



ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Α.Π. :
Αθήνα,

ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

Προς
τα Μέλη ΔΕΠ
της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ

Π Ρ Ο Σ Κ Λ Η Σ Η

Παρακαλείστε να παρευρεθείτε στην παρουσίαση της διδακτορικής διατριβής που εκπόνησε η κ. ΠΑΡΙΣΗ Στυλιανή του Ιωάννη, πτυχιούχου του Τμήματος Εφαρμοσμένης του Πανεπιστημίου Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών και κατόχου Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στον «Στρατηγικό Σχεδιασμό Προϊόντων» του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος.

Η παρουσίαση θα πραγματοποιηθεί την Τετάρτη 29 Νοεμβρίου 2023, ώρα 16:30, διαδικτυακά στη διεύθυνση:

<https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3aEb1LGkq7oNru9wHcP-byIhzAAZOY8sFDOjS0w2V0E1%40thread.tacv2/1700818674798?context=%7b%22Tid%22%3a%22075e0cb3-752a-4320-b367-6d08b7918c40%22%2c%22Oid%22%3a%226931674d-17ce-4867-a504-7ac00f14ac3e%22%7d>

Το θέμα της διδακτορικής διατριβής στην ελληνική και αγγλική γλώσσα είναι:

«Βελτίωση της επίγνωσης κατάστασης σε κρίσιμες για την ασφάλεια καταστάσεις ναυσιπλοΐας: Μελέτη γνωσιακών προκλήσεων και παραγόντων που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων των πλοηγών»

*«Improving situation awareness during safety-critical navigation:
A study on cognitive challenges and factors affecting decision-making of
Maritime pilots»*

Ο Κοσμήτορας της Σχολής

Ioannis Antoniadis Ioannis Antoniadis
24.11.2023 14:19

Ι. Αντωνιάδης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Thesis title:

Improving situation awareness during safety-critical navigation: A study on cognitive challenges and factors affecting decision-making of maritime pilots

Abstract

Modern navigation is an inherently complex cognitive process that requires mariners to process an increasing amount of information while performing navigational tasks. Within confined waters, the ship bridge crew collaborate with maritime pilots, experienced master mariners familiar with local waters, to ensure safe vessel passage. In these waterways, overtaking situations are frequent, requiring precise, rapid manoeuvres often under operational and time pressure. Approximately 90% of marine accidents are reported in confined waterways and are frequently linked to poor decision-making, often caused by a lack of situation awareness. Despite the technological advances in the design of navigational assistance systems and the automation of many procedures, navigation errors still occur, due to misinterpretations or misunderstandings of the signals provided by technological aids and nearly no automation support is available for complex manoeuvres such as overtaking.

To design systems supporting safe navigation in demanding and critical manoeuvres, it is crucial to understand the dynamic and complex work domain of sea pilotage. This thesis contributes to the field of maritime pilotage by investigating in depth the pilots' decision-making processes during overtaking manoeuvres in restricted fairways. The thesis systematically explores the cognitive elements that influence the decision making and situation awareness of maritime pilots during overtaking. Lastly, the research presents a cognitive model of the factors that marine pilots consider during their decision-making process and the way these factors affect safe overtaking.

The thesis consists of three studies. The first study comprehensively investigated maritime pilots' work activities through a series of training sessions, open structured interviews with expert mariners, review of accidents and field observations on board of cargo vessels. The focus of the research activities was to obtain familiarization with various types of ship bridge environments and manoeuvring, and to develop

ethnographic interpretations of experience and work. The results contribute to expanding the knowledge on the pilots' goals, values, motivations and beliefs, their competencies, how their work is affected by organisational, operational, and environmental aspects, and how pilotage is integrated in the larger work setting of ship navigation. The findings provided a foundation for a case study on overtaking in the Bremerhaven port region in Germany, that facilitated the subsequent two studies.

The aim of the second study was to obtain a detailed description of the overtaking manoeuvre and to understand the cognitive processes of mariners when they perform this task in the fairway of the Bremerhaven port region. To achieve this, a qualitative study was designed using an adaptation of Applied Cognitive Task Analysis (ACTA) to interview five highly experienced sea pilots in northern Germany. The ACTA identified six phases of the overtaking task and twelve high level cognitive challenges affecting pilots' decision making and situation awareness. The main contribution of this study is a Cognitive Demands Table that summarizes these findings, including challenges, errors, strategies, and cues.

The third study sought to assess and model the factors influencing the pilots in their decision to overtake with safety. Using the same case study, scenario simulation interviews and Fuzzy Cognitive Mapping (FCM) techniques with four expert pilots were applied to understand the concepts and decision criteria and how they contribute to safe overtaking. The results revealed the significant influence of environmental, ship-related, traffic, human, and organizational factors, along with their intricate interconnections, and how these affect pilots in their decision for safe overtaking. The final FCM and the findings were assessed and validated in a final workshop with three expert sea pilots.

Overall, this thesis provided valuable insights into decision-making, expertise in pilotage, ship bridge systems design, operational procedures, and pilot training. Additionally, the findings contributed to the development of the FCM model that may be used to guide future research on human factors in pilotage, automation support and reduction of cognitive load during critical manoeuvres.

Τίτλος διδακτορικής διατριβής:

Βελτίωση της επίγνωσης κατάστασης σε κρίσιμες για την ασφάλεια καταστάσεις ναυσιπλοΐας: Μελέτη γνωσιακών προκλήσεων και παραγόντων που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων των πλοηγών

Περίληψη

Η σύγχρονη ναυσιπλοΐα είναι μια εγγενώς πολύπλοκη γνωστική διαδικασία που απαιτεί από τους ναυτικούς να επεξεργάζονται έναν αυξανόμενο όγκο πληροφοριών κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους. Κατά την πλεύση σε περιορισμένα ύδατα (confined waters), το πλήρωμα της γέφυρας του πλοίου συνεργάζεται με πλοηγούς (maritime pilots). Οι πλοηγοί είναι πλοίαρχοι με εξειδικευμένη εμπειρία και γνώσεις συγκεκριμένης θαλάσσιας περιοχής, και υποστηρίζουν την ασφαλή διέλευση ενός πλοίου, όπου επιβάλλεται από τους κανονισμούς. Σε αυτές τις υδάτινες οδούς, οι ελιγμοί προσπέρασης (overtaking manoeuvres) απαιτούν κινήσεις με ακρίβεια και συμβαίνουν συχνά, συνήθως υπό συνθήκες πίεσης χρόνου και επιχειρησιακών απαιτήσεων.

Περίπου το 90% των θαλάσσιων ατυχημάτων καταγράφονται σε περιορισμένα ύδατα και είναι συχνά συνέπεια κακής λήψης αποφάσεων, η οποία πολλές φορές οφείλεται στην ανεπαρκή επίγνωση κατάστασης (situation awareness). Παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις στον σχεδιασμό των συστημάτων υποστήριξης ναυσιπλοΐας (navigational assistance systems) και την αυτοματοποίηση πολλών διαδικασιών, τα σφάλματα πλοήγησης εξακολουθούν να συμβαίνουν, λόγω παρερμηνειών ή παρανοήσεων των σημάτων που παρέχονται από τεχνολογικά βοηθήματα. Επιπλέον, η υποστήριξη από αυτοματισμούς στα συστήματα της γέφυρας πλοίου για πολύπλοκους ελιγμούς όπως η προσπέραση είναι σπάνια και ελλιπής.

Για να σχεδιάσουμε συστήματα που υποστηρίζουν την ασφαλή πλοήγηση σε απαιτητικούς και κρίσιμους για την ασφάλεια ελιγμούς, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε το δυναμικό και πολύπλοκο τομέα εργασίας της θαλάσσιας πλοήγησης (sea pilotage). Η παρούσα διατριβή συνεισφέρει στο πεδίο γνώσεων για τη θαλάσσια πλοήγηση διερευνώντας σε βάθος τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων των πλοηγών κατά τη διάρκεια ελιγμών προσπέρασης σε περιορισμένα ύδατα. Η διατριβή διερευνά με συστηματικό τρόπο τα γνωστικά στοιχεία που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων και την επίγνωση της κατάστασης των πλοηγών κατά την προσπέραση. Τέλος, η έρευνα

παρουσιάζει ένα γνωστικό μοντέλο (cognitive model) των παραγόντων που λαμβάνουν υπόψη οι πλοηγοί κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και τον τρόπο με τον οποίο αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την ασφαλή προσπέραση.

Η διατριβή αποτελείται από τρεις μελέτες. Η πρώτη μελέτη διερεύνησε διεξοδικά τα εργασιακά καθήκοντα των πλοηγών μέσω της παρακολούθησης εκπαιδευτικών σεμιναρίων για ελιγμούς, της ανασκόπησης αναφορών από ναυτικά ατυχήματα και της διενέργειας ημι-δομημένων συνεντεύξεων με έμπειρους ναυτικούς. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν συστηματικές συμμετοχικές παρατηρήσεις πεδίου σε γέφυρες πλοίων εμπορικών πλοίων. Στόχος της μελέτης ήταν η καταγραφή των διαδικασιών και στοιχείων από το σύστημα εργασίας της γέφυρας του πλοίου και η ανάπτυξη εθνογραφικών ερμηνειών της εμπειρίας και της δραστηριότητας της πλοήγησης. Τα αποτελέσματα συνεισφέρουν στην επέκταση της γνώσης σχετικά με τον πώς η πλοήγηση ενσωματώνεται στο ευρύτερο πλαίσιο της ναυσιπλοΐας και τον τρόπο που η εργασία τους επηρεάζεται από οργανωτικές, επιχειρησιακές και περιβαλλοντικές πτυχές. Με βάση τα ευρήματα, δημιουργήθηκε μια μελέτη περίπτωσης (case study) για τον ελιγμό της προσπέρασης στην περιοχή του διαύλου του λιμανιού στο Bremerhaven της Γερμανίας, που αποτέλεσε ένα πλαίσιο για τις δύο επόμενες μελέτες.

Στα πλαίσια της μελέτης περίπτωσης, η δεύτερη μελέτη αποσκοπούσε στην λεπτομερή περιγραφή και κατανόηση των γνωστικών διεργασιών των πλοηγών κατά την εκτέλεση του ελιγμού στην περιοχή του Bremerhaven. Η μελέτη χρησιμοποίησε μια προσαρμογή της Applied Cognitive Task Analysis (ACTA), μιας τεχνικής γνωστικής ανάλυσης εργασίας, για το σχεδιασμό και την πραγματοποίηση συνεντεύξεων με πέντε έμπειρους πιλότους στη βόρεια Γερμανία. Με βάση την ανάλυση ACTA, περιγράφονται έξι φάσεις του ελιγμού της προσπέρασης και δώδεκα γνωστικές προκλήσεις που επηρεάζουν τη λήψη αποφάσεων και την επίγνωση της κατάστασης των πλοηγών. Η κύρια συμβολή αυτής της μελέτης είναι ένας Πίνακας Γνωστικών Απαιτήσεων (Cognitive Demands Table) που συνοψίζει όλα τα ευρήματα, συμπεριλαμβανομένων των προκλήσεων, των λαθών, των στρατηγικών και των ενδείξεων που προκύπτουν από την ανάλυση των συνεντεύξεων.

Η τρίτη μελέτη είχε ως στόχο να διερευνήσει και να μοντελοποιήσει τους παράγοντες που επηρεάζουν τους πλοηγούς στην απόφασή τους να προσπεράσουν με ασφάλεια. Χρησιμοποιώντας την ίδια μελέτη περίπτωσης, πραγματοποιήθηκαν δύο εργαστήρια με τέσσερις πλοηγούς, όπου διενεργήθηκαν συνεντεύξεις και σχεδιάστηκαν γνωστικά δίκτυα (cognitive maps) από τους συμμετέχοντες με βάση την μεθοδολογία Ασαφών Γνωστικών Δικτύων (Fuzzy Cognitive Mapping, FCM). Το ενιαίο FCM μοντέλο που προέκυψε περιλαμβάνει τους παράγοντες (περιβάλλον, πλοίο, κυκλοφορία, άνθρωποι και οργάνωση της εργασίας), τις περίπλοκες διασυνδέσεις και το βαθμό επίδρασης τους στην απόφαση των πλοηγών για ασφαλή προσπέραση. Το FCM και τα σχετικά ευρήματα αξιολογήθηκαν και επικυρώθηκαν σε ένα εργαστήριο με τρεις έμπειρους πλοηγούς.

Συνοψίζοντας, η διατριβή συνεισφέρει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τη λήψη αποφάσεων, την εξειδίκευση στην πλοήγηση, το σχεδιασμό των οργάνων της γέφυρας του πλοίου, τις επιχειρησιακές διαδικασίες και την εκπαίδευση των πλοηγών. Επιπλέον, τα ευρήματα από τις μελέτες συνέβαλαν συνδυαστικά και στην ανάπτυξη του FCM μοντέλου που μπορεί να αξιοποιηθεί για να καθοδηγήσει τη μελλοντική έρευνα σχετικά με τους ανθρώπινους παράγοντες στην πλοήγηση, την υποστήριξη αυτοματισμού και την μείωση του νοητικού φόρτου εργασίας κατά τους κρίσιμους ελιγμούς.