

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ
ΝΑΥΤΙΛΙΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΤΟΥ
ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ
(AIS)

Μπουκουβάλας Προκόπιος

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Ναυτιλία

Πειραιάς, Οκτώβριος 2016

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ (AIS)**

ΜΠΟΥΚΟΥΒΑΛΑΣ ΠΡΟΚΟΠΙΟΣ - ΜΝ14063
14^{ος} ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ Π.Μ.Σ. ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ix
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	x
ΜΕΡΟΣ Ι.....	1
AIS – AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM.....	1
1. Η ιστορία του AIS	2
2. Γιατί είναι χρήσιμο το AIS	4
3. Πως λειτουργεί το AIS	6
4. Που χρησιμοποιείται το AIS	11
5. Πως μπορεί το AIS να βοηθήσει την ναυτιλία και την κοινωνία	12
ΜΕΡΟΣ ΙΙ.....	14
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ	14
6. Επίγνωση της θαλάσσιας κατάστασης μέσω των Markov Logic Networks	16
6.1 Ολοκλήρωση των πολύπλοκων γεγονότων.....	17
7. CEP: Σύστημα ανάλυσης σύνθετων γεγονότων για τον εντοπισμό ανώμαλων συμπεριφορών στο θαλάσσιο περιβάλλον	20
7.2 Πρότυπο γεγονότων.....	21
7.3 Αρχιτεκτονική του συστήματος.....	21
8. CEP-traj – Σύστημα ανάλυσης σύνθετων γεγονότων βασιζόμενο στα γεγονότα των δεδομένων τροχιάς	23
9. Υποβοηθούμενα συστήματα από ηλεκτρονικούς υπολογιστές- Eurocast 2015.....	26
9.1 Χρήση του Συστήματος Αυτόματης Αναγνώρισης στην ακαδημαϊκή έρευνα.....	26
9.2 Ερευνητικά περιβάλλοντα του AIS	27
10. Ακαδημαϊκό δίκτυο AIS της ναυτιλιακής κυκλοφορίας.....	28
10.1 Στο Χονγκ Κονγκ υπήρξε αλλαγή πολιτικής που προήλθε από έναν κατάλογο των θαλάσσιων εκπομπών που δημιουργήθηκε μέσω του AIS στο λιμάνι και στο Δέλτα του ποταμού Pearl.....	28
10.2 Απογραφή των εκπομπών των πλοίων, του κοινωνικού κόστους και της οικολογικής αποδοτικότητας στο λιμάνι Yangshan της Σαγκάης	32
10.3 Έρευνα για την εκπομπή καυσαερίων από επιχειρήσεις κρουαζιέρας και επιβατηγού ναυτιλίας στο λιμάνι του Las Palmas.	35
11. Δικτυακή αναγνώριση γεγονότων από τις τροχιές κινούμενων πλοίων	37
11.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος.....	37
11.2 Ανίχνευση Γεγονότων Τροχιάς	38
ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ.....	40
ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ	40

ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ.....	40
Ερώτημα I: Να βρεθούν τα πλοία που δεν έστειλαν σήμα για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.....	45
Ερώτημα II: Ποια πλοία και πότε συναντήθηκαν σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων	52
Ερώτημα III: Να βρεθούν ποια πλοία και πότε σταμάτησαν την κίνηση τους για κάτω από 15 λεπτά.....	58
Συμπεράσματα	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	67

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας χαρακτηριστικά κλάσεων.....	9
Πίνακας 2: Σύνοψη των παραμέτρων του πρωτοκόλλου του AIS.....	27
Πίνακας 3: Σύνοψη εκπομπών στο Hong Kong (σε τόνους).....	31
Πίνακας 4: Κύριες εκπομπές ανά τύπο μηχανής (g kwh ⁻¹).....	33

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Η χρονολογική ιστορία του AIS	3
Εικόνα 2: Απαραίτητα στοιχεία ενός πλοίου. Πομποί, δέκτες, ραντάρ και θόνη χειρισμού. Πηγή: http://www.raymarine.com/	4
Εικόνα 3: Ηλεκτρονικά Συστήματα Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών (ECDIS) (Πηγή: marineobserver.wordpress.com)	5
Εικόνα 4: Θόνη ενός ραντάρ που μας δείχνει στοιχεία του σκάφους όπως τον μοναδικό αριθμό MMSI και τις συντεταγμένες του.....	5
Εικόνα 5: Οι χρονοθυρίδες του AIS.....	7
Εικόνα 6: Αριθμός εγγραφών	44
Εικόνα 7: Αριθμός πλοίων	44
Εικόνα 8: Αριθμός εγγραφών για 600 έως 10800 δευτερόλεπτα	47
Εικόνα 9: Αριθμός εγγραφών ανάμεσα σε 700 και 1800 δευτερόλεπτα	48
Εικόνα 10: Εγγραφές με 10 έως 70 αποτελέσματα	49
Εικόνα 11: Συνολικός αριθμός πλοίων που δεν έστειλαν σήμα ύστερα από τους περιορισμούς που θέσαμε	50
Εικόνα 12: Αποτελέσματα 2ου ερωτήματος	54
Εικόνα 13: Ζευγάρια πλοίων που συναντήθηκαν και πόσες φορές.....	55
Εικόνα 14: Ζευγάρια πλοίων που συναντήθηκαν από 5 έως 12 φορές	56
Εικόνα 15: Αποτελέσματα 3ου ερωτήματος	62
Εικόνα 16: Αριθμός αποτελεσμάτων για κάθε πλοίο	63

Εικόνα 17: Πλοία που δεν έστειλαν σήμα από 6 έως 15 φορές.....	63
--	----

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 1: Παράδειγμα εντοπισμού ενός σύνθετου συμβάντος παρατηρώντας τα χαρακτηριστικά του.	17
Σχήμα 2: Σχήμα συστήματος ανίχνευσης ανώμαλη κατάστασης.....	22
Σχήμα 3: Παράδειγμα διαχωρισμού και συμπίεσης τροχιάς σε χώρο 2-D.....	24
Σχήμα 4: Οι σχέσεις μεταξύ οντοτήτων και περιοχών ενδιαφέροντος όπως ανιχνεύτηκαν από το CEP-Traj σε 2-D απεικόνιση.	25
Σχήμα 5: Απαιτήσεις δεδομένων και εκτίμηση εκπομπών.....	30
Σχήμα 6: Μηνιαίες εκπομπές CO2 ανά είδος δραστηριότητας.....	34
Σχήμα 7: Καταστάσεις που σχετίζονται με τον θόρυβο στην πορεία ενός πλοίου.....	38
Σχήμα 8: Στιγμιαία και διαρκή γεγονότα.)	38

Δήλωση αυθεντικότητας / ζητήματα Copyright

Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού, που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος, που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη 1ΣΕΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Αρτίκης Αλέξανδρος (Επιβλέπων)
- Τζαννάτος Ερνέστος
- Πολέμης Διονύσιος

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ/ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή αποτελεί το τέλος του μεταπτυχιακού στη Ναυτιλία αλλά και την αρχή για νέων εμπειριών στον χώρο αυτό. Θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους με άντεξαν αυτούς τους μήνες της προσπάθειας μου και όσους μου παρείχαν τα τεχνικά μέσα που αδυνατούσα να έχω, για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας. Ευχαριστώ επίσης τον κ. Αρτίκη Αλέξανδρο που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο εξεζητημένο και σημαντικό θέμα αλλά και τη βοήθεια του όταν αυτή ήταν αναγκαία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το παγκόσμιο εμπόριο πραγματοποιείται κυρίως από τη θάλασσα, με τις εκτιμήσεις να έχουν υπολογίσει ότι το θαλάσσιο εμπόριο αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 90 % του παγκόσμιου εμπορίου. Τον Ιανουάριο του 2011, περισσότερα από 100.000 εμπορικά πλοία βρίσκονταν σε υπηρεσία. Οι προβλέψεις εκτιμούν επίσης ότι οι τρέχουσα μεταφορά φορτίου μέσω θαλάσσης είναι 8 δισεκατομμύρια τόνοι και θα έχει αυξηθεί σε 23 δισεκατομμύρια τόνους μέχρι το 2060. Η τρέχουσα και αυξανόμενη οικονομική σημασία των θαλάσσιων μεταφορών φέρνει μαζί της μια σειρά από προκλήσεις, όσον αφορά την οικολογική ευθύνη, το οικονομικό κόστος, την ασφάλεια και την προστασία. Ως πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση των προκλήσεων αυτών, εισήχθη το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (AIS), με σκοπό να παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη συμπεριφορά των σκαφών. Σε αυτή την εργασία θα αναπτύξουμε ένα σύστημα αναγνώρισης σύνθετων γεγονότων, βασιζόμενο στα δεδομένα του AIS, για τη θαλάσσια επιτήρηση και τον περιβαλλοντικό έλεγχο. Θα δούμε πως αυτό το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει και τι καταφέρει να προσφέρει στον σύγχρονο κόσμο και στις μεταφορές. Θα αναλύσουμε επίσης δεδομένα του συστήματος προσπαθώντας να αναλύσουμε τα σύνθετα γεγονότα που συμβαίνουν καθημερινά στις θάλασσες και να αναδείξουμε τη σημαντικότητα δημιουργίας συστημάτων που μέσω του AIS θα καταφέρουν να βελτιώσουν την επιτήρηση των σκαφών, μαζί με ό,τι άλλα πλεονεκτήματα αυτό μπορεί να έχει.

In English:

Global trade is carried mainly by sea, with estimates assessing that sea trade accounts for more than 90% of the global trade. As of January 2011, more than 100,000 commercial ships were in service. Projections also estimate that the current 8 billion tones of cargo transported at sea will have grown to 23 billion tones by 2060. The current and growing economic importance of maritime transport brings with it a number of challenges, in terms of ecological responsibility, financial costs, safety and security. As a first step towards addressing such challenges, the Automatic Identification System (AIS) was introduced, in order to provide real-time information about the behavior of vessels. We will show how AIS works and what it is capable of in our world and sea trade. . In this thesis we will develop a complex event recognition system, operating on AIS streams, for maritime surveillance and environmental monitoring. The AIS data will be analyzed try to show the importance of development of such systems that through AIS will improve the maritime surveillance and all of its benefits.

Keywords: Automatic Identification System, Επιτήρηση, Συστήματα σύνθετων γεγονότων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (Automatic Identification System - AIS) είναι ένα αυτόματο σύστημα παρακολούθησης που χρησιμοποιείται από πλοία και υπηρεσίες εξυπηρέτησης κυκλοφορίας πλοίων (vessel traffic services - VTS) για την ταυτοποίηση και τον εντοπισμό σκαφών με την ανταλλαγή ηλεκτρονικών δεδομένων μεταξύ κοντινών πλοίων, κεντρικούς σταθμούς AIS, και δορυφόρους. Οι πληροφορίες που παρέχονται από το AIS συμπληρώνουν το ναυτικό ραντάρ, το οποίο εξακολουθεί να είναι η κύρια μέθοδος αποφυγής συγκρούσεων στις θαλάσσιες μεταφορές.

Οι πληροφορίες που παρέχονται από τον εξοπλισμό του AIS, όπως η μοναδική ταυτοποίηση για κάθε πλοίο, η θέση, η πορεία και η ταχύτητα του, μπορεί να εμφανίζεται σε μια οθόνη ή σε ένα ECDIS. Το Ηλεκτρονικό Σύστημα Χαρτών και Πληροφοριών (Electronic Chart Display and Information System - «ECDIS») είναι ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών που χρησιμοποιούνται για τη ναυτική πλοήγηση και συμμορφώνεται με τους κανονισμούς του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) ως εναλλακτική λύση για τους χάρτινους ναυτικούς χάρτες. Το AIS έχει ως στόχο να βοηθήσει τους ναυτικούς ενός σκάφους και να επιτρέψει στις ναυτικές αρχές να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις κινήσεις των πλοίων. Το AIS ενσωματώνει ένα τυπικό VHF πομποδέκτη με ένα σύστημα εντοπισμού θέσης, όπως GPS ή ένα δέκτη LORAN-C, με άλλους αισθητήρες ηλεκτρονικής πλοήγησης, όπως μια γυροσκοπική πυξίδα ή ένα δείκτη ρυθμού στροφής του πλοίου. Σκάφη τα οποία είναι εξοπλισμένα με πομποδέκτες AIS μπορούν να παρακολουθούνται από κεντρικούς σταθμούς AIS που βρίσκονται κατά μήκος των ακτογραμμών ή όταν είναι έξω από το φάσμα των επίγειων δικτύων, μέσα από έναν αυξανόμενο αριθμό δορυφόρων που είναι εξοπλισμένοι με ειδικούς δέκτες AIS οι οποίοι είναι ικανοί να αναλύουν έναν μεγάλο αριθμό πλοίων.

Η Διεθνής Σύμβαση του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα, απαιτεί από το AIS να τοποθετείται πάνω σε πλοία που πλέουν με ολική χωρητικότητα (GT) των 300 τόνων ή περισσότερο, και όλα τα επιβατικά πλοία ανεξαρτήτως μεγέθους. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η δυνατότητα επιτήρησης της κίνησης των πλοίων και σαν κύριο στόχο του το AIS έχει την αποφυγή συγκρούσεων με άλλα πλοία ή τυχόν προσαράξεις. Αυτή ήταν και ο αρχικός λόγος που δημιουργήθηκε αυτό το σύστημα που με τα χρόνια όμως απέκτησε πολλαπλές διαστάσεις. Οι πληροφορίες που μπορεί να παρέχει για το κάθε πλοίο είναι τόσο λεπτομερείς, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ελεγχθούν πολλές άλλες επικίνδυνες καταστάσεις. Καταστάσεις όπως είναι το λαθρεμπόριο, παράνομες πρακτικές ψαρέματος, είσοδος σε απαγορευμένες θαλάσσιες περιοχές κλπ, μπορούν πλέον να εντοπίζονται με συστήματα που έχουν αναπτυχθεί και συνεχίζουν να αναπτύσσονται βασισμένα στα δεδομένα που παρέχονται από το AIS.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας θα παρουσιαστούν μερικά τέτοια συστήματα και τεχνικές έρευνας που σχετίζονται και με το περιβάλλον τα οποία λειτουργούν με βάση το AIS. Τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα είναι σε πειραματικό στάδιο ακόμα και βρίσκονται σε πιλοτική λειτουργία. Θα δείξουμε ότι υπάρχουν διαφορετικές σχολές προσέγγισης ανάπτυξης τέτοιων συστημάτων. Επίσης θα παρουσιαστούν περιβαλλοντικές έρευνες που έχουν γίνει σε διάφορες περιοχές του κόσμου βασισμένες στο AIS. Θα δούμε την πολυδιάστατη χρήση και εκμετάλλευση του AIS που μπορεί να βοηθήσει σε πολλούς τομείς τη ναυτιλία αλλά να βοηθήσει

επίσης πολλούς διαφορετικούς παράγοντες. Από αυτούς που κινούν τη ναυτιλία, δηλαδή τις ναυτιλιακές επιχειρήσεις, μέχρι τον ιδιώτη που έχει στην κατοχή του ένα μικρό σκάφος και ακόμα ολόκληρα κράτη.

Στο τρίτο και τελευταίο μέρος της εργασίας θα κάνουμε μία έρευνα πάνω σε πραγματικά δεδομένα AIS χώρο του Αιγαίου και θα δείξουμε μερικές από τις δυνατότητες αυτών των συστημάτων. Θα δημιουργηθεί μία βάση δεδομένων από ένα μεγάλο όγκο δεδομένων που θα την επεξεργαστούμε κατάλληλα για να καταλήξουμε σε συμπεράσματα, όπως το πόσο δύσκολη είναι η θαλάσσια επιτήρηση και πόσο μεγάλο όγκο πληροφοριών έχουμε να αντιμετωπίσουμε.

ΜΕΡΟΣ Ι

AIS – AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM

1. Η ιστορία του AIS

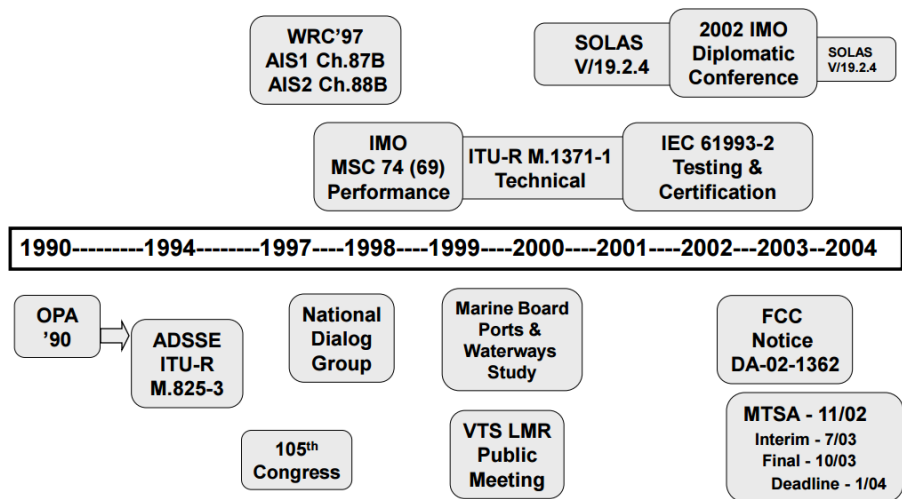
Το Automatic Identification System ήταν ιδέα την ακτοφυλακής των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Coast Guard). Τι ήταν αυτό που έκανε την ακτοφυλακή των ΗΠΑ να σκεφτεί τη δημιουργία του AIS;

Το 1990, το Κογκρέσο ψήφισε το νόμο περί της ρύπανσης από πετρέλαιο (Oil Pollution Act) του οποίου η συμμετοχή στην υπηρεσία κυκλοφορίας των πλοίων (Vessel Traffic Service - VTS) είναι υποχρεωτική και οδήγησε την Αμερικανική Ακτοφυλακή να αναζητήσει τρόπους για να επιτηρεί τα δεξαμενόπλοια μετά την προσάραξη του Exxon Valdez στην Αλάσκα. Για το σκοπό αυτό, το 1993 η αμερικανική ακτοφυλακή ανέπτυξε τον Αυτοματοποιημένο Εξοπλισμό Επιτήρησης για τα Πλοία (Automated Dependent Surveillance Shipboard Equipment - ADSSE).

Το 1997, το Κογκρέσο δήλωσε ότι το AIS είναι μια τεχνολογία θεμέλιο για κάθε μελλοντικό σύστημα VTS και ότι πιστεύει πως αυτή η τεχνολογία θα βελτιώσει σημαντικά την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, όχι μόνο σε συγκεκριμένα λιμάνια που χρησιμοποιούν το VTS, αλλά σε όλο το εύρος των υδάτων των ΗΠΑ. Καταλήξαμε όμως να χρησιμοποιούμε το AIS σε όλα τα μήκη και πλάτη της γης, χρησιμοποιώντας το σαν το βασικότερο σύστημα επιτήρησης.

Το 1999, το National Dialog Group, που αποτελείται από ιδιωτικούς και δημόσιους παράγοντες που σχετίζονται με τη θάλασσα, δήλωσε ότι υποστηρίζει σθεναρά την ευρεία χρήση του AIS χρησιμοποιώντας δορυφόρους και τεχνολογίες αναμεταδότη πάνω στα πλοία. Ανέφερε επίσης ότι η χρήση της τεχνολογίας AIS για τον μεγαλύτερο αριθμό των σκαφών που είναι απαραίτητη κρίνεται ως θεμέλιο ενός συστήματος VTS καθώς συμβάλλει στη βελτίωση της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας. Έτσι παρότρυνε ένθερμα την αμερικανική ακτοφυλακή να πάρει τα ηνία στην ανάπτυξη του εξοπλισμού και των διαδικαστικών κανόνων που θα προωθήσουν την καθολική χρήση της τεχνολογίας AIS.

Έτσι οδεύσαμε προς ένα AIS με βάση το VTS σε μια προσπάθεια να διευκολυνθούν οι διελεύσεις σκαφών, να ενισχυθεί η καλή κατάσταση στις μεταφορές, να προωθηθεί η ασφαλής ναυσιπλοΐα και να βελτιωθούν τα υφιστάμενα μέτρα λειτουργίας στη ναυσιπλοΐα. Η αμερικανική ακτοφυλακή τότε αρχικά πρότεινε την καθιέρωση ενός VTS στον Κάτω Μισισσιπή και να εγκατασταθεί εκεί εξοπλισμός για τη διαχείριση της κυκλοφορίας των πλοίων στις όχθες του ποταμού. Αυτό ήταν και το αρχικό σημείο λειτουργίας του AIS που με το πέρασμα λίγων χρόνων εξαπλώθηκε πέρα από τα σύνορα των Ηνωμένων Πολιτειών, έγινε θεσμός στην παγκόσμια ναυτιλία και από τότε κυριαρχεί όπου υπάρχει θάλασσα, ποτάμι ή λίμνη. Παρακάτω βλέπουμε τη χρονολογική σειρά διάφορων σταθμών στην πορεία δημιουργίας, λειτουργίας, θέσπισης και ανάπτυξης του AIS.



Εικόνα 1: Η χρονολογική ιστορία του AIS

2. Γιατί είναι χρήσιμο το AIS

Το AIS δημιουργεί μια πολύ βελτιωμένη επίγνωση της κατάστασης για τους ναυτικούς ξεπερνώντας τους περιορισμούς της όρασης και των ηχητικών που προέρχονται από VHF και τα ραντάρ για την αποφυγή σύγκρουσης, ανεξάρτητα από το μέγεθος του σκάφους. Παρέχει επίσης πολλές χρήσιμες πληροφορίες για τα σκάφη, όπως όνομα, αριθμό, ταχύτητα, κατεύθυνση κλπ και αναλόγως την έκδοση AIS που είναι εγκατεστημένη, παρέχονται περισσότερες λεπτομέρειες ή όχι. Είναι πολύ εύκολο και στην εγκατάσταση και στη χρήση του. Οι συσκευές που το απαρτίζουν είναι απλές συσκευές όπως πομποί και δέκτες που ενσωματώνονται στα πλοία χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία. Το AIS λειτουργεί μέσω των radar και μπορεί να μάθει να το χειρίζεται ο οποιοσδήποτε εργαζόμενος ενός πλοίου χάρις στο απλοϊκό στήσιμο του.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά μηχανικά μέρη που χρειάζονται και να συνθέσουμε ένα σύστημα AIS. Οθόνες παρακολούθησης του ραντάρ, πομποί, δέκτες, ηλεκτρονικά συστήματα απεικόνισης χαρτών και πληροφοριών είναι μερικά από τα υλικά αλλά και προγράμματα που χρειάζονται.



Εικόνα 2: Απαραίτητα στοιχεία ενός πλοίου. Πομποί, δέκτες, ραντάρ και οθόνη χειρισμού. Πηγή: <http://www.raymarine.com/>



Εικόνα 3: Ηλεκτρονικά Συστήματα Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών (ECDIS) (Πηγή: marineobserver.wordpress.com)



Εικόνα 4: Οθόνη ενός ραντάρ που μας δείχνει στοιχεία του σκάφους όπως τον μοναδικό αριθμό MMSI και τις συντεταγμένες του

3. Πως λειτουργεί το AIS

Κάθε σύστημα AIS αποτελείται από ένα πομπό VHF, δύο δέκτες VHF TDMA, έναν δέκτη DSC VHF, συνδέσεις θαλάσσιων ηλεκτρονικών επικοινωνιών επί των πλοίων για απεικόνιση της κατάστασης και συστήματα αισθητήρων. Η θέση και οι πληροφορίες για το χρόνο συνήθως προέρχονται από ένα ενσωματωμένο ή εξωτερικό σύστημα παγκόσμιας δορυφορικής πλοήγησης (π.χ. GPS), που περιλαμβάνει έναν μέσης συχνότητας δέκτη GNSS για την ακριβή θέση στα παράκτια και στα εσωτερικά ύδατα. Διάφορες άλλες πληροφορίες που μεταδίδονται από το AIS, εάν είναι διαθέσιμες, λαμβάνονται ηλεκτρονικά από τον εξοπλισμό του πλοίου μέσω συνδέσεων διαχείρισης θαλάσσιων δεδομένων. Οι πληροφορίες για την κλάση, την πορεία και την ταχύτητα κανονικά θα πρέπει να παρέχονται από όλα τα συστήματα AIS των εξοπλισμένων πλοίων. Θα μπορούσαν επίσης να δίνονται και άλλες πληροφορίες, όπως ο ρυθμός στροφής, η γωνία κλίσης, το pitch and roll (κλίση του πλοίου) και ο προορισμός και ο εκτιμώμενος χρόνος άφιξης (ETA). Συνήθως είναι στην ευχέρεια των εκάστοτε χειριστών του πλοίου ή των ανωτέρων τους αν θα δείχνουν αυτά τα στοιχεία.

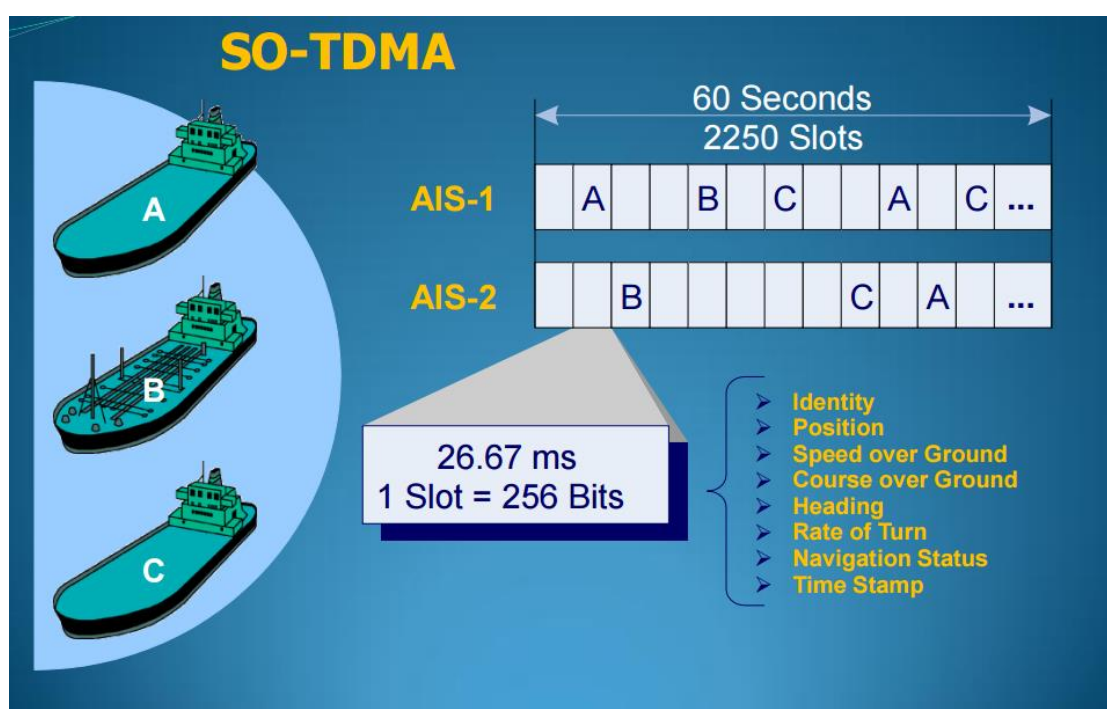
Το AIS λειτουργεί με αυτόνομο και συνεχή τρόπο, χωρίς να χρειάζεται ο εξοπλισμός του να βρίσκεται σε ανοικτές θάλασσες ή παράκτιες περιοχές. Αν και μόνο ένα ραδιοφωνικό κανάλι είναι αναγκαίο, κάθε σταθμός μεταδίδει και δέχεται πάνω από δύο ραδιοφωνικά κανάλια για την αποφυγή προβλημάτων παρεμβολών και έτσι επιτρέπει στα κανάλια να μετατοπιστούν χωρίς την απώλεια επικοινωνιών από άλλα πλοία. Το σύστημα προβλέπει την αυτόματη επίλυση του προβλήματος σύγχυσης μεταξύ σταθμών (όταν γίνει παρεμβολή στον ίδιο σταθμό από πολλούς διαφορετικούς) και η ακεραιότητα των επικοινωνιών διατηρείται ακόμη και σε καταστάσεις υπερφόρτωσης.

Κάθε σταθμός καθορίζει το δικό του πρόγραμμα της μετάδοσης, με βάση τα δεδομένα που συνδέουν το ιστορικό της ανταλλαγής δεδομένων και τη γνώση των μελλοντικών δράσεων από άλλους σταθμούς. Μια αναφορά θέσης από ένα σταθμό AIS εντάσσεται σε μία από τις 2250 χρονοθυρίδες που έχουν δημιουργηθεί μέσα σε κάθε 60 δευτερόλεπτα. Οι σταθμοί AIS συγχρονίζονται συνεχώς, για να αποφευχθεί η επικάλυψη των μεταδόσεων από άλλους σταθμούς. Η επιλογή των χρονοθυρίδων από το σταθμό AIS είναι τυχαία και εντάσσεται μέσα σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα, έχοντας όμως ένα τυχαίο χρονικό όριο μετάδοσης μεταξύ 0 και 8 καρέ. Όταν ένας σταθμός αλλάζει την κατανομή των χρονοθυρίδων του, ανακοινώνει και τη νέα θέση και το χρονικό όριο για την εν λόγω θέση. Με αυτό τον τρόπο οι νέοι σταθμοί, συμπεριλαμβανομένων εκείνων των σταθμών που ξαφνικά έρχονται εντός εμβέλειας του ραντάρ των πλοίων, θα λαμβάνονται πάντα από τα σκάφη αυτά. Η καρδιά του συστήματος είναι ένα πρωτόκολλο μετάδοσης που διαχειρίζεται την πολλαπλή πρόσβαση δεδομένων στο σταθμό στον ίδιο χρόνο. Το πρωτόκολλο αυτό επιτρέπει στο AIS να είναι αυτόνομο και συνεχούς λειτουργίας.

Η απαιτούμενη χωρητικότητα αναφοράς πλοίων σύμφωνα με το πρότυπο επιδόσεων του IMO ανέρχεται σε τουλάχιστον 2000 χρονοθυρίδες ανά λεπτό, αν και το σύστημα παρέχει 4500 χρονοθυρίδες ανά λεπτό. Ο τρόπος μετάδοσης SOTDMA επιτρέπει στο σύστημα να είναι υπερφορτωμένο από 400 έως 500%, μέσω κοινής χρήσης των slots, και να εξακολουθεί να έχει σχεδόν 100% απόδοση για τα πλοία που είναι πιο κοντά από 8-10 NM το ένα με το άλλο. Σε περίπτωση υπερφόρτωσης του συστήματος, μόνο οι στόχοι που είναι αρκετά μακριά θα πετιούνται εκτός από το να στείλουν άμεσα μηνύματα, προκειμένου να δοθεί προτεραιότητα στους πιο κοντινούς

στόχους. Στην πράξη, η ικανότητα του συστήματος είναι σχεδόν απεριόριστη, επιτρέποντας ένα μεγάλο αριθμό πλοίων να φιλοξενούνται ταυτόχρονα. Και εφόσον τόσα πολλά πλοία δεν μπορούν να βρεθούν σε τόσο μικρό χώρο σημαίνει θεωρητικά πως υπάρχει απεριόριστη ικανότητα.

Το εύρος κάλυψης του συστήματος είναι παρόμοιο με άλλες εφαρμογές του VHF εφόσον αυτό χρησιμοποιείται και ουσιαστικά ανάλογα με το ύψος της κεραίας. Η διάδοση του είναι ελαφρώς καλύτερη από εκείνη των ραντάρ, λόγω του μεγαλύτερου μήκους κύματος, έτσι είναι δυνατόν να «βλέπει» γύρω από «στροφές» και πίσω από τα νησιά, εφόσον τα βουνά και οι λόφοι της ηπειρωτικής γης δεν είναι πάρα πολύ υψηλοί. Μια τυπική τιμή που πρέπει να αναμένεται στη θάλασσα είναι 20 ναυτικά μίλια. Με τη βοήθεια των σταθμών αναμετάδοσης, η κάλυψη τόσο για το πλοίο όσο και για τους σταθμούς VTS μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά.



Εικόνα 5: Οι χρονοθυρίδες του AIS

Το AIS χωρίζεται σε 2 κλάσεις, η καθεμία με κοινές αλλά και διαφορετικές δυνατότητες. Το κύριο σύστημα αναφέρεται ως κλάση A. Λόγω όμως της πρόβλεψης της αύξησης πολλών σκαφών που δεν θα ρυθμίζουν σωστά το AIS τους και με συνέπεια να καταλήξουν περισσότερα από τα σκάφη που ρυθμίζουν τα συστήματά τους, η Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας ανέθεσε σε τεχνικούς να αναπτύξουν ένα εναλλακτικό σύστημα που είναι η κλάση B.

Κλάση A

Η κλάση A περιλαμβάνει θαλάσσιο κινητό εξοπλισμό που προορίζεται να πληροί τα πρότυπα επιδόσεων και τις απαιτήσεις μεταφοράς που υιοθέτησε ο IMO.

Οι σταθμοί κατηγορίας A αναφέρουν τη θέση των πλοίων κάθε 2-10 δευτερόλεπτα το οποίο εξαρτάται από την ταχύτητα του σκάφους ή/και αλλαγές πορείας (κάθε τρία λεπτά ή λιγότερο όταν βρίσκεται αγκυροβολημένο). Οι πληροφορίες του ταξιδιού του πλοίου αποστέλλονται κάθε 6 λεπτά. Οι σταθμοί κατηγορίας A είναι επίσης σε θέση να μεταδίδουν μηνύματα κειμένου που σχετίζονται με την ασφάλεια και επίσης στέλνουν συγκεκριμένα μηνύματα, όπως μετεωρολογικά δεδομένα, ηλεκτρονικές ειδοποιήσεις πρόγνωσης καιρού προς τους ναυτικούς, και άλλες θαλάσσιες πληροφορίες για την ασφάλεια των πλοίων και του προσωπικού τους.

Η κλάση A:

- Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο SOTDMA
- 2 έως 10 δευτερόλεπτα διάστημα αποστολής μεταξύ των δεδομένων
- 3 λεπτά διάστημα αποστολής δεδομένων, όταν είναι αγκυροβολημένο
- Στέλνει συμπληρωματικά στοιχεία ανά 6 λεπτά
- πομπός 12.5 watt

Κλάση B

Υπάρχει και εξοπλισμός που είναι διαλειτουργικός με όλους τους σταθμούς AIS, αλλά, δεν πληροί όλες τις προδιαγραφές απόδοσης που εγκρίθηκε από τον IMO. Παρόμοιος με τον εξοπλισμό της κατηγορίας A, στέλνει σήμα κάθε τρία λεπτά ή λιγότερο όταν το πλοίο είναι αγκυροβολημένο, αλλά η θέση του αναφέρεται λιγότερο συχνά και σε χαμηλότερη ισχύ. Ομοίως, αναφέρει στατικά δεδομένα του σκάφους κάθε 6 λεπτά, αλλά όχι οποιαδήποτε πληροφορία σχετικά με το ταξίδι. Μπορεί να λάβει σχετικό κείμενο ασφαλείας και διαθέτει την εφαρμογή συγκεκριμένων μηνυμάτων, αλλά δεν μπορεί να τα μεταδώσει. Υπάρχουν δύο τύποι της κατηγορίας B AIS. Εκείνος που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο της κλάσης είναι πιο ικανός ενώ ο 2^{ος} τύπος της κλάσης B είναι γενικά λιγότερο δαπανηρός.

Η κλάση B:

- Χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο CSTDMA που συνυφαίνει με μεταδόσεις κλάση A
- 30 δεύτερα είναι το διάστημα του σήματος, ενώ το πλοίο είναι σε κίνηση (> 2 κόμβοι)
- 3 λεπτά είναι το διάστημα του σήματος, ενώ είναι αγκυροβολημένο
- Συμπληρωματικά στοιχεία στέλνονται ανά 6 λεπτά
- πομπός 2 watt

Σύγκριση κλάσεων A & B	Κλάση A	Κλάση B
Ισχύς μετάδοσης	2 w	12.5w/ 2w (low-power)
Ρυθμός αναφοράς	2-10 sec (αναλόγως	30 sec

	ταχύτητας)	
Πρωτόκολλο επικοινωνίας	SO-TDMA	CS-TDMA
Εύρος συχνότητας	156.025-162.025 MHz	161.500-162.025 MHz
Εντοπισμός θέσης	Εξωτερικό GNSS & εσωτερικό GPS	Εσωτερικό GPS
Ψηφιακές διεπαφές	2 Input- Output ports & multiple ports	Προαιρετικό
Απεικόνιση	Πολλαπλή απεικόνιση μέσω ηλεκτρολογίου	Προαιρετικό
Μήνυμα ασφαλείας	Λήψη & διαβίβαση	Προαιρετική και προρυθμισμένη μετάδοση
Δεδομένα	Όλα τα δεδομένα	Όχι ρυθμό στροφής, στάτους πλοήγησης, προορισμό, ETA, βύθισμα, αριθμό IMO
Πάροχοι	22 μοντέλα & 16 κατασκευαστές	8 μοντέλα & 8 κατασκευαστές
Κόστος κατά προσέγγιση	2800- 4000 \$	700- 1500\$

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας χαρακτηριστικά κλάσεων

Κύριες μεταδόσεις του AIS:

- Γεωγραφικό πλάτος (και οι δύο κλάσεις)
- Γεωγραφικό μήκος (και οι δύο κλάσεις)
- Ταχύτητα (και οι δύο κλάσεις)
- Πορεία (και οι δύο κλάσεις)
- Ακρίβεια Θέσης (και οι δύο κλάσεις)
- Ένδειξη ώρας (και οι δύο κλάσεις)
- Αριθμός MMSI (και οι δύο κλάσεις)
- Όνομα πλοίου (Α απαραίτητο - Β μόνο εάν είναι διαθέσιμο)
- Ρυθμός στροφής (μόνο κλάση Α)
- Κατάσταση πλοήγησης (μόνο της κατηγορίας Α)
- Ένδειξη Y/N αν υπάρχει δέκτης DSC (Μόνο κλάση Β)

Συμπληρωματικές μεταδόσεις του AIS:

- MMSI (και οι δύο κλάσεις)
- Διακριτικό κλήσεως ασυρμάτου (και οι δύο κλάσεις)
- Όνομα (και οι δύο κλάσεις)
- Τύπος Πλοίου / Φορτίο (και οι δύο κλάσεις)
- Διαστάσεις του πλοίου (και οι δύο κλάσεις)
- Θέση του σημείου αναφοράς (και οι δύο κλάσεις)
- Αριθμός IMO (Α μόνο)
- Τύπος συσκευής εντοπισμού στίγματος (Α μόνο)

- Βύθισμα του πλοίου (Α μόνο)
- Προορισμός (Α μόνο)
- ETA στον προορισμό (Α μόνο)
- ID Προμηθευτή (Β μόνο)

Απαιτούμενες εγκαταστάσεις για τη λειτουργία του εξοπλισμού:

- Κεραίες VHF
- Καλωδιώσεις για GPS Κεραίες,
- Εξοπλισμός για τις διασυνδέσεις των μηχανημάτων,
- Ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία του εξοπλισμού,
- Βύσματα για να συνδεθούν τα μηχανήματα

Το AIS μπορεί να μεταφέρει δεδομένα μέσω δυαδικών μηνυμάτων:

- Παρέχει τα μέσα για να χρησιμοποιηθούν και άλλες εφαρμογές
- Εφαρμογή κωδικοποίησης στην πλευρά μετάδοσης
- Εφαρμογή αποκωδικοποίησης από την πλευρά λήψης
- Στέλνει τα δεδομένα σαν γενικά ή εξειδικευμένα μηνύματα
- Τα εξειδικευμένα μηνύματα (MMSI-to-MMSI) λαμβάνουν μια επιβεβαίωση ότι το δυαδικό μήνυμα ελήφθη

4. Που χρησιμοποιείται το AIS

AIS βοήθημα για τη ναυσιπλοΐα (Aid to Navigation - ATON)

Οι σταθμοί ξηράς αλλά και οι κινητοί που παρέχουν τη θέση και την κατάσταση των πλοίων σαν βοήθημα για την πλοήγηση μπορούν επίσης να μεταδώσουν συγκεκριμένα μηνύματα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι σταθμοί αυτοί δίνουν αναφορές συνήθως κάθε τρία λεπτά ή λιγότερο.

AIS σαν πομπός Έρευνας και Διάσωσης (Search and Rescue Transmitter - START)

Ο κινητός εξοπλισμός που βρίσκεται στα πλοία βοηθάει και στην κατάσταση του ίδιου το υπλοίου (δηλαδή στα ναυαγιστικά μέσα του πλοίου). Ένα AIS SART μεταδίδει ένα κείμενο έναρξης μιας κατάστασης (είτε «TEST SART» ή «ACTIVE SART»). Όταν ενεργοποιηθεί αυτό το μήνυμα μεταδίδει επίσης ένα μήνυμα θέσης (με την κατάσταση πλοήγησης) με 8 μηνύματα ανά λεπτό.

Κεντρικές μονάδες του AIS

Οι κεντρικοί σταθμοί του AIS που μεταδίδουν πληροφορίες για την ασφάλεια στη θάλασσα παρέχουν την ταυτότητα, το χρόνο και μηνύματα κειμένου, μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως σταθμοί AIS ATON ή μεταδότες συγκεκριμένων μηνυμάτων για μετεωρολογικές ή υδρολογικές πληροφορίες κ.λπ. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι εν λόγω σταθμοί που λειτουργούν αποκλειστικά μέσω της Αμερικάνικης ακτοφυλακής στέλνουν αυτά τα μηνύματα κάθε δέκα δευτερόλεπτα και προσδιορίζονται με έναν αριθμό MMSI.

5. Πως μπορεί το AIS να βοηθήσει την ναυτιλία και την κοινωνία

Το AIS δεν είναι μόνο ένα σύστημα μεταφοράς δεδομένων από τα πλοία στη στεριά και από το ένα πλοίο στο άλλο. Δεν είναι μόνο η υποχρεωτική ύπαρξη του στα πλοία που το κάνει ένα τόσο σημαντικό σύστημα. Το AIS μπορεί να βοηθήσει σε πολλούς τομείς πέρα από την αναφορά μέσω των δεδομένων που στέλνει και λαμβάνει. Είναι αρχικά εργαλείο αποφυγής ατυχημάτων, συγκρούσεων δηλαδή μεταξύ πλοίων αλλά και πλοίων με τη στεριά. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις αρχές του κάθε τόπου ως ένα πανίσχυρο εργαλείο επιτήρησης των θαλάσσιων περιοχών. Επίσης οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις εγκαθιστώντας το στα πλοία τους, έχουν τον πλήρη έλεγχο και γνωρίζουν σχεδόν ακριβώς σε τι κατάσταση βρίσκονται αυτά. Δηλαδή πέρα από τον αρχικό σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε υπάρχουν και άλλες πολύ σημαντικές χρήσεις.

Μια ακόμη δυνατότητα του είναι η δημιουργία συστημάτων ηλεκτρονικής παρακολούθησης που θα σημαίνουν συναγερμό σε περιπτώσεις που υπάρχει πρόβλημα. Αυτά τα συστήματα θα χρησιμοποιούν τα δεδομένα του AIS και θα τα αναλύουν απευθείας, δηλαδή τη στιγμή που φτάνουν έτσι ώστε να υπάρχει χρόνος αντίδρασης. Τα συστήματα αυτά είναι καινούρια σχετικά και τα περισσότερα σε πειραματικό στάδιο καθώς χρειάζεται πολλή, χρονοβόρα και σοβαρή δουλειά από ειδικούς ανθρώπους που θα καταφέρουν να δημιουργήσουν τόσο ισχυρά εργαλεία. Μια χρήση του AIS θα μπορεί να είναι η μέτρηση των εκπομπών καυσαερίων των πλοίων σε συγκεκριμένες περιοχές. Γνωρίζοντας πόσα πλοία, τι είδους πλοία, τι κινήσεις έκαναν αυτά τα πλοία και γενικά την δράση πλοίων σε μια συγκεκριμένη περιοχή θα μπορούμε να αποτυπώνουμε τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο που έχουν οι εκπομπές τους. Έτσι θα γνωρίζουμε τα επίπεδα μόλυνσης του αέρα σε μια συγκεκριμένη περιοχή και σε συγκεκριμένη περίοδο. Αυτό θα προκαλέσει την ύπαρξη αυστηρότερων κανονισμών περί αυτού του προβλήματος ειδικά σε περιοχές που πλήττονται ραγδαία από τις εκπομπές καυσαερίων των πλοίων. Ακόμα αναπτύσσονται συστήματα τα οποία αναγνωρίζουν on-line διάφορα σύνθετα γεγονότα τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ύποπτα. Αυτά μπορεί να είναι η αιφνίδια στάση ενός πλοίου στη μέση της θάλασσας που μπορεί να σημαίνει ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα με τον εξοπλισμό του ή με κάποιο επιβάτη ή ακόμα και κάποια παράνομη δραστηριότητα, όπως ψάρεμα σε απαγορευμένες περιοχές, συνάντηση με άλλο σκάφος (για διεξαγωγή λαθρεμπορίου). Στις τελευταίες περιπτώσεις των παράνομων δραστηριοτήτων πολλές φορές το πλοίο ή τα πλοία που θα συμμετάσχει σε αυτές τις πράξεις κλείνει το AIS, σταματώντας να εκπέμπει για να μην μπορεί να εντοπιστεί εύκολα. Άλλο τέτοιο σύνθετο γεγονός είναι όταν 2 πλοία πλησιάζουν επικίνδυνα και μπορεί να υπάρξει σύγκρουση (ή ακόμα και σύγκρουση – προσάραξη στη στεριά). Επίσης επικίνδυνος ελιγμός είναι ένδειξη ύποπτου γεγονότος ειδικά αν προέρχεται από εμπορικό πλοίο που δύσκολα κάνει τέτοιους ελιγμούς. Αυτό μπορεί να συνέβαινε λόγω μιας παράνομης ανταλλαγής φορτίου, όπως ναρκωτικά, όπλα και λαθρεμπόριο. Ακόμα ύποπτο είναι όταν δύο πλοία που έχουν πλησιάσει αρκετά απομακρυνθούν από την περιοχή με μεγάλη ταχύτητα. Άλλο τέτοιο γεγονός είναι γενικά το να έχω πολύ μεγάλες ή πολύ μικρές ταχύτητες. Τα πλοία συνήθως κινούνται σε συγκεκριμένες ταχύτητες και διαδρομές, έτσι αν έχω μια απότομη μεταβολή ταχύτητας σημαίνει πως κάτι συμβαίνει. Επίσης υπάρχουν και οι αποκλίσεις από τις πορείες των πλοίων. Τα πλοία κινούνται όπως είπαμε σε

συγκεκριμένες τροχιές. Έτσι αν παρακάμψουν από αυτές θα το κάνουν για λόγους ανάγκης ή για να παρανομήσουν. Σε συνέχεια αυτού έρχεται η απότομη στροφή ενός σκάφους. Τα σκάφη και ειδικά τα μεγάλα ακολουθούν ομαλές τροχιές και αυτό σημαίνει πως μια απότομη στροφή θα μπορούσε να είναι ένα γεγονός προς παρακολούθηση. Όλα αυτά τα γεγονότα μαζί με πολλά άλλα ακόμα επιχειρούν αυτά τα συστήματα να εξετάσουν για να υπάρξει επαρκής έλεγχος.

Έτσι λοιπόν αναπτύσσονται συνεχώς συστήματα επιτήρησης βασισμένα στο AIS που θα μπορούν να αναγνωρίζουν τέτοια γεγονότα και να ειδοποιούν εγκαίρως τα ενδιαφερόμενα μέρη. Τέτοια συστήματα αναλύουμε στο δεύτερο μέρος της εργασίας τα οποία αποτελούν και μέρος έρευνας που γίνεται πάνω σε αυτά τα συστήματα, δείχνοντας τα χαρακτηριστικά, τη φιλοσοφία της λειτουργίας τους, τις ιδιαιτερότητες, τις δυνατότητες αλλά και τους περιορισμούς τους. Θα δείξουμε μελέτες και έρευνες που έχουν γίνει πάνω σε αυτά τα συστήματα σε πραγματικές συνθήκες με πραγματικά αποτελέσματα.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ

Η ανάγκη για επιτήρηση στο θαλάσσιο χώρο διαρκώς αυξάνεται. Τα προβλήματα σε αυτόν τον χώρο συνεχώς αυξάνονται καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, γι' αυτό στον αντίποδα με βάση την τεχνολογική εξέλιξη εξελίσσονται και τα συστήματα επιτήρησης. Η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει στην εξέλιξη αυτών των συστημάτων που μέσα από πολύπλοκους αλγόριθμους μπορούν να εντοπίζουν έγκαιρα τυχόν προβλήματα, να ειδοποιούν τα αρμόδια μέλη και να αποτρέπονται δυσάρεστες καταστάσεις. Ειδικά τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια αύξηση σε αυτά τα συστήματα, κάτι που βοήθησε και η άνθηση των δορυφορικών συστημάτων. Όλο και περισσότεροι επιστήμονες ασχολούνται με αυτόν τον τομέα της ναυτιλίας. Μελλοντικά αυτά τα συστήματα θα είναι οι κατευθυντήριες δυνάμεις επιτήρησης των ναυτιλιακών επιχειρήσεων για τους στόλους τους, αλλά και τα πιο ισχυρά μέσα επιτήρησης που θα διαθέτουν οι αρμόδιες αρχές. Τα συστήματα αυτά, αναγνώρισης σύνθετων γεγονότων θα αναγνωρίζουν όλα αυτά τα γεγονότα που αναφέραμε στο πρώτο μέρος της εργασίας σε πραγματικό χρόνο και θα ειδοποιούν τα εμπλεκόμενα μέρη για να πράξουν αναλόγως με την κατάσταση. Έτσι θα αποφεύγονται πολλές δυσάρεστες καταστάσεις που για τις ναυτιλιακές επιχειρήσεις σημαίνει χρόνος και χρήμα και για τις αρμόδιες αρχές των κρατών σημαίνει ασφάλεια, νομιμότητα αλλά και χρήμα.

Αργά ή γρήγορα αυτά τα συστήματα όταν θα μπορούν να είναι απολύτως αξιόπιστα θα είναι πολύ δυνατά εργαλεία στα χέρια όσων τα έχουν. Προβλέπεται πως μελλοντικά θα θεσπιστούν με νόμο και θα είναι υποχρεωτικά να τα έχουν όλες οι αρμόδιες αρχές και οι ναυτιλιακές για την μέγιστη δυνατή επιτήρηση του θαλάσσιου χώρου. Η αλήθεια είναι πως πριν προλάβει να θεσπιστεί κάποιος τέτοιος νόμος είναι σχεδόν βέβαιο πως θα υιοθετηθούν από τις ναυτιλιακές αφού θα καταλάβουν τα τρομερά πλεονεκτήματα που θα τους προσφέρουν, αποφέροντας τους μεγαλύτερα κέρδη.

Στα επόμενα υποκεφάλαια του δεύτερου μέρους της εργασίας, θα παρουσιάσουμε μερικά τέτοια συστήματα αναγνώρισης σύνθετων γεγονότων στη θάλασσα που σκοπό έχουν την καλύτερη επιτήρηση του θαλάσσιου χώρου αλλά και έρευνες που έχουν γίνει βασιζόμενες στη χρήση δεδομένων AIS. Θα γίνει παρουσίαση τους και θα δοθούν αληθινά παραδείγματα χρήσης.

6. Επίγνωση της θαλάσσιας κατάστασης μέσω των Markov Logic Networks

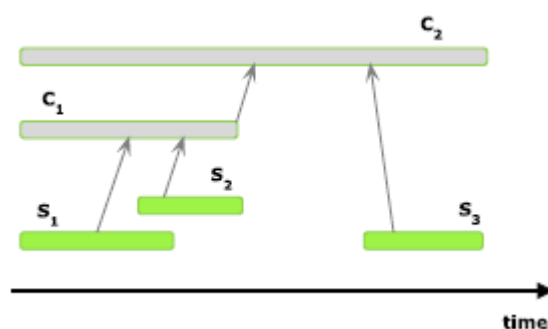
Τα Markov Logic Networks (MLNs) είναι ισχυρά εργαλεία για την κωδικοποίηση αβέβαιης γνώσης και βγάζουν συμπεράσματα με βάση τα όσα παρατηρούνται. Τα MLNs συνδυάζουν την εκφραστική δύναμη της λογικής με την πιθανολογική διαχείριση της αβεβαιότητας των δικτύων Markov [Lauro Snidaro, Ingrid Visentini, Karna Bryan, 2013]. Στο πλαίσιο αυτό, τα διάφορα είδη της γνώσης με σχετική αβεβαιότητα μπορούν να συγχωνευθούν μαζί για την αξιολόγηση της κατάστασης εκφράζοντας τα μη παρατηρήσιμα γεγονότα ως ένα λογικό συνδυασμό απλούστερων αποδείξεων.

Τα συστήματα εκτίμησης της κατάστασης, π.χ. ένα αυτόματο σύστημα επιτήρησης είναι σε θέση να ασχοληθεί με τεράστιες ποσότητες δεδομένων και πληροφοριών ακόμα και ετερογενούς φύσεως. Στόχος τους είναι να παρέχουν μια συνεχώς ενημερωμένη εικόνα της κατάστασης σχετικά με το παρατηρούμενο περιβάλλον ή το σύνολο των οντοτήτων σε μια επιχείρηση, προκειμένου να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων από τον άνθρωπο. Τα χαμηλού επιπέδου δεδομένα είναι η κύρια πηγή των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται για να κατανοήσουμε τα παρατηρούμενα γεγονότα και να εντοπίσουμε ανώμαλες συνθήκες. Μέχρι τώρα η θαλάσσια επιτήρηση βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο Automatic Identification System (AIS), σε παράκτια ραντάρ, σε φωτογραφίες από διαστημικούς σταθμούς και άλλους αισθητήρες, για να σχηματίσουν μια εικόνα στην οποία ο χειριστής μπορεί να αναγνωρίσει πολύπλοκες καταστάσεις και να λάβει αποφάσεις. Το σύστημα συνήθως τροφοδοτείται από τις παρατηρήσεις χαμηλού επιπέδου που παρέχονται από τους αισθητήρες, καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο την πλειοψηφία των μη φυσιολογικών καταστάσεων. Ωστόσο, είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε πόσο οι ανώμαλες συμπεριφορές δεν ακολουθούν πάντα τα πρότυπα και τις τάσεις ή γνωστά μοτίβα, ειδικά αν σχετίζονται αποκλειστικά και μόνο σε κινήσεις σκαφών, αλλά μερικές φορές παίρνουν τη μορφή φαινομενικά άσχετων δραστηριοτήτων σε μεγαλύτερη κλίμακα. Η εστίαση στην κίνηση των πλοίων θα πρέπει να αντικατασταθεί από ένα γενικότερο πεδίο, όπου το ιδανικό σύστημα επιτήρησης για την κατάσταση θα πρέπει να είναι ευέλικτο και αρκετά προσαρμοστικό ώστε να ενσωματώσει τόσο χαμηλού επιπέδου αλλά και υψηλού επιπέδου πληροφορίες, να ανιχνεύει ανώμαλες ή ύποπτες καταστάσεις, αλλά επίσης και τις σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων.

Εκμεταλλευόμαστε τα MLNs για να κωδικοποιήσουμε την αβέβαιη γνώση, έτσι ώστε τα δεδομένα που προέρχονται από πολλαπλές πηγές (και πιθανώς ετερογενείς), να λειτουργήσουν με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύψουν τα ελλειπή στοιχεία. Ένα βασικό σημείο της χρήσης των MLNs είναι η ικανότητά τους να χειρίζονται τόσο πλήρη όσο και ελλειπή δεδομένα, το οποίο μας δίνει κρίσιμα χαρακτηριστικά που δύσκολα βρίσκονται με άλλες προσεγγίσεις, αλλά είναι χρήσιμα, ιδίως στον τομέα της ναυτιλίας, όπου τα δεδομένα είναι συχνά ανακριβή, καθυστερούν ή απλά είναι μη διαθέσιμα.

Ένα γεγονός μπορεί είναι ένα σημαντικό περιστατικό. Μπορεί να υποδιαιρεθεί σε απλά γεγονότα, ή σε σύνθετα, τα οποία είναι ένας συνδυασμός ατομικών ή πολύπλοκων γεγονότων. Ένα απλό γεγονός, είναι κάθε σημαντική διακύμανση των δεδομένων εισόδου. Μπορεί να είναι άμεσα παρατηρήσιμο ή όχι, και μπορεί να είναι είτε στιγμιαίο είτε να διαρκεί ένα αυθαίρετα μεγάλο χρονικό διάστημα. Όπως υποδηλώνει το όνομα του, αυτό το γεγονός είναι ο πιο βασικός

τύπος περιστατικού και δεν μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω σε απλούστερα γεγονότα. Τα σύνθετα γεγονότα είναι ένας συνδυασμός δύο ή περισσότερων γεγονότων (απλών ή σύνθετων) που μπορούν να συνδυαστούν μέσα από λογικούς τελεστές (AND, OR, NOT). Τα σύνθετα γεγονότα μπορούν να προκληθούν είτε από μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, μετά από μια διατεταγμένη ακολουθία γεγονότων, ή είναι απλώς μια μη διατεταγμένη συλλογή τους. Επιπλέον, ένα σύνθετο γεγονός μπορεί να αποτελείται από ένα ετερογενές συνδυασμό γεγονότων που δημιουργείται από δεδομένα σε διαφορετικά επίπεδα. Σε γενικές γραμμές, τα σύνθετα γεγονότα καλύπτουν ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.



Σχήμα 1: Παράδειγμα εντοπισμού ενός σύνθετου συμβάντος παρατηρώντας τα χαρακτηριστικά του. Το C₂ είναι σύνθεση του σύνθετου γεγονότος C₁ και του απλού S₃. Όλα τα γεγονότα της εικόνας δεν είναι στιγμιαία καθώς διαρκούν ένα συγκεκριμένο χρόνο.

Μια ανωμαλία μπορεί να θεωρηθεί ένα κρίσιμο γεγονός στο οποίο το σύστημα καλείται να αντιδράσει. Συνήθως, ορίζονται όρια εάν τα δεδομένα εισόδου μπορεί να θεωρηθούν απρόσμενα ή ανώμαλα, προκαλώντας έτσι μια εξαίρεση. Τα κατώτατα όρια, παρέχονται από ειδικούς ή ορίζονται από το ίδιο το σύστημα μέσω των δεδομένων, ως εκ τούτου, χρησιμοποιούνται για να εντοπίσουν αμέσως μια ανώμαλη κατάσταση. Ωστόσο, οι ανωμαλίες δεν παρέχουν καμία απολύτως ιδέα για την έννοια του γεγονότος. Μια ανώμαλη περίπτωση είναι ένα περιστατικό κάποιου τύπου που αποκλίνει από τις αναμενόμενες τιμές ή συμπεριφορά. Η ενασχόληση με την αβεβαιότητα είναι ένα από τα πιο επιθυμητά χαρακτηριστικά για το συγκεκριμένο σύστημα, όπως τα αβέβαια δεδομένα επηρεάζουν τις αποφάσεις και την ποιότητα των εκτιμήσεων. Η αβεβαιότητα ορίζεται ως η έλλειψη ακριβούς γνώσης, η οποία θα μας επιτρέψει να διαμορφώσουμε ένα αξιόπιστο συμπέρασμα.

6.1 Ολοκλήρωση των πολύπλοκων γεγονότων

Οι ανώμαλες ή κρίσιμες καταστάσεις πρέπει να συνταχθούν από μια σειρά από δείκτες που προέρχονται από μία φαινομενικά φυσιολογική συμπεριφορά που παρατηρήθηκε. Οι δείκτες γενικά έχουν τη μορφή απλών γεγονότων, αλλά αυτό δεν αποτελεί κανόνα και ένα πολύπλοκο συμβάν μπορεί να αποτελείται από έναν αυθαίρετο συνδυασμό απλών και άλλων πολύπλοκων γεγονότων. Για να προετοιμάσει μια έγκαιρη απάντηση, το σύστημα θα πρέπει να λαμβάνει τα

κατάλληλα αντίμετρα, ή απλά να προγραμματίσει εκ των προτέρων τις μελλοντικές δράσεις και θα ήταν βέβαια χρήσιμο να ανιχνεύσει μια κρίσιμη κατάσταση, όταν πρόκειται να συμβεί. Θα ήταν ενδιαφέρον, στη συνέχεια, να εντοπίζονται τα σύνθετα γεγονότα που έχουν "σχεδόν ολοκληρωθεί" ή, είναι σχεδόν αληθινά. Με άλλα λόγια, θα ήταν χρήσιμο να παρέχει στο χειριστή μια συνεχώς ενημερωμένη ένδειξη για το πώς τα σύνθετα γεγονότα δημιουργούνται.

Το σύστημα αυτό στο ερευνητικό κομμάτι του εξέτασε δύο βασικά σενάρια. Στην πρώτη περίπτωση, ένα υποθετικό ραντεβού μεταξύ πλοίων. Οι εμπειρογνώμονες καλούνται να αναδείξουν κοινά πρότυπα και να δημιουργήσουν τη βάση γνώσεων και μετά τον ορισμό της κατάστασης. Στο δεύτερο σενάριο, η απειλή αντιπροσωπεύεται από έναν επικίνδυνο συνδυασμό των υλικών που μεταφέρονται από φορτηγά πλοία που φτάνουν σε γειτονικές θέσεις ελλιμενισμού ταυτόχρονα.

Σενάριο συνάντησης σκαφών: Το πρώτο σενάριο έχει ως στόχο να εντοπίσει ένα «ραντεβού» μεταξύ σκαφών, δηλαδή μια συνάντηση δύο πλοίων για διακίνηση ή λαθρεμπόριο ανθρώπων ή εμπορευμάτων. Τα δύο σκάφη δεν έχουν συνήθως το σύστημα αναμεταδότη ενεργοποιημένο για να μπορέσουν να κάνουν τη δουλειά του «αόρατου». Έτσι δεν εντοπίζονται και συνήθως βρίσκονται αρκετά μακριά από την ακτή. Μια λιγότερο συχνή περίπτωση είναι όταν ένα μικρό σκάφος θα συναντηθεί με ένα μεγαλύτερο πλοίο λαθρεμπόρων, συνήθως φορτηγό πλοίο ή μεγάλο σκάφος. Έτσι το σύστημα θα κοιτάξει αρχικά αν τα πλοία αυτά έχουν ανοιχτό το AIS. Αν το έχουν κλειστό θεωρούνται ύποπτα. Αν το έχουν ανοιχτό θα πρέπει να εξεταστεί η λειτουργία τους σαν πλοία, δηλαδή τι είδους πλοία είναι. Έτσι αποκλείουμε περιπτώσεις για να καταλήξουμε στις πιο πιθανές.

Σενάριο επικίνδυνων φορτίων: Σε αυτό το σενάριο αρκετά φορτηγά πλοία οδεύουν προς ένα λιμάνι. Μερικά από τα πλοία φέρουν χημικά ή γενικά επικίνδυνα υλικά (hazmat), που όταν συνδυαστούν μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή απειλή. Τα πλοία που πάνε στις θέσεις ελλιμενισμού μπορεί να φτάσουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές ή και ταυτόχρονα. Έτσι για το παράδειγμα μας έχουμε δύο ειδών γεγονότα:

- Ένα λιμάνι διαθέτει τέσσερις προβλήτες ή μία δίπλα στην άλλη. Ο χάρτης των γειτονικών θέσεων ελλιμενισμού μπορεί να παρέχεται από έναν χειριστή που είναι άνθρωπος και έτσι να παρουσιαστεί κάποιο σφάλμα. Έτσι όταν τα πλοία πλησιάσουν θα πρέπει να ξέρουμε ποιος έδωσε τις οδηγίες για τις θέσεις ελλιμενισμού στα πλοία, για να δούμε την πιθανότητα σφάλματος.
- Μερικά υλικά που θα βρίσκονται ως φορτία πάνω στα πλοία, αν συνδυαστούν, είναι επικίνδυνα ή ακόμα και θανατηφόρα. Εφόσον τα πλοία πλησιάζουν την ίδια στιγμή στο λιμάνι θα πρέπει να γνωρίζουμε τι είδους φορτίο μεταφέρουν για να δούμε αν υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος σε περίπτωση που πλησιάσουν πολύ.

Εκτός από τα έμπειρα συστήματα και τους κανόνες που υπάρχουν, τα οποία απαιτούν όλα τα στοιχεία να παρέχονται ταυτόχρονα για να ληφθεί μια απόφαση, το επιλεγμένο πλαίσιο για τον ορισμό των γεγονότων αναπτύχθηκε για να είναι ο χειριστής ικανός να ανιχνεύσει ανώμαλες καταστάσεις ενώ είναι ακόμα σε εξέλιξη, ακόμη και με την παρουσία ελλιπών στοιχείων. Ο θαλάσσιος τομέας ευνοείται στο πως τα δεδομένα και οι πληροφορίες που προέρχονται από ετερογενείς πηγές μπορούν να συγχωνευτούν μαζί στο πλαίσιο των MLNs. Στην πραγματικότητα, ο

τομέας αυτός χαρακτηρίζεται από γεγονότα που συνήθως καλύπτουν ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και εξελίσσονται αργά καθώς οι νέες πληροφορίες που αποκτήθηκαν, εξακολουθούν να συμβαίνουν. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα θα μπορεί να εργαστεί ακόμη και με ελλιπή δεδομένα. Η πτυχή αυτή είναι πραγματικά πολύτιμη για την έγκαιρη ειδοποίηση της ανωμαλίας και της πρόβλεψης απειλών, καθώς η κατάσταση της μπορεί να προβλεφθεί εκ των προτέρων και να ενημερωθεί το σύστημα με νέες πληροφορίες που αποκτήθηκαν.

Ένα άλλο πλεονέκτημα σε σχέση με τα συστήματα που εξετάζουν μόνο συγκεκριμένα δεδομένα είναι η δυνατότητα να γίνεται αναζήτηση ανώμαλων καταστάσεων με αυθαίρετη τρόπο και να βγαίνουν πιθανότητες ως αποτελέσματα. Για παράδειγμα, ο χειριστής μπορεί να θέλει να φτιάξει ένα δικό του ερώτημα στο σύστημα και να το δοκιμάσει σε πραγματικό χρόνο.

Τέλος, τα πειραματικά αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη σημασία του πλαισίου λειτουργίας των MLNs, ως βασικό στοιχείο στον πραγματικό κόσμο για την έγκαιρη, πλήρη και ακριβή εκτίμηση της κατάστασης. Μπορούμε να πούμε ότι το πλαίσιο αυτό μπορεί να παρέχει αρκετά ακριβή συμπεράσματα. Τα γεγονότα και οι ανωμαλίες είναι θεμελιώδεις έννοιες για τον εντοπισμό και την κατανόηση κρίσιμων συνθηκών στο παρατηρούμενο περιβάλλον. Η σωστή ανίχνευση συμβάντων και η κατανόηση τους διευκολύνει μεταξύ άλλων την αξιολόγηση της κατάστασης και τη λήψη αποφάσεων με εφαρμογές στην ασφάλεια, στην προστασία, στη διαχείριση των συνεπειών και στην αποκατάσταση τους. Τα Markov Logic Networks είναι ισχυρά εργαλεία που αξιοποιούν τόσο την δύναμη της έκφρασης των πραγματικών συνθηκών όσο και τη πιθανολογική διαχείριση της αβεβαιότητας. Παρατηρήθηκε ότι τα δεδομένα που τροφοδοτούνται στη μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων και με βάση τη συλλογιστική που ακολουθούμε, συνδυάζοντας τόσο στοιχεία χαμηλού επιπέδου όσο και πληροφορίες υψηλού επιπέδου μας δίνουν ασφαλή συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αυτή η λογική είναι σωστή και ενθαρρύνουν τις περαιτέρω εξελίξεις σε πιο σύνθετα σενάρια. Μπορούν να παρέχουν επίσης ένα μηχανισμό για την έγκαιρη ανίχνευση γεγονότων με την αξιολόγηση του επιπέδου ολοκλήρωσης των σύνθετων γεγονότων. Αυτό θα μπορούσε να είναι χρήσιμο και να παρέχει έγκαιρες προειδοποιήσεις πριν πραγματοποιηθούν επικίνδυνες συνθήκες.

7. Cερ: Σύστημα ανάλυσης σύνθετων γεγονότων για τον εντοπισμό ανώμαλων συμπεριφορών στο θαλάσσιο περιβάλλον

Τα τελευταία χρόνια, πολλές υπάρχει μια συνεχής ροή πληροφοριών για την παρακολούθηση της θαλάσσιας κυκλοφορίας. Αυτό ήταν το κίνητρο για την ανάπτυξη συστημάτων υποστήριξης για να εντοπίζονται αυτόματα οι συμπεριφορές των πλοίων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Ένα τεράστιο ποσοστό των δεδομένων σκάφους είναι διαθέσιμο λόγω διαφόρων συστημάτων που χρησιμοποιούνται στη θάλασσα όπως, το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (AIS), ραντάρ, δορυφόροι ή βίντεο-κάμερες. Έτσι έχει δημιουργηθεί η Υπηρεσία Κυκλοφορίας Πλοίων (Vessel Traffic Service - VTS) που είναι επιφορτισμένη με περιοχές υψηλής κυκλοφορίας ώστε να αντιμετωπίζει όλες αυτές τις εισερχόμενες πληροφορίες. Αυτό έχει οδηγήσει σε μια αυξανόμενη ανάγκη να αναπτυχθούν συστήματα ανίχνευσης που επικεντρώνονται στην αντίληψη και την ενημέρωση ανώμαλων συμπεριφορών των πλοίων, προκειμένου να υποστηρίξουν το VTS. Αυτές οι συμπεριφορές μπορεί να δώσουν πληροφορίες σχετικά με παράνομες ή και επικίνδυνες δραστηριότητες (δηλαδή συγκρούσεις, λαθρεμπόριο αγαθών ή την εμπορία ανθρώπων). Ως εκ τούτου, μια σημαντική απαίτηση για αυτά συστήματα είναι η έγκαιρη ανίχνευση των συμπεριφορών που έχουν οι στόχοι τους. Ωστόσο, τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα δυσκολεύονται να αντιμετωπίσουν έγκαιρα τα γεγονότα αυτά και έτσι ακολουθούν κανόνες που έχουν προκύψει από παλιότερα δεδομένα για να αναγνωρίσουν έγκαιρα ανώμαλες καταστάσεις.

Έτσι προέκυψε το σύστημα Διαδικασία Σύνθετων Γεγονότων (CEP) για την ανάπτυξη συστημάτων που βασίζονται σε συμβάντα του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Το σύστημα CEP εκτελεί κυρίως μια ηλεκτρονική επεξεργασία πρωτογενών πληροφοριών από διαφορετικές πηγές δεδομένων και βάσει αυτών των πληροφοριών, αναλύει αν αυτά τα γεγονότα αντιπροσωπεύουν προκαθορισμένες καταστάσεις που παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Το CEP χρησιμοποιεί διάφορα φίλτρα για να επεξεργαστεί τα δεδομένα. Τα περισσότερα από τα δεδομένα που λαμβάνονται από ένα VTS, όπως τα δεδομένα AIS, είναι φυσικές πληροφορίες και μπορεί να θεωρηθεί ως ένα γεγονός ενημέρωσης σχετικά με την ταχύτητα ή/και την αλλαγή θέσης του σκάφους. Επιπλέον, οι περισσότερες από τις συμπεριφορές και τις δραστηριότητες των σκαφών, μπορούν να εξαχθούν από τις λαμβανόμενες ροές δεδομένων. [Fernando Terroso-Saenz, Mercedes Valdes-Vela1, Antonio F. Skarmeta-Gomez Springer Science + Business Media New York 2015]

Το CEP είναι μια κατάλληλη προσέγγιση για την ανάπτυξη συστημάτων ανίχνευσης ανωμαλιών στο θαλάσσιο περιβάλλον. Βασίζεται στην έγκαιρη αντίληψη διαφορετικών ανώμαλων συμπεριφορών που σχετίζονται με τα πλοία που κινούνται σε περιοχή που υπάρχει VTS. Εκτελείται μια επεξεργασία γεγονότων μέσω των πληροφοριών που αναφέρθηκαν από το AIS. Επιπλέον, το σύστημα λαμβάνει επίσης υπόψη άλλα γεγονότα που σχετίζονται με την περιοχή του VTS, όπως τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες, προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια της ανίχνευσης. Ως αποτέλεσμα, το σύστημα παρέχει μια σειρά από έγκαιρες προειδοποιήσεις κάθε φορά

που ανιχνεύει μια περίεργη συμπεριφορά, με στόχο την ενημέρωση του προσωπικού λειτουργίας του VTS.

Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα επικεντρώνεται σε δύο τύπους ανώμαλων συμπεριφορών:

- Η πρώτη περιλαμβάνει εκείνες τις συμπεριφορές στις οποίες εμπλέκεται μόνο ένα σκάφος. Ειδικότερα, το σύστημα επικεντρώνεται στην ανίχνευση του εάν ένα σκάφος κινείται αφύσικα, γρήγορα ή αργά, κάτι το οποίο είναι αρκετά σημαντικό, διότι, υπό ορισμένες συνθήκες, ένα πολύ γρήγορο ή αργό σκάφος θα μπορούσε να είναι ένα σημάδι ότι το εν λόγω σκάφος διεξάγει κάποιου είδους παράνομης ή επικίνδυνης δραστηριότητας.

- Ο δεύτερος τύπος συμπεριφοράς περιλαμβάνει περισσότερα από ένα σκάφη. Αναλυτικότερα, το παρόν σύστημα εστιάζει στην ανίχνευση καταστάσεων όπου δύο διαφορετικά πλοία θα μπορούσαν να κινδυνεύουν να συγκρουστούν μεταξύ τους. Η ανίχνευση αυτού του είδους επικίνδυνων καταστάσεων είναι υψίστης σημασίας για τη βελτίωση της ασφάλειας της θαλάσσιας κυκλοφορίας.

7.2 Πρότυπο γεγονότων

Όλα τα είδη γεγονότων του συστήματος έχουν κληρονομήσει τα χαρακτηριστικά τους από ένα αρχικό συμβάν-ρίζα που περιέχει τα χαρακτηριστικά που είναι κοινά σε όλα τα υπόλοιπα γεγονότων. Αυτοί οι τύποι γεγονότων μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο διαφορετικές ομάδες, δηλαδή αυτές που σχετίζονται με τα πλοία-στόχους (περίπτωση πλοίου) και αυτές που σχετίζονται με την περιοχή ενδιαφέροντος, όπου τα σκάφη αυτά κινούνται (περίπτωση πλαισίου). Αρχικά ενοποιούνται οι πληροφορίες από το AIS των πλοίων. Έπειτα γίνεται ο συνδυασμός δύο χαρακτηριστικών της ταχύτητας, της τρέχουσας ταχύτητας και της μέσης ταχύτητας. Ενώ η τωρινή ταχύτητα δείχνει την ταχύτητα ενός σκάφους κατά τη διάρκεια μιας πρόσφατης χρονικής περιόδου, η μέση ταχύτητα του σκάφους αναφέρει την ταχύτητα ενός σκάφους κατά τη διάρκεια ενός μεγαλύτερου χρονικού συμβάντος. Στη συνέχεια, περιλαμβάνονται οι ειδοποιήσεις για τρεις συμπεριφορές του στόχου. Έτσι, η προειδοποίηση σύγκρουσης αντιπροσωπεύει μια σύγκρουση που πρόκειται να συμβεί ανάμεσα σε δύο διαφορετικά πλοία. Η ειδοποίηση ταχείας κίνησης δείχνει μια κατάσταση κατά την οποία ένα σκάφος έχει κάνει πολύ μεγάλη ταχύτητα, σύμφωνα με ορισμένες παραμέτρους. Τέλος, οι ειδοποιήσεις ενός πλοίου που κινείται πολύ αργά είναι μια κατάσταση στην οποία ένα σκάφος κινείται με πολύ χαμηλή ταχύτητα σε σχέση με ορισμένα κριτήρια. Αυτοί οι τρεις τύποι περιπτώσεων έχουν τις δικές τους παραμέτρους, ειδοποίηση για πιθανή σύγκρουση, ειδοποίηση για πολύ αργή κίνηση και ειδοποίηση για πολύ υψηλή ταχύτητα.

7.3 Αρχιτεκτονική του συστήματος

Το σύστημα CEP λαμβάνει ως εισερχόμενα τα μη επεξεργασμένα δεδομένα που διαβιβάστηκαν από το AIS του κάθε πλοίου-στόχου και εκτελεί διαδικασία επεξεργασίας του γεγονότος με τη βοήθεια των Οδηγών Επεξεργασίας Γεγονότων (Event Processing Agents - EPAs). Ένας EPA μπορεί να οριστεί ως συστατικό του CEP που είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία των γεγονότων σε ένα ορισμένο επίπεδο. Σαν αποτέλεσμα, δημιουργεί διαφορετικά γεγονότα (ή προειδοποιήσεις) αναφορικά με τις μη φυσιολογικές συμπεριφορές.

Διάφοροι τύποι EPA:

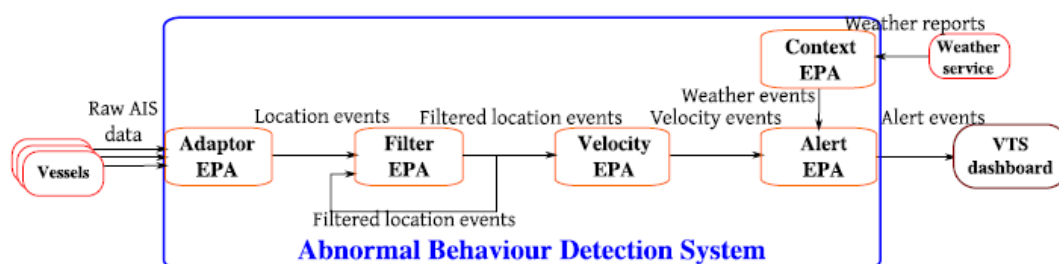
Ο προσαρμογέας EPA: ο οδηγός αυτός είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία των μηνυμάτων AIS του πλοίου που έλαβε από το σύστημα και να τα ενοποιήσει σε ένα μοναδικό κομμάτι.

Φίλτρο EPA: Η ροή των πληροφοριών θέσης τα οποία παράγονται από τον προσαρμογέα του EPA περιλαμβάνουν τεράστιο ποσοστό των πληροφοριών. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να καθαριστούν οι άσχετες πληροφορίες. Έτσι το EPA απορρίπτει εκείνα τα γεγονότα τοποθεσίας που δεν συνεπάγονται με καμία ουσιαστική κίνηση και φιλτράρεται η τοποθεσία. Επιπλέον, περιλαμβάνεται ένας έλεγχος με βάση το χρόνο για την αποφυγή έλλειψης δεδομένων στο EPA.

EPA ταχύτητας: Ο κύριος στόχος αυτού του οδηγού είναι να υπολογίσει ορισμένα στοιχεία της κίνησης του κάθε σκάφους φιλτράροντας τα γεγονότα της τοποθεσίας που προέρχονται από το φίλτρο EPA.

EPA πλαίσιο: το EPA πλαίσιο είναι κυρίως υπεύθυνο για την σύμπτυξη όλων των πληροφοριών που προέρχονται από πηγές εκτός του AIS στους υπόλοιπους οδηγούς, με τη μορφή των γεγονότων.

EPA ειδοποίησης: Αυτό το EPA δημιουργεί τις ειδοποιήσεις για τα γεγονότα ενημερώνοντας σχετικά με τις τρεις συμπεριφορές των στόχων που αναλύσαμε και τα παραδίδει στο ταμπλό ενεργώντας ως χειριστής των γεγονότων.



Σχήμα 2: Σχήμα συστήματος ανίχνευσης ανώμαλη κατάσταση. Τα κανάλια γεγονότων έχουν ονομαστεί με βάση τη ροή των γεγονότων που περνάνε από αυτά.

Το σύστημα έχει δοκιμαστεί σε δύο διαφορετικές μελέτες περιπτώσεων που αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς τύπους κίνησης. Στον θαλάσσιο τομέα, τα αποτελέσματα έδειξαν, όπως ήταν αναμενόμενο, ότι υπάρχει μια ισχυρή εξάρτηση του συστήματος με το ρυθμό δειγματοληψίας των εισερχόμενων δεδομένων AIS και τη χρονική διάρκεια αυτών των συμπεριφορών των στόχων. Στη μελέτη της περίπτωσης της οδικής κυκλοφορίας, παρότι το δίκτυο περιορίζεται στα σημεία κίνησης των οχημάτων, το σύστημα ήταν σε θέση να ανιχνεύσει διάφορες ανώμαλες συμπεριφορές. Κατά συνέπεια, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ένας ελαφρύς μηχανισμός σε κρίσιμες περιοχές όπου η ανίχνευση των κυκλοφοριακών προβλημάτων πρέπει να γίνεται το ταχύτερο δυνατό.

8. CEP-traj – Σύστημα ανάλυσης σύνθετων γεγονότων βασισμένο στα γεγονότα των δεδομένων τροχιάς

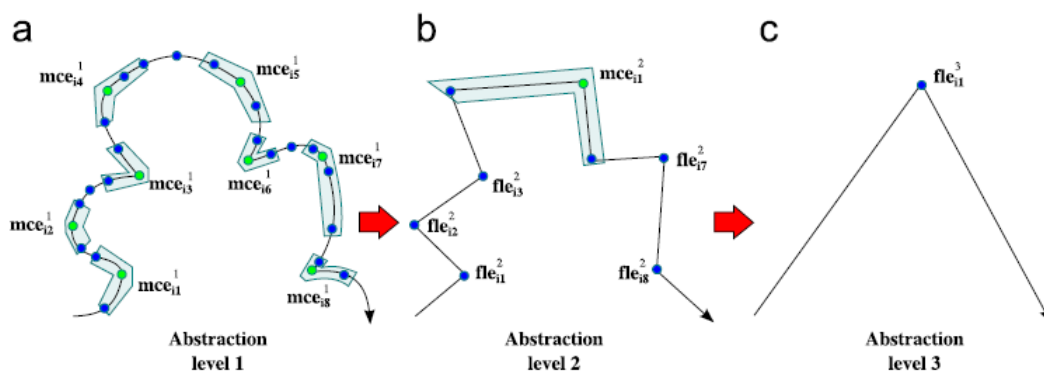
Στις μέρες μας υπάρχει μια αυξανόμενη ανάγκη για συστήματα και αρχιτεκτονικές που μπορούν να διαχειριστούν τα χωροχρονικά δεδομένα έγκαιρα, δηλαδή τη στιγμή σχεδόν που συμβαίνουν. Οι τεχνολογίες αναγνώρισης της θέσης των πλοίων συνέβαλλαν στη συλλογή ενός τεράστιου αριθμού τροχιών για χιλιάδες κινούμενα πλοία. Αυτό έχει οδηγήσει σε αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των υπηρεσιών τροχιάς που βασίζονται σε εντελώς διαφορετικούς τομείς. Υπάρχει ανάγκη για την ανίχνευση νέων γνώσεων σχετικά με τις τροχιές των πλοίων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε να επιτευχθεί γρήγορος χρόνος αντίδρασης. Αυτό έχει ως κίνητρο την εξέλιξη on-line συστημάτων για την εκτέλεση επεξεργασίας της τροχιάς. Όσον αφορά την ανίχνευση των προτύπων τροχιάς, οι περισσότερες από τις τρέχουσες on-line λύσεις έχουν επικεντρωθεί στην δημιουργία ομάδων που αποτελούνται από τροχιές. Ωστόσο, τα μικρότερα πρότυπα που σχετίζονται με τις αλληλεπιδράσεις ή σχέσεις που ενδέχεται να προκύψουν μεταξύ των ζευγαριών των κινούμενων αντικειμένων είναι ένα θέμα που απαιτεί περαιτέρω προσοχή. Αυτές οι σχέσεις μεταξύ των τροχιών μπορεί να έχουν μεγάλη σημασία σε διάφορους τομείς όπως η οικολογία (κυρίως η εκπομπή καυσαερίων) ή η ανίχνευση απειλών (συγκρούσεις, λαθρεμπόριο κλπ). Έτσι, μια υπηρεσία παρακολούθησης της κυκλοφορίας των πλοίων θα μας ενδιέφερε για να αντιληφθούμε το συντομότερο δυνατόν, αν ένα πλοίο πλησιάζει στο άλλο, καθώς αυτό θα μπορούσε να είναι ένα σημάδι μιας παράνομης συνάντησης. Η κατάσταση αυτή αφορά μόνο δύο συγκεκριμένες οντότητες (τα δύο πλοία) και όχι μια μεγάλη ομάδα κινούμενων οντοτήτων. Προκειμένου να εντοπιστούν τέτοια γεγονότα σε σύντομο χρόνο, η Διαδικασία Σύνθετων Γεγονότων (CEP) έχει αναδειχθεί ως μια κατάλληλη λύση. Το CEP είναι ένα παράδειγμα που επικεντρώνεται στην έγκαιρη επεξεργασία της ροής των πληροφοριών και σε ένα μεγάλο αριθμό διάσπαρτων πηγών για την ανίχνευση ορισμένων δραστηριοτήτων που μας ενδιαφέρουν. [F. Terroso-Saenz, M. Valdes-Vela, E. den Breejen, P. Hanckmann, R. Dekker, A.F. Skarmeta-Gomez, 7 June 2013]

Το CEP-Traj επεξεργάζεται τα ίχνη που έχουν να κάνουν με το στίγμα του αντικειμένου το οποίο καθορίζει τις τροχιές ενός συνόλου κινούμενων στόχων ή οντοτήτων. Στη συνέχεια, βάσει των ιχνών αυτών, συνάγει ένα σύνολο ουσιαστικών καταστάσεων, με τη μορφή που αυτές προέρχονται ασύγχρονα και παραδίδονται σε στο σύστημα που τα επεξεργάζεται. Ειδικότερα, το CEP-Traj επεξεργάζεται τις εισερχόμενες πληροφορίες με τη βοήθεια μιας σειράς βημάτων, καθαρισμό δεδομένων, διαχωρισμό και συμπίεση τους, για τον εντοπισμό του γεγονότος που ψάχνουμε. Απαιτείται μόνο μία σάρωση για να βγουν αποτελέσματα.

Για να ανιχνευθεί ένα γεγονός, χρησιμοποιείται ένα πρόγραμμα που είναι σε θέση να ανακαλύψει μια σειρά από κινήσεις. Συγκεκριμένα, το CEP-Traj διακρίνει δύο τύπους γεγονότων: 1) τα γεγονότα που ενδέχεται να υπάρχουν μεταξύ των ζευγών των οντοτήτων (να πλησιάζουν ή να απομακρύνονται), και 2) τα γεγονότα μεταξύ ενός κινούμενου αντικειμένου και μίας στατικής γεωγραφικής περιοχής.

Η σημαντικότερη συνεισφορά του συγκεκριμένου εργαλείου είναι να εισάγει μια νέα προσέγγιση του ελέγχου των τροχιών που βασίζεται σε απευθείας σύνδεση για την ανάλυση της τροχιάς. Ο κατακερματισμός και η συμπίεση γίνονται πολύ γρήγορα, έτσι το σύστημα θα επικεντρωθεί στον έγκαιρο σχολιασμό των εισερχόμενων τροχιών. Αυτό διαφέρει από άλλα συστήματα στο ότι επικεντρώνεται σε ένα ποικίλο

φάσμα των μοντέλων κίνησης με βάση τη συμμετοχή ζευγών των κινούμενων οντοτήτων αντί των προτύπων με βάση την ομαδοποίηση. Έτσι δημιουργούνται στοιχειώδεις μηχανισμοί για τον καθαρισμό, το διαχωρισμό και τη συμπίεση των εισερχόμενων τροχιών σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Ένα από τα βασικά καθήκοντά του είναι η ανίχνευση των προτύπων κίνησης.



Σχήμα 3: Παράδειγμα διαχωρισμού και συμπίεσης τροχιάς σε χώρο 2-D με τη χρήση γεγονότων αλλαγής τροχιάς όπου φαίνεται η αρχική τροχιά A και δύο αφαιρετικά επίπεδα B και C.

Παρακάτω ακολουθεί η ανάλυση των βημάτων του συγκεκριμένου συστήματος που αναφέραμε παραπάνω.

Καθαρισμός δεδομένων τροχιάς: Οι θέσεις των πλοίων που καταφτάνουν στο σύστημα δεν μπορεί να είναι απολύτως σωστές. Έτσι θα πρέπει να καθαριστούν. Υπάρχουν πολλές άκυρες και άσχετες θέσεις που πρέπει να απομακρυνθούν έτσι ώστε να μείνουν μόνο τα καθαρά δεδομένα. Αυτό μπορεί να προκύψει από διάφορα σφάλματα στη λήψη των δεδομένων, όπως το να μην υπάρχει καλό δορυφορικό σήμα στο σημείο που είναι κάποια πλοία.

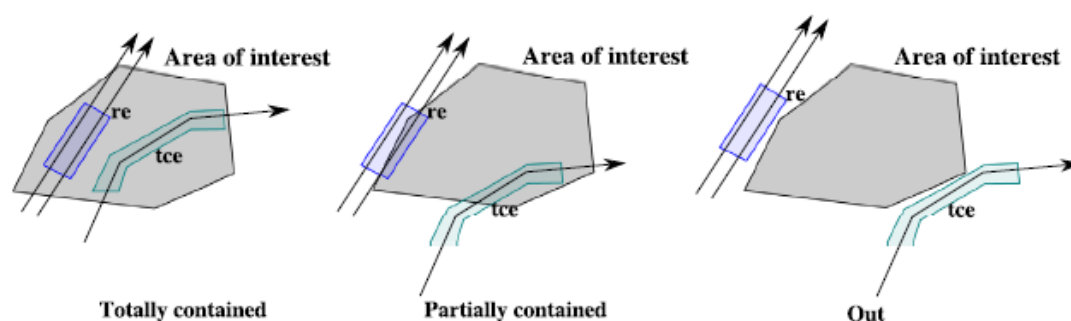
Διαχωρισμός και συμπίεση της τροχιάς: Το επόμενο βήμα έχει να κάνει με την αποσύνθεση της ληφθείσας τροχιάς σε διαφορετικά επίπεδα με ομοιογενή χαρακτηριστικά. Η τροχιά χωρίζεται σε μέρη αναλόγως με τα σημεία που έχει ανιχνευτεί αλλαγή πορείας. Ακολουθεί η συμπίεση των δεδομένων τροχιάς δηλαδή η μείωση του ποσού των δεδομένων που πρέπει να επεξεργαστούν κάνοντας πιο γρήγορη την διαδικασία.

Ανίχνευση των γεγονότων: Τα γεγονότα κίνησης αναφέρονται σε οποιαδήποτε αναγνωρίσιμη χωρική και χρονική κανονικότητα ή ενδιαφέρουσα σχέση που περιλαμβάνει ένα ή μια συλλογή από κινούμενα αντικείμενα. Η ανίχνευση αυτών των συγκεκριμένων γεγονότων είναι απαραίτητη για να κατανοήσουμε καλύτερα την συμπεριφορά των οντοτήτων, θέτοντας τα σαν πρότυπο για τον έλεγχο που κάνουμε.

Διαδικασία σύνθετων γεγονότων: Τα περισσότερα συστήματα ανάλυσης σύνθετων γεγονότων εστιάζουν στις τρέχουσες θέσεις των οντοτήτων (πόσο μακριά ή κοντά) και στα σχέδια που επικεντρώνονται στις σχέσεις που θα μπορούσαν να συμβούν μεταξύ κάθε ενιαίας οντότητας και μιας χωρικής περιοχής (όπως είσοδος ή έξοδος από μια περιοχή). Αντίθετα, το CEP-Traj προσφέρει ένα πιο ποικίλο φάσμα των μοντέλων κίνησης με βάση το οποίο περιλαμβάνει και τις δύο σχέσεις, μεταξύ των οντοτήτων και των γεωγραφικών περιοχών αλλά και εκείνων μεταξύ των δύο οντοτήτων. Έτσι, το CEP-Traj επικεντρώνεται στο να αντιλαμβάνεται τις τροχιές των

οντοτήτων και βάσει αυτής της κίνησης, να βγάξει αποτελέσματα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον.

Ανίχνευση ανώμαλης συμπεριφοράς πλοίου: Σε ό,τι αφορά τα συστήματα ανίχνευσης ανωμαλιών στο θαλάσσιο περιβάλλον, είναι δυνατό να διακρίνουμε δύο γενικές τάσεις. Από τη μία πλευρά, τα δεδομένα που εστιάζουν στην εκμάθηση των φυσιολογικών συμπεριφορών μέσω ενός ιστορικού που έχει συγκεντρωθεί με δεδομένα θέσης. Από την άλλη πλευρά, έχουμε τις προσεγγίσεις βασισμένες σε κανόνες που περιλαμβάνουν ένα σύνολο κανόνων ή προτύπων για την ανίχνευση μιας προκαθορισμένης θαλάσσιας ανωμαλίας με βάση τα λαμβανόμενα δεδομένα.



Σχήμα 4: Οι σχέσεις μεταξύ οντοτήτων και περιοχών ενδιαφέροντος όπως ανιχνεύτηκαν από το CEP-Traj σε 2-D απεικόνιση. Το re αναφέρεται σε γεγονός σχέσης (relationship event) και το tce σε γεγονός αλλαγής κατεύθυνσης (movement change)

Συνοψίζοντας το CEP-Traj λαμβάνει κάθε θέση που αναφέρθηκε σαν μη επεξεργασμένο δεδομένο. Στη συνέχεια, εκτελεί μια επεξεργασία γεγονότων με βάση κάποιους κανόνες του και τέλος παράγει ένα πιθανό σύνολο γεγονότων που μπορεί να συμβαίνουν.

9. Υποβοηθούμενα συστήματα από ηλεκτρονικούς υπολογιστές- Eurocast 2015

9.1 Χρήση του Συστήματος Αυτόματης Αναγνώρισης στην ακαδημαϊκή έρευνα

Το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (AIS) είναι ένα πολύ υψηλής συχνότητας (VHF) σύστημα ραδιοφωνικών εκπομπών (161.975 MHz και 162.025 MHz) που μεταφέρει πακέτα δεδομένων και επιτρέπει σε σκάφη που φέρουν τον εξοπλισμό AIS αλλά και στους σταθμούς ξηράς να στέλνουν και να λαμβάνουν πληροφορίες αναγνώρισης. Αρχικά το σύστημα αυτό είχε σχεδιαστεί ως ένα βοήθημα πλοήγησης, για τον έλεγχο των πλοίων και την αποφυγή συγκρούσεων στη θάλασσα αλλά με την πάροδο του χρόνου, έχει εξελιχθεί σε ένα σύστημα με μια πληθώρα πρόσθετων εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων των πειραματικών συστημάτων σε ακαδημαϊκά και ερευνητικά περιβάλλοντα.

Σήμερα, το AIS είναι ένα από τα πιο ευρέως διαδεδομένα θαλάσσια συστήματα σε όλο τον κόσμο. Έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για τους επαγγελματίες στον τομέα της ναυτιλίας, των πλοίων που επιχειρούν σε κάθε σημείο της γης αλλά και μιας μεγάλης κοινότητας των ερευνητών σε όλο τον κόσμο. Σύμφωνα με τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) και την ρύθμιση για την Ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα (SOLAS), ένας πομποδέκτης AIS πρέπει να είναι εγκατεστημένος σε κάθε πλοίο μεγαλύτερο των 300 κόρων και κάθε επιβατηγό πλοίο, ανεξαρτήτως μεγέθους. Τα μηχανήματα του AIS μεταδίδουν μηνύματα, που σχετίζονται με τις πληροφορίες που στέλνονται κάθε 6 λεπτά, εκτός από τις δυναμικές πληροφορίες που έχουν διαφορετική συχνότητα και που σχετίζονται με την ταχύτητα του σκάφους, δηλαδή ενώ είναι σε κίνηση να στέλνουν ανά 2-10 δευτερόλεπτα και ανά 3 λεπτά όταν είναι αγκυροβολημένα. Σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχει ένα δίκτυο διαχείρισης με πάνω από 1.800 παράκτιους σταθμούς AIS, το οποίο θα μπορούσε να χειριστεί πάνω από 90.000 σκάφη που θα ήταν ορατά ανά πάσα στιγμή, 120.000 σκάφη που θα έδιναν αναφορά καθημερινά, πληροφορίες πάνω από 200.000 πλοίων αλλά και χειρισμό BigData εφόσον καταφθάνουν πληροφορίες για εκατομμύρια θέσεις που καταγράφονται καθημερινά και δισεκατομμύρια θέσεων που αρχειοθετούνται.

Λειτουργικές ζώνες συχνοτήτων	VHF (161.975 MHz and 162.025 MHz)
Ισχύς μετάδοσης	12.5 W (Μόνο για κλάση A)
Διαμόρφωση	FM/GMSK
Ρυθμός συμβόλων	9.6 Kbps
Αριθμός υποδοχών στο πλαίσιο TDMA	2250
Μέθοδος πολλαπλής πρόσβασης	Αυτορυθμιζόμενο TDMA (SOTDMA)
Μήκος του πλαισίου TDMA	60s
Δομή των δεδομένων	Ακολουθία κατάρτισης: 24 bits Αρχικό σημείο: 8 bits Δεδομένα έως 168 bits FCS: 16 bits

Πίνακας 2: Σύνοψη των παραμέτρων του πρωτοκόλλου του AIS.

9.2 Ερευνητικά περιβάλλοντα του AIS

Η χρήση του AIS από τα ακαδημαϊκά και ερευνητικά ιδρύματα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα τομέων και ενδιαφερόντων. Μεταξύ άλλων, αυτά είναι:

- Τεχνικές διάδοσης ραδιοφωνικών καναλιών. Εξερευνεί τις δυνατότητες εντοπισμού των πλοίων του AIS και τα επιφανειακά ραντάρ υψηλής συχνότητας.
- Σχεδιασμός διαδραστικών συστημάτων πληροφοριών. Τα διαδραστικά συστήματα πληροφοριών μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις ποικίλων τομέων εφαρμογής συμπεριλαμβανομένων της μηχανικής, της περιβαλλοντικής οικονομίας, του τουρισμού και άλλους. Για παράδειγμα, διαδραστικά συστήματα πληροφοριών που αφορούν τη μοντελοποίηση των πετρελαιοκηλίδων και την σχεδίαση τους μέσω γεωχωρικών τεχνικών που υποστηρίζουν τη διαχείριση και την επεξεργασία των πληροφοριών αυτών.
- Στατιστική επεξεργασία των πληροφοριών της κυκλοφορίας των πλοίων σε πραγματικό χρόνο. Ο σχεδιασμός των βάσεων δεδομένων και η δημιουργία των στατιστικών στοιχείων από την κίνηση σκαφών σε πραγματικό χρόνο μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλους σκοπούς.
- Διαχείριση της κυκλοφορίας των πλοίων. Η διαχείριση της κυκλοφορίας των πλοίων χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ασφάλειας και συνήθως ως μέρος του προγράμματος διαχείρισης κινδύνου. Επιπλέον, εφαρμόζεται, επίσης για την αξιολόγηση της ασφάλειας σε περιοχές κινδύνου πειρατείας, όπως στον Ινδικό Ωκεανό ή στο Κέρασ της Αφρικής. Επίσης, χρησιμοποιείται από κρατικούς μηχανισμούς που διαχειρίζονται τους τομείς της ναυτιλίας σε περιοχές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον, όπως περιοχές κοντά στον αρκτικό κύκλο και προσφέρουν μια κριτική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος.
- Οικολογικές και αποτελεσματικές ενέργειες στο λιμάνι. Οι λειτουργίες των σκαφών έχουν θετικές επιπτώσεις και τα οικονομικά οφέλη στα λιμάνια και τις πόλεις. Παρ'όλα αυτά, οι αρνητικές επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι επίσης υπαρκτές και ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο λειτουργίας (διανυκτέρευση πλοίου, ελιγμοί πλοίων, κρουαζιέρες), την ώρα και την αλλαγή λειτουργίας του κινητήρα, ενώ το πλοίο βρίσκεται στο λιμάνι. Με αυτή την έννοια, οι απογραφές των εκπομπών με βάση το AIS μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για τον εντοπισμό των ρύπων στο λιμάνι. Η θέση, η ταχύτητα και η πορεία παίζουν πάντα ρόλο, παρέχοντας επιπλέον τη δυνατότητα να διαμορφώσουμε χάρτες με τον γεωγραφικό χαρακτηρισμό των αποτελεσμάτων. Αυτό περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τις εκπομπές που απελευθερώθηκαν από το πλοίο και τη διασπορά τους στην ατμόσφαιρα των περιοχών, οι οποίες επηρεάζουν κυρίως τις πόλεις-λιμάνια.
- Βιώσιμες μεταφορικές λύσεις. Υπάρχει συγκριτική ανάλυση του φυσικού αερίου, του αργού πετρελαίου και των αερίων και υγρών παραγώγων τους με βάση τα κριτήρια ποιότητας, αποτελεσματικότητας και ασφάλειας. Ιστορικά και στατιστικά στοιχεία παρέχονται επίσης χρησιμοποιώντας το σύστημα AIS.

10. Ακαδημαϊκό δίκτυο AIS της ναυτιλιακής κυκλοφορίας

Το Ακαδημαϊκό Πρόγραμμα Δικτύων του AIS ξεκίνησε από το Marine Traffic το 2013 σαν πρώτη προσπάθεια να ξεκινήσει για να βοηθήσει τους Ακαδημαϊκούς χρήστες του Marine Traffic. Στόχος του είναι η ακαδημαϊκή έρευνα να μην έχει κερδοσκοπικό χαρακτήρα. Τέλος, βοηθάει στη διευκόλυνση πρόσβασης σε δεδομένα του AIS από Ακαδημαϊκά και Ερευνητικά Ιδρύματα.

Στα μέλη του παρέχεται εξοπλισμός, τεχνική υποστήριξη, συμμετοχή σε έρευνες, συμμετοχή στο ερευνητικό σχέδιο του Marine Traffic, ιστορικά αλλά και σημερινά δεδομένα.

Με όλα αυτά αναγνωρίζουμε την αξία της χρήσης του AIS στην ακαδημαϊκή έρευνα και το δημόσιο συμφέρον, όπως οι επιπτώσεις της πολιτικής χρήσης των πλοίων και βελτιώσεις που σχετίζονται με τη λειτουργία και την απόδοση των πλοίων. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους σταθμούς λήψης AIS μπορεί να εξυπηρετούν, μεταξύ άλλων, μελέτες, όπως η προσομοίωση των κινήσεων των πλοίων, τεχνικές διάδοσης ραδιοφωνικών καναλιών, διαδραστικό σχεδιασμό των πληροφοριών των συστημάτων, τη στατιστική επεξεργασία των πληροφοριών κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, τη διαχείριση της κυκλοφορίας των πλοίων, τις οικολογικές και αποτελεσματικές ενέργειες στο λιμάνι και τις βιώσιμες λύσεις στις μεταφορές.

Στα επόμενα τρία υποκεφάλαια παρουσιάζονται έρευνες που έχουν γίνει με τη βοήθεια του AIS σε πραγματικές συνθήκες ρύπανσης. Οι έρευνες αυτές αφορούν τη ρύπανση που προκαλείται από την κίνηση των πλοία σε 3 από τα μεγαλύτερα λιμάνια του κόσμου. Του λιμανιού του Χονγκ Κονγκ, της Σαγκάης και του Las Palmas. Παρουσιάζονται πίνακες με τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών για το αποτύπωμα των καυσαερίων των πλοίων στην ατμόσφαιρα. Τα αποτελέσματα αυτά προήλθαν από τεχνικές και συναρτήσεις που χρησιμοποίησαν τι είδους εργασίες έκαναν τα πλοία, τι καύσιμα και τι είδους μηχανές χρησιμοποιούσαν.

10.1 Στο Χονγκ Κονγκ υπήρξε αλλαγή πολιτικής που προήλθε από έναν κατάλογο των θαλάσσιων εκπομπών που δημιουργήθηκε μέσω του AIS στο λιμάνι και στο Δέλτα του ποταμού Pearl.

Αρχικά καθορίστηκαν οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του κινητήρα άρα και τις εκπομπές του, μέσω της ταχύτητας των πλοίων και τον χαρακτηρισμό της λειτουργίας του. Διαπιστώθηκε το 2007, ότι τα container ships ήταν στην κορυφή των εκπομπών ρύπων ανάμεσα στους υπόλοιπους τύπους σκαφών, συμβάλλοντας 9886, 11.480, 1.173, 521 και 1166 τόνους SO₂, NO_x, PM₁₀, VOC και CO, αντίστοιχα, ή περίπου το 80% -82% των εκπομπών. Η πρώτη πεντάδα, η οποία περιελάμβανε επίσης τα υπερωκεάνια κρουαζιερόπλοια, τα πετρελαιοφόρα, τα συμβατικά φορτηγά πλοία και τα πλοία ξηρού χύδην φορτίου, αντιπροσώπευαν περίπου το 98% των εκπομπών ρύπων. Δημιουργήθηκαν χάρτες με τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των καυσαερίων σε συγκεκριμένες περιοχές. Αποδείχθηκε ότι στα σημεία που αγκυροβολούν τα πλοία υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση καυσαερίων. Τα επιστημονικά στοιχεία σχετικά με την κλίμακα και την κατανομή των εκπομπών των πλοίων συνέβαλαν στην ευαισθητοποίηση του κοινού και τη κινητοποίηση των ενδιαφερομένων μελών σχετικά με το θέμα. [Simon K.W. Ng a,b, Christine Loh c,

Chubin Lin a, Veronica Booth d, Jimmy W.M. Chan a, Agnes C.K. Yip a, Ying Li e, Alexis K.H. Lau, 2 April 2012]

Οι εκπομπές καυσαερίων των πλοίων προσελκύει όλο και μεγαλύτερη προσοχή στο Χονγκ Κονγκ. Ένας λόγος είναι η συνεχής αύξηση των θαλάσσιων εκπομπών τις τελευταίες δύο δεκαετίες, εν μέσω επέκτασης της κυκλοφορίας του λιμανιού δημιουργώντας μια ασφυκτική ατμόσφαιρα στην περιοχή. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την πτωτική τάση των άλλων σημαντικών πηγών εκπομπής, όπως οι μονάδες παραγωγής ενέργειας και οι οδικές μεταφορές λόγω κυβερνητικών ελέγχων και ρυθμίσεων. Ένας δεύτερος λόγος είναι η κλιμακούμενη ανησυχία από την κοινωνία για τον αντίκτυπο των εκπομπών των πλοίων στη δημόσια υγεία. Οι θαλάσσιες εκπομπές αποτελούν σοβαρή απειλή για τη δημόσια υγεία. Τοπικές μελέτες εκτιμούν ότι περίπου 3,8 εκατομμύρια άνθρωποι που ζουν σε κοντινή απόσταση από το λιμάνι του Χονγκ Κονγκ βρίσκονται σε άμεση έκθεση στον κίνδυνο από τις εκπομπές ρύπων που συνδέονται με τα λιμάνια, οι οποίοι είναι συνήθως υψηλοί σε περιεκτικότητα SO₂ και άλλων ρύπων [Lau , 2004, 2005]. Τοπικές μελέτες για την υγεία έδειξαν επίσης ότι η μείωση της περιεκτικότητας σε θείο των καυσίμων μετά από τους αυστηρούς περιορισμούς που τίθενται συνεχώς σε εφαρμογή θα μειώσει την επιβάρυνση της υγείας των πολιτών [Hedley, 2002]. Αυτά τα ευρήματα συνάδουν με τα αποτελέσματα από μελέτες που έδειξαν ότι οι άνθρωποι που ζουν κοντά στα λιμάνια διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο για την υγεία τους, καθώς και αυστηρότερα μέτρα για την ποιότητα του αέρα και των καυσίμων θα μειώσουν τα ποσοστά του καρκίνου και άλλες αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία [Corbett, 2007. South Coast Air Quality Management District, 2008].

Καθώς οι ανησυχίες για την υγεία οδηγούν στην αλλαγή των προτύπων και κανονισμών σε διεθνές [International Maritime Organization, 2006, 2008], περιφερειακό [The European Parliament and the Council of the European Union, 2005; Port of Seattle, Port of Tacoma and Vancouver Port Authority, 2007], και σε τοπικό επίπεδο [Haskoning, 2008; PANYNJ, 2009; Port of Los Angeles and Port of Long Beach, 2006], νέες μέθοδοι έχουν επίσης αναπτυχθεί και δοκιμαστεί ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα των θαλάσσιων εκπομπών των πλοίων. Πρώτον, υπάρχει μια γενική στροφή που βασίζεται σε καθαρά καύσιμα [Kesgin and Vardar, 2001]. Δεύτερον, έγιναν προσπάθειες να ερευνηθεί η τοπική χρήση καυσίμων και σκαφών με τα δεδομένα δραστηριότητας του κάθε σκάφους, αντί να υιοθετηθεί ένα εθνικό ή περιφερειακό μοντέλο έτσι ώστε οι τιμές να έχουν μια ακριβή αντανάκλαση της μεταβλητότητας των παραμέτρων κατά το τοπικό επίπεδο και να μειωθούν οι αβεβαιότητες [Cooper, 2003; Corbett and Koehler, 2003; Hulskotte, 2010].

Έτσι πλέον υπάρχει η χρήση των δεδομένων του Συστήματος Αυτόματης Αναγνώρισης (AIS) για τη βελτίωση των πληροφοριών της θαλάσσιας κυκλοφορίας. Σύμφωνα με το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) και τη Διεθνή Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα, τα εμπορικά θαλάσσια σκάφη ολικής χωρητικότητας 300 τόνων ή παραπάνω και τα επιβατηγά πλοία κάθε μεγέθους απαιτείται να έχουν εγκατεστημένο τον εξοπλισμό του AIS επί του σκάφους, για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και της πλοήγησης με ασφάλεια. Έγιναν επίσης έρευνες στο Τέξας και την Ολλανδία και αποδείχτηκε ότι τα δεδομένα του AIS θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ποσοτικοποίηση των ωρών λειτουργίας των πλοίων και των θέσεων τους μέσω των δεδομένων κίνησης σκαφών, η οποία θα τα μετέτρεπε σε βελτίωση της εκτίμησης των εκπομπών από τα πλοία κατά τις μετακινήσεις τους [Perez, 2009; MARIN, 2010, 2011]. Επίσης, υπάρχει συνδυασμός της στιγμιαίας ταχύτητας του σκάφους που έρχεται σαν πληροφορία από

το AIS με τη συνολική αντίσταση του κινούμενου πλοίου και έτσι να εκτιμηθεί το συνολικό «φορτίο» του κινητήρα (άρα και οι ρύποι του) [Jalkanen 2009, 2012].

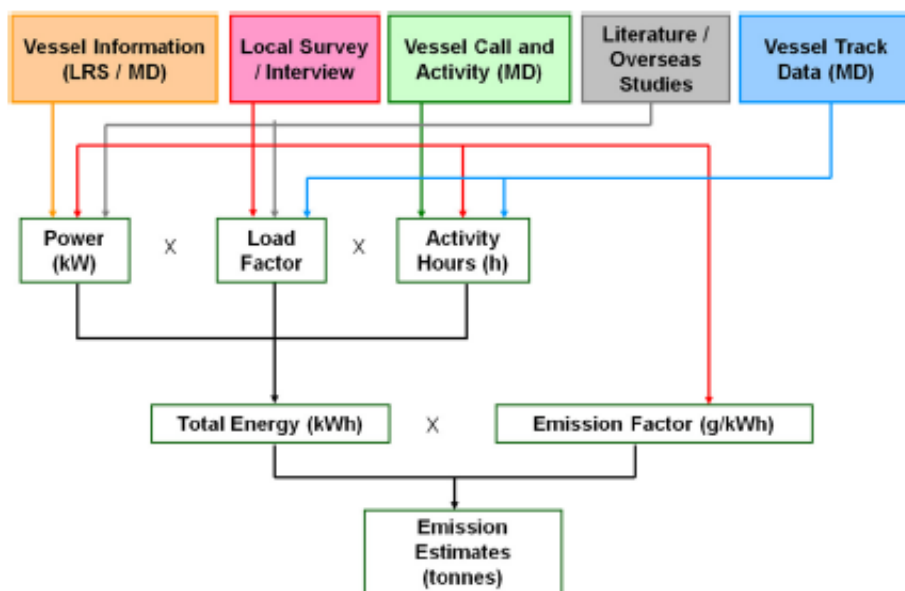
Τα δεδομένα του AIS που χρησιμοποιήθηκαν για να καθοριστούν οι ρύποι της κύριας μηχανής (ME), ως μέσο για την ενίσχυση της κατασκευής μιας θαλάσσιας απογραφής εκπομπών για το Χονγκ Κονγκ, είχαν ως βάση το έτος 2007 και αναφέρονται τα πέντε είδη ρύπων που εξετάστηκαν, αυτά του διοξειδίου του θείου (SO₂), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), τα σωματιδίων (PM₁₀), πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC) και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Στην απογραφή καλύπτονται όλα τα ποντοπόρα πλοία που επιχειρούν στα νερά του Χονγκ Κονγκ, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών που παράγονται από την κύρια μηχανή, τη βοηθητική μηχανή (AE) και τον βοηθητικό λέβητα (AB). Οι εκπομπές από τα πλοία διέλευσης, τα οποία έπλευσαν μέσω των νερών του Χονγκ Κονγκ καθ'οδόν προς άλλα λιμάνια της περιοχής Guangdong, αποκλείστηκαν από την απογραφή του Χονγκ Κονγκ, όπως θα έπρεπε για να διατεθεί μόνο η απογραφή του λιμένα προορισμού.

Απαιτήσεις δεδομένων και πηγές δεδομένων:

Εκτός από τους αριθμούς ταυτότητας των σκαφών, άλλες πληροφορίες που επίσης συλλέχθηκαν για την εκτίμηση των εκπομπών είναι

- α) τα δεδομένα για τα χαρακτηριστικά του σκάφους
- β) η δραστηριότητα των πλοίων και η ενημέρωσης κίνησης
- γ) δραστηριότητα κινητήρα και πληροφορίες για τη χρήση των καυσίμων
- δ) δείκτες εκπομπών

Ο εικόνα 12 συνοψίζει το σύνολο των απαιτήσεων των δεδομένων, τις κύριες πηγές δεδομένων, και τη μεθοδολογία μελέτης της εκτίμησης των εκπομπών.



Σχήμα 5: Απαιτήσεις δεδομένων και εκτίμηση εκπομπών

Αποτελέσματα έρευνας: Εκτιμάται ότι το 2007, τα ποντοπόρα πλοία συνεισέφεραν 12.438 τόνους SO₂, 14.462 τόνους NO_x, 1447 τόνους PM₁₀, 635 τόνους VOC και 1421 τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Μεταξύ των τύπων σκαφών

που εξετάστηκαν, τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και τα υπερωκεάνια κρουαζιερόπλοια ήταν στην κορυφαία με τα δύο πιο ρυπογόνα είδη σκαφών. Τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων αντιπροσωπεύουν το 80% των SO₂, το 80% των οξειδίων του αζώτου, 81% των PM₁₀, το 82% των πτητικών οργανικών ενώσεων και 82% του CO που εκπέμπεται από όλες τα ποντοπόρα πλοία, ενώ τα αντίστοιχα μερίδια των κρουαζιερόπλοιων ήταν 9%, 11%, 9%, 10% και 10%. Οι εκπομπές από πετρελαιοφόρα, συμβατικά φορτηγά πλοία φορτίου και πλοία ξηρού χύδην φορτίου ήταν επίσης σημαντικές. Μαζί με τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και υπερωκεάνια κρουαζιερόπλοια, δημιούργησαν την πρώτη πεντάδα, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 98% όλων των εκπομπών.

Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει μια σύνοψη των εκπομπών των ποντοπόρων πλοίων το 2007 ανά εξοπλισμό. Όπως ήταν αναμενόμενο, η κύρια μηχανή και η βοηθητική μηχανή παρήγαγαν το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 40% και το 38% των SO₂, 55% και 42% των NO_x, και 51% και 40% των PM₁₀ αντίστοιχα. Ωστόσο, ο βοηθητικός λέβητας συνεισέφερε περίπου το 22% του SO₂ και 9% των PM₁₀, και ως εκ τούτου δεν θα πρέπει να αγνοηθεί. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι ένα σημαντικό ποσό των εκπομπών παράγονται κατά τη διάρκεια της διανυκτέρευσης, της κρουαζιέρας όταν το πλοίο κινείται με χαμηλή ταχύτητα και όταν το κρουαζιερόπλοιο είναι στάσιμο. Για το SO₂, η διανυκτέρευση, η κίνηση του κρουαζιερόπλοιου με χαμηλή ταχύτητα αλλά και η στάση του αντιπροσωπεύουν περίπου το 42%, 28% και 24% των εκπομπών αντίστοιχα. Για τα NO_x, τα ποσοστά των μεριδίων συμμετοχής ήταν 30%, 32% και 29%. Για τα PM₁₀, τα αντίστοιχα μερίδια ήταν περίπου 33%, 31% και 25% (Πίνακας 2).

	SO ₂	NO _x	PM ₁₀	VOC	CO
Τύπος πλοίου					
Μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	9886	11480	1173	521	1166
Κρουαζιέρας/Επιβατηγό	1145	1598	132	61	137
Δεξαμενόπλοιο	542	338	46	14	30
Γενικού φορτίου	323	375	37	14	32
Ξηρού φορτίου	304	289	32	11	25
Άλλα	238	381	28	14	32
Εξοπλισμός					
Κύρια μηχανή	5020	7961	741	432	903
Βοηθητική μηχανή	4713	6143	572	186	485
Βοηθητικός λέβητας	2705	357	135	18	34
Είδος λειτουργίας					
Σε πορεία	3043	4246	368	151	381
Χαμηλή ταχύτητα	3477	4657	452	224	526
Ελιγμοί	681	1210	149	123	167
Ελλιμενισμός	5237	4348	479	137	348
Συνολικό	12438	14462	1447	635	1421

Πίνακας 3: Σύνοψη εκπομπών στο Hong Kong (σε τόνους)

Τα παραπάνω ευρήματα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην πολιτική διαχείρισης της ποιότητας του αέρα και στη στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών στο Χονγκ Κονγκ. Οι εκπομπές των πλοίων συχνά βρισκόντουσαν σε δεύτερη μοίρα στο Χονγκ Κονγκ και γενικά στην Ασία, όπου στο παρελθόν ο έλεγχος των εκπομπών απευθυνόταν κυρίως σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στις οδικές μεταφορές και σε βιομηχανικούς τομείς. Τα ευρήματα από αυτή την έρευνα ενισχύουν την αντίληψη ότι τα θαλάσσια σκάφη αποτελούν βασική πηγή εκπομπών αερίων ρύπων στο Χονγκ Κονγκ, η οποία εγγυάται την άμεση κυβερνητική προσοχή. Οι διεθνείς παίκτες ήδη συμμορφώνονται με τα υψηλότερα περιβαλλοντικά πρότυπα στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη, και οι αντίστοιχοι του Χονγκ Κονγκ είναι έτοιμοι να συμμετάσχουν και αυτοί, εάν η πολιτεία θεσπίσει τους κατάλληλους κανονισμούς. Από την πλευρά της κυβέρνησης του Χονγκ Κονγκ, είναι ενθαρρυντικό το να έχουν έναν τομέα ειδικό για τη μείωση των εκπομπών. Τα ευρήματα παρέχουν μια καλύτερη κατανόηση της χωρικής διάστασης των θαλάσσιων εκπομπών στο Χονγκ Κονγκ, η οποία είναι χρήσιμη για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στον σχεδιασμό των μέτρων ελέγχου. Για παράδειγμα, προτείνεται από τις εκτιμήσεις ότι ένα σημαντικό τμήμα των εκπομπών των ποντοπόρων παράγονται κατά τη διάρκεια της διανυκτέρευσης και επιβεβαιώνεται από τα ειδικά σημεία στους χάρτες εκπομπών. Ως εκ τούτου, για τον αποτελεσματικό έλεγχο των εκπομπών, η προτεραιότητα θα πρέπει να κατευθυνθεί προς το κλειδί ελλιμενισμού των ποντοπόρων τοποθεσίες όπου η αλλαγή καυσίμου σε θέση αγκυροβολίας ή η παροχή ενέργειας από την ακτή θα μπορούσε να αποφέρει σημαντικά οφέλη μείωσης των εκπομπών. Τέλος, αποδεικνύεται ότι οι θαλάσσια εκπομπές είναι μια σημαντική πηγή εκπομπών και απειλή για την υγεία του Χονγκ Κονγκ και ειδικά σε περιοχές που βρίσκονται μερικά από τα μεγαλύτερα λιμάνια του κόσμου.

Είδαμε ότι τα δεδομένα του AIS είναι ένας χρήσιμος πόρος που παρέχει σε υψηλή ανάλυση την κίνηση των πλοίων και τις πληροφορίες για την ταχύτητα τους και συνάδει στην εκτίμηση των εκπομπών των πλοίων και είναι συμπληρωματική προς άλλες σημαντικές πηγές πληροφόρησης. Η αβεβαιότητα σχετικά την κυκλοφορία των πλοίων έχει μειωθεί. Παρατηρείται επίσης ότι οι συντελεστές φορτίου της κύριας μηχανής που καθορίζονται από διάφορες μεθοδολογίες ποικίλλουν ανά τύπο σκάφους και χωρητικότητας. Η μεθοδολογία όχι μόνο βελτιώνει την εκτίμηση του παράγοντα του κύριου φορτίου του κινητήρα για το Χονγκ Κονγκ, αλλά παρέχει επίσης ένα τρανταχτό παράδειγμα σχετικά με τη χρήση των δεδομένα του AIS για τους ακαδημαϊκούς και τους επαγγελματίες απογραφής εκπομπών σε άλλα μέρη του κόσμου.

10.2 Απογραφή των εκπομπών των πλοίων, του κοινωνικού κόστους και της οικολογικής αποδοτικότητας στο λιμάνι Yangshan της Σαγκάης.

Η μελέτη αυτή έχει να κάνει με την απογραφή εκπομπών στο λιμάνι Yangshan της Σαγκάης από τα πλοία (CO₂, CH₄, N₂O, PM₁₀, PM_{2,5}, NO_x, SO_x, CO και HC) και με τις εκπομπές που συνδέονται με το κοινωνικό κόστος του λιμανιού. Βασίζεται σε μία μεθοδολογία, που υποστηρίζεται από τα δεδομένα που μεταφέρονται από πλοίο σε πλοίο σε πραγματικό χρόνο από το σύγχρονο αυτόματο

σύστημα αναγνώρισης (AIS). Αυτή η μεθοδολογία εισήχθη για να αποκτηθούν ακριβείς εκτιμήσεις των εκπομπών από τα πλοία. Το κοινωνικό κόστος των επιπτώσεων των εκπομπών στο λιμάνι Yangshan και στις παράκτιες περιοχές αξιολογείται με βάση τις απογραφές των εκπομπών. Το κοινωνικό κόστος καλύπτει τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον και το κλίμα της παράκτιας κοινότητας. Τέλος, οι εκπομπές των πλοίων συνδυάστηκαν με βασικά προφίλ των λειτουργιών του λιμένα, δηλαδή με τη διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων, με τις κλήσεις των πλοίων και με τα έσοδα του λιμανιού, σε μια προσπάθεια να αξιολογηθεί η "οικολογική αποτελεσματικότητα" του λιμανιού, το οποίο δείχνει την απόδοση λιμάνι σε σχέση με κοινωνικό-οικονομικά και περιβαλλοντικά θέματα. [Su Song, 20 November 2012]

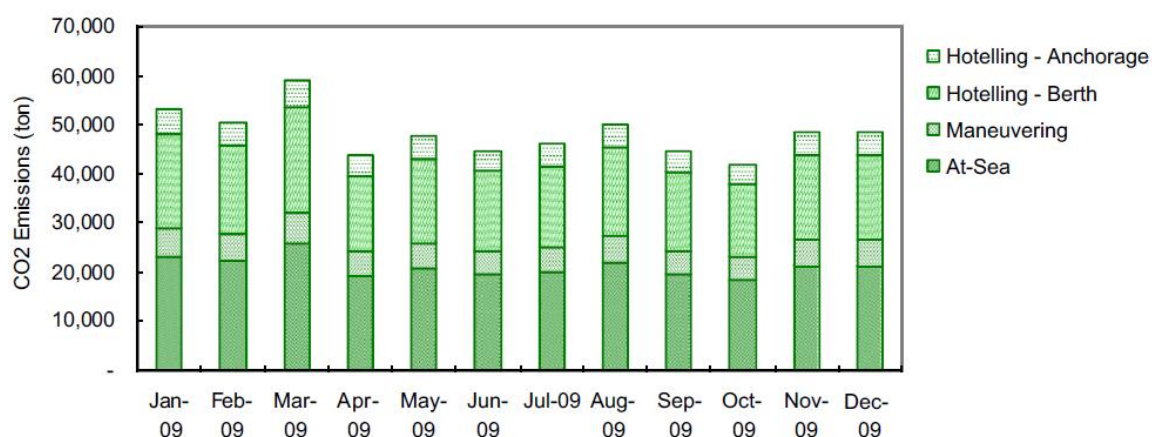
Ο υπολογισμός της απογραφής εκπομπών των πλοίων γίνεται συνήθως με βάση τις δραστηριότητες ή/και τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται. Μια βάσει δραστηριοτήτων προσέγγιση είναι γενικά πιο ακριβή στα αποτελέσματα της [Eyring, Yau , 2012], επειδή απαιτεί λεπτομερή δεδομένα, όπως η κίνηση του πλοίου, ο φόρτος εργασίας του κινητήρα (το πόσο δούλεψε ο κινητήρας και με τι απαιτήσεις), η ταχύτητα του πλοίου, η θέση, η διάρκεια κλπ. Ορισμένες μελέτες ειδικά ορίζουν το κοινωνικό κόστος ως το άθροισμα του εξωτερικού κόστους που είναι δεν εσωτερικεύεται, το οποίο στον τομέα των μεταφορών περιλαμβάνει περιβαλλοντικά κόστη (π.χ. εκπομπές, θόρυβος, άλλοι ρύποι), το κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης, και κόστος ατυχημάτων [Ozbay , 2007].

Βασικά στοιχεία των πλοίων:

- Μέγιστη συνεχής ονομαστική ισχύς του κινητήρα (MCR),
- Μέγιστη ταχύτητα του πλοίου (MS),
- Δεδομένα δραστηριότητας (τα δεδομένα δραστηριότητας αντιπροσωπεύουν πραγματικές δράσεις του πλοίου εντός της περιοχής του λιμένα,
- συμπεριλαμβανομένης της πραγματικής ταχύτητας του πλοίου, το συντελεστή φορτίου, την απόσταση του ταξιδιού και τις ώρες διανυκτέρευσης),
- Πραγματική ταχύτητα πλοίου,
- Συντελεστής φορτίου (LF) για την κύρια μηχανή και το γενικό φορτίο. LF είναι ο λόγος της ισχύος εξόδου ενός κινητήρα σε μια δεδομένη ταχύτητα στην MCR,
- Απόσταση ταξιδιού,
- Ώρες που το πλοίο είναι σε κίνηση,
- Ώρες που το πλοίο είναι σταθμευμένο

Εκπομπές	Κύρια μηχανή	Βοηθητική μηχανή	Λέβητας
CO₂	683	683	970
CH₄	0.010	0.008	0.002
N₂O	0.031	0.031	0.080
PM₁₀	1.500	1.500	0.800
PM_{2.5}	1.200	1.200	0.600
NO_x	13.000	14700	2100
Sox	11.500	12.300	16.500
CO	1.100	1.100	0.200
HC	0.500	0.400	0.100

Πίνακας 4: Κύριες εκπομπές ανά τύπο μηχανής (g kwh⁻¹)



Σχήμα 6: Μηνιαίες εκπομπές CO2 ανά είδος δραστηριότητας

Οι εκπομπές κατά τη διάρκεια της κίνησης στη θάλασσα και στη διανυκτέρευση σε θέση αγκυροβολίας πήραν το κυρίαρχο μερίδιο του συνολικού ποσού κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας ενός πλοίου στο λιμάνι. Η συμμετοχή των εκπομπών των δύο αυτών τμημάτων κυμαινόταν από 79% έως 89%, ανάλογα με τους τύπους των εκπομπών. Σε γενικές γραμμές, για το πλοίο στο λιμάνι, η ποσότητα των εκπομπών από την κύρια μηχανή και το βοηθητικό κινητήρα είναι περίπου το ίδιο. Ο κύριος και ο βοηθητικός κινητήρας συνολικά αντιπροσωπεύουν το 73%- 98% των εκπομπών των πλοίων, ανάλογα με τους διαφορετικούς τύπους εκπομπής. Ωστόσο, η κύρια μηχανή είναι απενεργοποιημένη όταν ένα πλοίο διανυκτερεύει σε θέση αγκυροβολίας κατά τη διάρκεια της μεταφοράς φορτίου, και οι βοηθητικές μηχανές και λέβητες είναι τότε οι κυρίαρχοι συνεισφέροντες σε όλες τις εκπομπές. Παρατηρείται επίσης ότι η ποσότητα των εκπομπών έχουν σημαντική συσχέτιση με το μέγεθος του πλοίου. Σε αυτή τη μελέτη, το κοινωνικό κόστος εκπομπής ορίζεται ως το άθροισμα του κοινωνικού και περιβαλλοντικού κόστους που προκαλείται από τις εκπομπές από τις δραστηριότητες των πλοίων εντός της λιμενικής ζώνης. Το συνολικό κοινωνικό κόστος για όλες τις εκπομπές πλοίων στην λιμενική ζώνη του Yangshan εκτιμάται ότι είναι περίπου 287 εκατομμύρια \$, αντιπροσωπεύοντας το 4,4% του συνόλου των λιμενικών εσόδων.

Ως ένα από τα πιο πολυσύχναστα λιμάνια εμπορευματοκιβωτίων της Κίνας, το λιμάνι Yangshan παρέχει στοιχεία κατάλληλα για την εμπειρική μελέτη της εκτίμησης εκπομπών των πλοίων μέσα στο λιμάνι. Η μεθοδολογία μεταφοράς δεδομένων AIS ship-by-ship σε πραγματικό χρόνο εξασφάλισε μια ακριβή απογραφή των εκπομπών, βάσει της οποίας το σχετικό κοινωνικό κόστος για την παράκτια περιοχή αξιολογήθηκε ανάλογα. Η οικολογική αποτελεσματικότητα της απόδοσης των λιμένων διευκόλυνε την αξιολόγηση της κοινωνικής ανάλυσης κόστους-οφέλους για τις πολιτικές μείωσης των εκπομπών. Αυτή η μελέτη έχει δείξει ότι μια μεθοδολογία βασισμένη στα δεδομένα AIS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει λεπτομερείς δραστηριότητες με βάση την απογραφή των εκπομπών και να παραχθούν εκτιμήσεις κοινωνικού κόστους για μια μεγάλη περιοχή του λιμανιού, ενθαρρύνοντας άλλα λιμάνια να υιοθετήσουν παρόμοια μεθοδολογία για τους λιμένες τους. Επιπλέον, τα λεπτομερή χωροχρονικά αποτελέσματα των εκπομπών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την μοντελοποίηση διασποράς της ποιότητας του αέρα στο λιμάνι και στις γύρω περιοχές.

10.3 Έρευνα για την εκπομπή καυσαερίων από επιχειρήσεις κρουαζιέρας και επιβατηγού ναυτιλίας στο λιμάνι του Las Palmas.

Οι εκπομπές καυσαερίων προκαλούν ατμοσφαιρική ρύπανση και κλιματική αλλαγή. Τα καυσαέρια του πλοίου είναι ιδιαίτερα επιζήμια, τόσο κοντά στις περιβαλλοντικά ευαίσθητες ηπειρωτικές περιοχές και ακτές νησιών, καθώς και σε λιμάνια λόγω της αστικοποίησης του χαρακτήρα τους. Οι εκτιμήσεις των ρύπων, για πρώτη φορά σχετίζονται με την κρουαζιέρα και τις εργασίες των πορθμείων στο λιμάνι του Las Palmas και στη γύρω περιοχή. Γενικά η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η κυκλοφορία των πλοίων και ιδίως της επιβατηγού ναυτιλίας, αποτελεί μια πηγή ρύπανσης του αέρα στο λιμάνι του Las Palmas. Οι χάρτες εκπομπών επιβεβαιώνουν τη θέση των θερμών σημείων σε αποβάθρες που υπάρχουν για τις επιχειρήσεις κρουαζιέρας και πορθμείων. [Miluše Tichavska, Beatriz Tovar, 30 August 2014]

Η επιβατηγός ναυτιλία και η κρουαζιέρα, μοιράζονται τις θετικές επιπτώσεις και τα οικονομικά οφέλη με τα λιμάνια και τις πόλεις. Ωστόσο οι αρνητικές επιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένης της ρύπανσης του αέρα, αφορούν επίσης τις εκπομπές καυσαερίων ενώ το πλοίο είναι σε λειτουργία στο λιμάνι [Castells 2014, Chang, 2014]. Η διάδοση των καυσαερίων που προέρχεται από τη ναυτιλιακή δραστηριότητα έχουν σημαντική επίπτωση στην ποιότητα του αέρα στις πόλεις-λιμάνια. Το πιο σημαντικό, όμως είναι ότι επιβλαβείς εκπομπές των πλοίων στην ατμόσφαιρα έχουν οριστεί ως παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά και αναπνευστικά προβλήματα ή ακόμα και για θάνατο [Corbett, 2007]. Έτσι επιδιώκεται η συμμόρφωση και η ενίσχυση της ρύθμισης των εκπομπών στον τομέα της ναυτιλίας. Τα δεδομένα του AIS για τις εκπομπές μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για να αξιολογήσουν τον αντίκτυπο της ναυτιλίας σε λιμενικές περιοχές [Ng, 2012]. Για να προσδιοριστούν οι ρύποι χρειάζεται να γνωρίζουμε τη λειτουργία των πλοίων σε κατάσταση ελλιμενισμού, ελιγμών και κανονικής πλεύσης σε συνδυασμό με τους ρύπους που εκπέμπονται αναλόγως το φορτίου λειτουργίας του εκάστοτε κινητήρα και γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά πλοίων. Μεθοδολογίες βασισμένες στο AIS έχουν ήδη εισαχθεί για την εκτίμηση των εκπομπών της ναυτιλίας [Jalkanen, 2008], αλλά δεν έχουν ποτέ παρουσιαστεί ως μέσο για να βοηθήσουν στο σχεδιασμό της πολιτικής και λήψης διορθωτικών μέτρων του συγκεκριμένου τομέα της ναυτιλίας (επιβατηγός ναυτιλία). Έτσι, μέσω έρευνας παρουσιάζονται αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με την εφαρμογή των μεθοδολογιών του AIS για την αξιολόγηση των εκπομπών καυσαερίων των υπηρεσιών κρουαζιέρας και πορθμείων, σύμφωνα με τις τάξεις μεγέθους του πλοίου, το χρόνο και τις φάσεις των δραστηριοτήτων πλοίου (π.χ. διανυκτέρευση, ελιγμούς και πορείες).

Κανονισμοί και πρακτικές για τον έλεγχο των εκπομπών καυσαερίων των πλοίων στα λιμάνια. Ο ισχύων κανονισμός αποσκοπεί στη μείωση των εκπομπών από τα πλοία μέσω της θέσπισης ελάχιστων προτύπων ποιότητας των καυσίμων και την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών μείωσης των εκπομπών. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) έχει ασχοληθεί με τη ρύπανση από τα πλοία στο πλαίσιο της σύμβασης MARPOL. Η ρύθμιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία ορίστηκε στο παράρτημα VI της MARPOL και εγκρίθηκε για πρώτη φορά το 1997 και εκτελέστηκε το 2005, συμπεριλαμβανομένου τη σταδιακή μείωση των SO_x και NO_x και έμμεσα των σωματιδίων (PM) στις Περιοχές Ελέγχου των Εκπομπών (ECA). Το Παράρτημα VI της MARPOL είναι το μόνο παγκόσμιο καθεστώς που απευθύνεται ξεκάθαρα στον έλεγχο των ατμοσφαιρικών εκπομπών των πλοίων [International Maritime Organization]. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επίσης εκφράσει τις

ανησυχίες της για τις επιπτώσεις των μεταφορών στην ποιότητα του αέρα, μέσω της Στρατηγικής για την Αειφόρο Ανάπτυξη που δημοσιεύθηκε σχετικά με τη Λευκή Βίβλο για την πολιτική μεταφορών [Gemeinschaften, 2001].

Οι εκτιμήσεις εκπομπών που παρουσιάστηκαν για την περίπτωση του Las Palmas δείχνουν ότι η ναυτιλία εν γένει και ιδίως η επιβατηγός ναυτιλία, είναι πηγή ρύπανσης του αέρα (NO_x, SO_x, σωματίδια PM, CO, CO₂). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με άλλες μελέτες που εξετάζουν επίσης τις απογραφές των εκπομπών σε λιμάνια. Συνοπτικά μπορεί να παρατηρηθεί από τα αποτελέσματα ότι οι κατηγορίες σκαφών που μεταφέρουν, επιβάτες, εμπορευματοκιβώτια και υγρά φορτία έχουν συμβάλει με το μεγαλύτερο μερίδιο των εκπομπών που σχετίζονται με την τοπική μείωση της ποιότητας του αέρα (NO_x, SO_x, σωματίδια PM, CO) και με τις παγκόσμιες επιπτώσεις αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούνται από τις εξατμίσεις (CO₂). Επιπλέον, οι πληροφορίες για τις εκπομπές είναι χρήσιμες τόσο για τον εντοπισμό hot spots των εκπομπών κοντά πυκνοκατοικημένες περιοχές και επίσης, μπορούν να υποστηρίξουν τις μελέτες διασποράς και τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, που θα επιτρέψουν την περαιτέρω αξιολόγηση της διάταξης λιμένων, τις αποφάσεις μετεγκατάστασης (αν χρειαστεί) για τις αποβάθρες έτσι ώστε να επηρεάζουν όσο το δυνατόν χαμηλότερο ποσοστό των κατοίκων καθώς και βελτιώσεις στις δομές που σχετίζονται με το λιμάνι (δηλαδή στην ξηρά).

11. Δικτυακή αναγνώριση γεγονότων από τις τροχιές κινούμενων πλοίων

Σε αυτή την έρευνα παρουσιάζεται ένα σύστημα για την online παρακολούθηση της θαλάσσιας δραστηριότητας βάσει των θέσεων των πλοίων που πλέουν στη θάλασσα. Η ανίχνευση γίνεται και επικεντρώνεται στις σημαντικές αλλαγές πορείας του κάθε σκάφους στο πέρασμα του χρόνου και έτσι μπορούμε να κρατήσουμε ιστορικά δεδομένα για την πρόσφατη κίνηση των πλοίων. Επιπλέον, χάρη στην αναγνώριση σύνθετων γεγονότων, αυτό το σύστημα μπορεί επίσης να προσφέρει άμεση ειδοποίηση σε περίπτωση θαλάσσιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης, όπως ο κίνδυνος των συγκρούσεων, ύποπτες κινήσεις σε προστατευόμενες ζώνες, ή ανταλλαγή παράνομων φορτίων στην ανοιχτή θάλασσα. [Online Event Recognition from Moving Vessel Trajectories -Kostas Patroumpas, Elias Alevizos, Alexander Artikis, Marios Vodas, Nikos Pelekis, Yannis Theodoridis, Jan 2016]

Τα συστήματα θαλάσσιας επιτήρησης έχουν προσελκύσει ιδιαίτερη προσοχή για οικονομικούς καθώς και περιβαλλοντικούς λόγους. Για παράδειγμα, τα ατυχήματα στη θάλασσα μπορεί να προκαλέσουν οικολογικές καταστροφές (π.χ. διαρροή πετρελαίου) και στις ναυτιλιακές εταιρείες μπορεί να επιβληθεί πρόστιμο δισεκατομμυρίων δολαρίων. Ένα σύστημα ανίχνευσης της τροχιάς δέχεται μια ροή των μηνυμάτων του AIS και καταγράφει σημαντικές αλλαγές σε κάθε μετακίνηση του πλοίου. Δεδομένου ότι τα σκάφη που συνήθως ακολουθούν προγραμματισμένες διαδρομές (εκτός από τα ατυχήματα, καταιγίδες, κλπ), η διαδικασία αυτή μπορεί να εντοπίσει αμέσως "κρίσιμα σημεία" κατά μήκος της τροχιάς, όπως μία στάση, μια ξαφνική στροφή, ή αργή κίνηση. Αυτό γίνεται από το σύστημα αναγνώρισης σύνθετων γεγονότων, το οποίο μπορεί αποτελεσματικά να εντοπίσει ύποπτες ή επικίνδυνες καταστάσεις, όπως όταν πλησιάζουν επικίνδυνα τα σκάφη ή όταν γίνεται ανταλλαγή παράνομων φορτίων σε ανοιχτή θάλασσα, και ως εκ τούτου θα υπάρξει ειδοποίηση των θαλάσσιων αρχών.

11.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος

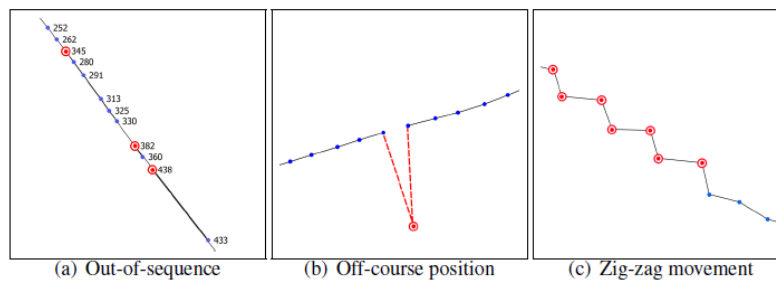
Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί στοιχεία των μηνυμάτων του AIS από τα πλοία που έχουν να κάνουν με τη θέση στην οποία βρίσκονται και ανιχνεύει κινήσεις και σύνθετα γεγονότα, όπως ύποπτη δραστηριότητα σκάφους. Ως πρώτη ύλη, χρησιμοποιούνται κάποια συγκεκριμένα μηνύματα του AIS και εξάγονται ενημερώσεις θέσης. Κάθε μήνυμα καθορίζει το MMSI (Maritime Mobile Service Identity) του σκάφους, το οποίο είναι σαν την ταυτότητα του σκάφους. Για ένα δεδομένο MMSI, κάθε μία από τις διαδοχικές θέσεις αποτελούνται από γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος, Lon & Lat) που έρχονται σαν δύο ξεχωριστοί αριθμοί καθώς επίσης λαμβάνεται και η χρονική στιγμή του μηνύματος σε Unix Time (χωρίζεται σε δευτερόλεπτα και είναι η «ώρα της πληροφορικής»). Παρακολουθώντας τα μηνύματα του AIS χρειαζόμαστε 4 στοιχεία τους: MMSI, Lon, Lat, time. Επίσης εφαρμόζεται έλεγχος μείωσης θορύβου για να μειωθούν τα λανθασμένα και άκυρα μηνύματα. Το σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει τα γεγονότα τροχιάς, είτε στιγμιαία (π.χ., μια ξαφνική στροφή) είτε μεγαλύτερης διάρκειας (π.χ., μια ομαλή στροφή).

11.2 Ανίχνευση Γεγονότων Τροχιάς

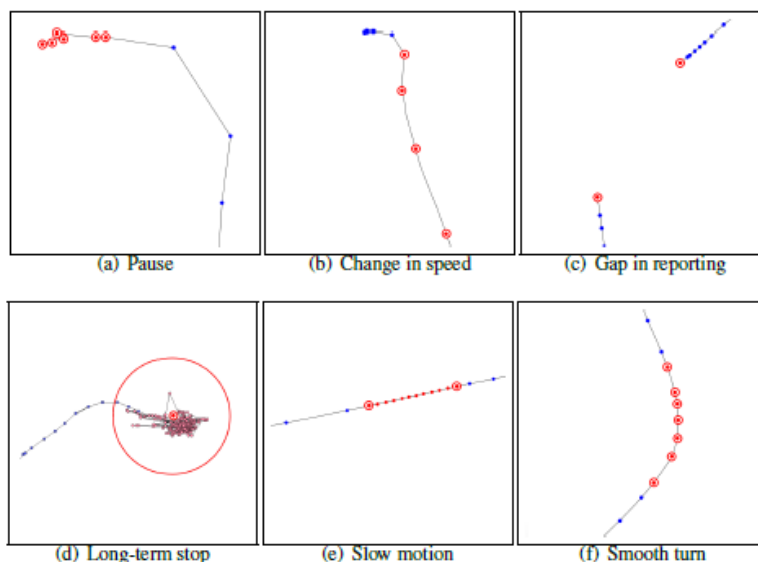
Διακρίνονται δύο είδη γεγονότων τροχιάς:

- Τα στιγμιαία γεγονότα ελέγχοντας τις σημαντικές αλλαγές σε σχέση με τις παλιές τοποθεσίες (π.χ., μια απότομη αλλαγή στην πορεία).
- Τα μακράς διάρκειας γεγονότα τροχιάς είναι ένα σύνολο από στιγμιαία γεγονότα και έχουν κάποια διάρκεια. Για παράδειγμα, μερικές συνεχόμενες αλλαγές στην πορεία μπορεί να είναι πολύ μικρές και ασήμαντες αν κάθε μία εξετάζεται χωριστά από τις υπόλοιπες, αλλά όλες μαζί θα μπορούσαν να σημαίνουν μια αξιοσημείωτη αλλαγή στη γενική κατεύθυνση.

Ο θόρυβος που αναφέραμε πριν είναι λανθασμένα ή άκυρα μηνύματα που δεν στέκουν με τα πραγματικά δεδομένα. Μπορεί να δούμε μια θέση εκτός της τροχιάς που κινούταν το πλοίο, ή μια υπερβολικά μεγάλη στροφή (ενώ γνωρίζουμε πως ειδικά τα μεγάλα πλοία κάνουν ομαλές και αργές στροφές), πολύ μεγάλη επιτάχυνση, ή να έρθει μήνυμα για ένα πλοίο με τον ίδιο χρόνο πάνω από μία φορά.



Σχήμα 7: Καταστάσεις που σχετίζονται με τον θόρυβο στην πορεία ενός πλοίου (Πηγή: Online Event Recognition from Moving Vessel Trajectories, 2016)



Σχήμα 8: Στιγμιαία και διαρκή γεγονότα. (Πηγή: Online Event Recognition from Moving Vessel Trajectories)

Μέσα από αυτό το σύστημα μπορούμε να ελέγξουμε ύποπτες καταστάσεις στη θάλασσα όπως ύποπτη καθυστέρηση του πλοίου αν κινείται αργά ή αν έχει

σταματήσει, ραντεβού δύο πλοίων αν δύο πλοία βρεθούν σε πολύ κοντινή απόσταση χωρίς προφανές λόγο, γρήγορη κίνηση πλοίου αν το πλοίο προφανώς προσπαθεί να ξεφύγει από κάποια ύποπτη κατάσταση και τέλος ανταλλαγή παράνομων φορτίων όπως ναρκωτικά, όπλα, λαθρεμπόριο.

ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Το 3^ο και τελευταίο μέρος της διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνει την ανάλυση δεδομένων AIS στην περιοχή του Αιγαίου. Τα δεδομένα βρίσκονται σε ένα αρχείο text και αφορούν δεδομένα 3 μηνών. Είναι διαθέσιμα στη σελίδα του <http://chorochronos.datastories.org/?q=content/imis-3months> όπως συλλέχθηκαν από την εταιρεία IMIS Hellas S.A. (<http://www.imishellas.gr/>) που ειδικεύεται στην τεχνολογία του AIS και σε δημόσια πληροφοριακά συστήματα. Αυτή η συλλογή δεδομένων δόθηκε στο Infolab του Πανεπιστημίου Πειραιώς για ερευνητικούς σκοπούς (URL:<http://infolab.cs.unipi.gr/>).

Το αρχείο text αποτελείται από 168.240.595 γραμμές κάτι που το κάνει δύσκολο στο χειρισμό του λόγω του όγκου του. Για να ανοίξουμε και να δούμε τη μορφή του αρχείου χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικό πρόγραμμα ανάγνωσης μεγάλων αρχείων text, το EmEditor. Αφού ανοίξαμε το αρχείο είδαμε και επιβεβαιώσαμε την μορφή του όπως παρουσιάζεται και στο Chorochronos. Δηλαδή αποτελείται από 4 στήλες οι οποίες είναι:

1. Ο χρόνος που λήφθηκε το σήμα του πλοίου. Ο χρόνος αυτός εκφράζεται σε Unix Time, δηλαδή εκφράζει τον ακριβή χρόνο σε δευτερόλεπτα με αρχικό (μηδενικό) σημείο 00:00:00 την Πέμπτη 1 Ιανουαρίου του 1970. Από τότε αυτός ο χρόνος μετράει ανελλιπώς και χρησιμοποιείται στην πληροφορική για ακριβή μέτρηση της ώρας.
2. Έναν μοναδικό αριθμό-ταυτότητα του κάθε πλοίου. Το κάθε πλοίο στο αρχείο μας έχει έναν μοναδικό αριθμό για να υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ τους.
3. Γεωγραφικό μήκος
4. Γεωγραφικό πλάτος

Σκοπός μας είναι να δημιουργήσουμε μία βάση δεδομένων με αυτές τις γραμμές του αρχείου text και πάνω σε αυτή τη βάση να θέσουμε κάποια ερωτήματα (queries) για να φέρουμε αποτελέσματα σύνθετων γεγονότων και να αναλύσουμε τα αποτελέσματα τους.

Είναι γνωστό πως η Ελλάδα είναι μια χώρα με πολύ ανεπτυγμένη ναυτιλία αλλά και το τεράστιο μήκος των ακτογραμμών της σε συνδυασμό με τον πολύ μεγάλο αριθμό νησιών την κάνει να έχει πολύ μεγάλη κινητικότητα σκαφών. Έτσι πέρα από τα εμπορικά-φορτηγά πλοία, υπάρχει η επιβατηγός ναυτιλία, τα τουριστικά σκάφη, τα σκάφη αναψυχής και ένας τρομερά μεγάλος αριθμός αλιευτικών σκαφών, σε απόρροια των πολλών παραθαλάσσιων χωριών που βασιζονται οικονομικά στην αλιεία και βρίσκονται κατά μήκος των ακτογραμμών της Ελλάδας. Ως εκ τούτου καταλαβαίνουμε την ανάγκη της ύπαρξης ελέγχου αυτών των σκαφών και σε αυτό το σημείο έρχεται το AIS να βοηθήσει σε αυτό το δύσκολο εγχείρημα. Ο έλεγχος αυτός προφανώς και θα πρέπει να γίνεται απευθείας (on-line) τη στιγμή που το κάθε συμβάν λαμβάνει χώρα για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα. Όσο πιο γρήγορα υπάρξει αντίδραση σε ένα μη επιθυμητό γεγονός τόσο μικρότερη θα είναι και η ζημιά σε όλα τα επίπεδα.

Όπως έχουμε προαναφέρει η χρήση του AIS κρίνεται απαραίτητη για όλα τα σκάφη άνω των 300 κόντων και σε όλα τα επιβατηγά ανεξαρτήτως μεγέθους, έτσι αρχικά το AIS σαν σύστημα πρέπει να λειτουργεί σωστά. Τα μηχανήματα που το απαρτίζουν θα πρέπει να είναι πλήρως λειτουργικά έτσι ώστε να στέλνει τα δεδομένα

που είναι προγραμματισμένο να στείλει μέσα σε κάποια χρονικά πλαίσια. Αν δεν καταφέρει να στείλει τα δεδομένα αυτά στο χρόνο που πρέπει σημαίνει πως έχουμε πρόβλημα. Έτσι το πρώτο σύνθετο γεγονός που θα αναλύσουμε είναι η ορθή αποστολή των δεδομένων AIS στον χρόνο που πρέπει. Το επόμενο ερώτημα που θα αναλύσουμε είναι το ποια πλοία βρέθηκαν σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων την ίδια περίπου χρονική στιγμή. Αυτό μπορεί να μας δείξει ύποπτες συναντήσεις πλοίων για παράνομες δραστηριότητες όπως το λαθρεμπόριο αλλά μπορεί να είναι και κάτι το εντελώς αθώο αφού μπορεί να είναι απλά αλιευτικά σκάφη που δουλεύουν μαζί. Εφόσον η Ελλάδα είναι μια χώρα με έντονη κινητικότητα στην αλιεία και το Αιγαίο μια πολύ κλειστή θάλασσα περιμένουμε να βγάλουμε αρκετά αποτελέσματα σε αυτό το ερώτημα καθώς οι περιοχές αλιείας συνήθως είναι συγκεκριμένες και υπάρχει μεγάλη πυκνότητα από σκάφη. Το τρίτο και τελευταίο ερώτημα που θα αναλύσουμε είναι ποιο πλοίο σταμάτησε την κίνηση του. Η ορθή λειτουργία των σκαφών είναι συνήθως να βρίσκονται σε κίνηση, άρα η κάθε στάση του μπορεί να θεωρηθεί σαν ύποπτο γεγονός προς εξέταση. Όμως εφόσον το κάθε σκάφος αναγκαστικά σταματάει για ανεφοδιασμό, εισαγωγή- εξαγωγή φορτίου, διανυκτέρευση, ακόμα και για εργασία (ένα αλιευτικό να μαζεύει τα δίχτυα του) κλπ, πρέπει να θέσουμε κάποια όρια στον χρόνο που έμεινε στάσιμο. Συνήθως μια ύποπτη ενέργεια γίνεται όσο το δυνατόν πιο γρήγορα άρα δεν θα πρέπει να διαρκεί πάνω από κάποια συγκεκριμένα λεπτά.

Γενικά σκεφτήκαμε πως σε κάθε ερώτημα θα υπάρξουν αρκετά αποτελέσματα και αυτό είναι απόρροια του ότι τα δεδομένα είναι 3 μηνών. Τα δεδομένα δεν θα είναι πολλά σε σχέση με τα αρχικά δεδομένα, καθώς μπορεί να είναι ένα πολύ μικρό ποσοστό των αρχικών εγγραφών, αλλά μπορεί να είναι πολλά σε απόλυτες τιμές που σαν αποτέλεσμα θα έχει να είναι πιο δύσκολα ελέγξιμα.

Ο πιο ορθός έλεγχος που προτείνουμε είναι τα δεδομένα να ελέγχονται απευθείας από τα συστήματα (όταν είναι on-line συνδεδεμένα με τα δεδομένα του AIS) που έχουν δημιουργηθεί για να υπάρχει άμεση επέμβαση αν χρειαστεί. Η έρευνα ιστορικών δεδομένων AIS βοηθάει στο να δούμε με τι απόλυτες τιμές γεγονότων έχουμε να κάνουμε και να βγουν κάποια στατιστικά όπως τι ποσοστό των σκαφών δεν χρησιμοποιεί το σύστημα AIS απολύτως σωστά. Μπορούν δηλαδή να εξαχθούν στοιχεία για το πόσο δύσκολο είναι να υπάρξει έλεγχος σε μια περιοχή τόσο μικρή όσο το Αιγαίο. Επίσης τα στοιχεία που παρέχονται μέσω του αρχείου text (χρόνος, id, γεωγραφικά μήκη και πλάτη) είναι αρκετά λίγα για να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα καθώς λείπουν στοιχεία που θα βοηθούσαν στην περαιτέρω ανάλυση, όπως ο αριθμός MMSI του σκάφους που θα μας έδειχνε το είδος του σκάφους και αυτόματα θα μπορούσαμε να κρίνουμε αν μια δεδομένη κίνηση ενός σκάφους είναι ύποπτη ή όχι. Με αυτά και διάφορα άλλα στοιχεία θα μπορούσαμε να επιβεβαιώσουμε ότι τα περισσότερα σκάφη είναι αλιευτικά και τουριστικά, καθώς γνωρίζουμε ότι η κίνηση τους είναι πιο ελεύθερη και δύσκολη να εξεταστεί, και το οποίο θα μας βοηθούσε στην έρευνα μας. Επίσης δεν έχουμε την ταχύτητα των σκαφών, ένα πολύ σημαντικό δεδομένο για την κίνηση των πλοίων. Ένα πλοίο είναι αφύσικο να κινείται με μεγάλη ταχύτητα ή με πολύ μικρή. Την μικρή ταχύτητα θα την ελέγξουμε βέβαια με το ερώτημα για την στάση των σκαφών. Επίσης υπάρχει η έλλειψη του δεδομένου στροφής των πλοίων, δηλαδή πόσες μοίρες γωνίας στρίβει ένα πλοίο. Τα αλιευτικά και τα τουριστικά σκάφη είναι λογικό να κάνουν απότομους ελιγμούς, αλλά τα μεγάλα εμπορικά πλοία έχουν σταθερές τροχιές και ταχύτητες με ήπιες αλλαγές πορείας και έτσι θα μπορούσαμε να ελέγξουμε αν η στροφή που κάνει ένα μεγάλο πλοίο (αφού θα είχαμε και τον αριθμό MMSI για να εξακριβώσουμε το

είδος του πλοίου) ξεπερνάει κάποια όρια. Έτσι θα προσπαθήσουμε με τα δεδομένα που μας δίνονται να απαντήσουμε στα παραπάνω ερωτήματα.

Αρχικά έπρεπε να περαστεί το αρχείο text σε μία βάση δεδομένων. Χρησιμοποιούμε SQL Server για τον χειρισμό της βάσης. Επειδή το αρχείο είναι πολύ μεγάλο και με το να περαστεί με μια απλή εντολή προγραμματισμού θα απαιτούσε τρομερές απαιτήσεις για τη μνήμη RAM, βρήκαμε μία εντολή που θα κρατάει στη μνήμη κάθε φορά μόνο μία γραμμή του text αρχείου. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε για την εισαγωγή του αρχείου text στον SQL Server είναι η Python.

Η εντολή σε Python που χρησιμοποιήθηκε:

```
import pyodbc

cnxn = pyodbc.connect('DRIVER={SQL Server};SERVER=XXXXX-PC;DATABASE=test;UID=XXX;PWD=XXXX!') #σύνδεση του SQL Server

cursor = cnxn.cursor()

with open("original.txt") as infile: #ανοίγουμε το αρχείο με τα δεδομένα

    for line in infile:

        data = line.split( ) #διαβάζουμε γραμμή-γραμμή κάθε φορά

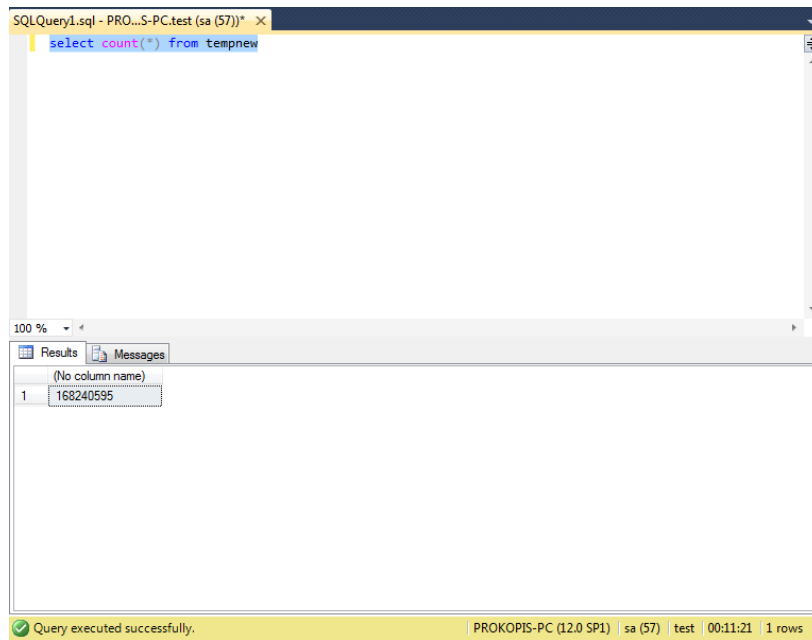
        query = ("insert into tempnew(tmstmp, shipno, lon, lat) "

                "values (?, ?, ?, ?)") #βάζουμε τα δεδομένα σε πίνακα

        cursor.execute(query, data[0], data[1], data[2], data[3])

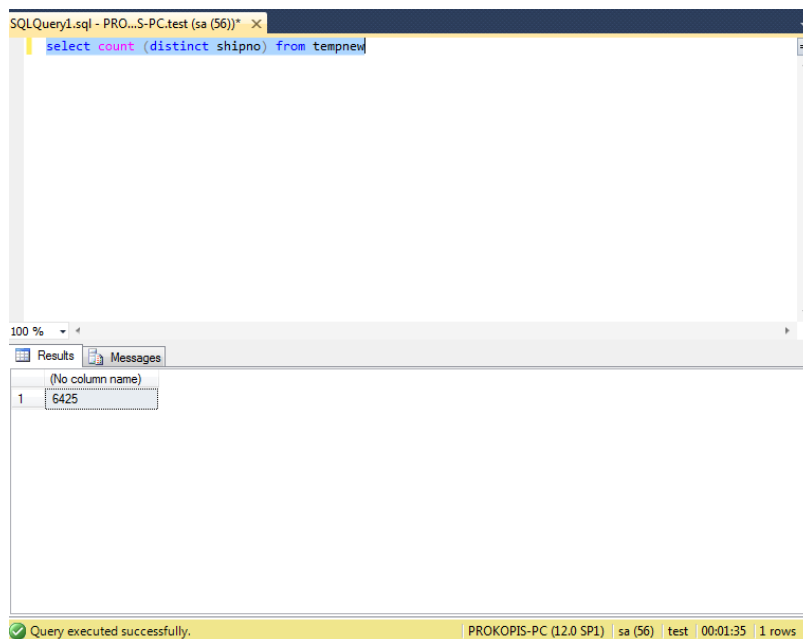
    cnxn.commit()
```

Με αυτές τις εντολές έγινε η εκχώρηση του αρχείου text (original.txt) σε μία βάση δεδομένων (test). (Καθώς υπήρξε πρόβλημα με τον αρχικό υπολογιστή που χρησιμοποιήθηκε λόγω του όγκου των δεδομένων και λόγω των δυνατοτήτων του, η βάση μεταφέρθηκε σε διάφορους υπολογιστές για λόγους απόδοσης). Εφόσον έγινε η εκχώρηση των δεδομένων (χρειάστηκε 36 ώρες συνεχούς λειτουργίας η συγκεκριμένη εντολή), θέλουμε να δούμε πόσες εγγραφές αποθηκεύτηκαν. Έτσι χρησιμοποιούμε μία εντολή count για ολόκληρο τον πίνακα. Παρακάτω βλέπουμε την εικόνα με την εντολή και τα αποτελέσματα της. Οι εγγραφές του πίνακα είναι 168.240.595.



Εικόνα 6: Αριθμός εγγραφών

Επίσης βρίσκουμε πόσα διαφορετικά πλοία υπάρχουν σε αυτόν τον πίνακα, για να δούμε με τι όγκο διαφορετικών πλοίων έχουμε να ασχοληθούμε. Κάνουμε άλλη μία αναζήτηση, αριθμού πλοίων αυτή τη φορά και βλέπουμε ότι ο αριθμός των πλοίων είναι 6425. Έτσι καταλαβαίνουμε ότι τα πλοία είναι πάρα πολλά και σίγουρα η συντριπτική πλειοψηφία είναι αλιευτικά και τουριστικά, οπότε περιμένουμε και τα αποτελέσματα στις αναζητήσεις των σύνθετων γεγονότων να είναι ανάλογα καθώς είναι σκάφη που κινούνται ελεύθερα, με ελιγμούς και στάσεις συνεχώς χωρίς να έχουν κάποιο συγκεκριμένο πλάνο.



Εικόνα 7: Αριθμός πλοίων

Ερώτημα I: Να βρεθούν τα πλοία που δεν έστειλαν σήμα για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα

Τα σκάφη είναι υποχρεωμένα να φέρουν τον εξοπλισμό του AIS αλλά και να τον χρησιμοποιούν πάντα στις περιπτώσεις που βρίσκονται σε λειτουργία. Έτσι το σήμα πρέπει να λαμβάνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα χωρίς να καθυστερεί. Αν καθυστερήσει σημαίνει πως το σύστημα δεν είναι ενεργοποιημένο (το έχουν ξεχάσει δηλαδή και θα πρέπει να υπάρξει επίπληξη από τις αρχές), είτε είναι χαλασμένο (πάλι θα πρέπει να υπάρξει επίπληξη για την επιδιόρθωση του), είτε είναι κλειστό εσκεμμένα που σημαίνει ότι οι χειριστές του σκάφους δεν θέλουν να γίνουν αντιληπτοί από τις αρχές γιατί κάνουν κάποια παράνομη δραστηριότητα. Έτσι χρειάζεται να «πιάσουμε» αυτά τα σκάφη με την αναζήτηση μας.

Το σύστημα AIS για να λειτουργεί σωστά, πρέπει να στέλνει σήμα το πολύ ανά 10 λεπτά. Έτσι στο ερώτημα θα βάλουμε κατώτερο όριο τα 10 λεπτά. Όμως για να αποκλείσουμε τις βλάβες που σίγουρα θα καθυστερήσουν αρκετά να επιδιορθωθούν αλλά και τις περιπτώσεις που ο χειριστής ξέχασε να ανοίξει το σύστημα και τέλος τις περιπτώσεις που το σκάφος βρίσκεται σε λιμάνι (ή για επισκευές) για μέρες εκτός λειτουργίας πρέπει να μπει και ένα ανώτατο όριο χρόνου στην εντολή αναζήτησης.

Αρχικά ορίζονται σαν κατώτερο και ανώτερο όριο τα 10 λεπτά (600 δευτερόλεπτα) και οι 3 ώρες (10800 δευτερόλεπτα) αντίστοιχα. Τρέχοντας τον κώδικα της SQL θα δούμε ποια πλοία ΔΕΝ έστειλαν σήμα για πάνω από δέκα λεπτά και κάτω από 3 ώρες. Παρακάτω ακολουθεί ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε (Με πράσινο χρώμα τονίζονται τα σχόλια για τις εντολές του κώδικα):

```
Declare @ship int = 0 --ορίζουμε έναν ακέραιο για αριθμό του πλοίου που  
θα ψάχνουμε κάθε φορά που θα εκτελείται η συνθήκη που έχουμε ορίσει  
παρακάτω
```

```
WHILE EXISTS(SELECT top 1* FROM trans_temp2) --εδώ δημιουργούμε μία  
«λούπα» για τον αρχικό πίνακα ώστε να γίνεται αναζήτηση για όσο υπάρχει έστω  
ένα στοιχείο στον αρχικό πίνακα
```

```
Begin --έναρξη της συνθήκης
```

```
Select Top 1 @ship = ship From trans_temp2 --επιλογή του 1ου πλοίου  
κάθε φορά
```

```
PRINT 'ship = ' + Convert(varchar(11), @ship) --έλεγχος των στοιχείων  
που μας επιστρέφει για δική μας διευκόλυνση
```

```
select row_number()over(order by fseconds ASC)as rownum,  
fseconds,ship --επιλέγω τα στοιχεία που θα μπουν στον νέο πίνακα που θα φτιάξω  
με αύξουσα σειρά
```

```
into #Temp2 -- βάζω σε έναν νέο πίνακα σε αύξουσα σειρά  
ανά πλοίο, χρόνο και μια νέα μεταβλητή rownum που είναι ο αριθμός της κάθε  
εγγραφής του πλοίου
```

```
from trans_temp2 --επιλέγω τα στοιχεία που προαναφέραμε  
από τον αρχικό πίνακα που έχουμε
```

```
where ship = @ship --ορίζω κάθε φορά το νέο πλοίο καθώς  
προχωράει η αναζήτηση
```

--παρακάτω έχουμε ένα INNER JOIN, δηλαδή μία ένωση πινάκων (του #temp2 με τον εαυτό του) για να ελέγχω την κάθε εγγραφή ενός πλοίου με την επόμενη δική του, για να εξετάσω τη συνθήκη. Κάθε φορά εξετάζονται μόνο 2 εγγραφές μεταξύ τους για να μην έχω πρόβλημα έλλειψης μνήμης. Τα αποτελέσματα τα εισάγω στον πίνακα question_1.

```
insert into question_1(fseconds_1,ship_1,fseconds_2,ship_2)
```

```
-- εισαγωγή των δεδομένων στον question_1
```

```
select t1.fseconds,t1.ship,t2.fseconds,t2.ship from #Temp2 t1
```

```
--επιλογή των δεδομένων από τον #temp2
```

```
INNER JOIN #Temp2 t2 ON t2.rownum = t1.rownum+1
```

```
--η σύνδεση του #temp2 με τον εαυτό του
```

```
where (t2.fseconds -t1.fseconds) >= 600 and (t2.fseconds -  
t1.fseconds) <= 10800 --η συνθήκη του ερωτήματος μας για να μας έρθουν τα  
αποτελέσματα των πλοίων που δεν έστειλαν σήμα για πάνω από 600 και κάτω από  
10800 δευτερόλεπτα
```

```
PRINT ' Start Delete'
```

```
Delete trans_temp2 Where ship = @ship and fseconds in (select  
fseconds from #Temp2 Where ship = @ship ) --διαγραφή των εγγραφών του αρχικού  
πίνακα κάθε φορά που εκτελείται ο βρόχος έτσι ώστε η διαδικασία να γίνεται πιο  
γρήγορη όσο περνάει η ώρα.
```

PRINT ' End Delete' -- αναφέρεται ότι διεγράφη ο πίνακας

drop table #Temp2 --πετάμε εντελώς τον #temp2 για να γλυτώσουμε χρόνο

PRINT 'Drop Temp' -- αναφέρεται ότι διεγράφη ο πίνακας

End -- τέλος της διαδικασίας

Το ερώτημα έφερε τα αποτελέσματα σε περίπου 2 ώρες. Τα δεδομένα περάστηκαν σε αρχείο excel για την καλύτερη αποτύπωση. Παρακάτω παρουσιάζεται εικόνα με τα αποτελέσματα του ερωτήματος. Παρατηρούμε ότι επιστράφηκαν πάρα πολλά αποτελέσματα και ισούνται με 762.733 (αφαιρούμε την 1^η γραμμή που είναι άκυρη), δηλαδή το 0,45% των συνολικών εγγραφών, το οποίο σαν ποσοστό φαίνεται ελάχιστο, αλλά σε απόλυτες τιμές είναι πολύ μεγάλο. Ακόμα δεν μπορεί να βγει ασφαλές συμπέρασμα.

	fseconds_1	ship_1	fseconds_2	ship_2	
762715	1251755985	1132	1251756931	1132	
762716	1251757070	1132	1251759147	1132	
762717	1251759147	1132	1251760997	1132	
762718	1251735191	3357	1251743691	3357	
762719	1251753551	3357	1251754770	3357	
762720	1251757526	3357	1251758311	3357	
762721	1251736350	3719	1251737098	3719	
762722	1251753868	3719	1251754577	3719	
762723	1251755504	3719	1251756474	3719	
762724	1251758664	3719	1251759390	3719	
762725	1251759942	3719	1251761442	3719	
762726	1251761601	3719	1251762365	3719	
762727	1251742967	3793	1251744525	3793	
762728	1251746436	3793	1251748345	3793	
762729	1251745605	4331	1251746205	4331	
762730	1251753096	1755	1251755666	1755	
762731	1251750396	4672	1251751691	4672	
762732	1251751760	4672	1251752854	4672	
762733	1251758047	6034	1251758934	6034	
762734	1251758934	6034	1251759911	6034	
762735					
762736					
762737					

Εικόνα 8: Αριθμός εγγραφών για 600 έως 10800 δευτερόλεπτα

Επόμενο βήμα είναι να εξετάσουμε γιατί μας βγήκαν τόσα πολλά αποτελέσματα. Ο χρόνος ήταν η μοναδική μας συνθήκη, άρα θα πρέπει με σωστό σκεπτικό να ορίσουμε νέα όρια. Η σκέψη μας ήταν να ανεβάσουμε περίπου 1,5 λεπτό το κάτω όριο (στα 700 δευτερόλεπτα) και να κατεβάσουμε το πάνω όριο στη μισή ώρα (1800 δευτερόλεπτα). Έτσι θα ξεπεράσουμε κατά ελάχιστα το κάτω όριο για να αποφύγουμε τις περιπτώσεις που το σήμα καθυστέρησε από κάποιο σφάλμα του συστήματος. Επίσης κατεβάσαμε πολύ το πάνω όριο για να τεστάrouμε κατά πόσο θα μειωθούν οι εγγραφές. Για την καλύτερη αποτύπωση των αποτελεσμάτων αφαιρέσαμε τη διπλοεγγραφή του αριθμού του πλοίου και προσθέσαμε μια νέα στήλη που δείχνει τη διαφορά του χρόνου, αλλάξαμε δηλαδή λίγο τον κώδικα (`Insert into quest_1(ship,fseconds_1,fseconds_2,diff) & Select n.ship, n.fseconds, m.fseconds,(m.fseconds - n.fseconds) from #temp`). Δηλαδή τα αποτελέσματα ανάμεσα στα 700 και 1800 δευτερόλεπτα που ορίσαμε. Ακολουθεί η εικόνα που παρουσιάζει σε excel τα αποτελέσματα που βρήκαμε.

	ship	fseconds_1	fseconds_2	diff
522953	44	1244896857	1244897912	1055
522954	44	1244907806	1244908535	729
522955	44	1244933501	1244934361	860
522956	44	1244945141	1244946492	1351
522957	44	1244947952	1244948820	868
522958	44	1243877394	1243878623	1229
522959	44	1245431795	1245432692	897
522960	44	1243940617	1243941343	726
522961	44	1243958162	1243959840	1678
522962	44	1243959840	1243961280	1440
522963	44	1244474253	1244475153	900
522964	44	1244021512	1244022232	720
522965	44	1244026372	1244027093	721
522966	44	1244031773	1244032673	900
522967	44	1245039721	1245040801	1080
522968	44	1245040801	1245042241	1440
522969	44	1245042241	1245043681	1440
522970	44	1245048222	1245049262	1040
522971	44	1245049262	1245050161	899
522972	44	1244102194	1244103454	1260
522973				
522974				

Εικόνα 9: Αριθμός εγγραφών ανάμεσα σε 700 και 1800 δευτερόλεπτα

Τα αποτελέσματα συνεχίζουν να είναι πάρα πολλά σε απόλυτες τιμές και ας μειώσαμε πολύ τον χρόνο και ισούνται με 522971 (αφαιρούμε την 1^η γραμμή που

είναι άκυρη) ή το 0,31% των συνολικών εγγραφών. Αυτό σημαίνει πως οι περισσότερες εγγραφές που δεν έστειλαν σήμα βρίσκονται σε αυτό το συγκεκριμένο χρονικό όριο που βάλαμε και ας μειώσαμε κατά πολύ το ανώτατο όριο. Στη συνέχεια προσθέσαμε μία νέα εντολή count για να μας φέρει τις εγγραφές των πλοίων που έχουν από 10-70 αποτελέσματα. Δηλαδή όποιο πλοίο δεν έστειλε σήμα κάτω από 9 φορές το αποκλείουμε καθώς μπορούμε να σκεφτούμε ότι έτυχε να μη δουλέψει καλά το σύστημα ή ότι ο χειριστής ξέχασε να το βάλει σε λειτουργία. Επίσης αποκλείσαμε αυτά τα πλοία με πάνω από 70 αποτελέσματα γιατί δεν θεωρούμε φυσιολογικό να γίνεται σε τόσο μεγάλη κλίμακα ανά πλοίο. Αυτό τα σημαίνει ότι ο εξοπλισμός του πλοίου είναι φθαρμένος με αποτέλεσμα να μην στέλνει σωστά τα σήματα είτε ότι ο χειριστής του ξεχνάει να το βάζει σε λειτουργία και ότι επίσης δεν ξέρει να το χειρίζεται σωστά.

Αφού εφαρμόσαμε κώδικα για τα πλοία που επέστρεψαν από 10-70 αποτελέσματα πήραμε και περάσαμε σε excel τα ακόλουθα αποτελέσματα.

83905	6416	1251116886	1251117606	720
83906	6416	1251122829	1251123548	719
83907	6416	1251129677	1251130392	715
83908	6416	1251135615	1251136514	899
83909	6416	1251136696	1251137415	719
83910	6416	1251148941	1251149842	901
83911	6416	1251169291	1251170190	899
83912	6416	1251217901	1251219600	1699
83913	6416	1251226500	1251227297	797
83914	6425	1244046385	1244047573	1188
83915	6425	1244064466	1244065829	1363
83916	6425	1244065841	1244066727	886
83917	6425	1244084770	1244086402	1632
83918	6425	1248596094	1248597095	1001
83919	6425	1248598156	1248599000	844
83920	6425	1248600158	1248601244	1086
83921	6425	1248601290	1248602076	786
83922	6425	1248825532	1248826818	1286
83923	6425	1248827079	1248827814	735
83924	6425	1248827814	1248828658	844

Εικόνα 10: Εγγραφές με 10 έως 70 αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα αυτή τη φορά μειώθηκαν δραματικά αφού από τα 522.971 αποτελέσματα μας επιστράφηκαν τα 83.924 (0,049% των συνολικών εγγραφών). Τα αποτελέσματα και πάλι είναι πολλά δεδομένου ότι τα στοιχεία που έχουμε είναι 3 μηνών και όπως έχουμε πει είναι δύσκολο να βγάλουμε συμπεράσματα για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο μέσος χρόνος της μη αποστολής AIS δεδομένων των δεδομένων του τελευταίου ερωτήματος είναι 1047 περίπου δευτερόλεπτα (17-18 λεπτά περίπου). Επίσης για να δούμε πόσα από τα σκάφη δεν στέλνουν σήμα με τον

τρόπο που πρέπει αφαιρέσαμε τις διπλότυπες εγγραφές των πλοίων στο excel και βρήκαμε αριθμό πλοίων ίσο με 2845 (βλέπε παρακάτω εικόνα) σε σύνολο 6425 πλοίων (44,28% των πλοίων). Είναι ένα τρομερά μεγάλο ποσοστό που μόνο ευοίωνα συναισθήματα δεν προκαλεί. Δηλαδή λίγο κάτω από τα μισά πλοία δεν στέλνουν σήμα με τον τρόπο που τους έχουμε ορίσει. Αυτό μας δείχνει ότι είναι αναγκαίο να υπάρχει έλεγχος σωστής λειτουργίας του AIS στα σκάφη που το φέρουν αλλά και τα άτομα που το χειρίζονται στα σκάφη να είναι γνώστες επίσης.

2831	6383	1249042074	1249043676	1602
2832	6384	1244609883	1244610623	740
2833	6390	1243839050	1243839954	904
2834	6393	1244457019	1244458367	1348
2835	6394	1245015927	1245016728	801
2836	6395	1243905967	1243907117	1150
2837	6396	1245552496	1245553367	871
2838	6400	1245891467	1245892918	1451
2839	6404	1247866627	1247867414	787
2840	6405	1244006343	1244007403	1060
2841	6407	1249622488	1249623207	719
2842	6409	1247816454	1247817594	1140
2843	6414	1246111244	1246112246	1002
2844	6415	1245354610	1245355421	811
2845	6416	1251078848	1251079658	810
2846	6425	1244046385	1244047573	1188
2847				
2848				
2849				

Εικόνα 11: Συνολικός αριθμός πλοίων που δεν έστειλαν σήμα ύστερα από τους περιορισμούς που θέσαμε

Παρατηρούμε όμως πως το φαινόμενο της μη αποστολής δεδομένων AIS είναι αρκετά σύνηθες και γίνεται εκατοντάδες φορές, αν όχι χιλιάδες για τον ελληνικό χώρο κάθε μέρα και σε επέκταση και στο εξωτερικό.

Αυτό μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα λόγω της προσωπικής επαφής με στρατιωτικούς που κάνουν αυτή τη δουλειά (έλεγχο των χωρικών υδάτων με χρήση ραντάρ, AIS κλπ) αλλά και της προσωπικής πείρας καθώς το φαινόμενο της μη σωστής λειτουργίας του AIS ή ακόμα και της μη λειτουργίας του γενικά είναι καθημερινό και με μεγάλες διαστάσεις. Συγκεκριμένα στον υδάτινο χώρο των Δωδεκανήσων όπου υπήρξε προσωπική επαφή και χειρισμός τέτοιων συστημάτων, το φαινόμενο της μη σωστής λειτουργίας του AIS ήταν σύνηθες και συνέβαινε δεκάδες φορές κάθε μέρα. Η επιτήρηση του θαλάσσιου χώρου σε 24ωρη βάση κρίνεται απαραίτητη για να αποφευχθούν δυσάρεστες καταστάσεις. Γι' αυτό θα πρέπει να υπάρχει έλεγχος από την ακτοφυλακή στα σκάφη αυτά που δείχνουν να μη δουλεύουν σωστά για να επιβεβαιώνουν την ορθή λειτουργία των δορυφορικών συστημάτων τους.

Αν ένα σκάφος δεν στείλει σήμα στο χρόνο που πρέπει και το σύστημα μας «χτυπήσει» συναγερμό θα μπορούμε να δούμε πότε και που ήταν το τελευταίο σήμα του, να εξετάσουμε τι είδους πλοίο είναι από τον αριθμό MMSI του αν είναι διαθέσιμος, να προσπαθήσουμε να έρθουμε σε επικοινωνία μαζί του και τέλος να κρίνουμε αν το γεγονός αυτό χρίζει επέμβασης ή όχι.

Ερώτημα II: Ποια πλοία και πότε συναντήθηκαν σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων

Ένα πολύ δύσκολο να ελεγχθεί φαινόμενο είναι το λαθρεμπόριο και ειδικά όταν αυτό γίνεται στη θάλασσα. Η θάλασσα επιλέγεται ως μέσω ανταλλαγής παράνομων φορτίων, χρημάτων, ακόμα και ανθρώπων, γιατί είναι δύσκολο να εντοπιστούν οι υπεύθυνοι και ακόμα πιο δύσκολο να συλληφθούν. Επίσης πέρα από το λαθρεμπόριο μπορεί να υπάρξει παράνομη αλιεία από σκάφη. Αυτά συνήθως γίνονται σε περιοχές όπου δεν θα έπρεπε να βρίσκονται πλοία και ειδικά να «τυχαίνουν» να συναντηθούν. Έτσι χρειάζεται να αναπτυχθεί ένας μηχανισμός που να ελέγχει αυτά τα ραντεβού.

Στην εργασία προσπαθήσαμε να δείξουμε πως γίνεται κάτι τέτοιο, θέλοντας να φέρουμε σαν αποτελέσματα από τη βάση δεδομένων που έχουμε δημιουργήσει τα πλοία που βρέθηκαν σε πολύ κοντινή απόσταση το ένα από το άλλο σε πολύ κοντινό χρόνο. Δηλαδή σε χρόνο που θα μπορούσαν να έχουν ανταλλάξει κάποιο φορτίο, να έχουν αφήσει στη θάλασσα ένα φορτίο για να το πάρει αυτός που πλησιάζει κλπ. Πάλι από προσωπική πείρα έχει τύχει να γίνει παρατήρηση ανταλλαγής πακέτου μεταξύ σκαφών στα παράλια της Τουρκίας. Ένα φαινόμενο όχι τόσο σπάνιο, γι' αυτό και χρίζει ιδιαίτερης προσοχής. Έτσι παρακάτω ακολουθεί ο κώδικας SQL που χρησιμοποιήσαμε για να φέρουμε τα αποτελέσματα που θέλουμε, μαζί με την επεξήγηση των εντολών του:

```
Declare @second_second int = 0
```

```
Declare @first_second int = 0 --ορίζω 2 ακέραιες μεταβλητές ίσες με το 0
```

```
--ο πίνακας trans_light έχει μόνο τα πεδία fseconds, ship, longitude και latitude με αύξουσα σειρά ανά fseconds (απο μικρότερο σε μεγαλύτερο δευτερόλεπτο)
```

```
WHILE EXISTS(SELECT top 1* FROM trans_light)
```

```
--όσο ο πίνακας trans_light έχει έστω μία εγγραφή μπες στον παρακάτω βρόχο
```

```
Begin --αρχή βρόχου
```

```
Select Top 1 @first_second = fseconds From trans_light --διαλέγω την πρώτη γραμμή και κρατάω στην μεταβλητή @first_second το χρόνο
```

```
set @second_second = @first_second + 100 --ορίζω την μεταβλητή @second_second να έχει «βήμα» 100 δευτερολέπτων από την @first_second
```


--ελέγχουμε δηλαδή ανά 100 δευτερόλεπτα τα πλοία που βρέθηκαν κοντά

```
select *
```

```
into #Temp
```

```
from trans_light
```

```
where fseconds >= @first_second and fseconds <= @second_second
```

--παίρνω όλες τις εγγραφές που υπάρχουν στον πίνακα και βρίσκονται ανάμεσα στο διαστημα @first_second και @second_second

--προσθέτω στον πίνακα quest_2 που κρατάω τα αποτελέσματα τις εγγραφές που βρίσκονται στον #Temp που έχουν απόσταση μικρότερη από 50 μέτρα

```
insert into quest_2
```

```
select n.ship ,n.fseconds ,m.ship ,m.fseconds ,  
SQRT(POWER(69.1 * ( m.latidute - n.latidute), 2) + POWER(69.1 * ( n.longitude -  
m.longitude ) * COS(m.latidute / 57.3), 2))
```

```
from #Temp as n
```

```
inner join #Temp as m on n.ship != m.ship and
```

```
SQRT(POWER(69.1 * ( m.latidute - n.latidute), 2) +  
POWER(69.1 * ( n.longitude - m.longitude ) * COS(m.latidute / 57.3), 2)) <=  
0.03107 --0.03107 είναι τα 50 μέτρα σε μίλια, γιατί η συνάρτηση αυτή που βρήκαμε  
αναγνωρίζει μίλια
```

```
and m.fseconds >= n.fseconds
```

```
delete trans_light where fseconds >= @first_second and fseconds <=  
@second_second --Αφαιρώ τις εγγραφές που έλεγα από τον αρχικό μου πίνακα για  
να βελτιώσω την ταχύτητα της διαδικασίας
```

```
drop table #Temp --καταστρέφω τον προσωρινό πίνακα που έφτιαξα
```

```
PRINT 'fseconds_1 = ' + Convert(varchar(11), @first_second)+ '-----  
-----fseconds_2 = ' + Convert(varchar(11), @second_second)
```

--κάνω print στην οθόνη το διάστημα που έλεγα για να δω τα αποτελέσματα που μου έφερε

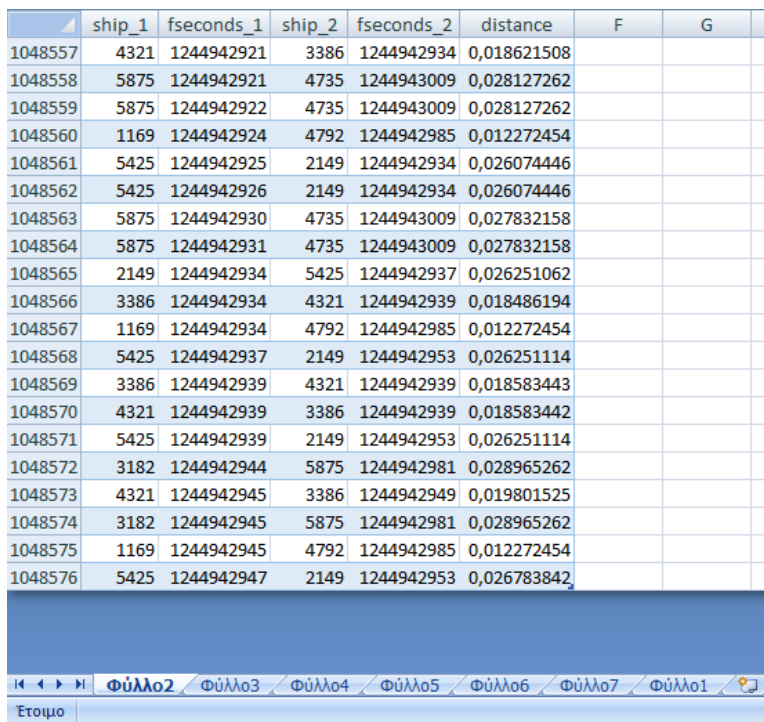
```
set @second_second = 0
```

```
set @first_second = 0 --Μηδενίζω τις μεταβλητές μου
```

```
End --τέλος της διεργασίας
```

Σχόλιο: η συνάρτηση *SQRT* βρέθηκε μετά από έρευνα στο διαδίκτυο και υπολογίζει απόσταση συντεταγμένων σε μίλια. Ένα από τα sites που αντλήσαμε πληροφορίες για αυτή τη συνάρτηση είναι το <https://forum.hibernate.org>. Θέλοντας να έχουμε απόσταση κάτω των 50 μέτρων, βρήκαμε πόσα μίλια είναι τα 50 μέτρα και το ορίσαμε. Αρχικά ορίσαμε να εξετάζει ανά δευτερόλεπτο τις αποστάσεις αλλά αυτό θα ήταν τρομερά χρονοβόρο και τα αποτελέσματα θα έχαναν κάθε νόημα καθώς θα ήταν πολλαπλάσια.

Το ερώτημα έφερε τα αποτελέσματα σε περίπου 40 ώρες (αν δεν βάζαμε το βήμα των 100 δευτερολέπτων για τον έλεγχο οι υπολογισμοί έδειξαν πως ο υπολογιστής θα έκανε να φέρει τα αποτελέσματα περίπου 2 μήνες!). Τα δεδομένα περάστηκαν σε ένα αρχείο excel. Το excel με τα αποτελέσματα αποτελείται από 6 φύλλα για να μπορέσει να χωρέσει όλα τα αποτελέσματα (συνολικά 6.281.391 αποτελέσματα). Ένα 7^ο φύλλο καθορίζει τα πλοία που βρέθηκαν μεταξύ τους και πόσες φορές το ένα με το άλλο για να μπορέσουμε να κάνουμε περαιτέρω φιλτράρισμα. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα τμήμα των αποτελεσμάτων του δεύτερου ερωτήματος. Διακρίνονται τα 7 φύλλα του excel, δηλαδή τα 6 με τα δεδομένα και 1 με τις πόσες φορές συναντήθηκε κάθε πλοίο με κάποιο άλλο.



	ship_1	fseconds_1	ship_2	fseconds_2	distance	F	G
1048557	4321	1244942921	3386	1244942934	0,018621508		
1048558	5875	1244942921	4735	1244943009	0,028127262		
1048559	5875	1244942922	4735	1244943009	0,028127262		
1048560	1169	1244942924	4792	1244942985	0,012272454		
1048561	5425	1244942925	2149	1244942934	0,026074446		
1048562	5425	1244942926	2149	1244942934	0,026074446		
1048563	5875	1244942930	4735	1244943009	0,027832158		
1048564	5875	1244942931	4735	1244943009	0,027832158		
1048565	2149	1244942934	5425	1244942937	0,026251062		
1048566	3386	1244942934	4321	1244942939	0,018486194		
1048567	1169	1244942934	4792	1244942985	0,012272454		
1048568	5425	1244942937	2149	1244942953	0,026251114		
1048569	3386	1244942939	4321	1244942939	0,018583443		
1048570	4321	1244942939	3386	1244942939	0,018583442		
1048571	5425	1244942939	2149	1244942953	0,026251114		
1048572	3182	1244942944	5875	1244942981	0,028965262		
1048573	4321	1244942945	3386	1244942949	0,019801525		
1048574	3182	1244942945	5875	1244942981	0,028965262		
1048575	1169	1244942945	4792	1244942985	0,012272454		
1048576	5425	1244942947	2149	1244942953	0,026783842		

Εικόνα 12: Αποτελέσματα 2ου ερωτήματος

Όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα (το έβδομο φύλλο του excel), βρέθηκαν 15119 (αφαιρούμε την 1^η γραμμή που είναι άκυρη) διαφορετικά ζευγάρια πλοίων που συναντήθηκαν σε χρόνο κάτω των 100 δευτερολέπτων και σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων. Τα αποτελέσματα είναι σε αύξουσα σειρά με βάση το πόσες φορές έχουν βρεθεί. Έτσι στην εικόνα βλέπουμε τα τελευταία αποτελέσματα, δηλαδή αυτά με τις περισσότερες «επαφές» και παρατηρούμε πως είναι πολλές χιλιάδες. Λογικό για σκάφη που συνήθως πλέουν μαζί και που εργάζονται μαζί. Είναι σχεδόν βέβαιο πως αυτά είναι αλιευτικά σκάφη που ψαρεύουν σε κοινή περιοχή.

	A	B	C	D
15104	2372	2581	43886	
15105	4838	5875	44042	
15106	2829	2578	44560	
15107	6023	3614	45185	
15108	2068	4439	48481	
15109	2256	3817	51319	
15110	4792	1169	57467	
15111	1169	4792	58114	
15112	2578	2829	58600	
15113	1059	2581	61117	
15114	4439	2068	62029	
15115	570	3860	64644	
15116	5875	4838	65946	
15117	2829	2562	94774	
15118	2562	2829	103847	
15119	2562	2578	112967	
15120	2578	2562	130598	
15121				
15122				

Εικόνα 13: Ζευγάρια πλοίων που συναντήθηκαν και πόσες φορές

Όμως πρέπει να γίνει και ένα φιλτράρισμα στις σχέσεις των πλοίων που βρήκαμε. Πάρα πολλές σχέσεις μεταξύ πλοίων υποδηλώνει επαγγελματική εξάρτηση του ενός με το άλλο δηλαδή πλοία που εργάζονται μαζί και βρίσκονται συνεχώς μαζί. Έτσι το πιο πιθανό είναι να πρόκειται για αλιευτικά σκάφη, άρα και ακίνδυνες σχέσεις. Θεωρήσαμε ότι για να υπάρξει μια παράνομη δραστηριότητα μεταξύ σκαφών δεν θα πρέπει να ξεπερνάει την μία επαφή την εβδομάδα. Και εφόσον τα δεδομένα είναι τριών μηνών ορίσαμε ένα ανώτατο όριο 12 φορές (4 εβδομάδες ο μήνας επί 3 μήνες). Επίσης ορίσαμε και ένα κατώτατο όριο για να αποκλείσουμε κάποιες τυχαίες συναντήσεις πλοίων. Τελικά ορίσαμε να λάβουμε ως τελικά αποτελέσματα τις συναντήσεις πλοίων που έγιναν από 5 έως 12 φορές σε διάστημα

τριών μηνών, σε απόσταση μικρότερη-ίση των 50 μέτρων και με διαφορά χρόνου έως 100 δευτερόλεπτα. Τα δευτερόλεπτα ορίστηκαν τόσα γιατί αν κάποιος θέλει να κάνει κάποια παράνομη πράξη και ανταλλαγή φορτίου θα κοιτάξει να το κάνει σε ελάχιστο χρόνο για να καταστεί αδύνατο ο εντοπισμός και η σύλληψη του. Παρακάτω βλέπουμε τα αποτελέσματα από το φίλτρο που θέσαμε για τα πλοία που συναντήθηκαν από 5 έως 12 φορές.

	A	B	C	D
7673	2831	1800	12	
7674	883	2486	12	
7675	4017	6241	12	
7676	74	1098	12	
7677	4469	1980	12	
7678	2621	64	12	
7679	6321	1897	12	
7680	5139	389	12	
7681	3438	2829	12	
7682	273	4724	12	
7683	1976	491	12	
7684	3599	2906	12	
7685	3605	1539	12	
7686	3331	4406	12	
7687	1790	4855	12	
7688	1536	4689	12	
7689	3013	5737	12	
7690	743	5087	12	
7691	1395	2661	12	
7692	1239	169	12	
7693	5139	248	12	
7694	4523	1918	12	
15120				
15121				

Εικόνα 14: Ζευγάρια πλοίων που συναντήθηκαν από 5 έως 12 φορές

Οι τελικές σχέσεις των πλοίων είναι 7693 (αφαιρούμε την 1^η γραμμή που είναι άκυρη) δηλαδή ένα ποσοστό της τάξης του 50.88%. Αν αναλογιστεί κανείς ότι όλα τα πλοία είναι 6425, ο αριθμός των σχέσεων που τους αντιστοιχεί είναι αρκετά μικρός. Σίγουρα ο έλεγχος αυτός είναι σχετικά εύκολος, δεν παύει όμως να είναι μεγάλος σε απόλυτες τιμές. Ειδικά σε περιοχές με υψηλή κινητικότητα είναι ακόμα πιο εύκολη η επιτήρηση αφού όσοι κάνουν παράνομες δραστηριότητες επιλέγουν πιο απομονωμένα μέρη, έτσι είναι και πιο εύκολο να εντοπιστούν από ένα καλά ορισμένο

σύστημα. Αν δηλαδή 2 σκάφη βρεθούν σε μία περιοχή που θεωρητικά δεν έχουν λόγο να βρίσκονται και πλησιάσουν αρκετά, είναι ένα πολύ καλό σημάδι ύποπτης δραστηριότητας.

Ερώτημα III: Να βρεθούν ποια πλοία και πότε σταμάτησαν την κίνηση τους για κάτω από 15 λεπτά

Ένα άλλο κύριο σύνθετο γεγονός στη θάλασσα που έχουμε να αντιμετωπίσουμε είναι τα πλοία που για κάποιο λόγο σταματάνε την κίνηση τους σε μια περιοχή. Ο λόγος μπορεί να είναι αθώος ή και ύποπτος. Αθώος γιατί ενδέχεται να είναι ψαράδες που σταμάτησαν σε μια περιοχή να ψαρέψουν, τουριστικό σκάφος που σταμάτησε για να κάνουν μπάνιο οι επιβάτες του, μηχανική βλάβη (που πρέπει να υπάρξει άμεση ενημέρωση του λιμενικού), ένα ερευνητικό σκάφος που θα σταματήσει να κάνει μετρήσεις και πολλά άλλα. Από την άλλη έχουμε τα γεγονότα που ψάχνουμε μέσω του AIS για να αποτρέψουμε ύποπτες και παράνομες καταστάσεις. Όπως παράνομη αλιεία, δηλαδή αλιεία με ένα σκάφος που απαγορεύεται να ψαρεύει ή σε μια απαγορευμένη περιοχή. Επίσης μπορεί να γίνεται κάποια παράνομη δραστηριότητα πάνω στο σκάφος γι' αυτό και γίνεται στη θάλασσα για να είναι μακριά από αδιάκριτα βλέμματα.

Αυτή τη φορά θα θέσουμε στον SQL Server ένα ερώτημα που να απαντάει ακριβώς σε αυτό το ερώτημα. Να μας βρίσκει ποια πλοία, πότε και που σταμάτησαν από 60 έως 900 δευτερόλεπτα (1-15 λεπτά). Θεωρούμε ότι μία ύποπτη ενέργεια χρειάζεται έναν ελάχιστο χρόνο 60 δευτερόλεπτα για να πραγματοποιηθεί. Από εκεί και πέρα οι εμπλεκόμενοι θα προσπαθήσουν να την ολοκληρώσουν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα, για να φύγουν πριν γίνουν αντιληπτοί και μουν στο στόχαστρο του λιμενικού ή οποιουδήποτε άλλου εμπλεκόμενου. Βάλαμε έτσι έναν μέγιστο χρόνο τα 15 λεπτά για μια δύσκολη ενέργεια.

Ακολουθεί ο κώδικας SQL που χρησιμοποιήσαμε για την λήψη των αποτελεσμάτων που θέλουμε. Με πράσινο χρώμα τονίζονται τα σχόλια για τις εντολές του κώδικα:

```
Declare @ship int = 0
```

```
Declare @long float = 0
```

```
Declare @lat float = 0
```

```
--στις πρώτες εντολές καθορίζω τις μεταβλητές για τα πλοία, το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος. Integer για το πλοίο και float για το στίγμα.
```

```
WHILE EXISTS(SELECT top 1* FROM trans_temp2)
```

```
--όσο ο πίνακας έχει γραμμές μπες στο βρόχο και εκτέλεσε τον διαλέγοντας πάντα το πρώτο στοιχείο του πίνακα
```

```
Begin --αρχή του βρόχου
```

```
Select Top 1 @ship = ship From trans_temp2
```

--διαλέγω από τον αρχικό πίνακα το πρώτο πλοίο που θα βρίσκω κάθε φορά

```
PRINT 'ship = ' + Convert(varchar(11), @ship) --έλεγχος κάθε πότε  
αλλάζει το πλοίο, μετατρέπω σε κείμενο τον ακέραιο για να εκτυπωθεί
```

```
select fseconds,ship,round(longitude,2) as longitude,round(latitude  
,2) as latitude
```

--μας επιστρέφονται τα δευτερόλεπτα, το πλοίο, το γεωγραφικό μήκος και πλάτος στρογγυλοποιημένα στα 2 δεκαδικά

```
into #Temp --τα παραπάνω στοιχεία εισέρχονται στον πίνακα temp
```

```
from trans_temp2 --τα παραπάνω στοιχεία τα παίρνουμε από τον  
αρχικό πίνακα
```

```
where ship = @ship --θέτουμε την μεταβλητή του πλοίου ίση με το  
πλοίο που επιστράφηκε
```

```
PRINT 'create temp' --σιγουρευόμαστε ότι δημιουργήθηκε ο temp
```

```
WHILE EXISTS(SELECT top 1* FROM #Temp)
```

--όσο ο temp που δημιούργησα έχει έστω και μία γραμμή μπες στον βρόχο

```
Begin --αρχή του βρόχου
```

```
select top 1 @long = longitude,@lat = latitude from #Temp  
order by fseconds
```

--διαλέγω την πρώτη γραμμή έχοντας βάλει σε σειρά τα δευτερόλεπτα και παίρνω γεωγραφικό μήκος και πλάτος

```
PRINT 'longitude = ' + Convert(varchar(11), @long) --έλεγχος  
κάθε πότε αλλάζει το γεωγραφικό μήκος
```

```
PRINT 'latitude = ' + Convert(varchar(11), @lat) --έλεγχος κάθε  
πότε αλλάζει το γεωγραφικό πλάτος
```

```
select a.fseconds,a.ship,a.longitude,a.latitude
```

--δημιουργώ νέο πίνακα temp2 του εισάγω την πρώτη εγγραφή που βρίσκω για το πλοίο για το συγκεκριμένο γεωγραφικό μήκος και πλάτος

```
into #Temp2  
  
from ( select top 1 fseconds,ship,longitude,latidute  
  
from #Temp  
  
where ship = @ship and longitude = @long and  
latidute =@lat
```

--θέτω τα στοιχεία του πίνακα που δημιουργώ σε αύξουσα σειρά
order by fseconds ASC) as a --θέτω τα στοιχεία
σαν πίνακα a

UNION ALL --κάνω ένωση τον ίδιο πίνακα (μία σε αύξουσα και
μία σε φθίνουσα σειρά) και έτσι στον νέο temp θα εισαχθεί μια γραμμή μόνο αν
έχω 2 γραμμές ίδιες σε αυτούς τους πίνακες

```
select b.fseconds,b.ship,b.longitude,b.latidute  
  
from(  
  
select top 1 fseconds,ship,longitude,latidute  
  
from #Temp  
  
where ship = @ship and longitude = @long and  
latidute =@lat  
  
order by fseconds desc
```

--κάνω ακριβώς το ίδιο σορτάρισμα του πίνακα αλλά αυτή τη φορά σε
φθίνουσα σειρά. Το κάνω αυτό για να συγκρίνω την πρώτη με την τελευταία
γραμμή που πήρα για τα συγκεκριμένα μήκη και πλάτη

) as b --θέτω τα στοιχεία σαν πίνακα b

```
Insert into  
quest_3(ship,fseconds_1,fseconds_2,longitude,latidute) --βάζω τα δεδομένα που  
βρήκα στον quest3
```



```
select t1.ship,t1.fseconds,t2.fseconds,t1.longitude,t1.latidute
from #Temp2 t1 --διαλέγω το πλοίο, τα δευτερόλεπτα, το γεωγραφικό μήκος και το
γεωγραφικό πλάτος
```

```
INNER JOIN #Temp2 t2 ON t2.fseconds <> t1.fseconds --κάνω inner join τον
πίνακα temp2 με τον εαυτό του, όπου τα δευτερόλεπτα δεν είναι ίδια για να βρω τις
διαφορετικές στιγμές που το στίγμα είναι το ίδιο
```

```
where t2.longitude = t1.longitude and t2.latidute = t1.latidute
and t2.fseconds - t1.fseconds < 900 and t2.fseconds - t1.fseconds >60 --θέτουμε τη
διαφορά των δευτερολέπτων όπως ορίσαμε προηγουμένως από 1 έως 15 λεπτά
```

```
PRINT 'delete ship temp' --από τις συνολικές εγγραφές του
πλοίου διαγράψω αυτές που απέκλεισα και πάω στο επόμενο γεωγραφικό μήκος
και πλάτος, με το print ελέγχω αυτή τη διαδικασία
```

```
Delete from #Temp Where ship = @ship and longitude =
@long and latidute =@lat
```

```
drop table #Temp2
```

```
PRINT 'drop temp2'
```

```
set @long = 0
```

```
set @lat = 0
```

```
END --τέλος του while, τελειώνει η έρευνα για το ένα πλοίο κ
πάμε στο επόμενο. Η συνάρτηση αυτή κοστίζει σε χρόνο λόγω των πολλών
επαναλήψεων του βρόχου κ όχι σε ισχύ του μηχανήματος
```

```
PRINT ' Start Delete'
```

```
Delete from trans_temp2 Where ship = @ship --όταν τελειώσει η
λούπα του ενός πλοίου το διαγράψω και προχωρώ στο επόμενο
```

```
drop table #Temp --πετάω εντελώς τον temp
```

```
PRINT 'Drop Temp' --έλεγχος τα διαγραφής
```

End --τέλος όλης της συνάρτησης

Τα αποτελέσματα αυτού του ερωτήματος ήρθαν σε περίπου 12 ώρες. Πέρασαμε τα στοιχεία εκ νέου σε ένα αρχείο excel για καλύτερη απεικόνιση και επεξεργασία. Ακολουθεί ένα στιγμιότυπο των αποτελεσμάτων (id, αρχικός χρόνος, τελικός χρόνος, συντεταγμένες):

656284	6243	1251500872	1251500959	23,55468	37,89863
656285	6243	1251517260	1251517337	23,5539	37,89711
656286	6243	1251536531	1251536608	23,55487	37,89901
656287	6243	1251542475	1251542551	23,55475	37,89894
656288	6243	1251546794	1251546883	23,55413	37,89922
656289	6243	1251549135	1251549259	23,55397	37,8992
656290	6243	1251561381	1251561492	23,55351	37,90034
656291	6243	1251563902	1251563994	23,55367	37,90016
656292	6243	1251587315	1251587381	23,55297	37,89841
656293	6243	1251604242	1251604311	23,55311	37,8982
656294	6243	1251636838	1251636931	23,55307	37,89995
656295	6243	1251645664	1251645725	23,55324	37,90012
656296	6243	1251659529	1251659605	23,55248	37,89893
656297	6243	1251674477	1251674545	23,55388	37,89784
656298	6243	1251679159	1251679262	23,55397	37,8981
656299	6243	1251685822	1251685884	23,55329	37,89806
656300	6243	1251707072	1251707179	23,55466	37,89981
656301	6243	1251707613	1251707757	23,55458	37,89983
656302	6243	1251708873	1251708990	23,55448	37,89996
656303	6243	1251716617	1251716686	23,55461	37,89976
656304	6243	1251719142	1251719211	23,55457	37,89982
656305	6243	1251759298	1251759372	23,55337	37,89706
656306					

Εικόνα 15: Αποτελέσματα 3ου ερωτήματος

Όπως περιμέναμε τα στοιχεία είναι πολλές χιλιάδες (656305) καθώς πολλά πλοία έμεναν σταματημένα στο χρονικό όριο που θέσαμε. Για περαιτέρω φιλτράρισμα των αποτελεσμάτων σκεφτήκαμε πως τα πλοία που έχουν πάρα πολλές εμφανίσεις σ αυτό το ερώτημα είναι ακίνδυνα καθώς πρόκειται σίγουρα για αλιευτικά σκάφη που το να σταματάνε και να κινούνται συνεχώς είναι η φύση του επαγγέλματος τους. Σκεφτήκαμε επίσης ότι οι ύποπτες και κακόβουλες ενέργειες θα γίνονται σίγουρα λίγες φορές για να μειωθεί ο κίνδυνος να εντοπιστούν. Επίσης ορίσαμε και ένα κατώτατο όριο για να αποκλείσουμε ίσως τυχαία γεγονότα. Έτσι αρχικά βρήκαμε πόσα πλοία μας ήρθαν σαν αποτέλεσμα και πόσες φορές το καθένα.

	ship	count
	3	807
	19	1
	26	315
	44	3340
	62	242
	67	4
	78	1
	87	2040
	94	34
	96	42
	101	17
	110	4
	119	1
	121	47
	135	27
	144	34
	151	9
	153	20

Εικόνα 16: Αριθμός αποτελεσμάτων για κάθε πλοίο

Βρήκαμε πως 2679 πλοία ήρθαν σαν αποτέλεσμα από τα 6425 (41,69% των συνολικών πλοίων). Πολύ μεγάλος αριθμός που θα προσπαθήσουμε να φιλτράρουμε με το σκεπτικό που προαναφέραμε. Σκεφτήκαμε έτσι πως η εμφάνιση ενός σκάφους έως 5 φορές είναι δικαιολογημένη και πάνω από 15 ακίνδυνη. Έτσι κρατήσαμε τα πλοία που εμφανίστηκαν από 6 έως 15 φορές και βρήκαμε τα εξής αποτελέσματα.

384	5511	6
385	5515	10
386	5528	6
387	5731	10
388	5864	6
389	5879	11
390	6046	12
391	6133	7
392	6214	7
393	6263	8
394	6334	15
395	6382	12
396	6416	6
397		
398		

Εικόνα 17: Πλοία που δεν έστειλαν σήμα από 6 έως 15 φορές

Μόλις 396 πλοία από τα 6425 (6,16% των συνολικών πλοίων) ήρθαν σαν αποτέλεσμα. Παρατηρούμε πως αν είχαμε περαιτέρω στοιχεία για την ταυτοποίηση

των σκαφών αυτών θα μπορούσαμε να κρίνουμε τη δράση τους και να μειώσουμε και άλλο τον αριθμό τους. Ο συνδυασμός πολλών παραμέτρων μας μειώνει τα αποτελέσματα, άρα και τα γεγονότα που έχουμε να προσέξουμε. Σε on-line εφαρμογή η επιτήρηση θα ήταν πολύ πιο εύκολη όπως έχουμε προαναφέρει.

Συμπεράσματα

Η επιτήρηση του θαλάσσιου χώρου όπως έχουμε καταλάβει δεν είναι εύκολη υπόθεση. Είναι ένας συνδυασμός από πολλούς παράγοντες, όπως η τεχνολογική πρόοδος, η συνεργασία κράτους και ναυτιλιακών επιχειρήσεων, η γνώση των προβλημάτων και των κινδύνων που υπάρχουν και η προσπάθεια από ερευνητές να αναπτύξουν με τις ιδέες τους συστήματα που θα κατοχυρωθούν σαν κύρια όπλα της επιτήρησης.

Οι κίνδυνοι είναι πολλοί και μπορούν να εντοπιστούν σε κάθε σημείο που υπάρχει θάλασσα. Μόνο με συνδυασμένη επιτήρηση από διάφορους φορείς (λιμενικό, στρατός, ναυτικά παρατηρητήρια, ναυτιλιακές επιχειρήσεις) μπορεί να υπάρξει η μέγιστη δυνατή ασφάλεια από όλους αυτούς του κινδύνους. Καθώς τα συστήματα επιτήρησης αναπτύσσονται θα πρέπει να γίνονται συνεχώς δοκιμές σε πραγματικές συνθήκες για να δούμε την αποτελεσματικότητά τους και να εντοπίσουμε τυχόν μειονεκτήματα. Όσο αυτά αναπτύσσονται τόσο πιο αποτελεσματικά γίνονται και θα αποφεύγονται δυσάρεστες καταστάσεις, οι οποίες θα είχαν σοβαρό αντίκτυπο σε επιχειρήσεις αλλά κυρίως στην κοινωνία.

Όπως είδαμε, εδώ και μερικά χρόνια υπάρχει μια άνθιση στα συστήματα ανάλυσης σύνθετων γεγονότων. Πολλές ναυτιλιακές αρχίζουν να τα υιοθετούν αναγνωρίζοντας τα οφέλη τους και έτσι μπαίνουν δυναμικά στο παιχνίδι της αυστηρής και σωστής επιτήρησης. Όταν αυτά τα συστήματα αναπτυχθούν σε τέτοιο βαθμό που θα επιτρέπουν να βλέπουμε απολύτως ασφαλή δεδομένα, αυτόματα θα γίνουν και υποχρεωτικά για όλους τους κρατικούς φορείς αλλά και τις ναυτιλιακές επιχειρήσεις, όπως είχε γίνει αρχικά με την υποχρεωτική λειτουργία του AIS στα σκάφη.

Με την έρευνα που πραγματοποιήσαμε για τα δεδομένα 3 μηνών του AIS στο χώρο του Αιγαίου είδαμε πόσο δύσκολο και χασοτικό είναι το έργο της επιτήρησης. Εκατομμύρια εισερχόμενα δεδομένα καταφθάνουν κάθε μέρα και κατά χιλιάδες ανά ώρα. Με τους κατάλληλους αλγορίθμους είδαμε πως μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα γι' αυτά τα δεδομένα. Καταλήξαμε πως ένα μεγάλο πρόβλημα είναι η μη σωστή χρήση του AIS κάτι που δυσχεραίνει τις προσπάθειες επιτήρησης. Ο χειρισμός αυτών των δεδομένων είναι πολύ δύσκολος λόγω του τεράστιου και συνεχώς αυξανόμενου όγκου τους. Η μόνη λύση που μπορεί να φέρει όλα τα θετικά αποτελέσματα που έχουμε αναλύσει, είναι πέρα από την υιοθέτηση συστημάτων αναγνώρισης σύνθετων γεγονότων, ο επαρκής χειρισμός τους από άτομα που γνωρίζουν όχι μόνο να χειρίζονται αυτά τα συστήματα, αλλά ξέρουν και πολλά περί ναυτιλίας. Είναι σημαντικό να γνωρίζει κάποιος που είναι οι κύριες γραμμές που κινούνται τα εμπορικά πλοία και ποια τα σημεία που εστιάζουν οι Έλληνες ψαράδες για να κάνουν τη δουλειά τους. Έτσι αυτόματα αποκλείονται τεράστιοι αριθμοί σκαφών από την συνεχή επιτήρηση και υπάρχει συγκέντρωση της επιτήρησης στα υπόλοιπα δεδομένα. Έτσι θα είναι πιο εύκολος ο εντοπισμός ανώμαλων γεγονότων, δηλαδή γεγονότων που δεν συνάδουν με την ορθή ναυτιλιακή κινητικότητα. Αποτέλεσμα αυτού θα είναι η αποτροπή συγκρούσεων (και περεταίρω απώλειας ζωής, ρύπανσης κλπ), λαθρεμπορίου (όπλα, ναρκωτικά, άνθρωποι), ρύπανσης σε περιοχές με μεγάλη κινητικότητα και πολλά άλλα. Θα υπάρχει άμεσος εντοπισμός του γεγονότος, πολύ γρήγορη εξακρίβωση των στοιχείων των σκαφών και γρήγορη επέμβαση από τις αρχές αν χρειαστεί.

Όσο πιο μεγάλη περίοδο δεδομένων προσπαθεί κάποιος να ελέγξει τόσο πιο δύσκολο είναι λόγω του τεράστιου όγκου των δεδομένων. Χρειάζεται ειδικός

εξοπλισμός και πολύς χρόνος για την εξαγωγή συμπερασμάτων αλλά και την βελτιστοποίηση των διαδικασιών. Για την εργασία αυτή χρειάστηκε να επιστρατευτούν περισσότεροι από ένας υπολογιστής και κυρίως υπολογιστές υψηλής απόδοσης καθώς ένας απλός υπολογιστής δεν θα μπορούσε να τα βγάλει πέρα με αυτές τις διεργασίες. Επίσης χρησιμοποιήθηκε και ειδικός server για να ανέβουν κάποια δεδομένα τα οποία λόγω του όγκου τους δεν γινόταν να επεξεργαστούν με τους απλούς servers. Μια λύση στον τεράστιο όγκο των δεδομένων ήταν να χωριστούν σε πολλά μικρά κομμάτια. Όμως ενώ θεωρητικά είναι μία καλή λύση πρακτικά ο χρόνος που θα χρειαζόντουσαν όλα αυτά τα κομμάτια των δεδομένων να επεξεργαστούν θα ήταν τεράστιος αν σκεφτεί κανείς ότι τα κύρια ερωτήματα έκαναν πάνω από 24 ώρες να φέρουν αποτελέσματα. Δεν υπήρχε η δυνατότητα του να υπάρχει συνεχής επιτήρηση στον υπολογιστή που εκτελούσε τις πράξεις σε SQL, γι' αυτό και επιλέχτηκε η αρχική σκέψη του να επεξεργαστούν όλα τα δεδομένα με ένα ερώτημα. Το συμπέρασμα που βγήκε από τα αποτελέσματα των διαδικασιών έδειξαν πως το AIS και όλα τα συστήματα που βασίζονται σε αυτό πρέπει να επιτηρούνται 24 ώρες το 24ωρο για να έχουμε τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα και να μην χρειάζεται να ελέγχουμε τεράστιους όγκους δεδομένων ανά κάποια διαστήματα. Ούτως ή άλλως τα γεγονότα που μας ενδιαφέρουν γίνονται τώρα, αυτή ακριβώς τη στιγμή και έτσι υπάρχει άμεση απαίτηση να επεξεργαστούν. Δεν είναι δυνατόν να βγουν απολύτως ασφαλή συμπεράσματα για δεδομένα τόσο μεγάλης κλίμακας και χρονικής περιόδου. Έτσι αναγνωρίσαμε το πόσο σημαντικό είναι η συνεχής δουλειά πάνω σε αυτά τα συστήματα για να μπορούν και αυτά με τη σειρά τους να αποδώσουν το μέγιστο δυνατό.

Η θαλάσσια επιτήρηση είναι το μέλλον του θαλάσσιου τομέα που περιλαμβάνει πολλούς «παίκτες». Από ολόκληρα κράτη, μέχρι ναυτιλιακές επιχειρήσεις που κινούν δισεκατομμύρια δολάρια με τα πλοία τους, ακόμα και απλούς πολίτες που ζουν από τα θάλασσα όπως οι ψαράδες ή και πολίτες που απλά χρησιμοποιούν τη θάλασσα σαν χώρο αναψυχής με τα σκάφη τους. Η θάλασσα εξάλλου αποτελεί το 71% αυτού του πλανήτη και σίγουρα ζητάει την προσοχή μας. Είναι καθήκον μας εφόσον τη χρησιμοποιούμε για πολλούς σκοπούς να της δώσουμε την ανάλογη προσοχή. Να την προσέξουμε δηλαδή από εμάς!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A.F.Skarmeta-Gomez , E.denBreejen, F.Terroso-Saenz, M.Valdes-Vela, , P.Hanckmann, R. Dekker (2015). *CEP-traj: An event-based solution to process trajectory data*

Agnes C.K. Yip, Alexis K.H. Lau, Christine Loh , Chubin Lin, Jimmy W.M. Chan, Simon K.W. Ng , , Veronica Booth, Ying Li (2012). *Policy change driven by an AIS-assisted marine emission inventory in Hong Kong and the Pearl River Delta*

Alexander Artikis, Elias Alevizos, Kostas Patroumpas, Marios Vodas, Nikos Pelekis, Yannis Theodoridis (2016). *Online Event Recognition from Moving Vessel Trajectories*

Alexis Quesada-Arencibia, Franz Pichler, Roberto Moreno-Diaz (2015). *Computer Aided Systems Theory 2015– EUROCAST*. 15th International Conference Las Palmas de Gran Canaria, Spain, February 8–13, 2015

Antonio F. Skarmeta-Gomez, Fernando Terroso-Saenz, Mercedes Valdes-Vela (2015). *A complex event processing approach to detect abnormal behaviours in the marine environment*. Springer Science+Business Media New York

Ingrid Visentini, Karna Bryan, Lauro Snidaro (2013). *Fusing uncertain knowledge and evidence for maritime situational awareness via Markov Logic Networks*

Su Song (2013). *Ship emissions inventory, social cost and eco-efficiency in Shanghai Yangshan port*

Beatriz Tovar, Miluse Tichavska (2015). *Port-city exhaust emission model: An application to cruise and ferry operations in Las Palmas Port*

Διαδικτυακοί Τόποι

www.elsevier.com

forum.hibernate.org

www.imo.org

www.marinetraffic.com

www.navcen.uscg.gov

www.nmea.org

www.raymarine.com

www.wikipedia.com