ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΕΥΕΛΠΙΔΩΝ
Τμήμα Στρατιωτικών Επιστημών

Ε Λ Λ Η Ν Ι Κ Η Δ Η Μ Ο Κ Ρ Α Τ Ι Α
ΔΙΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2022-23

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ
ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ -
MASTER OF SCIENCE IN OPERATIONAL
RESEARCH AND DECISION MAKING

(ΠΔ 59 /2021/ΦΕΚ 145Α'/17.08.2021)

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Μελέτη Συνόλου Αλληλένδετων Δραστηριοτήτων στη Διοικητική Μέριμνα με Βάση Μεθόδους Σύντηξης Δεδομένων»

Διατριβή που υπεβλήθη για την μερική ικανοποίηση των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

Στέργιος Βαζακίδης

Α.Μ.: 2021018102

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2022

Η Μεταπτυχιακή Διατριβή του Βαζακίδη Στέργιου εγκρίνεται:

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ (Επιβλέπων)

Νικόλαος Δάρας, Καθηγητής

Καθηγητής ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

Νικόλαος Ματσατσίνης, Καθηγητής

Nikolaos Matsatsinis

Digitally signed by Nikolaos Matsatsinis
Date: 2022.12.16 09:13:26 +02'00'

Καθηγητής ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

Νικόλαος Καραδήμας, Αν. Καθηγητής

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

© Copyright υπό Βαζακίδη Στέργιο

Έτος 2022

Αφιερώσεις

Με όλη μου την αγάπη,

στη σύζυγό μου Φωτεινή και το παιδί μας Μαρία

για την υπομονή, την κατανόηση και τη συμπαράστασή τους.

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και από καρδιάς τον επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Δάρα Νικόλαο για την άρτια συνεργασία του και την καθοδήγηση του σε όλη την διάρκεια της έρευνας καθώς και τη δυνατότητα που μου έδωσε να μελετήσω ενδελεχώς το συγκεκριμένο θέμα, δίνοντάς μου το κίνητρο να εξοικειωθώ με την σύντηξη δεδομένων στην διοικητική μέριμνα και τις νέες τεχνολογίες, με αποτέλεσμα να εμπλουτιστεί το γνωστικό μου πεδίο.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την σύζυγό μου και το τέκνο μας για τη διαρκή στήριξη και δύναμη που μου δίνουν σε κάθε βήμα μου, ώστε να συνεχίζω να προσπαθώ για το καλύτερο, καθώς και τους γονείς μου, οι οποίοι αποτέλεσαν συνοδοιπόροι μου σε όλα τα στάδια της μαθητείας μου.

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ……...σελ. 1
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ……...σελ. 1
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ……...σελ. 2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ……...……...σελ. 3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ……...σελ. 4

§1. Αντικείμενο και Στόχοι Διπλωματικής……..……σελ. 4

§2. Ερευνητική Μεθοδολογία……...……σελ. 6

§3. Δομή……..……σελ. 7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Περιγραφή Βασικών Εννοιών Σύντηξης Δεδομένων και Διοικητικής Μέριμνας

§1. Η Έννοια της Σύντηξης Δεδομένων……..……σελ. 8

§2. Η Έννοια της Διαχείρισης της Διοικητικής Μέριμνας……..σελ. 11

2.1 Τα Χαρακτηριστικά της Διαχείρισης της Διοικητικής Μέριμνας……..σελ. 12

§3. Σχέση Σύντηξης Δεδομένων και Διαχείρισης Διοικητικής Μέριμνας……σελ. 13

§4. Κρίσιμα Στοιχεία Απόδοσης Σύντηξης Δεδομένων στην Διαχείριση Διοικητικής Μέριμνα……...σελ. 15

§5. Σύγχρονες Απαιτήσεις – Διαστάσεις Διαχείρισης Διοικητικής Μέριμνας……..……..σελ. 16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Επίλυση Προκλήσεων Διαχείρισης Διοικητικής Μέριμνας μέσω Σύντηξης Δεδομένων

§1. Η Πανδημία του Κορονοϊού ως Πρόκληση……...σελ. 18

§2. Δημιουργία Ευκαιριών Ανάπτυξης στην Διαχείριση Διοικητικής Μέριμνας και Εφοδιαστικής Αλυσίδας ……σελ. 20

§3. Σύνθεση Πληροφοριών για τους Καταναλωτές από Δεδομένα..σελ. 22

3.1 Παραδείγματα Πληροφοριών από Δεδομένα για Καταναλωτές……σελ. 23

§4. Η Αξιοποίηση των Δεδομένων για Έναρξη Νέας Εποχής……σελ. 24
4.1 Η Εταιρία GeoSpock στην Σύντηξη Δεδομένων……σελ. 25
4.2 Έξυπνο Σύστημα Δεδομένων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα και τη Διαχείριση Διοικητικής Μέριμνας……..σελ. 26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Περιγραφή Τεχνικών Σύντηξης Δεδομένων

§1. Η Έννοια των Τεχνικών Σύντηξης Δεδομένων…….σελ. 27

§2. Ταξινόμηση Τεχνικών Σύντηξης Δεδομένων……...σελ. 28

2.1 Ταξινόμηση Βάση των Σχέσεων των Πηγών Δεδομένων…σελ. 29
2.2 Η Ταξινόμηση του Dasarathy……..σελ. 30
2.3 Ταξινόμηση Βασιζόμενη στα Επίπεδα Αφαίρεσης……..σελ. 32
2.4 Ταξινόμηση Σύντηξης Δεδομένων JDL……σελ. 33
2.5 Ταξινόμηση Βασιζόμενη στον Τύπο της Αρχιτεκτονικής…σελ. 36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Παραγωγή Γνώσης Εφοδιαστικής Αλυσίδας Βασιζόμενη σε Δικτυοκεντρικό Περιβάλλον με Υποστήριξη OOTW

§1. Ορισμός και Εφαρμογή Εφοδιαστικής Γνώσης (KL) στις OOTW……....σελ. 41

§2. Δίκτυο Πηγών Γνώσης KSNet……..σελ. 43

§3. Αρχιτεκτονική Βασισμένη στην Οντολογία και Προσέγγιση KSNet……..σελ. 44

§4. Αντιμετώπιση Αβεβαιοτήτων στην Προσέγγιση KSNet……..σελ. 45

§5. Κοινή Χρήση Γνώσεων Μέσω Οντολογιών του Συστήματος KSNet…….σελ. 47

§6. Αρχιτεκτονική Πολλών Πρακτόρων του Συστήματος KSNet……σελ. 49

§7. Επίλυση Προβλημάτων On-the-fly από τον Πράκτορα KF….σελ. 51
7.1 Επίλυση Προβλημάτων στην Προσέγγιση KSNet……..σελ. 53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Προσομοίωση Διοικητικής Μέριμνας Στρατιωτικού Σχηματισμού μέσω του Προγράμματος Arena Simulation

§1. Θεωρητικό Υπόβαθρο για την Αξία της Προσομοίωσης…….σελ. 54

§2. Παράδειγμα Προσομοίωσης Εφοδιασμού……σελ. 56
2.1 Εξαγωγή Συμπερασμάτων……σελ. 62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα……..……...σελ. 65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ…….σελ. 68

Κατάλογος Σχημάτων

Σχ. 1: Αριθμός μελετών ανά έτος έκδοσης.....σελ. 10

Σχ. 2: Η ταξινόμηση του White βασιζόμενη στις σχέσεις μεταξύ των πηγών δεδομένων.....σελ. 29

Σχ. 3: Η Ταξινόμηση του Dasarathy.....σελ. 31

Σχ. 4: Το πλαίσιο συγχώνευσης δεδομένων JDL.....σελ. 34

Σχ. 5: Ταξινόμηση με βάση τον τύπο της αρχιτεκτονικής.....σελ. 40

Σχ. 6: Κοινή χρήση γνώσεων στο σύστημα KSNet .....σελ. 48

Σχ. 7: Η έννοια του μηχανισμού συλλογής on-the-fly.....σελ. 52

Κατάλογος Πινάκων

Πιν. 1: Χαρακτηριστικά των ανασκοπήσεων βιβλιογραφίας.....σελ. 9

Πιν. 2: Ποσοστιαία κατανομή ανά έτη δημοσίευσης.....σελ. 11

Πιν. 3: Χαρακτηριστικά Οχημάτων Λόχου Εφοδιασμού Μεταφορών Α.σελ. 58

Πιν. 4: Χαρακτηριστικά των μονάδων προς εφοδιασμό της ταξιαρχίας.σελ. 59

Πιν. 5: Απαιτούμενοι χρόνοι αναμονής στο σύστημα .....σελ. 62

Πιν. 6: Αριθμός μονάδων στο σύστημα κάθε στιγμή .....σελ. 62

Πιν. 7: Συνολικός Αριθμός εξυπηρέτησης μονάδων από το σύστημα.σελ. 63

Κατάλογος Εικόνων

Εικ. 1: Δυναμική σύντηξη δεδομένων της GeoSpock ..... σελ. 25

Εικ. 2: Κύρια στοιχεία του συστήματος KSNet ..... σελ. 50

Εικ. 3: Θέατρο επιχειρήσεων δυνάμεων Α (Ουκρανίας) και Β (Ρωσίας).σελ. 56

Εικ. 4: Προκεχωρημένη Διοικητική Μέριμνα Ταξιαρχίας Α (Ουκρανίας).σελ. 57

Εικ. 5: Λόχος Εφοδιασμού Μεταφορών Α. ..... σελ. 58

Εικ. 6: Προσομοίωση Εφοδιασμού σε Πρόγραμμα Arena Simulation.σελ. 61

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σύντηξη δεδομένων στην Διοικητική μέριμνα καθίσταται ως μία από τις μεγαλύτερες τάσεις τα τελευταία χρόνια στο πεδίο των ψηφιακών τεχνολογιών. Με τον όρο σύντηξη δεδομένων εννοείται ο τομέας της επιστήμης των υπολογιστών και της τεχνολογίας ο οποίος ασχολείται με την διαδικασία ενοποίησης πολλαπλών πηγών δεδομένων για την παραγωγή πιο συνεπών, ακριβών και χρήσιμων πληροφοριών από αυτές που παρέχονται από οποιαδήποτε μεμονωμένη πηγή δεδομένων. Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει ως στόχο να γίνει κατανοητό τι είναι η σύντηξη δεδομένων και επιπλέον να μελετηθεί και να αναλυθεί η εφαρμογή που έχουν στην διοικητική μέριμνα, η οποία άπτεται πολλών τομέων όπως των επιχειρήσεων, των οργανισμών και της στρατιωτικής λειτουργίας. Σε γενικό πλαίσιο ο κυριότερος στόχος είναι να αποδειχθεί πόσο βελτιώνεται η ποιότητα της διοικητικής μέριμνας και κατ' επέκταση η ποιότητα ζωής μας.

ABSTRACT

The fusion of data in logistics is becoming one of the biggest trends in recent years in the field of digital technologies. Data fusion is the field of computer science and technology that deals with the process of integrating multiple data sources to produce more consistent, accurate and useful information than that provided by any single data source. The aim of this master's thesis is to understand what data fusion is and furthermore to study and analyze its use in logistics, which touches many areas such as business, organizations and military operation. In a general context, the main goal is to be proved how much the quality of logistics improves and, by extension, the quality of our lives.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

§1. Αντικείμενο και Στόχοι Διπλωματικής

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη μελέτη συνόλου αλληλένδετων δραστηριοτήτων στη διοικητική μέριμνα με βάση μεθόδους σύντηξης δεδομένων. Η σύντηξη των δεδομένων σε μια ή και περισσότερες αλυσίδες εφοδιασμού και η ολοκληρωμένη διαχείριση της διοικητικής μέριμνας επιδέχονται αναγνώρισης από το σύνολο των επιχειρήσεων, οργανισμών, κρατικών οντοτήτων και στρατιωτικών δυνάμεων και καθίστανται ως βασικές προϋποθέσεις για την επίτευξη την ανταγωνιστικότητας και της αποτελεσματικότητας. Η αξία της συνεχούς πληροφόρησης, της αποτελεσματικής επικοινωνίας και ευρύτερα της τεχνολογίας προσδίδουν καταλυτικό ρόλο στην πιστή εφαρμογή των αρχών που διέπουν την διαχείριση της διοικητικής μέριμνας προκειμένου να προκύψει το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Η σύντηξη δεδομένων και η διοικητική μέριμνα αποτελούν στην σύγχρονη εποχή άρρηκτα συνδεδεμένες έννοιες με την τεχνολογία, την καινοτομία και πάσης φύσης επιχειρησιακής διαδικασίας που επιφέρει βελτιστοποίηση ποιότητας, χρόνου και κόστους.

Το μέγεθος της αποδοτικότητας των σημερινών τεχνολογιών όπως και η σύνθεση και ανάπτυξη νέων, υπό το πρίσμα της σύντηξης δεδομένων και της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας αποτελούν θέματα μείζονος σημασίας για τις υπάρχουσες επιχειρήσεις, οργανισμούς, κρατικές οντότητες και στρατιωτικές δυνάμεις που βασίζουν την λειτουργία τους σε ευρεία επιχειρησιακά δίκτυα. Τις τελευταίες δεκαετίες και ειδικότερα τα τελευταία χρόνια πραγματοποιούνται όλο και περισσότερες μελέτες που αφορούν τεχνολογίες, τεχνικές και στρατηγικές που ερευνούν τη σύντηξη δεδομένων. Βέβαια, είναι γεγονός ότι η υφιστάμενη βιβλιογραφία που υφίσταται αυτή την στιγμή στην επιστημονική κοινότητα και πραγματεύεται

την σύνθεση σύντηξης δεδομένων και της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας είναι σχετικά μικρή.

Έπειτα από την χρησιμοποίηση της ευρισκόμενης βιβλιογραφίας στην παρούσα διπλωματική εργασία προέκυψε το συμπέρασμα ότι οι έννοιες της σύντηξης δεδομένων και της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας καθίστανται πλέον τόσο αλληλένδετες που σε στρατηγικό επίπεδο η προτεραιοποίηση τους είναι δυσδιάκριτη. Επιπροσθέτως, διαπιστώθηκε ο περιορισμός των τεχνολογικών εφαρμογών (έως σήμερα) κυρίως για την ικανοποίηση του λειτουργικού επιπέδου ή ορισμένων απλών δραστηριοτήτων εντός της αλυσίδας εφοδιασμού.

Για τους παραπάνω λόγους η παρούσα διπλωματική παρουσιάζει μια εμπεριστατωμένη και ολοκληρωμένη εφαρμογή των τάσεων και εργαλείων της τεχνολογίας και επιχειρεί να υπολογίσει την αξία της χρησιμοποίησης των κανόνων της σύντηξης δεδομένων στα πλαίσια της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας μελετώντας νέες και υφιστάμενες τεχνολογικές τεχνικές. Ειδικότερα, αναλύεται η ταξινόμηση των τεχνικών σύντηξης δεδομένων από διάφορες οπτικές γωνιές και μελετάται η ακτίνα δράσης τους στην διαχείριση διοικητικής μέριμνας.

Συνεπώς, στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη της σημασίας της σύντηξης δεδομένων στη υλοποίηση συνθηκών αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας για τους οργανισμούς, τις επιχειρήσεις, τις κρατικές οντότητες, τις στρατιωτικές δυνάμεις και γενικότερα ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Έτσι, εξετάζονται τα βασικά συστατικά που οδηγούν την διαχείριση της διοικητικής μέριμνας στην αξιοποίηση της τεχνολογίας ως εξής: η επιτακτική ανάγκη για μείωση κόστους, η συνεχώς αυξανόμενη πίεση της παγκοσμιοποίησης και του διεθνούς ανταγωνισμού, η δημιουργία και ανάπτυξη στενότερων σχέσεων με συνεργάτες, η βελτίωση της ποιότητας, η συνεχής χρήση του ηλεκτρονικής επιχειρηματικότητας, καθώς και οι προμηθευτές και οι πελάτες.

Οι στόχοι και οι κύριοι θεματικοί άξονες της διπλωματικής εργασίας συνοψίζονται σε:

- Περιγραφή βασικών εννοιών σύντηξης δεδομένων και διοικητικής μέριμνας.

- Επίλυση προκλήσεων διαχείρισης διοικητικής μέριμνας μέσω σύντηξης δεδομένων.
- Περιγραφή τεχνικών σύντηξης δεδομένων.
- Παραγωγή γνώσης εφοδιαστικής αλυσίδας βασιζόμενη σε δικτυοκεντρικό περιβάλλον με υποστήριξη λειτουργιών OOTW.
- Προσομοίωση διοικητικής μέριμνας στρατιωτικού σχηματισμού μέσω του προγράμματος ARENA SIMULATION.
- Συμπεράσματα και μελλοντική έρευνα.

§2. Ερευνητική Μεθοδολογία

Η ερευνητική μεθοδολογία που αποτυπώνεται στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας συνίσταται σε ποιοτική και βιβλιογραφική. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε διαλογή, συλλογή και ανάλυση των ευρισκόμενων πληροφοριών που αντλήθηκαν από αξιόπιστες και έγκυρες βιβλιογραφικές πηγές και στην συνέχεια τα δεδομένα ταξινομήθηκαν και αξιολογήθηκαν, καθώς και εκπονήθηκαν τα ανάλογα συμπεράσματα.

Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε έρευνα σε πλείστες δημοσιεύσεις από συνέδρια ή διεθνή επιστημονικά περιοδικά και βιβλία ερευνητών χρησιμοποιώντας λέξεις κλειδιά, όπως "data fusion", "data fusion in supply chain", "technology", "web-based supply chain", "supply chain management", "data fusion techniques", "data fusion models", "supply chain models", "data fusion definition", "supply chain definition" κ.ά.

Τονίζεται ότι η βιβλιογραφία συγκεντρώθηκε σε πρόγραμμα οργάνωσης και διαχείρισης ερευνητικών πηγών και μελετών (Mendeley Reference Manager) και περιλαμβάνει βιβλία, πρακτικά συνεδριών και επιστημονικά περιοδικά. Ακόμη, χρησιμοποιήθηκαν βάσεις δεδομένων με επιστημονική βιβλιογραφία που κατέχουν εκδοτικές δικτυακές πύλες, όπως: Science Direct, Elsevier, Heal Link, Tuc Library κ.α. Τέλος, υπογραμμίζεται ότι η συνεχής μελέτη και η επέκταση της έρευνας τους ερευνητικού πεδίου πραγματοποιήθηκαν από την συγκέντρωση της αρχικής βιβλιογραφίας και των βιβλιογραφικών πηγών.

§3. Δομή

Η παρούσα διπλωματική εργασία δομείται σε έξι κεφάλαια. Κατόπιν της εισαγωγής, συνεχίζει το 1ο κεφάλαιο με την περιγραφή των βασικών εννοιών της «σύντηξης δεδομένων» και της «διοικητικής μέριμνας». Στις παραπάνω έννοιες αναλύεται η σχέση τους και παρουσιάζονται τα κρίσιμα στοιχεία απόδοσης σύντηξης δεδομένων στην διαχείριση διοικητικής μέριμνα. Επιπλέον, ορίζονται οι σύγχρονες απαιτήσεις και οι διαστάσεις διαχείρισης διοικητικής μέριμνας.

Έπειτα, στο 2ο κεφάλαιο αναλύεται η επίλυση προκλήσεων διαχείρισης διοικητικής μέριμνας μέσω σύντηξης δεδομένων. Αναφέρονται οι προκλήσεις από την Πανδημία του Κορονοϊού και η δημιουργία ευκαιριών ανάπτυξης στην εφοδιαστική αλυσίδα. Επιπροσθέτως περιγράφεται η σύνθεση των πληροφοριών για τους καταναλωτές από τα δεδομένα και η αξιοποίηση των δεδομένων για έναρξη νέας εποχής.

Στο 3ο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία ενδελεχής περιγραφή των τεχνικών σύντηξης δεδομένων όπου αρχικά αναφέρεται η έννοια των τεχνικών και στην συνέχεια αναλύεται η ταξινόμηση αυτών. Η ταξινόμηση των τεχνικών σύντηξης δεδομένων εξετάζεται από διαφορετικές πλευρές και προσδίδεται έμφαση σε αυτές που αξιοποιούνται σε όλη την διάρκεια της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας.

Στο 4ο κεφάλαιο ερμηνεύεται η παραγωγή γνώσης εφοδιαστικής αλυσίδας βασιζόμενη σε δικτυοκεντρικό περιβάλλον με υποστήριξη λειτουργιών OOTW. Έτσι, δίνεται ο ορισμός και η εφαρμογή εφοδιαστικής γνώσης (KL) στις OOTW και αναλύεται όλο το δίκτυο πηγών γνώσης KSNet.

Στο 5ο κεφάλαιο πραγματοποιείται εν τη γενέσει η κατασκευή μίας προσομοίωσης διοικητικής μέριμνας στρατιωτικού σχηματισμού μέσω του προγράμματος «ARENA SIMULATION» όπου προκύπτουν δεδομένα που αποδεικνύουν την αξία της σύντηξης δεδομένων. Τέλος, παρουσιάζονται τα σημαντικά συμπεράσματα της διπλωματικής και γίνονται υποδείξεις για μελλοντική έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Περιγραφή Βασικών Εννοιών Σύντηξης Δεδομένων και Διοικητικής Μέριμνας

§1. Η Έννοια της Σύντηξης Δεδομένων

Είναι γεγονός ότι η διοικητική μέριμνα υφίσταται ανά τους αιώνες στην ανθρωπότητα, διότι ανέκαθεν υπήρχε η ακόρεστη ανάγκη του ανθρώπου για απόκτηση αγαθών κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες. Ειδικότερα όμως, τα τελευταία χρόνια με την δυναμική είσοδο των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης και δει της διαφήμισης στις ζωές των ανθρώπων οι ανάγκες αυτές αυξήθηκαν και σε πολλές περιπτώσεις πολλαπλασιάστηκαν. Το γεγονός αυτό κατέστησε επιτακτική την ανάγκη εξέλιξης του συστήματος εφοδιασμού των αγαθών, με αποτέλεσμα η διοικητική μέριμνα να αποτελέσει πια αντικείμενο καθημερινής μελέτης από πολλούς επιστήμονες και εταιρίες εφοδιασμού.

Η ραγδαία αύξηση της ζήτησης αγαθών μέσω του ρεύματος εφοδιασμού είχε και ως φυσικό επακόλουθο τον εκσυγχρονισμό των μηχανημάτων αναζήτησης των προϊόντων αλλά και τον συνδυασμό πληροφοριών που απαιτούνταν για να πραγματοποιηθούν ορθά οι διεκπεραιώσεις των ζητουμένων αγαθών. Ο παραπάνω εκσυγχρονισμός ωστόσο, κλήθηκε να αντιμετωπίσει ορισμένες προκλήσεις. Σύμφωνα με τους Xiong, Zhang Q., Wan J., Liang L., Cheng P. και Liang Q. (2018), η μεγαλύτερη πρόκληση ήταν και θα συνεχίσει να είναι (όσο αυξάνονται οι ανάγκες των ανθρώπων) να μειωθεί το φαινόμενο της έλλειψης δεδομένων, του πλεονασμού, της καθυστέρησης και των ανωμαλιών προκειμένου να βελτιωθεί η ευρωστία και η ακρίβεια των εφαρμογών των ευφυών συστημάτων μεταφοράς. Έτσι τα μοντέλα συγχώνευσης δεδομένων έχουν αποκτήσει εκτεταμένο ενδιαφέρον προκειμένου να αντιμετωπίσουν αυτά τα ζητήματα.

Το ενδιαφέρον που προκύπτει για την μελέτη της σύντηξης δεδομένων όρισαν οι ερευνητές Alyannezhadi M.M, Pouyan A.A και Abolghasemi V. (2016), ως μια προηγμένη τεχνική για το συνδυασμό πληροφοριών που προέρχονται από διάφορες πηγές για να ληφθούν πιο ακριβή αποτελέσματα σε μια εκτέλεση μιας εφαρμογής με τρόπο που δύσκολα εκτελείται με τη χρήση μεμονωμένων πηγών ξεχωριστά. Βέβαια σύμφωνα με το εργαστήριο Joint Directors of Laboratories – στο εξής αναφερόμενο (JDL) - (1991), η σύντηξη δεδομένων είναι μια διαδικασία πολλαπλών επιπέδων που ασχολείται με τη συσχέτιση, τον συνδυασμό δεδομένων και πληροφοριών από μεμονωμένες και πολλαπλές πηγές για την επίτευξη εκλεπτυσμένης θέσης, τον προσδιορισμό εκτιμήσεων και πληρέστερων και εγκαιρότερων αξιολογήσεων των καταστάσεων, των απειλών και της σημασίας τους. Τέλος, όσον αφορά το παρόν κεφάλαιο, τις τεχνικές σύντηξης δεδομένων οι ερευνητές Hall D. L. και Llinas J. (1997), τις ορίζουν ως τον συνδυασμό δεδομένων από πολλαπλούς αισθητήρες και σχετικές πληροφορίες από συσχετισμένες βάσεις δεδομένων προκειμένου να επιτύχουν βελτιωμένη ακρίβεια και πιο συγκεκριμένα συμπεράσματα από αυτά που θα μπορούσαν να επιτευχθούν με η χρήση ενός μόνο αισθητήρα.

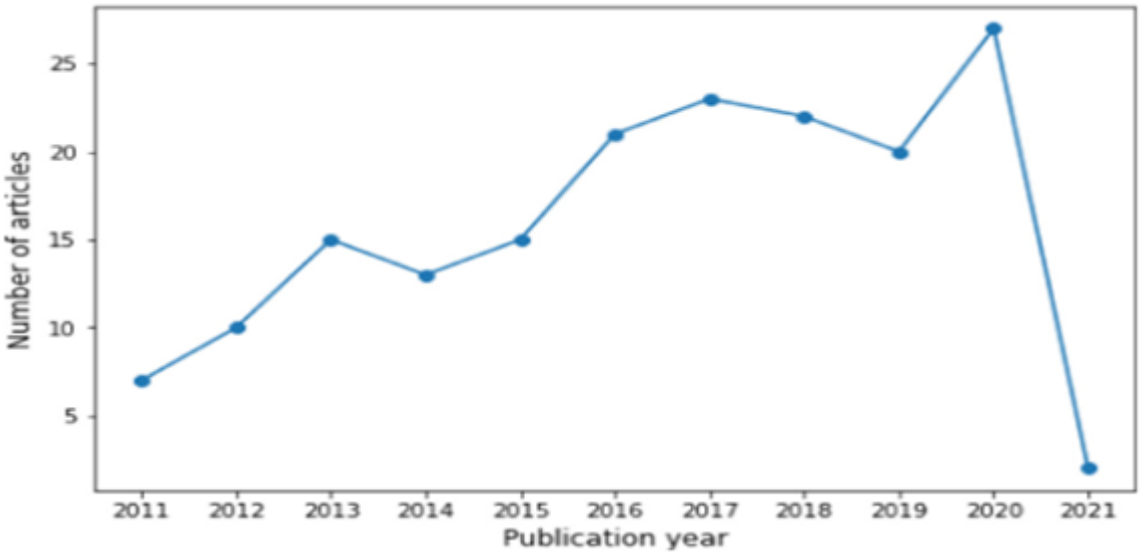
Υπάρχουν αρκετές μελέτες που συνοψίζουν τις προσπάθειες για τη σύντηξη δεδομένων. Έτσι στον Πίν. 1 συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά κάθε έρευνας σύντηξης δεδομένων που διεξήχθησαν σε προηγούμενες μελέτες.

Article	Year	Coverage	Objectives and topics
Faouzi et al.	2011	DF in ITS	Data fusion techniques, Challenges, Applications
Alam et al.	2017	DF in IoT	IoT applications (Methods and Environment)
Lau et al.	2019	DF general applications	Multi-perspectives classification of the data fusion
Ding et al.	2019	DF in IoT	DF techniques in smart city applications
Liu et al.	2020	Urban big data	Deep Learning data fusion techniques
Meng et al.	2020	DF general applications	Machine learning data fusion techniques

Πιν. 1: Χαρακτηριστικά των ανασκοπήσεων βιβλιογραφίας.

[Πηγή: προσαρμογή από (Ounoughi C. και Ben Yahia S. (2023))]

Επιπλέον σύμφωνα με τους Ounoughi C. και Ben Yahia S. (2023) έπειτα από κατανομή των μελετών που δημοσιεύθηκαν ανά έτος δημοσίευσης διαφαίνεται ότι η περίοδος μετά το 2015 παρουσιάζει σημαντική επέκταση των ερευνητικών εργασιών σύντηξης δεδομένων (βλ. Σχ. 1).



Σχ. 1: Αριθμός μελετών ανά έτος έκδοσης.

[Πηγή: προσαρμογή από (Ounoughi C. και Ben Yahia S. (2023)]

Πράγματι, ο αριθμός των διατηρημένων εγγράφων στη συγχώνευση δεδομένων έχει αυξηθεί εντυπωσιακά από 15 μελέτες, πριν από το 2015, σε 120 μεταξύ των ετών 2016 και 2021. Αυτή η εξέλιξη των άρθρων είναι ένα φυσικό αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης δεδομένων μεγάλων αισθητήρων σε δρόμους και οχήματα. Στη συνέχεια, ο Πίν. 2 δείχνει τα ετήσια ποσοστά των άρθρων που διατηρούνται.

Years	Number of articles	Percentage (%)
2011	7	4.00
2012	10	5.71
2013	15	8.57
2014	13	7.18
2015	15	7.43
2016	21	12.00
2017	23	12.57
2018	22	13.14
2019	20	11.43
2020	27	15.43
2021	2	1.14
Total	175	100

Πιν. 2: Ποσοστιαία κατανομή ανά έτη δημοσίευσης.

[Πηγή: προσαρμογή από (Ounoughi C. και Ben Yahia S. (2023)]

§2. Η Έννοια της Διαχείρισης της Διοικητικής Μέριμνας

Σύμφωνα με τους Reinhart G., Niehues M. και Ostgathe M. (2012), οι απαιτήσεις των πελατών αυξάνονται διαρκώς, γεγονός που οδηγεί στη ζήτηση για παράδοση προσαρμοσμένων προϊόντων σε σύντομο χρονικό διάστημα, ενώ ταυτόχρονα ο παγκόσμιος ανταγωνισμός γίνεται όλο και πιο έντονος. Οι εταιρείες έρχονται αντιμέτωπες με την αυξανόμενη ζήτηση για μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων, η οποία με τη σειρά της προκαλεί μια υψηλού επιπέδου πολυπλοκότητα των συστημάτων εφοδιαστικής αλυσίδας (ElMaraghy H., Schuh G., ElMaraghy W., Piller F., Schönsleben P και Tseng M., 2013).

Επιπλέον οι διαχειριστές logistics οφείλουν να διασφαλίσουν ότι αυτή η ποικιλία μπορεί να προσφερθεί, ενώ παράλληλα οι μέτοχοι ζητούν υψηλό επίπεδο απόδοσης. Ο βέλτιστος συγχρονισμός της ροής υλικών στα συστήματα logistics φαίνεται να είναι μια κατάλληλη τεχνική για την αντιμετώπιση της ποικιλίας και της οικονομικής αποδοτικότητας ταυτόχρονα. Συνεπώς σύμφωνα με τους Golhar D.Y και Stamm C.L (1991), η αύξηση της απόδοσης των

συστημάτων logistics έχει οδηγήσει σε ένα ευρύ φάσμα ερευνητικών δραστηριοτήτων στον τομέα της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας ως μέρος της φιλοσοφίας “ just-in-time ”.

Ως απόρροια των παραπάνω τα οποία άπτονται άμεσα του πεδίου της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας, ο ερευνητής Plowman (1964), την ορίζει ως τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας των σωστών αγαθών, στη σωστή ποσότητα, στη σωστή κατάσταση, στο σωστό μέρος, τη σωστή στιγμή για τον σωστό πελάτη στο σωστό κόστος». Αυτός ο αποκαλούμενος ορισμός των "επτά Σ" χαρακτηρίζει παθητικά την διαχείριση της διοικητικής μέριμνας, διότι περιγράφει το αποτέλεσμα επιτυχημένων δραστηριοτήτων αυτής ως μια καθορισμένη κατάσταση. Από μια ενεργητική σκοπιά, ο ορισμός απαιτεί από την διαχείριση της διοικητικής μέριμνας να ευθυγραμμίζει τις δραστηριότητες στο χώρο και το χρόνο, γεγονός που συνεπάγεται ότι ένας ορισμένος βαθμός συγχρονισμού είναι απαραίτητη προϋπόθεση για επιτυχημένες λειτουργίες της διοικητικής μέριμνας.

2.1. Τα Χαρακτηριστικά της Διαχείρισης της Διοικητικής Μέριμνας

Η διαχείριση της διοικητικής μέριμνας αποτελεί ένα στοιχείο διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση των αναγκών του εκάστοτε πελάτη διαμέσου της σχεδίασης, του συντονισμού και ελέγχου και της χρησιμοποίησης των αποτελεσματικών κινήσεων και αποθηκεύσεων των σχετικών πληροφοριών, υπηρεσιών και αγαθών από την εύρεση αυτών στους τελικούς προορισμούς τους. Συμπληρωματικά, η διαχείριση της παρέχει την δυνατότητα στις επιχειρήσεις, οργανισμούς, κρατικές οντότητες και στρατιωτικές δυνάμεις να ελαττώσουν τα έξοδά τους και να ικανοποιήσουν σημαντικά την εκτέλεση της αποστολής τους. Η διαδικασία διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, λαμβάνει χώρα με τη ανεύρεση των πρώτων υλών έως το τελευταίο στάδιο της παράδοσης των αγαθών στον επιθυμητό προορισμό.

Με την παραπάνω διασφάλιση των απαιτήσεων και αναγκών των πελατών (πάσης φύσεως) και των οργανισμών, επιχειρήσεων, κρατικών οντοτήτων και στρατιωτικών δυνάμεων, η διαχείριση της διοικητικής μέριμνας επιτρέπει τη σχεδίαση, την εκπόνηση στρατηγικού σχεδίου και την υλοποίηση της όλης διαδικασίας διακίνησης των αγαθών.

Έτσι, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διοικητικής μέριμνας, περιλαμβάνει στοιχεία, όπως:

- Εκλογή απαραίτητων προμηθευτών και συνεργατών με ικανότητα μεταφορικών μέσων,
- Χρησιμοποίηση καταλληλότερων δρομολογίων μεταφοράς,
- Εκπόνηση κατάλληλης σχεδίασης και εύρεσης μεθόδου παράδοσης αγαθών,
- Δημιουργία ή χρήση κατάλληλου λογισμικού και τεχνολογιών πληροφορικής για την αποτελεσματική διαχείριση της διαδικασίας.

§3. Σχέση Σύντηξης Δεδομένων και Διαχείρισης Διοικητικής Μέριμνας

Σύμφωνα με τους ερευνητές Yan Y., Chow A. H. F., Ho C. P., Kuo Y. H., Wu Q. Και Ying C. (2022), η διαχείριση διοικητικής μέριμνας και εφοδιαστικής αλυσίδας καθίστανται ως η ροή αγαθών και προϊόντων από την παραγωγή αυτών από τους προμηθευτές στον τελικό προορισμό τους προς κατανάλωση στους πελάτες. Τα ζητήματα που προέκυπταν ανέκαθεν στη διαχείριση της διοικητικής μέριμνας αφορούσαν τόσο τον στρατιωτικό όσο και τον πολιτικό τομέα χιλιάδες χρόνια π.Χ. Τα τελευταία όμως 100 χρόνια όπου η επιχειρησιακή έρευνα εισήλθε στους υπολογιστές, η τεχνολογία αναβαθμίστηκε και χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να κατασκευαστούν αλγόριθμοι και μοντέλα βελτιστοποίησης, για να επέλθει άμεση λύση στα προβλήματα της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας με επιστημονικό τρόπο.

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται ραγδαία αύξηση των επιστημών που ασχολούνται με τους υπολογιστές και τα δεδομένα, με αποτέλεσμα την δημιουργία εφαρμογών σύντηξης δεδομένων, έτσι ώστε να επιλυθούν τα προβλήματα που σχετίζονται με την διαχείριση της διοικητικής μέριμνας. Ως επί των πλείστων, τα περισσότερα προβλήματα που προκύπτουν προκαλούν αβεβαιότητες στο σύστημα αφού εμπεριέχουν πολλές και σύνθετες πληροφορίες. Εξαιτίας της σύνθετης λειτουργίας των συστημάτων διαχείρισης διοικητικής μέριμνας και εφοδιαστικής αλυσίδας, η σύντηξη δεδομένων καθίσταται πλέον μονόδρομος για να επέλθει η ικανοποίηση των καταναλωτών από τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες τους. Η σύντηξη δεδομένων αποτελεί λοιπόν διαδικασία συγχώνευσης δεδομένων που χρησιμοποιείται για να επιλύσει προβλήματα λήψης αποφάσεων σε οποιοδήποτε στάδιο της διοικητικής μέριμνας. Έτσι, ανεξαρτήτως σταδίου εφοδιασμού, από την διαδικασία σύντηξης δεδομένων εξάγεται κάθε φορά μια βέλτιστη λύση διαμέσου των απαιτήσεων του καταναλωτή και των προδιαγραφών του προμηθευτή για την μεγιστοποίηση της ικανοποίησης του πρώτου και του κέρδους του δεύτερου. Στα πλαίσια της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας και εφοδιαστικής αλυσίδας, τα αποτελέσματα της σύντηξης δεδομένων προκύπτουν συναρτήσει των πληροφοριών για τα επίπεδα των αποθεμάτων, τις εκάστοτε απαιτήσεις των καταναλωτών, τις τοποθεσίες παράδοσης, τα χρονικά περιθώρια κ.α.

Τέλος, από τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την σύντηξη δεδομένων δύνανται να επηρεαστούν οι τιμές των αγαθών, οι ποσότητες των παραγγελιών ή ακόμα και οι διαδρομές των οχημάτων μεταφοράς, ενώ από τους διαχειριστές της διοικητικής μέριμνας προκύπτουν ανταμοιβές σχετικά με τις αποστάσεις που διανύθηκαν, τα παραγόμενα κέρδη, την εξοικονόμηση ενέργειας κ.α. Συνεπώς, η χρησιμοποίηση συστημάτων και μεθόδων σύντηξης δεδομένων για την αποτελεσματική διαχείριση διοικητικής μέριμνας είναι άρρηκτα συνδεδεμένα και ο συνδυασμός τους είναι ικανός στο μέλλον να επιφέρει αλλαγές στην λειτουργία ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

§4. Κρίσιμα Στοιχεία Απόδοσης Σύντηξης Δεδομένων στην Διαχείριση Διοικητικής Μέριμνα

Προκειμένου η διαχείριση της διοικητικής μέριμνας να είναι αποτελεσματική και αποδοτική, θα πρέπει κατά την σύντηξη δεδομένων να λαμβάνονται υπόψη ορισμένα κρίσιμα στοιχεία ως εξής:

- **Χωροθέτηση**: Υφίσταται κατάλληλη τοποθεσία που να εξυπηρετεί το καταναλωτικό κοινό στα γεωγραφικά πλάτη που απευθύνεται η επιχείρηση, οργανισμός, κρατική οντότητα ή στρατιωτικές δυνάμεις; Η χωροθέτηση θα επιφέρει κέρδος σε αυτές και οικονομία στους καταναλωτές; Η χωροθέτηση εξυπηρετεί την διαδικασία διαχείρισης διοικητικής μέριμνας από πλευράς χρόνου παράδοσης αγαθών στον καταναλωτή;
- **Αποθέματα**: Τα αποθέματα παρακολουθούνται από συστήματα παρακολούθησης για την ακριβή μέτρηση τους κάθε στιγμή; Πόσα αποθέματα πρέπει να πωλούνται καθημερινά έτσι ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει οι επιχειρήσεις, οργανισμοί, κρατικές οντότητες ή στρατιωτικές δυνάμεις στις ανάγκες των καταναλωτών;
- **Πληροφορία**: Ποια και πόσα δεδομένα θα πρέπει να αποθηκεύονται και ποια από αυτά θα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται στο μέλλον; Πώς συγχωνεύονται οι αποθηκευμένες πληροφορίες και πως αξιοποιούνται;
- **Παραγωγή**: Ποιο είδος προϊόντων χρειάζεται περισσότερο ο καταναλωτής και σε πόση ποσότητα στο καθένα από αυτά;
- **Μεταφορές**: Ποιο είδος μεταφορικού μέσου είναι προτιμότερο για γρήγορη αποστολή του αγαθού; Πόσα μεταφορικά υπάρχουν στην διάθεση της η επιχείρησης, οργανισμού, κρατικής οντότητας ή στρατιωτικών δυνάμεων; Ποιες είναι οι προϋποθέσεις όπου χρησιμοποιείται το κάθε μεταφορικό μέσο;

Τα βασικό ερώτημα που προκύπτει από τα παραπάνω κρίσιμα στοιχεία είναι το πως η διαχείριση της διοικητικής Μέριμνας μπορεί να είναι αποτελεσματική και βέλτιστη εφόσον το περιβάλλον όπου δρα είναι δυναμικό και ασταθές, καθώς και οι απαιτήσεις των καταναλωτών αλλάζουν καθημερινά ανάλογα με την κουλτούρα, τον πολιτισμό, τα ερεθίσματα, τις κλιματικές και ενεργειακές συνθήκες κ.α.

Η απάντηση στον παραπάνω προβληματισμό καθίσταται η ολοκληρωμένη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω της εποπτείας της αλυσίδας εφοδιασμού, της συνεργασίας ανάμεσα στα εμπλεκόμενα μέρη και την ελαχιστοποίηση κόστους που ζημιώνει τα μέρη αυτά στην εφοδιαστική αλυσίδα, έτσι ώστε να γίνει πιο απλή και πιο ευμετάβλητη.

§5. Σύγχρονες Απαιτήσεις – Διαστάσεις Διαχείρισης Διοικητικής Μέριμνας

Είναι γεγονός ότι το περιβάλλον που δρουν οι επιχειρήσεις, οργανισμοί, κρατικές οντότητες ή στρατιωτικές δυνάμεις έχει μεταβληθεί με γοργό ρυθμό τα τελευταία χρόνια. Για τον λόγο αυτό οι ίδιοι είναι αναγκασμένοι να μεταβάλλουν τον τρόπο λειτουργίας τους και τον τρόπο συμμετοχής στους στην διαχείριση της διοικητικής μέριμνας προκειμένου να είναι βιώσιμοι. Σύμφωνα με τον Shapiro J. F. (2009), οι σημαντικότεροι παράγοντες των προαναφερόμενων είναι οι εξής:

- Το ηλεκτρονικό εμπόριο,
- Η παγκοσμιοποίηση,
- Η ολοκληρωμένη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας,
- Η οργανωσιακή μάθηση και η διαχείριση των αλλαγών
- Τα συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών πόρων ERP

Επίσης, σύμφωνα με τον Παππή Κ. (2006), οι νέες απαιτήσεις στην προσαρμογή του τρόπου λειτουργίας των διαδικασιών παραγωγής και διανομής και συνεπώς ολόκληρης της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας που επέφεραν οι σημερινές εξελίξεις στην διαδικασία της παραγωγής και της διανομής του προϊόντος έχουν ως εξής:

- Ελάττωση των διατιθέμενων αποθεμάτων στα το κατά το δυνατόν ελάχιστα επίπεδα.
- Περιορισμός του χρόνου που απαιτείται για την ανταπόκριση στην ζήτηση των καταναλωτών και μείωση του χρόνου για την εξασφάλιση της αποτελεσματικής ροής υλικών.

- Μέγιστη αξιοποίηση των επικοινωνιών και των πληροφοριακών τεχνολογιών με ταυτόχρονη συνεργασία συστημάτων διαχείρισης υλικών, συστημάτων μεταφορών, υπολογιστών και συστημάτων αποθήκευσης.
- Εξατομίκευση της εκάστοτε παραγωγής ανάλογα με τις απαιτήσεις των καταναλωτών και τα δεδομένα της εποχής.

Η μεγάλη πρόκληση που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι επιχειρήσεις σήμερα είναι η διαχείριση της σχέσης με τους πελάτες, τους προμηθευτές και τους συνεργάτες τους σε μια διευρυμένη παγκοσμιοποιημένη αγορά με οξυμένο ανταγωνισμό και καθολική κυριαρχία της τεχνολογίας. Πολλές επιχειρήσεις επιλέγουν να στραφούν προς στρατηγικές διεθνοποίησής τους. Για να το πετύχουν αυτό βελτιώνουν την παραγωγικότητά τους και την ποιότητα των προϊόντων τους, αξιοποιώντας μέσα όπως στρατηγικές συμμαχίες, εξαγωγές, νέες τεχνολογίες, διπλώματα ευρεσιτεχνίας, εφαρμογή ελέγχου ποιότητας, δικτύωση, κ.ά. (Ματσατσίνης Ν.Φ et al., 2010).

Επιπρόσθετα, οι αυξημένες και διαφοροποιημένες απαιτήσεις των πελατών αναγκάζουν τις επιχειρήσεις να έχουν γρηγορότερη ανταπόκριση και βελτιωμένες υπηρεσίες και προϊόντα. Οι ηλεκτρονικές υπηρεσίες αντιπροσωπεύουν την απόλυτη προσδοκία της σύγχρονης εποχής, προσφέροντας μια ηλεκτρονική πολυφωνία που διευρύνει το φάσμα και τη διάρκεια ζωής των πελατειακών αναγκών. Η αυξημένη ανάγκη χρήσης ηλεκτρονικών υπηρεσιών προκύπτει από το γεγονός ότι έχουν πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα, καθώς εμπλέκουν συνοδευτικές διαδικασίες πριν και μετά την πώληση, και ότι αυξάνουν το εύρος των διαθέσιμων στους πελάτες επιλογών (Ματσατσίνης Ν.Φ. et al., 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Επίλυση Προκλήσεων Διαχείρισης Διοικητικής Μέριμνας μέσω Σύντηξης Δεδομένων

§1. Η Πανδημία του Κορονοϊού ως Πρόκληση

Σύμφωνα με τον Baker R. (2020), η μακροχρόνια πανδημία του Κορονοϊού (COVID-19), είχε ως άμεση συνέπεια τη μερικώς διακοπή της διοικητικής μέριμνας και κατ' επέκταση την εκ νέου διερεύνηση και μελέτη της κάτω από τα νέα για την εποχή δεδομένα. Ο ερευνητής εξετάζει την περίπτωση της Σιγκαπούρης -μία χώρα που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις εισαγωγές της- η οποία εξαιτίας της πανδημίας κλήθηκε να αντιμετωπίσει την μείωση της προσφοράς των αγαθών από τρίτες χώρες ως συνέπεια της παραπάνω διακοπής. Έπειτα από απάντηση που δόθηκε από τον Υπουργό Εμπορίου και Βιομηχανίας της Σιγκαπούρης κ. Chan Chun Sing από τις ερωτήσεις που τέθηκαν από μέλος του Κοινοβουλίου της χώρας κ. Cheng Li Hui, στις 6 Απριλίου 2020, διαπιστώθηκε αφενός μεν ότι η κυβέρνηση της Σιγκαπούρης λαμβάνει σοβαρά υπόψη της την σημασία της διατήρησης αποθεμάτων καθιστώντας την παραπάνω διαδικασία ως μια εργασία δυναμική όπου είναι μείζονος σημασίας η διαρκής παρακολούθηση της παγκόσμιας προσφοράς αγαθών εν μέσω Κορονοϊού, αφετέρου δε διαπιστώθηκε ότι οι εμπλεκόμενες βιομηχανίες χρησιμοποίησης και οι φορείς εκμετάλλευσης της διοικητικής μέριμνας έχουν μία αντιδραστική προσέγγιση προκειμένου να διαφυλάξουν την αξιοπιστία τους και την χρησιμότητά τους σε όλη αυτή την ρευστή και ασταθή κατάσταση.

Το σχέδιο αντιμετώπισης της κρίσης που επέφερε η πανδημία στην εφοδιαστική αλυσίδα σύμφωνα με τον Υπουργό άπτονταν των εξής θεμάτων, τα οποία έχριζαν άμεσης και αποτελεσματικής αντιμετώπισης :

- Στα τρέχοντα σχέδια για αντιμετώπιση κρίσεων όσον αφορά την προετοιμασία ενός επαρκούς εθνικού αποθέματος.
- Στην προθυμία της κυβέρνησης και της πολιτείας για ουσιαστική συνεργασία προκειμένου να διασφαλιστούν επαρκή αποθέματα.
- Στην ύπαρξη διδαγμάτων από τη συμπεριφορά εγκλεισμού μετά την αύξηση του επιπέδου DORSCON (κλίμακα αξιολόγησης κινδύνου) τον Φεβρουάριο του 2020.
- Στο πώς επηρεάζουν οι ταξιδιωτικοί περιορισμοί τη Σιγκαπούρη.
- Στο πώς θα επηρεαστεί η οικονομία από την διακοπή των ροών αγαθών και προμηθειών, ιδίως με το lockdown (περιορισμός - εγκλεισμός) της Μαλαισίας.
- Στην δημιουργία μέτρων προκειμένου να βοηθηθούν οι πληγείσες επιχειρήσεις να ξεπεράσουν αυτήν την δύσκολη περίοδο.

Η επίλυση των παραπάνω ερωτημάτων ήταν η βάση της αντιμετώπισης του κινδύνου που αντιμετώπισε η διακοπή αγαθών εξαιτίας της πανδημίας. Αν αναλογιστεί κανείς ότι στην Σιγκαπούρη το 88 έως 95 τοις εκατό του πληθυσμού των κατοίκων διαθέτει smartphones, όπου τα χρησιμοποιούν για την διεκπεραίωση των ηλεκτρονικών τους παραγγελιών, τότε γίνεται αντιληπτό ότι μαζί με τους κινδύνους που προκύπτουν από την διακοπή της εφοδιαστικής αλυσίδας, αναδύονται και προβλήματα σχετικά με την τεχνολογία και της σύντηξης δεδομένων που πια τείνει να γίνει ιδιαίτερα περίπλοκη όταν χρησιμοποιείται στον τομέα της διοικητικής μέριμνας. Η παραπάνω εξοικείωση των κατοίκων με την τεχνολογία τους καθιστούσε αρκετά απαιτητικούς τα τελευταία χρόνια όσον αφορά στις προδιαγραφές του αγαθού (σύγκριση με υποκατάστατα) και στον χρόνο παράδοσης “ just-in-time ”, γεγονός όπου με την πανδημία ήταν φυσικό να συμβιβαστούν με έκπτωση στις απαιτήσεις που η ίδια η τεχνολογία τους δημιούργησε. Συνεπώς η εξάπλωση του Κορονοϊού επηρέασε άμεσα την ευκολία της παραγγελίας αγαθών που είναι απαραίτητα από το διαδίκτυο και την παράδοσή τους στην πόρτα των κατοίκων ακόμα και την επόμενη μέρα.

Οι άνευ προηγουμένου ταχύτατες εξελίξεις των γεγονότων κατέστησαν αδήριτη την ανάγκη της ανάλυσης, του εντοπισμού και του εξορθολογισμού της εφοδιαστικής αλυσίδας προκειμένου να βοηθηθούν οι εταιρίες και οι επιχειρήσεις ώστε να ενισχύσουν την λειτουργική τους αποτελεσματικότητα. Έτσι, με την χρήση της τεχνολογίας και αξιοποιώντας την εκάστοτε τοποθεσία και την ευφυΐα αυτής, οι επιχειρήσεις δύνανται να αντιμετωπίσουν τους κινδύνους και τις δυσχέρειες που προκύπτουν από τον Κορονοϊό στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας όπου χρήζει βελτιώσεις για την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών.

§2. Δημιουργία Ευκαιριών Ανάπτυξης στην Διαχείριση Διοικητικής Μέριμνας και Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Ως φυσικό επακόλουθο της πανδημία του Κορονοϊού, οι επιχειρήσεις επαναπροσδιόρισαν την συνολική τους στρατηγική για τη αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτό συνέβη διότι για να αναπτυχθούν οι ενδιαφερόμενες εταιρίες και να αυξήσουν την ανταγωνιστικότητα του όφειλαν να ανταποκριθούν και να ικανοποιούν καλύτερα τις απαιτήσεις των πελατών τους. Σύμφωνα με την εταιρία Accenture (η οποία ασχολείται με τον συνδυασμό τεχνολογίας και επιχειρήσεων προκειμένου να κινητοποιήσει τους πελάτες της να αυξήσουν την απόδοσή τους και να κατ' επέκταση συνεισφέρουν στην βιώσιμη αξία των μετόχων τους), διεξάχθηκε μια παγκόσμια έρευνα, η οποία πραγματοποιήθηκε από το Νοέμβριο του 2018 έως τον Ιανουάριο του 2019, αποτελούμενη από 1.350 διακεκριμένα στελέχη σε 12 χώρες και σε 17 βιομηχανίες. Για την καλύτερη κατανόηση των ενεργειών που εκτελούν τα λειτουργιά στελέχη της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, η εταιρία Accenture διεξήγαγε επίσης ποιοτικές συνεντεύξεις με 20 από αυτά. Τονίζεται ότι όλες οι εταιρείες που συμμετείχαν στην παραπάνω έρευνα είχαν στην διάθεσή τους κύκλο εργασιών που ξεπερνούσε το 1 δις δολάρια. Το κύριο συμπέρασμα της έρευνας ήταν ότι περισσότερο από το 75 τοις εκατό των εμπλεκόμενων εταιρειών και στελεχών δεν μπορεί να εκμεταλλευτεί τις ευκαιρίες για ανάπτυξη στην εφοδιαστικής αλυσίδα και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας και μόνο περίπου το 25 τοις εκατό των εταιριών και

στελεχών που εργάζονται για τις επιταγές του μέλλοντος αντιλαμβάνονται τις ευκαιρίες για ανάπτυξη που εγγυόνται οι εφοδιαστικές αλυσίδες τους.

Σύμφωνα με την έρευνα της Accenture, το 25 τοις εκατό των εταιριών και στελεχών -οι οποίοι ονομάζονται και ηγέτες- δύναται να κάνουν έξυπνες και τακτικές κινήσεις για την ανάπτυξη της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας που αφορούν τους παρακάτω τρεις τομείς:

- Ψηφιακές επενδύσεις,
- Κεντρικότητα των πελατών και
- Οικοσυστήματα.

Οι παραπάνω τομείς ουσιαστικά είναι ικανοί να παρακινήσουν τις επιχειρήσεις έτσι ώστε να επαναπροσδιορίσουν την στρατηγική τους από την αύξηση της αποδοτικότητα από πλευράς κόστους στην δημιουργία ευκαιριών για ανάπτυξη και πλαισίου ανταγωνιστικής αποτελεσματικότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού και τη διαχείριση της διοικητικής μέριμνας. Ο Don Schulman (2019), ανώτερος διευθύνων σύμβουλος στον όμιλο Supply Chain and Operations της Accenture, τονίζει ότι ανακαλύφθηκε πως υπάρχει ένα μικρό ποσοστό λειτουργικών στελεχών όπου εργάζονται σε εταιρίες εφοδιαστικής αλυσίδας που χρησιμοποιούν τα ψηφιακά μέσα έτσι ώστε να συνεργάζονται στην λογική του C-suite (αφορά τα στελέχη που έχουν την ικανότητα να διευθύνουν σε μια εταιρεία), όπως και άλλες διάφορες λειτουργίες επιχειρηματικού χαρακτήρα, προκειμένου να εφαρμόσουν ή να δημιουργήσουν στρατηγικές που ευνοούν την ανάπτυξη και έχουν ως κέντρο τους τον πελάτη.

Βέβαια, η αλυσίδα εφοδιασμού και η διαχείριση της διοικητικής μέριμνας δεν αφορούν πλέον την παρωχημένη αντίληψη της παροχής και εξοικονόμησης πρώτων υλών προκειμένου να καλυφθεί το χρονοδιάγραμμα παραγωγής της επιχείρησης ή την απλή διεκπεραίωση μιας ηλεκτρονικής παραγγελίας μέσω διαδικτύου παραδίδοντας τελικά το αγαθό. Για να

πραγματοποιηθεί μια επιτυχημένη ψηφιοποίηση στην αλυσίδα εφοδιασμού και τη διαχείριση της διοικητικής μέριμνας μιας επιχείρησης, θα πρέπει οι ίδιες να εμπλουτίσουν με ευφυΐα όλη την αλυσίδα τους και την μέθοδο λειτουργίας τους για να προσαρμόσουν επακριβώς στις ανάγκες των πελατών τους το προϊόν και τις υπηρεσίες τους αξιοποιώντας όλες τις σύγχρονες μεθόδους και τακτικές σύντηξης δεδομένων, όπως παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 3.

§3. Σύνθεση Πληροφοριών για τους Καταναλωτές Από Δεδομένα

Για να επιτευχθεί η ορθή ψηφιοποίηση της αλυσίδας εφοδιασμού και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας απαιτείται να προσεγγιστεί μία μεγάλη - ολοκληρωμένη εικόνα της στρατηγικής που θα ακολουθήσουν οι επιχειρήσεις για να είναι επιτυχημένες στο μέλλον. Βασικό στοιχείο για την έναρξη της εν λόγω διαδικασίας είναι η ουσιαστική κατανόηση και βελτίωση των παραγόντων και διαδικασιών που διαμορφώνουν και επηρεάζουν τις παραδόσεις και τη ζήτηση των καταναλωτών.

Σύμφωνα με τους ερευνητές Karumanchi M., Sheeba J. I. Και Pradeep Devaneyan S. (2022), καθημερινά οι συσκευές Internet of Things - στο εξής αναφερόμενη IoT, δημιουργούν εκατομμύρια συμβάντα προς πληροφόρηση και επεξεργασία. Όλα τα παραπάνω συμβάντα αποτελούν ουσιαστικά τα δεδομένα που πλέον δεν εγγυούνται τον πελάτη μόνο ότι τουλάχιστον θα πάρει το αγαθό που παρήγγειλε με την χρήση του διαδικτύου, αλλά επίσης εγγυούνται και εξασφαλίζουν την προσαρμογή των δεδομένων μέσω του διαδικτύου στις ανάγκες του καταναλωτή, προσθέτοντας έναν γνήσιο μετασχηματισμό για ολόκληρη τη βιομηχανία των logistics. Αυτό σημαίνει ότι η άμεση συνεργασία πλοίων με φορτηγά για την μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων και εν συνεχεία η συνεργασία φορτηγών με οχήματα διανομής μεμονωμένων πακέτων, δημιουργούν τις συνθήκες άμεσης παράδοσης με περιθώριο αναμονής πολλές φορές και μόλις τις 2 ώρες για κάποιο αγαθό που πρόσφατα αγοράστηκε από το διαδίκτυο και ήδη αποστέλλεται σε ένα μεγάλο μέρος της γης.

3.1. Παραδείγματα Πληροφοριών από Δεδομένα για Καταναλωτές

Το πρώτο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το δημοφιλές πρωτάθλημα ποδοσφαίρου της Αγγλίας για την εκάστοτε σεζόν, όπου μελετώντας τα δεδομένα από προγενέστερες σεζόν του πρωταθλήματος, δύνανται να ανακύψουν σημαντικές πληροφορίες που αφορούν την συμπεριφορά των φιλάθλων-καταναλωτών για την σεζόν της τρέχουσας περιόδου. Έτσι, αυτές οι πληροφορίες που προκύπτουν από τα παλαιότερα δεδομένα θα μπορούσαν να σημάνουν την ραγδαία αύξηση στην ζήτηση τηλεοράσεων συγκεκριμένων προδιαγραφών από φιλάθλους που επιθυμούν να απολαύσουν την ομάδα τους με ανάλυση προηγμένης τεχνολογίας, έως και την ταυτόχρονη αύξηση των ηλεκτρονικών παραγγελιών γρήγορου φαγητό συγκεκριμένες βραδινές ώρες που εξελίσσονται τα παιχνίδια.

Ένα επίσης χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το μετεωρολογικό δελτίο και οι βροχοπτώσεις που σημειώνονται σε δρόμους όπου υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες. Έτσι, οι πληροφορίες για τις βροχοπτώσεις σε συνδυασμό με τα δεδομένα κυκλοφορίας δύνανται να βοηθήσουν τους οδηγούς για τον εντοπισμό δρομολογίων με μικρότερη κίνηση ή δρομολογίων ταχύτερης διαδρομής. Επιπροσθέτως, οι εν λόγω διαδρομές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από τις εταιρίες παράδοσης αγαθών που στηρίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα, για την ακριβή ενημέρωση του πελάτη που αφορά την παράδοση του προϊόντος ή τυχόν καθυστέρηση αυτού από τα μετεωρολογικά και κυκλοφοριακά δεδομένα.

Ως συνέχεια των παραπάνω, για την λειτουργία των οχημάτων παράδοσης των προϊόντων, θα μπορούσε ακόμη να αποφευχθεί η αλληλοεπικάλυψη των τομέων για τις κοινές δραστηριότητες από πολλούς οδηγούς-διανομείς σε περιοχές δράσης. Έτσι, τα δεδομένα που προκύπτουν και είναι προς ανάλυση είναι ικανά να συνεισφέρουν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας του προγραμματισμού του εκάστοτε δικτύου παράδοσης αγαθών, μέσω του συστήματος τροφοδοσίας <<λήψη δεδομένων - παράδοση πακέτου>>. Εξίσου σημαντική διεργασία που προκύπτει από την διαχείριση των συστημάτων παρακολούθησης

της αλυσίδας εφοδιασμού και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας είναι η επεξεργασία των δεδομένων που προκύπτουν από την αποθήκευσή τους με την έλευση του χρόνου και η εξεύρεση των τάσεων των καταναλωτών που μπορεί να κατευθύνουν τις εταιρίες διανομής και παράδοσης των προϊόντων να προβλέψουν τον αριθμό ή των όγκο των απεσταλμένων δεμάτων για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των απαιτήσεων του καταναλωτή ως προς τις ιδιαιτερότητες κάθε μεμονωμένης παράδοσης.

Συμπληρωματικά, θα ήταν αποτελεσματική ακόμα και η επεξεργασία και ανάλυση εναλλακτικών διαδρομών για κάθε οδηγό ξεχωριστά προκειμένου να διαπιστωθεί ποιοτικά και ποσοτικά ο μέσος χρόνος κάλυψης μιας απόστασης, τα χιλιόμετρα που απέχουν και ο χρόνος παραμονής σε κάθε στάση (δηλ. χρήσιμες πληροφορίες για τις διαδρομές του κάθε οδηγού για την βελτίωση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας). Τέλος εκτός από τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από το σύστημα παρακολούθησης εφοδιαστικής αλυσίδας και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας στις ανάγκες των καταναλωτών και τον χρόνο αναμονής τους, παρατηρούνται πλεονεκτήματα και για τις εταιρίες διανομής διότι ελαχιστοποιούν το κόστος από την διανομή των αγαθών, μειώνουν την εκπομπή ρύπων στο περιβάλλον και βελτιώνουν τις συνθήκες του εφοδιασμού με την βοήθεια της τεχνολογίας. Έτσι, επιτυγχάνεται η αξιοποίηση μίας σειράς επιλογών για τους καταναλωτές εξαιτίας της βελτιστοποίησης της πιο συμφέρουσας διαδρομής σε πραγματικό χρόνο.

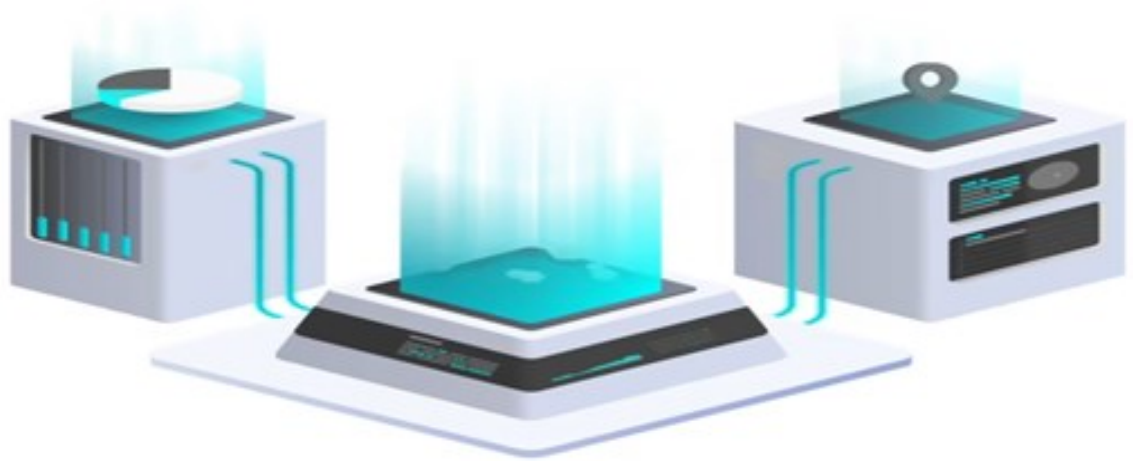
§4. Η Αξιοποίηση των Δεδομένων για Έναρξη Νέας Εποχής

Στην τεχνολογία του σήμερα, σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας, παράγονται και αποθηκεύονται ανεπεξέργαστα κυρίως δεδομένα, χωρίς να υφίστανται αξιοποίηση τους από τις επιχειρήσεις και τις βιομηχανίας μέσω μιας δεξαμενής δεδομένων. Το κενό αυτό της μη αξιοποίησης των δεδομένων απασχολεί

πλέον ολόκληρο τον τεχνολογικό τομέα και τις εταιρίες που ασχολούνται με αυτόν το τομέα του <<έξυπνου>> εφοδιασμού. Μια από τις εταιρίες που ασχολείται με την εφεύρεση του τρόπου οργάνωσης μεγάλων δεδομένων είναι η GeoSpock, όπου σαν στόχο έχει τον συνδυασμό των αποθηκευμένων δεδομένων προς διάθεση αυτών για οικονομικά αποδοτικές λύσεις και γρήγορες εξυπηρετήσεις για τον καταναλωτή και την αύξηση της λειτουργικότητας των επιχειρήσεων.

4.1. Η Εταιρία GeoSpock στην Σύντηξη Δεδομένων

Η GeoSpock επεξεργάζεται τα δεδομένα των ενδιαφερόμενων επιχειρήσεων και παρουσιάζει αναλυτικά στοιχεία υψηλής απόδοσης σε όποια κλίμακα της ζητηθεί. Έτσι η προηγμένη τεχνολογία της εταιρίας δίνει την δυνατότητα στις επιχειρήσεις να εκτελούν δυναμική συγχώνευση δεδομένων και να εκτελούν πολύπλοκα ερωτήματα με μεγάλη ταχύτητα χρησιμοποιώντας SQL (γλώσσα υπολογιστών στις βάσεις δεδομένων). Με τον τρόπο αυτό πραγματοποιείται στην υπάρχουσα τεχνολογία της εκάστοτε επιχείρησης μία λογική αναβάθμιση των αναλυτικών της στοιχείων και δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για επέκταση της βιωσιμότητας της στο μέλλον που βασίζεται στα δεδομένα. (βλ. Εικ. 1).



Εικ. 1: Δυναμική σύντηξη δεδομένων της GeoSpock.

[Πηγή: προσαρμογή από (https://geospock.com/en/(2022))]

4.2. Έξυπνο Σύστημα Δεδομένων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα και τη Διαχείριση Διοικητικής Μέριμνας

Βασική προϋπόθεση προκειμένου να επιτευχθεί η συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών τομέων των παραπάνω σεναρίων, καθίσταται αναγκαία η χρησιμοποίηση ενός πιο αποτελεσματικού και έξυπνου συστήματος δεδομένων, όπου τα δεδομένα αυτά θα μοιράζονται τόσο σε αεροπορικές, χερσαίες και θαλάσσιες επιχειρήσεις όσο και στον κλάδο των τηλεπικοινωνιών πάσης φύσεως.

Οι διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας είναι ικανές να συνεισφέρουν στην βελτίωση της αυξημένης απόδοσης, αλληλοσυνθέτοντας σύνολα αποθηκευμένων δεδομένων και εξάγοντας ακριβείς και προηγμένες αναλύσεις που αποδεικνύουν μία συνολική και ορθή αποτύπωση ολόκληρου του εφοδιασμού και μιας ταυτόχρονης διερεύνησης παραγόντων που ενδεχομένως να τον επηρεάσουν.

Συνεπώς για να πραγματοποιηθεί μία ολοκληρωμένη λειτουργία το βασικό στοιχείο είναι τα δεδομένα. Όταν οι επιχειρήσεις κατέχουν την γνώση , τότε σίγουρα θα είναι καλύτερα προετοιμασμένες και θα ενεργούν πιο έξυπνα σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διαχείρισης της διοικητικής μέριμνας και θα έχουν την ικανότητα να προβλέψουν την ζήτηση και την προσφορά των προϊόντων τους, καθώς και να τα παράγουν σωστά ανάλογα με τις απαιτήσεις των καταναλωτών προκειμένου να παραδώσουν το προϊόν τους ανεξαρτήτως μέρους και χρόνου.

Για όλους τους παραπάνω λόγους καθίσταται σαφές ότι η αξιοποίηση των δεδομένων οδηγεί την βιομηχανία σε μία νέα εποχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Περιγραφή Τεχνικών Σύντηξης Δεδομένων

§1. Η Έννοια των Τεχνικών Σύντηξης Δεδομένων

Σύμφωνα με τον Castanedo F. (2013), όλες οι εργασίες που απαιτούν οποιονδήποτε τύπο παραμετρικής εκτίμησης από πολλαπλές πηγές μπορούν να ωφεληθούν από τη χρήση μεθόδων σύντηξης δεδομένων. Τονίζει επίσης, ότι η σύντηξη δεδομένων απευθύνεται κυρίως στα ήδη επεξεργασμένα δεδομένα.

Είναι γεγονός ότι η σύντηξη δεδομένων χρησιμοποιείται ως συγκερασμός πολλαπλών πηγών για τη λήψη βελτιωμένων πληροφοριών. Με την παραπάνω λογική, οι βελτιωμένες πληροφορίες συνεπάγονται ότι καθίστανται λιγότερο δαπανηρές και υψηλότερης ποιότητας. Επιπροσθέτως, οι τεχνικές σύντηξης δεδομένων χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σε κατανεμημένα περιβάλλοντα και εφαρμογές πολλαπλών αισθητήρων και έχουν ως σκοπό τη σύντηξη δεδομένων από διαφορετικούς αισθητήρες ταυτόχρονα. Έτσι, ως σκοπός της καθίσταται να διασφαλιστεί η όσο το δυνατόν μικρότερη πιθανότητα σφάλματος ανίχνευσης και όσο το δυνατό μεγαλύτερη αξιοπιστία, αξιοποιώντας δεδομένα από πολλαπλές κατανεμημένες πηγές.

Οι τεχνικές σύντηξης δεδομένων μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- Συσχέτιση των δεδομένων,
- Εκτίμηση της κατάστασης και
- Σύντηξη των αποφάσεων.

§2. Ταξινόμηση Τεχνικών Σύντηξης Δεδομένων

Η σύντηξη δεδομένων αποτελεί έναν πολυεπίπεδο επιστημονικό τομέα όπου περιλαμβάνει πληθώρα πεδίων και συνεπώς αποτελεί δύσκολο εγχείρημα ο καθορισμός σαφούς και αυστηρής ταξινόμησης. Τα κριτήρια που χωρίζονται οι εν λόγω χρησιμοποιούμενες τεχνικές και μέθοδοι είναι τα εξής:

- Σύμφωνα με τον Durrant-Whyte H. F. (1988), ως προς τις σχέσεις ανάμεσα στις πηγές δεδομένων εισόδου:

(α) Συμπληρωματικά,

(β) Περιττά ή

(γ) Δεδομένα συνεργασίας.

- Σύμφωνα με τον Dasarathy B. V. (1997), ως προς τους τύπους δεδομένων εισόδου-εξόδου και τη φύση αυτών.

- Έπειτα από την αφαίρεση επιπέδου των χρησιμοποιούμενων δεδομένων ως εξής:

(α) Ακατέργαστη μέτρηση,

(β) Σήματα και

(γ) Χαρακτηριστικά ή αποφάσεις.

- Ακόμη, σύμφωνα με το εργαστήριο Joint Directors of Laboratories ως προς τα διαφορετικά επίπεδα σύντηξης δεδομένων.

- Τέλος, ανάλογα με τον τύπο αρχιτεκτονικής:

(α) Συγκεντρωτική,

(β) Αποκεντρωμένη και

(γ) Κατανεμημένη.

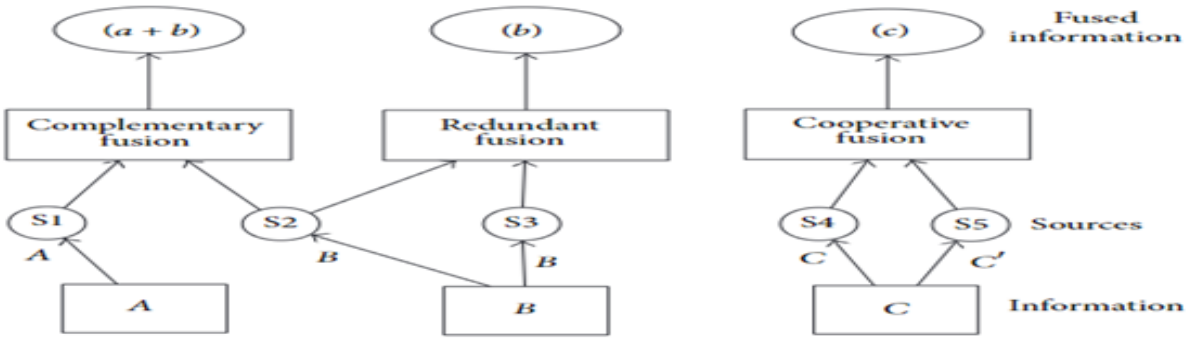
2.1. Ταξινόμηση Βάση των Σχέσεων των Πηγών Δεδομένων

Σύμφωνα με τον Durrant-Whyte H. F. (1988), λαμβάνοντας ως αντικείμενο μελέτης τις σχέσεις των πηγών δεδομένων, πρότεινε τα εξής κριτήρια ταξινόμησης (βλ. Σχ. 2):

- **Συμπληρωματική**: Χρησιμεύει για την αξιοποίηση των πληροφοριών όπου προέρχονται από τις εκάστοτε πηγές εισόδου και καλύπτουν διαφορετικά σημεία της σκηνής, με αποτέλεσμα η χρησιμοποίηση τους να επιφέρει όλο και περισσότερες πλήρεις πληροφορίες. Για παράδειγμα, στην χρησιμοποίηση των δικτύων με οπτικούς αισθητήρες από δύο κάμερες με δύο διαφορετικά οπτικά πεδία, οι πληροφορίες που λαμβάνονται θεωρούνται συμπληρωματικές.

- **Περιττή**: Χρησιμεύει για την αξιοποίηση των πληροφοριών όπου δύο ή περισσότερες πηγές εισόδου εποπτεύουν τον ίδιο στόχο και συνεπώς η αλληλοεπίδρασή τους αυξάνει την εμπιστοσύνη. Για παράδειγμα, στην χρησιμοποίηση των δικτύων με οπτικούς αισθητήρες οι πληροφορίες που λαμβάνονται από επικαλυπτόμενους τομείς περιοχών θεωρούνται περιττές.

- **Συνεργατική**: Χρησιμεύει για την αξιοποίηση των πληροφοριών όπου συνδυάζονται σε νέες πληροφορίες και συνήθως καθίστανται αρκετά πιο σύνθετες από τις πληροφορίες που λαμβάνονται αρχικά. Για παράδειγμα, η πολυτροπική σύντηξη δεδομένων (βίντεο και ήχου) θεωρείται συνεργατική.



Σχ. 2: Η ταξινόμηση του White βασιζόμενη στις σχέσεις μεταξύ των πηγών δεδομένων.

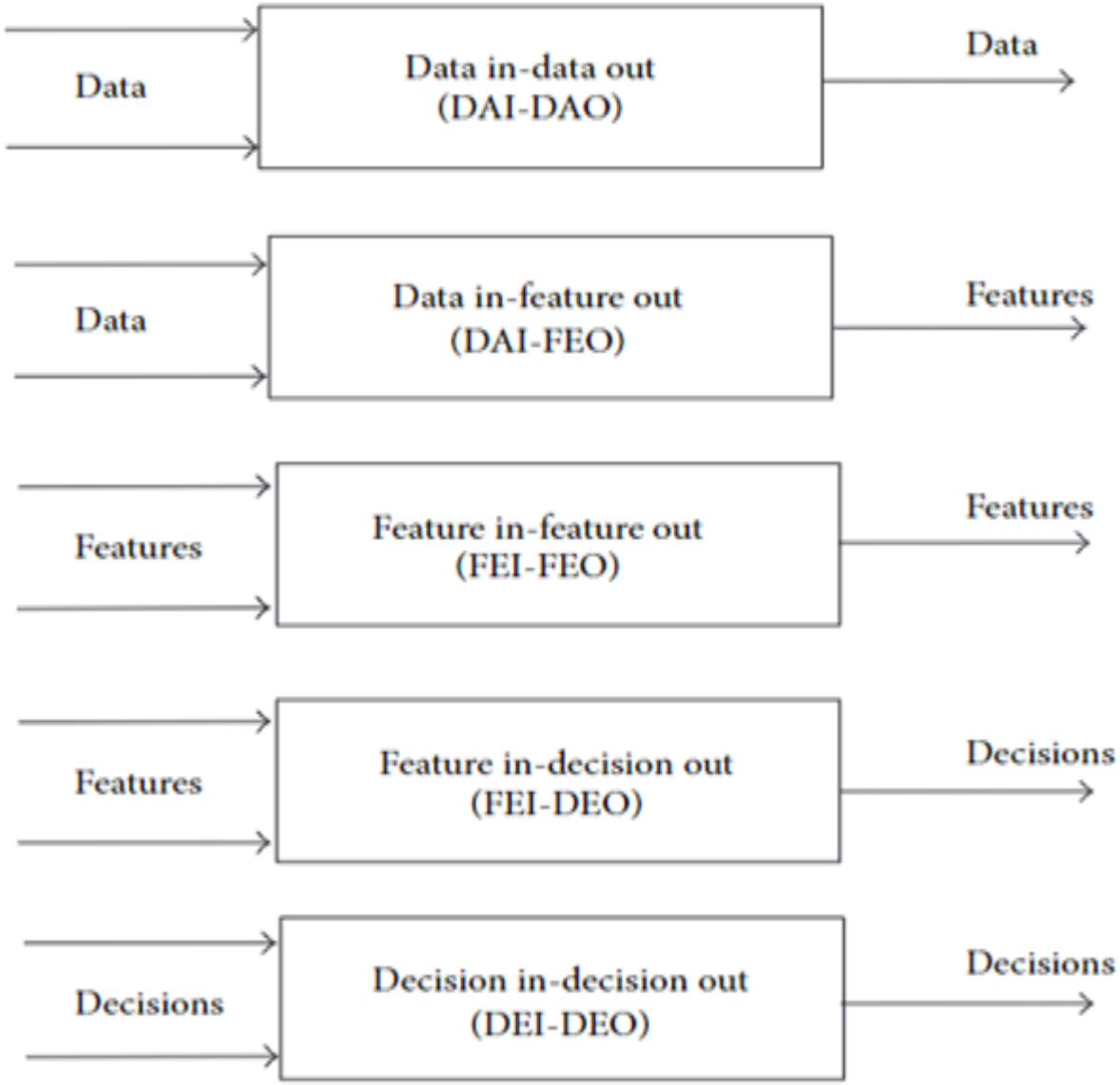
[Πηγή: προσαρμογή από (Durrant-Whyte H. F. (1988)]

2.2. Η Ταξινόμηση του Dasarathy

Σύμφωνα με τον Dasarathy B. V. (1997), λαμβάνοντας ως αντικείμενο έρευνας την ταξινόμηση σύντηξης δεδομένων κατέληξε στο παρακάτω σύστημα με τις εξής πέντε κατηγορίες (βλ. Σχ. 3):

- **Data in – Data out (DAI-DAO):** Στο πρώτο επίπεδο που παραθέτει ο ερευνητής τονίζεται η πιο στοιχειώδης και βασική μέθοδος σύντηξης δεδομένων που χρησιμοποιείται στην ταξινόμηση. Ουσιαστικά σε αυτό τον τύπο σύντηξης δεδομένων εισάγονται και εξάγονται ανεπεξέργαστα δεδομένα, όπου τα αποτελέσματα είναι ως επί τον πλείστων πιο αξιόπιστα ή ακριβή. Στο επίπεδο αυτό, η σύντηξη δεδομένων υλοποιήθηκε απευθείας κατόπιν της συλλογής των δεδομένου που συγκεντρώθηκαν από τους χρησιμοποιούμενους αισθητήρες. Τέλος, στο πρώτο επίπεδο γίνεται χρήση αλγορίθμων βασιζόμενους στην επεξεργασία σημάτων και εικόνας.
- **Data in – Feature out (DAI-FEO):** Στο δεύτερο επίπεδο, η διαδικασία σύντηξης δεδομένων εισάγει ανεπεξέργαστα δεδομένα από τις πηγές και εξάγει λειτουργίες ή χαρακτηριστικά που περιγράφουν και αναλύουν στο περιβάλλον την οντότητα.
- **Feature in – Feature out (FEI-FEO):** Στο τρίτο επίπεδο, η διαδικασία σύντηξης δεδομένων εισάγει και εξάγει λειτουργίες (features). Με τον τρόπο αυτόν, η διαδικασία σύντηξης δεδομένων επεξεργάζεται ένα σύνολο χαρακτηριστικών για την εκκαθάριση, τη βελτίωση και την απόκτηση νέων δυνατοτήτων. Το τρίτο επίπεδο αποκαλείται αλλιώς και ως σύντηξη χαρακτηριστικών, σύντηξη ενδιάμεσου επιπέδου, συμβολική σύντηξη ή σύντηξη πληροφοριών.
- **Feature in – Decision out (FEI-DEO):** Στο τέταρτο επίπεδο, λαμβάνονται ως είσοδο ένα σύνολο χαρακτηριστικών και παρέχεται ως έξοδος ένα σύνολο αποφάσεων. Ως επί των πλείστων σε αυτήν την κατηγορία ταξινόμησης εμπίπτουν τα συστήματα που υλοποιούν μία απόφαση βασιζόμενα στις εισόδους ενός αισθητήρα.

- **Decision in – Decision out (DEI-DEO):** Στο πέμπτο επίπεδο, ο τύπος ταξινόμησης που αποκαλείται αλλιώς και σύντηξη απόφασης, χρησιμοποιεί ως είσοδο αποφάσης για τη λήψη είτε καλύτερων είτε νέων αποφάσεων.



Σχ. 3: Η Ταξινόμηση του Dasarathy.

[Πηγή: προσαρμογή από (Dasarathy B. V. (1997)]

2.3. Ταξινόμηση Βασιζόμενη στα Επίπεδα Αφαίρεσης

Σύμφωνα με τους ερευνητές Luo R. C., Yih C.-C., και Su K. L. (2002), τα επίπεδα για την αφαίρεση στην ταξινόμηση είναι τα εξής τέσσερα:

- **Επίπεδο σήματος:** Αφορά τα σήματα που λαμβάνονται από τους εκάστοτε αισθητήρες.
- **Επίπεδο στοιχείου εικόνας**: Αφορά το επίπεδο της εικόνας και δύναται να χρησιμοποιηθεί για την καλύτερη επεξεργασία εικόνας κατόπιν εργασιών.
- **Χαρακτηριστικό**: Αξιοποιεί τα χαρακτηριστικά που προκύπτουν από τα σήματα και τις εικόνες (όπως, σχήμα, ταχύτητα κ.λπ.).
- **Σύμβολο**: Γνωστό και ως επίπεδο απόφασης. Στο επίπεδο αυτό οι εξαγόμενες πληροφορίες αντιπροσωπεύονται με σύμβολα.

Επιπροσθέτως, με βάση τα επίπεδα αφαίρεσης υπάρχουν και άλλες ταξινομήσεις συγχώνευσης δεδομένων οι οποίες είναι οι εξής:

- **Σύντηξη χαμηλού επιπέδου**: Σε αυτό το επίπεδο τα ακατέργαστα δεδομένα οδηγούνται απευθείας ως είσοδος στη διαδικασία της σύντηξης, η οποία και στην συνέχεια προσδίδει πιο ακριβή και λεπτομερή δεδομένα (με χαμηλότερη αναλογία σήματος προς θόρυβο) από τις υπάρχουσες μεμονωμένες πηγές.
- **Σύντηξη μεσαίου επιπέδου**: Το επίπεδο αυτό αποκαλείται και ως λειτουργία ή χαρακτηριστικό επίπεδο και αποτελείται από λειτουργίες ή χαρακτηριστικά (σχήμα, υφή και θέση) όπου συγχωνεύονται προκειμένου να εξαχθούν χαρακτηριστικά που δύναται να χρησιμοποιηθούν για άλλες εργασίες σύντηξης.
- **Σύντηξη υψηλού επιπέδου:** Το επίπεδο αυτό αποκαλείται και ως σύντηξη απόφασης και εισάγει συμβολικές αναπαραστάσεις ως πηγές και στην συνέχεια τις συνδυάζει για να εξαχθεί μια πιο σαφής και ακριβής απόφαση. Τονίζεται ότι σε αυτό το επίπεδο χρησιμοποιούνται και οι μέθοδοι του Bayesian.
- **Σύντηξη πολλαπλών επιπέδων**: Στο επίπεδο αυτό, τα δεδομένα προσδίδονται από διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης.

2.4. Ταξινόμηση Σύντηξης Δεδομένων JDL

Η παρούσα ταξινόμηση αρχικά μελετήθηκε και προτάθηκε από το εργαστήριο JDL και το Αμερικανικό Υπουργείο Άμυνας και έκτοτε αποτελεί το πιο γνωστό εννοιολογικό μοντέλο στην κοινότητα της σύντηξης δεδομένων. Η παρούσα διαδικασία ταξινόμησης αφορά ουσιαστικά την σύντηξη δεδομένων σε πέντε επίπεδα επεξεργασίας και συσχετίζεται με την βάση δεδομένων και έναν δίαυλο πληροφοριών που συνδέει τα πέντε στοιχεία (βλ. Σχ. 4).

Τα πέντε επίπεδα επεξεργασίας δύναται να ομαδοποιηθούν σε δύο αντίθετες ομάδες, οι οποίες είναι:

(1) Η σύντηξη χαμηλού επιπέδου και

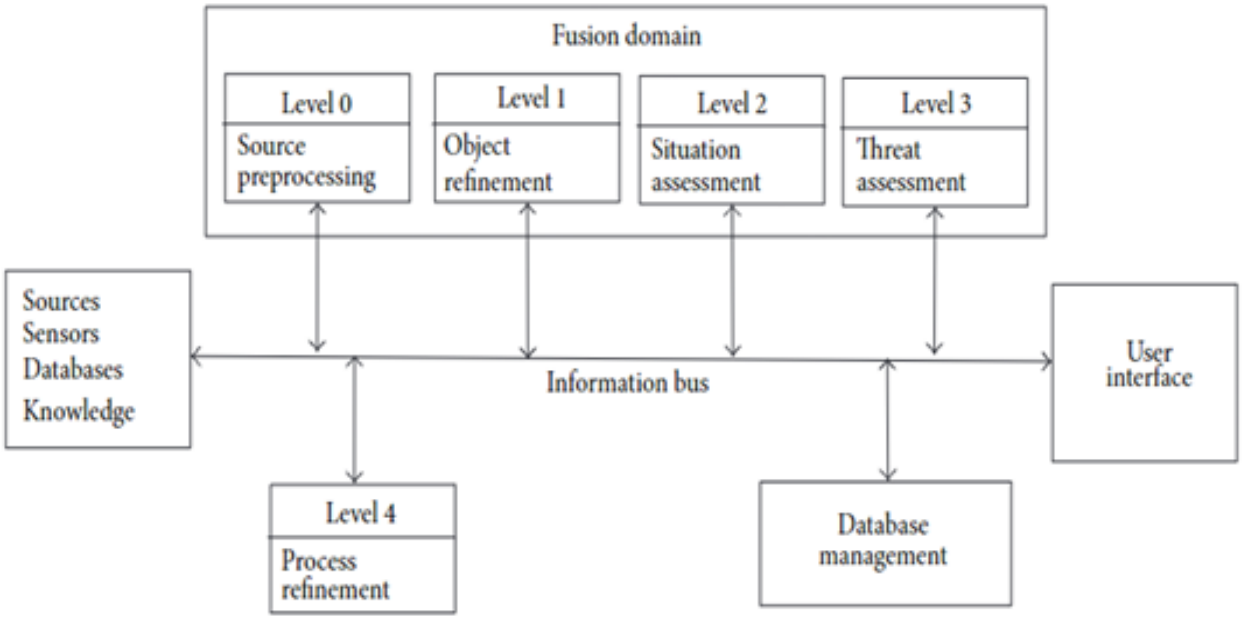
(2) Η σύντηξη υψηλού επιπέδου και

εμπεριέχουν τα παρακάτω στοιχεία:

- **Πηγές**: Η τροφοδότηση των δεδομένων εισόδου πραγματοποιείται μέσω των πηγών. Δύναται να γίνει χρήση διαφορετικών τύπων πηγών, όπως για παράδειγμα οι αισθητήρες, οι εκ των προτέρων πληροφορίες (όπως οι αναφορές ή τα γεωγραφικά δεδομένα), οι ανθρώπινες εισροές και οι βάσεις δεδομένων.
- **Αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή – στο εξής αναφερόμενη HCI (Human – Computer Interaction)**: Η διαδικασία HCI είναι μια διεπαφή η οποία χρησιμοποιείται από τον εκάστοτε χειριστή προκειμένου να επιτρέπει εισόδους δεδομένων στο σύστημα και να παρέχει εξόδους σε αυτόν. Στο στοιχείο HCI περιλαμβάνονται σχετικές εντολές, πληροφορίες και ερωτήματα για τα εξαγόμενα αποτελέσματα και δυσλειτουργίες.
- **Σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων**: Το στοιχείο αυτό έχει ως αποστολή την αποθήκευση των συγχωνευμένων αποτελεσμάτων και των παρεχόμενων πληροφοριών. Συνεπώς το σύστημα αυτό αποτελεί έναν βασικό πυλώνα λόγω:

  (1) Του μεγάλου όγκου πληροφοριών και

  (2) Των πολύ διαφορετικών πληροφοριών που αποθηκεύονται σε αυτό.



Σχ. 4: Το πλαίσιο συγχώνευσης δεδομένων JDL.

[Πηγή: προσαρμογή από (Joint Directors of Laboratories (1991)]

Μετά την παραπάνω ανάλυση, παρουσιάζονται τα πέντε επίπεδα επεξεργασίας δεδομένων ως εξής:

- **Επίπεδο 0 - Προεπεξεργασία πηγής**: Το επίπεδο αυτό αποτελεί το χαμηλότερο της διαδικασίας της σύντηξης δεδομένων και εμπεριέχει τη σύντηξη στο επίπεδο των στοιχείων εικόνων (pixels) και των σημάτων. Εφόσον μελετώνται πηγές κειμένου, στο επίπεδο αυτό θα συγκαταλέγεται και η διαδικασία της εξαγωγής πληροφοριών. Τονίζεται ότι στο παρών επίπεδο εκτός από την διατήρηση των χρήσιμων πληροφοριών για την χρησιμοποίηση τους σε διαδικασίες υψηλού επιπέδου μειώνεται και ο μεγάλος όγκος των δεδομένων.
- **Επίπεδο 1 - Βελτίωση αντικειμένου**: Στο παρόν επίπεδο της βελτίωσης αντικειμένου χρησιμοποιούνται τα δεδομένα που έχουν επεξεργαστεί από το επίπεδο 0. Οι κυριότερες και οι πιο συνηθισμένες λειτουργίες στο επίπεδο 1 είναι: τα συνδυαστικά χαρακτηριστικά που προέκυψαν από εικόνες, η συσχέτιση, η χωροχρονική ευθυγράμμιση, η εκτίμηση της κατάστασης, η συγχώνευση ταυτότητας, η αφαίρεση ψευδών θετικών στοιχείων και η ομαδοποίηση τεχνικών ομαδοποίησης. Στο επίπεδο αυτό οι πληροφορίες εισόδου

μετατρέπονται σε δομές δεδομένων και το αποτέλεσμα είναι η διάκριση αντικειμένων (δηλ. ταξινόμηση και αναγνώριση) και η παρακολούθηση αντικειμένων (δηλ. κατάσταση του αντικειμένου και προσανατολισμός).

- **Επίπεδο 2 - Αξιολόγηση κατάστασης**: Στο επίπεδο 2 εξάγονται υψηλοτέρου επιπέδου συμπεράσματα από το προηγούμενο. Το επίπεδο αυτό έχει ως σκοπό την εύρεση των δυνατών καταστάσεων δεδομένων των διαδραματιζόμενων γεγονότων και την λήψη των δεδομένων. Ουσιαστικά, συνθέτει τις σχέσεις ανάμεσα στα αντικείμενα, όπου οι σχέσεις αυτές (επικοινωνία, εγγύτητα) λαμβάνονται υπόψη για την εύρεση της αξίας των οντοτήτων και των αντικειμένων στο εκάστοτε περιβάλλον. Έτσι, ο σκοπός του επιπέδου 2, αφορά την δημιουργία συμπερασμάτων υψηλού επιπέδου και την εύρεση δραστηριοτήτων και γεγονότων μεγάλης σημασίας, προκειμένου να εξαχθεί ως αποτέλεσμα το σύνολο των συμπερασμάτων που καθίστανται υψηλού επιπέδου.
- **Επίπεδο 3 - Αξιολόγηση επιπτώσεων**: Στο επίπεδο 3 αξιολογείται το αντίκτυπο των ευρισκομένων δραστηριοτήτων του επιπέδου 2 προκειμένου να εξαχθεί η καταλληλότερη προοπτική. Η υπάρχουσα κατάσταση λαμβάνεται υπόψη και αξιολογείται και ταυτόχρονα δημιουργείται πρόβλεψη για την εύρεση λειτουργικών ευκαιριών, πιθανών κινδύνων και ευάλωτων σημείων. Το επίπεδο 3 εμπεριέχει λοιπόν την αξιολόγηση του κινδύνου ή της απειλής και την πρόβλεψη του λογικού αποτελέσματος.
- **Επίπεδο 4 – Βελτίωση της διαδικασίας**: Στο 4ο και τελευταίο επίπεδο επιδιώκεται η βελτίωση της διαδικασίας των προηγούμενων τεσσάρων επιπέδων και παρέχεται η διαχείριση αισθητήρων και πόρων. Ως σκοπός του εν λόγω επιπέδου καθίσταται η ορθολογική αξιοποίηση των πόρων, σε συνδυασμό με την προτεραιότητα των εργασιών, τον έγκαιρο και άμεσο έλεγχο διαθέσιμων πόρων και τον προγραμματισμό.

Στο 2ο επίπεδο, ο εντοπισμός, η κίνηση, η ποσότητα και τύπος των αντικειμένων είναι γνωστά και για τον λόγο αυτό η σύντηξη υψηλού επιπέδου συνήθως ξεκινάει από το προαναφερθέν επίπεδο. Σύμφωνα με την μέθοδο JDL υφίσταται ένας ισχυρός περιορισμός σχετικά με την αβεβαιότητα και τον τρόπο που δύναται να χρησιμοποιηθεί με παλαιότερα ή

μεταγενέστερα εξαγόμενα αποτελέσματα για να επέλθει η αναβάθμιση της διαδικασίας της σύντηξης (ανάδραση βρόχου). Σύμφωνα με τους Llinas J., Bowman C., Rogova G., Steinberg A., Waltz E. και White F. (2004), υπάρχουν και διατυπώνουν πληθώρα προτάσεων για την βελτίωση και την επέκταση του μοντέλου JDL. Όπως επίσης και οι ερευνητές Blasch E. P. και Plano S. (2002), πρότειναν την αύξηση των επιπέδων κατά ένα, στον ενδιάμεσο βρόχο σύντηξης, όπου το ονόμασαν "βελτίωση χρήστη", προκειμένου να βοηθηθεί ο ανθρώπινος χρήστης.

Παρατηρείται λοιπόν ότι το μοντέλο Dasarathy παρουσιάζει διαφορές από το μοντέλο JDL σχετικά με την χρησιμοποιούμενη ορολογία και την υιοθετημένη προσέγγιση. Το μοντέλο Dasarathy εστιάζει κυρίως στα εξαγόμενα αποτελέσματα εισόδου και εξόδου και στις διαφορές τους, χωρίς να το επηρεάζει η χρησιμοποιούμενη μέθοδος σύντηξης και συνεπώς προσδίδει μια διαδικασία μεθόδου για να γίνει κατανοητή η σχέση ανάμεσα στα χρησιμοποιούμενα δεδομένα και στις εργασίες σύντηξης, ενώ στο μοντέλο JDL παρουσιάζεται μια ενδεδειγμένη προοπτική για σύντηξη προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός συστημάτων σύντηξης δεδομένων.

2.5. Ταξινόμηση Βασιζόμενη στον Τύπο της Αρχιτεκτονικής

Όταν σχεδιάζεται ένα σύστημα σύντηξης δεδομένων θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη το που θα πραγματοποιηθεί η διαδικασία αυτή. Με την παραπάνω λογική δύναται να προκύψουν οι παρακάτω τύποι αρχιτεκτονικών:

- **Κεντρική αρχιτεκτονική**: Στη κεντρική αρχιτεκτονική, υφίσταται ο κεντρικός επεξεργαστής όπου βρίσκεται ο κόμβος σύντηξης και δέχεται από καθεμιά από τις πύλες εισόδου πληροφορίες. Συνεπώς χρησιμοποιούνται όλες οι πρώτες γνώσεις από τις εκάστοτε πηγές από ένα κεντρικό επεξεργαστή που εκτελεί όλες τις διεργασίες σύντηξης. Στο Σχ. 5, παρατηρείται ότι για να εκτελεστεί η διαδικασία σύντηξης δεδομένων οι εκάστοτε πηγές δέχονται μόνο τις παρατηρήσεις ως αποδεκτές μετρήσεις και την μετάδοση σε κεντρικό επεξεργαστή. Στην περίπτωση που εκτελούνται σωστά, η συσχέτιση των δεδομένων και η

ευθυγράμμιση και δεν είναι μεγάλος -για την μεταφορά των δεδομένων- ο απαιτούμενος χρόνος, τότε θεωρητικά το Σχ. 5 λογίζεται ως βέλτιστο. Βέβαια, στα πραγματικά συστήματα δεν ισχύουν οι ιδεατές υποθέσεις. Επιπροσθέτως, ένα ακόμα μειονέκτημα για την κεντρική αρχιτεκτονική καθίσταται η αποστολή των δεδομένων μέσω του δικτύου εξαιτίας του μεγάλου εύρους ζώνης που απαιτείται. Το παραπάνω μειονέκτημα γίνεται ιδιαιτέρως αισθητό όταν χρησιμοποιείται η κεντρική αρχιτεκτονική στη σύντηξη δεδομένων οπτικοακουστικών δικτύων αισθητήρων. Τέλος, ένα στοιχείο που παρουσιάζει μεταβλητότητα και επηρεάζει τα τελικά αποτελέσματα στο κεντρικό σύστημα σε αρκετά μεγάλο βαθμό, καθίστανται οι καθυστερήσεις όταν πραγματοποιείται μεταφορά των πληροφοριών ανάμεσα σε διαφορετικές πηγές.

- **Αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική**: Ο συγκεκριμένος τύπος αρχιτεκτονικής αποτελείται από ένα δίκτυο με κόμβους, όπου κάθε κόμβος του δικτύου έχει αυτόνομες δυνατότητες επεξεργασίας και συνεπώς δεν υφίσταται μοναδικό σημείο σύντηξης δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό, πραγματοποιείται από τον κάθε κόμβο σύνδεση των τοπικών του πληροφοριών με αυτές που δέχεται από ομότιμούς του κόμβους. Η σύνδεση των τοπικών πληροφοριών του κόμβου με αυτές που λαμβάνει από ομότιμούς του καθιστά την σύντηξη δεδομένων ως αυτόνομη διαδικασία. Σύμφωνα με τους ερευνητές Durrant-Whyte H. F. και Stevens M. (2001), χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις τους αντί για την κατάσταση του αντικειμένου, οι αλγόριθμοι που ακολουθούν την αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική και κατ' επέκταση την αποκεντρωμένη σύντηξη δεδομένων τις περισσότερες φορές επικοινωνούν με πληροφορίες. Το μεγαλύτερο αρνητικό της αποκεντρωμένης αρχιτεκτονικής αφορά το κόστος της επικοινωνίας, όπου σε κάθε βήμα της επικοινωνίας είναι O(n^2), με n να αφορά τον αριθμό των κόμβων. Τέλος, στην περίπτωση όπου υφίσταται επικοινωνία του κάθε κόμβου με τους ομότιμούς του, η αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική δύναται να επηρεαστεί από προβλήματα επεκτασιμότητας εάν αυξάνεται το πλήθος των κόμβων.

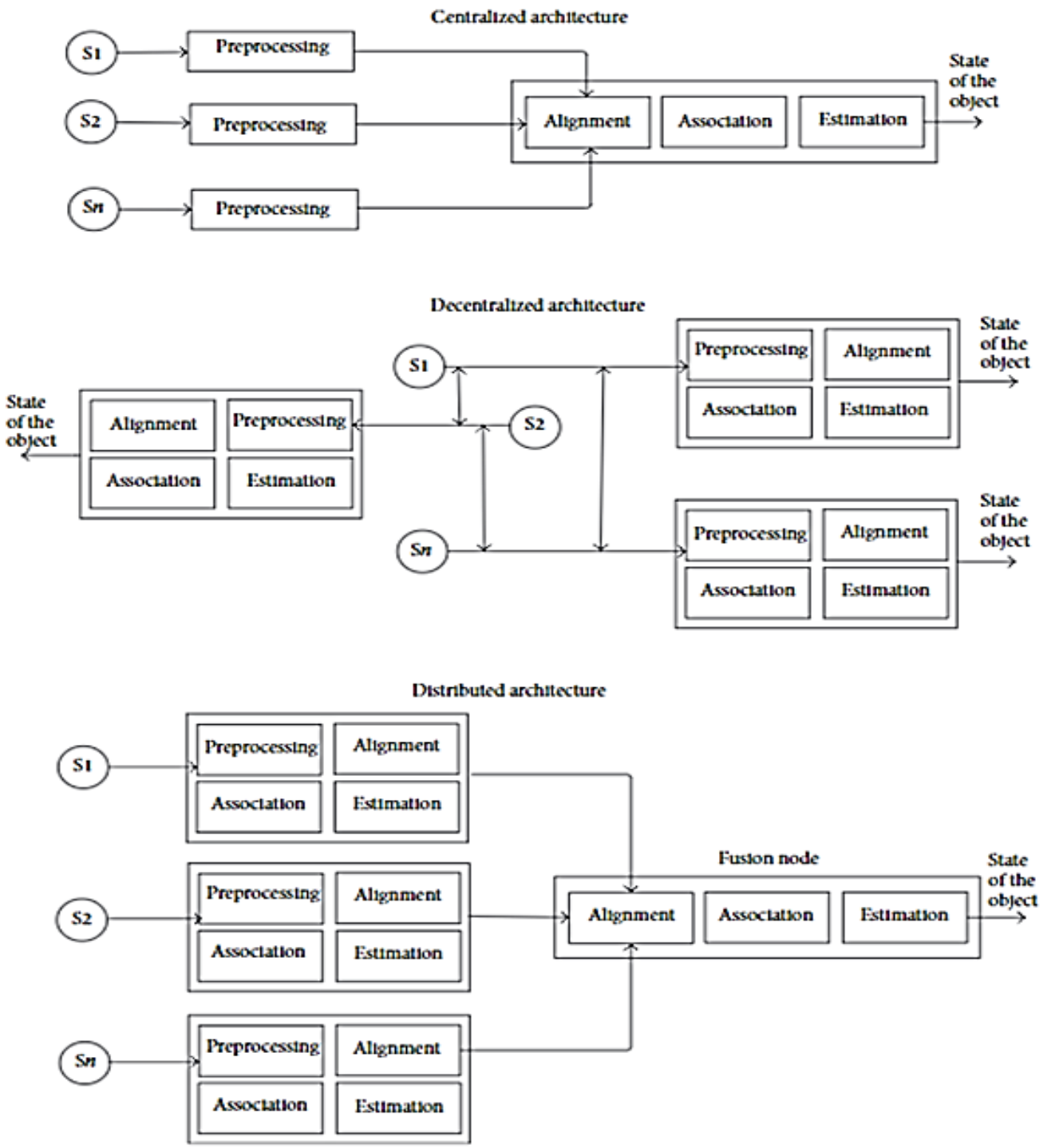
- **Κατανεμημένη αρχιτεκτονική**: Στην παρούσα αρχιτεκτονική, πριν την αποστολή των πληροφοριών στον κόμβο σύντηξης πραγματοποιείται επεξεργασία ανεξάρτητων μετρήσεων από κάθε κόμβο πηγής, με αποτέλεσμα ο κόμβος σύντηξης να αντιπροσωπεύει τις

πληροφορίες που εισέρχονται από τους άλλους κόμβους. Επεξηγηματικά, πριν πραγματοποιηθεί η κοινοποίηση των πληροφοριών στον κόμβο σύντηξης, εκτελούνται στον κόμβο προέλευσης η εκτίμηση κατάστασης και ο συσχετισμός δεδομένων. Συνεπώς, καθένας από τους κόμβους προσδίδει αποκλειστικά με τις τοπικές όψεις του μια αρχική εκτίμηση της κατάστασης του εκάστοτε αντικειμένου και μετέπειτα η προκύπτουσα πληροφορία αποτελεί την είσοδος στη διαδικασία της σύντηξης, η οποία και τελικά παρέχει την συγχωνευμένη καθολική προβολή. Τέλος η κατανεμημένη αρχιτεκτονική προσδίδει διαφορετικές παραλλαγές και επιλογές και μπορεί να αποτελείται από ένα έως πολλούς ενδιάμεσους κόμβους σύντηξης.

- **Ιεραρχική αρχιτεκτονική**: Υπάρχουν αρχιτεκτονικές που συνθέτουν έναν συνδυασμό κατανεμημένων και αποκεντρωμένων κόμβων, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ιεραρχικά σχήματα, όπου στα οποία η διαδικασία σύντηξης δεδομένων πραγματοποιείται σε διαφορετικά επίπεδα στην ιεραρχία.

Υπό το πρίσμα των απαιτήσεων της επικοινωνίας και του υπολογισμού καθίσταται ως δύσκολο στην εφαρμογή ένα αποκεντρωμένο σύστημα σύντηξης δεδομένων. Βέβαια, επί του πρακτέου, δεν μπορεί να υφίσταται κάποια αρχιτεκτονική η οποία να είναι ενιαία και αποτελεσματική σε κάθε περίπτωση και για τον λόγο αυτό η επιλογή της αποτελεσματικότερης αρχιτεκτονικής θα πρέπει να πραγματοποιείται με βάση τη ζήτηση, τις απαιτήσεις, τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, τα υφιστάμενα δίκτυα, την οργάνωση του συστήματος σύντηξης των δεδομένων και τις δυνατότητες επεξεργασίας των υπαρχόντων κόμβων. Υπάρχει η λανθασμένη εντύπωση ότι οι η κατανεμημένη και η αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική είναι παρόμοιες, ενώ παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές όπως φαίνεται στο Σχ. 5. Αρχικά, στην κατανεμημένη αρχιτεκτονική, πραγματοποιείται η εκτέλεση μιας προεπεξεργασίας των μετρήσεων που δέχεται το σύστημα, όπου παρέχει σαν αποτέλεσμα ένα διάνυσμα χαρακτηριστικών, τα οποία στην συνέχεια συγχωνεύονται, ενώ στην αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική, ολόκληρη η διαδικασία σύντηξης δεδομένων πραγματοποιείται σε κάθε ένα από τους κόμβους και έπειτα καθένας από αυτούς εξάγει ένα τελικό συγχωνευμένο

αποτέλεσμα. Επιπλέον, σύμφωνα με τους ερευνητές Manyika J. και Durrant-Whyte H. (1995), στους κατανεμημένους αλγορίθμους γίνεται διαμοιρασμός μιας κοινής έννοιας της υπάρχουσας κατάστασης (δηλ. ταχύτητα, ταυτότητα και θέση) με τις αντίστοιχες πιθανότητες, όπου αξιοποιούνται για την πραγματοποίηση της διαδικασίας σύντηξης, ενώ χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις Fisherand Shannon, οι αποκεντρωμένοι αλγόριθμοι σύντηξης παρουσιάζουν πληροφορίες. Επιπροσθέτως, στους αλγόριθμους σύντηξης με κατανεμημένα δεδομένα είναι σχετικό το πως και πότε υπολογίζονται οι εκτιμήσεις για σύντηξη διότι η κατάσταση που πρόκειται να συγχωνευτεί δεν είναι συσχετιστική. Αντίθετα, οι αλγόριθμοι σύντηξης αποκεντρωμένων δεδομένων έχουν το θετικό ότι διαχωρίζουν εύκολα την παλιά από την καινούργια γνώση διότι αντί για πιθανότητες και καταστάσεις ανταλλάσσουν πληροφορίες και συνεπώς η όλη διαδικασία είναι προσθετική δεν είναι σχετική με την λήψη και την σύντηξη της πληροφορίας. Τέλος, οι κατανεμημένοι αλγόριθμοι αντίθετα με τις κεντρικές αρχιτεκτονικές, ελαχιστοποιούν το κόστος υπολογισμού και επικοινωνίας, διότι πριν πραγματοποιηθεί η σύντηξη δεδομένων στον κόμβο σύντηξης κάποιες εργασίες υπολογίζονται στους κατανεμημένους κόμβους.



Σχ. 5: Ταξινόμηση με βάση τον τύπο της αρχιτεκτονικής.

[Πηγή: προσαρμογή από (Castanedo F. (2013)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Παραγωγή Γνώσης Εφοδιαστικής Αλυσίδας Βασιζόμενη σε Δικτυοκεντρικό Περιβάλλον με Υποστήριξη OOTW

§1. Ορισμός και Εφαρμογή Εφοδιαστικής Γνώσης (KL) στις OOTW

Σύμφωνα με τους Levashova T. και Krizhanovsky A. (2004), για να επιτευχθεί μία πλήρης και σαφής επίγνωση μίας υφιστάμενης κατάστασης και κατ' επέκταση διαχείριση οποιασδήποτε λειτουργίας επιχειρήσεων εκτός πολέμου - στο εξής αναφερόμενο OOTW (Operation other than war), απαιτείται αποτελεσματική ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ πολλών συμμετεχόντων μερών. Για τον λόγο αυτό, χρειάζεται να υφίσταται ένας συντονισμός μεταξύ κατάλληλων ατόμων σε σωστό πλαίσιο και την κατάλληλη στιγμή προκειμένου η ορθή γνώση να ενσωματωθεί και να μεταφερθεί από κατανεμημένες πηγές. Το σύνολο των παραπάνω αλληλένδετων δραστηριοτήτων ονομάζεται εφοδιαστική γνώση – στο εξής αναφερόμενη KL (Knowledge Logistics).

Η KL υφίσταται σε ένα δικτυοκεντρικό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι, οι κόμβοι που το απαρτίζουν ορίζονται ως αυτόνομες μονάδες λήψης απόφασης, οι οποίες αλληλοεπιδρούν με άλλες ενισχύοντας το έργο η μία της άλλης πετυχαίνοντας την μέγιστη δυνατή επεξεργασία και παραγωγή γνώσης. Επιπλέον, υπό το πρίσμα των συστημάτων υπολογιστών, το δικτυοκεντρικό περιβάλλον στηρίζεται στους ευφυείς πράκτορες, την διαχείριση οντολογίας, την ευφυΐα ιστού, τον Σημασιολογικό ιστό και τις γλώσσες σήμανσης.

Σύμφωνα με τους Salerno J., Hinman M., Boulware D. και Bello P. (2003), η συγχώνευση πληροφοριών από διαφορετικές πηγές είναι ένα από τα κυριότερα συστατικά για την αποτελεσματική και ολοκληρωμένη επίγνωση μιας κατάστασης. Συνεπώς, οι ερευνητές παρουσιάζουν ένα μοντέλο σύντηξης, το οποίο κατέχει μεγάλη επιρροή στον τομέα της σύντηξης πληροφοριών από διαφορετικές πηγές και ονομάζεται μοντέλο σύντηξης δεδομένων – στο εξής αναφερόμενο JDL (Data Fusion Model). Το παραπάνω μοντέλο συνδυάζει πέντε επίπεδα σύντηξης τα οποία είναι ως εξής:

- Αξιολόγηση δεδομένων υποαντικειμένου,
- Εκτίμηση αντικειμένου,
- Εκτίμηση κατάστασης,
- Εκτίμηση επιπτώσεων και
- Βελτίωση διαδικασίας.

Για την παραγωγή γνώσης εφοδιαστικής αλυσίδας και διαχείρισης διοικητικής μέριμνας βασιζόμενη σε δικτυοκεντρικό περιβάλλον με υποστήριξη λειτουργιών OOTW συνδυάζεται η KL και η σύντηξη πληροφοριών με ταυτόχρονη αξιολόγηση καταστάσεων και χρησιμοποιούνται ως βάση οι ευφυείς πράκτορες, η διαχείριση οντολογίας κι οι γλώσσες σήμανσης που αποτελούν προηγμένες τεχνολογίες πληροφοριών.

Τέλος, η υποστήριξη λειτουργιών OOTW στο δικτυοκεντρικό περιβάλλον επιζητά γρήγορη επεξεργασία και ανάλυση μεγάλου όγκου ενημερωμένων πληροφοριών (σε πραγματικό χρόνο, όπου καθίσταται δυνατό) από κατανεμημένες και ετερογενείς πηγές (ηλεκτρονικά έγγραφα, αισθητήρες σε πραγματικό χρόνο, μετεωρολογικές προβλέψεις, κάμερες κλπ.). Για τον λόγο αυτό, οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληρούν τα συστήματα που ενισχύουν την έξυπνη υποστήριξη του OOTW είναι:

- Υποστήριξη ανταλλαγής γνώσης,
- Κατανεμημένη αρχιτεκτονική για συνεργατική εργασία,
- Διαλειτουργικότητα με άλλα συστήματα πληροφοριών,
- Δυναμική (on- the-fly) επίλυση προβλημάτων,
- Ικανότητα εργασίας με αβέβαιες πληροφορίες και
- Συμβολισμός ικανοποίησης περιορισμών για περιγραφή του πραγματικού προβλήματος κ.α..

.

§2. Δίκτυο Πηγών Γνώσης KSNet

Σύμφωνα με τους ερευνητές Smirnov A., Pashkin M., Chilov N. και Levashova T. (2003), ένα δίκτυο συζευγμένων πηγών θα αναφέρεται ως δίκτυο πηγών γνώσης – στο εξής αναφερόμενο KSNet, όταν θα πραγματοποιείται η διαμόρφωση ενός δικτύου που περιλαμβάνει τελικούς χρήστες, πόρους γνώσης και ένα σύνολο εργαλείων και μεθόδων για την επεξεργασία γνώσης που βρίσκονται στο δικτυοκεντρικό περιβάλλον.

Η προσέγγιση KSNet είναι συνάρτηση δύο παραγόντων οι οποίοι αφορούν τόσο στη KL όσο και στη σύντηξη πληροφοριών με βάση τη μεθοδολογία ικανοποίησης περιορισμών.

Σύμφωνα με τον Endsley M. (2000), η προσέγγιση KSNet συνδέεται με το πρότυπο επίγνωσης της κατάστασης που έχει σχεδιάσει ως προς τα δύο πρώτα επίπεδα που αφορούν την αντίληψη των στοιχείων της τρέχουσας κατάστασης και την κατανόηση αυτής.

§3. Αρχιτεκτονική Βασισμένη στην Οντολογία και Προσέγγιση KSNet

Όπως προαναφέρθηκε στην παρούσα μελέτη το KL ασχολείται με τη γνώση που περιέχεται σε ετερογενείς και κατανεμημένες πηγές. Ωστόσο η προσέγγιση εστιάζει στο οντολογικό μοντέλο που παρέχει έναν κοινό τρόπο αναπαράστασης γνώσης για την υποστήριξη της σημασιολογικής διαλειτουργικότητας. Έτσι στον πυρήνα ενός πλαισίου υψίσταται μια θεμελιώδης οντολογία που δίδει μια ενιαία σημειογραφία η οποία πραγματοποιείται διαμέσου μιας βιβλιοθήκης οντολογίας. Η ενιαία σημειογραφία εκχωρείται διαμέσου της βιβλιοθήκης οντολογίας όπου θεωρείται ως κεντρική αποθήκευση γνώσης και στη συνέχεια η βιβλιοθήκη αυτή εξάγει ένα κοινό λεξιλόγιο για τις αποθηκευμένες οντολογίες.

Τα κύρια στοιχεία της βιβλιοθήκης οντολογίας είναι:

- Ο τομέας (Domain),
- Οι εργασίες και οι Μέθοδοι (Tasks and methods) και
- Οι οντολογίες εφαρμογών (Application ontologies).

Όλες οι παραπάνω οντολογίες αλληλοσυμπλώνονται προκειμένου μια οντολογία εφαρμογών – στο εξής αναφερόμενη ΑΟ (Application ontologies), να είναι μια επιπλέον ειδίκευση τόσο σε οντολογίες τομέα (Domain) όσο και σε οντολογίες εργασιών και μεθόδων (Tasks and methods). Στην οντολογία εργασιών και μεθόδων οι εκάστοτε εργασίες εκφράζονται διαμέσων τύπων επισημοποιημένων προβλημάτων. Επίσης στην βιβλιοθήκη οντολογίας γίνεται η αποθήκευση οντολογιών διαφορετικών τομέων όπου ο εκάστοτε τομέας εκπροσωπείται από την οντολογία τομέα του, έτσι ώστε οι ΑΟ να μπορούν να ειδικεύσουν την γνώση και την διαχείριση πολλών τομέων. Επομένως, οι ΑΟ έχουν διττό ρόλο: χρησιμεύει ως οντολογία μεταξύ τομέων και αντιπροσωπεύει το πλαίσιο του προβλήματος που πρέπει να λυθεί.

Με την βοήθεια των παραπάνω συμπερασμάτων τονίζεται ότι όταν μία νέα γνώση είναι διαθέσιμη τότε δημιουργούνται οι οντολογίες τομέα και οι οντολογίες μεθόδων. Ως νέα γνώση

θεωρείται αυτή που παρέχεται από ειδικούς ή αποκτάται ως αποτέλεσμα της επεξεργασίας των αιτημάτων των χρηστών ή που ανακτάται από πηγές γνώσεως – στο εξής αναφερόμενες KS (Knowledge sources). Τέλος, η βιβλιοθήκη οντολογίας έχει την ικανότητα να εμπλουτίζεται με νέες γνώσεις και κατ' επέκταση να είναι εφικτή η εκμάθηση του συστήματος, διότι παρέχεται η δυνατότητα να δημιουργηθούν είτε νέες οντολογίες, είτε οι ήδη υπάρχουσες να επεκταθούν.

Σύμφωνα με τον ερευνητή McGuiness D. (2003), ο οποίος εξήγαγε το φάσμα οντολογίας, συμπέρανε ότι οι οντολογίες που γίνονται αντικείμενο χρήσης στην προσέγγιση KSNet αντιστοιχούν στο επίπεδο των περιορισμών τιμών και οι οντολογίες εργασιών και μεθόδων μπορούν να συσχετιστούν με το επίπεδο της γενικής λογικής.

§4. Αντιμετώπιση Αβεβαιοτήτων στην Προσέγγιση KSNet

Σύμφωνα με τους Smirnov A., Pashkin M., Chilov N. και Levashova T. (2003), με βάση τον επιλεγμένο φορμαλισμό, μια οντολογία (A) ορίζεται ως: A = (O, Q, D, C) όπου:

- O είναι ένα σύνολο κλάσεων αντικειμένων ("classes"),
- Q είναι ένα σύνολο χαρακτηριστικών κλάσης ("attributes"),
- D είναι ένα σύνολο τομέων χαρακτηριστικών ("domains") και
- C είναι ένα σύνολο περιορισμών.

Βέβαια σύμφωνα με τον Parsons S. (2001), όταν ένας μελετητής επιδιώκει την γνώση, τότε είναι πιθανόν να εμφανισθούν ορισμένες αβεβαιότητες οι οποίες οφείλονται:

- Στην έλλειψη πληροφόρησης,
- Στην ακυρότητα πληροφοριών,
- Στην υποκειμενικότητα,

- Στην έλλειψη γνώσης για ένα πρόβλημα,
- Στην μη λεκτικοποίηση του προβλήματος και
- Στην ανακρίβεια των μεθόδων επίλυσης προβλημάτων.

Οι παραπάνω λόγοι που ενισχύουν την αβεβαιότητα στην γνώση κατέστησαν αναγκαία την επεξεργασία της αβέβαιης γνώσης και για τον λόγο αυτό επιλέχθηκε ο φορμαλισμός των ασαφών αντικειμενοστρεφών δικτύων περιορισμών που περιγράφονται ως (O, Q, D, C(μ), W, T, I(p)), όπου:

- Το C(μ) αποτελεί ένα σύνολο περιορισμών όπου κάθε περιορισμός περιέχει μια συνάρτηση μ της ιδιότητας μέλους στο [0, 1] που σχετίζεται με το βάρος ω(c) που αντιπροσωπεύει το βάρος (σημαντικότητα) ή την προτεραιότητά του.
- Το W είναι ένα σχήμα βάρους, δηλαδή μια συνάρτηση που συνδυάζει βαθμό ικανοποίησης του περιορισμού μ(c) με ω(c), για την εκτίμηση του σταθμισμένου βαθμού ικανοποίησης του μ^ω(c).
- Το T είναι μια συνάρτηση συνάθροισης, η οποία εκτελεί απλή μερική ρύθμιση σε καθορισμένες τιμές, ορίζοντας το C(μ).
- Το I(p) είναι ένα πληροφοριακό περιεχόμενο (στιγμιότυπα κλάσεων) του δικτύου περιορισμών, το οποίο έχει μη ντετερμινιστική ή πιθανολογική φύση.

Τονίζεται ότι σε αντίθεση με τους λειτουργικούς περιορισμούς, οι δομικοί περιορισμοί συμβατότητας, οι ιεραρχικοί δομικοί περιορισμοί, οι δομικοί περιορισμοί «ενός επιπέδου» και οι περιορισμοί χαρακτηριστικών στην εκάστοτε κλάση όπου ανήκουν, είναι περιορισμοί που είναι απαραίτητοι και αμετάβλητοι και θα πρέπει στην τελική λύση να έχουν ικανοποιηθεί, όπως και για καθένα από αυτά να ισχύει ω(c) = 1.

Στην περίπτωση της προσέγγισης KSNet μερικοί από τους τύπους αβεβαιοτήτων (ένα τμήμα αβεβαιοτήτων από το σύνολό τους) μπορεί να είναι :

- Τα μεταβλητά περιεχόμενα και δομές KSs,

- Η αβεβαιότητα που παρουσιάζεται σε KSs,
- Η χαμηλή βεβαιότητα των ειδικών για τις γνώσεις τους,
- Η πολυπλοκότητα τυποποίησης τομέα εφαρμογής,
- Οι προλογικές συγκρούσεις κατά τη μετάφραση της γνώσης από τη μια οντολογία στην άλλη,
- Η πολυπλοκότητα της αναγνώρισης αιτήματος χρήστη και
- Η ασυμβατότητα γνώσης που είναι αποθηκευμένη σε διαφορετικές πηγές.

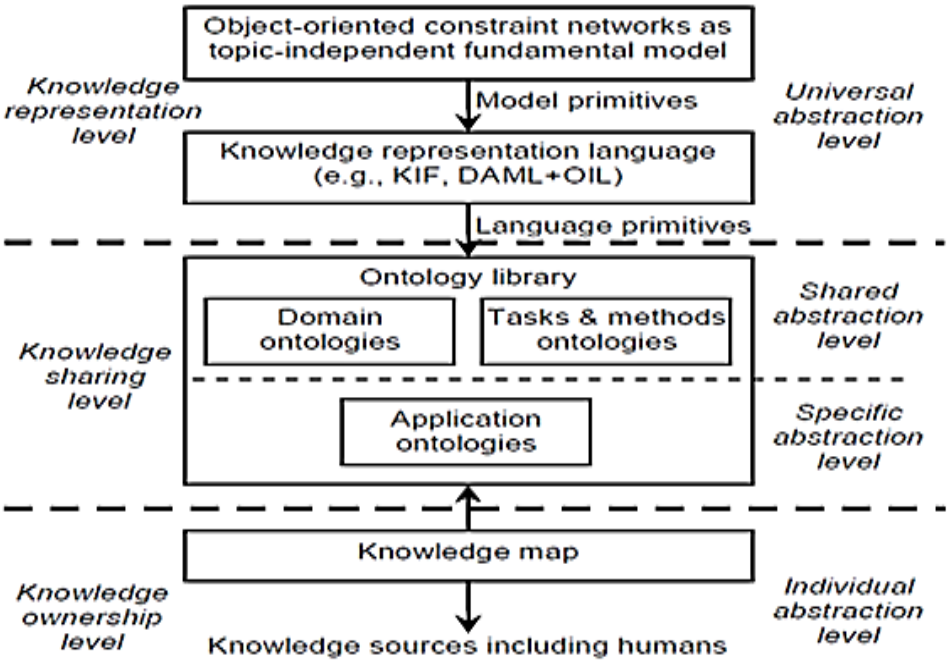
§5. Κοινή Χρήση Γνώσεων Μέσω Οντολογιών του Συστήματος KSNet

Σύμφωνα με τους Neches R., Fikes R., Finin T., Gruber T., Patil R., Senator T. και Swartout W. (1991), τα καθολικά, κοινά, ειδικά και ατομικά επίπεδα αφαίρεσης γνώσης διακρίνονται με βάση την αφαίρεση και τους τύπους από την ταξινόμηση της γνώσης.

Όσον αφορά την περίπτωση του μοντέλου κοινής χρήσης γνώσης του συστήματος KSNet (βλ. Σχ. 6), το καθολικό επίπεδο όπου βασίζεται στον φορμαλισμό των αντικειμενικών δικτύων περιορισμών ως θεμελιώδες μοντέλο και όπου αντιπροσωπεύονται μέσω της γλώσσας αναπαράστασης γνώσης, θεωρείται και ως πρότυπο αναπαράστασης της κοινής γνώσης. Με την παραπάνω αλληλουχία συμπληρώνεται το 1ο επίπεδο, αυτό της αναπαράστασης γνώσεων. Στην συνέχεια, στο 2ο επίπεδο, κοινής χρήσης της γνώσης, παρέχονται ορισμένες αφαιρέσεις όπου παρουσιάζονται από της αποθηκευμένες οντολογίες που βρίσκονται στη βιβλιοθήκη οντολογίας. Στο παρών επίπεδο, υφίστανται το κοινό επίπεδο αφαίρεσης και το ειδικό επίπεδο αφαίρεσης, όπου εξαιτίας του γεγονότος ότι διαμοιράζονται κοινό λεξιλόγιο και κοινό παράδειγμα αναπαράστασης, θεωρούνται κοινόχρηστα και επαναχρησιμοποιήσιμα επίπεδα. Τέλος, στο 3ο επίπεδο, βρίσκεται η ιδιοκτησία της γνώσης, όπου διαδραματίζεται το ατομικό

επίπεδο αφαίρεσης διαμέσου του χάρτη γνώσεων που έχει προκύψει από την βιβλιοθήκη οντολογίας και προκύπτουν οι πηγές γνώσεων (συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων).

Ωστόσο, από τα παραπάνω επίπεδα γνώσεων προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα ως προς την σημασία τους για το σύστημα KSNet. Το 1ο επίπεδο προσδίδει μια συνηθισμένη σημείωση για την περιγραφή της γνώσης και επιτρέπει τη πρόσβαση στη συμβατότητα διαφορετικών γλωσσών αναπαράστασης γνώσεων (π.χ. KIF, DAML+OIL, κ.λπ.). Το 2ο επίπεδο εστιάζει στην οντολογική γνώση μέσω της βιβλιοθήκης οντολογίας που είναι κοινή για μια συγκεκριμένη περιοχή, δίνοντας την δυνατότητα για κοινή χρήση και επαναχρησιμοποίηση. Έτσι, από την μία πλευρά, αυτό το επίπεδο δεν εστιάζει σε συγκεκριμένες ιδιότητες, ωστόσο, από την άλλη πλευρά η γνώση αυτού του επιπέδου δεν αποτελεί μια καθολική αφαίρεση που σπάνια λαμβάνεται υπόψη, αλλά όταν συμβαίνει εξετάζει την πρακτική ανταλλαγή και επαναχρησιμοποίηση γνώσεων. Το 3ο επίπεδο δίνει την δυνατότητα για επέκταση του συστήματος εστιάζοντας στο πλήθος των KSs που μπορούν να συνδεθούν στο σύστημα και τους χρήστες που μπορούν να εξυπηρετηθούν.



Σχ. 6: Κοινή χρήση γνώσεων στο σύστημα KSNet

[Πηγή: (Levashova T., Krizhanovsky A. (2004))]

§6. Αρχιτεκτονική Πολλών Πρακτόρων του Συστήματος KSNet

Προκειμένου να επιτευχθεί πρόσβαση σε κατανεμημένα ετερογενή KS, το σύστημα χρησιμοποιεί επ' ωφελείας του έξυπνους πράκτορες λογισμικού. Τα πολυπρακτορικά συστήματα προσφέρουν έναν αποτελεσματικό τρόπο κατανόησης, διαχείρισης και χρήσης των κατανεμημένων, μεγάλης κλίμακας, δυναμικών, ανοιχτών και ετερογενών συστημάτων υπολογιστών και πληροφοριών (Weiss G. 2000).

Σύμφωνα με το μοντέλο αναφοράς του Ιδρύματος για ευφυείς φυσικούς πράκτορες – στο εξής αναφερόμενο FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents), ως τεχνολογική βάση για το σύστημα επιλέχθηκε η αρχιτεκτονική συστημάτων πολλαπλών πρακτόρων, διότι προσδίδει πρότυπα αλληλοεπιδρώντες πράκτορες οι οποίοι είναι ετερογενείς και συστήματα που στηρίζονται σε πράκτορες καθώς και καθορίζει πρωτόκολλα διαπραγμάτευσης και οντολογίες (βλ. Εικ. 2).

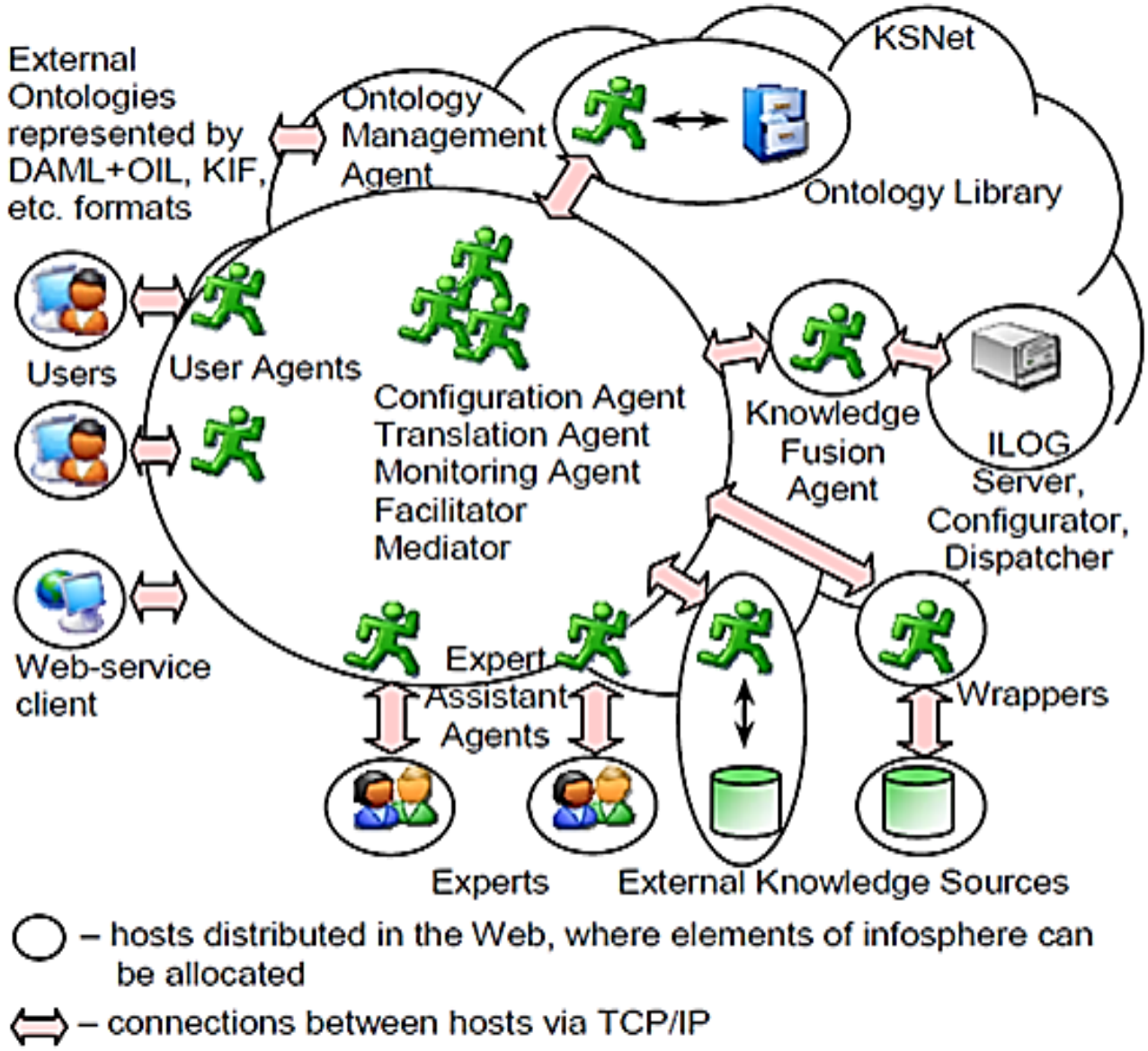
Οι τεχνολογικοί πράκτορες πυρήνα που χρησιμοποιούνται στο σύστημα και βασίζονται στο FIPA είναι:

- Τυλίσσων - wrapper (αλληλεπίδραση με KSs),
- Διευκολυντής (υπηρεσία καταλόγου «κίτρινων σελίδων» για τους πράκτορες),
- Διαμεσολαβητής (έλεγχος εκτέλεσης εργασιών) και
- Παράγοντας χρήστη (αλληλεπίδραση με χρήστες).

Επίσης οι ακόλουθοι πράκτορες έχουν αναπτυχθεί προσανατολισμένοι στο πρόβλημα, ειδικά για την KL και τα σενάρια της συνεργασίας τους ως εξής:

- Μεταφραστικός παράγοντας (μετάφραση όρων μεταξύ διαφορετικών λεξιλογίων),
- Πράκτορας σύντηξης γνώσης – στο εξής αναφερόμενη KF (Knowledge fusion), (απόδοση λειτουργίας KF),

- Παράγοντας διαμόρφωσης (αποτελεσματική χρήση του KSNet),
- Οντολογία παράγοντας διαχείρισης (απόδοση λειτουργιών οντολογίας),
- Ειδικός βοηθός πράκτορας (αλληλεπίδραση με ειδικούς) και
- Παράγοντας παρακολούθησης (επαληθεύσεις KSs).



Εικ. 2: Κύρια στοιχεία του συστήματος KSNet

[Πηγή: (Levashova T., Krizhanovsky A. (2004))]

§7. Επίλυση Προβλημάτων On-the-fly από τον Πράκτορα KF

Όπως είναι γνωστό, οι λειτουργίες OOTW πραγματοποιούνται σε ένα περιβάλλον όπου συνεχώς αλλάζει και εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς, γεγονός που καθιστά το εν λόγω περιβάλλον υπό συνεχή επιτήρηση με ταυτόχρονη εύρεση του χρόνου εκτέλεσης αυτού, προκειμένου να είναι άρτια η επίγνωση της υφιστάμενης κατάστασης. Έτσι, λόγω της δυναμικότητας του περιβάλλοντος απαιτούνται προσαρμοστικοί παράγοντες για άμεση τροποποίηση του προβλήματος όπου καθίσταται ανάγκη για την επίλυση αυτού, οι οποίοι παράγοντες δύνανται να μεταβληθούν κατά την επίλυση του εν λόγω προβλήματος.

Για την επίλυση των δυναμικών προβλημάτων δύναται να χρησιμοποιηθεί μηχανισμός συλλογής on-the-fly, όπου εφαρμόζεται τμηματικά στηριζόμενος στην παρακάτω φιλοσοφία (βλ. Σχ. 7).

- Ένα προεπεξεργασμένο αίτημα του χρήστη ορίζει:

(1) Ποιες είναι οι οντολογίες που θα χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή του προβλήματος και

(2) Ποια KSs θα χρησιμοποιηθούν στο πρόβλημα.

- Ο κώδικας C++ δημιουργείται με βάση τις πληροφορίες που προκύπτουν από:

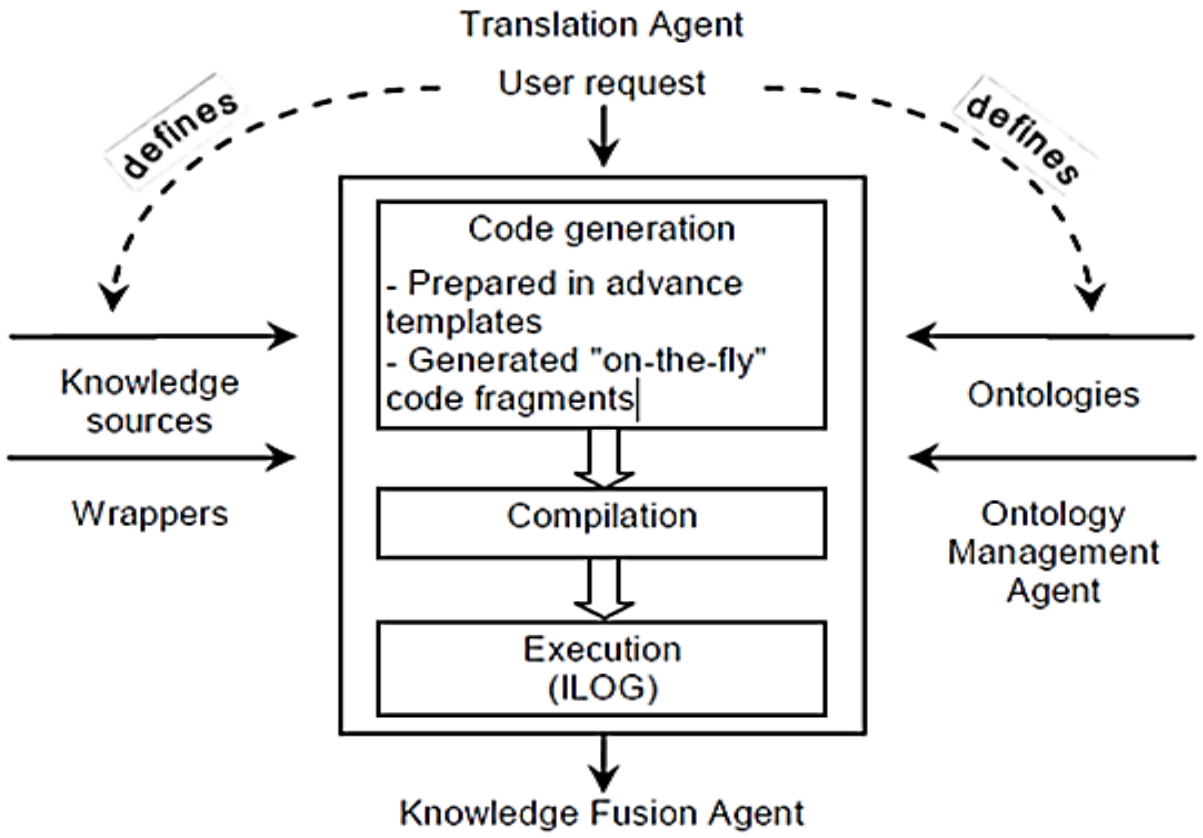
(1) Το αίτημα του χρήστη (στόχος, αντικείμενα στόχου, κ.λπ.),

(2) Τις κατάλληλες οντολογίες (κλάσεις, χαρακτηριστικά και περιορισμοί) και

(3) Τα κατάλληλα KSs.

- Η μεταγλώττιση πραγματοποιείται σε περιβάλλον του εκ των προτέρων προετοιμασμένου έργου C++.
- Εάν προκύψουν αποτυχημένες μεταγλωττίσεις/εκτελέσεις δεν διακόπτεται η λειτουργία του συστήματος συνολικά αλλά δημιουργείται ένα κατάλληλο μήνυμα σφάλματος.

Η λογική του μηχανισμού μεταγλώττισης on-the-fly βασίζεται στην άμεση εγγραφή των στοιχείων των κατάλληλων οντολογιών στο αρχείο της C++, προκειμένου να γίνει η μεταγλώττιση σε πρόγραμμα που βασίζεται στο ILOG. Έπειτα δημιουργείται το αρχείο C++ από τον παράγοντα KF – ο οποίος είναι και ο άμεσα υπεύθυνος για την επίλυση των προβλημάτων – με την βοήθεια των δεδομένων και τέλος εισάγει τον κώδικα του προγράμματος που προκύπτει στο πρόγραμμα ο οποίος είχε προετοιμαστεί εκ των προτέρων.



Σχ. 7: Η έννοια του μηχανισμού συλλογής on-the-fly

[Πηγή: (Levashova T., Krizhanovsky A. (2004))]

7.1. Επίλυση Προβλημάτων στην Προσέγγιση KSNet

Στην περίπτωση της προσέγγισης KSNet, με βάση την υπάρχουσα γνώση υφίσταται ένας πράκτορας KF όπου βάσει των περιορισμών είναι υπεύθυνος για την επίλυση προβλημάτων (π.χ. προβλήματα δρομολόγησης κ.λπ.). Στη βιβλιοθήκη οντολογίας είναι αποθηκευμένη η AO όπου περιγράφεται το υπάρχον πρόβλημα. Έπειτα, μετά τη λήψη του αιτήματος, φορτώνεται η κατάλληλη οντολογία μέσω της εφαρμογής και τέλος δημιουργείται μια εκτελέσιμη ενότητα προκειμένου να επέλθει η επίλυσή της on-the-fly. Τονίζεται ότι στην προσέγγιση KSNet το πρόβλημα της ικανοποίησης του περιορισμού της μεταβλητότητας παρουσιάζεται και αντιμετωπίζεται ως μια ακολουθία στατικών προβλημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
Προσομοίωση Διοικητικής Μέριμνας Στρατιωτικού Σχηματισμού μέσω του Προγράμματος Arena Simulation

§1. Θεωρητικό Υπόβαθρο για την Αξία της Προσομοίωσης

Στην σημερινή εποχή και ενώ εξελίσσεται ο πόλεμος μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας, διαφαίνεται όλο και σημαντικότερη η ορθή διαχείριση της διοικητικής μέριμνας προκειμένου να επηρεαστεί το κατά το δυνατό λιγότερο η αλυσίδα εφοδιασμού. Ταυτόχρονα, η εξέλιξη της τεχνολογίας και των οπλικών συστημάτων επιβάλει για τους διαχειριστές της διοικητικής μέριμνας την ελαχιστοποίηση του χρόνου εφοδιασμού και την τέλεια οργάνωση προκειμένου να μην καθίσταται ως στόχος οι υποδομές της διοικητικής μέριμνας των μαχόμενων κρατών.

Είναι επίσης γεγονός, ότι σε περίοδο στρατιωτικών επιχειρήσεων ή πολέμων η συνεισφορά της τεχνολογίας (ειδικά τα τελευταία χρόνια) μπορεί να είναι το κλειδί στην διαφορά μεταξύ επιτιθέμενου και αμυνόμενου. Όποιος κατέχει την πληροφορία έχει και περισσότερες πιθανότητες να προσαρμόσει τον πόλεμο στα μέτρα του. Βέβαια, κατά την διάρκεια ενός πολέμου το πρώτο που πεθαίνει είναι η αλήθεια και γι' αυτό εκτός από τις πλείστες πληροφορίες που προκύπτουν, τα αντίπαλα μέρη θα πρέπει να διαχειριστούν και τις ψευδής πληροφορίες. Συνεπώς προβάλλει επιτακτική η ανάγκη σύντηξης των δεδομένων εφοδιασμού ακόμα από την περίοδο ειρήνης και των συνεχών δοκιμών των σχεδίων σε επίπεδο προσομοίωσης προκειμένου η μοντελοποίηση του εφοδιασμού να επιφέρει την επιθυμητή αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα στην διαχείριση της διοικητική μέριμνας.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα παρουσιαστεί η διαχείριση της διοικητικής μέριμνας σε επίπεδο εφοδιασμού καυσίμων, τροφίμων, άρτου και ελαιολιπαντικών οχημάτων

για τις μονάδες ενός σχηματισμού επιπέδου ταξιαρχίας από τον Λόχο Εφοδιασμού Μεταφορών αυτής. Τονίζεται, ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται αφενός μεν συμβαδίζουν με τους στρατιωτικούς κανονισμούς και τον τρόπο που πραγματοποιείται ο εφοδιασμός των στρατιωτικών μονάδων σε περίοδο επιχειρήσεων, αφετέρου δε για λόγους απορρήτου δεν αντιστοιχούν στην πραγματικότητα οι τοποθεσίες, οι αριθμοί των μαχητών και τα ονόματα των στρατιωτικών μονάδων.

Αρχικά, για να εξαχθούν αποτελέσματα σχετικά με την μοντελοποίηση του εφοδιασμού των μονάδων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω δεδομένα:

- Αριθμός μονάδων με τους εκάστοτε διαχειριστή της,
- Ρυθμός προσέλευσης (μονάδες ανά ώρα) των μονάδων για εφοδιασμό,
- Ποσοστό εξυπηρέτησης σε κάθε σταθμό εξυπηρέτησης των μονάδων,
- Τυχόν μη εξυπηρέτηση λόγω δυσχερειών κ.α.

Μετά το πέρας της μοντελοποίησης προκύπτουν για τους διοικητές και τις μονάδες σημαντικές πληροφορίες σχετικά με:

- Τον χρόνο αναμονής των μονάδων κατά τον εφοδιασμό,
- Τον συνολικό χρόνο για περάτωση της συνολικής διαδικασίας,
- Τον χρόνο που απαιτείται για την εξυπηρέτηση των μονάδων σε κάθε σταθμό εξυπηρέτησης,
- Τον αριθμό των στελεχών του κάθε σταθμού εξυπηρέτησης έτσι ώστε το σύστημα εφοδιασμού να είναι ευσταθές,
- Την αποδοτικότητα του συστήματος εφοδιασμού σε περίπτωση μεταβολών είτε του Λόχου Εφοδιασμού Μεταφορών είτε των ανεφοδιαζόμενων μονάδων,
- Την βελτιστοποίηση του εφοδιασμού σε περίπτωση αλλαγής των δεδομένων από αλλαγή της τοποθεσίας της Προκεχωρημένης Διοικητικής Μέριμνας της Ταξιαρχίας κ.α.

Όλα τα παραπάνω είναι πολύ χρήσιμα για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό της διοικητικής μέριμνας εάν ληφθεί υπόψη ότι ο εφοδιασμός αποτελείται εκτός από τον Λόχο Εφοδιασμού Μεταφορών και από τους Λόχους Υλικού Πολέμου, Τεχνικού και Υγειονομικού (γεγονός που δεν εξετάζεται ως προσομοίωση στην παρούσα διπλωματική) και ο καθένας από

αυτούς έχει ξεχωριστή αποστολή όσον αφορά το έργο τους αλλά κοινή όσον αφορά τον εφοδιασμό των μονάδων της Ταξιαρχίας.

§2. Παράδειγμα Προσομοίωσης Εφοδιασμού

Έστω, ότι πρόκειται να γίνει πόλεμος μεταξύ της δύναμης Α και της δύναμης Β και ο Λόχος Εφοδιασμού Μεταφορών Α της Ταξιαρχίας Α καλείται να εφοδιάσει τις οκτώ μονάδες της εν λόγω Ταξιαρχίας σε τρόφιμα, άρτο, καύσιμα και ελαιολιπαντικά οχημάτων σε καθημερινή βάση μέχρι την λήξη του πολέμου. Η δύναμη Α στο εν λόγω παράδειγμα θα θεωρηθεί ως η Ουκρανία και η δύναμη Β θα θεωρηθεί ως η Ρωσία. Θεωρείται επίσης ότι η δύναμη Α (Ουκρανία) βρίσκεται υπό το καθεστώς επίθεσης προκειμένου να ανακαταλάβει τα εδάφη της ενώ η δύναμη Β (Ρωσία) υπό το καθεστώς άμυνας σε κατοικημένο τόπο στην περιοχή της Χερσώνας προκειμένου να υπερασπιστεί τα εδάφη που έχει καταλείψει. Στην Εικ. 3 παρουσιάζεται το θέατρο επιχειρήσεων των δυνάμεων Α και Β.

Εικ. 3: Θέατρο επιχειρήσεων δυνάμεων Α (Ουκρανίας) και Β (Ρωσίας).

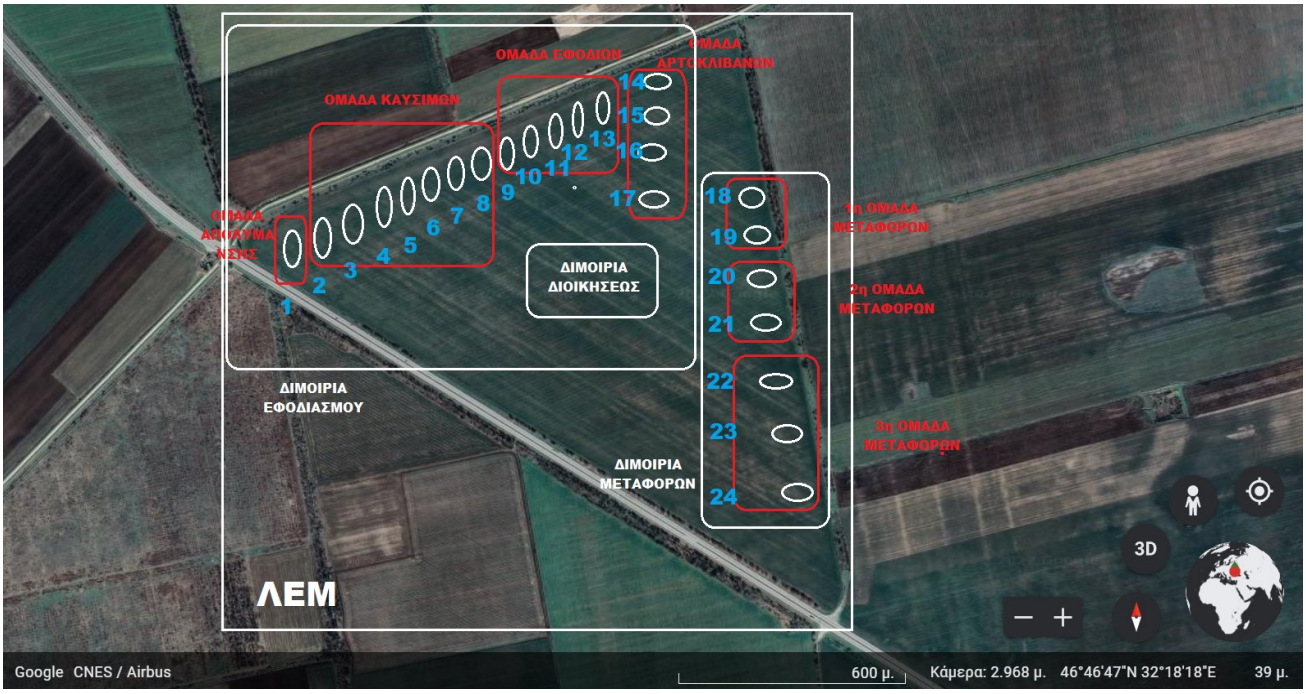
[Πηγή: προσαρμογή από (Google Maps (2022))]

Μετά την παρουσίαση του θεάτρου επιχειρήσεων θα γίνει εστίαση του χώρου όπου πραγματοποιείται ο εφοδιασμός και ονομάζεται "Προκεχωρημένη Διοικητική Μέριμνα Ταξιαρχίας δυνάμεως Α (Ουκρανίας) ". Οι προϋποθέσεις για ένα χώρο που επιλέγεται να πραγματοποιηθεί η διοικητική μέριμνα αφορούν κυρίως το έδαφος και επίσης προτιμάται χώρος που να παρέχει φυσική κάλυψη (στην περίπτωση αυτή δεν υφίσταται). Το έδαφος ωστόσο στο παράδειγμα αυτό πληροί τις προϋποθέσεις διότι απαιτείται να είναι ομαλό και επικλινές που να επιτρέπει την ομαλή και κυκλική κίνηση των οχημάτων έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η διαδικασία του εφοδιασμού. Στην Εικ. 4 παρουσιάζεται λοιπόν η Προκεχωρημένη Διοικητική Μέριμνα Ταξιαρχίας δυνάμεως Α (Ουκρανίας) ως εξής:

Εικ. 4: Προκεχωρημένη Διοικητική Μέριμνα Ταξιαρχίας Α (Ουκρανίας).

[Πηγή: προσαρμογή από (Google Maps (2022))]

Εστιάζοντας λοιπόν στον χώρο ενδιαφέροντος στην Εικ. 4, γίνεται αντιληπτό ότι ο χώρος που καταλαμβάνει η Προκεχωρημένη Διοικητική Μέριμνα Ταξιαρχίας Α στο σύνολό της είναι περίπου 5 επί 10 χιλιόμετρα, όσο δηλαδή προβλέπεται βάση στρατιωτικών κανονισμών. Το ενδιαφέρον συγκεντρώνεται βέβαια στον χώρο του Λόχου Εφοδιασμού Μεταφορών Α, στην περιοχή Μπλαχοντάτνε, όπου θα πραγματοποιηθεί και η προσομοίωση όπως παρουσιάζεται και στην Εικ. 5.



Εικ. 5: Λόχος Εφοδιασμού Μεταφορών Α.

Στην Εικ. 5 ταυτόχρονα με την παρουσίαση του χώρου που αναπτύσσεται ο Λόχος Εφοδιασμού Μεταφορών Α, διαφαίνονται και οι θέσεις των οχημάτων που αποθηκεύονται τα εφόδια, καύσιμα, ελαιολιπαντικά και ο άρτος στα 24 οχήματα που διαθέτει ο Λόχος και καθένα από αυτά έχει την χρησιμότητα που αναφέρεται στον Πιν. 3:

Α/Α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΟΜΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΟΜΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΔΙΜΟΙΡΙΑ	ΤΥΠ. ΡΥΜ. (ΑΡ. ΠΙΝ.)	ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΟΧΗΜ.
1	1	MF *********	680 M3	ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
6	2	MF *********	MAGIRUS	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ		Ε.Σ ******
7	3	MF *********	H 891 ΒΥΤΙΟ	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ		Ε.Σ ******
8	4	MF *********	H 891 ΒΥΤΙΟ	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ		Ε.Σ ******
9	5	MF *********	H 891 ΛΥΜΜΑΤΟΦΟΡΟ	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ		Ε.Σ ******
10	6	MF *********	M/S 240 GD	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 100 (*****)	Ε.Σ ******
11	7	MF *********	680 M3	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
12	8	MF *********	680 M3	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
13	9	MF *********	680 M3	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
14	10	MF *********	680 M3	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
15	11	MF *********	680 M3	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
16	12	MF *********	680 M3	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
17	13	MF *********	680 M3	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
2	14	MF *********	680 M3	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
3	15	MF *********	M/S 290 GD	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	H/Z	Ε.Σ ******
4	16	MF *********	MAN	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	ΚΙ. ΑΡΤ(*****)	Ε.Σ ******
5	17	MF *********	680 M3 Υ/Φ	ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ	M 104	Ε.Σ ******
18	18	MF *********	680 M3	ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
19	19	MF *********	680 M3	ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
20	20	MF *********	680 M3	ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	M 104 (*****)	Ε.Σ ******
21	21	MF *********	ΕΠΙΤΑΣΣΟΜΕΝΟ	ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ		
22	22	MF *********	ΕΠΙΤΑΣΣΟΜΕΝΟ	ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ		
23	23	MF *********	ΕΠΙΤΑΣΣΟΜΕΝΟ	ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ		
24	24	MF *********	ΕΠΙΤΑΣΣΟΜΕΝΟ	ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ		

Πιν. 3: Χαρακτηριστικά Οχημάτων Λόχου Εφοδιασμού Μεταφορών Α.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι μονάδες τις Ταξιαρχίας που πρόκειται να εφοδιαστούν έχοντας τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα:

ΟΝΟΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΑΧΗΤΩΝ	ΩΡΑ ΠΡΟΣΕΛΕΥΣΗΣ	ΜΗ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΤΑΚΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΜΗ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	ΜΗ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΕΦΟΔΙΩΝ	ΜΗ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟ ΧΟΡΗΓΗΣΣ ΑΡΤΟΥ
ΠΕΖΙΚΟ Α	300	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΦΩΣ +60 ΛΕΠΤΑ	40%	30%	20%	10%
ΠΕΖΙΚΟ 2Α	300	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΦΩΣ +60 ΛΕΠΤΑ	40%	30%	20%	10%
ΔΙΑΒΙΒΑΣΕΙΣ Α	300	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΦΩΣ +120 ΛΕΠΤΑ	40%	30%	20%	10%
ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟ Α	300	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΦΩΣ +120 ΛΕΠΤΑ	40%	30%	20%	10%
ΤΕΘΩΡΑΚΙΣΜΕΝΑ Α	300	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΦΩΣ+180 ΛΕΠΤΑ	40%	30%	20%	10%
ΤΕΘΩΡΑΚΙΣΜΕΝΑ 2^{A}	300	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΦΩΣ+180 ΛΕΠΤΑ	40%	30%	20%	10%
ΜΗΧΑΝΙΚΟ Α	300	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΦΩΣ+240 ΛΕΠΤΑ	40%	30%	20%	10%
ΤΑΓΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ Α	300	ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΦΩΣ+240 ΛΕΠΤΑ	40%	30%	20%	10%

Πιν. 4: Χαρακτηριστικά των μονάδων προς εφοδιασμό της ταξιαρχίας.

Ολοκληρώνοντας την συγκέντρωση πληροφοριών απαραιτήτων για την διεξαγωγή της προσομοίωσης ακολουθεί η εκπόνηση του προβλήματος που πρόκειται να μοντελοποιηθεί χρησιμοποιώντας ρεαλιστικούς αλλά τυχαίους αριθμούς οι οποίοι δύνανται να αλλάζουν ανάλογα με τις επιχειρησιακές ανάγκες.

Παράθεση Προβλήματος: Έχουμε λοιπόν ότι, ο Λόχος Εφοδιασμού Μεταφορών Α της Ταξιαρχίας Α (Ουκρανία) αποτελείται από 4 σταθμούς σε σειρά. Οι μονάδες φτάνουν στον πρώτο σταθμό που υφίσταται η λογιστική τακτοποίηση για τον εφοδιασμό της συγκεκριμένης ημέρας και τις παραγγελίες για την επόμενη με ρυθμό $\lambda 1 = 2$ μονάδες ανά ώρα (γίνεται υπόθεση ότι οι χρόνοι μεταξύ αφίξεων ακολουθούν εκθετική κατανομή). Μετά από την αναχώρηση από το πρώτο σταθμό κάθε μονάδα είτε προχωρά στο δεύτερο σταθμό όπου

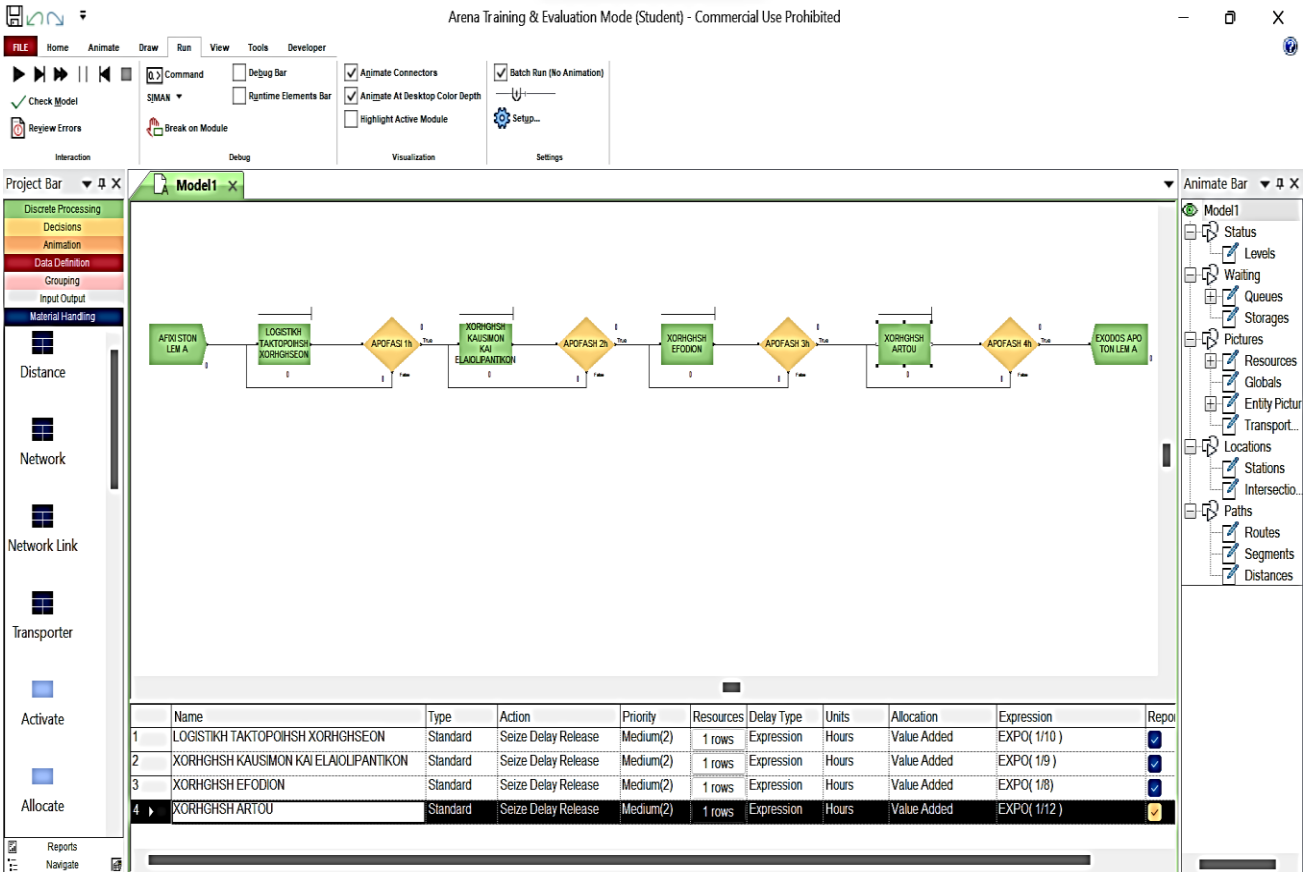
υφίσταται η χορήγηση καυσίμου και ελαιολιπαντικών με πιθανότητα 60%, ή επιστρέφει στον πρώτο σταθμό με πιθανότητα 40%. Κατόπιν, έπειτα από την αναχώρηση από τον δεύτερο σταθμό κάθε μονάδα είτε προχωρά στο τρίτο σταθμό όπου υφίσταται η χορήγηση εφοδίων με πιθανότητα 70%, ή επιστρέφει στον δεύτερο σταθμό με πιθανότητα 30%. Στην συνέχεια, μετά από την αναχώρηση από τον τρίτο σταθμό κάθε μονάδα είτε προχωρά στον τέταρτο σταθμό όπου υφίσταται η χορήγηση άρτου με πιθανότητα 80%, ή επιστρέφει στον τρίτο σταθμό με πιθανότητα 20%. Τέλος, μετά από την αναχώρηση από τον τέταρτο σταθμό κάθε μονάδα είτε αποχωρεί οριστικά από τον Λόχο Εφοδιασμού Μεταφορών Α με πιθανότητα 90%, ή επιστρέφει στον τέταρτο σταθμό με πιθανότητα 10%. Κάθε στέλεχος του πρώτου σταθμού έχει χρόνο εξυπηρέτησης που ακολουθεί εκθετική κατανομή με ρυθμό μ1 = 10 μονάδες ανά ώρα. Κάθε στέλεχος του δεύτερου σταθμού έχει χρόνο εξυπηρέτησης που ακολουθεί εκθετική κατανομή με ρυθμό μ2 = 9 μονάδες ανά ώρα . Κάθε στέλεχος του τρίτου σταθμού έχει χρόνο εξυπηρέτησης που ακολουθεί εκθετική κατανομή με ρυθμό μ3 = 8 μονάδες ανά ώρα. Κάθε στέλεχος του τέταρτου σταθμού έχει χρόνο εξυπηρέτησης που ακολουθεί εκθετική κατανομή με ρυθμό μ4 = 12 μονάδες ανά ώρα.

Λύση: Αρχικά, θα βρεθεί ο ελάχιστος αριθμός στελεχών σε κάθε σταθμό, έτσι ώστε το σύστημα να είναι ευσταθές. Έχουμε ότι, στο σύστημα αυτό μπορούμε να υπολογίσουμε τους πραγματικούς ρυθμούς εισόδου μονάδων σε κάθε σταθμό, από το παρακάτω σύστημα εξισώσεων κυκλοφορίας:

- λ1 = 2 + 0.4 λ1 = 2 + 0,8 => **λ1 = 2,8**
- λ2 = 0.6 λ1 + 0,3 λ2 => λ2 = 1,2 + 0,3 λ2 => **λ2 = 1,714**
- λ3 = 0,7 λ2 + 0,2 λ3 => λ3 = 1,199 + 0,2 λ3 => **λ3 = 1,499**
- λ4 = 0,8 λ3 +0,1 λ4 => λ4 = 1,199 + 0,1 λ4 => **λ4 = 1,333**

Επίσης δίνεται ότι μ1 = 10, μ2 = 9, μ3 = 8, μ4 = 12. Για να είναι το σύστημα ευσταθές θα πρέπει λ1< n1μ1, λ2 < n2μ2, λ3< n3μ3 και λ4< n4μ4 (όπου n ο ακέραιος αριθμός των στελεχών σε κάθε σταθμό). Επομένως θα πρέπει n1 ≥ 1, n2 ≥ 1, n3 ≥ 1, n4 ≥ 1 και συνεπώς αρκεί τουλάχιστον ένα στέλεχος σε κάθε σταθμό για φέρει εις πέρας την αποστολή του Λόχου εφοδιασμού Μεταφορών Α.

Έπειτα, παρακάτω διαφαίνεται η προσομοίωση του συστήματος εφοδιασμού στο πρόγραμμα Arena Simulation βάζοντας τα προαναφερθέντα στοιχεία που συνθέτουν το πρόβλημα.



Εικ. 6: Προσομοίωση Εφοδιασμού σε Πρόγραμμα Arena Simulation

Το παρών πρόγραμμα έχει προγραμματιστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να εισέρχονται μόνο οι 8 μονάδες τις Ταξιαρχίας Α. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και στον Πιν. 4 οι πρώτες μονάδες εισέρχονται για ανεφοδιασμό μία ώρα μετά το τελευταίο φως έτσι ώστε να μην γίνουν αντιληπτοί από την αεροπορία της δύναμης Β (Ρωσία). Ακόμη, ο εφοδιασμός θα πρέπει να περατώνεται σε όσο το δυνατό συντομότερο διάστημα και σίγουρα όσο υπάρχει ακόμα σκοτάδι. Για τον λόγο αυτό η προσομοίωση εξετάζει τα δεδομένα για τον εφοδιασμό μέσα σε 5 ώρες (τυχαία αλλά ρεαλιστική τιμή).

2.1. Εξαγωγή Συμπερασμάτων

Μετά το πέρας της προσομοίωσης εξήλθαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εκτέλεση αυτής δίνοντας στους διοικητές και στους αξιωματικούς όπου εκπονούν σχέδια επιχειρήσεων χρήσιμες πληροφορίες οι οποίες αφορούν την διαδικασία εφοδιασμού και μπορούν να επιφέρουν αλλαγές ως προς την αποδοτικότητα, αποτελεσματικότητα και βελτιστοποίηση αυτού. Έτσι, στον Πιν. 5, παρουσιάζονται οι μεταβλητές καταμέτρησης που αποδίδουν στοιχεία σχετικά με τους χρόνους όπου απαιτούνταν για κάθε μονάδα στο σύστημα, τις μονάδες και τους σταθμούς. Έπειτα στον Πιν. 6, διαφαίνονται οι διακριτές μεταβλητές που εξάγουν στοιχεία κυρίως για τον αριθμό των μονάδων (ελάχιστο, μέγιστο, μέσο όρο) που βρισκόταν στο σύστημα κάθε στιγμή της προσομοίωσης και τέλος στον Πιν. 7, καταλήγουν τα εξαγόμενα αποτελέσματα για το πόσες φορές κλήθηκαν να εξυπηρετήσουν μονάδες τα στελέχη του Λόχου Εφοδιασμού Μεταφορών Α.

```
                                ARENA Simulation Results
                        stergiosvazakidis@gmail.com - License: STUDENT

Project: Unnamed Project                                    Run execution date :12/ 7/2022
Analyst: stergiosvazakidis@gmail.com                        Model revision date:12/ 7/2022

Replication ended at time      : 300.0 Minutes
Base Time Units: Minutes

                                        TALLY VARIABLES

Identifier                                Average   Half Width  Minimum    Maximum   Observations
---------------------------------------------------------------------------------------------------

MONADES.VATime                            43.878     (Insuf)    24.811     75.960          8
MONADES.NVATime                           .00000     (Insuf)    .00000     .00000          8
MONADES.WaitTime                          7.9730     (Insuf)    .00000     29.397          8
MONADES.TranTime                          .00000     (Insuf)    .00000     .00000          8
MONADES.OtherTime                         .00000     (Insuf)    .00000     .00000          8
MONADES.TotalTime                         51.851     (Insuf)    24.811     82.027          8
LOGISTIKH TAKTOPOIHSH XORHGHSEON.Queue.Wai  2.1049   (Insuf)    .00000     11.304         12
XORHGHSH ARTOU.Queue.WaitingTime          1.1080     (Insuf)    .00000     8.8645          8
XORHGHSH KAUSIMON KAI ELAIOLIPANTIKON.Queu  1.0098   (Insuf)    .00000     16.122         17
XORHGHSH EFODION.Queue.WaitingTime        .96101     (Insuf)    .00000     6.3593         13
```

Πιν. 5: Απαιτούμενοι χρόνοι αναμονής στο σύστημα.

[Πηγή: προσαρμογή από προσομοίωση Arena Simulation]

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
MONADES.WIP	1.3827	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000
DIAXEIRISTHS 4.NumberBusy	.11782	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
DIAXEIRISTHS 4.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
DIAXEIRISTHS 4.Utilization	.11782	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
DIAXEIRISTHS 3.NumberBusy	.25589	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
DIAXEIRISTHS 3.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
DIAXEIRISTHS 3.Utilization	.25589	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
DIAXEIRISTHS 2.NumberBusy	.40298	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
DIAXEIRISTHS 2.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
DIAXEIRISTHS 2.Utilization	.40298	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
DIAXEIRISTHS 1.NumberBusy	.39340	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
DIAXEIRISTHS 1.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
DIAXEIRISTHS 1.Utilization	.39340	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
LOGISTIKH TAKTOPOIHSH XORHGHSEON.Queue.Num	.08420	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
XORHGHSH ARTOU.Queue.NumberInQueue	.02955	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
XORHGHSH KAUSIMON KAI ELAIOLIPANTIKON.Queu	.05722	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
XORHGHSH EFODION.Queue.NumberInQueue	.04164	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

Πιν. 6: Αριθμός μονάδων στο σύστημα κάθε στιγμή.

[Πηγή: προσαρμογή από προσομοίωση Arena Simulation]

OUTPUTS

Identifier	Value
MONADES.NumberIn	8.0000
MONADES.NumberOut	8.0000
DIAXEIRISTHS 4.NumberSeized	8.0000
DIAXEIRISTHS 4.ScheduledUtilization	.11782
DIAXEIRISTHS 3.NumberSeized	13.000
DIAXEIRISTHS 3.ScheduledUtilization	.25589
DIAXEIRISTHS 2.NumberSeized	17.000
DIAXEIRISTHS 2.ScheduledUtilization	.40298
DIAXEIRISTHS 1.NumberSeized	12.000
DIAXEIRISTHS 1.ScheduledUtilization	.39340
System.NumberOut	8.0000

Πιν. 7: Συνολικός Αριθμός εξυπηρέτησης μονάδων από το σύστημα.

[Πηγή: προσαρμογή από προσομοίωση Arena Simulation]

Αναλύοντας τα αποτελέσματα των πινάκων διεξοδικά προκύπτουν τα παρακάτω χρήσιμα δεδομένα τα οποία είναι προς αξιοποίηση από τις Διοικήσεις της Διοικητικής Μέριμνας για τροποποίηση των σχεδίων τους ανάλογα με τις επιχειρησιακές τους ανάγκες ως εξής:

- Ο μέσος χρόνος παραμονής μίας μονάδας στο σύστημα από τη στιγμή της άφιξης μέχρι τη στιγμή της αναχώρησης υπολογίζεται στα 51,85 λεπτά.
- Ο μέσος χρόνος αναμονής μιας μονάδας που δεν εξυπηρετείται από κανέναν σταθμό είναι 7.97 λεπτά.
- Ο μέσος χρόνος αναμονής σε όλους τους σταθμούς συνολικά είναι 43,87 λεπτά.
- Ο μέσος χρόνος αναμονής για να εξυπηρετηθεί μία μονάδα στο σταθμό "Λογιστική Τακτοποίηση Χορηγήσεων " είναι συνολικά είναι 2,1 λεπτά.
- Ο μέσος χρόνος αναμονής για να εξυπηρετηθεί μία μονάδα στο σταθμό "Χορήγηση Άρτου " είναι συνολικά είναι 1,1 λεπτά.
- Ο μέσος χρόνος αναμονής για να εξυπηρετηθεί μία μονάδα στο σταθμό "Χορήγηση Καυσίμων και Ελαιολιπαντικών " είναι συνολικά είναι 1 λεπτό.
- Ο μέσος χρόνος αναμονής για να εξυπηρετηθεί μία μονάδα στο σταθμό "Χορήγηση Εφοδίων " είναι συνολικά είναι 0,96 λεπτά.
- Ο μέσος όρος εξυπηρέτησης μονάδων την ίδια στιγμή στο σύστημα είναι 1,38 μονάδες.
- Όλα τα στελέχη που απαρτίζουν τους σταθμούς εξυπηρετούν το πολύ μία μονάδα κάθε φορά ή υποεξυπηρετούν.
- Από τον 1ο σταθμό πέρασαν συνολικά 12 φορές οι μονάδες.
- Από τον 2ο σταθμό πέρασαν συνολικά 17 φορές οι μονάδες.
- Από τον 3ο σταθμό πέρασαν συνολικά 13 φορές οι μονάδες.
- Από τον 4ο σταθμό πέρασαν συνολικά 8 φορές οι μονάδες.
- Τέλος, όσες μονάδες εισήλθαν τόσες εξήλθαν από το σύστημα και συνεπώς εξυπηρετήθηκαν όλες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

Οι σημερινές αυξανόμενες απαιτήσεις που οδηγούν με μαθηματική ακρίβεια στην άμεση υιοθέτηση της τεχνολογίας από την πλευρά των επιχειρήσεων, οργανισμών, κρατικών οντοτήτων και στρατιωτικών δυνάμεων της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας, είναι η τάχιστη αναβάθμιση της τεχνολογίας, η παγκοσμιοποίηση όλων των αγορών του κόσμου, η αύξηση του ανταγωνισμού και οι συνεχείς αναδιαρθρώσεις και χρησιμοποίηση του ηλεκτρονικού εμπορίου. Συνεπώς άπαντες κατανοούν τον κοινό σκοπό και το κέρδος που αποκομίζουν από την δημιουργία ισχυρών δεσμών συνεργασίας και επικοινωνίας μεταξύ τους, όπου μέσω της κοινής πληροφόρησης και της αξιοποίησης των δεδομένων επιτυγχάνεται και ο συντονισμός των στρατηγικών τους σχεδιασμών.

Οι επιχειρήσεις ή οποιοσδήποτε εμπλέκεται στην διαχείριση της διοικητικής μέριμνας, αξιοποιώντας την τεχνολογία των επικοινωνιών και της πληροφορικής συνεισφέρει στην αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα της ροής των πληροφοριών και αγαθών εντός της αλυσίδας εφοδιασμού επιφέροντας το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι άλλων επιχειρήσεων. Η αξιοποίηση της τεχνολογίας δύναται να εφαρμοστεί, αφενός μεν στην εσωτερική λειτουργία της κάθε επιχείρησης, αφετέρου δε και ανάμεσα στα εμπλεκόμενα μέρη της αλυσίδας εφοδιασμού, με αποτέλεσμα να πραγματοποιηθεί η ορθολογική λειτουργία του συστήματος εφοδιασμού.

Οι περισσότερες διαθέσιμες τεχνολογίες που αφορούν την σύντηξη δεδομένων θα πρέπει να εναρμονιστούν και να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους με κοινό στόχο, διότι δεν υφίσταται μία ενιαία τεχνολογική λύση για όλο τον παγκόσμιο χάρτη που να επιλύει το πρόβλημα της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας. Απαιτείται λοιπόν η συνεργασία των συστημάτων σύντηξης δεδομένων και διαχείρισης διοικητικής μέριμνας, προκειμένου να ικανοποιείται η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση πελατών και επιχειρήσεων για να ενοποιηθεί η αλυσίδα εφοδιασμού.

Ακόμη, είναι δέον να τονιστεί η αλληλένδετη σχέση των τεχνολογιών που βασίζονται στην σύντηξη δεδομένων με τη διαχείριση διοικητικής μέριμνας. Από μια μεριά, η αξιοποίηση τεχνολογιών που βασίζονται στην σύντηξη δεδομένων στο πλαίσιο της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας είναι το εργαλείο που διευκολύνει και υποστηρίζει την εφαρμογή των αρχών της αλυσίδας εφοδιασμού. Από την άλλη μεριά, τα πλεονεκτήματα από την αξιοποίηση της τεχνολογίας που βασίζονται στην σύντηξη δεδομένων απαιτούν και την απαραίτητη οργανωσιακή δομή υπό το πρίσμα της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας βασιζόμενη στις αρχές της αλυσίδας εφοδιασμού.

Επιπροσθέτως, στην παρούσα διπλωματική εργασία προσδίδεται ιδιαίτερη έμφαση σε τεχνικές σύντηξης δεδομένων που αφορούν την διαχείριση της διοικητικής μέριμνας σε επίπεδο ολόκληρου του συστήματος και όχι μόνο σε επίπεδο μεμονωμένων στοιχείων. Η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα οποιασδήποτε μεμονωμένης δραστηριότητας δύναται να προσδώσει υποβέλτιστο αποτέλεσμα για το σύνολο του συστήματος της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας και συνεπώς αποτελεί στοιχείο που εξασφαλίζει εν μέρη την επιτυχία τμήματος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συνεπώς, αφετέρου μεν η χρησιμοποίηση της σύντηξης δεδομένων σε κάθε στάδιο της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας βελτιώνει την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, αφετέρου δε το μέλλον καθορίζεται από την χρησιμοποίηση της σύντηξης δεδομένων που ικανοποιούν την διαχείριση της διοικητικής μέριμνας σε επίπεδο συστήματος.

Επισημαίνεται ότι το ερευνητικό πεδίο που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία προσδίδεται από τις συνεχώς αυξανόμενες δημοσιεύσεις μελετών και άρθρων των τελευταίων χρόνων σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά με λέξεις κλειδιά ή τίτλους όπως: “data fusion”, “data fusion in supply chain”, “technology”, “web-based supply chain”, “supply chain management”, “data fusion techniques”, “data fusion models”, “supply chain models”, “data fusion definition”, “supply chain definition” κ.ά.

Η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών και πληροφοριακών συστημάτων στην σύντηξη δεδομένων, συναρτήσει των πρόσφατων εξελίξεων στα συστήματα βελτιστοποίησης

διαχείρισης διοικητικής μέριμνας μέσω αυτής, αποτελούν την πιο σίγουρη και αποδοτική λύση για την μελλοντική βιωσιμότητα των επιχειρήσεων, οργανισμών, κρατικών οντοτήτων και στρατιωτικών δυνάμεων στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Όσον αφορά το εγχείρημα μοντελοποίησης της διαχείρισης διοικητικής μέριμνας, η μελλοντική έρευνα επιτάσσει την ανάπτυξη στοχαστικών, δυναμικών και πολύ-στοχικών μοντέλων, που να καθίστανται ικανά να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις βελτιστοποίησης και ολοκλήρωσης της αλυσίδας εφοδιασμού σε ρεαλιστικό και δυναμικό περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό θα ήταν δέον να επεκταθεί η προσομοίωση εφοδιασμού για όλη την Προκεχωρημένη Διοικητική Μέριμνα, συνυπολογίζοντας του Λόχους Τεχνικού, Υλικού Πολέμου και Υγειονομικό και εντάσσοντας αυτές σε ένα σύστημα με περισσότερες μεταβλητές που επηρεάζουν την εξέλιξη του επιχειρησιακού σχεδίου του εφοδιασμού.

Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

- Alam F., Mehmood R., Katib I., Albogami N.N. and Albeshri A. (2017), Data fusion and IoT for smart ubiquitous environments: A survey. IEEE Access, vol. 5, pp. 9533–9554.
- Baker R. (2022), Solving Supply Chain Challenges Through Data Fusion. Solving Supply Chain Challenges Through Data Fusion - Supply Chain Asia.
- Blasch E. P. and Plano S. (2002), JDL level 5 fusion model "user refinement" issues and applications in group tracking, in Proceedings of the Signal Processing. Sensor Fusion and Target Recognition XI, pp. 270–279.
- Castanedo F. (2013), A review of data fusion techniques. The Scientific World Journal, vol. 13, Article ID 704504, 19 pages.
- Chankov S., Becker T. and Windt K. (2014), Towards definition of synchronization in logistics systems. Procedia CIRP, pp. 594-599.
- Dasarathy B. V. (1997), Sensor fusion potential exploitation-innovative architectures and illustrative applications. Proceedings of the IEEE, vol. 85, no. 1, pp. 24–38.
- Ding W., Jing X., Yan Z. and Yang L.T. (2019), A survey on data fusion in internet of things: Towards secure and privacy-preserving fusion. Inf. Fusion, vol. 51, no. 2, pp. 129–144.
- Durrant-Whyte H. F. and Stevens M. (2001), Data fusion in decentralized sensing networks. In Proceedings of the 4th International Conference on Information Fusion, pp. 302–307.
- Durrant-Whyte H. F. (1988), Sensor models and multisensor integration. International Journal of Robotics Research, vol. 7, no. 6, pp. 97–113.
- ElMaraghy H., Schuh G., ElMaraghy W., Piller F., Schönsleben P., Tseng M., et al. (2013), Product variety management, CIRP Ann. - Manuf. Technol., vol. 62, pp. 629–652.
- Faouzi N.E.E., Leung H. and Kurian A. (2011), Data fusion in intelligent transportation systems: Progress and challenges - a survey. Inf. Fusion, vol. 12, no 1, pp. 4–10.
- Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA), 2003.

- Golhar D.Y. and Stamm C.L. (1991), The just-in-time philosophy: A literature review, Int. J. Prod. Res., vol. 29, pp. 657–676.
- Hall D. L. and Llinas J. (1997), An introduction to multisensor data fusion. Proceedings of the IEEE, vol. 85, no. 1, pp. 6–23.
- JDL, Data Fusion Lexicon. (1991), Technical Panel for C3, White F.E., San Diego, Calif, USA, Code 420.
- Lau B.P.L., Marakkalage S.H., Zhou Y., Hassan N.U., Yuen C., Zhang M. and Tan U.-X. (2019), A survey of data fusion in smart city applications, Inf. Fusion, vol. 52, pp. 357–374.
- Liu J., Rizos C. and gen Cai B. (2020), A hybrid integrity monitoring method using vehicular wireless communication in difficult environments for GNSS. Veh. Commun., vol. 23, pp. 100-229.
- Llinas J., Bowman C., Rogova G., Steinberg A., Waltz E., and White F. (2004), Revisiting the JDL data fusion model II. Technical Report, DTIC Document.
- Luo R. C., Yih C.-C. and Su K. L. (2002), Multisensor fusion and integration: approaches, applications, and future research directions. IEEE Sensors Journal, vol. 2, no. 2, pp. 107–119.
- Manyika J. and Durrant-Whyte H. (1995), Data Fusion and Sensor Management: A Decentralized Information-Theoretic Approach. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA.
- McGuiness D. (2003), Ontologies for information fusion. In Proc. of the 6th Int. Conf. on Information Fusion, pages 650-657.
- Meng T., Jing X., Yan Z. and Pedrycz W. (2020), A survey on machine learning for data fusion. Inf. Fusion, vol. 57, no. 2, pp. 115–129.
- Neches R., Fikes R., Finin T., Gruber T., Patil R., Senator T. and Swartout W. (1991), Enabling technology for knowledge sharing. AI Magazine, vol. 12, no. 3, pp. 36-56.
- Ounoughi C. and Ben Yahia S. (2023), Data fusion for ITS: A systematic literature review. Information Fusion, vol. 89, pp. 267-291.
- Parsons S. (2001), Qualitative Methods for Reasoning under Uncertainty. MIT Press.
- Plowman E.G. (1964), Lectures on Elements of Business Logistics (Stanford Transportation Series), Graduate School of Business, Stanford University, Stanford.
- Reinhart G., Niehues M. and Ostgathe M. (2012), Adaptive, Location-based Shop Floor Control, in: ElMaraghy H.A. (Ed.), Enabling Manuf. Compet. Econ. Sustain., Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 482–487.

- Salerno J., Hinman M., Boulware D. and Bello P. (2003), Information fusion for situational awareness. In Proc. of the 6th Int. Conf. on Information Fusion, pp. 507-513.
- Shapiro J.F. (2009), Modeling the Supply Chain 2nd ed., Cengage Learning.
- Smirnov A., Pashkin M., Chilov N. and Levashova T. (2003), Agent-based support of mass customization for corporate knowledge management. Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 16, no. 4, pp. 349-364.
- Smirnov A., Pashkin M., Chilov N. and Levashova T. (2005), Fusion-based knowledge logistics for intelligent decision support in network-centric environment. International Journal of General Systems, vol. 34, no. 6, pp. 673-690.
- Smirnov A., Pashkin M., Chilov N. and Levashova T. (2003), Knowledge logistics in information grid environment. The special issue "Semantic Grid and Knowledge Grid: The Next-Generation Web" (H. Zhuge, ed.) of Int. J. on Future Generation Computer Systems, vol. 20, no. 1, pp. 61-79.
- Smirnov A., Pashkin M., Chilov, N. Levashova T. and Krizhanovsky A. (2005), Fusion-Based Knowledge Logistics in Network-Centric Environment: Intelligent Support of OOTW Operations. International Journal of General Systems, vol. 34, no. 6, pp. 673–690.
- Vollmann T. E. (2005), Manufacturing planning and control for supply chain management, 5th ed, Boston: McGraw-Hill/Irwin.
- Weiss G. (ed.). (2000), Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA; London, England.
- Xiong, Zhang Q., Wan J., Liang L., Cheng P. and Liang Q. (2018), Data fusion method based on mutual dimensionless, IEEE/ASME Trans. Mechatronics, vol. 23, no. 2, pp. 506–517.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ματσατσίνης, Ν.Φ. et al. (2010), Ανάπτυξη και λειτουργία μικρομεσαίων επιχειρήσεων, Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Παππής, Κ. (2006), Προγραμματισμός Παραγωγής Β., Αθήνα: Αθ. Σταμούλης.

Ιστότοποι

- https://en.wikipedia.org/wiki/Simulation
- https://geospock.com/en/
- https://newsroom.accenture.com/news/more-than-three-quarters-of-companies-are-missing-growth-opportunities-in-the-supply-chain-according-to-a-new-accenture-report.htm
- https://www.mti.gov.sg/Newsroom/Parliamentary-Replies/2020/04/Oral-reply-to-PQ-on-supply-disruptions-from-COVID
- http://www.fipa.org