ποιότητας των καυσίμων με δεδομένα που θα συλλέγονται σε όλη την αλυσίδα ανεφοδιασμού πετρελαίων. Τα δεδομένα αυτά θα είναι προσβάσιμα από όσους οργανισμούς

χρειάζεται να επαληθεύσουν τη συμμόρφωση του προϊόντος με κανονισμούς ή ασφαλιστήρια συμβόλαια.

■ **Παρακολούθηση θαλάσσιας μεταφοράς**

Οι συναλλαγές στον τομέα της ναυτιλίας είναι γενικά χρονοβόρες και δαπανηρές. Η ναυτιλιακή βιομηχανία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στους παραδοσιακούς τρόπους επιχειρηματικής δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένης της εξάρτησης από έντυπα και έγγραφα. Στις συναλλαγές εμπλέκονται εξαγωγείς, εισαγωγείς, λιμενικές και τελωνειακές αρχές, χρηματοδότες που συχνά απαιτούν έγγραφη τεκμηρίωση και φυσική επιθεώρηση εγγράφων, με αποτέλεσμα το υψηλό κόστος και ελλιπή πληροφόρηση. Το Blockchain θα μπορούσε να εξαλείψει την ανάγκη για έναν κεντρικό μεσίτη/συντονιστή, ως αυτόνομο σύστημα εκκαθάρισης αν ενσωματωθεί κατάλληλα με συσκευές IoT. Η δυνατότητα διατήρησης όλων των εγγράφων σε ένα μέρος ασφαλές και προσβάσιμο -από όλους τους ενδιαφερόμενους- μέρος θα μειώσει και το κόστος λογιστικών ελέγχων.

■ **“Εξυπνα” συμβόλαια και πληρωμές**

Η υφιστάμενη διαδικασία πληρωμών στη ναυτιλία είναι σχετικά αναποτελεσματική σε σύγκριση με άλλους τομείς. Έντονη έλλειψη αυτοματισμού παρουσιάζει η τιμολόγηση που συχνά ολοκληρώνεται με τραπεζικές μεταφορές και επιταγές, ιδιαίτερα σε μικρομεσαίες ναυτιλιακές εταιρείες. Το blockchain είναι τεχνολογία που προορίζεται για εφαρμογές σε αποτελεσματικότερες επικυρώσεις και πληρωμές, επιτρέποντας μια αποκεντρωμένη και αδιάβλητη πλατφόρμα για διαχείριση εμβασμάτων με ταχύτητα και αξιοπιστία.

Παρά τα οφέλη από τη χρήση της, η τεχνολογία blockchain είναι σχετικά ανώριμη, ακόμη αναπτύσσεται και παρουσιάζει κινδύνους. Έχουν συσταθεί νεοφυείς επιχειρήσεις που αξιολογούν τη σταθερότητα της τεχνολογίας, ωστόσο, αντιμετωπίζονται συνεχείς προκλήσεις όσον αφορά την επεκτασιμότητα, τη διαλειτουργικότητα, τη διαχείριση δεδομένων, τα πρότυπα και την αβεβαιότητα σε σχέση με τους κυβερνητικούς κανονισμούς [157].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Κεφάλαιο 6: Χαρτογράφηση Εμπορικών Εφαρμογών Λογισμικού στη Ναυτιλία

6.1 Συλλογή Δεδομένων

Έχοντας εντοπίσει τις ανάγκες σε κάθε τομέα της ναυτιλίας και καταγράψει τις επικρατέστερες προηγμένες τεχνολογίες, στο κεφάλαιο αυτό θα χαρτογραφήσουμε την πραγματική κατάσταση που επικρατεί.

6.1.1 Αναζήτηση και Επιλογή Εφαρμογών Λογισμικού

Όπως αναλύθηκε προηγουμένως η ναυτιλία άρχισε να ενστερνίζεται νέες τεχνολογίες μόλις τα τελευταία χρόνια, συνεπώς, οι περισσότερες εμπορικές εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί από εταιρείες νεοφυείς επιχειρήσεις.

Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, προκειμένου να συγκεντρωθούν οι καταλληλότερες εφαρμογές, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση σε οικοσυστήματα νεοφυών επιχειρήσεων. Ενδεικτικά, μελετήθηκε η τριμηνιαία δημοσίευση του StartUp Wharf που αποτελεί ανεξάρτητο, παγκόσμιο, υπεύθυνο οικοσύστημα νεοφυών επιχειρήσεων στη ναυτιλία (Maritime Startup Ecosystem). Το διάγραμμα εκδόθηκε για το 1ο Τρίμηνο του έτους 2021 και περιέχει 290 εταιρείες που απασχολούνται στον τομέα της ναυτιλίας [158]. Η αναζήτηση επίσης εμπλουτίστηκε και με το χάρτη Ελληνικών Νεοφυών Επιχειρήσεων για το έτος 2021 που δημοσιεύτηκε από τη συμβουλευτική εταιρεία The Port Global [159].

Η ανάλυση επικεντρώνεται σε 60 εφαρμογές λογισμικού, έπειτα από εκτενή αξιολόγηση με τα παρακάτω κριτήρια:

- Σχετικότητα με τον τομέα της ναυτιλίας και πιο συγκεκριμένα, την εμπορική και τεχνική διαχείριση φορτηγών πλοίων.
- Χρήση τουλάχιστον μίας εκ των προηγμένων τεχνολογιών που αναφέρονται στο κεφάλαιο 5.
- Παρουσία σε επαγγελματικά μέσα κοινωνικής δικτύωσης / Ύπαρξη ανανεωμένης ιστοσελίδας.

6.1.2 Συλλογή Δεδομένων








Τα δεδομένα για κάθε εταιρεία συλλέχθηκαν από την επίσημη ιστοσελίδα της καθώς και από την επίσημη σελίδα της στην πλατφόρμα επαγγελματικής δικτύωσης LinkedIn [160].

Οι πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν για κάθε εταιρεία αφορούν:

1. το προφίλ της - μέγεθος, έδρα, έτος ίδρυσης, απήχηση,
2. τον τομέα στον οποίο εξειδικεύεται και τις λειτουργικές απαιτήσεις που καλύπτει,
3. τις τεχνολογίες που αναπτύσσει.

Στη συνέχεια, τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν και κατασκευάστηκαν οι αντιπροσωπευτικές κατηγορίες, προκειμένου να μπορεί να προχωρήσει η ανάλυση τους για την κατανόηση του περιβάλλοντος και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι εφαρμογές που συμμετείχαν στη διερεύνηση ομαδοποιημένες με βάση τον τομέα της ναυτιλίας (όπως περιγράφονται στις παραγράφους 2.2.1 έως και 2.2.6) στον οποίο απευθύνονται. Φυσικά, η ναυτιλία αποτελεί δυναμική βιομηχανία με πολλαπλές αλληλεπιδράσεις και αλληλεξαρτήσεις ανάμεσα στους τομείς αυτούς και δύναται μια εφαρμογή να στοχεύει σε περισσότερους από έναν.

1/ Λήψη Εμπορικών Αποφάσεων - Ναυλώσεις								
ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ	
1  AiDock From Docs to Docks	Μικρή εταιρεία	Ισραήλ	2018	- Τεχνητή Νοημοσύνη	- Ηλεκτρονικές & Αξιοπίστες Συναλλαγές	671	aidock.net	
2  BunkerTrace	Πολύ μικρή εταιρεία	Αγγλία	2019	- Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain	- Ηλεκτρονικές & Αξιοπίστες Συναλλαγές	243	bunkertrace.co	
3  HarborLab	Μικρή εταιρεία	Ελλάδα	2020	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας - Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain	- Ηλεκτρονικές & Αξιοπίστες Συναλλαγές	4,228	harborlab.com	
4  Marified	Πολύ μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2019	- Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain	- Ηλεκτρονικές & Αξιοπίστες Συναλλαγές	86	marified.network	
5  Portcast	Μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2018	- Τεχνητή Νοημοσύνη	- Παρακολούθηση Αγοράς / Προσφορά & Ζήτηση	1,451	portcast.io	
6  Shipfix	Μικρή εταιρεία	Αγγλία	2018	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση Αγοράς / Προσφορά & Ζήτηση - Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων	1,379	shipfix.com	
7  Tradeline	Μικρή εταιρεία	Αγγλία, Σιγκαπούρη, Ελλάδα, Κύπρος	2017	- Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain	- Ηλεκτρονικές & Αξιοπίστες Συναλλαγές	598	tradeline.io	

Πίνακας 6.1 Εφαρμογές: Λήψη εμπορικών αποφάσεων - ναυλώσεις

2/ Παρακολούθηση Επιχειρήσεων

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ
 Ankeri	Πολύ μικρή εταιρεία	Ισπανία	2016	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου	301	ankeri.net
 DeepSea Technologies	Μεσαία εταιρεία	Ελλάδα, Κύπρος	2017	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού - Πρόγνωση Καιρού	6,412	deepsea.ai
 GreyWing	Πολύ μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2019	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου	501	grey-wing.com
 MarineTraffic	Μεσαία εταιρεία	Ελλάδα, Αγγλία, Σιγκαπούρη	2007	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Εντοπισμός Θέσης Πλοίων - Πρόγνωση Καιρού	31,858	marinetraffic.com
 Ninety Percent of Everything (90POE)	Μεσαία εταιρεία	Αγγλία	2017	- Τεχνητή Νοημοσύνη	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού - Εντοπισμός Θέσης Πλοίων	4,389	90poe.io
 SailSmart	Πολύ μικρή εταιρεία	ΗΠΑ	2017	- Τεχνητή Νοημοσύνη	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού - Εντοπισμός Θέσης Πλοίων	128	sailsmart.ai
 Sofar Ocean	Μικρή εταιρεία	ΗΠΑ	2016	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Διασύνδεση Πραγματών	- Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού - Πρόγνωση Καιρού	4,414	sofarocean.com
 Vento Maritime	Πολύ μικρή εταιρεία	Δανία	2017	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Πρόγνωση Καιρού	773	ventomaritime.dk

Πίνακας 6.2 Εφαρμογές: Παρακολούθηση επιχειρήσεων

3/ Κατανάλωση Καυσίμων

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ
 Bunker Connect	Πολύ μικρή εταιρεία	Ολλανδία	2016	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Προγραμματισμός Πετρέλευσης	420	bunkerconnect.com
 Chord X	Μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2019	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας - Φιλικότητα προς το περιβάλλον / Εκπομπή CO2	2,448	chordx.co
 Claritecs	Μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2017	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Προγραμματισμός Πετρέλευσης	460	claritecs.com
 GreenStream	Μικρή εταιρεία	Δανία, Αγγλία, Ελλάδα	2007	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας - Φιλικότητα προς το περιβάλλον / Εκπομπή CO2	1,063	greensteam.com
 ReFlow	Μικρή εταιρεία	Δανία	2018	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας - Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain	- Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας - Φιλικότητα προς το περιβάλλον / Εκπομπή CO2	1,628	re-flow.io
 Yxney Maritime	Μικρή εταιρεία	Νορβηγία	2016	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας - Φιλικότητα προς το περιβάλλον / Εκπομπή CO2	1,291	yxney.com

Πίνακας 6.3 Εφαρμογές: Κατανάλωση καυσίμων

4/ Κυκλοφορία Λιμένων - Πέρασμα Καναλιών

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ	
22  awake.ai	Awake.AI	Μικρή εταιρεία	Φιλανδία	2018	- Τεχνητή Νοημοσύνη	- Βελτιστοποίηση λιμένων	1,680	awake.ai
23  intelligent cargo systems	Intelligent Cargo Systems	Πολύ μικρή εταιρεία	Αγγλία	2017	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Βελτιστοποίηση λιμένων	375	intelligentcargosystems.com
24  PORTCHAIN	Portchain	Μικρή εταιρεία	Δανία	2017	- Τεχνητή Νοημοσύνη	- Βελτιστοποίηση λιμένων	1,408	portchain.com
25  SIMPLUS	SimPlus	Μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2006	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Βελτιστοποίηση λιμένων	137	simplus.sg

Πίνακας 6.4 Εφαρμογές: Κυκλοφορία λιμένων - πέρασμα καναλιών

5/ Τεχνική Ποιότητα & Ασφάλεια

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ	
26  Avetics	Avetics	Μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη, Μαλαισία	2012	- Διασύνδεση Πραγμάτων - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	474	avetics.com
27  blksAIL	blksAIL	Πολύ μικρή εταιρεία	ΗΠΑ	2018	- Αυτόνομα πλοία & Ρομποτική - Τεχνητή Νοημοσύνη	- Έξυπνη / Αυτόνομη Πλοήγηση	383	blksail.ai
28  Breakthru	Breakthru	Μεσαία εταιρεία	Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	2020	- Εικονική & Επαυξημένη Πραγματικότητα - Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain	- Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	14	b-thru.com
29  cerekon	Cerekon	Πολύ μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2018	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Διασύνδεση Πραγμάτων	- Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	169	cerekon.com
30  ORCA AI	Orca AI	Μικρή εταιρεία	Ισραήλ, Αγγλία, Ελλάδα	2018	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Αυτόνομα πλοία & Ρομποτική	- Έξυπνη / Αυτόνομη Πλοήγηση - Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	4,027	orca-ai.io
31  TARDID technologies	Tarditech	Μικρή εταιρεία	Ινδία	2016	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Αυτόνομα πλοία & Ρομποτική	- Έξυπνη / Αυτόνομη Πλοήγηση - Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	500	tardidtech.com
32  UPTeKO	Upteko	Μικρή εταιρεία	Δανία	2018	- Διασύνδεση Πραγμάτων	- Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	1,103	upteko.com
33  WESTRAY	Westray	Πολύ μικρή εταιρεία	Βέλγιο	2018	- Αυτόνομα πλοία & Ρομποτική - Τεχνητή Νοημοσύνη	- Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων - Έξυπνη / Αυτόνομη Πλοήγηση	147	westray.eu









Πίνακας 6.5 Εφαρμογές: Τεχνική ποιότητα & ασφάλεια

6/ Διαχείριση Πληρώματος

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ	
34 	Big Yellow Fish	Πολύ μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2018	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Ασφάλεια Πληρώματος	127	bigyellowfish.io/maritime.html
35 	My Digital Helmet by Illogic	Μικρή εταιρεία	Ιταλία	2021	- Διασύνδεση Πραγμάτων	- Ασφάλεια Πληρώματος - Εκπαίδευση Πληρώματος	845	mydigitalthelmet.com
36 	Parable	Πολύ μικρή εταιρεία	Ολλανδία	2017	- Εικονική & Επαυξημένη Πραγματικότητα	- Εκπαίδευση Πληρώματος	78	parable.nl


Πίνακας 6.6 Εφαρμογές: Διαχείριση πληρώματος

1/ Λήψη Εμπορικών Αποφάσεων - Ναυλώσεις & 2/ Παρακολούθηση Επιχειρήσεων

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ	
37 	Aquaplot	Πολύ μικρή εταιρεία	Γερμανία	2015	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων - Εντοπισμός Θέσης Πλοίων	162	aquaplot.com
38 	Marine Digital	Πολύ μικρή εταιρεία	Γερμανία	2020	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Ηλεκτρονικές & Αξίωπιστες Συναλλαγές	1,396	marine-digital.com
39 	Nautilus Labs	Μικρή εταιρεία	ΗΠΑ, Σιγκαπούρη, Γαλλία	2018	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων - Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Εντοπισμός Θέσης Πλοίων	2,472	nautiluslabs.com
40 	Ocean Freight Exchange	Μικρή εταιρεία	ΗΠΑ, Σιγκαπούρη, Μεξικό	2015	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων - Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού	1,128	thefoe.com
41 	OrbitMI	Μικρή εταιρεία	ΗΠΑ	2019	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων - Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού	820	orbitmi.com
42 	Shipnext	Μικρή εταιρεία	Βέλγιο, ΗΠΑ, Ουκρανία, Σιγκαπούρη, Χονγκ Κονγκ	2015	- Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain - Τεχνητή Νοημοσύνη	- Παρακολούθηση Αγοράς / Προσφορά & Ζήτηση - Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων - Εντοπισμός Θέσης Πλοίων	1,772	shipnext.com
43 	The Signal Ocean Platform	Μεσαία εταιρεία	Ελλάδα, Αγγλία	2014	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση Αγοράς / Προσφορά & Ζήτηση - Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων - Εντοπισμός Θέσης Πλοίων	13,260	thesignalgroup.com
44 	Vessel Bot	Μικρή εταιρεία	Ελλάδα, Ολλανδία	2015	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων - Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου	2,225	vesselbot.com

Πίνακας 6.7 Εφαρμογές: Λήψη εμπορικών αποφάσεων - ναυλώσεις & παρακολούθηση επιχειρήσεων

1/ Λήψη Εμπορικών Αποφάσεων - Ναυλώσεις & 3/ Κατανάλωση Καυσίμων

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ
45  Opseallog	Μικρή εταιρεία	Γαλλία	2015	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση Αγοράς / Προσφορά & Ζήτηση - Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας - Φιλικότητα προς το περιβάλλον /	3,321	opseallog.com



Πίνακας 6.8 Εφαρμογές: Λήψη εμπορικών αποφάσεων - ναυλώσεις & κατανάλωση καυσίμων

2/ Παρακολούθηση Επιχειρήσεων & 3/ Κατανάλωση Καυσίμων

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ
46  BEARING.ai	Μικρή εταιρεία	ΗΠΑ	2019	- Τεχνητή Νοημοσύνη	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού - Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας	363	bearing.ai
47  COVADDEM	Μικρή εταιρεία	Ολλανδία	2017	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού - Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας	414	covadem.com/en/home
48  searoutes	Πολύ μικρή εταιρεία	Γερμανία, Γαλλία	2019	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Εντοπισμός Θέσης Πλοίων - Φιλικότητα προς το περιβάλλον / Εκπομπή CO2	1,308	searoutes.com
49 	Πολύ μικρή εταιρεία	Ολλανδία	2019	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού - Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας	3,254	smartvesseloptimizer.com
50  we4sea	Πολύ μικρή εταιρεία	Ολλανδία	2016	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Εντοπισμός Θέσης Πλοίων - Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας	824	we4sea.com
51  ZeroNorth	Μεσαία εταιρεία	Δανία	2020	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας - Τεχνητή Νοημοσύνη	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Προγραμματισμός Πετρέλευσης - Φιλικότητα προς το περιβάλλον /	2,891	zeronorth.com

Πίνακας 6.9 Εφαρμογές: Παρακολούθηση επιχειρήσεων & κατανάλωση καυσίμων

2/ Παρακολούθηση Επιχειρήσεων & 4/ Κυκλοφορία Λιμένων - Πέρασμα Καναλιών

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ
52  PortXchange	Μικρή εταιρεία	Ολλανδία, ΗΠΑ	2019	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Βελτιστοποίηση λιμένων	2,267	port-xchange.com
53  SINAY	Μεσαία εταιρεία	Γαλλία, ΗΠΑ	2008	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Εντοπισμός Θέσης Πλοίων - Βελτιστοποίηση λιμένων	1,751	sinay.ai

Πίνακας 6.10 Εφαρμογές: Παρακολούθηση επιχειρήσεων & κυκλοφορία λιμένων - πέρασμα καναλιών

2/ Παρακολούθηση Επιχειρήσεων & 5/ Τεχνική Ποιότητα & Ασφάλεια

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ
54  NauticaAi	Πολύ μικρή εταιρεία	Φιλανδία	2018	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Διασύνδεση Πραγμάτων	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	200	nauticai.com
55  NautilusLog	Μικρή εταιρεία	Γερμανία	2017	- Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας - Διασύνδεση Πραγμάτων	- Παρακολούθηση & Έξυπνη Διαχείριση Στόλου - Εντοπισμός Θέσης Πλοίων - Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση /	1,070	nautiluslog.com
56  Spoolify	Πολύ μικρή εταιρεία	ΗΠΑ, Σιγκαπούρη	2020	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού - Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	460	spoolify.io

Πίνακας 6.11 Εφαρμογές: Παρακολούθηση επιχειρήσεων & τεχνική ποιότητα & ασφάλεια

3/ Κατανάλωση Καυσίμων & 5/ Τεχνική Ποιότητα & Ασφάλεια

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ
57  Brightree	Πολύ μικρή εταιρεία	Σιγκαπούρη	2011	- Διασύνδεση Πραγμάτων - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας - Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	226	brightree.com.sg
58  ioCurrents	Μικρή εταιρεία	ΗΠΑ	2015	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	- Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας - Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	1,829	iocurrents.com
59  METIS CyberSpace Technology	Μεσαία εταιρεία	Ελλάδα	2016	- Τεχνητή Νοημοσύνη - Διασύνδεση Πραγμάτων	- Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας - Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων	2,902	metis.tech

Πίνακας 6.12 Εφαρμογές: Κατανάλωση καυσίμων & τεχνική ποιότητα & ασφάλεια

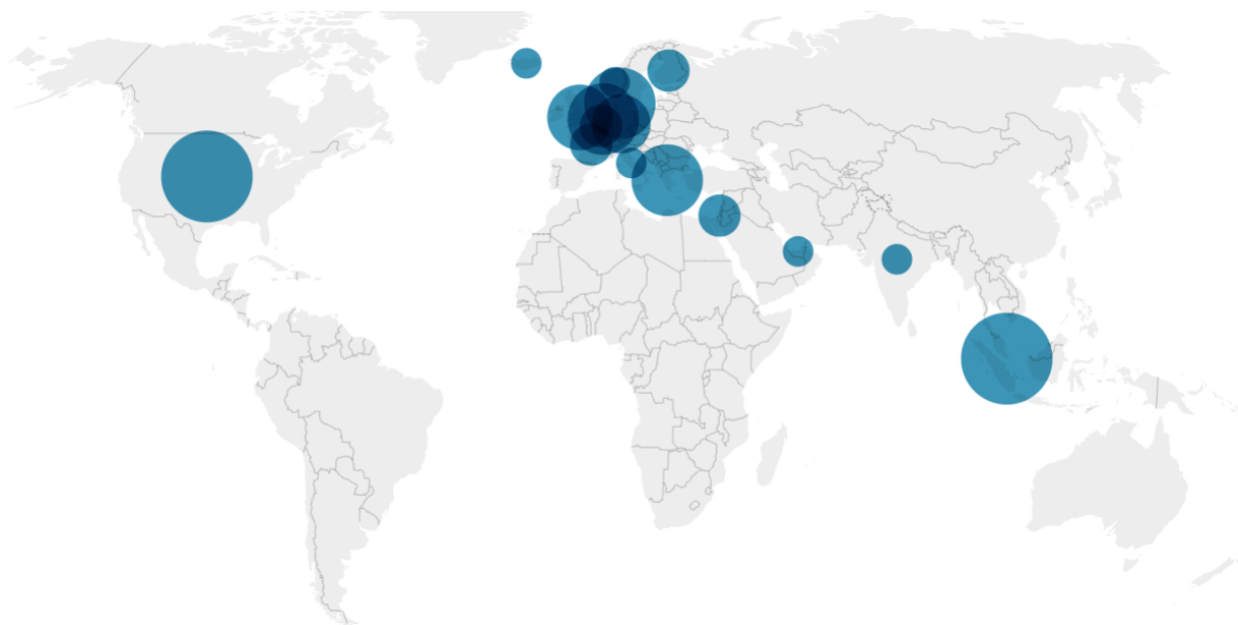
5/ Τεχνική Ποιότητα & Ασφάλεια & 6/ Διαχείριση Πληρώματος

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΔΡΑ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΑΠΗΧΗΣΗ	ΠΗΓΗ
60  Ship Reality	Πολύ μικρή εταιρεία	ΗΠΑ	2018	- Εικονική & Επαξημένη Πραγματικότητα	- Ασφάλεια / Τεχνική Συντήρηση / Διαχείριση Κινδύνων - Εκπαίδευση Πληρώματος	502	shipreality.com

Πίνακας 6.13 Εφαρμογές: Τεχνική ποιότητα & ασφάλεια & διαχείριση πληρώματος

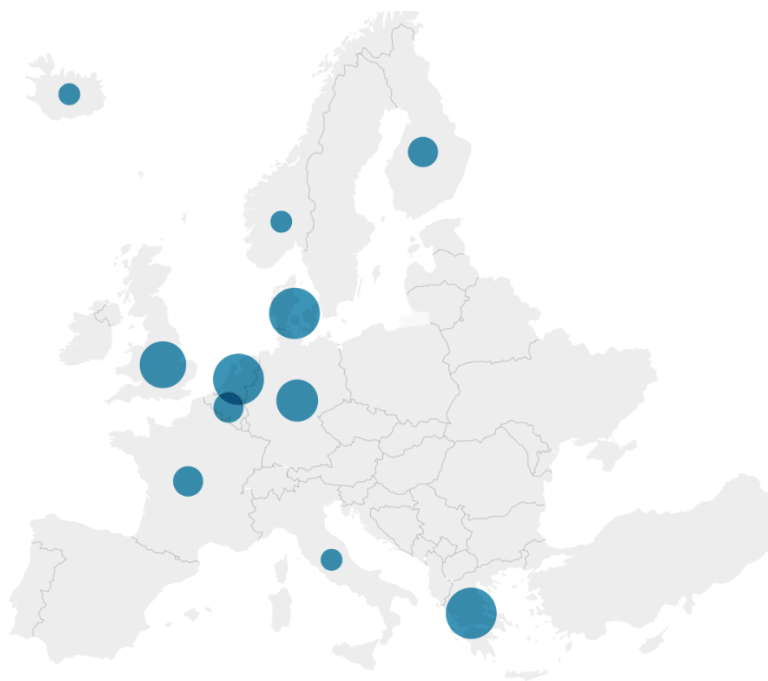
6.2 Γεωγραφική Κατανομή

Τοποθετώντας στο χάρτη τη βασική έδρα κάθε εταιρείας παρατηρείται σαφής καταμερισμός των εταιρειών στα τρία από τα μεγαλύτερα ναυτιλιακά κέντρα ανά τον κόσμο: τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (10 εταιρείες), τη Σιγκαπούρη (10 εταιρείες) και την Ευρώπη (36 εταιρείες).



Διάγραμμα 6.1 Γεωγραφική κατανομή: παγκόσμιος χάρτης

Χώρα Έδρας	Πλήθος Εταιρειών
ΗΠΑ	10
Σιγκαπούρη	10
Δανία	6
Ελλάδα	6
Ολλανδία	6
Αγγλία	5
Γερμανία	4
Βέλγιο	2
Γαλλία	2
Ισραήλ	2
Φιλανδία	2
Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	1
Ινδία	1
Ισλανδία	1
Ιταλία	1
Νορβηγία	1



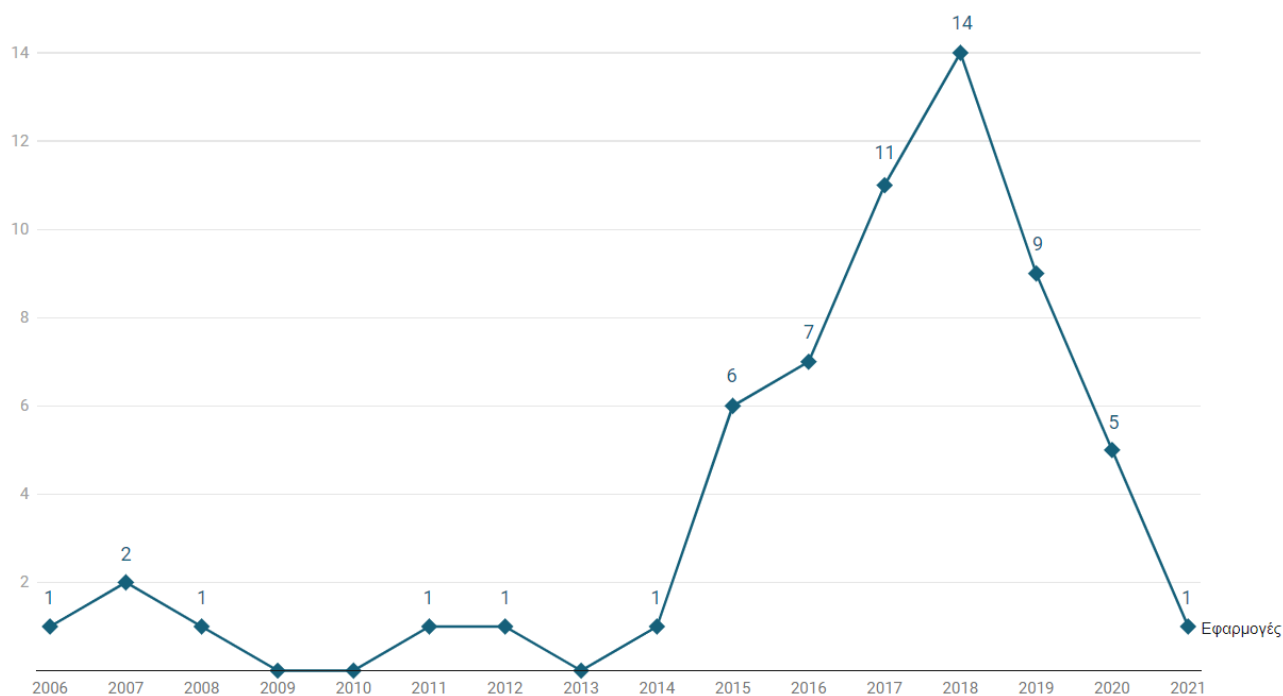
Πίνακας 6.14
Πλήθος εταιρειών ανά χώρα

Διάγραμμα 6.2
Γεωγραφική κατανομή: Ευρώπη

Ειδικότερα στην Ευρώπη, η κατάταξη παρουσιάζει ενδιαφέρον καθώς η Δανία, η Ελλάδα, η Ολλανδία, η Αγγλία και η Γερμανία είναι χώρες με ορισμένα από τα πιο πολυάσχολα λιμάνια. Αξίζει να αναφερθεί πώς ένα επιπλέον κοινό χαρακτηριστικό των ευρωπαϊκών χωρών της λίστα αποτελούν τα κορυφαία τεχνολογικά πανεπιστήμια που διαθέτουν, σύμφωνα με την κατάταξη του QS Quacquarelli Symonds Top Universities στην κατηγορία ‘Μηχανική και Τεχνολογία’ [161].

6.3 Ίδρυση και Ανάπτυξη

Το 88% των εταιρειών που εξετάζονται ιδρύθηκαν από το 2015 και έπειτα, με έμφαση στα έτη 2017-2019. Η βιομηχανία της ναυτιλίας έχει αρχίσει μόνο την τελευταία πενταετία να εξερευνεί τεχνολογίες τελευταίας γενιάς.



Διάγραμμα 6.3 Πλήθος εταιρειών ανά έτος ίδρυσης

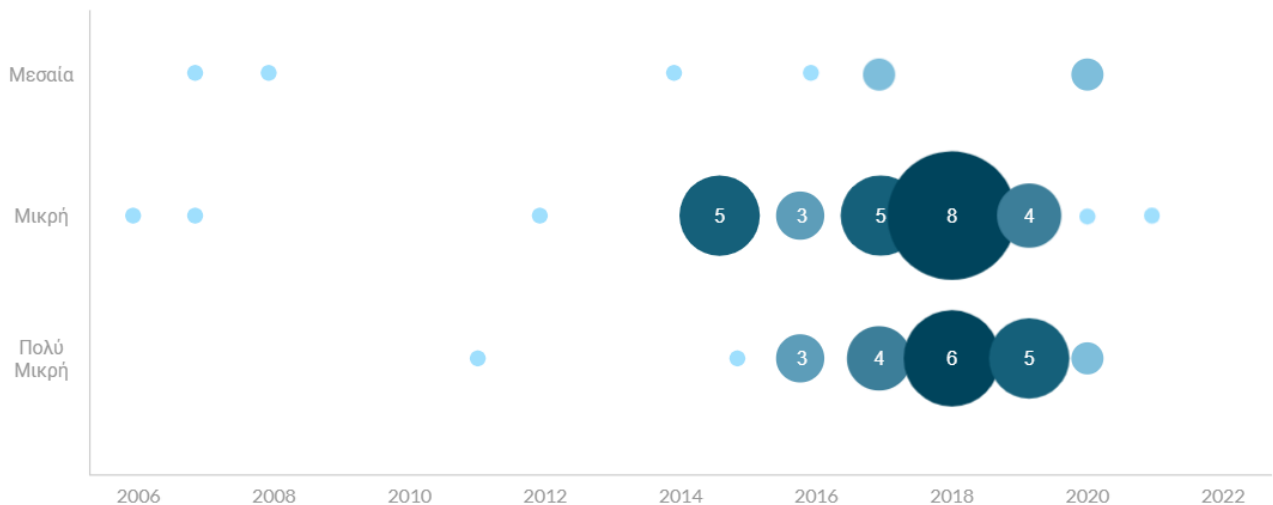
Οι επιχειρήσεις κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το πλήθος των εργαζομένων τους ως εξής:

- Πολύ Μικρή Εταιρεία: Λιγότεροι από 10 εργαζόμενοι
- Μικρή Εταιρεία: Λιγότεροι από 50 εργαζόμενοι
- Μεσαία Εταιρεία: Λιγότεροι από 250 εργαζόμενοι
- Μεγάλη Εταιρεία: Περισσότεροι από 250 εργαζόμενοι

Με βάση αυτό το κριτήριο, είναι αξιοσημείωτο πως καμία εταιρεία δεν ανήκει στην τελευταία κατηγορία, ενώ μόλις το 13% έχει αναπτυχθεί μέχρι το μεσαίο επίπεδο. Το 50% απαρτίζεται από μικρού μεγέθους εταιρείες, ενώ το υπόλοιπο 37% αποτελεί πολύ μικρού μεγέθους εταιρείες.

Όταν αντιπαραβάλλουμε το μέγεθος των εταιρειών και τα έτη λειτουργίας τους όπως στο Γράφημα 3.4, παρατηρούμε ότι δεν είναι απαραίτητα ανάλογα. Μάλιστα, φαίνεται πως το 60% των εταιρειών που ιδρύθηκαν μετά το 2015 αποτελούν πλέον μικρές ή μεσαίες επιχειρήσεις. Οι πέντε εταιρείες που σε λίγα χρόνια κατάφεραν να ξεπεράσουν τους 50 εργαζόμενους είναι οι εξής:

1. ZeroNorth, 2020
2. Breakthru, 2020
3. DeepSea Technologies, 2017
4. Ninety Percent of Everything (90POE), 2017
5. METIS Cyberspace Technology, 2016



Διάγραμμα 6.4 Μέγεθος εταιρείας - έτος ίδρυσης

Προκύπτει το συμπέρασμα πως αυτή τη στιγμή οι εφαρμογές δεν είναι αρκετά ώριμες ώστε να έχουν ήδη κατακτήσει μεγάλο μερίδιο στην αγορά. Ωστόσο, παρουσιάζουν σημαντικούς ρυθμούς ανάπτυξης αναλογικά με τα έτη λειτουργίας τους.

6.4 Απήχηση και Αναγνωρισιμότητα

Η αναγνωρισιμότητα και αποδοχή μιας εφαρμογής λογισμικού από το κοινό και τους χρήστες στους οποίους απευθύνεται είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία της. Ωστόσο, η πλειοψηφία των εφαρμογών είναι είτε διαδικτυακού τύπου είτε απαιτούν ειδική εγκατάσταση προγράμματος, επομένως η εύρεση του πλήθους των πραγματικών χρηστών δεν καθιστάται εφικτή. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα επαγγελματικής δικτύωσης LinkedIn. Όλες οι εταιρείες που συμμετέχουν στην ανάλυση διαθέτουν επίσημη και ενημερωμένη σελίδα στον ιστότοπο αυτό, ενώ η πλειοψηφία τη χρησιμοποιεί στη στρατηγική διαφήμισης της επωνυμίας ή/και διάδοση θέσεων εργασίας.

Στο Διάγραμμα 6.5 παρουσιάζονται οι 15 πιο αναγνωρισμένες εφαρμογές ταξινομημένες ανά μέγεθος και έτος ίδρυσης, με αναφορά σε Χώρα Έδρας / Έτος Ίδρυσης / LinkedIn Ακολούθους.



Διάγραμμα 6.5 Οι 15 κορυφαίες εφαρμογές σε χρονολογική σειρά

6.5 Οι 15 Κορυφαίες Εφαρμογές Λογισμικού

Σύμφωνα με τα κριτήρια της παραγράφου 3.4, συγκεντρώνονται οι 15 πιο αναγνωρισμένες εταιρείες των οποίων τα βασικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται παρακάτω. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρεται η τεχνολογία που χρησιμοποιούν, τα δεδομένα που εισάγονται στους αλγόριθμους που έχουν αναπτύξει και μια συνοπτική περιγραφή των μέσων που χρησιμοποιούν καθώς και του τελικού αποτελέσματος που επιθυμούν να πετύχουν.

6.5.1 MarineTraffic

- Τεχνολογία: Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: στίγματα AIS, αισθητήρες, δεδομένα δορυφόρων
- Περιγραφή: Η MarineTraffic ηγείται στην παροχή πληροφοριών για τον εντοπισμό πλοίων και την παρακολούθηση της διαδρομής τους. Όλες οι λύσεις της εταιρείας τροφοδοτούνται από δεδομένα. Οι παγκόσμιες θέσεις πλοίων σε πραγματικό χρόνο και ιστορικά που συλλέγονται από το δίκτυο παράκτιων σταθμών λήψης AIS σε συνδυασμό με διάφορες πηγές δεδομένων και τεχνικές ανάλυσης οδηγούν σε μια εξαιρετικά ολοκληρωμένη πηγή νοημοσύνης.

6.5.2 The Signal Ocean Platform

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: ιδιωτικά/δημόσια emails, στίγματα AIS
- Περιγραφή: Η Signal Ocean Platform επιτρέπει στους ναυλωτές, μεσίτες και εφοπλιστές να επεξεργάζονται με ασφάλεια, να συγκεντρώνουν και να αναλύουν μια σύνθετη σειρά ιδιωτικών και δημόσιων ναυτιλιακών δεδομένων. Με την υποστήριξη εξελιγμένης τεχνολογίας μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης, η πλατφόρμα επεξεργάζεται τα διαθέσιμα δεδομένα για να παρέχει εξατομικευμένες, αποκλειστικές γνώσεις για πιο έξυπνη, ταχύτερη και πιο ενημερωμένη λήψη αποφάσεων.
Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει την προσφορά και τη ζήτηση σε πλοία και φορτία ανά τον κόσμο, να ενημερωθεί για την κίνηση στα λιμάνια σήμερα αλλά και προβλέψεις για το άμεσο μέλλον καθώς και να εκτιμήσει με σχετική ακρίβεια το κέρδος ενός ταξιδιού.

6.5.3 DeepSea Technologies

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: εκθέσεις ελέγχου πλοίου, δεδομένα καιρού
- Περιγραφή: Η DeepSea Technologies δημιουργεί ένα ισχυρό οικοσύστημα με βάση τα δεδομένα και πλατφόρμες τεχνητής νοημοσύνης στοχεύοντας στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και συνολικά του ταξιδιού, με και χωρίς δεδομένα αισθητήρων. Η “Cassandra” αποτελεί πλατφόρμα παρακολούθησης και βελτιστοποίησης της τεχνικής διαχείρισης του στόλου με αναλύσεις για την κατανάλωση κάθε πλοίου, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθώς και τον

κύριο και βοηθητικό μηχανικό εξοπλισμό σε πραγματικό χρόνο. Η “Pythia” αποτελεί την πρώτη πλατφόρμα που προσαρμόζει τη διαδρομή του ταξιδιού στα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε πλοίου και στις καιρικές συνθήκες, ενώ υποστηρίζει τον πλοιοκτήτη να κατανοήσει πως λειτουργεί κάθε πλοίο υπό οποιεσδήποτε συνθήκες.

6.5.4 Sofar Ocean

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Διασύνδεση Πραγμάτων
- Δεδομένα Εισόδου: συσκευές αισθητήρων στη θάλασσα, δεδομένα κατανάλωσης πλοίου
- Περιγραφή: Η Sofar Ocean κατασκευάζει προσβάσιμα εργαλεία ανίχνευσης και διερεύνησης των ωκεανών με σκοπό την παροχή πληροφοριών στην επιστήμη, την κοινωνία και τη βιομηχανία για ένα πιο βιώσιμο πλανήτη. Το “Wayfinder Ship Routing” με τη συλλογή δεδομένων από τον μεγαλύτερο στόλο αισθητήρων καιρού ανοιχτού ωκεανού στον κόσμο καταφέρνει προβλέψεις 50% ακριβέστερες από αντίστοιχους κυβερνητικούς οργανισμούς και προτείνει δυναμικά επιλογές διαδρομών για κάθε ταξίδι. Συνδυάζοντας τα δεδομένα καιρού με τα ιστορικά δεδομένα κατανάλωσης κάθε πλοίου προβλέπει επιπλέον τη συμπεριφορά του υπό οποιεσδήποτε συνθήκες.

6.5.5 Ninety Percent of Everything (90POE)

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη
- Δεδομένα Εισόδου: δεδομένα συστημάτων πλοίου, αισθητήρες, στίγματα AIS, δεδομένα καιρού
- Περιγραφή: Η 90POE παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο με στόχο τη μείωση κόστους, βελτίωση της ασφάλειας και τη συμβατότητα με τις ταχέως μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές διατάξεις. Το “Open Ocean Studio” ως διαδικτυακή εφαρμογή προσφέρει ένα περιβάλλον για την πλειοψηφία των διαδικασιών διαχείρισης ενός πλοίου. Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης με τα συστήματα του πλοίου, ειδικότερα με την επέκταση “OpenOcean onBOARD”. Πλέον καθίσταται δυνατή η άμεση διάδοση δεδομένων από το πλοίο στη στεριά μέσω κρυπτογραφημένης επικοινωνίας και ενισχύεται η λήψη αποφάσεων βασισμένη σε πραγματικά δεδομένα.

6.5.6 Harbor Lab

- Τεχνολογία: Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας, Ψηφιακή Ασφάλεια
- Δεδομένα Εισόδου: δεδομένα κόστους ανά λιμάνι
- Περιγραφή: Το Harbor Lab στοχεύει στην ψηφιοποίηση και αυτοματοποίηση των διαδικασιών και την επίτευξη διαφάνειας μεταξύ συνεργατών (πλοιοκτητών, διαχειριστικών εταιρειών, ναυλωτών) σε ό,τι αφορά τις λιμενικές υπηρεσίες. Μέσω της πλατφόρμας μπορεί να πραγματοποιηθεί η διαδικασία από την αρχή ως το τέλος ψηφιακά, χωρίς τη χρήση εντύπων, με ασφάλεια. Επιπρόσθετα, παρέχονται εκτιμήσεις κόστους ανά λιμάνι καθώς και λειτουργικότητα εντοπισμού θέσης των πλοίων.

6.5.7 Orca AI

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Αυτόνομα Πλοία
- Δεδομένα Εισόδου: αισθητήρες όρασης, κάμερες υψηλής θερμικής ανάλυσης, στίγματα AIS, GNSS, ARPA
- Περιγραφή: Η Orca AI δημιουργεί δυνατότητες έξυπνης πλοήγησης και αποφυγής συγκρούσεων στη θάλασσα που προκαλούνται κυρίως από ανθρώπινα λάθη. Με την εφαρμογή μηχανικής μάθησης υποστηρίζει την αναγνώριση πλοίων σε κατάλληλη απόσταση και σε ακραίες συνθήκες. Στη συνέχεια αναλύει και ομαδοποιεί τα δεδομένα προκειμένου να παρουσιάσει μόνο τις πιο κρίσιμες πληροφορίες και να ενημερώσει για επικίνδυνες καταστάσεις σε ικανό χρόνο για την αποτελεσματική αντίδραση του πληρώματος. Η επεξεργασία των δεδομένων σε επίπεδο στόλου μπορεί να οδηγήσει σε διαφωτιστικά συμπεράσματα για επαναλαμβανόμενες επικίνδυνες συμπεριφορές.

6.5.8 Opsealog

- Τεχνολογία: Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης καυσίμων, δεδομένα καιρού, στίγματα AIS
- Περιγραφή: Η Opsealog εξειδικεύεται στη διαχείριση της ενεργειακής απόδοσης με αποστολή την παροχή εργαλείων για την ενίσχυση της αποτελεσματικής λειτουργίας των πλοίων και τη μείωση του περιβαλλοντικού αντικτύπου τους. Αυτό επιτυγχάνεται με την ακριβή και ολοκληρωμένη πληροφόρηση σχετικά με την κατανάλωση καυσίμων και την παραγωγή συνδυαστικών αναφορών μέσω του

“Marinsights”. Ταυτόχρονα, το “Streamlog” αυτοματοποιεί την ημερήσια αναφορά ελέγχου του πλοίου καθώς ψηφιοποιεί την πληροφορία και τη μεταδίδει σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη. Το τρίτο προϊόν της εταιρείας “Wakes” επικεντρώνεται στην οπτικοποίηση των εξελίξεων της αγοράς για την αποτελεσματικότερη παρακολούθηση της προσφοράς και ζήτησης πλοίων. Μέσω της εφαρμογής διατίθενται ιστορικά δεδομένα της αγοράς που με κατάλληλη ερμηνεία οδηγούν σε πιο ενημερωμένες επιχειρηματικές αποφάσεις.

6.5.9 Smart Vessel Optimizer

- Τεχνολογία: Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: δεδομένα πλοίου και περιβαλλοντικών συνθηκών
- Περιγραφή: Η Smart Vessel Optimizer παρέχει στους διαχειριστές των πλοίων λεπτομερή επισκόπηση της απόδοσης του στόλου και επισημαίνει περιθώρια βελτιστοποίησης. Η εφαρμογή εντοπίζει και αποθηκεύει δεδομένα από διαφορετικά συστήματα του πλοίου και παρέχει περισσότερους από 95 δείκτες απόδοσης όπως για παράδειγμα κατανάλωση καυσίμων, κατανάλωση ενέργειας, κατάσταση μηχανικού εξοπλισμού, συνθήκες περιβάλλοντος (θάλασσα, καιρός), ώρες αναμονής και άλλα που μεταφράζονται τόσο σε χρηματοοικονομικά αποτελέσματα όσο και σε περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

6.5.10 METIS Cyberspace Technology

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Διασύνδεση Πραγμάτων
- Δεδομένα Εισόδου: ασύρματοι αισθητήρες
- Περιγραφή: Η Metis Cyberspace Technology αναπτύσσει το “METIS Ship Connect”, μια ενσωματωμένη ασύρματη συσκευή συλλογής δεδομένων από το πλοίο που υπόσχεται αδιάκοπη και ασφαλή καταγραφή της κατάστασης των μηχανών, της θέσης και ταχύτητας του πλοίου, της θερμοκρασίας του αέρα, των συστημάτων ανταλλαγής νερού και άλλων σημαντικών συστημάτων. Τα δεδομένα αυτά αναλύονται από την πλατφόρμα “METIS Space” παρέχοντας λύσεις τόσο για το τεχνικό τμήμα, όσο και για το τμήμα ναυλώσεων. Οι παραγόμενες αναφορές σχετίζονται με την ενεργειακή κατανάλωση, την απόδοση των μηχανών, την εκπομπή ρύπων, καθώς και την οικονομική εκτίμηση και ανάλυση του ταξιδιού.

6.5.11 ZeroNorth

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: δεδομένα πλοίου, δεδομένα ZeroNorth
- Περιγραφή: Η ZeroNorth βοηθά τους πλοιοκτήτες να λειτουργούν τα πλοία τους πιο αποτελεσματικά με στόχο τη μείωση των εκπομπών CO₂, υποστηρίζοντας την προσπάθεια της βιομηχανίας προς πιο βιώσιμη ανάπτυξη και αύξηση κέρδους. Η πλατφόρμα “Optimise” συνδυάζει δεδομένα που εισάγει ο χρήστης με τα δεδομένα που παρέχει η ίδια η ZeroNorth και παρέχει εποπτεία των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την οικονομική επίπτωση τους. Ένα βήμα προς τη μείωση της κατανάλωσης είναι και ο αποτελεσματικός προγραμματισμός των πετρελεύσεων μέσω της ενημέρωσης σε πραγματικό χρόνο και της βέλτιστης επιλογής σταθμού με την ελαχιστοποίηση των παρακάμψεων από την καθορισμένη διαδρομή.

6.5.12 Nautilus Labs

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: δεδομένα χρηστών, δεδομένα καιρού, ωκεανογραφικά, αγοράς
- Περιγραφή: Η Nautilus Platform προσαρμόζεται σε οποιαδήποτε πηγή δεδομένων είτε πρόκειται για υπολογιστικές συσκευές είτε για λογισμικά. Συνδυαστικά προσφέρει δεδομένα πρόγνωσης καιρού, ωκεανογραφικά, καθώς και σχετικά με τα επίπεδα της αγοράς. Μέσω της ανάλυσης αυτών οι διαχειριστές των πλοίων μπορούν να παρακολουθούν την απόδοση του στόλου σε ορισμένους δείκτες σε γενικό ή/και λεπτομερές επίπεδο και να ενημερώνονται για επιχειρησιακά προβλήματα σε πραγματικό χρόνο.

6.5.13 Chord X

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: αισθητήρες, APIs τρίτων παρόχων, παροχή σήματος
- Περιγραφή: Η Chord X επικεντρώνεται στον έλεγχο των καυσίμων και των εκπομπών ρύπων καθώς και στην αποτελεσματικότητα των θαλάσσιων επιχειρήσεων. Το “ecoMax” υποστηρίζει τη συμμόρφωση με τους παγκόσμιους κανόνες, επιτρέπει αυξημένη εποπτεία κατανάλωσης καυσίμων του στόλου σας και προτείνει αλλαγές που μπορούν να βελτιώσουν την αποδοτικότητα συνολικά. Το “optiMax” αξιολογεί τη λειτουργία των μηχανών, παρέχοντάς ακριβείς προγνώσεις για την αποφυγή απρογραμματίστων διακοπών λειτουργίας, ελαχιστοποίηση

κατανάλωσης ενέργειας και διασφάλιση της λειτουργικής απόδοσης του στόλου. Απώτερος σκοπός της Chord X είναι η ψηφιακή απαλλαγή από τον άνθρακα.

6.5.14 PortXchange

- Τεχνολογία: Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: δεδομένα δορυφόρων
- Περιγραφή: Το PortXchange αποτελεί μια συγκεντρωτική πλατφόρμα συνεργασίας και κοινής χρήσης πληροφοριών για το συντονισμό όλων των εμπλεκόμενων μερών στην εφοδιαστική ναυτιλιακή αλυσίδα κατά τη διάρκεια της παραμονής του πλοίου στο λιμάνι. Με την βελτιστοποίηση της υπάρχουσας διαδικασίας αποτρέπονται καθυστερήσεις και η εργασία των λιμένων γίνεται πιο προβλέψιμο, οργανωμένο και βιώσιμο τρόπο. Το “ShipTracker” απευθύνεται στους λιμενικούς σταθμούς και τους μεταφορείς παρέχοντας δεδομένα εντοπισμού και προβλέψεις άφιξης των πλοίων. Το “Synchronizer” προβλέπει την κίνηση στους λιμένες μέσω αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και αφορά τις λιμενικές αρχές, τους σταθμούς και τα πρακτορεία.

6.5.15 Vessel Bot

- Τεχνολογία: Τεχνητή Νοημοσύνη, Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας
- Δεδομένα Εισόδου: emails, στίγματα AIS, δεδομένα καιρού
- Περιγραφή: Το Vessel Bot επιλύει τα πολύπλοκα προβλήματα του τμήματος ναυλώσεων. Μέσω αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης και επεξεργασίας δεδομένων, η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να εντοπίσουν την καλύτερη δυνατή επιλογή μέσα σε λίγα λεπτά, να διαπραγματευτούν τη συμφωνία διαδικτυακά και τελικά να ολοκληρώσουν τη συναλλαγή αυτοματοποιημένα κερδίζοντας χρόνο και κόστος. Προσφέρονται αναλύσεις δεδομένων ως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για την αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων. Οι επιμέρους λειτουργικότητες αφορούν μεταξύ άλλων τον υπολογισμό αποστάσεων και ταξιδιού, πληροφορίες για την προσφορά και ζήτηση ανά περιοχή, την αυτόματη ανάγνωση και ανάλυση emails.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7
ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 7: Εμπειρική Ανάλυση Δεδομένων

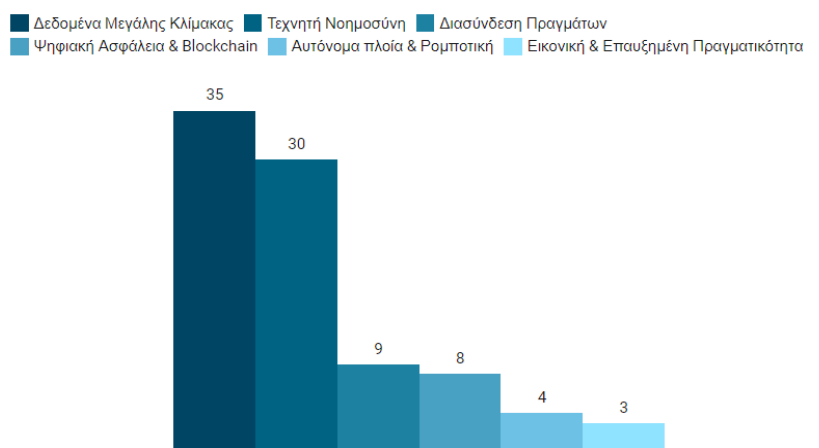
7.1 Παραδοχές

Προκειμένου να είναι δυνατή η εξαγωγή συγκεντρωτικών διαγραμμάτων, οι τεχνολογίες και οι λειτουργίες ομαδοποιήθηκαν σε σαφώς ορισμένες κατηγορίες. Για κάθε εφαρμογή λογισμικού επιλέχθηκαν έως δύο τεχνολογικοί κλάδοι ως κυρίαρχοι και έως τρεις επιμέρους λειτουργικές απαιτήσεις ως βασικότεροι στόχοι της.

7.2 Εποπτεία Συνόλου Δεδομένων

7.2.1 Αποτύπωση Συχνότητας Χρήσης Τεχνολογιών

Το γεγονός ότι περισσότερες από τις μισές εταιρείες εξειδικεύονται στην επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων καθιστά τον κλάδο ως τον πιο διαδεδομένο. Στη δεύτερη θέση έρχεται η Τεχνητή Νοημοσύνη, ενώ με μεγάλη απόκλιση ακολουθούν οι υπόλοιπες τεχνολογίες. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αρκετά αναμενόμενο καθώς οι περισσότερες προηγμένες τεχνολογίες βασίζονται στη συλλογή δεδομένων για την εξαγωγή συμπερασμάτων και ταυτόχρονα στη ναυτιλία οι πληροφορίες παράγονται με ραγδαίο ρυθμό. Επιπρόσθετα, η ναυτιλία πρόκειται για μία βιομηχανία στην οποία η έλλειψη επίγνωσης της κατάστασης κοστίζει αδρά, ενώ η άμεση και έγκυρη πληροφόρηση καθορίζει την επιτυχία. Αν αναλογιστεί κανείς πως 11 από τις 15 κορυφαίες εταιρείες πραγματεύονται τεράστιους όγκους δεδομένων, φαίνεται πως αποτελεί πρωταρχική ανάγκη των χρηστών.



Διάγραμμα 7.1 Πλήθος εφαρμογών ανά τεχνολογικό κλάδο

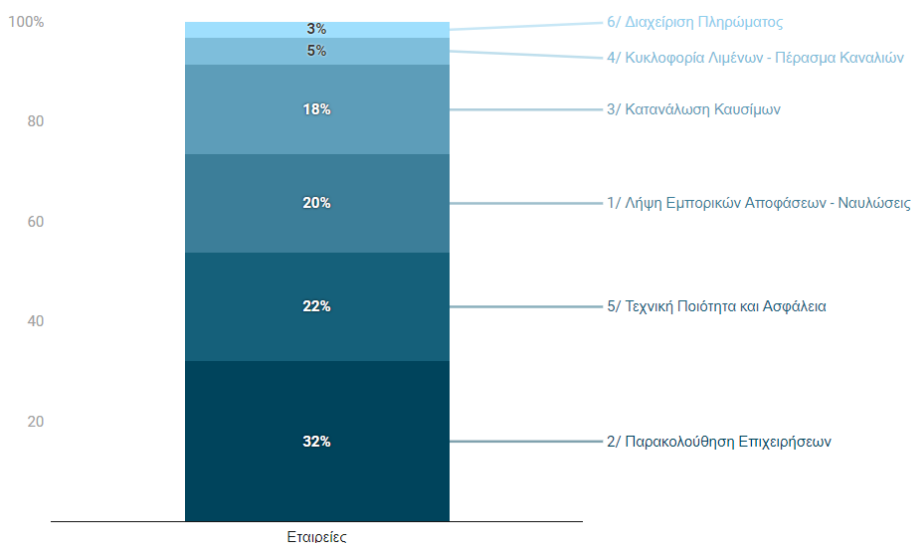
7.2.2 Αποτύπωση Συχνότητας Ανάπτυξης Λύσεων

Οι εφαρμογές που μελετήθηκαν στοχεύουν στην παροχή λύσης στις προκλήσεις κάθε τομέα της ναυτιλίας. Ο βασικός παράγοντας που καθορίζει τις τάσεις αφορά το περιθώριο οικονομικού κέρδους που προκύπτει από τη βελτιστοποίηση μιας διαδικασίας.

Το 32% των εταιρειών προσανατολίζονται στην παρακολούθηση της πραγματικής εκτέλεσης του ταξιδιού. Όταν το τμήμα επιχειρήσεων λαμβάνει αποφάσεις προσεκτικά και δρα προληπτικά όχι μόνο φροντίζει για την τήρηση της συμφωνίας με τους ναυλωτές αλλά μπορεί να μειώσει σημαντικά τα κόστη. Άμεσα συνδεδεμένο με το στόχο αυτό είναι και το 18% των εφαρμογών που εξειδικεύονται στην κατανάλωση καυσίμων μέσω του βέλτιστου προγραμματισμού πετρέλευσης, τον υπολογισμό της ιδανικής ταχύτητας με βάση την ημερομηνία άφιξης, τον καιρό αλλά και την απόδοση του εκάστοτε πλοίου. Τα πλοία καθίστανται πολύ ακριβά περιουσιακά στοιχεία και η συντήρησή τους κοστίζει εκατομμύρια δολάρια. Συνεπώς, η παρακολούθηση των μηχανικών συστημάτων, αλλά και η αποφυγή κάθε είδους βλάβης και ζημίας είναι πρωταρχικός στόχος κάθε τεχνικού τμήματος. Το 22% των εφαρμογών στοχεύουν στην υποστήριξη της τεχνικής διαχείρισης και ασφάλειας του πλοίου.

Εκτός από τις λύσεις βέλτιστης διαχείρισης και μείωσης κόστους, έχουν αναπτυχθεί εργαλεία για την υποστήριξη της διαπραγμάτευσης ανάμεσα στους πλοιοκτήτες, τους μεσίτες και τους ναυλωτές. Συνδυάζοντας πληθώρα πληροφοριών από διαφορετικές πηγές προκειμένου να προβλέψουν την προσφορά και ζήτηση σε όλο τον κόσμο, δίνοντας διαπραγματευτικό πλεονέκτημα σε ελάχιστο χρόνο. Το 20% παρέχει είτε μεμονωμένες υπηρεσίες εκτιμώμενης άφιξης ενός πλοίου στο λιμάνι εκφόρτωσης είτε συνδυαστικές υπηρεσίες αναφοράς νέων συμφωνιών, προσφοράς φορτίων, προσφοράς πλοίων, επιπέδου της αγοράς.

Τέλος, μόλις το 3% εξειδικεύεται στη διαχείριση και εκπαίδευση του πληρώματος και το 5% στη διαχείριση των λιμένων. Παρόλο που υπάρχουν πολύ περισσότερες εμπορικές εφαρμογές για το συντονισμό του πληρώματος αλλά και του προγραμματισμού των φορτώσεων/εκφορτώσεων στους λιμένες πρόκειται κυρίως για ψηφιοποίηση διαδικασιών, ενώ ελάχιστες χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες.



Διάγραμμα 7.2 Ποσοστό εφαρμογών ανά τομέα ναυτιλίας

7.2.3 Συσχέτιση Τεχνολογιών και Τομέων Ναυτιλίας

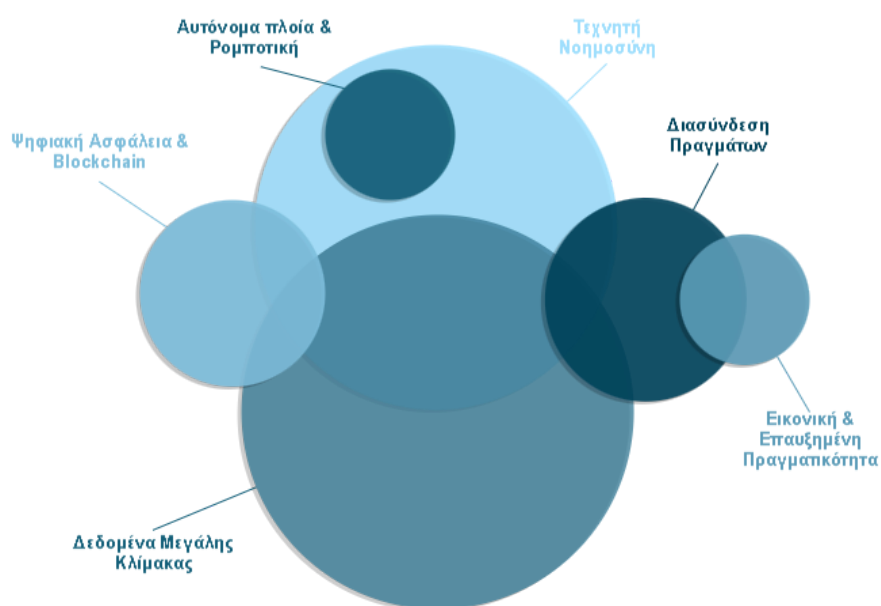
Όλοι οι τομείς της ναυτιλίας βασίζονται σε μεγάλο ποσοστό στην αξιοποίηση Μεγάλου Όγκου Δεδομένων. Ειδικότερα, στα τμήματα που αφορούν την εκτέλεση του ταξιδιού (παρακολούθηση επιχειρήσεων, κατανάλωσης καυσίμων, διαχείρισης λιμένων) παρουσιάζεται έντονη ανάγκη για εξαγωγή διαφωτιστικών συμπερασμάτων για κάθε πλοίο και το στόλο συνολικά. Η Τεχνητή Νοημοσύνη επίσης έχει εφαρμογή στους περισσότερους τομείς, καθώς έξυπνοι αλγόριθμοι εκπαιδεύονται και χρησιμοποιούνται για ανάγνωση πληροφορίας από έγγραφα, προβλέψεις κίνησης πλοίων, προτάσεις αποτελεσματικότερης διαχείρισης. Η Διασύνδεση Πραγμάτων παίζει καταλυτικό ρόλο στην ασφάλεια τόσο των τεχνικών μηχανημάτων όσο και του πληρώματος μέσω συσκευών που μετρούν δείκτες και ειδοποιούν έγκαιρα για μη φυσιολογικές συμπεριφορές των μηχανημάτων ή ακόμα και φορετών βιομετρικών συσκευών για την παρακολούθηση της υγείας των ναυτικών. Η Ρομποτική στα πλαίσια της αυτόνομης πλοήγησης επίσης εφαρμόζεται στον τομέα της τεχνικής ασφάλειας αλλά περισσότερο σε επίπεδο περιβάλλοντος και ωκεανού. Η Ψηφιακή Ασφάλεια ορίζει μια νέα εποχή στις ηλεκτρονικές συναλλαγές είτε πρόκειται για πληρωμές είτε για ανταλλαγή εμπιστευτικών εγγράφων. Τέλος, η Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα εμφανίζεται κυρίως στην τεχνική εκπαίδευση του πληρώματος με τη μέθοδο της προσομοίωσης για την αφομοίωση θεωρητικής γνώσης και την πρακτική εξάσκηση σε νέα μηχανήματα.

	Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	Τεχνητή Νοημοσύνη	Διασύνδεση Πραγμάτων	Ψηφιακή Ασφάλεια και Blockchain	Αυτόνομα πλοία και Ρομποτική	Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα	
Παρακολούθηση Επιχειρήσεων	49%	39%	7%	5%			100%
Τεχνική Ποιότητα και Ασφάλεια	18%	32%	25%	4%	14%	7%	100%
Λήψη Εμπορικών Αποφάσεων - Ναυλώσεις	36%	40%		24%			100%
Κατανάλωση Καυσίμων	61%	26%	9%	4%			100%
Κυκλοφορία Λιμένων - Πέρασμα Καναλιών	57%	43%					100%
Διαχείριση Πληρώματος	25%		25%			50%	100%

Πίνακας 7.1 Κατανομή τεχνολογιών ανά τομέα της ναυτιλίας

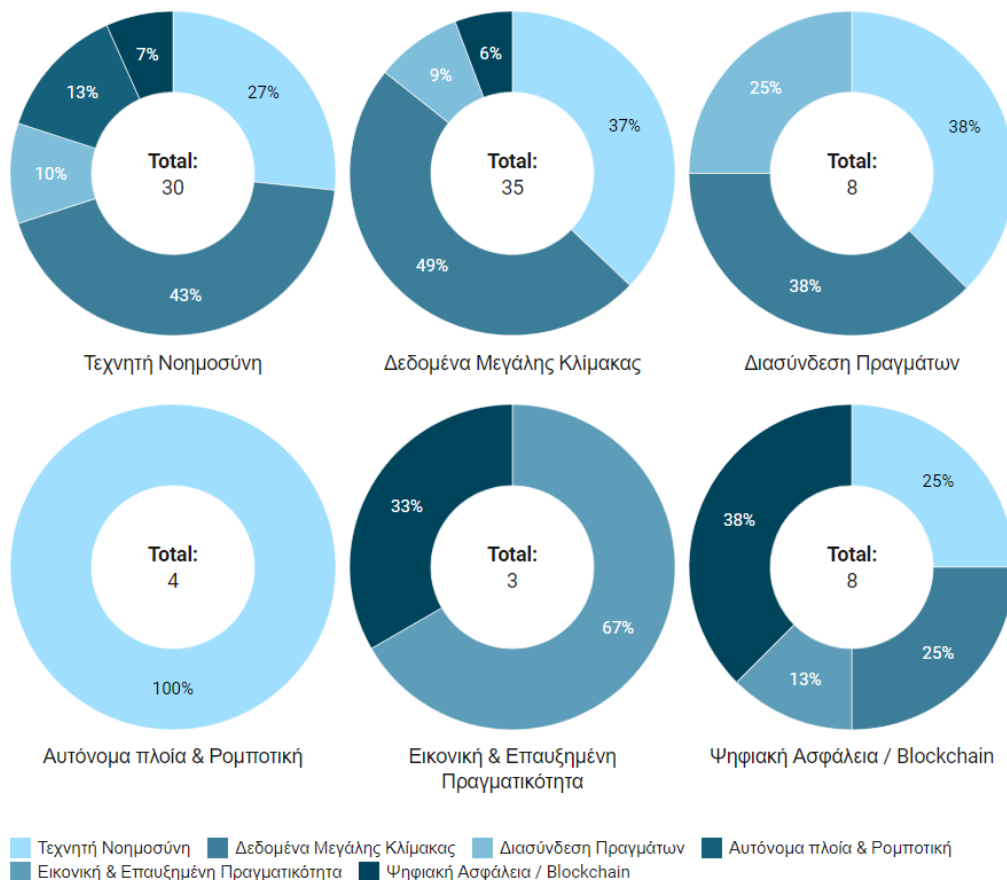
7.2.4. Αλληλεξάρτηση Τεχνολογιών

Η παραπάνω παρατήρηση επιβεβαιώνεται από την προσανατολισμένη ανάλυση στη συσχέτιση των τεχνολογιών. Όπως παρουσιάζεται στο στο διάγραμμα Venn του Γραφήματος 5.2 είναι σαφές πως οι εταιρείες προκειμένου να απαντήσουν ικανοποιητικά στις απαιτήσεις της ναυτιλιακής βιομηχανίας συνδυάζουν τις διάφορες τεχνολογίες.



Διάγραμμα 7.3 Συσχετισμός τεχνολογιών σε διάγραμμα Venn

Για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται συσκευές Διασύνδεσης Πραγμάτων για τη συλλογή δεδομένων από το πλοίο ή το περιβάλλον, τα οποία χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση της αυτόνομης πλοήγησης βασιζόμενη στις αρχές της Ρομποτικής που δεν εντοπίστηκε ως αποκλειστική τεχνολογία σε καμία εφαρμογή και προϋποθέτει τη χρήση της Τεχνητή Νοημοσύνη.



Διάγραμμα 7.4 Ποσοστιαίος συσχετισμός μεταξύ των τεχνολογιών

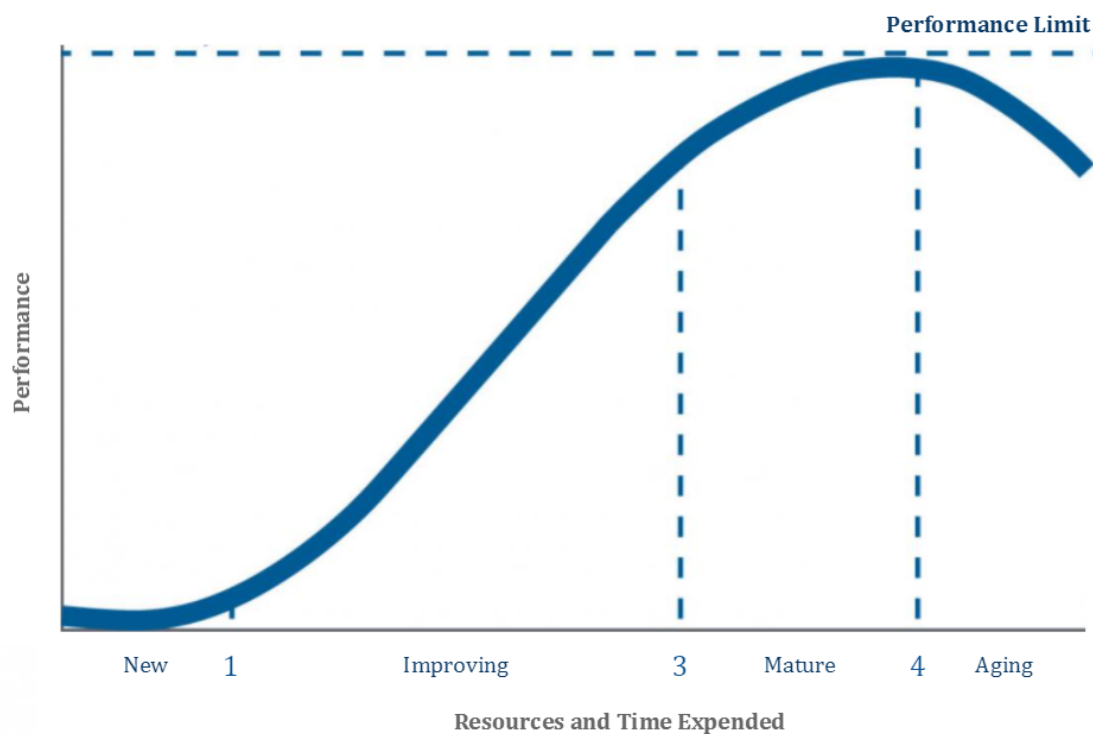
7.3 Εμβάθυνση στις Τεχνολογίες

7.3.1 Στάδια Ανάπτυξης Τεχνολογιών

Είτε αξιολογείται η χρησιμότητα μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας, είτε η δυνατότητα ικανοποίησης μιας σειράς νέων απαιτήσεων καθίσταται απαραίτητη η κατανόηση του τυπικού κύκλου των τεχνολογικών εξελίξεων. Σε αυτήν την ενότητα θα προσπαθήσουμε να εκτιμήσουμε το επίπεδο ετοιμότητας κάθε τεχνολογίας με βάση την εξής κλίμακα [162]:

1. Νέα Τεχνολογία (New Technology): τεχνολογία που ακόμη βρίσκεται σε στάδιο έρευνας και ανάπτυξης, παρουσιάζει σφάλματα και δεν έχει διαδοθεί
2. Ανερχόμενη Τεχνολογία (Improving Technology): τεχνολογία που αναπτύσσεται και εξερευνούνται οι περισσότερες δυνατότητες στο περιβάλλον, ενώ γίνονται σαφέστερα τα πλεονεκτήματά της
3. Ωριμη Τεχνολογία (Mature Technology): τεχνολογία που χρησιμοποιείται αρκετό καιρό ώστε τα περισσότερα από τα αρχικά σφάλματα και τα εγγενή της προβλήματα να έχουν αντιμετωπιστεί ή μειωθεί με περαιτέρω ανάπτυξη
4. Γηράσκουσα Τεχνολογία (Aging Technology): τεχνολογία που έχει δοκιμαστεί και πιθανότατα έχει επέλθει σε κορεσμό και βρίσκεται προς αντικατάσταση από κάποια άλλη νεότερη

Η κλίμακα διαμορφώνεται συναρτήσει της απόδοσης της τεχνολογίας και των πόρων και του χρόνου που δαπανάται για την επίτευξη των αποτελεσμάτων.



Διάγραμμα 7.5 Ωριμότητα τεχνολογίας συναρτήσει της απόδοσης και των πόρων

7.3.2 Αποτύπωση Επιπέδου Ωριμότητας Τεχνολογιών

Προκειμένου να κατηγοριοποιηθούν οι τεχνολογίες και να αποτυπωθεί το επίπεδο ωριμότητάς τους, θα πρέπει να ποσοτικοποιηθούν και να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών όπως καταγράφηκαν ανά τεχνολογία και περιγράφονται παρακάτω:

- **Πλήθος (C):** ποσοστό εταιρειών που χρησιμοποιούν την εκάστοτε τεχνολογία (%)

$$C = \sum \text{εταιρειών ανά τεχνολογία} / \sum \text{εταιρειών}$$

- **Μέγεθος (S):** μέσος όρος πλήθους εργαζομένων ανά εταιρεία δεδομένου ότι οι πολύ μικρές επιχειρήσεις απασχολούν 1-10 εργαζομένους, οι μικρές 10-50 και οι μεσαίες 50-150

$$S = \sum \text{εργαζομένων} / \sum \text{εταιρειών ανά τεχνολογία}$$

- **Απασχόληση (E):** συνολικός απόλυτος αριθμός εργαζομένων που εργάζεται στην εκάστοτε τεχνολογία

$$E = \sum \text{εργαζομένων ανά τεχνολογία}$$

- **Δημοτικότητα (P):** μέσος όρος πλήθους ακολούθων στο LinkedIn ανά εταιρεία που σχετίζεται με την εκάστοτε τεχνολογία

$$P = \sum \text{ακολούθων} / \sum \text{εταιρειών ανά τεχνολογία}$$

- **Εμπειρία (T):** μέσος όρος ετών λειτουργίας εταιρειών που σχετίζονται με την εκάστοτε τεχνολογία

$$T = \sum (2021 - \text{έτος ίδρυσης}) / \sum \text{εταιρειών ανά τεχνολογία}$$

	Πλήθος	Μέγεθος	Απασχόληση	Δημοτικότητα	Εμπειρία
Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	40%	32	1,106	2,673	5.2
Τεχνητή Νοημοσύνη	34%	38	1,149	2,138	4.3
Διασύνδεση Πραγμάτων	9%	30	237	874	4.6
Ψηφιακή Ασφάλεια / Blockchain	9%	30	237	1,246	2.5
Αυτόνομα πλοία & Ρομποτική	5%	18	71	1,264	3.5
Εικονική & Επαυξημένη Πραγματικότητα	3%	37	111	198	2.7

Πίνακας 7.2 Δείκτες ωριμότητας ανά τεχνολογία

Το πλήθος και η δημοτικότητα των εφαρμογών έχουν αναλυθεί σε προηγούμενες ενότητες.

Η απασχόληση εργατικού δυναμικού παρουσιάζει ενδιαφέρον καθώς τα επαγγέλματα στους κλάδους των Δεδομένων Μεγάλης Κλίμακας και της Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν υψηλή ζήτηση, δυσανάλογη με αυτούς της Διασύνδεσης Πραγμάτων, Ψηφιακής Ασφάλειας και Αυτόνομων Πλοίων.

Η νεότερη τεχνολογία είναι η Ψηφιακή Ασφάλεια και Blockchain, ενώ ακολουθεί η Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα. Τα Αυτόνομα Πλοία, Η Τεχνητή Νοημοσύνη και η Διασύνδεση Πραγμάτων έχουν κατά μέσο όρο 4 έτη στην αγορά. Τέλος τα Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας χρησιμοποιήθηκαν από τις πρώτες εφαρμογές.

Τα αποτελέσματα ανά κατηγορία μεταφράζονται σε μία κλίμακα από το 1 έως το 4 με διαστήματα 0.25 προκειμένου να απεικονιστεί η συσχέτιση μεταξύ τους και να είναι δυνατή η εξαγωγή ενός συγκεντρωτικού συμπεράσματος ανά τεχνολογία.

Το Επίπεδο Ωριμότητας προκύπτει ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των παραγόντων που εξετάστηκαν. Τα βάρη επιλέχθηκαν με κριτήριο το πόσο αντιπροσωπευτικός είναι κάθε παράγοντας σε σχέση με την ωριμότητα της τεχνολογίας, αλλά και την εμπιστοσύνη στην πηγή δεδομένων.

$$\text{Επίπεδο Ωριμότητας} = w_1 \cdot C + w_2 \cdot S + w_3 \cdot E + w_4 \cdot P + w_5 \cdot T$$

όπου $w_1 = 0.20$, $w_2 = 0.10$, $w_3 = 0.25$, $w_4 = 0.15$, $w_5 = 0.30$

	Επίπεδο Ωριμότητας	Πλήθος	Μέγεθος	Απασχόληση	Δημοτικότητα	Εμπειρία
Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας	2.65	3.25	1.75	2.50	2.50	2.75
Τεχνητή Νοημοσύνη	2.43	2.75	2.00	2.50	2.50	2.25
Διασύνδεση Πραγμάτων	1.66	1.25	1.25	1.25	1.50	2.50
Ψηφιακή Ασφάλεια και Blockchain	1.31	1.00	1.25	1.25	2.00	1.25
Αυτόνομα πλοία και Ρομποτική	1.30	1.00	1.00	1.00	2.00	1.50
Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα	1.23	1.25	2.00	1.00	1.00	1.25

Πίνακας 7.3 Επίπεδο ωριμότητας ανά τεχνολογία

Τα τελικά αποτελέσματα δείχνουν πως όλες οι τεχνολογίες που μελετήθηκαν εμπίπτουν στην κατηγορία της Ανερχόμενης Τεχνολογίας, με τα Δεδομένα Μεγάλης Κλίμακας (2.65) και την Τεχνητή Νοημοσύνη (2.43) να πλησιάζουν το επίπεδο Ωριμης Τεχνολογίας ενώ η Ψηφιακή Ασφάλεια (1.31), τα Αυτόνομα Πλοία (1.30) και Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα (1.23) βρίσκονται σε ακόμα πρωταρχικό στάδιο ανάπτυξης και διάδοσης. Η Διασύνδεση Πραγμάτων (1.66) αποτελεί ενδιαφέρουσα περίπτωση καθώς παρόλο που βρίσκεται αρκετά χρόνια στην αγορά έχει χαμηλότερους ρυθμούς διάδοσης. Μία εξήγηση είναι το κόστος και η δυσκολία εγκατάστασης οποιασδήποτε συσκευής στα πλοία, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες εφαρμογές που είναι κατά βάση στο διαδίκτυο.

7.4 Εμβάθυνση στις Λειτουργικές Απαιτήσεις

7.4.1 Λειτουργικές Απαιτήσεις Προσφερόμενων Λύσεων ανά Τομέα

Οι στόχοι κάθε τομέα της ναυτιλίας μπορούν να αποτυπωθούν ως γενικευμένες λειτουργικές απαιτήσεις. Λειτουργική απαίτηση καθίσταται η προδιαγραφή συμπεριφοράς μιας συνάρτησης ή συστατικού του συστήματος μεταξύ των εισόδων και των εξόδων.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις όπως ορίστηκαν για τη διερεύνηση και σύντομη περιγραφή περιπτώσεων χρήσης:

1. Τομέας Λήψης Εμπορικών Αποφάσεων - Ναυλώσεων

i. Παρακολούθηση Αγοράς - Προσφορά και Ζήτηση

Το σύστημα λαμβάνει εμπορικά δεδομένα από διαφορετικές πηγές, τα αξιολογεί και παρουσιάζει τα πιο έγκυρα και λογικά σχετικά με τη διαθεσιμότητα πλοίων ανά τον κόσμο. Συνδυαστικά, προβλέπει τα επίπεδα ζήτησης με βάση την περιοδικότητα παραγωγής και εξαγωγής.

ii. Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων

Το σύστημα αναλύει τα δεδομένα της αγοράς και με βάση βραχυπρόθεσμες προβλέψεις υποστηρίζει τη βέλτιστη λήψη απόφασης τόσο για την επόμενη συμφωνία ενός πλοίου όσο και για τη χάραξη στρατηγικής ανάπτυξης και απασχόλησης του στόλου.

iii. Ηλεκτρονικές και Αξιοπίστες Συναλλαγές

Το σύστημα διαχειρίζεται, αποθηκεύει, συντονίζει την ανταλλαγή εμπιστευτικών εγγράφων και διευκολύνει τις διαπραγματικές ή/και οικονομικές συναλλαγές σε ψηφιακό περιβάλλον με ασφάλεια και αξιοπιστία.

2. Τομέας Παρακολούθησης Επιχειρήσεων

i. Παρακολούθηση και Έξυπνη Διαχείριση Στόλου

Το σύστημα με είσοδο δεδομένα που προέρχονται κυρίως από το πλοίο παρέχει διαφωτιστικές πληροφορίες και συμπεράσματα για τη συμπεριφορά του πλοίου καθώς και προτάσεις για την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση του στόλου.

ii. Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού

Το σύστημα με βάση τις αποστάσεις, την ταχύτητα και την κατανάλωση του πλοίου, την επιθυμητή ημερομηνία άφιξης, τους χάρτες πειρατείας και ελέγχου εκπομπών, καθώς και μετεωρολογικά δεδομένα προτείνει τη βέλτιστη διαδρομή για να εκτελέσει το πλοίο από ένα σημείο έως ένα ή πολλαπλά άλλα σημεία ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις που έχουν τεθεί από τον χρήστη και ταυτόχρονα να επιτυγχάνεται το χαμηλότερο δυνατό κόστος και περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

iii. Παρακολούθηση Πλοίων

Το σύστημα με βάση γεωγραφικά δεδομένα και στίγματα θέσης από τα πλοία μπορεί να εντοπίσει τη θέση κάθε πλοίου, την εκτιμώμενη άφιξη του στον επόμενο προορισμό αλλά και το είδος της επιχείρησης που πραγματοποιεί όπως φόρτωση, εκφόρτωση, τεχνική συντήρηση, αναμονή για οδηγίες, στάση για προμήθειες ή πετρέλευση.

iv. Πρόγνωση Καιρού

Το σύστημα αναλύοντας μετεωρολογικά δεδομένα ενισχύει τη λειτουργικότητα που προσφέρει με πιο ακριβείς μετρήσεις σχετικά με τους εκτιμώμενους χρόνους ενός ταξιδιού και την κατανάλωση καυσίμων, καθώς και βελτιωμένες προτεινόμενες διαδρομές.

3. Τομέας Κατανάλωσης Καυσίμων

i. Προγραμματισμός Πετρέλευσης

Το σύστημα με δεδομένα τα λιμάνια και τις ημερομηνίες φόρτωσης και εκφόρτωσης του τρέχοντος ταξιδιού καθώς και τις τιμές και τη διαθεσιμότητα των καυσίμων στους διάφορους σταθμούς προτείνει τη βέλτιστη επιλογή για την επίτευξη χαμηλότερου δυνατού κόστους και απόκλισης από την αρχική διαδρομή.

ii. Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας

Το σύστημα υποστηρίζει την παρακολούθηση της κατανάλωσης κάθε πλοίου, τη στατιστική ανάλυση και εξαγωγή συμπερασμάτων με βάση τον καιρό, την κατάσταση των μηχανών και την τεχνική διαχείριση του πληρώματος και εντοπίζει τυχόν αστοχίες σε πραγματικό χρόνο.

iii. Φιλικότητα προς το περιβάλλον και Εκπομπή CO2

Το σύστημα με βάση την κατανάλωση καυσίμου υπολογίζει με ακρίβεια τις εκπομπές θείου κάθε πλοίου, προτείνει μεθόδους μείωσης των ρύπων και ταυτόχρονης αύξησης του κέρδους.

4. Τομέας Κυκλοφορίας Λιμένων

i. Βελτιστοποίηση λιμένων

Το σύστημα προβλέπει και συντονίζει την κυκλοφορία στους λιμένες με βάσει τις ημερομηνίες άφιξης κάθε πλοίου και τη διάρκεια παραμονής στο σταθμό, ενώ δίνει τη δυνατότητα της παρακολούθησης των επιχειρήσεων στο λιμάνι σε άμεσο χρόνο, καθώς και της βέλτιστης αξιοποίησης της χωρητικότητας των αποβάθρων.

5. Τομέας Τεχνικής Ποιότητας και Ασφάλειας

i. Ασφάλεια και Τεχνική Συντήρηση - Διαχείριση Κινδύνων

Το σύστημα μέσω αισθητήρων παρακολουθεί τον τεχνολογικό και μηχανικό εξοπλισμό του πλοίου, παρουσιάζει διαγράμματα σε πραγματικό χρόνο και ειδοποιεί έγκαιρα για τυχόν μη φυσιολογικές συμπεριφορές.

ii. Έξυπνη και Αυτόνομη Πλοήγηση

Το σύστημα αναλύοντας ωκεανογραφικά, γεωγραφικά, μετεωρολογικά δεδομένα αλλά και δεδομένα από θερμικές κάμερες εντοπίζει εμπόδια και κινδύνους υποστηρίζει το πλήρωμα στη διαδικασία της πλοήγησης και την αποφυγή συγκρούσεων.

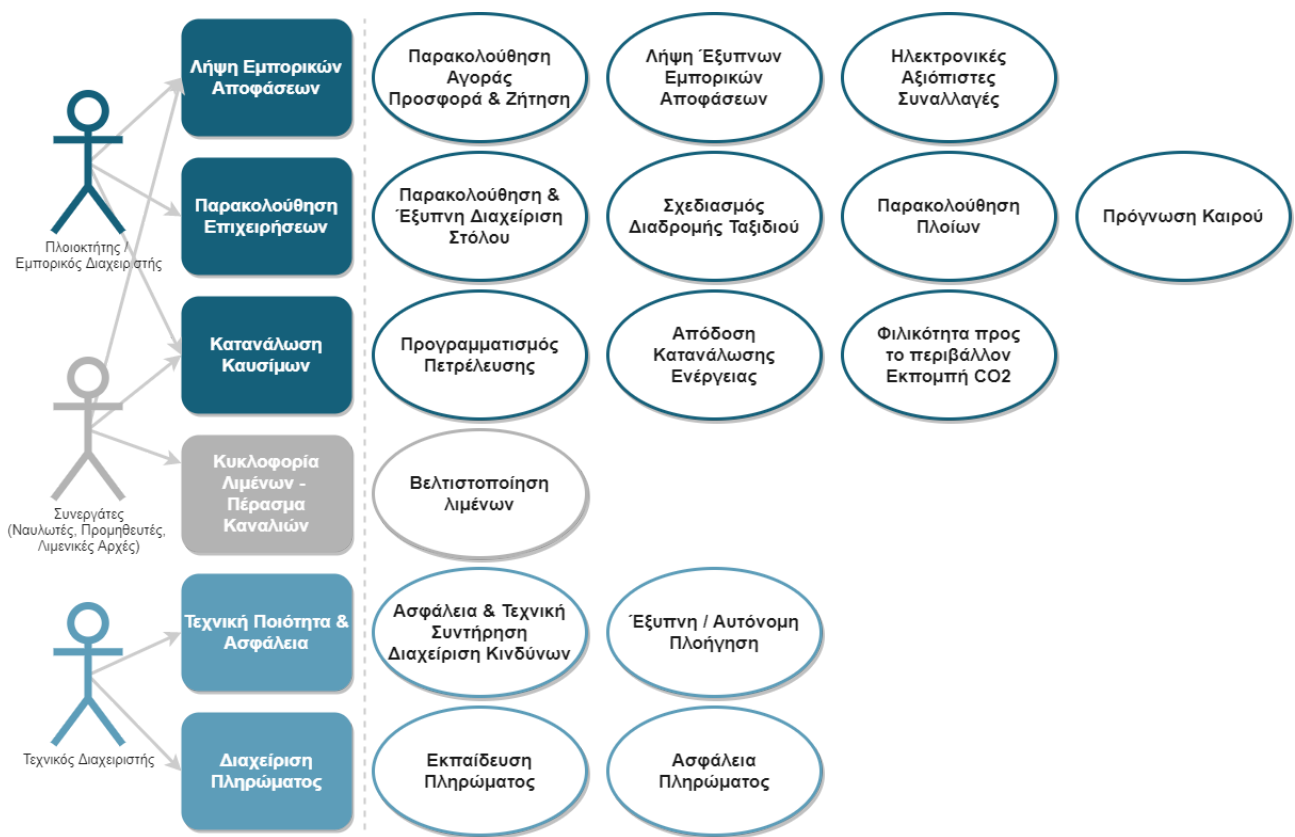
6. Τομέας Διαχείρισης Πληρώματος

i. Εκπαίδευση Πληρώματος

Το σύστημα δημιουργεί περιβάλλον προσομοίωσης για τη διευκόλυνση της εκπαίδευσης του πληρώματος και την εξάσκηση σε μηχανήματα που απαιτούν προσεκτικό χειρισμό και ειδικές δεξιότητες με ασφάλεια για το ανθρώπινο δυναμικό.

ii. Ασφάλεια Πληρώματος

Το σύστημα εκτελεί βιομετρικές μετρήσεις και παρακολουθεί την υγεία κάθε μέλους του πληρώματος και ενημερώνει άμεσα για δείκτες εκτός ορίων. Επιπλέον, το σύστημα αποφαινεται για την ευεξία του μέσω διαμορφωμένου λογισμικού και υποστηρίζει την ανάπτυξη ανθεκτικότητας και διαχείρισης κρίσεων.



Διάγραμμα 7.6 Λειτουργικές απαιτήσεις ανά τομέα της ναυτιλίας

7.4.2 Αποτύπωση Επιπέδου Ωριμότητας Λειτουργικών Απαιτήσεων

Στην ενότητα αυτή θα εκτιμηθεί το επίπεδο ωριμότητας των προσφερόμενων λύσεων ώστε να απαντηθούν ερωτήματα όπως ποιες διαδικασίες διαθέτουν το μεγαλύτερο περιθώριο οικονομικού και περιβαλλοντικού κέρδους, ποιων τομέων η βελτιστοποίηση απασχολεί περισσότερο ή καθίσταται ευκολότερη, σε ποιο κοινό απευθύνονται οι περισσότερες εφαρμογές.

Προκειμένου να εκτιμηθεί η ωριμότητα ανά λειτουργική απαίτηση ακολουθήθηκε η ίδια μεθοδολογία της παραγράφου 7.3.2 και τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον Πίνακα 7.4.

Λειτουργική Απαίτηση	Πλήθος	Μέγεθος	Απασχόληση	Δημοτικότητα	Εμπειρία
2/ Παρακολούθηση και Έξυπνη Διαχείριση Στόλου	16%	41	743	2,490	3.9
2/ Παρακολούθηση Πλοίων	9%	41	412	4,573	6.1
2/ Πρόγνωση Καιρού	3%	45	136	12,348	7.7
1/ Παρακολούθηση Αγοράς - Προσφορά και Ζήτηση	5%	44	220	4,237	5.0
3/ Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας	11%	30	357	1,630	5.3
5/ Ασφάλεια και Τεχνική Συντήρηση - Διαχείριση Κινδύνων	13%	30	413	973	4.2
1/ Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων	7%	36	286	2,902	4.9
2/ Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού	9%	37	367	2,178	3.4
4/ Βελτιστοποίηση λιμένων	5%	38	226	1,270	6.8
3/ Φιλικότητα προς το περιβάλλον και Εκπομπή CO2	6%	37	256	1,993	4.7
3/ Προγραμματισμός Πετρέλευσης	3%	45	136	1,257	3.3
5/ Έξυπνη και Αυτόνομη Πλοήγηση	4%	18	71	1,264	3.5
1/ Ηλεκτρονικές και Αξιόπιστες Συναλλαγές	5%	15	107	1,325	1.8
6/ Εκπαίδευση Πληρώματος	3%	14	41	475	2.3
6/ Ασφάλεια Πληρώματος	2%	18	36	486	1.5

Πίνακας 7.4 Δείκτες ωριμότητας ανά λειτουργική απαίτηση

Η πλειοψηφία των εφαρμογών ασχολούνται με την Παρακολούθηση και Έξυπνη Διαχείριση του Στόλου (16%), την Ασφάλεια και Τεχνική Συντήρηση (13%), την Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας (11%), την Παρακολούθηση των Πλοίων (9%) και τον Σχεδιασμό της Διαδρομής του Ταξιδιού (9%). Παρατηρείται αυτή η τάση για τους εξής λόγους: (α) πρόκειται για τις διαδικασίες που παρουσιάζουν συχνότερα μη βέλτιστους χειρισμούς και λάθη, (β) επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το κόστος ενός ταξιδιού και κατά συνέπεια τα κέρδη του, (γ) στις περισσότερες περιπτώσεις χρήσης η ανάλυση δεδομένων που είναι η πιο ώριμη τεχνολογία από όσες μελετήθηκαν είναι ικανή για να επιτευχθεί σημαντική βελτίωση και επομένως καθίσταται ευκολότερο να αναπτυχθεί ως προϊόν.

Επόμενη στη λίστα είναι η Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων (7%) που έχει κυρίως εφαρμογή η Τεχνητή Νοημοσύνη και πρόκειται για αρκετά πιο σύνθετο πρόβλημα προς επίλυση. Οι υπόλοιπες λειτουργικές απαιτήσεις είναι έγκυρες και φυσικά έχουν σημασία, ωστόσο πρόκειται για αρκετά πιο εξειδικευμένα προβλήματα.

Παράλληλα, ορισμένες λειτουργικότητες άρχισαν να απασχολούν μόνο τα τελευταία χρόνια όπως η Ασφάλεια του Πληρώματος που αφορά κυρίως ειδικά σχεδιασμένες φορετές συσκευές, οι Ηλεκτρονικές και Αξιόπιστες Συναλλαγές που υλοποιούνται μέσω τις τεχνολογίας Blockchain, η Εκπαίδευση του Πληρώματος μέσω περιβαλλόντων Εικονικής Πραγματικότητας, ο έξυπνος Προγραμματισμός των Πετρελεύσεων και Σχεδιασμός Διαδρομής που βασίζονται σε προηγμένους αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης και τέλος η Έξυπνη και Αυτόνομη Πλοήγηση που πρόκειται για υψηλής πολυπλοκότητας και ρίσκου έργο.

Όπως και προηγουμένως, αποτυπώθηκε το επίπεδο ωριμότητας κάθε λειτουργικής απαιτήσεως με βάση τις προσφερόμενες λύσεις που μελετήθηκαν στην κλίμακα 1 έως 4.

	Επίπεδο Ωριμότητας					
		Πλήθος	Μέγεθος	Απασχόληση	Δημοτικότητα	Εμπειρία
2/ Παρακολούθηση και Έξυπνη Διαχείριση Στόλου	3.26	4.00	3.75	4.00	2.25	2.50
2/ Παρακολούθηση Πλοίων	3.10	2.25	3.75	2.50	4.00	3.50
2/ Πρόγνωση Καιρού	2.71	1.00	4.00	1.25	4.00	4.00
1/ Παρακολούθηση Αγοράς - Προσφορά και Ζήτηση	2.61	1.50	4.00	1.50	3.75	3.25
3/ Απόδοση Κατανάλωσης Ενέργειας	2.59	2.75	2.75	2.25	1.50	3.25
5/ Ασφάλεια και Τεχνική Συντήρηση - Διαχείριση Κινδύνων	2.48	3.00	2.75	2.50	1.00	2.75
1/ Λήψη Έξυπνων Εμπορικών Αποφάσεων	2.41	2.00	3.00	1.75	2.50	3.00
2/ Σχεδιασμός Διαδρομής Ταξιδιού	2.31	2.25	3.25	2.25	2.00	2.25
4/ Βελτιστοποίηση λιμένων	2.29	1.75	3.25	1.50	1.25	3.50
3/ Φιλικότητα προς το περιβάλλον και Εκπομπή CO2	2.28	1.75	3.25	1.75	1.75	3.00
3/ Προγραμματισμός Πετρέλευσης	1.70	1.00	4.00	1.25	1.25	2.00
5/ Έξυπνη και Αυτόνομη Πλοήγηση	1.51	1.25	1.50	1.00	1.25	2.25
1/ Ηλεκτρονικές και Αξιόπιστες Συναλλαγές	1.30	1.50	1.25	1.25	1.25	1.25
6/ Εκπαίδευση Πληρώματος	1.18	1.00	1.25	1.00	1.00	1.50
6/ Ασφάλεια Πληρώματος	1.05	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 7.5 Επίπεδο ωριμότητας ανά λειτουργική απαίτηση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα και Επεκτάσεις

8.1 SWOT Ανάλυση Τεχνητής Νοημοσύνης στη Ναυτιλία

Είναι πλέον σαφές πως η Τεχνητή Νοημοσύνη επηρεάζει κάθε πτυχή και τομέα της ναυτιλίας με τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Συντάχθηκε η παρακάτω ανάλυση μορφής SWOT (Strengths - Weaknesses - Opportunities - Threats) για την Τεχνητή Νοημοσύνη στη Ναυτιλία.

Δυνατά Σημεία (Strengths)

- Αυτοματοποίηση και ενσωμάτωση διαδικασιών
- Επιτάχυνση λειτουργιών
- Πιο έξυπνες, ενημερωμένες αποφάσεις
- Βελτιστοποίηση και έλεγχος μεταφοράς
- Μείωση ανθρώπινου λάθους
- Αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας
- Μείωση ρύπων και προστασία του περιβάλλοντος

Ευκαιρίες (Opportunities)

- Νέες ευκαιρίες χρηματοδότησης έρευνας στην Τεχνητή Νοημοσύνη
- Δημιουργία νέα αγοράς καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών
- Μείωση κόστους μονάδας και αύξηση κέρδους
- Μείωση ατυχημάτων
- Ανάδυση νέων επαγγελματιών

Αδύναμα Σημεία (Weaknesses)

- Δυσκολία εφαρμογής και εγκατάστασης εξοπλισμού στα πλοία
- Υψηλό κόστος έρευνας και ανάπτυξης
- Ανάγκη προστασίας δεδομένων
- Έλλειψη νομικής υποδομής

Απειλές (Threats)

- Παραδοσιακή δομή και αντίσταση βιομηχανίας
- Μείωση ευκαιριών εργασίας για ανειδίκευτο εργατικό δυναμικό
- Δυσκολία αποδοχής και εκμάθησης νέας τεχνολογίας
- Απειλή κυβερνοεπίθεσης

Πίνακας 8.1 SWOT ανάλυση

Για περαιτέρω ανάπτυξη απαιτείται (α) να αξιοποιηθούν οι ευκαιρίες του περιβάλλοντος για να μειωθούν οι αδυναμίες της τεχνολογίας και (β) με τη βοήθεια των δυνατών σημείων να αντιμετωπιστούν οι πιθανοί κίνδυνοι.

Πιο συγκεκριμένα, το υψηλό κόστος έρευνας και ανάπτυξης μπορεί να καλυφθεί από επενδυτικά κεφάλαια ναυτιλιακών εταιρειών που θέλουν να συμβαδίσουν με την σύγχρονη ναυσιπλοΐα. Παράλληλα, ο οικονομικός και περιβαλλοντικός αντίκτυπος μπορεί να γίνει το κίνητρο υιοθέτησης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης ακόμη και από πιο παραδοσιακούς πλοιοκτήτες. Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών, η ψηφιοποίηση της εκπαίδευσης και η μείωση του ανθρώπινου λάθους θα συμβάλλει στην ευκολότερη και αποτελεσματικότερη εκπαίδευση του πληρώματος. Το υψηλό κόστος εγκατάστασης νέου εξοπλισμού και αισθητήρων στα πλοία θα υπερκαλυφθεί από τη μείωση του κόστους, των εξόδων συντήρησης αλλά και ατυχημάτων. Το ραγδαία αυξανόμενο μέγεθος της αγοράς καινοτόμων εφαρμογών λογισμικού στη ναυτιλία θα αναγκάσει τη δημιουργία νομοθετικών και κανονιστικών πλαισίων καθώς και την ανάπτυξη της ψηφιακής ασφάλειας εφόσον οι συναλλαγές θα πραγματοποιούνται ηλεκτρονικά.

8.2 Συμβολή στη Λήψη Αποφάσεων της Σύγχρονης Ναυτιλίας

Οι λύσεις που προσφέρει η Τεχνητή Νοημοσύνη συμβάλλουν κατά βάση στην πιο ενημερωμένη, εμπειριστατωμένη, άμεση και έξυπνη λήψη αποφάσεων. Σε κάθε τομέα, τα εργαλεία προσφέρουν είτε για ανάλυση της κατάστασης και παροχή ένδειξης ή πρότασης είτε πρόβλεψη μελλοντικής κατάστασης βάσει της ιστορικότητας. Κατά πλειοψηφία, τα μοντέλα υποστηρίζουν τις ανθρώπινες αποφάσεις με απώτερο σκοπό την εκπαίδευσή τους σε βαθμό που θα οδηγήσει στην υλοποίηση του αυτόνομου πλοίου.

Στον τομέα των Ναυλώσεων, τα μοντέλα βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης προσφοράς και ζήτησης, καθώς και εισροής και εκροής πλοίων σε μία τόσο ασταθή αγορά μπορούν να αποβούν καθοριστικά για την επίτευξη υπεραπόδοσης σε σχέση με τον ανταγωνισμό.

Οι περισσότερες εφαρμογές και αναφορές, ωστόσο, αναφέρονται στην παρακολούθηση των μηχανικών συστημάτων καθώς και της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων. Ο έγκαιρος και έγκυρος εντοπισμός ενός τεχνικού προβλήματος, η ένδειξη για συντήρηση αλλά και η εύρεση μη βέλτιστων συμπεριφορών του πλοίου προσφέρουν την απαραίτητη γνώση στον τεχνικό διαχειριστή του πλοίου να προετοιμαστεί κατάλληλα και να εκτελέσει τις απαραίτητες ενέργειες με προγραμματισμό και με το ελάχιστο δυνατό κόστος.

Η βέλτιστη διαδρομή βάσει ωκεανού, καιρικών φαινομένων, περιοριστικών περιοχών καθώς και κυκλοφορίας πλοίων σε πραγματικό χρόνο είναι επίσης στο επίκεντρο τόσο ακαδημαϊκών ερευνών όσο και εμπορικών εφαρμογών λογισμικού.

Σε ακαδημαϊκό επίπεδο μελετάται αρκετά η ασφάλεια στο πλοίο που περιλαμβάνει παρακολούθηση του πληρώματος για τυχόν ατυχήματα, ενισχυτική εκπαίδευση μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης αποφυγής προσκρούσεων ως πρώτες προσπάθειες προς την

αυτόνομη πλοήγηση, αλλά και αναγνώριση άλλων πλοίων ή εμποδίων μέσω επεξεργασίας εικόνων. Αυτή τη στιγμή και αυτοί οι αλγόριθμοι ως εργαλεία λειτουργούν συμβουλευτικά.

8.3 Μελλοντικές Επεκτάσεις

- **Διεύρυνση των εξεταζόμενων εργαλείων και εφαρμογών για πλήρη καταγραφή της τεχνολογικής προόδου στον τομέα της ναυτιλίας**
Η εισαγωγή περισσότερων εργαλείων στη συγκεκριμένη έρευνα δύναται να οδηγήσει στη διαμόρφωση πιο ευδιάκριτων τάσεων ή ακόμη και στο αντίθετο συμπέρασμα, δηλαδή ότι κάποιες από τις τάσεις που εμφανίστηκαν υπαρκτές τελικά να είναι στατιστικά ασήμαντες.

- **Αξιολόγηση απόδοσης και ακρίβειας μοντέλων και τεχνολογίας εφαρμογών**
Η συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των εργαλείων που στοχεύουν να επιλύσουν μία ομάδα προβλημάτων μπορεί να φέρει στην επιφάνεια τα πλεονεκτήματα τους. Η δυσκολία που πρέπει να ξεπεραστεί σε εμπορικές εφαρμογές αφορά τον εταιρικό ανταγωνισμό. Ωστόσο, μπορεί να ενισχυθεί η μελέτη αυτή σε ακαδημαϊκό επίπεδο.

- **Μελέτη της επίδρασης του ψηφιακού μετασχηματισμού στις πρακτικές οργάνωσης της εργασίας**
Η ψηφιοποίηση των διαδικασιών καθώς και της επικοινωνίας γραφείου - πλοίου τείνει να τροποποιήσει την καθημερινότητα των εργαζομένων. Η καταγραφή των μεταβολών στην εργασία τόσο του πληρώματος του πλοίου, όσο και των υπόλοιπων εμπλεκόμενων μερών (λιμενικές αρχές, ναυλωτές, μεσίτες, πλοιοκτήτες, τράπεζες) θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Καθώς επίσης και η μέτρηση της προθυμίας υιοθέτησης μίας νέας τεχνολογίας από λιγότερο και περισσότερο εξοικειωμένες ναυτιλιακές εταιρείες.

Βιβλιογραφία

- [1] “Archaeological Period”. [Online]. Available: Maritime Tradition Museum, <https://www.maritime-museum.gr/>.
- [2] “Shipping is complex”, 2020. [Online]. Available: ICS Shipping, <https://www.ics-shipping.org/>.
- [3] “Fact sheet #13: World seaborne trade”, UNCTAD Handbook of Statistics, 2020. [Online]. Available: UNCTAD, <https://unctad.org/>.
- [4] “Merchant fleet by country of beneficial ownership, annual Table summary”, UNCTAD Data Center. [Online]. Available: UNCTAD, <https://unctad.org/>.
- [5] “Fact sheet #14: Merchant fleet”, UNCTAD Handbook of Statistics, 2020. [Online]. Available: UNCTAD, <https://unctad.org/>.
- [6] “Sea – most common way of transporting traded goods”, 2019. [Online]. Available: Eurostat, <https://ec.europa.eu/>.
- [7] “Environmental Performance: Comparison of CO2 Emissions by Different Modes of Transport”. [Online]. Available: ICS Shipping, <https://www.ics-shipping.org/>.
- [8] “Class and Certification Services for Digital Assets”. [Online]. Available: Bureau Veritas, <https://www.bureauveritas.gr/>.
- [9] “Digital Transformation in Commercial Shipping: Commercial Operators”, 2020. [Online]. Available: The Signal Group, <https://www.thesignalgroup.com/>.
- [10] “Digital Transformation in Commercial Shipping: Charterers”, 2020. [Online]. Available: The Signal Group, <https://www.thesignalgroup.com/>.
- [11] “Digital Transformation in Commercial Shipping: Shipbrokers”, 2020. [Online]. Available: The Signal Group, <https://www.thesignalgroup.com/>.
- [12] “Data Mining on ships. What does it take to leverage Big Data in maritime logistics?”, 2020. [Online]. Available: Marine Digital, <https://marine-digital.com/>.
- [13] “AIS transponders”. [Online]. Available: IMO, <https://www.imo.org/>.
- [14] “Tanker Shipping: Freight rates back at loss-making levels after 12 very profitable months”, 2020. [Online]. Available: BIMCO, <https://www.bimco.org/>.
- [15] Κ.Τριπολίτης και Γ. Τριάντης, *Ναυτική Τέχνη Έκτακτες Ανάγκες*
- [16] “What optimisation means for terminals and ports”, 2013. [Online]. Available: Port Technology, <https://www.porttechnology.org/>.
- [17] “SOLAS”. [Online]. Available: IMO, <https://www.imo.org/>.

- [18] “International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)”. [Online]. Available: IMO, <https://www.imo.org/>.
- [19] “Challenge to the industry: Securing skilled crews in today’s marketplace”, 2011. Deloitte.
- [20] “Ship Fixture Breakdown”. [Online]. Available: The Journal Of Commerce, <https://www.joc.com/>.
- [21] Vessels Value, <https://www.vesselsvalue.com/>.
- [22] Port Montreal, <https://www.port-montreal.com/>.
- [23] “Shipborne Automatic Identification System (AIS)”. [Online]. Available: Aeromarine Srt, <https://gmdsstesters.com/>.
- [24] Poseidon System, <https://poseidon.hcmr.gr/>.
- [25] The Signal Ocean Platform, <https://app.signalocean.com/>.
- [26] B. Feldtmann, “On-board Protection of Merchant Vessels from the Perspective of International Law”. *Erasmus Law Review*, 2018, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3442935>.
- [27] “Ένας οδηγός για τις Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών (ECAs – Emission Control Areas)”, 2018. [Online]. Available: Isalos, <https://www.isalos.net/>.
- [28] “IMO 2020 Global Sulphur Cap”, 2020. [Online]. Available: American Bureau of Shipping, <https://ww2.eagle.org/en.html>.
- [29] “API Marine: Loading and Stability Software”, 2018.
- [30] “What is Noon Report On Ships and How Is It Prepared?”, 2021. [Online]. Available: Marine Insight, <https://www.marineinsight.com/>.
- [31] G. Aiello, A. Giallanza and G. Mascarella, “Towards Shipping 4.0. A preliminary gap analysis”, 2020, ISSN 2351-9789, doi: 10.1016/j.promfg.2020.02.019.
- [32] M. Stopford, *Maritime Economics (3rd ed.)*, Routledge 2009.
- [33] A. M. Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, 1950, doi: 10.1093/mind/LIX.236.433
- [34] J. Akst, “Machine, Learning, 1951”, 2019. [Online]. Available: The Scientist, <https://www.the-scientist.com/>.
- [35] “Arthur Lee Samuel”. [Online]. Available: IEEE Computer Society, <https://history.computer.org/>.
- [36] J. Moor, “The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years”, *AI Magazine*, 2006.
- [37] Ε. Αναστασοπούλου, “Η Τεχνητή Νοημοσύνη και οι Εφαρμογές της”, ΣΕΜΦΕ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2019.
- [38] P. Norvig and S. J. Russell, *Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.)*, 2003, ISBN 0-13-790395-2.

- [39] R. Anyoha, "The History of Artificial Intelligence", 2017. [Online]. Available: Harvard University, <https://sitn.hms.harvard.edu/>.
- [40] R. Reynoso, "A Complete History of Artificial Intelligence", 2021. [Online]. Available: G2, <https://www.g2.com/>.
- [41] E. Burns, N. Laskowski and L. Tucci, "What is artificial intelligence?", 2021. [Online]. Available: Tech Target, <https://searchenterpriseai.techtarget.com/>.
- [42] "Supervised, Unsupervised, & Reinforcement Learning", 2020. [Online]. Available: Gradient, <https://docs.paperspace.com/>.
- [43] T. Shin, "All Machine Learning Algorithms You Should Know in 2021", 2020. [Online]. Available: Towards Data Science, <https://towardsdatascience.com/>
- [44] "Regression Algorithms - Overview", [Online]. Available: Tutorials Point, <https://www.tutorialspoint.com/index.htm>
- [45] P. Corn, L. Sharma and E. Yung, "Linear Regression". [Online]. Available: Brilliant, <https://brilliant.org/>.
- [46] "Understanding Logistic Regression", 2018. [Online]. Available: Equiskill, <https://www.equiskill.com/>.
- [47] "K-Nearest Neighbor(KNN) Algorithm for Machine Learning". [Online]. Available: JavaTPoint, <https://www.javatpoint.com/>.
- [48] S. Ray, "Understanding Support Vector Machine (SVM) algorithm from examples", 2017. [Online]. Available: Analytics Vidhya, <https://www.analyticsvidhya.com/>.
- [49] "Random Forest". [Online]. Available: Corporate Finance Institute, <https://corporatefinanceinstitute.com/>.
- [50] S. Wo, "How to choose between different Boosting Algorithms", 2021. [Online]. Available: Towards Data Science, <https://towardsdatascience.com/>
- [51] D. Trehan, "Gradient Descent Explained", 2020. [Online]. Available: Towards Data Science, <https://towardsdatascience.com/>.
- [52] H. S. R. Pallapothu, "What's so special about CatBoost?", 2019. [Online]. Available: Towards Data Science, <https://towardsdatascience.com/>.
- [53] ImageNet, <https://www.image-net.org/>.
- [54] TensorFlow, <https://www.tensorflow.org/>.
- [55] Amazon DSSTNE, <https://github.com/amazon-archives/amazon-dsstne>.
- [56] The Microsoft Cognitive Toolkit, <https://docs.microsoft.com/en-us/cognitive-toolkit/>.
- [57] Keras, <https://keras.io/>.
- [58] "Deep Learning Tutorial for Beginners". [Online]. Available: Simplilearn, <https://www.simplilearn.com/>.

- [59] J. Portilla, "Complete Tensorflow 2 and Keras Deep Learning Bootcamp". [Online]. Available: Udemy, <https://www.udemy.com/>.
- [60] A. Dertat, "Applied Deep Learning - Part 1: Artificial Neural Networks", 2017. [Online]. Available: Towards Data Science, <https://towardsdatascience.com/>.
- [61] B. S. Bisht, "Types of Convolutional Neural Networks: LeNet, AlexNet, VGG-16 Net, ResNet and Inception Net", 2020. [Online]. Available: Medium, <https://medium.com/>.
- [62] Y. LeCun, C. Cortes and C. Burges, "The MNIST Dataset of handwritten digits". Available: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>.
- [63] M. Liang, R. W. Liu, S. Li, Z. Xiao, X. Liu and F. Lu, "An unsupervised learning method with convolutional auto-encoder for vessel trajectory similarity computation", 2021, ISSN 0029-8018, doi: 10.1016/j.oceaneng.2021.108803.
- [64] S. Huang, "Introduction to Various Reinforcement Learning Algorithms. Part I (Q-Learning, SARSA, DQN, DDPG)", 2018. [Online]. Available: Towards Data Science, <https://towardsdatascience.com/>.
- [65] E. Anderlini, G. Parker and G. Thomas, "Docking Control of an Autonomous Underwater Vehicle Using Reinforcement Learning", 2019, doi: 10.3390/app9173456.
- [66] R. Moni, "Reinforcement Learning algorithms — an intuitive overview", 2019. [Online]. Available: Medium, <https://medium.com/>.
- [67] D. Mehta, "State-of-the-Art Reinforcement Learning Algorithms", 2020, doi: 10.17577/IJERTV8IS120332
- [68] D. Zhang, J. Zhan, L. Tan, Y. Gao and R. Župan, "Comparison of two deep learning methods for ship target recognition with optical remotely sensed data", 2021, doi: 10.1007/s00521-020-05307-6
- [69] N. K. Mishra, A. Kumar and K. Choudhury, "Deep convolutional neural network based ship images classification", 2021, doi: 10.14429/dsj.71.16236.
- [70] R. W. Liu, W. Yuan, X. Chen and Y. Lu, "An enhanced CNN-enabled learning method for promoting ship detection in maritime surveillance system", 2021, doi: 10.1016/j.oceaneng.2021.109435.
- [71] Q. Xiao, Y. Cheng and M. Xiao, "Improved region convolutional neural network for ship detection in multiresolution synthetic aperture radar images", 2021, doi: 10.1002/cpe.5820.
- [72] Y. Li, S. Zhang and W. Q. Wang, "A Lightweight Faster R-CNN for Ship Detection in SAR Images", 2021, doi: 10.1109/LGRS.2020.3038901.
- [73] L. Zou, H. Zhang, C. Wang, F. Wu and F. Gu, "MW-ACGAN: Generating Multiscale High-Resolution SAR Images for Ship Detection", 2020, doi: 10.3390/s20226673.
- [74] S. Voinov, "Deep learning-based multiclass vessel detection from very high resolution optical satellite images", 2020, doi:10.18453/ROSDOK_ID00002876.
- [75] Y. Wang, R. Ganesan, X. M. Raajini, N. Kritika, A. Kavinkumar and S. B. H. Shah, "Machine learning-based ship detection and tracking using satellite images for maritime surveillance", 2021, doi: 10.3233/AIS-210610.

- [76] M. Wu, L. Zhang, J. Niu and Q. M. J. Wu, "Target Detection in Clutter/Interference Regions Based on Deep Feature Fusion for HFSWR", 2021, doi: 10.1109/JSTARS.2021.3082044
- [77] Z. Baird, M. K. McDonald, S. Rajan and S. J. Lee, "A CNN-LSTM Network for Augmenting Target Detection in Real Maritime Wide Area Surveillance Radar Data", 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3025144.
- [78] P. Sagar Vidya, S. S. Harsha, K. V. Prasad and N. R. Moparthy, "Transferable deep learning assisted radar signal processing model for sea-target detection and classification", 2020, ISSN: 19044720.
- [79] V. Gupta and M. Gupta, "Automated Object Detection System in Marine Environment", *Mobile Radio Communications and 5G Networks*, 2021, doi: 10.1007/978-981-15-7130-5_17
- [80] M. Kim, K. Lee, Y. Han, J. Lee and B. Nam, "Generating 3D texture models of vessel pipes using 2D texture transferred by object recognition", 2021, doi: 10.1093/jcde/qwaa090
- [81] C. Mediavilla, J. Sato, M. Manzanares, M. Dotter and S. Parameswaran, "GAN-based unpaired image-to-image translation for maritime imagery", 2020, doi: 10.1117/12.2561732
- [82] M. Gao and G. Shi, "Ship-collision avoidance decision-making learning of unmanned surface vehicles with automatic identification system data based on encoder—decoder automatic-response neural networks", 2020, doi: 10.3390/jmse8100754
- [83] J. Shi and Z. Liu, "Deep learning in unmanned surface vehicles collision-avoidance pattern based on AIS big data with double GRU-RNN", 2020, doi: 10.3390/jmse8090682.
- [84] D. Liu, X. Wang, Y. Cai, Z. Liu and Z. Liu, "A Novel Framework of Real-Time Regional Collision Risk Prediction Based on the RNN Approach", 2020, doi: 10.3390/jmse8030224.
- [85] J. Park and J. Jeong, "An Estimation of Ship Collision Risk Based on Relevance Vector Machine", 2021, doi: 10.3390/jmse9050538.
- [86] B. Murray and L. P. Perera, "Proactive Collision Avoidance for Autonomous Ships: Leveraging Machine Learning to Emulate Situation Awareness", 2021.
- [87] B. Murray, "Machine Learning for Enhanced Maritime Situation Awareness: Leveraging Historical AIS Data for Ship Trajectory Prediction", 2021.
- [88] A. Daranda and G. Dzemyda, "Artificial Intelligence Based Strategy for Vessel Decision Support System", 2021, doi: 10.1007/978-3-030-72657-7_5.
- [89] L. Li, D. Wu, Y. Huang and Z. Yuan, "A path planning strategy unified with a COLREGS collision avoidance function based on deep reinforcement learning and artificial potential field", 2021, doi: 10.1016/j.apor.2021.102759.
- [90] A. J. Singh, A. Kumar and H. C. Lau, "Hierarchical multiagent reinforcement learning for maritime traffic management", 2020.
- [91] Y. Wen, Z. Sui, C. Zhou, C. Xiao, Q. Chen, D. Han and Y. Zhang, "Automatic ship route design between two ports: A data-driven method", 2020, doi: 10.1016/j.apor.2019.102049.
- [92] S. Yongfeng, W. Chen, C. Claramunt and S. Yang, "Ship trajectory cleansing and prediction with historical ais data using an ensemble ann framework", 2021, doi: 10.3390/s20185133.

- [93] C. Zhang, J. Bin, W. Wang and Z. Liu, "AIS data driven general vessel destination prediction: A random forest based approach", 2021, doi: 10.1016/j.trc.2020.102729.
- [94] B. Murray and L. P. Perera, "An AIS-based deep learning framework for regional ship behavior prediction", 2021, doi: 10.1016/j.ress.2021.107819.
- [95] J. Venskus, P. Treigys and J. Markevičiūtė, "Unsupervised marine vessel trajectory prediction using LSTM network and wild bootstrapping techniques", 2021, doi: 10.15388/namc.2021.26.23056.
- [96] M. Liang, R. W. Liu, S. Li, Z. Xiao, X. Liu and F. Lu, "An unsupervised learning method with convolutional auto-encoder for vessel trajectory similarity computation", 2021, doi: 10.1016/j.oceaneng.2021.108803
- [97] E. Artusi, "Ship path planning based on Deep Reinforcement Learning and weather forecast", 2021, doi: 10.1109/MDM52706.2021.00052.
- [98] N. Pan, Y. Ding, J. Fu, J. Wang and H. Zheng, "Research on Ship Arrival Law Based on Route Matching and Deep Learning", 2021.
- [99] J. Du, X. Zhao, L. Guo and J. Wang, "Machine Learning-Based Approach to Liner Shipping Schedule Design", 2021, doi: 10.1007/s12204-021-2338-9.
- [100] C. Basrur, A.J. Singh, A. Sinha and A. Kumar, "Ship-GAN: Generative modeling based maritime traffic simulator", 2021, doi: 10.5555/3463952.3464227.
- [101] O. Bodunov, F. Schmidt, A. Martin, A. Brito and C. Fetzer, "Real-time Destination and ETA Prediction for Maritime Traffic", 2018, doi: 10.1145/3210284.3220502.
- [102] H. Agamy, M. Abdelgeliel, M. Mosleh, K. Elserafy and N. A. Mohamed, "Neural Fuzzy Control of the Indoor Air Quality Onboard a RO-RO Ship Garage", 2020, doi: 10.1007/s40815-020-00804-1.
- [103] P. Han, A. L. Ellefsen, G. Li, F. T. Holmeset and H. Zhang, "Fault Detection With LSTM-Based Variational Autoencoder for Maritime Components", 2021, doi: 10.1109/JSEN.2021.3105226.
- [104] P. Theodoropoulos, C. Spandonidis, C. Spandonidis, F. Giannopoulos and S. Fassois, "A deep learning-based fault detection model for optimization of shipping operations and enhancement of maritime safety", 2021, doi: 10.3390/s21165658.
- [105] Y. Raptodimos and I. Lazakis, "Application of NARX neural network for predicting marine engine performance parameters", 2020, doi: 10.1080/17445302.2019.1661619.
- [106] G. Makridis, D. Kyriazis and S. Plitsos, "Predictive maintenance leveraging machine learning for time-series forecasting in the maritime industry", 2020, doi: DOI:10.1109/ITSC45102.2020.9294450.
- [107] L. Bilgili and U. Buğra Çelebi, "Estimation of ship flue gas emissions in dynamic operational conditions with ANN", 2021, doi:10.1177/1475090220979457.
- [108] L. Moreira, R. Vettor and C. Guedes Soares, "Neural Network Approach for Predicting Ship Speed and Fuel Consumption", 2021, doi: 10.3390/jmse9020119.

- [109] K. Alexiou, E. Pariotis, T. C. Zannis and H. Leligou, "Prediction of a ship's operational parameters using artificial intelligence techniques", 2021, doi: 10.3390/jmse9060681.
- [110] Z.H. Munim and H. Schramm, "Forecasting container freight rates for major trade routes: a comparison of artificial neural networks and conventional models", 2021, doi: 10.1057/s41278-020-00156-5.
- [111] I. M. KamalImam, M. Kamal, H. Bae, S. Sunghyun and H. Yun, "DERN: Deep ensemble learning model for short and long-term prediction of baltic dry index", 2020, doi: 10.3390/app10041504.
- [112] Z. Yang and E. E. Mehmed, "Artificial neural networks in freight rate forecasting", 2019, doi: 10.1057/s41278-019-00121-x.
- [113] R. Adland, H. Jia, H. C. O. Harvei and J. Jørgensen, "Second-hand vessel valuation: an extreme gradient boosting approach", 2021, doi: 10.1080/03088839.2021.1969601.
- [114] X. Zhou, Z. Liu, F. Wang, Y. Xie and X. Zhang, "Using deep learning to forecast maritime vessel flows", 2020, doi: 10.3390/s20061761.
- [115] A. Lionis, K. Peppas, H. E. Nistazakis, A. Tsigopoulos, K. Cohn and A. Zagouras, "Using Machine Learning Algorithms for Accurate Received Optical Power Prediction of an FSO Link over a Maritime Environment. Photonics", 2021, doi: 10.3390/photonics8060212
- [116] T. Yang and X. Shen, "Intelligent transmission scheduling based on deep reinforcement learning", 2020, doi: 10.1007/978-981-15-4412-5_3.
- [117] Z. Wang and B. Lin, "Q-learning Based Delay Sensitive Routing Protocol for Maritime Search and Rescue Networks", 2020, doi: 10.1109/VTC2020-Fall49728.2020.9348481.
- [118] H. Cao, T. Yang, Z. Yin, X. Sun and D. Li, "Topological optimization algorithm for HAP assisted multi-unmanned ships communication", 2020, doi: 10.1109/VTC2020-Fall49728.2020.9348786.
- [119] Y. Qian, J. Qi, X. Kuai, G. Han, H. Sun and S. Hong, "Specific Emitter Identification Based on Multi-Level Sparse Representation in Automatic Identification System", 2021, doi: 10.1109/TIFS.2021.3068010.
- [120] S. K. Singh and F. Heymann, "On the Effectiveness of AI-Assisted Anomaly Detection Methods in Maritime Navigation", 2020, doi: 10.23919/FUSION45008.2020.9190533.
- [121] D. Li, H. Liu and S. K. Ng, "VC-GAN: Classifying Vessel Types by Maritime Trajectories using Generative Adversarial Networks", 2020, doi: 10.1109/ICTAI50040.2020.00144.
- [122] M. R. Kaloop, M. El-Diasty, J. W. Hu and F. Zarzoura, "Hybrid Artificial Neural Networks for Modeling Shallow-Water Bathymetry via Satellite Imagery", 2021, doi: 10.1109/TGRS.2021.3107839.
- [123] V. Karetnikov and A. Sazonov, "Hybrid Artificial Neural Networks for Modeling Shallow-Water Bathymetry via Satellite Imagery", 2021, doi: 10.1016/j.trpro.2021.02.043.
- [124] A. Coraddu, L. Oneto, B. Navas de Maya and R. E. Kurt, "Determining the most influential human factors in maritime accidents: A data-driven approach", 2020, doi:10.1016/j.oceaneng.2020.107588.

- [125] Y. Zhang, Y. Zhang, X. Cui and Y. Liu, "Assessment of mental workload using physiological measures with random forests in maritime teamwork", 2020, doi: 10.1007/978-3-030-49044-7_10.
- [126] Y. Shengyuan, W. Yingying and T. Congchi, "Evaluation and prediction mental workload in user interface of maritime operations using eye response", 2019, doi: 10.1016/j.ergon.2019.03.002.
- [127] T. G. Monteiro, C. Skourup and H. Zhang, "Optimizing CNN Hyperparameters for Mental Fatigue Assessment in Demanding Maritime Operations", 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2976601.
- [128] G. Lee, "Recurrent neural network-based hybrid localization for worker tracking in an offshore environment", 2020, doi: 10.3390/app10144721.
- [129] N. Bakalos, I. Katsamenis and A. Voulodimos, "Man Overboard: Fall detection using spatiotemporal convolutional autoencoders in maritime environments", 2021, doi: 10.1145/3453892.3461326.
- [130] R. Yan, S. Wang, J. Cao and D. Sun, "Shipping Domain Knowledge Informed Prediction and Optimization in Port State Control", 2021, doi: 10.1016/j.trb.2021.05.003.
- [131] R. Yan, S. Wang and C. Peng, "An Artificial Intelligence Model Considering Data Imbalance for Ship Selection in Port State Control Based on Detention Probabilities", 2021, doi: 10.1016/j.jocs.2020.101257.
- [132] F. Ronci, C. Avolio, M. di Donna, M. Zavagli, V. Piccialli and M. Costantini, "Oil Spill Detection from SAR Images by Deep Learning", 2020, doi: 10.1109/IGARSS39084.2020.9323590.
- [133] M. Mirović, M. Miličević and I. Obradović, "Big Data in the Maritime Industry", 2017, doi: 10.17818/NM/2018/1.8.
- [134] P. and G. Marken, "Tectonics Characteristics of Big Data: 29 V's and 2C's", 2021, doi: 10.48175/IJARST-936.
- [135] B. Khalid and R. Chaabita, "Big Data in Economic Analysis: Advantages and Challenges", 2019, ISSN: 2455-8834.
- [136] "Τεχνολογία & Ναυτιλία – Shipping 4.0", 2020. [Online]. Available: Το Βήμα, <https://www.tovima.gr/>.
- [137] J. Zhang, M. M. Wang, T. Xia and L. Wang, "Maritime IoT: An Architectural and Radio Spectrum Perspective", 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2990830.
- [138] "The Internet of Things makes waves in global maritime network". [Online]. Available: Telenor Maritime, <https://telenormaritime.com/>.
- [139] P. L. Sanchez-Gonzalez, D. Díaz-Gutiérrez, T. J. Leo and L. R. Núñez-Rivas, "Toward Digitalization of Maritime Transport?", 2019, doi: 10.3390/s19040926.
- [140] K. Latifov, "A critical evaluation of potential outcomes of using modern artificial intelligence and big data analysis technology in maritime industry", 2019.
- [141] B. Lines, "Making tanker OPEX count", 2020. [Online]. Available: Marine Traffic, <https://www.marinetraffic.com/>.

- [142] "Autonomous Ships", 2016. [Online]. Available: Future Nautics, <https://www.futurenautics.com/>.
- [143] "Cyber-enabled ships: ShipRight procedure - autonomous ships", 2016. [Online]. Available: LLOYD's Register, <https://www.lr.org/>.
- [144] Γ. Νεοφύτου, "Τεχνολογία και Αυτόνομα Πλοία", Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2020.
- [145] "ShipRight procedure assignment for cyber descriptive notes for autonomous & remote access ships", 2017. [Online]. Available: LLOYD's Register, <https://www.lr.org/>.
- [146] "The Autonomous Ship". [Online]. Available: Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks, <http://www.unmanned-ship.org/>.
- [147] "Autonomous ships: regulatory scoping exercise completed", 2021. Available: IMO, <https://www.imo.org/>.
- [148] X. Shen and S. Shirmohammadi, "Virtual and Augmented Reality", 2008, doi: 10.1007/978-0-387-78414-4_253.
- [149] A. M. A. Musleh Al-Sartawi, *The Big Data-Driven Digital Economy: Artificial and Computational Intelligence*, 2021, ISBN: 978-3-030-73057-4.
- [150] W. Sherman and A. Craig, *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*, 2018, ISBN: 978-0-12-800965-9.
- [151] "Research for Augmented Reality in the Maritime Industry", 2020. [Online]. Available: Maritime Cyprus, <https://maritimecyprus.com/>.
- [152] N. S. Buenaobra, E. Dela Cerna Jr., C. N. Go and S. Ramos III, "Impact of Virtual Reality in Maritime Education and Training: The Case of the Maritime Academy of Asia and the Pacific", 2018.
- [153] A. Cebollero and L. Sánchez, "Virtual Reality Empowered Design", 2016.
- [154] B. Mes, "Virtual and Augmented Reality in Shipbuilding", 2018. [Online]. Available: Damen, <https://archive.damen.com/>.
- [155] "Blockchain in the shipping industry - the rise of Smart Shipping". [Online]. Available: Lexology, <https://www.lexology.com/>.
- [156] M. Jovic, M. Filipović, E. Tijan and M. Jardas, "A Review of Blockchain Technology Implementation in Shipping Industry", 2019, doi: 10.31217/p.33.2.3.
- [157] C. S. Yang, "Maritime shipping digitalization: Blockchain-based technology applications, future improvements, and intention to use", 2019, doi: 10.1016/j.tre.2019.09.020.
- [158] Startup Wharf, <https://www.startupwharf.com/>.
- [159] The Port Global, <https://www.theportglobal.com/>.
- [160] LinkedIn, <https://www.linkedin.com/>.
- [161] Quacquarelli Symonds Top Universities, <https://www.topuniversities.com/>.
- [162] "Assessing Technical Maturity". [Online]. Available: MITRE, <https://www.mitre.org/>.

