



## Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες»

### Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Ερευνά και ανάπτυξη λογισμικού ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων, και δημιουργία επιχειρηματικού πλάνου. <b>Research and development of software for detection and analysis of the behavior of predefined objects, and creation of a business plan.</b>
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Σταύρος Ραυτόπουλος
Πατρώνυμο	Νικόλαος
Αριθμός Μητρώου	ΨΠΟΛ19052
Επιβλέπων	Δημήτριος Βέργαδος, Καθηγητής

Ημερομηνία Παράδοσης **Απρίλιος 2024**

---

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

Δημήτριος Βέργαδος  
Καθηγητής

Δρ. Παναγιώτης Τσάκωνας  
Διδάσκων ΠΜΣ

Δρ. Εμμανουήλ Σκόνδρας  
Διδάσκων ΠΜΣ

## Περίληψη

Η συνδυασμένη χρήση της τεχνικής νοημοσύνης, της μηχανικής μάθησης και της μηχανικής όρασης έχει επιφέρει σημαντικές εξελίξεις σε πολλούς τομείς, όπως η αναγνώριση εικόνων, η αναζήτηση στο διαδίκτυο, η αυτόνομη οδήγηση, η ρομποτική, η βιομηχανία, η υγεία και πολλοί άλλοι. Η μηχανική μάθηση συνδυάζεται με τη μηχανική όραση για την εκπαίδευση υπολογιστικών μοντέλων που μπορούν να αναγνωρίζουν αυτόματα αντικείμενα, πρόσωπα και σχήματα σε εικόνες και βίντεο. Τα αποτελέσματα αυτά χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για να λύσουν διάφορα προβλήματα όπως η αυτόματη ταξινόμηση εικόνων, η ανίχνευση προσώπων, η αυτόματη αναγνώριση κειμένου σε εικόνες και άλλα προβλήματα.

Η ανίχνευση και ανάλυση της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων είναι ένας σημαντικός τομέας στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Η εν λόγω τεχνολογία έχει πολλές εφαρμογές, όπως η ανίχνευση παθογόνων μικροοργανισμών σε εργαστηριακά δείγματα, η ανίχνευση ανωμαλιών στη συμπεριφορά των χρηστών σε δίκτυα υπολογιστών, η αναγνώριση προσώπων και πολλές άλλες.

Στην παρούσα εργασία, θα αναπτύξουμε ένα λογισμικό ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων. Το σύστημα θα ανιχνεύει και θα αναλύει τη συμπεριφορά των αντικειμένων στις διάφορες περιβάλλοντες συνθήκες και θα επιτρέπει στο χρήστη να παρακολουθεί την πρόοδο των αντικειμένων και να λαμβάνει ειδοποιήσεις σε περίπτωση που παρουσιαστούν ανωμαλίες στη συμπεριφορά τους. Για την ανάπτυξη του συστήματος, θα χρησιμοποιήσουμε τεχνικές βαθιάς μάθησης, όπως τα νευρωνικά δίκτυα, για την εκπαίδευση του συστήματος στην αναγνώριση και ανίχνευση της συμπεριφοράς των αντικειμένων. Το σύστημα θα αποτελείται από δύο βασικά μέρη: ένα μέρος για την ανίχνευση των αντικειμένων και ένα μέρος για την ανάλυση της συμπεριφοράς τους.

Για την υλοποίηση του συστήματος, θα χρησιμοποιήσουμε τη γλώσσα προγραμματισμού JavaScript μαζί με τη βιβλιοθήκη NodeJS για την ανάπτυξη του backend της εφαρμογής. Θα χρησιμοποιήσουμε τη βιβλιοθήκη TensorFlow.js για τη δημιουργία των νευρωνικών δικτύων και την εκπαίδευσή τους. Επιπλέον, θα χρησιμοποιήσουμε τη βιβλιοθήκη OpenCV.js για την επεξεργασία εικόνας και την ανίχνευση των αντικειμένων μέσω JavaScript.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα σύστημα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς διαφορετικούς τομείς, όπως η βιομηχανία, η υγειονομική περίθαλψη και η ασφάλεια. Η ανίχνευση και ανάλυση της συμπεριφοράς των προκαθορισμένων αντικειμένων είναι ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για τη βελτίωση της απόδοσης, της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των προϊόντων και υπηρεσιών στην αγορά. Με τη χρήση του συστήματος που αναπτύσσεται σε αυτήν την εργασία, οι επιχειρήσεις μπορούν να επιτύχουν μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία στην αναγνώριση και παρακολούθηση των προκαθορισμένων αντικειμένων, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της απόδοσης τους. Επιπλέον, η εφαρμογή του συστήματος ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στη βελτίωση της ασφάλειας του κοινού και στη μείωση των ατυχημάτων στο χώρο εργασίας.

## **Abstract**

The combined use of artificial intelligence, machine learning, and computer vision has brought significant advancements in various fields, such as image recognition, web search, autonomous driving, robotics, manufacturing, healthcare, and many others. Machine learning is combined with computer vision to train computational models that can automatically recognize objects, faces, and shapes in images and videos. These results are then utilized to solve various problems, including automatic image classification, face detection, automatic text recognition in images, and other challenges.

Detection and analysis of the behavior of predefined objects are crucial areas in the field of artificial intelligence. This technology has multiple applications, such as detecting pathogenic microorganisms in laboratory samples, detecting anomalies in user behavior in computer networks, facial recognition, and many more.

In this project, we will develop a software system for the detection and analysis of the behavior of predefined objects. The system will detect and analyze the behavior of objects in different environmental conditions and allow users to monitor the progress of these objects and receive notifications in case of any abnormalities in their behavior.

To implement the system, we will use deep learning techniques, such as neural networks, for training the system in object behavior recognition and detection. The system will consist of two main parts: one for object detection and another for behavior analysis.

For system implementation, we will use the JavaScript programming language along with the NodeJS library to develop the application's backend. We will utilize the TensorFlow.js library for creating neural networks and training them. Additionally, we will employ the OpenCV.js library for image processing and object detection using JavaScript.

This project aims to create a system that can be used in various domains, such as manufacturing, healthcare, and security. Detecting and analyzing the behavior of predefined objects is an extremely useful tool for improving the performance, safety, and efficiency of products and services in the market. By using the system developed in this project, businesses can achieve higher accuracy and reliability in object recognition and monitoring, leading to improved productivity and performance. Moreover, the application of the detection and analysis system for predefined object behavior can have significant impacts on improving public safety and reducing accidents in the workplace.

## Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract	3
Περιεχόμενα	4
1 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Εισαγωγή	6
1.1 Εισαγωγή	6
1.2 Ανάλυση του προβλήματος	6
1.3 Σκοπός	7
1.4 Αντικειμενικοί στόχοι	8
1.5 Δομή εργασίας	9
2 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Έννοιες και ορισμοί	12
2.1 Ορισμοί και όροι	12
2.2 Μηχανική μάθηση, Υπολογιστικές μηχανές και Νοημοσύνη	13
2.2.1 Εισαγωγή στη μηχανική μάθηση	13
2.2.2 Τύποι Μάθησης και εργασιών	14
2.3 Προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης	14
2.3.1 Εκμάθηση με δέντρο απόφασης	15
2.3.2 Εκμάθηση με Κανόνες συσχέτισης	16
2.3.3 Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα	17
2.3.4 Βαθιά Μάθηση / Deep Learning	18
2.3.5 Σε τι διαφέρει η βαθιά μάθηση από τα νευρωνικά δίκτυα;	19
3 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Υπάρχουσες τεχνικές και εργαλεία	20
3.1 Περιγραφή των πιο βασικών αλγορίθμων στην μηχανική μάθηση	20
3.1.1 K-κοντινότερων γειτόνων (K-Nearest Neighbors - KNN)	21
3.1.2 Δέντρα ταξινόμησης/απόφασης (Classification)	21
3.1.3 Γραμμική Παλινδρόμηση (Linear Regression)	22
3.1.4 Ομαδοποίηση (Clustering)	22
3.1.5 Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic regression)	23
3.1.6 Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial Neural Networks)	24
3.1.7 Αλγόριθμος μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης (Support Vector Machines - SVM)	25
3.2 Συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων	26
3.3 Η βιβλιοθήκη Tensorflow.js	27
3.3.1 Περιγραφή	27
3.3.2 Αξιοποιώντας το TensorFlow.js στο προτεινόμενο σύστημα	27
3.4 Microsoft COCO: Common Objects in Context	28
3.4.1 Περιγραφή	28
3.4.2 Αξιοποιώντας την coco-ssd στο προτεινόμενο σύστημα	28
3.5 Αναλύοντας τον ανταγωνισμό συστημάτων ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων	28
Ερευνά και ανάπτυξη λογισμικού ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων, και δημιουργία επιχειρηματικού πλάνου.	4

3.5.1 Το σύστημα FarmView της MAPMAN.LTD.	29
3.5.2 Το σύστημα MicroSearch® της Ensco.	30
3.5.3 Το Σύστημα Ανίχνευσης Ανθρώπινης Παρουσίας της LeewayHertz.	31
3.5.4 Το σύστημα κινηματικής ανίχνευσης επιλεγμένων αντικειμένων της Wondershare.	31
4 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Το προτεινόμενο σύστημα ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων	33
4.1 Η διαδικασία πρόβλεψης προκαθορισμένων αντικειμένων	33
4.1.1 Στοιχεία εισόδου που δέχεται ο αλγόριθμος.	33
4.1.2 Διαδικασίες ελέγχου αναπαραγωγής των πηγών εισόδου	34
4.1.3 Διαδικασίες κατά την αναπαραγωγή της πηγής εισόδου	36
4.1.4 Υπολογισμός αποτελεσμάτων	40
4.1.5 Αποθήκευση αποτελεσμάτων	47
5 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Μεθοδολογία	49
5.1 Μεθοδολογίες έρευνας	49
5.2 Μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε	51
5.3 Διεξαγωγή της έρευνας δράσης	52
5.3.1 Αναγνώριση του Προβλήματος	53
5.3.2 Συλλογή δεδομένων	53
5.3.3 Ερμηνεία δεδομένων	54
5.3.4 Δράση βασισμένη σε αποδείξεις και δεδομένα	54
5.3.5 Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και αναστοχασμός	55
6 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Αξιολόγηση και Επιχειρηματικό πλάνο	56
6.1 Πλεονεκτήματα από την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος	56
6.2 Πιθανά προβλήματα και αστοχίες που μπορεί να προκύψουν από την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος	56
6.3 Στατιστική ανάλυση αγοράς	57
6.3.1 Προσφορά πληροφοριών μέσω υλικοτεχνικών μέσων	57
6.3.2 Βιομηχανική αποτύπωση	58
6.3.3 Αποτύπωση εφαρμογών στην παγκόσμια αγορά	58
6.4 Επιχειρηματικό πλάνο	59
6.5 Εκτίμηση Επιχειρηματικού Κινδύνου	65
7 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Συμπεράσματα	67
8 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Μελλοντική έρευνα	68
9 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Βιβλιογραφία	69

## 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Εισαγωγή

### 1.1 Εισαγωγή

Στην αναδυόμενη παγκόσμια οικονομία, η τεχνητή νοημοσύνη και το επιχειρείν σε λογισμικά μηχανικής μάθησης γίνονται όλο και περισσότερο απαραίτητα στοιχεία για την επιχειρηματική στρατηγική και ένας ισχυρός καταλύτης για την οικονομική ανάπτυξη.

Έτσι η παγκόσμια αγορά λογισμικών ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων μέσω μηχανικής μάθησης και μηχανικής όρασης αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και ανάλυση συμπεριφοράς αντικειμένων, όπως πεζοί, αυτοκίνητα, ποδήλατα και άλλα αντικείμενα, σε πραγματικό χρόνο.

Η μηχανική μάθηση και η μηχανική όραση παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη λογισμικών ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων, καθώς επιτρέπουν στο σύστημα να μάθει και να αναγνωρίζει στοιχεία των αντικειμένων, όπως το σχήμα, το μέγεθος, η θέση και η κίνηση τους. Αυτό το επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, όπως οι νευρωνικοί δίκτυα, που εκπαιδεύονται σε μεγάλα σύνολα δεδομένων.

Ο τομέας αυτός έχει εφαρμογές σε πολλούς τομείς, όπως η ασφάλεια, οι μεταφορές, η υγεία και η βιομηχανία. Στην ασφάλεια, οι κάμερες ασφαλείας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση ανομοιογενών συμπεριφορών σε επιχειρηματικά κέντρα ή κτίρια και να ειδοποιούν τους αρμόδιους για ενέργεια. Στον τομέα των μεταφορών, τα συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων χρησιμοποιούνται σε αυτόνομα οχήματα για την αναγνώριση των δρόμων και την αποφυγή τροχαίων ατυχημάτων. Επίσης, στον τομέα της υγείας, τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση και παρακολούθηση συμπτωμάτων ασθενειών σε ασθενείς, ενώ στη βιομηχανία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιβλεπόμενη παραγωγή και ποιότητα των προϊόντων.

Σύμφωνα με έκθεση της MarketsandMarkets, αναμένεται ότι η αγορά αυτή θα αυξηθεί από \$6,8 δισ. δολάρια το 2020 σε \$17,4 δισ. δολάρια το 2025, με μια ετήσια ανάπτυξη που υπερβαίνει το 20%. Αυτή η ανάπτυξη αντικατοπτρίζει τη διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη για ευφυείς λύσεις ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων, καθώς και την αυξανόμενη χρήση τεχνολογιών όπως η μηχανική μάθηση και η μηχανική όραση για την ανάπτυξη των συστημάτων αυτών. Η αύξηση αυτή αναμένεται να προκαλέσει μια αντίστοιχη αύξηση στην ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων που παρέχουν λύσεις σε αυτόν τον τομέα και να προσελκύσει επενδύσεις από εταιρείες και επενδυτές.

### 1.2 Ανάλυση του προβλήματος

Στην συγκεκριμένη εργασία γίνεται μελέτη πάνω στην εφαρμογή και λειτουργία συστήματος ανίχνευσης υποκειμένων και της ανάλυσης της συμπεριφοράς αυτών μέσα στον χώρο. Καταγράφονται τα μειονεκτήματα / προβλήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή υπάρχων λύσεων σε ένα τέτοιο σύστημα, ενώ στην συνέχεια παρουσιάζεται μια νέα λύση αφού έχει γίνει μελέτη, ανάλυση και επαναπροσδιορισμός ορισμένων υποθέσεων.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού γίνεται ανάλυση του συνολικού προβλήματος, προκειμένου να γίνει χρήση των πληροφοριών αυτών στην περαιτέρω ανάλυση, σχεδιασμό και υλοποίηση του προτεινόμενου συστήματος.

Τα τελευταία χρόνια, η ανίχνευση παρουσίας συγκεκριμένων υποκειμένων σε μια σκηνή και η καταγραφή της κίνησής τους μέσα στο χώρο αυτής, από ένα μέσω αναπαραγωγής εικόνας προσελκύει όλο και περισσότερη προσοχή λόγω του ευρέος φάσματος εφαρμογών του.

Υποκείμενα σε μια σκηνή μπορούν να θεωρηθούν όλα τα αντικείμενα έμψυχα ή άψυχα που έχουν την τάση κίνησης μέσα στον χώρο.

Αποτυπώνοντας τα σημεία εμφάνισης των ανιχνεύσιμων υποκειμένων σε συσχέτιση με τον χρόνο δίνεται η δυνατότητα της επιμέρους διερεύνησης και λήψης χρήσιμων πληροφοριών σε οποιαδήποτε εφαρμογή. Εφαρμογές όπως στην ανίχνευση ανώμαλων συμβάντων, στον χαρακτηρισμό ανθρώπινου βαδίσματος, στην καταμέτρηση υποκειμένων σε ένα πυκνό πλήθος αυτών, στην διερεύνηση των συνηθειών κίνησης των υποκειμένων στον χώρο, μοναδικοποίηση των υποκειμένων στον χώρο, στην αναγνώριση επιβαρυμένων σημείων ως προς πλήθος αυτών, στην ανίχνευση χωρικών σημείων που δεν υπάρχει κίνηση των υποκειμένων κ.λπ.

Τέτοια προβλήματα μπορούμε να συναντήσουμε σε αρκετούς κλάδους της καθημερινότητας, όπως την γεωργία, την κτηνοτροφία, το κυκλοφοριακό καθώς και την διαμόρφωση του μαρκετινγκ. Στην γεωργία παρουσιάζεται το πρόβλημα της ορθής και αποτελεσματικής συγκομιδής και καλλιέργειας των γεωτεμαχίων. Στην κτηνοτροφία η αποτελεσματικός διαμοιρασμός των κοπαδιών αποτελεί μείζον πρόβλημα κατά την βοσκή. Η ορθή εκμετάλλευση του οδικού άξονα αποτελεί πρόβλημα των τελευταίων χρόνων. Καθώς και το πρόβλημα του ορθού διαμοιρασμού των εμπορευμάτων ενός εμπορικού κέντρου βάση της τάσης κίνησης του ανθρώπινου πλήθους.

Επίσης οι σκηνές που λαμβάνονται από ένα μέσω αναπαραγωγής εικόνας είναι συνήθως με χαμηλή ανάλυση. Οι περισσότερες από τις σκηνές που καταγράφονται από μια στατική κάμερα είναι με πολύ χαμηλή αντίθεση χρωμάτων. Τα περισσότερα υπάρχοντα συστήματα ψηφιακής παρακολούθησης και επισήμανσης υποκειμένων σε μέσα αναπαραγωγής εικόνας βασίζονται σε ανθρώπινους παρατηρητές σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, οποιοσδήποτε παρατηρητής έχει φυσικούς περιορισμούς στην ικανότητα του να παρακολουθεί ταυτόχρονα συμβάντα σε μια σκηνή ενός βίντεου. Ως εκ τούτου, η ανάλυση παρουσίας συγκεκριμένου υποκειμένου στην αυτοματοποιημένη παρακολούθηση βίντεο έχει γίνει ένα από τα πιο ενεργά και ελκυστικά ερευνητικά θέματα στον τομέα της όρασης υπολογιστή και της αναγνώρισης προτύπων μέσω μηχανικής μάθησης.

Γι'αυτό τον λόγο γίνεται όλο και πιο αναγκαίο ένα έξυπνο σύστημα ανίχνευσης, μοναδικοποίησης και καταγραφής κίνησης παρουσίας υποκειμένου.

### 1.3 Σκοπός

Στην εργασία αυτή, αρχικά, γίνεται μια ανάλυση των εννοιών της μηχανικής μάθησης και της ανάγκης των επιχειρήσεων να εστιάσουν στις νέες τεχνολογίες και στις εφαρμογές ανίχνευσης αντικειμένων και ανάλυσης της συμπεριφοράς τους εντός του χώρου. Αυτό επισημαίνει τη σημασία της ενσωμάτωσης της μηχανικής μάθησης και των νέων τεχνολογιών στον τομέα των επιχειρήσεων, προσφέροντας τη δυνατότητα ανάλυσης και εκμετάλλευσης των δεδομένων για τη λήψη αποφάσεων και την ανάπτυξη στρατηγικών.

Στη συνέχεια, περιγράφονται και αναλύονται παραδείγματα υπάρχοντων συστημάτων ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων. Αναλύονται τα χαρακτηριστικά και οι διεργασίες που απαιτούνται προκειμένου αυτά τα συστήματα να λειτουργήσουν αποδοτικά, και παρουσιάζονται σύγκριτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Αυτή η ανάλυση βοηθά στην κατανόηση της λειτουργίας και των πιθανών περιορισμών των υπάρχοντων συστημάτων, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την ανάπτυξη νέων και βελτιωμένων συστημάτων ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων.

Έχοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός νέου συστήματος ανίχνευσης και αποτύπωσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων, καθώς και ο τρόπος αποτύπωσης της στατιστικής ανάλυσης των συλλεχθέντων δεδομένων. Αυτό αποτελεί ένα παράδειγμα πρακτικής εφαρμογής της τεχνολογίας ανίχνευσης αντικειμένων και ανάλυσης



συμπεριφοράς, και παρέχει λεπτομέρειες για τη διαδικασία ανάπτυξης και τη χρήση των στατιστικών δεδομένων για την ανάλυση και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Κατόπιν, παρουσιάζεται και αναλύεται ένα παράδειγμα επιχειρηματικού πλάνου και στρατηγικής ανάλυσης κινδύνου. Αυτό αναδεικνύει τη σημασία της προετοιμασίας και του σχεδιασμού προκειμένου να αναπτυχθεί και να επιτύχει μια επιχείρηση. Το επιχειρηματικό πλάνο περιγράφει τους στόχους, τη δομή και την προβλεπόμενη λειτουργία της επιχείρησης, ενώ η στρατηγική ανάλυση κινδύνου αναγνωρίζει και αξιολογεί τους πιθανούς κινδύνους και τις στρατηγικές για την αντιμετώπισή τους.

Τέλος, γίνεται μια έρευνα για τα πιθανά θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα που μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή της λύσης που προτείνεται, καθώς και τα οφέλη που μπορούμε να πετύχουμε ή τα πιθανά προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν.

Στην εργασία αυτή αφού αναλύονται οι έννοιες της μηχανικής μάθησης και η ανάγκη των επιχειρήσεων να κατευθυνθούν προς τις νέες τεχνολογίες και στις εφαρμογές ανίχνευσης αντικειμένων και ανάλυσης της συμπεριφοράς αυτών μέσα στον χώρο, καταγράφονται και περιγράφονται παραδείγματα υπάρχοντων συστημάτων ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων. Αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά τους και οι διεργασίες που απαιτούνται προκειμένου να τεθούν σε αποδοτική λειτουργία καθώς και περιγράφονται σύγκριτα μεταξύ τους, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους. Έπειτα περιγράφεται η ανάπτυξη ενός καινούργιου συστήματος ανίχνευσης και αποτύπωσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων, και ο τρόπος αποτύπωσης της στατιστικής ανάλυσης των συλλεχθέντων δεδομένων. Τέλος, παρουσιάζεται και αναλύεται παράδειγμα επιχειρηματικού πλάνου και στρατηγικής ανάλυσης κινδύνου που αποτελούν δύο σημαντικά εργαλεία για την ανάπτυξη και την επιτυχία μιας επιχείρησης.

Τέλος γίνεται μια έρευνα για τα πιθανά θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα που μπορούν να προκύψουν από την εφαρμογή της λύσης που προτείνεται, καθώς και τα οφέλη που μπορούμε να πετύχουμε ή τα πιθανά προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν.

Συνολικά, η ενότητα αυτή παρέχει μια εκτενή επισκόπηση των κύριων στοιχείων της εργασίας που αποτελούν και τον αντικειμενικό σκοπό της εργασίας αυτής, απαντώντας στο ερώτημα αν τελικά η ανάπτυξη ή εκμετάλλευση ενός συστήματος ανίχνευσης και αποτύπωσης της συμπεριφοράς αντικειμένων αποτελεί κερδοφόρα επιχειρηματική λύση. Αυτή η ανάλυση αποτελεί το πλαίσιο για την περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη στον συγκεκριμένο τομέα.

#### **1.4 Αντικειμενικοί στόχοι**

Οι Αντικειμενικοί στόχοι της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει και να αναλύσει εις βάθος την ανάγκη καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υλοποίησης ενός συστήματος ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων σε ορισμένο χώρο. Επίσης ένας από τους στόχους της παρούσας εργασίας είναι η ενημέρωση του αναγνώστη για τις δυνατότητες της μηχανικής μάθησης σε συνδυασμό με την μηχανική όραση και τα πλεονεκτήματα – οφέλη που θα απολάβει από την υλοποίηση και ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος.

Σαν κύριος στόχος όμως της εργασίας αυτής, πέρα από την ενημέρωση, είναι να αναλύσει υπάρχοντα συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων σε προκαθορισμένο χώρο και μετά από την συλλογή και ταξινόμηση των δεδομένων να γίνει ερμηνεία αυτών με σκοπό τον σχεδιασμό ενός νέου συστήματος. Το νέο αυτό σύστημα να προταθεί σαν μια νέα λύση με περισσότερα πλεονεκτήματα και λύσεις σε σχέση με τα υπάρχοντα συστήματα με σκοπό την παρουσίαση μιας λύσης για την ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων σε ορισμένο χώρο πέρα από τις υπάρχουσες εφαρμογές και συστήματα.

Στην συνέχεια μετά την φάση της ανάλυσης και του σχεδιασμού γίνεται υλοποίηση του συστήματος και λεπτομερής παρουσίαση και αξιολόγηση αυτού προκειμένου να συγκριθεί με τα

προηγούμενα συστήματα που αναλύθηκαν στην εργασία αυτή, και να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα. οφέλη ή μειονεκτήματα από την υλοποίηση αυτή.

Περιγραφικά οι στόχοι είναι:

- Έρευνα της ανάγκης υλοποίησης ενός ανιχνευτή και ανάλυση συμπεριφοράς αντικειμένων.
- Ενημέρωση του αναγνώστη για τις δυνατότητες της μηχανικής μάθησης σε συνδυασμό με την μηχανική όραση.
- Ανάλυση υπαρχόντων συστημάτων αναγνώρισης αντικειμένων και ανάλυση συμπεριφοράς αυτών.
- Καταγραφή πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων κάθε ενός από τα υπάρχοντα συστήματα.
- Σχεδιασμός ενός νέου συστήματος αναγνώρισης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων σε ορισμένο χώρο μέσω μηχανικής μάθησης.
- Ανάλυση και αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος που σχεδιάστηκε.
- Καταγραφή πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του προτεινόμενου συστήματος.
- Σχεδιασμός και ανάλυση επιχειρηματικού πλάνου.
- Περιγραφή στρατηγικής ανάλυσης κινδύνου.
- Αναφορά συμπερασμάτων και πιθανών μελλοντικών πεδίων έρευνας.

## 1.5 Δομή εργασίας

Στη παρούσα εργασία στο 1ο κεφάλαιο στη παράγραφο 1.1 γίνεται μια εισαγωγή των θεμάτων που αφορούν την εργασία αυτή, ενώ στη παράγραφο 1.2 γίνεται μια πρώτη ανάλυση του προβλήματος που θα αναλυθεί στην εργασία αυτή. Στην συνέχεια στη παράγραφο 1.3 παρουσιάζονται ο σκοπός για τον οποίο γίνεται η μελέτη αυτή καθώς και στη 1.4 παραβάλλονται οι αντικειμενικοί στόχοι που επιδιώκουμε να επιτύχουμε που αφορούν την έρευνα, ανάπτυξη και βελτίωση υπαρχόντων λύσεων στα συστήματα που προϋπάρχουν για την πραγματοποίηση online αγορών. Στην τελευταία παράγραφο του 1ου κεφαλαίου γίνεται ανάλυση της δομής της παρούσας εργασίας.

Στη συνέχεια στο 2ο κεφάλαιο, αρχικά πραγματοποιούμε μια καταγραφή των εννοιών και ορισμών που αναφέρονται εντός της παρούσας εργασίας στη παράγραφο 2.1 που αποσκοπεί στην εξήγηση και καθορισμό των βασικών ορισμών και όρων που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της έρευνας. Περιλαμβάνει την αποσαφήνιση των εννοιών που θα αναφερθούν και τη δημιουργία ενός κοινού γλωσσικού πλαισίου για την εργασία. Κατόπιν στη 2.2 παράγραφο γίνεται μια εισαγωγή στη μηχανική μάθηση και στις υπολογιστικές μηχανές, καθώς και στη σχέση τους με τη νοημοσύνη. Περιγράφονται οι βασικές έννοιες και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στο πεδίο αυτό. Έπειτα αναλύεται η φιλοσοφία και οι βασικές έννοιες της μηχανικής μάθησης, καθώς και οι διάφορες μέθοδοι και προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την εκμάθηση από δεδομένα στην υποπαράγραφο 2.2.1, καθώς και παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι μάθησης που εφαρμόζονται στη μηχανική μάθηση καθώς και οι αντίστοιχες εργασίες που αναλαμβάνει ένα σύστημα μηχανικής μάθησης στην υποπαράγραφο 2.2.2. Στη παράγραφο 2.3 αναλύονται διάφορες προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων. Περιλαμβάνονται η εκμάθηση με δέντρο απόφασης, η εκμάθηση με κανόνες συσχέτισης, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, η βαθιά μάθηση/Deep Learning και οι διαφορές τους. Στην υποπαράγραφο 2.3.1 εξηγείται η μέθοδος εκμάθησης με δέντρο απόφασης, η οποία βασίζεται στη δημιουργία ενός δέντρου αποφάσεων για την ταξινόμηση ή την πρόβλεψη αποτελεσμάτων. Παρουσιάζεται η μέθοδος εκμάθησης με κανόνες συσχέτισης, η οποία βασίζεται στην εξαγωγή κανόνων από τα δεδομένα και τη χρήση τους για την πρόβλεψη και την λήψη αποφάσεων, στην υποπαράγραφο 2.3.2. Αναλύεται η μέθοδος των τεχνητών νευρωνικών δικτύων, που προσπαθεί να μοντελοποιήσει τον τρόπο που λειτουργεί το ανθρώπινο νευρικό σύστημα για την επίλυση προβλημάτων στην υποπαράγραφο 2.3.3. Στην υποπαράγραφο 2.3.4 περιγράφεται η έννοια

της βαθιάς μάθησης ή Deep Learning, που χρησιμοποιεί πολυεπίπεδα νευρωνικά δίκτυα για την εξαγωγή υψηλού επιπέδου χαρακτηριστικών και την επίλυση σύνθετων προβλημάτων καθώς και στην υποπαράγραφο 2.3.5 αναλύεται η διαφορά μεταξύ της βαθιάς μάθησης και των παραδοσιακών νευρωνικών δικτύων, προσδίδοντας έτσι μια κατανόηση των πλεονεκτημάτων και των δυνατοτήτων που προσφέρει η βαθιά μάθηση.

Στο 3ο κεφάλαιο καλύπτεται ένα ευρύ φάσμα θεμάτων σχετικά με τη μηχανική μάθηση, την ανάλυση συμπεριφοράς αντικειμένων και την ανάλυση του ανταγωνισμού σε συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων. Στη παράγραφο 3.1 εξηγούνται και παρουσιάζονται οι πιο βασικοί αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στη μηχανική μάθηση, όπως ο K-κοντινότερων γειτόνων (K-Nearest Neighbors - KNN), τα δέντρα ταξινόμησης/απόφασης, η γραμμική παλινδρόμηση, η ομαδοποίηση, η λογιστική παλινδρόμηση, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και ο αλγόριθμος μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης (Support Vector Machines - SVM). Κατόπιν στη παράγραφο 3.2 παρουσιάζονται συστήματα που ασχολούνται με την ανίχνευση και την ανάλυση της συμπεριφοράς αντικειμένων. Εξετάζονται οι αρχές και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα συστήματα. Στη παράγραφο 3.3 αναλύεται η βιβλιοθήκη Tensorflow.js, η οποία είναι ένα πλαίσιο μηχανικής μάθησης που εκτελείται στον πελάτη, στον περιηγητή ή σε κινητές συσκευές. Εξηγούνται οι δυνατότητές της και παρουσιάζονται παραδείγματα χρήσης του Tensorflow.js στο προτεινόμενο σύστημα. Αναλύεται η συλλογή δεδομένων Microsoft COCO, που περιέχει ετικετοποιημένες εικόνες που περιγράφουν προκαθορισμένα αντικείμενα σε πολλές κατηγορίες. Εξετάζεται η χρήση της βάσης δεδομένων Microsoft COCO στο προτεινόμενο σύστημα στη παράγραφο 3.4. Και τέλος στη παράγραφο 3.5 Αναφέρονται και αναλύονται διάφορα συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων. Παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά, οι δυνατότητες και οι περιορισμοί τους. Συγκεκριμένα, αναλύονται το σύστημα FarmView της MAPMAN.LTD., το σύστημα MicroSearch® της Ensco, το Σύστημα Ανίχνευσης Ανθρώπινης Παρουσίας της LeewayHertz και το σύστημα κινηματικής ανίχνευσης επιλεγμένων αντικειμένων της Wondershare.

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μια συνοπτική ανάλυση και παρουσίαση των κύριων εννοιών που θα αναπτυχθούν σε στη παρούσα εργασία σχετικά με τη μηχανική μάθηση, την ανάλυση συμπεριφοράς αντικειμένων και τον ανταγωνισμό σε συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων. Κάθε έννοια περιγράφεται συνοπτικά, αλλά παρέχεται αρκετή πληροφορία για την κατανόηση των θεμάτων που καλύπτονται.

Στο 4ο κεφάλαιο, παρουσιάζεται λεπτομερώς το προτεινόμενο σύστημα ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων. Αρχικά, στη παράγραφο 4.1 περιγράφονται όλες οι ενότητες του αλγορίθμου που εμπεριέχουν τις απαραίτητες διαδικασίες πρόβλεψης προκαθορισμένων αντικειμένων. Στην υποπαράγραφο 4.1.1 αναλύεται η φύση των εισόδων που απαιτούνται για την εκτέλεση του αλγορίθμου πρόβλεψης προκαθορισμένων αντικειμένων. Αναφέρονται τα δεδομένα που απαιτούνται και πώς πρέπει να προετοιμαστούν για την επεξεργασία. Στην υποπαράγραφο 4.1.2 περιγράφονται οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν για τον έλεγχο και την αξιολόγηση των πηγών εισόδου. Περιλαμβάνονται οι διαδικασίες ελέγχου ποιότητας των δεδομένων και ο έλεγχος για πιθανές παραμέτρους παραποίησης της πηγής. Έπειτα, εξηγούνται οι διαδικασίες που ακολουθούνται για την αναπαραγωγή της πηγής εισόδου, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών προεπεξεργασίας και επεξεργασίας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται από τον αλγόριθμο στην υποπαράγραφο 4.1.3. Αναλύεται ο τρόπος υπολογισμού των αποτελεσμάτων της πρόβλεψης προκαθορισμένων αντικειμένων. Εξηγούνται οι αλγόριθμοι και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία του υπολογισμού στην υποπαράγραφο 4.1.4. Τέλος, στην υποπαράγραφο 4.1.5 περιγράφεται η διαδικασία αποθήκευσης των αποτελεσμάτων της πρόβλεψης προκαθορισμένων αντικειμένων. Αναφέρονται οι μέθοδοι αποθήκευσης, οι μορφές αρχείων και οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Έτσι εξασφαλίζεται μια

ολοκληρωμένη παρουσίαση της διαδικασίας που ακολουθεί το προτεινόμενο σύστημα ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων, καλύπτοντας τα στάδια από την προετοιμασία των δεδομένων μέχρι την αποθήκευση των αποτελεσμάτων.

Στο 5ο κεφάλαιο, περιλαμβάνονται οι παράγραφοι που περιγράφουν τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Αρχικά στη παράγραφο 5.1 εξετάζονται διάφορες μεθοδολογίες έρευνας που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς και αναλύονται οι προσεγγίσεις και οι τεχνικές που συνδέονται με κάθε μεθοδολογία. Έπειτα, στη παράγραφο 5.2 παρουσιάζεται η συγκεκριμένη μεθοδολογία που επιλέχθηκε για την εκτέλεση της έρευνας. Αναλύονται οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή αυτής της μεθοδολογίας και περιγράφονται οι βασικές αρχές και τα βήματα που ακολουθήθηκαν. Κατόπιν, περιγράφεται η διεξαγωγή της έρευνας δράσης, η οποία αποτελεί μια μεθοδολογία που συνδυάζει την έρευνα με τη δράση για την επίλυση πρακτικών προβλημάτων στη παράγραφο 5.3. Επιμέρους, στη υποπαράγραφο 5.3.1 εξηγούνται οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την αναγνώριση και καθορισμό του προβλήματος που θα αντιμετωπιστεί με την έρευνα. Στη υποπαράγραφο 5.3.2 περιγράφεται η διαδικασία συλλογής των απαραίτητων δεδομένων για την εκτέλεση της έρευνας. Αναφέρονται οι πηγές των δεδομένων και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν. Επιπροσθέτως, αναλύονται οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την ερμηνεία και ανάλυση των συλλεγμένων δεδομένων στη παράγραφο 5.3.3. Περιγράφονται οι μέθοδοι και οι εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων. Παρουσιάζεται η διαδικασία υλοποίησης των δράσεων και των αλλαγών, στη υποπαράγραφο 5.3.4, που προέκυψαν από την έρευνα, βασιζόμενες σε αποδείξεις και δεδομένα και εξηγείται πώς οι αποτελέσματα της έρευνας οδήγησαν σε πρακτικές ενέργειες και βελτιώσεις. Και στο τέλος στη υποπαράγραφο αξιολογείται η απόδοση και η αποτελεσματικότητα των δράσεων που πραγματοποιήθηκαν βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας. Παρουσιάζονται οι συμπεράσματα που προέκυψαν και γίνεται αναστοχασμός σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε και τυχόν περαιτέρω βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν.

Στο 6ο κεφάλαιο παρουσιάζεται το επιχειρηματικό πλάνο και η εκτίμηση επιχειρηματικού κινδύνου. Πιο συγκεκριμένα στη παράγραφο 6.1 αναλύονται τα οφέλη και τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος. Αναφέρονται πιθανές βελτιώσεις στην απόδοση και την αποτελεσματικότητα των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων. Έπειτα στη παράγραφο 6.2 εξετάζονται πιθανά προβλήματα, αδυναμίες ή αστοχίες που μπορεί να αντιμετωπιστούν κατά την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος. Παρουσιάζονται πιθανές λύσεις και προσεγγίσεις για την αντιμετώπισή τους. Περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης της αγοράς και της συμπεριφοράς των καταναλωτών στη παράγραφο 6.3 και αναφέρονται η προσφορά πληροφοριών μέσω υλικοτεχνικών μέσων, η βιομηχανική αποτύπωση και η αποτύπωση εφαρμογών στην παγκόσμια αγορά. Στη παράγραφο 6.4 παρουσιάζεται το επιχειρηματικό πλάνο που ακολουθείται για την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος. Αναλύονται οι στρατηγικές, οι πόροι και οι δράσεις που απαιτούνται για την επίτευξη των επιχειρηματικών στόχων. Και τέλος, στη παράγραφο 6.5 πραγματοποιείται αξιολόγηση του επιχειρηματικού κινδύνου που σχετίζεται με την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος. Εξετάζονται οι πιθανοί κίνδυνοι και παρουσιάζονται προτάσεις για την αντιμετώπισή τους και τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων.

Στο 7ο κεφάλαιο της έκθεσής μας, παρουσιάζονται εκτενώς τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη συνολική έρευνά μας, αναλύονται λεπτομερώς η προτεινόμενη λύση συστήματος που αναπτύχθηκε και παρουσιάζεται εκτενέστερα το προτεινόμενο επιχειρηματικό πλάνο που συνοδεύει αυτήν τη λύση.

Τέλος, στο 8ο κεφάλαιο της έκθεσής μας, αναλύσαμε τις πιθανότητες για μελλοντική έρευνα σε σχέση με το θέμα που διερευνήσαμε. Εξετάσαμε πιθανές προοπτικές για επιπλέον μελέτες και αναφέραμε πιθανά ανοιχτά ερωτήματα που μπορούν να εξεταστούν στο μέλλον. Παρουσιάσαμε επίσης πιθανές κατευθύνσεις για την επέκταση της έρευνας, πιθανά πεδία εφαρμογής ή πιθανά βήματα για την περαιτέρω ανάπτυξη του θέματος.

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Έννοιες και ορισμοί

Η ενότητα αυτή αποτελεί μια βασική εισαγωγή στο θέμα, παρέχοντας τις βασικές έννοιες και τους ορισμούς που απαιτούνται για την κατανόηση του. Αυτή η ενότητα περιλαμβάνει σύντομες περιγραφές και ορισμούς κεντρικών όρων, έννοιες και θεμελιώδεις αρχές που θα αναπτυχθούν περαιτέρω στη συνέχεια. Αποσκοπεί στη δημιουργία ενός κοινού γλωσσικού και γνωστικού πλαισίου για την περαιτέρω μελέτη και συζήτηση του θέματος.

### 2.1 Ορισμοί και όροι

#### Ανίχνευση αντικειμένων

Η ανίχνευση αντικειμένων είναι μια διεργασία της μηχανικής όρασης που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση περιπτώσεων οπτικών αντικειμένων βάση κατηγοριοποίησης σε ψηφιακές εικόνες όπως φωτογραφίες ή καρτέ βίντεο. Ο στόχος της ανίχνευσης αντικειμένων είναι η ανάπτυξη υπολογιστικών μοντέλων που παρέχουν τις πιο θεμελιώδεις πληροφορίες που χρειάζονται οι εφαρμογές υπολογιστικής όρασης. [1]

#### Μηχανική Όραση (Machine Vision)

Η μηχανική όραση είναι ένας τομέας της τεχνητής νοημοσύνης που ασχολείται με την ανάπτυξη αλγορίθμων και τεχνικών για την ανάλυση και την επεξεργασία εικόνων και βίντεο. Σκοπός της μηχανικής όρασης είναι να δώσει στους υπολογιστές τη δυνατότητα να "βλέπουν" τον κόσμο όπως τον βλέπουν οι άνθρωποι και να αντιλαμβάνονται τα αντικείμενα και τα περιβάλλοντα που τους περιβάλλουν.

Στη μηχανική όραση, χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως η ανίχνευση αντικειμένων, η ταξινόμηση εικόνων, η αναγνώριση προσώπων, η αναγνώριση σχημάτων και η ανίχνευση κίνησης. Αυτές οι τεχνικές εφαρμόζονται σε πολλούς τομείς, όπως η βιομηχανία, η ιατρική, οι τηλεπικοινωνίες, η αυτοκινητοβιομηχανία και η ασφάλεια. [2]

#### Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

Η διαδικασία κατά την οποία μια υπολογιστική μηχανή χρησιμοποιεί δεδομένα και αλγορίθμους έτσι ώστε να μιμηθεί την δυνατότητα μάθησης του ανθρώπου και βελτιώνοντας την απόδοσή του, ορίζεται ως μηχανική μάθηση. Η μηχανική μάθηση είναι ένας κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και της επιστήμης των υπολογιστών. [3]

#### Τεχνητά νευρωνικά Δίκτυα

Στην τεχνολογία της πληροφορίας (IT), ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (ANN) είναι ένα σύστημα υλικού ή/και λογισμικού που έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με τη λειτουργία των νευρώνων στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Τα ANN ή αλλιώς νευρωνικά δίκτυα, είναι μια ποικιλία τεχνολογιών βαθιάς μάθησης, η οποία εμπίπτει στην ομπρέλα της τεχνητής νοημοσύνης ή AI. [4]

#### Framework NodeJS

Το Node.js είναι μια ανοιχτού κώδικα πλατφόρμα που χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη server-side εφαρμογών. Βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού JavaScript και χρησιμοποιεί τη μηχανή των προγραμμάτων περιήγησης όπως Chrome για την εκτέλεση πηγαίου κώδικα. Με το Node.js, οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν επεκτάσιμες εφαρμογές δικτύου με υψηλή απόδοση και μεγάλη κλιμακωσιμότητα. Το Node.js επίσης παρέχει μια σειρά από εργαλεία και βιβλιοθήκες που διευκολύνουν την ανάπτυξη εφαρμογών στον server-side, όπως το Express.js, το Socket.io και το MongoDB. [5]

#### Βάση δεδομένων

Η βάση δεδομένων είναι ένα σύνολο δεδομένων που έχουν οργανωθεί και αποθηκευτεί σε μια δομή, ώστε να μπορούν να ανακτηθούν και να χρησιμοποιηθούν από εφαρμογές λογισμικού. Η βάση δεδομένων περιέχει πληροφορίες σε μορφή πινάκων, σχέσεων ή

αλληλουχιών δεδομένων, που μπορούν να αναζητηθούν, να επεξεργαστούν και να ανανεωθούν από το λογισμικό. Οι βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς, όπως στην επιχειρηματική διαχείριση, τον ιστό, την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων και άλλους. Κάποια παραδείγματα βάσεων δεδομένων είναι η MySQL, η PostgreSQL, η Oracle και η MongoDB. [4]

### **Επιχειρηματικό πλάνο**

Το επιχειρηματικό πλάνο είναι ένα έγγραφο που περιγράφει το σχέδιο ενός επιχειρηματικού σχεδίου και περιλαμβάνει τα κύρια στοιχεία της επιχείρησης, όπως οι στόχοι, οι προϊόντα ή οι υπηρεσίες, η αγορά, η ανάλυση του ανταγωνισμού, οι στρατηγικές πωλήσεων και μάρκετινγκ, οι οικονομικές προβλέψεις και η διοίκηση της επιχείρησης. Συνήθως χρησιμοποιείται για να πείσει τους επενδυτές ή τους δανειστές για την αποτελεσματικότητα του επιχειρηματικού σχεδίου και την ανάγκη χρηματοδότησης της επιχείρησης. Είναι συνήθως ένα καίριο εργαλείο για τη διαχείριση και τον προγραμματισμό της επιχείρησης και μπορεί να αναθεωρηθεί και να ενημερωθεί στη διάρκεια της ζωής της επιχείρησης. [6]

## **2.2 Μηχανική μάθηση, Υπολογιστικές μηχανές και Νοημοσύνη**

Μια από τις θεμελιώδεις ιδιότητες της νοήμονος συμπεριφοράς του ανθρώπου είναι η μάθηση. Διαδικασία κατά την οποία το υποκείμενο αποκτά γνώσεις, δεξιότητες, συμπεριφορές και αξίες μέσα από την παρατήρηση του περιβάλλοντος, την σύγκριση και με την εφαρμογή γνωστικών διαδικασιών. Παρόλο που ο όρος μάθηση υποδηλώνει τη μαθησιακή διαδικασία, ωστόσο συχνά προσδιορίζει και το αποτέλεσμα αυτής.<sup>3</sup>

### **2.2.1 Εισαγωγή στη μηχανική μάθηση**

Η μηχανική μάθηση είναι ένα σημαντικό εργαλείο του αναπτυσσόμενου τομέα της επιστήμης δεδομένων. Μέσω της χρήσης μεθόδων στατιστικής, οι αλγόριθμοι εκπαιδεύονται να κάνουν ταξινομήσεις ή προβλέψεις, αποκαλύπτοντας βασικές ικανότητες και δυνατότητες στα έργα που αφορούν εξόρυξη δεδομένων.<sup>1</sup>

Μολαταύτα, είναι γεγονός ότι οι δύο έννοιες, μηχανική και βαθιά μάθηση, είναι συνυφασμένες και μάλιστα σε βαθμό που η δεύτερη θεωρείται υποκατηγορία της πρώτης. Ας προχωρήσουμε όμως σε ένα ορισμό του σχετικού προβλήματος και σε ένα γενικό προσδιορισμό των σχετικών εννοιών.

Παρόλο που το πρόβλημα που παρουσιάζεται φαντάζει αρχικά περίπλοκο, στην πραγματικότητα είναι απλό. Τίθεται το ερώτημα, πώς μπορούμε να διακρίνουμε μεταξύ δύο αντικειμένων, δύο οπτικών ερεθισμάτων τα οποία διαφέρουν κατά τρόπους οι οποίοι δεν είναι σαφείς ούτε επιδέχονται εύκολα συστηματικοποίηση. Στον ψηφιακό κόσμο, όπως γνωρίζουμε, κυριαρχούν οι υλοποιημένοι αλγόριθμοι για την επίλυση τέτοιων προβλημάτων με περιορισμό όμως σε μονοσήμαντων και ακριβώς καθορισμένων διαδικασιών, συνόλων βημάτων. Όμως τι συμβαίνει, όταν, για παράδειγμα, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής πρέπει να ξεχωρίσει μεταξύ ψηφίων γραμμένων με το χέρι; Σε ποιο ψηφίο, για παράδειγμα, αντιστοιχίζεται η παρακάτω γραμμή; Για την αντιμετώπιση τέτοιου τύπου ερωτημάτων επιστρατεύτηκε η λεγόμενη «μηχανική μάθηση», ένας κλάδος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πραγματικότητα, ο οποίος εμφανίστηκε γύρω στις επτά δεκαετίες πίσω (1950).

Κάποιοι από τους σημαντικότερους ορισμούς που έχουν δοθεί για την μηχανική μάθηση είναι οι παρακάτω:

- Arthur Samuel(1959): «Πεδίο μελέτης που δίνει στους υπολογιστές την ικανότητα να μαθαίνουν, χωρίς να έχουν ρητά προγραμματιστεί.»
- Carbonell (1987), «... η μελέτη υπολογιστικών μεθόδων για την απόκτηση νέας γνώσης, νέων δεξιοτήτων και νέων τρόπων οργάνωσης της υπάρχουσας γνώσης.»

- Tom M.Mitchell(1997): «Ένα πρόγραμμα υπολογιστή λέμε ότι μαθαίνει από την εμπειρία E ως προς κάποια κλάση εργασιών T και μέτρο απόδοσης P, αν η απόδοσή του σε εργασίες από το T, όπως μετρείται από το P, βελτιώνεται μέσω της εμπειρίας E.»
- Witten & Frank (2000), «Κάτι μαθαίνει όταν αλλάζει η συμπεριφορά του κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποδίδει καλύτερα στο μέλλον.»

Η μηχανική μάθηση είναι ένα πανίσχυρο εργαλείο όπου τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται και εξελίσσεται σε όλους τους τομείς. Η συνεχόμενη συλλογή πληθώρας δεδομένων αποτελεί εναρκτήριο δυναμη προς την εξέλιξη αυτή. [7]

### 2.2.2 Τύποι Μάθησης και εργασιών

Οι εργασίες μηχανικής μάθησης συνήθως ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τη φύση του εκπαιδευτικού «σήματος» ή την «ανατροφοδότηση» που είναι διαθέσιμα σε ένα σύστημα εκμάθησης. Αυτές είναι:

- **Επιτηρούμενη μάθηση** (αλλιώς επιβλεπόμενη μάθηση ή μάθηση με επίβλεψη) (supervised learning): Το υπολογιστικό πρόγραμμα δέχεται τις παραδειγματικές εισόδους καθώς και τα επιθυμητά αποτελέσματα από έναν «δάσκαλο», και ο στόχος είναι να μάθει έναν γενικό κανόνα προκειμένου να αντιστοιχίσει τις εισόδους με τα αποτελέσματα.
- **Μη επιτηρούμενη μάθηση** (αλλιώς επίβλεπτη μάθηση ή μάθηση χωρίς επίβλεψη) (unsupervised learning): Χωρίς να παρέχεται κάποια εμπειρία στον αλγόριθμο μάθησης, πρέπει να βρει την δομή των δεδομένων εισόδου. Η Μη Επιτηρούμενη μάθηση μπορεί να είναι αυτοσκοπός (ανακαλύπτοντας κρυμμένα μοτίβα σε δεδομένα) ή μέσο για ένα τέλος (χαρακτηριστικό της μάθησης).
- **Ενισχυτική μάθηση**: Ένα πρόγραμμα υπολογιστή αλληλεπιδρά με ένα δυναμικό περιβάλλον στο οποίο πρέπει να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος στόχος (όπως η οδήγηση ενός οχήματος), χωρίς κάποιος δάσκαλος να του λέει ρητά αν έχει φτάσει κοντά στο στόχο του. Ένα άλλο παράδειγμα είναι να μάθει να παίζει ένα παιχνίδι εναντίον κάποιου αντιπάλου.
- Μεταξύ της επιτηρούμενης και της μη επιτηρούμενης μάθησης είναι ημι-επιτηρούμενη μάθηση, όπου ο δάσκαλος δίνει ένα ελλιπές εκπαιδευτικό σήμα: ένα σύνολο εκπαίδευσης με κάποια (συχνά πολλά) από τα αποτελέσματα στόχους να λείπουν. Η Μεταγωγή είναι μια ειδική περίπτωση της αρχής αυτής, όπου το σύνολο των καταστάσεων του προβλήματος είναι γνωστό κατά το χρόνο εκμάθησης, όμως ένα μέρος των στόχων λείπουν.
- Μεταξύ άλλων κατηγοριών μηχανικής μάθησης, υπάρχει ακόμα η διαδικασία εκμάθησης (meta learning) που μαθαίνει στην μηχανή (να αναπτύσσει) τις δικές της επαγωγικές μεθόδους, βασιζόμενο στην προηγούμενη εμπειρία.
- Η **Αναπτυξιακή μάθηση** (Developmental robotics), η οποία έχει αναπτυχθεί για την εκμάθηση από ρομπότ, δημιουργεί τη δική της ακολουθία μαθησιακών καταστάσεων, ώστε το ρομπότ συσσωρευτικά αποκτά ποικιλία δεξιοτήτων μέσω της αυτόνομης αυτοεξερεύνησης και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης με ανθρώπους εκπαιδευτές και χρησιμοποιώντας μηχανισμούς καθοδήγησης, όπως η ενεργητική μάθηση, η ωρίμανση και η μίμηση. [8]

### 2.3 Προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης

Οι προσεγγίσεις της μηχανικής μάθησης αναπτύχθηκαν με σκοπό να επιτρέψουν στους υπολογιστές να αποκτήσουν την ικανότητα να μάθουν από δεδομένα και εμπειρίες, παρόμοια με τον τρόπο που οι άνθρωποι αποκτούν γνώση. Αυτό το πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης έχει εξελιχθεί με αναπάντεχους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, αξιοποιώντας την ισχύ των υπολογιστών και τη διαθεσιμότητα μεγάλου όγκου δεδομένων. Οι προσεγγίσεις μηχανικής

μάθησης περιλαμβάνουν αλγόριθμους και τεχνικές που επιτρέπουν στα συστήματα να αναγνωρίζουν μοτίβα, να παράγουν προβλέψεις και να λαμβάνουν αυτόνομες αποφάσεις, βασιζόμενα στα δεδομένα που τους παρέχονται. Μέσω της μηχανικής μάθησης, οι υπολογιστικές συστάδες μπορούν να αντλήσουν γνώση και να επιλύσουν προβλήματα που παρουσιάζουν μεγάλη πολυπλοκότητα, ανοίγοντας νέους ορίζοντες σε πολλούς τομείς όπως η ιατρική, η ρομποτική, η αυτοκινητοβιομηχανία, η χρηματοοικονομική και η επικοινωνία. [7]

Μερικές από τις κύριες προσεγγίσεις της μηχανικής μάθησης περιλαμβάνουν:

- **Δέντρα Απόφασης:** Τα δέντρα απόφασης αντιπροσωπεύουν τη γνώση σε μορφή ιεραρχικών δομών αποφάσεων. Αυτά τα δέντρα αναλύουν τα δεδομένα εισόδου και λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες σε σειρά κανόνων. [9]
- **Εκμάθηση μέσω κανόνων συσχέτισης:** Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί κανόνες συσχέτισης για να εξάγει γνώση από τα δεδομένα. Οι κανόνες συσχέτισης αναγνωρίζουν συνήθεις πρότυπα και σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών των δεδομένων. [9]
- **Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα:** Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι εμπνευσμένα από τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου. Αυτά τα δίκτυα αποτελούνται από διάφορα επίπεδα νευρώνων και μπορούν να αναγνωρίσουν μοτίβα και να παράγουν αποτελέσματα μεγάλης πολυπλοκότητας. [9]
- **Βαθιά Μάθηση:** Η βαθιά μάθηση αναφέρεται σε τεχνικές που χρησιμοποιούν νευρωνικά δίκτυα με πολλά επίπεδα (γνωστά και ως συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα) για να εξάγουν αναπαραστάσεις και να παράγουν προβλέψεις από τα δεδομένα. Αυτή η προσέγγιση έχει επιδείξει εντυπωσιακή απόδοση σε πολλούς τομείς, όπως η εικόνα, ο ήχος και η φυσική γλώσσα. [9]

Αυτές είναι μόνο μερικές από τις προσεγγίσεις της μηχανικής μάθησης που έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί με επιτυχία σε πολλούς τομείς. Κάθε προσέγγιση έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και περιορισμούς, και η επιλογή της κατάλληλης προσέγγισης εξαρτάται από το πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί και τα διαθέσιμα δεδομένα.

### 2.3.1 Εκμάθηση με δέντρο απόφασης

Το δέντρο απόφασης είναι ένας αλγόριθμος μηχανικής επιτηρούμενης μάθησης που χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση και την πρόβλεψη. Αυτός ο αλγόριθμος λαμβάνει ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης και χρησιμοποιεί τα χαρακτηριστικά (features) τους για να δημιουργήσει ένα δέντρο αποφάσεων, όπου κάθε κόμβος αντιπροσωπεύει ένα χαρακτηριστικό και κάθε κλάδος (branch) αντιπροσωπεύει μια συνθήκη (condition) που σχετίζεται με το χαρακτηριστικό αυτό. Τα φύλλα (leaves) του δέντρου αντιπροσωπεύουν την τελική κατηγορία ή πρόβλεψη.

Η διαδικασία εκμάθησης με δέντρο απόφασης περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός δέντρου απόφασης από ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης. Αρχικά, επιλέγεται το χαρακτηριστικό που παρέχει τη μεγαλύτερη πληροφορία και διαχωρίζει καλύτερα τα δεδομένα εισόδου. Έπειτα, για κάθε κλάδο του δέντρου, επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία, με το επόμενο χαρακτηριστικό που παρέχει τη μεγαλύτερη πληρότητα στην διαχωριστική ικανότητα. Αυτό σημαίνει ότι στην κάθε επανάληψη επιλέγεται το χαρακτηριστικό που μειώνει την αβεβαιότητα (uncertainty) των κατηγοριών στον επόμενο κλάδο του δέντρου. Η διαδικασία σταματάει όταν επιτευχθεί μια καθορισμένη ποιότητα του μοντέλου ή όταν δεν υπάρχει περαιτέρω βελτίωση του μοντέλου.

Το δέντρο απόφασης είναι ένας από τους πιο απλούς αλγόριθμους μηχανικής μάθησης και έχει εφαρμογές σε πολλούς τομείς, όπως η ταξινόμηση, η πρόβλεψη και η αναγνώριση προτύπων. Ο αλγόριθμος είναι εύκολος στην κατανόηση και στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικούς τύπους δεδομένων. Ωστόσο, ένα δέντρο απόφασης μπορεί να είναι προδιατεταγμένο (biased) προς τις συχνότερες κατηγορίες στο σύνολο εκπαίδευσης και επομένως να παρουσιάζει ανεπαρκή απόδοση σε περιπτώσεις με ασύμβατα (imbalanced) δεδομένα. [10]



Η προσέγγιση μέσω δέντρου απόφασης είναι μια αποδοτική μέθοδος στην μηχανική μάθηση, με πλεονεκτήματα και αδυναμίες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Τα πλεονεκτήματα των δέντρων απόφασης περιλαμβάνουν:

- Ερμηνευσιμότητα: Τα δέντρα απόφασης είναι εύκολα κατανοητά και μπορούν να ερμηνευτούν από ανθρώπους. Η δομή τους επιτρέπει να αποδίδουν σαφείς και απλές αποφάσεις βασισμένες σε συνθήκες και κριτήρια.
- Αποδοτικότητα σε μικρό έως μέτριο μέγεθος δεδομένων: Τα δέντρα απόφασης μπορούν να χειριστούν αποτελεσματικά μικρό έως μέτριο μέγεθος δεδομένων, καθώς ο χρόνος εκπαίδευσης και η πολυπλοκότητα αυξάνονται γραμμικά με τον αριθμό των δειγμάτων. Ωστόσο, ορισμένες αδυναμίες των δέντρων απόφασης περιλαμβάνουν:
- Περιορισμένη ακρίβεια σε πολύπλοκα προβλήματα: Τα δέντρα απόφασης μπορεί να μην είναι ικανά να αντιμετωπίσουν προβλήματα με πολύπλοκες συναρτήσεις απόφασης. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται βασίζονται μόνο στα χαρακτηριστικά που περιλαμβάνονται στο δέντρο και στις συνθήκες που το δέντρο έχει μάθει.
- Ανεπάρκεια σε ασύμβατα χαρακτηριστικά: Τα δέντρα απόφασης δυσκολεύονται να αντιμετωπίσουν ασύμβατα χαρακτηριστικά ή χαρακτηριστικά με αρνητική συσχέτιση. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ακρίβειας και αποτελεσματικότητας.
- Προδιαθεσιμότητα στην υπερ-προσαρμογή: Τα δέντρα απόφασης είναι επιρρεπή στην υπερ-προσαρμογή (overfitting), που σημαίνει ότι μπορεί να μάθουν αποτελεσματικά τα δεδομένα εκπαίδευσης, αλλά να αποτυγχάνουν να γενικεύσουν σε νέα δεδομένα.

Κατά συνέπεια, η προσέγγιση μέσω δέντρου απόφασης είναι ένα ισχυρό εργαλείο μηχανικής μάθησης, αλλά η επιλογή της πρέπει να γίνεται με βάση τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου προβλήματος και των δεδομένων που διατίθενται.[11]

### 2.3.2 Εκμάθηση με Κανόνες συσχέτισης

Η εκμάθηση με κανόνες συσχέτισης (association rule learning) είναι μια μέθοδος μηχανικής μάθησης που αποσκοπεί στην εξαγωγή κανόνων από μεγάλα σύνολα δεδομένων. Η διαδικασία επικεντρώνεται στην ανίχνευση συσχετίσεων μεταξύ των διαφορετικών στοιχείων των δεδομένων.

Ο αλγόριθμος Apriori είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους αλγόριθμους εκμάθησης με κανόνες συσχέτισης. Η λειτουργία του βασίζεται στην αναζήτηση των κανόνων συσχέτισης που εμφανίζονται συχνά στα δεδομένα. Αρχικά, ο αλγόριθμος αναζητά όλα τα σύνολα αντικειμένων που εμφανίζονται σε ένα ποσοστό των δειγμάτων που ορίζεται από τον χρήστη (το οποίο ονομάζεται ως κατώφλι υποστήριξης). Στη συνέχεια, ο αλγόριθμος αξιοποιεί αυτά τα σύνολα αντικειμένων για τη δημιουργία κανόνων συσχέτισης, δηλαδή κανόνες που συνδέουν τα διαφορετικά στοιχεία του συνόλου.

Η εκμάθηση με κανόνες συσχέτισης χρησιμοποιείται συχνά σε εφαρμογές που απαιτούν την αναγνώριση προτύπων σε δεδομένα πωλήσεων καταναλωτικών προϊόντων, όπου ο στόχος είναι να ανακαλυφθούν κανόνες συσχέτισης μεταξύ προϊόντων που αγοράζονται την ίδια χρονική στιγμή. Για παράδειγμα, μπορεί να ανακαλυφθεί ότι οι πελάτες που αγοράζουν αυγά, ταυτόχρονα αγοράζουν και αλεύρι ή ζάχαρη, οπότε οι προτάσεις προϊόντων που θα προβληθούν στο μέλλον μπορούν να εστιάζουν σε αυτά τα συνδεδεμένα προϊόντα.

Ωστόσο, ένα από τα μειονεκτήματα της εκμάθησης με κανόνες συσχέτισης είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη τη δομή των δεδομένων. Οι κανόνες που εξάγονται από τον αλγόριθμο Apriori δεν λαμβάνουν υπόψη την ιεραρχική συσχέτιση μεταξύ των διαφορετικών στοιχείων στο σύνολο των δεδομένων. Ως εκ τούτου, ο αλγόριθμος μπορεί να παράγει ανακρίβειες στην ανίχνευση των συσχετίσεων. [12]

Η προσέγγιση μέσω κανόνων συσχέτισης είναι μια αποδοτική μέθοδος στην μηχανική μάθηση, με τα δικά της πλεονεκτήματα και αδυναμίες. Τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης μέσω κανόνων συσχέτισης περιλαμβάνουν:

- Ερμηνευσιμότητα: Οι κανόνες συσχέτισης είναι ευανάγνωστοι και κατανοητοί από τον άνθρωπο. Η μορφή τους επιτρέπει να παρατηρούνται απευθείας και να αποδίδουν σαφείς και κατανοητές αποφάσεις βασισμένες σε συνθήκες και κριτήρια.
- Ευελιξία: Οι κανόνες συσχέτισης μπορούν να προσαρμοστούν και να επεκταθούν εύκολα. Είναι ευέλικτοι στην προσθήκη νέων κανόνων ή την τροποποίηση υπαρχόντων κανόνων για την αντιμετώπιση νέων πληροφοριών ή συνθηκών.

Ωστόσο, ορισμένες αδυναμίες της προσέγγισης μέσω κανόνων συσχέτισης περιλαμβάνουν:

- Απόδοση σε πολύπλοκα προβλήματα: Οι κανόνες συσχέτισης μπορεί να μην είναι αποτελεσματικοί σε προβλήματα με πολύπλοκες συναρτήσεις απόφασης ή όταν υπάρχουν αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών.
- Ανεπάρκεια σε μεγάλα σύνολα δεδομένων: Η απόδοση των κανόνων συσχέτισης μπορεί να μειωθεί όταν αντιμετωπίζουν μεγάλα σύνολα δεδομένων, καθώς ο αριθμός των κανόνων μπορεί να γίνει υπερβολικά μεγάλος για να διαχειριστεί αποτελεσματικά.
- Προδιαθεσιμότητα στον κίνδυνο υπερ-προσαρμογής: Οι κανόνες συσχέτισης μπορούν να υπερ-προσαρμοστούν στα δεδομένα εκπαίδευσης, αποτυγχάνοντας να γενικεύσουν σε νέα δεδομένα.

Συνολικά, η προσέγγιση μέσω κανόνων συσχέτισης αποτελεί μια ισχυρή επιλογή στη μηχανική μάθηση, αλλά πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παραπάνω αδυναμίες κατά την αξιολόγηση της καταλληλότητάς της για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. [13]

### 2.3.3 Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα

Τα νευρωνικά δίκτυα —και πιο συγκεκριμένα, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (ANN)— μιμούνται τον ανθρώπινο εγκέφαλο μέσω ενός συνόλου αλγορίθμων.

Σε βασικό επίπεδο, ένα νευρωνικό δίκτυο αποτελείται από επίπεδα (layers) εισόδου και εξόδου, καθώς και ένα ή περισσότερα «κρυφά επίπεδα» (hidden layers) τα οποία είναι υπεύθυνα για τον μετασχηματισμό των δεδομένων εισόδου σε κατάλληλη μορφή για να χρησιμοποιηθούν από το επόμενο επίπεδο. Κάθε κόμβος, ή τεχνητός νευρώνας, συνδέεται με έναν άλλο, έχει ένα σχετικό βάρος και κατώφλι. Εάν η έξοδος οποιουδήποτε μεμονωμένου κόμβου είναι πάνω από την καθορισμένη τιμή κατωφλίου, αυτός ο κόμβος ενεργοποιείται, στέλνοντας δεδομένα στο επόμενο επίπεδο του δικτύου. Διαφορετικά, δεν διαβιβάζονται δεδομένα στο επόμενο επίπεδο του δικτύου.

Υπάρχουν πολλοί τύποι τεχνητών νευρωνικών δικτύων, αλλά οι πιο διαδεδομένοι είναι τα πολυεπίπεδα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, γνωστά και ως deep learning. Αυτά τα δίκτυα αποτελούνται από πολλαπλά επίπεδα τεχνητών νευρώνων, κάθε ένα από τα οποία αντιπροσωπεύει ένα επίπεδο επεξεργασίας πληροφοριών. Τα επίπεδα αυτά συνδέονται μεταξύ τους και η επεξεργασία των δεδομένων μεταφέρεται από το ένα επίπεδο στο άλλο, καθώς τα δεδομένα διέρχονται μέσα από το δίκτυο. Κάθε επίπεδο επεξεργασίας εφαρμόζει μια σειρά από μαθηματικές λειτουργίες στα δεδομένα εισόδου, προκειμένου να εξάγει σημαντικά χαρακτηριστικά και πληροφορίες από αυτά.

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για πολλούς σκοπούς, όπως η αναγνώριση προτύπων, η ταξινόμηση, η αναγνώριση αντικειμένων και προσώπων, η αυτόματη μετάφραση γλωσσών και πολλά άλλα. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε περιπτώσεις όπου η πολυπλοκότητα του προβλήματος καθιστά δύσκολη τη χρήση παραδοσιακών αλγορίθμων μηχανικής μάθησης. [1]

Η προσέγγιση μέσω τεχνητών νευρωνικών δικτύων (NN) είναι μια ισχυρή και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος στην μηχανική μάθηση, με πολλά πλεονεκτήματα, αλλά και αδυναμίες.

- Τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης μέσω τεχνητών νευρωνικών δικτύων περιλαμβάνουν:
- Ικανότητα μάθησης πολύπλοκων συναρτήσεων: Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να μάθουν πολύπλοκες μη γραμμικές συναρτήσεις και να ανακαλύψουν ακόμη και κρυμμένες συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών.
- Ευελιξία και προσαρμοστικότητα: Τα NN μπορούν να προσαρμοστούν σε διάφορα προβλήματα μάθησης, είτε πρόκειται για ταξινόμηση, παλινδρόμηση ή ανίχνευση προτύπων. Επίσης, μπορούν να προσαρμοστούν σε διάφορα τύπους δεδομένων, όπως εικόνες, ήχος και κείμενο.
- Απόδοση σε μεγάλα σύνολα δεδομένων: Τα NN μπορούν να επωφεληθούν από μεγάλα σύνολα δεδομένων, καθώς έχουν τη δυνατότητα να εκπαιδευτούν σε αυτά και να εξάγουν γενικευμένες αναπαραστάσεις.

Ωστόσο, υπάρχουν και αδυναμίες της προσέγγισης μέσω τεχνητών νευρωνικών δικτύων, που περιλαμβάνουν:

- Ανάγκη για πολλά δεδομένα εκπαίδευσης: Τα NN απαιτούν μεγάλο όγκο δεδομένων για να εκπαιδευτούν αποτελεσματικά. Σε περιπτώσεις όπου οι διαθέσιμες ποσότητες δεδομένων είναι περιορισμένες, η απόδοση τους μπορεί να είναι περιορισμένη.
- Υπερ-προσαρμογή: Τα NN μπορεί να είναι επιρρεπή στο φαινόμενο της υπερ-προσαρμογής (overfitting), όταν προσαρμόζονται υπερβολικά στα δεδομένα εκπαίδευσης και αποτυγχάνουν να γενικεύσουν σε νέα δεδομένα.
- Υπολογιστική πολυπλοκότητα: Η εκπαίδευση και η λειτουργία των NN μπορεί να απαιτεί υψηλή υπολογιστική ισχύ και πόρους, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πολύ μεγάλων δικτύων ή πολύπλοκων αρχιτεκτονικών.

Συνολικά, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι αποδοτικά στη μηχανική μάθηση, αλλά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι αδυναμίες τους κατά την ανάπτυξη και την αξιολόγηση των μοντέλων. [14]

#### 2.3.4 Βαθιά Μάθηση / Deep Learning

Η βαθιά μάθηση είναι ένα υποσύνολο της μηχανικής μάθησης, το οποίο είναι ουσιαστικά ένα νευρωνικό δίκτυο με τρία ή περισσότερα επίπεδα. Αυτά τα νευρωνικά δίκτυα προσπαθούν να προσομοιώσουν τη συμπεριφορά του ανθρώπινου εγκεφάλου επιτρέποντάς στην μηχανή να «μάθει» από ένα μεγάλο πλήθος δεδομένων. Ενώ ένα νευρωνικό δίκτυο με ένα μόνο στρώμα μπορεί ακόμα να κάνει κατά προσέγγιση προβλέψεις, πρόσθετα κρυφά στρώματα μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση και τη βελτίωση της ακρίβειας.

Η βαθιά μάθηση έχει οδηγήσει σε πολλές εφαρμογές και υπηρεσίες τεχνητής νοημοσύνης (AI) που βελτιώνουν την αυτοματοποίηση, επιτρέποντας την ανάλυση και εκτέλεση φυσικών εργασιών χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Η τεχνολογία της βαθιάς εκμάθησης χρησιμοποιείται σε πολλά προϊόντα και υπηρεσίες της καθημερινής ζωής, καθώς και σε αναδυόμενες τεχνολογίες όπως τα αυτόνομα αυτοκίνητα. Ήδη χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς, όπως η επεξεργασία φωνής, η αναγνώριση αντικειμένων, η αναγνώριση προτύπων, η αναγνώριση προσώπων, η αυτόματη μετάφραση γλωσσών και πολλά άλλα. Με τη βοήθεια της βαθιάς μάθησης, μπορούμε να εκπαιδεύσουμε μοντέλα που μπορούν να επεξεργαστούν δεδομένα με μεγάλη ακρίβεια και να εξάγουν χρήσιμες πληροφορίες από αυτά. [1][10]

**2.3.5** Σε τι διαφέρει η βαθιά μάθηση από τα νευρωνικά δίκτυα;

Το «βαθύ» στη βαθιά μάθηση αναφέρεται στο βάθος των στρωμάτων σε ένα νευρωνικό δίκτυο. Ένα νευρωνικό δίκτυο που αποτελείται από περισσότερα από τρία επίπεδα - τα οποία θα περιλαμβάνουν τις εισόδους και τις εξόδους - μπορεί να θεωρηθεί αλγόριθμος βαθιάς μάθησης. Αυτό αναπαρίσταται γενικά χρησιμοποιώντας το ακόλουθο διάγραμμα:

Τα περισσότερα βαθιά νευρωνικά δίκτυα τροφοδοτούνται προς τα εμπρός (feed-forward), που σημαίνει ότι ρέουν προς μία μόνο κατεύθυνση από την είσοδο στην έξοδο. Ωστόσο, μπορείτε επίσης να εκπαιδεύσετε το μοντέλο σας μέσω της αντίστροφης διάδοσης (backpropagation). Δηλαδή να τροφοδοτηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση, από την έξοδο προς την είσοδο. Η αντίστροφη διάδοση μας επιτρέπει να υπολογίσουμε και να αποδώσουμε το σφάλμα που σχετίζεται με κάθε νευρώνα, επιτρέποντάς μας να προσαρμόσουμε και να προσαρμόσουμε κατάλληλα τον αλγόριθμο. [15]

### 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Υπάρχουσες τεχνικές και εργαλεία

Οι υπάρχουσες τεχνικές και εργαλεία της μηχανικής μάθησης έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την ανάλυση και την εξαγωγή γνώσης από τα δεδομένα. Η μηχανική μάθηση αποτελεί έναν ανεπτυγμένο κλάδο της τεχνητής νοημοσύνης, που επικεντρώνεται στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη αλγορίθμων και μοντέλων που μπορούν να μάθουν από τα δεδομένα και να προβλέψουν, ταξινομήσουν ή εξάγουν πληροφορίες.

Οι τεχνικές μηχανικής μάθησης περιλαμβάνουν μεθόδους όπως K-κοντινότερων γειτόνων, δέντρα ταξινόμησης/απόφασης, γραμμικής παλινδρόμησης, ομαδοποίηση, λογιστικής παλινδρόμησης, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (SVM), γενετικοί αλγόριθμοι και πολλές άλλες. Κάθε μέθοδος έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα, και επιλέγεται ανάλογα με το πρόβλημα και τα δεδομένα που αντιμετωπίζουμε.

Επιπλέον, υπάρχουν πολλά εργαλεία και βιβλιοθήκες μηχανικής μάθησης που παρέχουν υψηλού επιπέδου διεπαφές και λειτουργίες για την εφαρμογή των αλγορίθμων. Υπάρχουν πολλά εργαλεία και βιβλιοθήκες που έχουν αναπτυχθεί για να υποστηρίξουν τη διαδικασία ανίχνευσης αντικειμένων μέσω μηχανικής μάθησης.

Ένα από τα πιο βασικά εργαλεία είναι το TensorFlow Object Detection API, το οποίο παρέχει ένα ευέλικτο και ισχυρό πλαίσιο για την ανάπτυξη εφαρμογών ανίχνευσης αντικειμένων. Αναπτύχθηκε από την Google και προσφέρει ένα ισχυρό πλαίσιο για την υλοποίηση και την εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων. Με τη βοήθεια του TensorFlow Object Detection API, μπορούμε να δημιουργήσουμε προηγμένα μοντέλα ανίχνευσης αντικειμένων μέσω της εκπαίδευσης νευρωνικών δικτύων. Το API περιλαμβάνει διάφορους αλγορίθμους ανίχνευσης, όπως το Single Shot MultiBox Detector (SSD) και το Faster R-CNN, που προσφέρουν υψηλή ακρίβεια στην ανίχνευση και την ταξινόμηση αντικειμένων σε εικόνες ή βίντεο. Επιπλέον, το TensorFlow παρέχει πλούσια λειτουργικότητα για την προεπεξεργασία των δεδομένων, την εκπαίδευση των μοντέλων και την αξιολόγηση της απόδοσής τους. Με αυτό το εργαλείο, οι ερευνητές και οι προγραμματιστές μπορούν να αναπτύξουν ισχυρά και αποτελεσματικά συστήματα ανίχνευσης αντικειμένων που βασίζονται στη μηχανική μάθηση.

Άλλα δημοφιλή εργαλεία περιλαμβάνουν το OpenCV (Open Source Computer Vision Library), το YOLO (You Only Look Once), και το Faster R-CNN (Region-based Convolutional Neural Networks), τα οποία προσφέρουν επίσης ισχυρές δυνατότητες ανίχνευσης αντικειμένων. [9]

Αυτά τα εργαλεία επιτρέπουν την εκπαίδευση μοντέλων ανίχνευσης αντικειμένων με χρήση μηχανικής μάθησης και την εφαρμογή τους σε πραγματικούς σεναρίους ανίχνευσης και ανάλυσης εικόνων ή βίντεο. Η συνδυασμένη χρήση αυτών των εργαλείων και αλγορίθμων έχει επιτρέψει την ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων ανίχνευσης αντικειμένων που βασίζονται στη μηχανική μάθηση.

#### 3.1 Περιγραφή των πιο βασικών αλγορίθμων στην μηχανική μάθηση

Στην ενότητα αυτή, θα αναλύσουμε τους πιο βασικούς αλγορίθμους στην μηχανική μάθηση κατατάσσοντάς τους σε διάφορες κατηγορίες. Οι αλγόριθμοι που θα εξετάσουμε περιλαμβάνουν τους αλγορίθμους K-κοντινότερων γειτόνων, τα δέντρα ταξινόμησης/απόφασης, τη γραμμική παλινδρόμηση, ομαδοποίηση, τη λογιστική παλινδρόμηση, τους αλγόριθμους τεχνητών νευρωνικών δικτύων, τις μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (SVM) και τους γενετικούς αλγορίθμους. Κάθε κατηγορία αλγορίθμων έχει τις δικές της χαρακτηριστικές μεθόδους και προσεγγίσεις για την επίλυση προβλημάτων μηχανικής μάθησης. Μέσω αυτής της ανάλυσης, θα εξερευνήσουμε τις δυνατότητες και τους περιορισμούς του κάθε αλγορίθμου και θα κατανοήσουμε πώς μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορα προβλήματα μηχανικής μάθησης.

### 3.1.1 K-κοντινότερων γειτόνων (K-Nearest Neighbors - KNN)

Ο αλγόριθμος μηχανικής μάθησης K-κοντινότερων γειτόνων (K-Nearest Neighbors - KNN) είναι ένας από τους απλούστερους και πιο βασικούς αλγορίθμους. Η λειτουργία του βασίζεται στην ιδέα ότι παρόμοια παραδείγματα στον χώρο των χαρακτηριστικών θα έχουν κοντινές ετικέτες.

Ο αλγόριθμος KNN λειτουργεί ως εξής: Κατά τη φάση εκπαίδευσης, αποθηκεύονται τα δεδομένα εκπαίδευσης και οι αντίστοιχες ετικέτες τους. Κατά τη φάση εκτέλεσης, για ένα νέο δείγμα εισόδου, ο αλγόριθμος υπολογίζει τις K πλησιέστερες γειτονιές του στον χώρο των χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια, βασισμένος στις ετικέτες των γειτόνων, προβλέπει την ετικέτα του νέου δείγματος. Ο αλγόριθμος KNN έχει τις εξής δυνατότητες:

- Απλή υλοποίηση και εύκολη κατανόηση.
- Είναι ικανός να αντιμετωπίσει προβλήματα ταξινόμησης και παλινδρόμησης.
- Δεν απαιτεί προεπεξεργασία των δεδομένων.

Ωστόσο, ο KNN έχει και ορισμένους περιορισμούς:

- Είναι υπολογιστικά απαιτητικός, καθώς πρέπει να υπολογίζει τις αποστάσεις από όλα τα δεδομένα εκπαίδευσης.
- Δεν είναι αποτελεσματικός για δεδομένα μεγάλης κλίμακας ή με πολλές διαστάσεις, καθώς η απόσταση μπορεί να μην αντανακλά πραγματικά την ομοιότητα.
- Επηρεάζεται από την επιλογή του K, δηλαδή του αριθμού των γειτόνων που θα ληφθούν υπόψη. Η μη κατάλληλη επιλογή του K μπορεί να οδηγήσει σε παραμορφωμένα αποτελέσματα.

Συνολικά, ο αλγόριθμος K-κοντινότερων γειτόνων είναι απλός και ευέλικτος, αλλά πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παραπάνω περιορισμοί κατά την εφαρμογή του σε συγκεκριμένα προβλήματα μηχανικής μάθησης. [9][16]

### 3.1.2 Δέντρα ταξινόμησης/απόφασης (Classification)

Η μάθηση βασισμένη σε δέντρα ταξινόμησης είναι πλέον μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Είναι ένας τύπος επιτηρούμενης μάθησης που χρησιμοποιείται κυρίως για προβλήματα ταξινόμησης. Η μέθοδος αυτή λειτουργεί τόσο για κατηγοριοποιημένες όσο και για συνεχώς εξαρτημένες μεταβλητές. Σε αυτόν τον αλγόριθμο, χωρίζουμε τον πληθυσμό σε δύο ή περισσότερα ομοιογενή σύνολα. Αυτό γίνεται με βάση τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των μεταβλητών έτσι ώστε να γίνουν όσο το δυνατόν πιο διακριτές ομάδες. Αναπαριστά ένα δέντρο με αποφάσεις που βασίζονται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπου κάθε κόμβος του δέντρου αντιπροσωπεύει ένα χαρακτηριστικό και κάθε κλάδος αντιπροσωπεύει μια απόφαση ή μια κατηγορία [1]. Οι δυνατότητες των δέντρων ταξινόμησης/απόφασης περιλαμβάνουν:

- Εύκολη ερμηνευσιμότητα: Τα δέντρα ταξινόμησης/απόφασης μπορούν να ερμηνευτούν και να αναπαρασταθούν με απλά λεκτικά και γραφικά μέσα.
- Αποτελεσματική αντιμετώπιση πολλαπλών κλάσεων: Οι δέντρα ταξινόμησης/απόφασης μπορούν να χειριστούν προβλήματα με πολλές κατηγορίες ή κλάσεις.
- Ανίχνευση σημαντικών χαρακτηριστικών: Τα δέντρα μπορούν να αποκαλύψουν τη σημασία και τη συνεισφορά κάθε χαρακτηριστικού στην ταξινόμηση ή την απόφαση.

Οι περιορισμοί των δέντρων ταξινόμησης/απόφασης περιλαμβάνουν:

- Υπερπροσαρμογή: Τα δέντρα μπορούν να γίνουν υπερεκπαιδευμένα και να αναπαράγουν ανεπιθύμητη συμπεριφορά σε νέα δείγματα.
- Απόδοση σε δεδομένα εκτός του εκπαιδευτικού συνόλου: Οι αποφάσεις των δέντρων μπορεί να μην είναι αποδοτικές σε δεδομένα που διαφέρουν από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευσή τους.

- Συνθήκες ασυνέχειας: Η πρόβλεψη μπορεί να είναι ευαίσθητη στις μικρές αλλαγές στα δεδομένα εισόδου, καθώς οι αποφάσεις λαμβάνονται βάσει συγκεκριμένων τιμών χαρακτηριστικών.

Παρόλου που οι δέντρα ταξινόμησης/απόφασης έχουν τους περιορισμούς τους, αποτελούν έναν δημοφιλή αλγόριθμο μηχανικής μάθησης λόγω της απλότητας και της ευελιξίας τους. Επιπλέον, υπάρχουν πολλές μεταβαλλόμενες εκδοχές των δέντρων ταξινόμησης/απόφασης που επιτρέπουν την αντιμετώπιση ορισμένων από τους περιορισμούς που προαναφέρθηκαν. [17]

### 3.1.3 Γραμμική Παλινδρόμηση (Linear Regression)

Η Γραμμική Παλινδρόμηση (Linear Regression) είναι ένας αλγόριθμος μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της σχέσης μεταξύ μιας εξαρτημένης μεταβλητής και μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Στην απλή γραμμική παλινδρόμηση, υπάρχει μία ανεξάρτητη μεταβλητή, ενώ στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση υπάρχουν περισσότερες από μία ανεξάρτητες μεταβλητές.

Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των πραγματικών αξιών (κόστος κατοικιών, αριθμός κλήσεων, συνολικές πωλήσεις κλπ.) με βάση συνεχείς μεταβλητές. Εδώ, καθιερώνουμε τη σχέση μεταξύ ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών τοποθετώντας μια καλύτερη γραμμή. [1]

Ο αλγόριθμος της Γραμμικής Παλινδρόμησης επιχειρεί να προσαρμόσει μια γραμμική συνάρτηση στα δεδομένα εκπαίδευσης, ώστε να μπορεί να προβλέψει τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής για νέα δεδομένα εισόδου. Ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί η απόκλιση μεταξύ των προβλεπόμενων τιμών και των πραγματικών τιμών του συνόλου εκπαίδευσης. Οι δυνατότητες της Γραμμικής Παλινδρόμησης περιλαμβάνουν:

- Απλότητα και ευκολία υλοποίησης: Ο αλγόριθμος είναι σχετικά απλός και εύκολος στην κατανόηση και υλοποίηση.
- Εκτίμηση της σχέσης μεταξύ μεταβλητών: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναλύσει την επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή και να εκτιμήσει την αναλογία μεταξύ τους.

Ωστόσο, η Γραμμική Παλινδρόμηση έχει και ορισμένους περιορισμούς:

- Περιορισμένη αντιμετώπιση μη γραμμικών σχέσεων: Ο αλγόριθμος δυσκολεύεται να αντιμετωπίσει μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών.
- Ευαισθησία σε εκτροπές (outliers): Αν υπάρχουν ακραίες τιμές στα δεδομένα εκπαίδευσης, μπορεί να επηρεαστεί η απόδοση του αλγορίθμου.
- Υπόθεση γραμμικότητας: Ο αλγόριθμος υποθέτει ότι η σχέση μεταξύ των μεταβλητών είναι γραμμική, και αυτό μπορεί να περιορίζει την ακρίβεια των προβλέψεων σε πολύπλοκα προβλήματα.

Παρόλο που η Γραμμική Παλινδρόμηση έχει τους περιορισμούς της, παραμένει ένα σημαντικό εργαλείο για την πρόβλεψη και την ανάλυση στατιστικών σχέσεων σε πολλά πραγματικά προβλήματα. [18]

### 3.1.4 Ομαδοποίηση (Clustering)

Η ομαδοποίηση ή αλλιώς ομαδοποιημένη ανάλυση είναι τεχνική της μηχανικής μάθησης όπου ομαδοποιούνται τα μη επισήμασμένα σύνολα δεδομένων. Θα μπορούσαμε να ορίσουμε την ομαδοποίηση ως τον τρόπο ομαδοποίησης των μεμονωμένων δεδομένων (αντικείμενα) σε διαφορετικά συμπλέγματα (ομάδες), που αποτελούνται από παρόμοια σημεία αναφοράς (ομοιότητες). Τα αντικείμενα με τις πιθανές ομοιότητες παραμένουν σε μια ομάδα που έχει λιγότερες ή καθόλου ομοιότητες από μια άλλη.

Η τεχνική της ομαδοποίησης πραγματοποιείται από έναν αλγόριθμο όπου αναζητά παρόμοια σημεία αναφοράς από ένα σύνολο μη επισημασμένων δεδομένων όπως σχήμα, μέγεθος, χρώμα συμπεριφορά κτλ. και τα διαχωρίζει ανάλογα με την ποσοστιαία παρουσία ή απουσία αυτών των παρόμοιων μοτίβων.

Είναι μια μέθοδος μηχανικής μάθησης χωρίς επίβλεψη, επομένως δεν παρέχεται επίβλεψη στον αλγόριθμο και ασχολείται με το μη επισημασμένο σύνολο δεδομένων [19]. Ο αλγόριθμος ομαδοποίησης έχει διάφορες δυνατότητες:

- Ανακάλυψη δομών: Ο αλγόριθμος ομαδοποίησης μπορεί να ανακαλύψει ενσωματωμένες δομές και μοτίβα στα δεδομένα. Μπορεί να αποκαλύψει ομάδες παραδειγμάτων που είναι παρόμοια μεταξύ τους.
- Ανεξαρτησία από ετικέτες: Ο αλγόριθμος ομαδοποίησης δεν απαιτεί προηγούμενη γνώση ή ετικέτες για τα δεδομένα. Μπορεί να αντιμετωπίσει μη ετικετοποιημένα δεδομένα ή να ανακαλύψει νέες κατηγορίες.
- Επεκτασιμότητα: Ορισμένοι αλγόριθμοι ομαδοποίησης είναι ευέλικτοι και μπορούν να επεκταθούν για μεγάλα σύνολα δεδομένων. Αυτό τους καθιστά κατάλληλους για εφαρμογές μεγάλης κλίμακας.

Αλλά και αρκετούς περιορισμούς:

- Αριθμός ομάδων: Σε ορισμένους αλγορίθμους ομαδοποίησης, πρέπει να καθοριστεί προκαταρκτικά ο αριθμός των ομάδων που επιθυμούμε να προκύψουν. Αυτό μπορεί να είναι δύσκολο όταν δεν έχουμε πρότερη γνώση για τη δομή των δεδομένων.
- Επιλογή μετρικής: Οι αλγόριθμοι ομαδοποίησης χρειάζονται μια μετρική για τον υπολογισμό της ομοιότητας μεταξύ των δεδομένων. Η επιλογή της κατάλληλης μετρικής εξαρτάται από τον τύπο των δεδομένων και τον σκοπό της ομαδοποίησης.
- Επηρεαστικότητα από αρχικές συνθήκες: Ορισμένοι αλγόριθμοι ομαδοποίησης μπορεί να επηρεαστούν από τις αρχικές συνθήκες ή την τυχαιότητα της εισόδου. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά αποτελέσματα μεταξύ των εκτελέσεων.

Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εφαρμογών του αλγορίθμου ομαδοποίησης, όπως:

- Η κατάτμηση πελατών σε ομάδες με βάση τις αγοραστικές τους συνήθειες για εξατομικευμένες καμπάνιες μάρκετινγκ.
- Η κατάτμηση φυσικών ή κοινωνικών δεδομένων για την ανακάλυψη γεωγραφικών περιοχών ή ομάδων πληθυσμού.
- Η ανάλυση εικόνων και εντοπισμός παρόμοιων περιοχών ή αντικειμένων.
- Η ανάλυση γενετικών δεδομένων για τον εντοπισμό γονιδιακών ομάδων ή παραλλαγών.

Ο αλγόριθμος ομαδοποίησης αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την ανακάλυψη προτύπων και την οργάνωση μη ετικετοποιημένων δεδομένων. Ωστόσο, η αποτελεσματική εφαρμογή του απαιτεί την επιλογή κατάλληλων μεθόδων ομαδοποίησης, την κατάλληλη προεπεξεργασία των δεδομένων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. [20]

### 3.1.5 Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic regression)

Η λογιστική παλινδρόμηση (Logistic regression) είναι ένας αλγόριθμος μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιείται για προβλήματα ταξινόμησης. Ανήκει στην κατηγορία των γραμμικών μοντέλων και χρησιμοποιείται για να προβλέψει την πιθανότητα ενός δείγματος να ανήκει σε μία από δύο κατηγορίες.

Ο αλγόριθμος λογιστικής παλινδρόμησης χρησιμοποιεί μια συνάρτηση σιγμοειδούς (sigmoid) για να μετασχηματίσει τη γραμμική συνάρτηση που συνδέει τις μεταβλητές εξαρτημένες και ανεξάρτητες, προκειμένου να εκφράσει την πιθανότητα της ταξινόμησης. Η έξοδος της συνάρτησης σιγμοειδούς κατατάσσεται σε μία από τις δύο κατηγορίες, με βάση ένα κατώφλι πιθανοτήτων. Οι δυνατότητες της λογιστικής παλινδρόμησης περιλαμβάνουν:



- Καλή απόδοση σε προβλήματα δυαδικής ταξινόμησης: Ο αλγόριθμος είναι αποτελεσματικός στην πρόβλεψη και ταξινόμηση δειγμάτων σε δύο κατηγορίες.
- Ερμηνευσιμότητα: Η λογιστική παλινδρόμηση παρέχει σαφή ερμηνεία των συντελεστών του μοντέλου, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξηγήσουν τη συνεισφορά κάθε μεταβλητής.

Ωστόσο, οι περιορισμοί της λογιστικής παλινδρόμησης περιλαμβάνουν:

- Γραμμικής απόφασης: Ο αλγόριθμος δημιουργεί μια γραμμική απόφαση για τα δείγματα, που μπορεί να είναι ανεπαρκής για προβλήματα με πολύπλοκες δομές.
- Ευαισθησία στις ακραίες τιμές: Η λογιστική παλινδρόμηση είναι ευάλωτη στις ακραίες τιμές (outliers), καθώς μπορεί να επηρεαστεί η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου.
- Περιορισμένη απόδοση σε πολυκατηγορικές ταξινομήσεις: Η λογιστική παλινδρόμηση απαιτεί προσαρμογή για προβλήματα με πολλαπλές κατηγορίες, όπως η πολυκατηγορική ταξινόμηση.

Παρόλου που η λογιστική παλινδρόμηση έχει τους περιορισμούς της, παραμένει ένα ισχυρό εργαλείο για την απλή και ερμηνεύσιμη ταξινόμηση δειγμάτων σε δύο κατηγορίες. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για πιο πολύπλοκες μεθόδους μηχανικής μάθησης.

Η λογιστική παλινδρόμηση έχει πολλές εφαρμογές σε διάφορους τομείς. Ορισμένα παραδείγματα εφαρμογής της λογιστικής παλινδρόμησης περιλαμβάνουν:

- Πρόβλεψη κατηγοριών: Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη κατηγοριών σε προβλήματα ταξινόμησης. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει αν ένα email είναι ανεπιθύμητο ή όχι, αν ένας ασθενής έχει καρκίνο ή όχι, ή αν ένα προϊόν θα αγοραστεί από έναν πελάτη ή όχι.
- Ανάλυση συνδέσεων: Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για την ανάλυση συνδέσεων και την πρόβλεψη πιθανών αλληλεπιδράσεων μεταξύ διαφορετικών μεταβλητών. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει αν ένας χρήστης θα αγοράσει ένα προϊόν βάσει των προηγούμενων αγορών του ή αν ένας πελάτης θα χρησιμοποιήσει ένα υπηρεσιακό πακέτο με βάση τις προηγούμενες συναλλαγές του.
- Ανάλυση ρίσκου: Η λογιστική παλινδρόμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση και την πρόβλεψη ρίσκου. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της πιθανότητας εμφάνισης μιας ασθένειας βάσει των χαρακτηριστικών του ασθενούς.

Αυτά είναι μερικά παραδείγματα εφαρμογής της λογιστικής παλινδρόμησης. Η ευελιξία και η απλότητα του αλγορίθμου την καθιστούν ένα χρήσιμο εργαλείο για πολλά προβλήματα μηχανικής μάθησης. Ωστόσο, οι περιορισμοί της περιλαμβάνουν την υπόθεση γραμμικής σχέσης μεταξύ των μεταβλητών και την ευαισθησία σε ακραίες τιμές (outliers). [21]

### 3.1.6 Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial Neural Networks)

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης που εμπνέονται από τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου. Αποτελούνται από συνδεδεμένες μονάδες που ονομάζονται νευρώνες και λειτουργούν συλλέγοντας, επεξεργάζοντας και μεταδίδοντας πληροφορίες. Οι δυνατότητες των τεχνητών νευρωνικών δικτύων περιλαμβάνουν:

- Μάθηση από δεδομένα: Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να μάθουν από δεδομένα και να εξάγουν πρότυπα και αναπαραστάσεις από τα δεδομένα αυτά. Αυτή η ικανότητα τους επιτρέπει να αντιμετωπίζουν πολύπλοκες και αβέβαιες πληροφορίες.
- Αναγνώριση προτύπων: Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να αναγνωρίσουν πρότυπα σε δεδομένα, όπως εικόνες, ήχοι, κείμενα και άλλα. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να εκτελέσουν αυτόματη ταξινόμηση, αναγνώριση αντικειμένων, ανίχνευση αλλαγών και πολλές άλλες εργασίες.

- Αντιμετώπιση πολυπλοκότητας: Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να αντιμετωπίσουν προβλήματα πολυπλοκότητας και να μοντελοποιήσουν μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών.  
Ωστόσο, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν και ορισμένους περιορισμούς:
- Ανάγκη μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων: Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα απαιτούν μεγάλα σύνολα δεδομένων για την εκπαίδευσή τους. Η έλλειψη επαρκούς ποσότητας δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε υπερεκπαίδευση.
- Υπολογιστική πολυπλοκότητα: Η εκπαίδευση ενός μεγάλου νευρωνικού δικτύου μπορεί να απαιτεί μεγάλη υπολογιστική ισχύ και χρόνο εκτέλεσης, ειδικά όταν υπάρχουν πολλά επίπεδα και νευρώνες.
- Δυσκολία στην ερμηνεία: Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να θεωρηθούν ως μαύρα κουτιά, καθώς η λειτουργία τους είναι συχνά δύσκολο να ερμηνευτεί ανθρώπινα. Αυτό καθιστά δύσκολη την αντίληψη των λόγων που οδηγούν σε μια συγκεκριμένη απόφαση.

Παρόλα αυτά, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα παραμένουν ισχυροί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης με ευρεία εφαρμογή σε πολλά πεδία, όπως η αναγνώριση εικόνων, η φωνητική αναγνώριση, η φυσική γλώσσα επεξεργασία και πολλά άλλα. [19][22]

### 3.1.7 Αλγόριθμος μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης (Support Vector Machines - SVM)

Ο αλγόριθμος μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης (Support Vector Machines - SVM) είναι ένας αλγόριθμος μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιείται για προβλήματα ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Ο αλγόριθμος SVM αποσκοπεί στην εύρεση μιας υπερεπιφάνειας απόφασεων που διαχωρίζει τα δεδομένα διαφορετικών κλάσεων με τον μεγαλύτερο δυνατό δυναμικό χωρίς να συμπεριλαμβάνει τυχαία δεδομένα. Ο αλγόριθμος SVM έχει τις εξής δυνατότητες:

- Αποτελεσματική αντιμετώπιση δεδομένων υψηλής διάστασης: Ο αλγόριθμος SVM είναι αποδοτικός στην αντιμετώπιση δεδομένων που ζουν σε υψηλές διαστάσεις, όπως εικόνες και κείμενα.
- Υψηλή ακρίβεια ταξινόμησης: Οι SVM παρέχουν υψηλή ακρίβεια ταξινόμησης, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται με κατάλληλες συναρτήσεις πυρήνα.

Ο αλγόριθμος SVM επίσης έχει ορισμένους περιορισμούς:

- Απαιτεί γνώση για τον καθορισμό της κατάλληλης συνάρτησης πυρήνα: Ο αλγόριθμος SVM απαιτεί την επιλογή και την καθορισμό μιας κατάλληλης συνάρτησης πυρήνα για την αντιμετώπιση μη γραμμικά διαχωρίσιμων δεδομένων. Η επιλογή αυτή μπορεί να είναι πολύπλοκη και απαιτεί γνώσεις και εμπειρία.
- Υψηλός υπολογιστικός φόρτος: Ο αλγόριθμος SVM μπορεί να απαιτεί υψηλό υπολογιστικό φόρτο, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται μεγάλα σύνολα δεδομένων ή πολύπλοκες συναρτήσεις πυρήνα.

Παρά τους περιορισμούς του, ο αλγόριθμος SVM παραμένει ένας ισχυρός αλγόριθμος μηχανικής μάθησης, ιδιαίτερα για προβλήματα ταξινόμησης όπου ο διαχωρισμός μεταξύ των κλάσεων είναι σημαντικός.

Ο αλγόριθμος μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης (SVM) έχει ευρεία εφαρμογή σε πολλά πεδία της μηχανικής μάθησης και αναγνωρίζεται για την απόδοσή του σε προβλήματα ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Ορισμένα παραδείγματα εφαρμογής των αλγορίθμων SVM περιλαμβάνουν:

- Αναγνώριση προτύπων σε εικόνες: Οι SVM χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση αντικειμένων σε εικόνες, όπως πρόσωπα, αυτοκίνητα ή αντικείμενα σε γενικές περιβάλλουσες. Αυτή η εφαρμογή βασίζεται στην ικανότητα των SVM να διαχωρίζουν μη γραμμικά διαχωρίσιμα πρότυπα σε υψηλές διαστάσεις.

- Κατηγοριοποίηση κειμένων: Οι SVM χρησιμοποιούνται σε προβλήματα κατηγοριοποίησης κειμένων, όπως αναγνώριση γλώσσας, ανίχνευση σπαμ και ανάλυση απόψεων. Οι SVM μπορούν να εκπαιδευτούν για να αναγνωρίζουν και να διαχωρίζουν τις διάφορες κατηγορίες κειμένου βάσει των χαρακτηριστικών τους.
- Εντοπισμός απάτης: Οι SVM μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό απάτης σε διάφορους τομείς, όπως οικονομικές συναλλαγές, ασφάλεια δικτύων και ιατρική. Με τη χρήση των SVM, είναι δυνατή η ανίχνευση ανωμαλιών και η απόκριση σε μη συνηθισμένα περιστατικά.
- Βιοπληροφορική: Οι SVM χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και την πρόβλεψη μοτίβων στα γονίδια, καθώς και για την ανάλυση πρωτεϊνικών δομών και την κατηγοριοποίηση βιολογικών δεδομένων.

Αυτά είναι μόνο μερικά παραδείγματα εφαρμογών των αλγορίθμων SVM. Οι SVM είναι ευέλικτοι και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλά προβλήματα μηχανικής μάθησης που απαιτούν αποτελεσματική ταξινόμηση ή παλινδρόμηση. [23]

### 3.2 Συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων

Υπάρχουν πολλά συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων που βασίζονται στη βαθιά μάθηση και στην τεχνητή νοημοσύνη. Ορισμένα από αυτά είναι:

- YOLO (You Only Look Once): Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί βαθιά νευρωνικά δίκτυα για την ανίχνευση αντικειμένων και την ταυτοποίηση της συμπεριφοράς τους σε πραγματικό χρόνο.
- Mask R-CNN: Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί ένα επιπλέον κανάλι στην έξοδο του νευρωνικού δικτύου για την αναγνώριση της ακριβούς περιοχής των αντικειμένων και τη δημιουργία μιας μάσκας για αυτά, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναγνωρίσει την συμπεριφορά τους.
- DeepSort: Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και την πρόβλεψη της κίνησης των αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο.
- Faster R-CNN: Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί μια προσέγγιση που συνδυάζει την ανίχνευση και την παρακολούθηση αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο.
- OpenCV: Είναι μια βιβλιοθήκη λογισμικού ανοιχτού κώδικα που αναπτύσσεται ειδικά για εφαρμογές όρασης υπολογιστή και επεξεργασίας εικόνας. Περιλαμβάνει μια μεγάλη συλλογή αλγορίθμων και εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία, ανάλυση και αναγνώριση εικόνων και βίντεο. Η βιβλιοθήκη χρησιμοποιείται ευρέως στην ακαδημαϊκή έρευνα και στη βιομηχανία για την ανάπτυξη εφαρμογών όπως συστήματα ανίχνευσης κίνησης, αναγνώριση προσώπων και αντικειμένων, ρομποτική, αυτόνομη οδήγηση και πολλές άλλες.
- Το TensorFlow Object Detection API είναι ένα εργαλείο της Google που επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύξουν αλγόριθμους ανίχνευσης αντικειμένων με τη χρήση της βαθιάς μάθησης. Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση αντικειμένων σε εικόνες και βίντεο και δίνοντας στους προγραμματιστές την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν έτοιμα μοντέλα που έχουν εκπαιδευτεί σε διάφορα σύνολα δεδομένων, καθώς και να προσαρμόσουν ή και να εκπαιδεύσουν τα δικά τους μοντέλα από το μηδέν. Με αυτό τον τρόπο, οι χρήστες μπορούν να αναπτύξουν εξαιρετικά αποτελεσματικούς αλγόριθμους ανίχνευσης αντικειμένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλούς τομείς, όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών, η βιομηχανία της ρομποτικής και άλλες.

Αυτά τα συστήματα ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς αντικειμένων χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλούς τομείς, όπως η ασφάλεια, η αυτόνομη οδήγηση, οι ρομποτικές εφαρμογές και ο έλεγχος ποιότητας σε βιομηχανικές διαδικασίες.[24]

### 3.3 Η βιβλιοθήκη Tensorflow.js

#### 3.3.1 Περιγραφή

Η βιβλιοθήκη TensorFlow.js είναι μια βιβλιοθήκη JavaScript ανοιχτού κώδικα που αναπτύχθηκε από την Google και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης στον περιηγητή ή στον κόμβο Node.js. Επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν μοντέλα μηχανικής μάθησης με βάση τη βιβλιοθήκη TensorFlow και να τα ενσωματώσουν στις δικές τους εφαρμογές JavaScript. Η βιβλιοθήκη TensorFlow.js διαθέτει μια σειρά από εργαλεία και API που επιτρέπουν τη δημιουργία και εκπαίδευση δικών τους μοντέλων μηχανικής μάθησης, καθώς και τη χρήση έτοιμων μοντέλων για αναγνώριση εικόνων, αναγνώριση ομιλίας, ανάλυση φυσικής γλώσσας και άλλες εφαρμογές. Η χρήση της TensorFlow.js καθιστά την ανάπτυξη μοντέλων μηχανικής μάθησης πιο προσβάσιμη και εύκολη για τους προγραμματιστές JavaScript. Επίσης είναι ένα από τα πιο δημοφιλή frameworks στην αγορά της μηχανικής μάθησης.

Τα μοντέλα της πλατφόρμας TensorFlow βασίζονται σε κατευθυνόμενες άκυκλες γραφικές παραστάσεις (DAGs), οι οποίες είναι ανεξάρτητες από τη γλώσσα προγραμματισμού και αποτελούν το αποτέλεσμα της μηχανικής μάθησης. Αυτές οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να εκπαιδευτούν από μία A γλώσσα προγραμματισμού και στη συνέχεια να μετατραπούν και να λειτουργήσουν από μια εντελώς διαφορετική B γλώσσα προγραμματισμού.

Παρέχει ένα εύκολο στη χρήση API που επιτρέπει στους χρήστες να εκπαιδεύσουν τα δικά τους μοντέλα για αναγνώριση αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο.

Οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν έτοιμα προκαθορισμένα μοντέλα που έχουν εκπαιδευτεί σε διάφορα σύνολα δεδομένων όπως το COCO dataset και το Open Images dataset, ή να εκπαιδεύσουν τα δικά τους μοντέλα για προσαρμοσμένη αναγνώριση αντικειμένων. Το API υποστηρίζει διάφορες αρχιτεκτονικές μοντέλων όπως το Single Shot Detector (SSD) και το Faster R-CNN.

Το TensorFlow Object Detection API είναι ένα από τα πιο δημοφιλή εργαλεία ανίχνευσης αντικειμένων και χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές, όπως στην αυτόνομη οδήγηση, την ασφάλεια και τον έλεγχο ποιότητας στη βιομηχανία, καθώς και στον κλάδο της ρομποτικής και της προσομοίωσης. [25]

#### 3.3.2 Αξιοποιώντας το TensorFlow.js στο προτεινόμενο σύστημα

Χρησιμοποιήσαμε την βιβλιοθήκη TensorFlow.js για την εκμάθηση, παρατήρηση, ανίχνευση και ανάλυση της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων στο προτεινόμενο σύστημα που αναπτύξαμε. Μέσω της βιβλιοθήκης κατέστη δυνατό να εφαρμόσουμε αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για την ανίχνευση συμπεριφορών, όπως για παράδειγμα ανίχνευση κινήσεων, συμπεριφοράς πεζών, κλπ. Με αυτόν τον τρόπο, το προτεινόμενο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία προκαθορισμένων εκδόσεων του για την ανίχνευση και ανάλυση συμπεριφοράς αντικειμένων σε πολλούς κλάδους, όπως στη βιομηχανία, την ασφάλεια και την ψυχαγωγία. [24][26]

Όπως προαναφέραμε μέσω της TensorFlow.js μπορούμε να αναλύσουμε τη συμπεριφορά προκαθορισμένων αντικειμένων σε εικόνες και βίντεο. Για να το πετύχουμε αυτό, πρέπει να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης που μπορεί να αναγνωρίσει τα επιθυμητά αντικείμενα και να αναλύσει τη συμπεριφορά τους.

Για την εκπαίδευση του μοντέλου μηχανικής μάθησης, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το TensorFlow.js και το TensorFlow Object Detection API για τη δημιουργία ενός προσαρμοσμένου μοντέλου. Το μοντέλο μπορεί να εκπαιδευτεί με μεγάλο όγκο δεδομένων

εικόνων και βίντεο, που περιέχουν τα προκαθορισμένα αντικείμενα, για να αναγνωρίζει τα αντικείμενα και να αναλύει τη συμπεριφορά τους.

Αφού δημιουργήσουμε ένα εκπαιδευμένο μοντέλο, μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για την ανάλυση της συμπεριφοράς των αντικειμένων σε εικόνες και βίντεο. Το μοντέλο μπορεί να αναγνωρίζει τις κινήσεις των αντικειμένων και να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη θέση, την ταχύτητα και την κατεύθυνση τους.

Επιπλέον, η TensorFlow.js προσφέρει ένα ευέλικτο σύστημα που μας επιτρέπει να εκπαιδεύσουμε τα δικά μας μοντέλα βαθιάς μάθησης, προσαρμοσμένα στις ανάγκες μας. Μπορούμε να επιλέξουμε τον τύπο του μοντέλου (π.χ. CNN, RNN), να καθορίσουμε τον αριθμό των εποχών εκπαίδευσης, να επιλέξουμε το μέγεθος του μοντέλου και πολλές άλλες παραμέτρους που επηρεάζουν την απόδοση του μοντέλου. Συνολικά, η TensorFlow.js αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάλυση και αξιοποίηση της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων.

Το όλο προτεινόμενο σύστημα μπορεί να εκτελείται σε περιβάλλον περιηγητή ιστού του εκάστοτε χρήστη χωρίς την ανάγκη κάποιου διακομιστή. [25]

### 3.4 Microsoft COCO: Common Objects in Context

#### 3.4.1 Περιγραφή

Αποτελεί ένα σύνολο δεδομένων με στόχο την εκμάθηση μηχανής προς την αναγνώριση αντικειμένων, καθιστώντας ένα ευρύτερο πλαίσιο στο ζήτημα της κατανόησης της σκηνής.

Αυτό κατέστη δυνατό συλλέγοντας ένα σύνολο εικόνων της καθημερινότητας που εμπεριέχουν κοινά αντικείμενα στο φυσικό τους πλαίσιο. Τα αντικείμενα επισημαίνονται χρησιμοποιώντας τμηματοποιήσεις ανά παρουσία για να βοηθήσουν στον ακριβή εντοπισμό αντικειμένων. Το σύνολο των δεδομένων περιέχει φωτογραφίες 91 διαφορετικών τύπων αντικειμένων που θα ήταν εύκολα αναγνωρίσιμα από ένα παιδί 4 ετών. Με συνολικά 2,5 εκατομμύρια επισημάνσεις σε 328.000 εικόνες, η δημιουργία του συνόλου των δεδομένων βασίστηκε στην εκτεταμένη συμμετοχή εργαζομένων μέσω καινοτόμων διεπαφών χρήστη για εντοπισμό κατηγοριών, εντοπισμό περιπτώσεων και τμηματοποίηση στιγμιότυπων. [27]

#### 3.4.2 Αξιοποιώντας την coco-ssd στο προτεινόμενο σύστημα

Για την εκμάθηση του αλγορίθμου εισάγαμε την βιβλιοθήκη coco-ssd για javascript που αποτελεί ένα προεκπαιδευμένο μοντέλο αναγνώρισης αντικειμένων βασισμένο στο σύνολο των δεδομένων της Coco βιβλιοθήκης.

Ετσι χρησιμοποιώντας την @tensorflow-models/coco-ssd μπορούμε εισάγοντας μια σκηνή με αντικείμενα να τα ταξινομήσουμε βάση πρόβλεψης και να τα κατηγοριοποιήσουμε επισημαίνοντάς τα. [28]

### 3.5 Αναλύοντας τον ανταγωνισμό συστημάτων ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων

Οι εφαρμογές ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων μέσω TensorFlow έχουν εφαρμοστεί σε πολλούς διαφορετικούς τομείς της βιομηχανίας. Ορισμένα παραδείγματα περιλαμβάνουν:

- Αυτοκινητοβιομηχανία: Η ανίχνευση αντικειμένων όπως πεζούς, ποδηλάτες και αυτοκίνητα σε πραγματικό χρόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της

ασφάλειας στους δρόμους και την αποφυγή ατυχημάτων. Η Toyota και η Audi είναι μερικές από τις αυτοκινητοβιομηχανίες που χρησιμοποιούν το TensorFlow για την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων.

- Λιανικό εμπόριο: Στο λιανικό εμπόριο, η ανίχνευση αντικειμένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της εμπειρίας του πελάτη. Η Walmart, για παράδειγμα, χρησιμοποιεί το TensorFlow για την αναγνώριση προϊόντων και την παρακολούθηση τους στα ράφια.
- Βιομηχανία παραγωγής: η ανίχνευση και ανάλυση της συμπεριφοράς των αντικειμένων μπορεί να βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας και τη μείωση των αποβλήτων. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση ελαττωματικών προϊόντων στη γραμμή παραγωγής ή για τον έλεγχο της ποιότητας των προϊόντων πριν αυτά φτάσουν στους πελάτες. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη βλαβών στα μηχανήματα και την αποτροπή απρόοπτων διακοπών στην παραγωγή. Η χρήση της τεχνολογίας TensorFlow για την ανίχνευση και ανάλυση της συμπεριφοράς των αντικειμένων μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση και την αποτελεσματικότητα της βιομηχανίας παραγωγής.
- Στον κλάδο της γεωργίας, η ανίχνευση και ανάλυση της συμπεριφοράς αντικειμένων μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των καλλιεργειών.

Το TensorFlow είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάπτυξη τεχνητών νευρωνικών δικτύων, και η εφαρμογή του στην ανίχνευση και ανάλυση συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων έχει ευρύ φάσμα εφαρμογών. [29][30]

### 3.5.1 Το σύστημα FarmView της MAPMAN.LTD.

Το FarmView είναι μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί την τεχνολογία της τηλεπισκόπησης μέσω δορυφόρων και των μηχανικών μάθησης για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης στη γεωργία. Το FarmView συνδυάζει δεδομένα που συλλέγονται από δορυφορικές εικόνες και από αισθητήρες στα πεδία για να παρέχει στους γεωργούς ακριβείς πληροφορίες για την καλλιέργεια των φυτών τους, όπως η ποιότητα του εδάφους, η συχνότητα των ποτισμάτων, οι συνθήκες του καιρού και άλλα.

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί το TensorFlow Object Detection API για την ανίχνευση και την ταξινόμηση των αντικειμένων στις δορυφορικές εικόνες, όπως για παράδειγμα τη διαφοροποίηση μεταξύ του φυτού και του εδάφους. Με αυτόν τον τρόπο, οι γεωργοί μπορούν να λαμβάνουν γρήγορες και ακριβείς αποφάσεις για την καλλιέργεια των φυτών τους και να βελτιώνουν την απόδοσή τους και την παραγωγή τους.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα του FarmView είναι:

- Αυξημένη παραγωγικότητα: Οι αγρότες μπορούν να παρακολουθούν την ανάπτυξη των καλλιεργειών και να εντοπίζουν πρόβλημα πριν αυτά επηρεάσουν την παραγωγή. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των προϊόντων.
- Μείωση του κόστους: Η χρήση του FarmView μπορεί να μειώσει το κόστος παραγωγής και να βελτιώσει τη διαχείριση των πόρων όπως το νερό και οι λιπάσματα, καθώς οι αγρότες μπορούν να προσαρμόσουν τις εφαρμογές αυτών των πόρων με βάση τις ανάγκες της κάθε καλλιέργειας.
- Βελτιωμένη ασφάλεια τροφίμων: Οι αγρότες μπορούν να ανιχνεύσουν γρήγορα τα προβλήματα στις καλλιέργειες και να λάβουν αποτελεσματικά μέτρα προς αποφυγή επιβλαβών εντόμων ή ασθενειών. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια τροφίμων και να μειώσει την πιθανότητα παραγωγής ασθενοφόρων τροφίμων.
- Βελτίωση της αειφορίας της γεωργίας: Η χρήση του FarmView μπορεί να βελτιώσει την αειφορία της γεωργίας, καθώς οι αγρότες μπορούν να παρακολουθούν τις καλλιέργειες

τους και να αντιμετωπίζουν προβλήματα σε επίπεδο φυτοπροστασίας και διαχείρισης των πόρων, μειώνοντας την ανάγκη για τη χρήση χημικών και νερού.

Το σύστημα FarmView της MAPMAN.LTD. έχει μερικά μειονεκτήματα που πιθανώς να ληφθούν υπόψη:

- Περιορισμένη κάλυψη: Το FarmView μπορεί να έχει περιορισμένη δυνατότητα κάλυψης, ειδικά σε περιοχές εκτός αγροτικών περιοχών ή περιοχών με περιορισμένη δομική υποδομή. Αυτό μπορεί να περιορίζει την ευρύτητα της εφαρμογής του συστήματος.
- Απαιτήσεις υποδομής: Η χρήση του FarmView μπορεί να απαιτεί την εγκατάσταση ειδικού εξοπλισμού, όπως αισθητήρων ή καμερών, σε αγροτικές περιοχές. Αυτό μπορεί να επιφέρει επιπλέον κόστος και προσπάθεια για τους χρήστες.
- Περιορισμένη ευελιξία: Το FarmView μπορεί να περιορίζει την ευελιξία στην παρακολούθηση και ανάλυση γεωργικών δεδομένων. Οι δυνατότητες επεξεργασίας και προσαρμογής μπορεί να είναι περιορισμένες, ανάλογα με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των χρηστών.
- Εξάρτηση από σύνδεση δικτύου: Η χρήση του FarmView μπορεί να απαιτεί σταθερή σύνδεση στο διαδίκτυο για την αποτελεσματική λειτουργία του. Αυτό μπορεί να αποτελέσει πρόκληση σε αγροτικές περιοχές όπου η πρόσβαση στο διαδίκτυο μπορεί να είναι περιορισμένη ή ασταθής.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτά τα μειονεκτήματα μπορεί να εξαρτώνται από τις συγκεκριμένες απαιτήσεις και περιβάλλοντα χρήσης κάθε πελάτη και μπορεί να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις που να προσφέρουν καλύτερη προσαρμογή στις συγκεκριμένες ανάγκες. [31]

### 3.5.2 Το σύστημα MicroSearch® της Ensco.

Το MicroSearch® είναι ένα σύστημα ανίχνευσης ανθρώπινης παρουσίας που πιθανός κρύβονται μέσα σε οχήματα ανιχνεύοντας τους κραδασμούς που προκαλούνται από τον ανθρώπινο καρδιακό παλμό. Από το 2001, η MicroSearch έχει αναπτυχθεί σε όλο τον κόσμο σε συνοριακά σημεία διέλευσης, σωφρονιστικά ιδρύματα και εγκαταστάσεις που απαιτούν υψηλή ασφάλεια. Η τελευταία έκδοση G5.0 διαθέτει πλέον ανέπαφο αισθητήρα οχημάτων (CVS) με την ίδια απαράμιλλη ικανότητα ανίχνευσης.

Αποτελεί μια τεχνολογία που δεν βασίζεται απόλυτα στη μηχανική μάθηση και στη μηχανική όραση. Βασίζεται σε τεχνολογία ανίχνευσης κραδασμών και στην στατιστική αποτύπωση του καρδιακού παλμού ενός ανθρώπου. Γενικά η τεχνολογία είναι πιο αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική από άλλες προσεγγίσεις αισθητήρων ανίχνευσης ανθρώπινης παρουσίας. [32]

Μερικά από τα οφέλη των συστημάτων ανίχνευσης ανθρώπινης παρουσίας MicroSearch της Ensco, είναι:

- Αξιοπιστία — Ακριβή αποτελέσματα σε μια ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως ξηρό, σκονισμένο, υγρό και ζεστό ή κρύο περιβάλλον.
- Ταχύτητα — Γρήγορη επεξεργασία για μέγιστη απόδοση.
- Ακρίβεια — Χαμηλότερα ποσοστά ψευδών συναγερμών από οποιοδήποτε άλλο διαθέσιμο προϊόν.
- Ασφάλεια — Δεν υπάρχει κίνδυνος για τον χειριστή ή τα άτομα που εντοπίστηκαν κατά τη λειτουργία.
- Απαράμιλλη ευελιξία — Οι φορητές και βιομηχανικές εκδόσεις ανταποκρίνονται στις περιβαλλοντικές ή λειτουργικές απαιτήσεις σας. Όλα τα συστήματα διαθέτουν οθόνες αφής για ευκολία στη χρήση. Διατίθενται επίσης φορητές μονάδες.
- Οικονομία — Πολύ λιγότερο εντάσεως κεφαλαίου από τα ειδικά μηχανήματα ακτινογραφίας για οχήματα/φορτίο.

- Ελαφριά, συμπαγείς αισθητήρες — Διπλάσια ισχύ συγκράτησης από τους προηγούμενους αισθητήρες.
- Ανώτερη μεταφορά δεδομένων — Διασύνδεση USB υψηλής ταχύτητας μεταξύ της μονάδας του κιβωτίου ελέγχου και του κεντρικού υπολογιστή.
- Διαθέσιμες πολλές γλώσσες — Η διεπαφή χρήστη και το εγχειρίδιο είναι διαθέσιμα σε πολλές γλώσσες. [32]

Το σύστημα MicroSearch® της Ensco παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία μπορούν να είναι τα εξής:

- Περιορισμένη κάλυψη: Το MicroSearch® μπορεί να έχει περιορισμένη κάλυψη σε σχέση με άλλα συστήματα ανίχνευσης ανθρώπινης παρουσίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι ένα ειδικευμένο σύστημα που σχεδιάστηκε για συγκεκριμένες εφαρμογές ή περιβάλλοντα.
- Ειδική εγκατάσταση: Το σύστημα MicroSearch® απαιτεί προσαρμογές και εγκαταστάσεις στον χώρο επίβλεψης για να λειτουργήσει αποτελεσματικά και να παρέχει τα αναμενόμενα αποτελέσματα.
- Περιορισμένη ευελιξία προσαρμογής: Ενδέχεται να υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά την προσαρμογή του MicroSearch® σε ειδικές ανάγκες ή περιβάλλοντα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το σύστημα είναι προϊόν εταιρείας και μπορεί να μην επιτρέπει εκτεταμένες αλλαγές ή προσαρμογές.
- Περιορισμένη υποστήριξη και ενημέρωση: Ενδέχεται να υπάρχουν περιορισμοί σε ό,τι αφορά την υποστήριξη και την ενημέρωση για το MicroSearch®. Αναφορικά με τεχνικά ζητήματα, παρατηρήσεις ή αναβαθμίσεις, η διαθεσιμότητα πόρων και η προσοχή της εταιρείας είναι ένας πιθανός περιοριστικός παράγοντας.

Αυτά τα μειονεκτήματα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή και τη χρήση του συστήματος MicroSearch® της Ensco. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι οι περιορισμοί αυτοί μπορεί να είναι συνηθισμένοι για ειδικευμένα συστήματα ανάλογα με την περίπτωση χρήσης και τις απαιτήσεις του πελάτη.

### 3.5.3 Το Σύστημα Ανίχνευσης Ανθρώπινης Παρουσίας της LeewayHertz.

Το συγκεκριμένο σύστημα ανίχνευσης ανθρώπινης παρουσίας αποτελεί ένα σύστημα ελέγχου και πληροφόρησης ατομικής παρουσίας. Το σύστημα ζητά από τα άτομα/ασθενείς να δείχνουν την παρουσία τους σε ειδικά διαμορφωμένα κέντρα μέσω κάμερας IP μετά από συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Εάν ένα άτομο δεν δηλώσει την παρουσία του, αποστέλλεται ειδοποίηση στη συσκευή που έχει δηλωθεί καθώς και στις αρχές παρακολούθησης του ατόμου. [33]

Το συγκεκριμένο σύστημα ανίχνευσης ανθρώπινης παρουσίας αποτελεί μια καλή λύση με αρκετά πλεονεκτήματα, όπως:

- Δεν χρειάζεται η εγκαταστήσει νέου πληροφοριακού συστήματος - δεν απαιτείται νέο υλικό ή νέες κάμερες για την παρακολούθηση της παρουσίας ενός ατόμου καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν ήδη εγκατεστημένες κάμερες IP που διαθέτουν δυνατότητα RTSP.
- Ενσωματωμένη Προστασία Ιδιωτικού Απορρήτου - Το Σύστημα Ανίχνευσης Ανθρώπινης Παρουσίας της LeewayHertz χρησιμοποιεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα ασφαλείας με σκοπό την προστασία του απορρήτου, την ασφάλεια και την διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων του ατόμου.
- Δυνατότητα ανίχνευσης σε πραγματικό χρόνο. [33]



### 3.5.4 Το σύστημα κινηματικής ανίχνευσης επιλεγμένων αντικειμένων της Wondershare.

Το σύστημα παρακολούθησης κινηματικής ανίχνευσης επιλεγμένων αντικειμένων στο λογισμικό Filmora Video Editor της Wondershare αποτελεί μια πρωτοποριακή λειτουργία στην επεξεργασία βίντεο. Το λογισμικό επιτυγχάνει βάσει χρωματικής διαφοροποίησης του επιλεγμένου αντικειμένου να παρακολουθεί την κίνηση και πορεία αυτού στο χώρο κατά την αναπαραγωγή του βίντεο. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει ο χρήστης να επιλέξει ένα συγκεκριμένο χώρο σε στιγμιότυπο του βίντεο έτσι ώστε να μπορέσει να το παρακολουθήσει στο χώρο. Αυτό δεν γίνεται σε πραγματικό χρόνο και γι' αυτό τον λόγο είναι αρκετά αποτελεσματικό. [6][34]

Υπάρχουν αρκετά πλεονεκτήματα που αξίζει να σημειωθούν, όπως:

- Πολύ γρήγορη και εύστοχη αναγνώριση επιλεγμένων αντικειμένων.
- Δυνατότητα επεξεργασίας και βελτιστοποίησης της ανίχνευσης καθώς δεν αποτελεί λύση για κάμερες πραγματικού χρόνου αλλά επεξεργασίας προκαθορισμένου βίντεο.
- Δυνατότητα παρακολούθησης διάφορων διαφορετικών αντικειμένων χωρίς να οριστεί η ιδιότητά τους.

Το λογισμικό Filmora Video Editor της Wondershare προσφέρει μια ευρεία γκάμα λειτουργιών για την επεξεργασία βίντεο, αλλά υπάρχουν ορισμένα μειονεκτήματα που μπορεί να ληφθούν υπόψη. Αυτά περιλαμβάνουν:

- Περιορισμένη ποικιλία επαγγελματικών λειτουργιών: Το Filmora Video Editor είναι κατάλληλο για αρχάριους και ερασιτέχνες χρήστες, αλλά μπορεί να φανεί περιορισμένο για επαγγελματίες που χρειάζονται προηγμένες λειτουργίες επεξεργασίας βίντεο.
- Απουσία προηγμένων εφέ και εργαλείων: Το Filmora παρέχει βασικές λειτουργίες επεξεργασίας βίντεο, αλλά μπορεί να έχει περιορισμένη ποικιλία προηγμένων εφέ, μεταβάσεων και εργαλείων συγκριτικά με άλλα επαγγελματικά λογισμικά επεξεργασίας βίντεο.
- Περιορισμένη υποστήριξη για εξατομικευμένη προσαρμογή: Ορισμένοι χρήστες μπορεί να επιθυμούν μεγαλύτερη ευελιξία και προσαρμογή στην επεξεργασία των βίντεο τους, αλλά το Filmora μπορεί να παρουσιάζει περιορισμένες επιλογές σε αυτόν τον τομέα.
- Απώλεια ποιότητας: Κατά την εξαγωγή των τελικών βίντεο, ορισμένοι χρήστες έχουν αναφέρει απώλεια ποιότητας στο αποτέλεσμα, ειδικά σε υψηλής ανάλυσης βίντεο.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτά τα μειονεκτήματα μπορεί να επηρεάζουν ορισμένους χρήστες, ενώ άλλοι μπορεί να βρουν το Filmora Video Editor ικανοποιητικό για τις ανάγκες τους, ειδικά εάν αναζητούν ένα εύχρηστο και προσιτό λογισμικό επεξεργασίας βίντεο. [34]

## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Το προτεινόμενο σύστημα ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά το πλήθος των αναπαραγόμενων αλγορίθμων, οι αποδέκτες τιμές εισόδου καθώς και τα αποτελέσματα που παράγονται κατά το πέρασμα όλων των διαδικασιών του προτεινόμενου συστήματος ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων.

Οι δημιουργημένοι αλγόριθμοι αποτελούνται από:

- Τον αλγόριθμο της διαδικασίας πρόβλεψης προκαθορισμένων αντικειμένων.
- Τον αλγόριθμο πρόβλεψης ταυτοποίησης παρουσίας των προκαθορισμένων αντικειμένων με βάση την παρελθοντική πρόβλεψη.
- Καθώς και τον επιμέρους αλγόριθμο καταγραφής των ιχνών πρόβλεψης προκαθορισμένων αντικειμένων και των βαρών αυτών στο σύνολο του αναπαραγόμενου μέσου.

### 4.1 Η διαδικασία πρόβλεψης προκαθορισμένων αντικειμένων

Η ανίχνευση αντικειμένων σε εικόνες και βίντεο είναι μια από τις βασικές προκλήσεις της μηχανικής όρασης και της τεχνητής νοημοσύνης. Στη συγκεκριμένη διαδικασία, η ανίχνευση προκαθορισμένων αντικειμένων αποτελεί ένα από τα πιο δύσκολα ζητήματα, λόγω των ιδιοτήτων του προκαθορισμένου αντικειμένου και της δυσκολίας στον αυτόματο προσδιορισμό τους.

Για να αντιμετωπιστεί αυτή η πρόκληση, έχουν αναπτυχθεί διάφορα υπολογιστικά μοντέλα που βασίζονται στη μηχανική μάθηση και την τεχνητή νοημοσύνη, καθώς και σε αλγόριθμους μηχανικής όρασης, οι οποίοι μπορούν να αναγνωρίσουν αυτόματα αντικείμενα και πρόσωπα σε εικόνες και βίντεο. Αυτά τα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για την αυτόματη ταξινόμηση εικόνων, την ανίχνευση προσώπων και άλλα σημαντικά προβλήματα.

Γενικά, ένας ανιχνευτής αντικειμένων έχει κυρίως δύο στοιχεία: έναν αλγόριθμο εξαγωγής χαρακτηριστικών που κωδικοποιεί μια εικόνα εισόδου ως διάνυσμα χαρακτηριστικών και ένα μοντέλο ανίχνευσης που εντοπίζει τα αντικείμενα-στόχους σύμφωνα με το υπολογισμένο διάνυσμα.

Στην πραγματικότητα, η εξαγωγή χαρακτηριστικών είναι μια θεμελιώδης διαδικασία για την ανίχνευση οποιουδήποτε αντικειμένου. Ένας καλός αλγόριθμος εξαγωγής χαρακτηριστικών θα πρέπει να παρέχει ισχυρή αμετάβλητη στις μεγάλες παραλλαγές των προκαθορισμένων αντικειμένων π.χ. ανθρώπινων σωμάτων, ενώ εξάγει αρκετές πληροφορίες για ανίχνευση.<sup>4</sup>

Για την δημιουργία του προτεινόμενου αλγορίθμου χρησιμοποιήσαμε την βιβλιοθήκη της Javascript, Tensorflow.js, η οποία παρέχει εργαλεία για την ανάπτυξη μοντέλων μηχανικής μάθησης και μηχανικής όρασης σε περιβάλλοντα πελάτη όπως οι φυλλομετρητές (browsers). Με αυτή τη βιβλιοθήκη, είναι δυνατό να εκπαιδεύσουμε μοντέλα ανίχνευσης αντικειμένων και να τα χρησιμοποιήσουμε σε πραγματικό χρόνο, ακόμη και σε συστήματα με περιορισμένους υπολογιστικούς πόρους.

#### 4.1.1 Στοιχεία εισόδου που δέχεται ο αλγόριθμος.

Για την διευκόλυνση του χρήστη καθώς και την βελτιστοποίηση των λειτουργιών του προτεινόμενου συστήματος, υπολογίστικαν ορισμένα στοιχεία εισόδου. Τα στοιχεία εισόδου αποτελούν τα εργαλεία διαχείρισης που δίνονται στο χειριστή/χρήστη και περιγράφονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

Ως προαπαιτούμενα στοιχεία εισόδου ο αλγόριθμος δέχεται μια πηγή αναπαραγωγής κινούμενης εικόνας. Οι επιτρεπόμενοι τύποι πηγών εισόδου είναι:

- Αρχείο βίντεου `mpeg4`, `avi` Κατα την επιλογή αυτή ζητείται από τον χρήστη να επιλέξει κάποιο αρχείο από τον φυσικό φάκελο `sources`.
- Βίντεο από εικονοληπτική συσκευή συνδεδεμένη απευθείας στο φυσικό μηχάνημα.
- Βίντεο από εικονοληπτική συσκευή μέσω διαδικτύου χρησιμοποιώντας μια `static ip` της εικονοληπτικής συσκευής.
- Βίντεο από εικονοληπτική συσκευή μέσω διαδικτύου χρησιμοποιώντας ένα `public url` μέσω του πρωτοκόλλου `RTSP`. Το `RTSP` "Real Time Streaming Protocol" αναφέρεται σε ένα πρωτόκολλο δικτύωσης που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση ροών δεδομένων πολυμέσων σε πραγματικό χρόνο μέσω δικτύων υπολογιστών.

Γι' αυτό τον λόγο και ο αλγόριθμος κατα την εκκίνηση ζητά από το χρήστη την επιλογή του τύπου καθώς και την εισαγωγή της διεύθυνσης προς το αρχείο/ροής δεδομένων (`streaming`).

Κατόπιν ζητείται από τον χρήστη να εισάγει τον τύπο του προκαθορισμένου αντικειμένου βάση της λίστας αναγνωρίσιμων αντικειμένων της βιβλιοθήκης `Microsoft COCO`. Προεπιλεγμένη κατηγορία ανίχνευσης είναι ο άνθρωπος (`person`).

Στον αλγόριθμο μπορούμε να ορίσουμε απο την αρχη διάφορες μεταβλητές για την βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων μας.

Οι προαιρετικές μεταβλητές είναι οι εξής:

- Το μέγεθος αποτύπωσης του ίχνους της πρόβλεψης της προκαθορισμένης κατηγορίας αντικειμένων προς αναζήτηση.
- Το μέγεθος του πλέγματος υπολογισμού των αποτελεσμάτων καταμέτρησης των ιχνών.
- Το Χρώμα αποτύπωσης του ίχνους της πρόβλεψης της προκαθορισμένης κατηγορίας αντικειμένων προς αναζήτηση (μόνο για λόγους απεικόνισης)
- Το συντελεστή πιθανότητας ελάχιστου επιτρεπόμενου ορίου επί της εκατό καταγραφής της πρόβλεψης της προκαθορισμένης κατηγορίας αντικειμένων προς αναζήτηση.
- Το ελάχιστο όριο πλάτους του παραλληλόγραμμου της πρόβλεψης των προκαθορισμένων αντικειμένων.
- Το μέγιστο όριο πλάτους του παραλληλόγραμμου της πρόβλεψης των προκαθορισμένων αντικειμένων.
- Μέγιστος χρόνος καταγραφής ιχνών από την πηγή εισόδου σε δευτερόλεπτα.

#### 4.1.2 Διαδικασίες ελέγχου αναπαραγωγής των πηγών εισόδου

Στη συγκεκριμένη ενότητα, θα εξετάσουμε τρεις σημαντικές λειτουργίες που σχετίζονται με τη διαχείριση και τον έλεγχο των διαδικασιών σε ένα σύστημα: τη διαδικασία παύσης (`Pause Process`), τη διαδικασία αναπαραγωγής διαδοχικών σταδίων (`Stepper Process`) και τη διαδικασία λήξης αναπαραγωγής (`End Process`). Αυτές οι λειτουργίες παρέχουν τον έλεγχο και την ευελιξία που απαιτούνται για τη διαχείριση της ροής εργασιών και την αποτελεσματική εκτέλεση των διαδικασιών. Θα εξετάσουμε τη λειτουργία και τη χρησιμότητα κάθε μίας από αυτές τις διαδικασίες, καθώς και τις συνθήκες και τους τρόπους χρήσης τους. Με τη βοήθεια αυτών των λειτουργιών, μπορούμε να επιτύχουμε μεγαλύτερη έλεγχο, ακρίβεια και αποτελεσματικότητα κατά την εκτέλεση των διαδικασιών σε ένα σύστημα.

Η Διαδικασία Παύσης (`Pause Process`) αναπαραγωγής μιας πηγής εισόδου αναφέρεται στο να διακόπτεται η αναπαραγωγή ενός σήματος εικόνας από μια πηγή εισόδου βίντεο.

Η Διαδικασία Παύσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλούς λόγους, όπως για να διακόψουμε προσωρινά την αναπαραγωγή ή για να σταματήσουμε εντελώς την αναπαραγωγή όταν έχουμε δει αρκετό ή ακούσει αρκετό.

```
function pauseProcess(event){
```

```
video.pause();
}
```

Η διαδικασία αναπαραγωγής διαδοχικών σταδίων (Stepper Process) αναπαραγωγής πηγής εισόδου αναφέρεται στο σενάριο όπου μια πηγή εισόδου, όπως ένα βίντεο αναπαράγεται σε συνεχή ροή αλλά σε διακοπτόμενα ορισμένα μέρη.

Στη διαδικασία αναπαραγωγής διαδοχικών σταδίων, η πηγή εισόδου αναπαράγεται σε μικρά τμήματα ή σταδία και κάθε στάδιο αναπαραγωγής ακολουθεί το προηγούμενο, μέχρι το τέλος της πηγής εισόδου. Κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής διαδοχικών σταδίων, το σύστημα αναπαραγωγής αναμμένη την επανεκτέλεση της διαδικασίας αναπαραγωγής διαδοχικών σταδίων για να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο.

```
function stepperProcess(event){
  let time = video.currentTime;
  video.play();
  setTimeout(() => { video.pause(); }, 10);;
}
```

Η διαδικασία λήξης αναπαραγωγής (End Process) είναι η διαδικασία κατά την οποία η αναπαραγωγή μιας πηγής εισόδου τερματίζεται. Αυτή η διαδικασία μπορεί να προκληθεί είτε από τον χρήστη, είτε από την ίδια την εφαρμογή που παίζει την πηγή εισόδου. Στη συνέχεια, η εφαρμογή θα σταματήσει την αναπαραγωγή και προτού επιστρέψει στην αρχική της κατάσταση θα εκτελέσει όλες τις επιμέρους διαδικασίες καταγραφής, ανάλυσης και αποτύπωσης.

```
$('#processStop').click(function() {
  video.pause();
  video.currentTime = 0;

  predictActive = true;
  $('.highlighter').remove();
  $('.PredictionPercent').remove();
  alert("The video has ended");
  CountStorage();
  GroupPoints2UniqueID();
  PaintGridCanvas();
  PaintPlot_Prediction2Time_UniqueID();
  PieChartMostVisitedAreas();
});

video.onended = function() {
  predictActive = true;
  $('.highlighter').remove();
  $('.PredictionPercent').remove();
  alert("The video has ended");
  CountStorage();
  GroupPoints2UniqueID();
  PaintGridCanvas();
}
```

```

PaintPlot_Prediction2Time_UniqueID();
PieChartMostVisitedAreas();
};

```

Η διαδικασία λήξης αναπαραγωγής μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τον τύπο της πηγής εισόδου και τον τρόπο αναπαραγωγής. Για παράδειγμα, σε μια εφαρμογή αναπαραγωγής μουσικής, η διαδικασία λήξης αναπαραγωγής μπορεί να προκληθεί από τον χρήστη με το πάτημα ενός κουμπιού "Διακοπή", ενώ σε μια εφαρμογή αναπαραγωγής βίντεο η λήξη της αναπαραγωγής μπορεί να συμβεί αυτόματα όταν το βίντεο φτάσει στο τέλος του.

#### 4.1.3 Διαδικασίες κατά την αναπαραγωγή της πηγής εισόδου

Αρχικά έχοντας επιλέξει ποιά μέθοδο εισόδου αναπαραγωγμένου βίντεο θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε εκτελείται μια διαδικασία αναπαραγωγής και λήψης από το επιθυμητό μέσω.

```

// Enable the live process view and start classification.
function enableProcess(event) {
  if (!model) {
    return;
  }

  object2identify = document.getElementById('object2identify').value;
  clearAllPrevData();

  //get Settings
  breadcrumbSize = document.getElementById('BreadcrumbSize').value;
  gridSize = document.getElementById('GridSize').value;
  breadcrumbColor = document.getElementById('BreadcrumbColor').value;
  predictionLimit = document.getElementById('predictionLimit').value;
  minHumanBoxWidth = document.getElementById('minHumanBoxWidth').value;
  maxHumanBoxWidth = document.getElementById('maxHumanBoxWidth').value;

  // getUsermedia parameters.
  const constraints = {
    video: true
  };

  // Activate the process stream.
  navigator.mediaDevices.getUserMedia(constraints).then(function(stream) {
    predictActive = true;
    if($('#capture_source').val() == 'url_webcam'){
      video.src = sourcefile;
    }else{
      video.src = sourcefile;
    }
  })
}

```

```
video.addEventListener('playing', predictProcess);
});
}
```

Κατά την μετάδοση της πηγής εισόδου ο αλγόριθμος πραγματοποιεί κάποιες διαδικασίες ανά καρέ του δευτερολέπτου. Οι διαδικασίες αυτές αφορούν την καταγραφή των ιχνών πρόβλεψης παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων καθώς και την συσχέτιση μεταξύ τους αν αφορούν διαφορετική παρουσία ή την ίδια.

Για να το πετύχουμε αυτό χρησιμοποιήσαμε έναν event listener κατά την μετάδοση της πηγής εισόδου όπου μας βοηθάει να τρέξουμε τις δυο διαδικασίες ανά καρέ του δευτερολέπτου.

```
video.addEventListener('playing', predictProcess);
```

Κατόπιν, θα αναλύσουμε δύο σημαντικές λειτουργίες που σχετίζονται με την ανίχνευση και την ανάλυση συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων μέσω της χρήσης του TensorFlow. Θα εξετάσουμε τη Διαδικασία καταγραφής ιχνών πρόβλεψης παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων, η οποία επιτρέπει την καταγραφή και την αποθήκευση των ιχνών που σχετίζονται με τα επιθυμητά αντικείμενα. Θα εξετάσουμε επίσης τη Διαδικασία συσχέτισης ιχνών παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων, η οποία αναλαμβάνει τον εντοπισμό και τη σύνδεση των ιχνών που ανιχνεύονται με τα αντικείμενα που αναζητούνται. Αυτές οι λειτουργίες επιτρέπουν την ακριβή παρακολούθηση και ανάλυση της συμπεριφοράς των αντικειμένων που ενδιαφέρουν, με στόχο την εξαγωγή σημαντικών πληροφοριών και τη λήψη αποφάσεων βάσει αυτών των παρατηρήσεων. Θα εξετάσουμε αναλυτικά τις λειτουργίες αυτές και τις δυνατότητες που παρέχουν για την ανάπτυξη εξειδικευμένων συστημάτων ανίχνευσης και ανάλυσης συμπεριφοράς.

Καθόλη την διάρκεια μετάδοσης παρακολουθούμε μέσω μιας μεταβλητής σε πιο στάδιο βρίσκεται η πηγή εισόδου.

Στάδια πηγής εισόδου:

- Αναπαραγωγή
- Τέλος
- Αρχή
- Παύση

Εφόσον η πηγή βρίσκεται στο στάδιο αναπαραγωγής `isVideoPlaying` και η μεταβλητή πρόβλεψης παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων `predictActive` έχουν οριστεί ως αληθινές (TRUE), η διαδικασία συνεχίζει και εκτελεί την συνάρτηση πρόβλεψης `detect` στο μοντέλο μας έτσι ώστε να μας επιστρέψει πιθανές προβλέψεις παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων μέσω της μεταβλητής `predictions`.

```
var predictActive = true;
...
video.onended = function() {
    predictActive = true;
}
...
const isVideoPlaying = !(video.currentTime >= 0 && !video.paused && !video.ended && video.readyState > 2);
...
if(predictActive && isVideoPlaying){
    ...
}
```

```
model.detect(video).then(function (predictions) {
```

Κατόπιν ορίζονται οι διαστάσεις της πηγής εισόδου σε συσχέτιση με την οθόνη παρουσίασης τους.

```
offsetw = video.offsetWidth*1/video.videoWidth;
offseth = video.offsetHeight*1/video.videoHeight;
```

Για το πλήθος των πιθανών προβλέψεων εκτελείται μια ακολουθία όπου ξεχωρίζονται οι προβλέψεις που αφορούν παρουσία της αναζητούμενης κατηγορίας αντικειμένων και έχουν μεγαλύτερο συντελεστή πιθανότητας, ελάχιστου επιτρεπόμενου ορίου επί της εκατό καταγραφής της πρόβλεψης από τον ορισμένο κατά την είσοδο του αλγορίθμου.

```
// Now let's loop through predictions and draw them to the live view if they have a high
confidence score.
for (let n = 0; n < predictions.length; n++) {
// If we are over variable PredictionAcceptanceRate sure we are sure we classified it right,
draw it!
    if (predictions[n].score > PredictionAcceptanceRate &&
predictions[n].class=="person") {
```

Αφού αφορά ζητούμενη πρόβλεψη, για την οπτικοποίηση αποτυπώνεται ένα πλαίσιο γύρω από την πρόβλεψη ορίζοντας και μια επικεφαλίδα που αποτυπώνονται ο συντελεστής πρόβλεψης καθώς και μοναδικός κωδικός της πρόβλεψης.

```
const p = document.createElement('p');
p.setAttribute('class', 'PredictionPercent elemdel');
p.innerHTML = predictions[n].class + ' - with ' + Math.round(parseFloat(predictions[n].score) *
100) + '% confidence.';
// Draw in top left of bounding box outline.
p.style = 'left: ' + (offsetw * predictions[n].bbox[0]) + 'px;' + 'top: ' + (offseth *
predictions[n].bbox[1]) + 'px;' + 'width: ' + ((offsetw * predictions[n].bbox[2]) - 10) + 'px;';
// Draw the actual bounding box.
const highlighter = document.createElement('div');
highlighter.setAttribute('class', 'highlighter elemdel');
highlighter.style = 'left: ' + (offsetw * predictions[n].bbox[0]) + 'px; top: ' + (offseth *
predictions[n].bbox[1]) + 'px; width: ' + (offsetw * predictions[n].bbox[2]) + 'px; height: ' +
(offseth * predictions[n].bbox[3]) + 'px;';
liveView.appendChild(highlighter);
```

Κατόπιν υπολογίζεται και οπτικοποιείται το ίχνος που αφήνει η ζητούμενη πρόβλεψη. Η θέση του ίχνους βρίσκεται σε σχέση με τον άξονα του y στην κάτω πλευρά του πλαισίου που αποτύπωσε πριν και στη μέση του εν λόγω πλαισίου στον άξονα των x. Δηλαδή προσπαθούμε να προσομοιώσουμε που περίπου ακουμπάει το αντικείμενό μας μέσα στον χώρο.

Κατόπιν αποθηκεύουμε τις υπολογισμένες τιμές σε ένα πίνακα για να τα χρησιμοποιήσουμε στα αποτελέσματα της διεργασίας. Επίσης αποθηκεύουμε τα αντικείμενά μας σε έναν πίνακα έτσι ώστε να μπορέσουμε να τα γράψουμε στον επόμενο κύκλο διεργασιών.

```
// Draw the breadcrumb .
let point_x = getCenterOfBox(predictions[n].bbox[0], predictions[n].bbox[2]);
let point_y = getBottomBox(predictions[n].bbox[1], predictions[n].bbox[3]);
//prevID = getPersonUnique(point_x, point_y, prevID);
ctx.strokeStyle = "rgba(200,20,100, 0.2)";
ctx.beginPath();
ctx.moveTo(point_x, point_y);
ctx.lineTo(point_x+1, point_y+1);
ctx.stroke();
var BoxSets = sepImage2Boxes(video.offsetWidth, video.offsetHeight, point_x, point_y);
store(point_x, point_y, breadcrumbSize, breadcrumbColor, BoxSets);
liveView.appendChild(p);
// Store drawn objects in memory so we can delete them next time around.
children.push(highlighter);
children.push(p);
```

Στο τέλος επαναλαμβάνονται όλες η διεργασίες που προαναφέραμε μέχρι το πέρας του πλήθους των πιθανών προβλέψεων.

Η διαδικασία συσχέτισης των ιχνών πιθανής παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων χρησιμοποιείται έτσι ώστε να μπορέσουμε να ταυτίσουμε τα πιθανά ιχνοί μεταξύ τους και να βελτιστοποιήσουμε το τελικό αποτέλεσμα.

Για να το πετύχουμε αυτό αρχικά δημιουργίσαμε έναν αλγόριθμο που αποθηκεύει τις προηγούμενες προβλέψεις. Ο αλγόριθμος αυτός εκτελείται κατά το τέλος του προηγούμενου αλγορίθμου καταγραφής ιχνών πρόβλεψης παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων.

```
var temp_last_predictions = [];
for (let n = 0; n < predictions.length; n++) {
  // If we are over 66% sure we are sure we classified it right, draw it!
  if (predictions[n].score > 0.20 && predictions[n].class=="person") {
    temp_last_predictions.push(predictions[n]);
  }
}
last_predictions = temp_last_predictions;
```

Έτσι γνωρίζοντας και τις παρελθοντικές πιθανές προβλέψεις μπορούμε να τις συγκρίνουμε με τις καινούργιες. Ως μέθοδο σύγκρισης θα χρησιμοποιήσουμε την απόσταση μεταξύ των δύο ιχνών.

Κατά το τέλος της διαδικασίας καταγραφής ιχνών πρόβλεψης παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων, αφού έχουμε υπολογίσει το καινούργιο ίχνος της πιθανής πρόβλεψης, συγκρίνουμε την θέση του με τα αποθηκευμένα ίχνοί των παρελθοντικών πιθανών προβλέψεων του προηγούμενου καρέ. Εάν η απόσταση μεταξύ τους είναι μικρότερη από ένα συγκεκριμένο όριο τότε θεωρούμε ότι η πιθανή πρόβλεψη παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων ταυτοποιείται με την παρελθοντική πρόβλεψη.



Αφού έχουμε ταυτοποίηση αντικαθιστούμε το μοναδικό κωδικό που έχουμε δώσει στην πρόβλεψη με αυτόν της παρελθοντικής πρόβλεψης.

#### 4.1.4 Υπολογισμός αποτελεσμάτων

Για τον υπολογισμό αποτελεσμάτων αυτής της εργασίας χρησιμοποιούμε δύο διαφορετικές μεθόδους στατιστικής ανάλυσης και αποτύπωσης. Οπτικοποίηση των επιβαρυσμένων σημείων που έχουν υπολογιστεί από τον αλγόριθμο και την αποτύπωση στατιστικών παραστάσεων ποσοστιαίας πίτας και γραμμικής γραφικής παράστασης.

Έτσι στην ενότητα αυτή, θα εξετάσουμε αρκετές σημαντικές λειτουργίες που σχετίζονται με την ανάλυση και την απεικόνιση δεδομένων. Θα εστιάσουμε στην Αποτύπωση επιβαρυσμένων σημείων, η οποία επιτρέπει την ανάδειξη σημαντικών σημείων στο πλαίσιο των δεδομένων. Θα αναλύσουμε επίσης τη Διαδικασία δημιουργίας γραφικών παραστάσεων και της πίτας ποσοστιαίων μονάδων, οι οποίες είναι χρήσιμες για την οπτικοποίηση των ποσοτικών δεδομένων. Θα διερευνήσουμε επίσης τη Διαδικασία αποτύπωσης μέσω όρων των πιθανών προβλέψεων παρουσίας των αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο, καθώς και τη Διαδικασία αποτύπωσης αριθμού των πιθανών προβλέψεων παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο. Τέλος, θα εξετάσουμε τη Διαδικασία αποτύπωσης πιθανότητας παρουσίας μοναδικών αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο, καθώς και τη Διαδικασία αποτύπωσης του ποσοστού του πλήθους των σημείων προβλέψεων των μοναδικών αντικειμένων. Αυτές οι λειτουργίες επιτρέπουν την ανάλυση και την απεικόνιση των δεδομένων με τρόπο που είναι ευανάγνωστος και κατανοητός για την περαιτέρω ανάπτυξη και εξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων.

Στο τέλος της αναπαραγωγής του βίντεο, υπολογίζεται αρχικά ένα οριοθετημένο πλέγμα και το πλήθος των σημείων ανά κελί του πλέγματος μέσω της διαδικασίας αποτύπωσης επιβαρυσμένων σημείων. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να διακρίνουμε τις περιοχές του χώρου όπου βρέθηκαν περισσότερα πιθανά αντικείμενα στόχοι κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής του βίντεο. Αυτή η διαδικασία μας βοηθά να κατανοήσουμε ποιές περιοχές του χώρου απεικόνισης του βίντεο που πιθανώς δέχτηκαν περισσότερο φορτίο των αναζητούμενων αντικειμένων. Για να το πετύχουμε αυτό δημιουργούμε ένα heatmap του απεικονιζόμενου χώρου βάση του πλήθους προβλέψεων των αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Ο όρος "heatmap" αναφέρεται σε μια απεικόνιση της κατανομής των δεδομένων σε έναν χώρο μέσω της χρήσης χρωμάτων. Συνήθως, αντί για ένα απλό γραφικό, η αναπαράσταση των δεδομένων γίνεται μέσω ενός χάρτη που δίνει μια ιδέα για την κατανομή τους στο χώρο.

Στην εικόνα ενός heatmap, οι περιοχές με υψηλή συχνότητα ή πυκνότητα δεδομένων απεικονίζονται με έντονα χρώματα, ενώ οι περιοχές με χαμηλότερη συχνότητα ή πυκνότητα απεικονίζονται με απαλά χρώματα. Συνήθως χρησιμοποιείται για να απεικονίσει κάποια στατιστική κατανομή των δεδομένων, όπως η συχνότητα εμφάνισης ενός γεγονότος σε μια περιοχή ή η κατανομή μιας μεταβλητής στο χώρο. Σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές ανάλυσης δεδομένων, οι heatmaps μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την κατανόηση του χώρου και των δεδομένων που συλλέγονται από αυτόν.



**Γράφημα 1. Αποτύπωση αποτελεσμάτων πυκνότητας ανίχνευσης αντικειμένου στόχου.**

Για να το πετύχουμε αυτό αρχικά θέτουμε στις ρυθμίσεις του συστήματος μας το μέγεθος του κάθε κελιού του πλέγματος εισάγοντας τις τιμές στο σημείο της φόρμας με όνομα “Μέγεθος πλέγματος αποτελεσμάτων”.

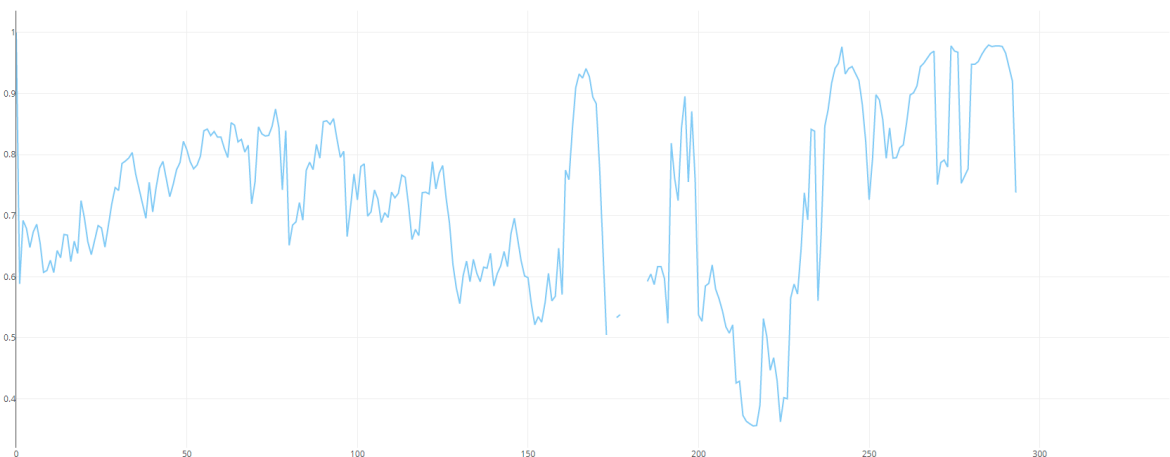
Για την αποτύπωση των τιμών χρωματίζεται το κελί ανάλογα με το πλήθος των σημείων αποτύπωσης πιθανής παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων που περιέχονται. Όσο πιο πολλά σημεία βρίσκονται σε ένα κελί τόσο με πιο σκούρο κόκκινο αποτυπώνεται στον χάρτη και δημιουργούμε το τελικό heatmap.

Με τον τρόπο αυτό μπορούμε εύκολα και άμεσα να αποτυπώσουμε τις πιθανά επιβαρυνμένες και μη περιοχές ενός χώρου. Επιπροσθέτως μέσω του χάρτη που έχει δημιουργηθεί μπορούμε να δούμε και περιοχές που δεν παρουσιάζουν πιθανότητα παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων.

Στην διαδικασία δημιουργίας γραφικών παραστάσεων και της πίτας ποσοσטיών μονάδων, για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων, δημιουργήσαμε μέσω της βιβλιοθήκης plotly.js δύο γραφικές συναρτήσεις και μια πίτα ποσοσטיών μονάδων.

Τα δεδομένα των γραφικών παραστάσεων αντλούνται κατά την εκτέλεση των προαναφερθέντων διαδικασιών. Αποτελούν ληφθείσες τιμές σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους και αποτυπώνονται στις γραφικές παραστάσεις για την κατανόηση του αλγορίθμου που αναπτύχθηκε. Ο δύο πρώτες παραστάσεις τρέχουν και ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο κατά την εκτέλεση όλων των διαδικασιών του προτεινόμενου συστήματος.

Στη πρώτη αποτυπώνονται οι μέσοι όροι των πιθανών προβλέψεων παρουσίας των αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο ανά δευτερόλεπτο.



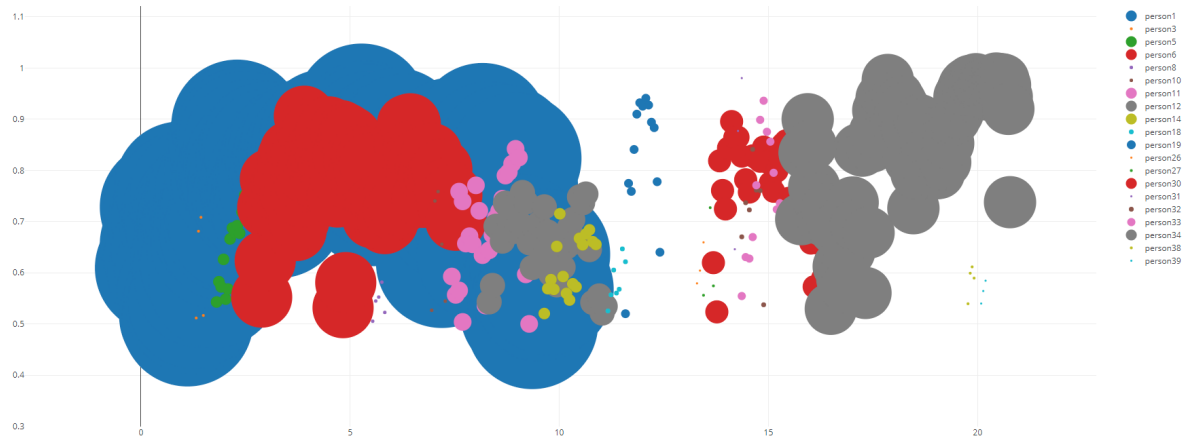
**Γράφημα 2. Αποτύπωση μέσων όρων πιθανών προβλέψεων παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο ανά δευτερόλεπτο.**

Στην δεύτερη γραφική παράσταση αποτυπώνεται ο αριθμός των πιθανών προβλέψεων παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων που εντάσσονται στους αρχικούς κανόνες που έθεσε ο χρήστης σε συνάρτηση με τον χρόνο ανά δευτερόλεπτο.



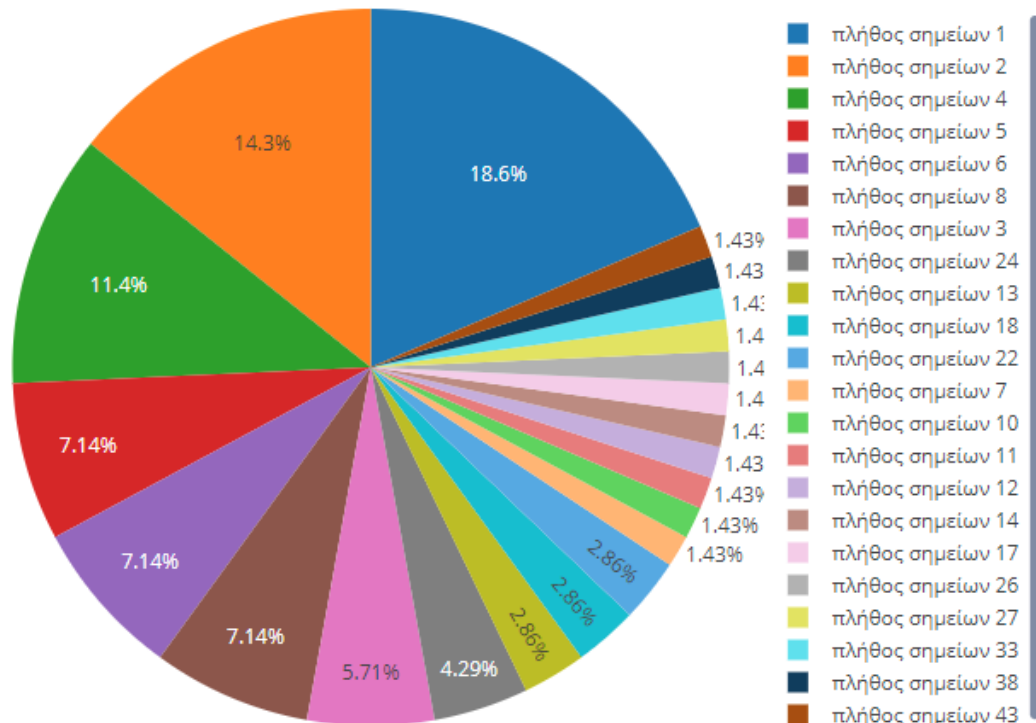
**Γράφημα 3. Αποτύπωση πλήθους πιθανών προβλέψεων παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων.**

Κατά την λήξη των διαδικασιών αποτυπώνεται η τρίτη γραφική παράσταση που παρουσιάζει τη πιθανότητα παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο ανά δευτερόλεπτο καθώς και την μοναδικότητα των αντικειμένων αυτής καθ όλη την εξέλιξη του αναπαραγόμενου μέσου. Για ακρίβεια και σαφήνεια τα ξεχωριστά αντικείμενα διαχωρίζονται με διαφορετικά χρώματα. Το πλήθος των σημείων αποτύπωσης κάθε ξεχωριστού σημείου αποτυπώνονται με το μέγεθος αυτού ανά σημείο.



**Γράφημα 4. Αποτύπωση πιθανότητας παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο ανά δευτερόλεπτο καθώς και την μοναδικότητα των αντικειμένων αυτής καθ όλη την εξέλιξη του αναπαραγόμενου μέσου.**

Επίσης κατά την λήξη των διαδικασιών δημιουργείται και μια πίτα αποτύπωσης του ποσοστού του πλήθους των σημείων αποτύπωσης των προβλέψεων για κάθε ξεχωριστό αντικείμενο. Τα ξεχωριστά αντικείμενα διαχωρίζονται με διαφορετικά χρώματα.



**Γράφημα 5. Αποτύπωση ποσοστού πλήθους σημείων αποτύπωσης προβλέψεων.**

Η διαδικασία αποτύπωσης μέσω όρων των πιθανών προβλέψεων παρουσίας αναφέρεται στη δημιουργία ενός συνόλου προβλέψεων για την παρουσία ή μη του αντικειμένου ενδιαφέροντος σε ένα σύνολο δεδομένων σε συνάρτηση με τον χρόνο. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει τη δημιουργία μιας πιο ακριβούς και αξιόπιστης αναπαράστασης του συνόλου των προβλέψεων για την παρουσία αντικειμένων σε ένα σύνολο δεδομένων.

```
function initLivePlot_Prediction2Time_UniqueID(){
  Plotly.newPlot("liveplot_Prediction2Time_UniqueID", {
    "data": [{
      y: [1],
      mode: 'lines',
      line: {color: '#80CAF6'}
    }],
    "layout": { "width": 1800, "height": 800},
    "mode": 'lines',
  });
}

function Append2LivePlot_PredictionAVG2predictionTime(predictionScore,
predictionTime){
  var data2append = {
    y: [[predictionScore]]
  };

  Plotly.extendTraces('liveplot_Prediction2Time_UniqueID', {
    y: [[predictionScore]]
  }, [0]);
}
```

Η διαδικασία αποτύπωσης αριθμού των πιθανών προβλέψεων παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο, αναφέρεται σε μια μέθοδο ανάλυσης δεδομένων που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του αριθμού των πιθανών προβλέψεων παρουσίας αναζητούμενων αντικειμένων σε μια συγκεκριμένη περιοχή σε σχέση με τον χρόνο.

```
function initLivePlot_Prediction2Time_Number(){
  Plotly.newPlot("liveplot_Prediction2Time_Number", {
    "data": [{
      y: [1],
      mode: 'lines',
      line: {color: '#D21312'}
    }],
    "layout": { "width": 1800, "height": 800},
    "mode": 'lines',
  });
}
```

```

}
function Append2LivePlot_PredictionNumber2predictionTime(predictionNumber,
predictionTime){
  var data2append = {
    y: [[predictionNumber]]
  };

  Plotly.extendTraces('liveplot_Prediction2Time_Number', {
    y: [[predictionNumber]]
  }, [0]);
}

```

Η διαδικασία αυτή συνήθως χρησιμοποιείται σε εφαρμογές παρακολούθησης κίνησης και ανίχνευσης αντικειμένων, όπως για παράδειγμα στην ανίχνευση οχημάτων σε έναν δρόμο ή σε ένα πάρκινγκ.

Η διαδικασία αποτύπωσης πιθανότητας παρουσίας μοναδικών αναζητούμενων αντικειμένων σε συνάρτηση με τον χρόνο, αναφέρεται σε μια μέθοδο ανάλυσης δεδομένων που χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει την πιθανότητα της παρουσίας ενός μοναδικού αντικειμένου σε μια συγκεκριμένη περιοχή σε σχέση με τον χρόνο.

```

function PaintPlot_Prediction2Time_UniqueID(){
  var data = [];
  $.each( uniqPointsFromUniqueID, function( key, val ) {
    var x = [];
    var y = [];
    var c = 0;

    $.each( val, function( k, v ) {
      x.push(v.predictionTime);
      y.push(v.predictionScore);
      c++;
    });

    let p2t_uniqueid = {
      id: key,
      mode: 'markers',
      name: key,
      x: x,
      y: y,
      marker: { size: c }
    }
    if(c > 2){
      data.push(p2t_uniqueid);
    }
  });
}

```

```

    }
  });

  Plotly.newPlot("plot_Prediction2Time_UniqueID", {
    "data": data,
    "layout": { "width": 1800, "height": 800 }
  });
}

```

Η διαδικασία αυτή συνήθως χρησιμοποιείται σε εφαρμογές παρακολούθησης και ανίχνευσης αντικειμένων, όπως παραδείγματος χάρη στην ανίχνευση ανθρώπων σε έναν χώρο ή σε ένα κτίριο. Στη διαδικασία αυτή, χρησιμοποιούνται δεδομένα από αισθητήρες ή κάμερες παρακολούθησης για να ανιχνευθεί η παρουσία του μοναδικού αντικειμένου στο χώρο και να υπολογιστεί η πιθανότητα παρουσίας του σε κάθε χρονική στιγμή.

Η διαδικασία αποτύπωσης του ποσοστού του πλήθους των σημείων προβλέψεων των μοναδικών αντικειμένων, αφορά μια μέθοδο αναπαράστασης του ποσοστού της πιθανότητας της παρουσίας μοναδικών αντικειμένων σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Η διαδικασία αυτή είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη στον τομέα της αναγνώρισης αντικειμένων σε εικόνες.

Η διαδικασία αυτή ξεκινά με την κατασκευή μιας πίτας (pie chart) που αναπαριστά το συνολικό πλήθος των σημείων πρόβλεψης για τα μοναδικά αντικείμενα. Κάθε τομέας της πίτας αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό του πληθυσμού των σημείων πρόβλεψης που ανήκουν στο κάθε ένα μοναδικό αντικείμενο. Η πίτα παρουσιάζεται ως γραφική αναπαράσταση των ποσοστών και επιτρέπει στον χρήστη να κατανοήσει εύκολα τον βαθμό της πιθανότητας της παρουσίας των μοναδικών αντικειμένων καθόλη την διάρκεια του αναπαραγόμενου μέσου.

```

function PieChartMostVisitedAreas(){
  uniqPoints.sort(dynamicSortMultiple("boxw", "boxh"));
  let piedata_array = [];
  for(i=0; i < uniqPoints.length; i++){
    piedata_array.push(uniqPoints[i].counter);
  }

  uniquepiedata_array = piedata_array.reduce((cnt, cur) => (cnt[cur] = cnt[cur] + 1 || 1,
  cnt), {});

  let piedata_onlyvalues = [];
  let piedata_onlynames = [];

  for (const [key, value] of Object.entries(uniquepiedata_array)) {
    piedata_onlyvalues.push(value);
    piedata_onlynames.push('πλήθος σημείων '+key);
  }

  var piedata = [{
    values: piedata_onlyvalues,

```

```

    labels: piedata_onlynames,
    type: 'pie'
  });

  var pielayout = {
    height: 600,
    width: 700
  };

  Plotly.newPlot('piechartMostUsedTiles', piedata, pielayout);
}

```

#### 4.1.5 Αποθήκευση αποτελεσμάτων

Για την αποθήκευση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται ένα JSON array εντός κώδικα όπου και στο τέλος μας δίνεται η δυνατότητα εξαγωγής αυτού σε αρχείο στον υπολογιστή μας για περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία.

Επιπρόσθετα θα μπορούσαμε τα δεδομένα της εν λόγω διαδικασίας να τα αποθηκεύσουμε σε μια βάση δεδομένων SQL, πχ MySQL για καλύτερη και αποδοτικότερη διαχείριση και ανάλυση.

Η διαδικασία αποθήκευσης δεδομένων είναι η διαδικασία καταγραφής και αποθήκευσης δεδομένων σε ένα αποθηκευτικό μέσο, όπως ένας σκληρός δίσκος ή ένας διακομιστής αποθήκευσης. Η διαδικασία αποθήκευσης δεδομένων είναι σημαντική για τη διατήρηση και τη διαχείριση πληροφοριών για μελλοντική χρήση.

Η συγκεκριμένη διαδικασία αποθήκευσης των δεδομένων αφορά την αποθήκευση όλων των προβλέψεων πιθανών αντικείμενων στόχων καθώς και των χαρακτηριστικών τους σε έναν πίνακα δεδομένων.

```

//Store data
function store(x, y, s, c, BoxSets, predictionScore, uniqID, img, predictionTime) {
  var line = {
    "x": x,
    "y": y,
    "size": s,
    "color": c,
    "boxw": BoxSets.boxw,
    "boxh": BoxSets.boxh,
    "uniqueID": uniqID,
    "img": img,
    "predictionScore": predictionScore,
    "predictionTime": predictionTime
  }
  if(uniqID !== 'undefined'){
    linesArray.push(line);
  }
}

```



Η διαδικασία αποθήκευσης δεδομένων μπορεί να περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός αρχείου ή εγγραφής σε μια βάση δεδομένων. Η διαδικασία αποθήκευσης μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τη διαδικασία ελέγχου των δεδομένων για σφάλματα και τη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας των δεδομένων σε περίπτωση που κάτι πάει στραβά. Η διαδικασία αποθήκευσης δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την επιχειρησιακή λειτουργία και τη συνέχιση της εργασίας μιας επιχείρησης.

## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Μεθοδολογία

Ο Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και ο τρόπος έρευνας για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του νέου προτεινόμενου συστήματος αναλύεται στο παρόν κεφάλαιο. Χρησιμοποιώντας την μέθοδο του Action Research που περιγράφεται παρακάτω είναι η μέθοδος που εφαρμόστηκε στην ανάπτυξη του προτεινόμενου συστήματος της παρούσας εργασίας.

### 5.1 Μεθοδολογίες έρευνας

Οι μεθοδολογίες έρευνας είναι συστηματικές και δομημένες προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την αποκόμιση γνώσης και κατανόησης ενός φαινομένου, προβλήματος ή ερωτήματος που εξετάζεται. Οι μεθοδολογίες έρευνας καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα συλλέγονται, αναλύονται και ερμηνεύονται τα δεδομένα προκειμένου να απαντηθούν ερευνητικά ερωτήματα ή να επιλυθούν προβλήματα. [35]

Οι μεθοδολογίες έρευνας μπορούν να καλύπτουν μια ευρεία γκάμα προσεγγίσεων, ανάλογα με το πεδίο της έρευνας, τις ερευνητικές ερωτήσεις και τον τύπο των δεδομένων που απαιτούνται. Υπάρχουν πολλές μεθοδολογίες έρευνας που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς και επιστημονικά πεδία. Οι κύριες μεθοδολογίες έρευνας περιλαμβάνουν:

- **Ποσοτική έρευνα (Quantitative Research):** Αυτή είναι μια μέθοδος ερευνητικής προσέγγισης που επικεντρώνεται στη συλλογή, την ανάλυση και την ερμηνεία αριθμητικών και μετρήσιμων δεδομένων. Στόχος της ποσοτικής έρευνας είναι η αντικειμενική μέτρηση και κατανόηση φαινομένων, συμπεριλαμβανομένων των σχέσεων, των προτύπων και των τάσεων. Συνήθως, η ποσοτική έρευνα χρησιμοποιεί μεγάλα δείγματα και αντλεί δεδομένα από ερωτηματολόγια, παρατηρήσεις, πειράματα ή άλλες μεθόδους μέτρησης. Τα αποτελέσματα αναλύονται στατιστικά για να εξαχθούν γενικεύσεις και να ληφθούν ασφαλή συμπεράσματα. Η ποσοτική έρευνα είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη σε πολλούς τομείς, όπως η κοινωνιολογία, η ψυχολογία, η οικονομική, η εκπαίδευση, η υγεία και η μάρκετινγκ, και συμβάλλει στην ανάπτυξη γνώσης και τη λήψη αποφάσεων βασισμένων σε δεδομένα. [35][36][37]
- **Ποιοτική έρευνα (Qualitative Research):** Αυτή η μέθοδος αναφέρεται σε μια ερευνητική προσέγγιση που επιδιώκει να κατανοήσει, να εξηγήσει και να ερμηνεύσει ποιοτικά φαινόμενα και περιστάσεις. Στην ποιοτική έρευνα, η έμφαση δίνεται στην περιγραφή, την ερμηνεία και την εξαγωγή θεμάτων από τα ποιοτικά δεδομένα, όπως συνεντεύξεις, παρατηρήσεις, η έρευνα αρχείων και άλλες μη αριθμητικές μεθόδους συλλογής δεδομένων. Στόχος της ποιοτικής έρευνας είναι να αναδείξει πλούσια περιγραφικά στοιχεία, να ανακαλύψει νέες πτυχές και να παράσχει βαθύτερη κατανόηση των φαινομένων. Ο ερευνητής επιδιώκει να ανακαλύψει τις απόψεις, τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των συμμετεχόντων, και να ερμηνεύσει τις συνθήκες και τους πολιτισμικούς παράγοντες που επηρεάζουν τα φαινόμενα. Η ποιοτική έρευνα είναι δημιουργική και ευέλικτη, και συχνά χρησιμοποιείται σε κοινωνικές επιστήμες, ανθρωπολογία, εκπαίδευση, ψυχολογία, κοινωνιολογία και άλλους τομείς για την ανακάλυψη βαθύτερης κατανόησης των ανθρώπινων εμπειριών και των κοινωνικών φαινομένων. [36][37]
- **Διερευνητική έρευνα (Exploratory Research):** Αυτή η μέθοδος αναφέρεται σε μια μέθοδο έρευνας που έχει ως στόχο την εξερεύνηση και την κατανόηση ενός θέματος ή ενός φαινομένου που δεν έχει ερευνηθεί εκτενώς ή δεν έχει γίνει πλήρης ανάλυση. Στη διερευνητική έρευνα, οι ερευνητές συλλέγουν δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως παρατηρήσεις, συνεντεύξεις, συνεντεύξεις ομάδας ή αρχειακές έρευνες, με σκοπό να ανακαλύψουν νέες ιδέες, ενδεχόμενες σχέσεις ή πρότυπα που μπορούν να οδηγήσουν σε περαιτέρω έρευνα. Η διερευνητική έρευνα συχνά αποτελεί το πρώτο βήμα σε μια έρευνα και προσφέρει τη βάση για τη διαμόρφωση ερευνητικών ερωτημάτων και υποθέσεων. Μέσω αυτής της μεθόδου, οι ερευνητές επιδιώκουν να κατανοήσουν

καλύτερα ένα φαινόμενο και να δημιουργήσουν βάση για περαιτέρω διερεύνηση και ανάπτυξη θεωρητικών πλαισίων. [36][38]

- Πειραματική έρευνα (Experimental Research): Αυτή η μέθοδος αναφέρεται σε μια μέθοδο έρευνας που επικεντρώνεται στην προκαλούμενη αλλαγή και τον έλεγχο των μεταβλητών για την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Σε αυτήν τη μέθοδο, οι ερευνητές σχεδιάζουν και υλοποιούν πειράματα για να μελετήσουν τη σχέση αίτιου-αποτελέσματος ανάμεσα σε διάφορες μεταβλητές. Συνήθως, η πειραματική έρευνα περιλαμβάνει τη δημιουργία δύο ή περισσότερων ομάδων ή συνθηκών, με τη μία να υπόκειται σε μια παρέμβαση ή μια αλλαγή, ενώ η άλλη λειτουργεί ως ομάδα ελέγχου. Οι ερευνητές μετρούν και συγκρίνουν τα αποτελέσματα ανάμεσα στις ομάδες για να αξιολογήσουν την επίδραση της παρέμβασης ή της αλλαγής. Η πειραματική έρευνα επιτρέπει την έλεγχο των μεταβλητών και την ανάδειξη αιτιώδους σχέσης μεταξύ του παραγόμενου αποτελέσματος και των παρεμβάσεων που έχουν γίνει. Αποτελεί ισχυρό εργαλείο για την εξέταση αιτίων, αποτελεσμάτων και συνδέσεων σε ελεγχόμενες συνθήκες. [36][39]
- Έρευνα δράσης (Action Research): Αυτή η μέθοδος αποτελεί μια μεθοδολογία έρευνας που συνδυάζει την έρευνα και την εφαρμογή δράσεων για την επίλυση προβλημάτων ή τη βελτίωση μιας συγκεκριμένης κατάστασης ή περιβάλλοντος. Κατά την διεξαγωγή της έρευνας δράσης, οι ερευνητές συνεργάζονται στενά με τους ενδιαφερόμενους φορείς ή την κοινότητα για την αναγνώριση των προβλημάτων, την ανάλυση της κατάστασης, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση δράσεων και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Ο στόχος είναι να προκύψουν συγκεκριμένες πρακτικές λύσεις και να βελτιωθεί η πραγματική κατάσταση μέσω της συνεργατικής δράσης και ανάπτυξης γνώσης. Η έρευνα δράσης χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς, όπως η εκπαίδευση, η κοινωνική εργασία, η ψυχολογία, η διοίκηση και η κοινωνική αλλαγή. [36][40]
- Μικτές μέθοδοι έρευνας (Mixed Methods research): Αυτές οι μέθοδοι αναφέρονται σε μια προσέγγιση έρευνας που συνδυάζει στοιχεία από την ποιοτική και την ποσοτική έρευνα, σε μια προσπάθεια να αντιμετωπίσει τα πλεονεκτήματα και τις περιορισμένες πτυχές κάθε μεθοδολογίας ξεχωριστά. Σε μια μικτή μέθοδο έρευνας, οι ερευνητές συλλέγουν τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά δεδομένα και συνδυάζουν τις μεθόδους ανάλυσης για να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν καλύτερα το φαινόμενο που εξετάζεται. Η χρήση μικτών μεθόδων επιτρέπει τη συνολική κατανόηση του θέματος, την ανάδειξη συνδέσεων και αντιθέσεων και την παραγωγή πλουσίου και σφαιρικού ερευνητικού υλικού. Με τη συνδυασμένη χρήση διαφορετικών μεθόδων, οι ερευνητές μπορούν να επιτύχουν μια πιο πλήρη και πολυδιάστατη κατανόηση του φαινομένου και να εξάγουν πιο σφαιρικές και ενδεδειγμένες συμπεράσματα. Έτσι, οι μικτές μέθοδοι έρευνας συνιστούν μια πολύτιμη προσέγγιση για την αντιμετώπιση πολυπλοκών ερευνητικών ερωτημάτων και την εξερεύνηση πλήθους παραγόντων που επηρεάζουν ένα φαινόμενο. [36][37]

Κάθε μέθοδος έχει τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς της, και η επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας εξαρτάται από τον σκοπό της έρευνας, τον τομέα μελέτης και τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται. Οι μεθοδολογίες έρευνας χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς και πεδία μελέτης, συμπεριλαμβανομένων:

- Επιστημονική έρευνα: Οι μεθοδολογίες έρευνας είναι θεμελιώδεις για την ανάπτυξη νέων γνώσεων σε επιστημονικά πεδία. Οι ερευνητές ακολουθούν συστηματικές διαδικασίες για τη συγκέντρωση, την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων προκειμένου να αποκτήσουν νέες γνώσεις και να προωθήσουν την επιστημονική κοινότητα.
- Κοινωνικές επιστήμες: Οι μεθοδολογίες έρευνας χρησιμοποιούνται ευρέως στις κοινωνικές επιστήμες, όπως η κοινωνιολογία, η ψυχολογία, η ανθρωπολογία και η πολιτική επιστήμη. Οι ερευνητές μελετούν τη συμπεριφορά, τις πεποιθήσεις και τις αλληλεπιδράσεις των ανθρώπων, χρησιμοποιώντας διάφορες μεθοδολογίες για τη συλλογή και την ανάλυση δεδομένων.

- Ιατρική και υγεία: Οι μεθοδολογίες έρευνας είναι απαραίτητες στην ιατρική και τον τομέα της υγείας. Οι ερευνητές μελετούν τις αιτίες, την πρόληψη και την αντιμετώπιση ασθενειών, καθώς και την αποτελεσματικότητα των θεραπειών και των φαρμάκων. Οι μεθοδολογίες πειραματικής έρευνας, παρατήρησης και έρευνας δράσης εφαρμόζονται σε κλινικές μελέτες και επιδημιολογικές έρευνες.
- Εκπαίδευση: Οι μεθοδολογίες έρευνας χρησιμοποιούνται στο πεδίο της εκπαίδευσης για τη μελέτη των διαδικασιών μάθησης, των μεθόδων διδασκαλίας και της αξιολόγησης της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Οι ερευνητές εφαρμόζουν διάφορες μεθοδολογίες, όπως συνεντεύξεις, παρατηρήσεις και έρευνα δράσης, για να μελετήσουν και να βελτιώσουν την εκπαιδευτική διαδικασία.

Αυτές είναι μόνο μερικές από τις πολλές περιοχές όπου οι μεθοδολογίες έρευνας έχουν εφαρμογή. Κάθε πεδίο μελέτης έχει τις δικές του ιδιαιτερότητες και απαιτεί συγκεκριμένες μεθοδολογίες για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων. [36]

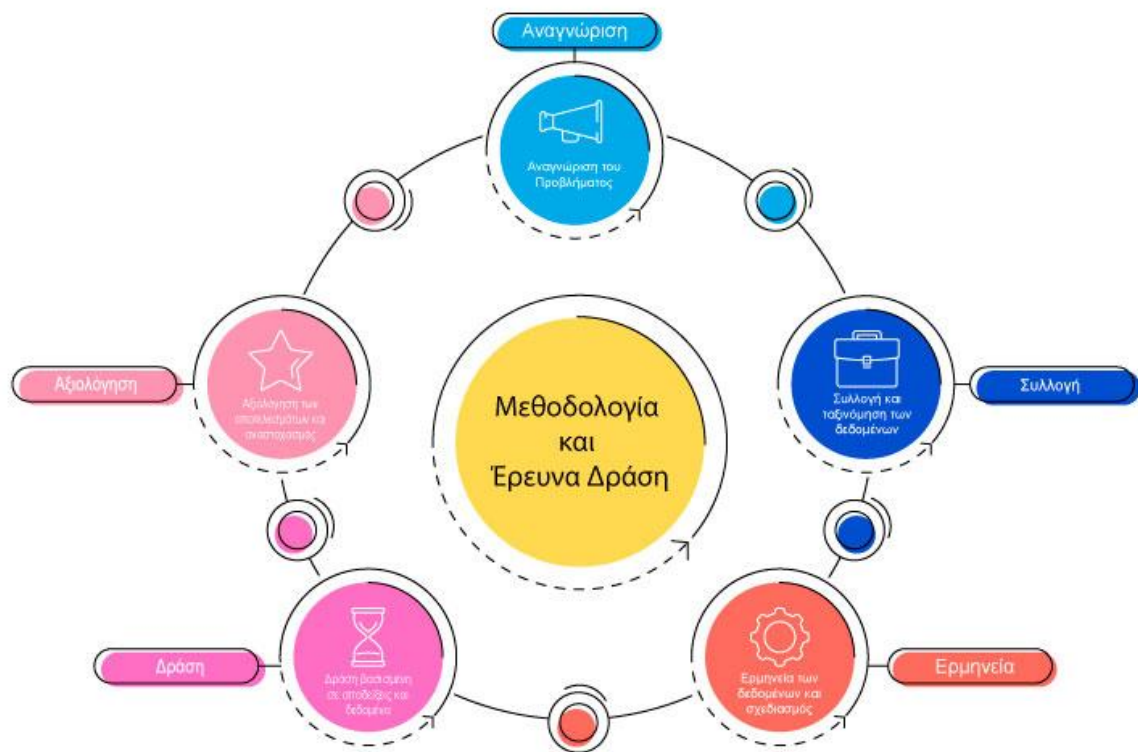
## 5.2 Μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε

Η έρευνα δράσης αποτελεί μια εναλλακτική ερευνητική μέθοδο με συμμετοχικό χαρακτήρα, η οποία διενεργείται ατομικά ή ομαδικά από ανθρώπους που δραστηριοποιούνται σε ένα χώρο και στοχεύει στην εξεύρεση λύσεων σε πραγματικά προβλήματα του χώρου τους (McNiff 1998).

Η χρήση της μεθόδου αυτής στο χώρο της εκπαίδευσης, συνδέει τους όρους «δράση» και «έρευνα» σε ένα πλαίσιο δοκιμής ιδεών του εκπαιδευτικού στην πράξη αναφορικά με διάφορες διαδικασίες, όπως αναμόρφωση του αναλυτικού προγράμματος, των μεθόδων διδασκαλίας που χρησιμοποιεί, αλλά και το σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού.

Η συμμετοχή του εκπαιδευτικού σε μια έρευνα δράσης παρέχει τις ευκαιρίες να αποκτήσει γνώσεις και δεξιότητες σε ερευνητικές μεθόδους και εφαρμογές και επιπλέον, παρακολουθώντας τις πρακτικές που εφαρμόζει αλλά και την εκπαιδευτική διαδικασία γενικότερα (Oja & Pine 1989) να συνειδητοποιήσει τις δυνατότητες για την πρόκληση αλλαγής. Η τελευταία προκύπτει από την αμφισβήτηση υπάρχουσών καταστάσεων και αποτελεί το κίνητρο για τη συμμετοχή του εκπαιδευτικού στην έρευνα δράσης. [41]

Ανάμεσα σε όλους τους ορισμούς της έρευνας δράσης (Action Research), υπάρχουν τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά: η ενίσχυση των συμμετεχόντων, η συνεργασία μέσω των συμμετεχόντων, η απόκτηση της γνώσης, και οι κοινωνικές αλλαγές. Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας δράσης, δομούμε ρουτίνες για συνεχή αντιπαράθεση με τα δεδομένα για μιας υγιούς κοινότητας μάθησης. Αυτές οι ρουτίνες καθοδηγούνται μέσω πέντε σταδίων έρευνας:



**Γράφημα 6. Βήματα μεθοδολογίας και έρευνας δράσης**

Τα Βήματα:

- Αναγνώριση του Προβλήματος
- Συλλογή και ταξινόμηση των δεδομένων
- Ερμηνεία των δεδομένων και σχεδιασμός
- Δράση βασισμένη σε αποδείξεις και δεδομένα
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και αναστοχασμός

### 5.3 Διεξαγωγή της έρευνας δράσης

Η διεξαγωγή μιας έρευνας δράσης περιλαμβάνει τα εξής βήματα. Αρχικά, γίνεται η αναγνώριση του προβλήματος που απαιτεί επίλυση ή βελτίωση. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η συλλογή και η ταξινόμηση των σχετικών δεδομένων που αφορούν το πρόβλημα αυτό. Μετά τη συλλογή των δεδομένων, ακολουθεί η ερμηνεία τους και ο σχεδιασμός μιας δράσης ή ενός πλάνου δράσης που θα βασίζεται στις αποδείξεις και τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί. Η δράση που ακολουθεί βασίζεται στην εμπειρία και τις επιστημονικές γνώσεις, καθώς και στα στοιχεία που παρέχουν τα δεδομένα. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την εφαρμογή της δράσης, ενώ γίνεται και ο αναστοχασμός σχετικά με το πώς μπορούν να βελτιωθούν ή να προσαρμοστούν οι μελλοντικές δράσεις. Μέσω αυτών των βημάτων, η έρευνα δράσης συμβάλλει στην ανάπτυξη και βελτίωση των πρακτικών και των λύσεων σε πραγματικά προβλήματα και περιβάλλοντα. [40][42]

### 5.3.1 Αναγνώριση του Προβλήματος

Το πρόβλημα-κίνητρο για την εμπλοκή μας στην έρευνα δράσης διατυπώθηκε στο πλαίσιο της κριτικής θεώρησης της μαθησιακής διαδικασίας με τις εξής ερωτήσεις:

- Οι υπάρχουσες λύσεις και τεχνικές πρόβλεψης και αποτύπωσης της συμπεριφοράς στο χώρο από τη παρουσία αναζητούμενων αντικειμένων είναι επαρκής;
- Ποια είναι τα προβλήματα και οι αδυναμίες που συναντάμε σε αυτές;
- Πόσο ακριβές είναι η πρόβλεψη παρουσίας των αναζητούμενων αντικειμένων;
- Δύναται να καταγραφεί η πορεία ενός αντικειμένου μέσα στον χώρο;
- Μπορεί να υπάρξει καταγραφή επιβάρυνσης σημείων ενδιαφέροντος σε μια σκηνή;
- Από ποιά μέσα καταγραφής εικόνας μπορεί να υπάρξει άμεση επεξεργασία αυτής;
- Τι υπολογιστική ισχύ χρειάζεται για την αναγνώριση και καταγραφή ενός τέτοιου μοντέλου;
- Τέλος είναι δυνατόν να η εκτέλεση του αλγορίθμου αναγνώρισης να πραγματοποιηθεί σε έναν συμβατικό υπολογιστή χωρίς την διαμεσολάβηση διακομιστή;

Οι ερωτήσεις αυτές μας δίνουν την δυνατότητα να αναγνωρίσουμε τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν κατά την διάρκεια του σχεδιασμού, μελέτης και ανάλυσης μιας νέας λύσης και ενός νέου συστήματος ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων. [42]

### 5.3.2 Συλλογή δεδομένων

Στην έρευνα δράσης, η συλλογή δεδομένων αποτελεί ένα κρίσιμο βήμα για την κατανόηση του προβλήματος, την αξιολόγηση των αναγκών και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της δράσης. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιείται με διάφορες μεθόδους και τεχνικές, ανάλογα με τον σκοπό και τα ερευνητικά ερωτήματα της ερευνητικής δράσης.

Οι πιο κοινές μέθοδοι συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην έρευνα δράσης περιλαμβάνουν τις παρακάτω:

- Συνεντεύξεις: Οι ερευνητές πραγματοποιούν συνεντεύξεις με ενδιαφερόμενα μέρη, όπως εκπαιδευτικούς, μαθητές, γονείς, πελάτες κ.λπ., για να αποκτήσουν ποιοτικές πληροφορίες και να κατανοήσουν τις απόψεις, τις εμπειρίες και τις ανάγκες τους.
- Παρατηρήσεις: Οι ερευνητές παρατηρούν και καταγράφουν συμπεριφορές, αλληλεπιδράσεις και γεγονότα που συμβαίνουν στο περιβάλλον της έρευνας. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει παρατηρήσεις σε τάξεις, εργαστήρια, κοινότητες ή άλλα πεδία δράσης.
- Ερωτηματολόγια: Οι ερευνητές δημιουργούν και διανέμουν ερωτηματολόγια σε συμμετέχοντες, με σκοπό να συγκεντρώσουν ποσοτικά δεδομένα για απόψεις, στάσεις, γνώσεις ή συμπεριφορές.
- Συζητήσεις ομάδας: Οι ερευνητές διοργανώνουν συζητήσεις ομάδας με συμμετέχοντες, όπου οι απόψεις, οι ιδέες και οι εμπειρίες μοιράζονται και συζητούνται για το θέμα της έρευνας.

Ο συνδυασμός αυτών των μεθόδων και η ποικιλία των δεδομένων που συλλέγονται βοηθούν στην πληρέστερη κατανόηση του προβλήματος και την ανάπτυξη αποτελεσματικών λύσεων στο πλαίσιο της έρευνας δράσης.

Ετσι, προκειμένου να οργανωθεί καλύτερα ο σχεδιασμός του υλικού, συλλέχθηκαν δεδομένα από επιλεγμένη βιβλιογραφία και από διάφορες πηγές στο διαδίκτυο. Στην συνέχεια προηγήθηκε μελέτη των δεδομένων αυτών και κατόπιν έγινε ο σχεδιασμός τη συγκεκριμένης λύσης που προαναφέρθηκε. Από την βιβλιογραφία και τα δεδομένα εξορύχθηκε γνώση σχετικά

με υπάρχουσες αλλά και νέες έννοιες, τεχνικές και μοντέλα για συστήματα Ερμηνεία των δεδομένων και σχεδιασμός. [42]

### 5.3.3 Ερμηνεία δεδομένων

Το βήμα της ερμηνείας των δεδομένων αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της διεξαγωγής μιας έρευνας δράσης. Κατά την ερμηνεία, ο ερευνητής αναλύει τα συλλεγμένα δεδομένα για να αντλήσει συμπεράσματα και να εξάγει νοήματα από αυτά. Αυτό περιλαμβάνει την προσεκτική εξέταση και ανάλυση των δεδομένων, την αναγνώριση μοτίβων, την αντιστοίχιση των δεδομένων με τους στόχους και τις ερευνητικές ερωτήσεις, και την εκτίμηση της σημασίας και της συνολικής έννοιας που προκύπτει από τα δεδομένα. Μέσω της ερμηνείας, ο ερευνητής αποκτά βαθύτερη κατανόηση του προβλήματος, των ανακαλυπτόμενων τάσεων και προκλήσεων, και των πιθανών αιτιών και αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη διεξαγωγή της έρευνας δράσης. Η ερμηνεία των δεδομένων αποτελεί βασικό στοιχείο για τον σχεδιασμό της επόμενης φάσης της δράσης και την επίλυση του προβλήματος που αντιμετωπίζετε. [41][42]

### 5.3.4 Δράση βασισμένη σε αποδείξεις και δεδομένα

Η δράση βασισμένη σε αποδείξεις και δεδομένα αποτελεί ένα σημαντικό στάδιο στην έρευνα δράσης, κατά το οποίο οι αποφάσεις και οι πρακτικές λαμβάνονται με βάση την αξιολόγηση και την εκτίμηση των διαθέσιμων αποδείξεων και δεδομένων.

Κατά τη διάρκεια της δράσης, οι ερευνητές συλλέγουν ποικίλα δεδομένα και πληροφορίες για το πρόβλημα που εξετάζουν. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν ποσοτικά δεδομένα από μετρήσεις, αναλύσεις και στατιστικά στοιχεία, καθώς και ποιοτικά δεδομένα από συνεντεύξεις, παρατηρήσεις και συζητήσεις ομάδας. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων βοηθά στην αξιολόγηση των προβλημάτων, των αναγκών και των προοπτικών για αλλαγή και βελτίωση.

Με βάση αυτήν την ανάλυση, οι ερευνητές λαμβάνουν αποφάσεις για τη σχεδίαση και την υλοποίηση δράσεων που θα αποβλέπουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος και στη βελτίωση της κατάστασης. Η επιλογή των δράσεων βασίζεται στην αξιολόγηση των διαθέσιμων αποδείξεων και δεδομένων, προκειμένου να επιτευχθούν επιδιωκόμενα αποτελέσματα και να εφαρμοστούν αποτελεσματικές πρακτικές.

Συνοψίζοντας, η δράση βασισμένη σε αποδείξεις και δεδομένα στην έρευνα δράσης υποδηλώνει τη λήψη αποφάσεων και την υλοποίηση δράσεων με βάση τις αξιολογήσεις και τις αναλύσεις των διαθέσιμων δεδομένων, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της έρευνας και να προωθηθεί η αλλαγή και η βελτίωση στην πράξη.

Έτσι, μετά την μελέτη των δεδομένων που συλλέχθηκαν και τον σχεδιασμό του συστήματος προχωράμε στην διαδικασία της υλοποίησης. Για την υλοποίηση του συστήματος χρησιμοποιήθηκε σαν γλώσσα προγραμματισμού τη Javascript που υποστηρίζεται από την βιβλιοθήκη μηχανικής μάθησης Tensorflow.js.

Η δράση βασισμένη σε αποδείξεις και δεδομένα αποτελεί μια προσέγγιση που βασίζεται στη συλλογή και την αξιολόγηση συγκεκριμένων δεδομένων προκειμένου να ληφθούν αποφάσεις και να δραστηριοποιηθούν. Η χρήση αποδείξεων και δεδομένων βοηθάει στην αποφυγή υποκειμενικών απόψεων και αντικειμενικών σφαλμάτων, διασφαλίζοντας έτσι την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και των αποφάσεων. Η δράση βασισμένη σε αποδείξεις και δεδομένα είναι ιδιαίτερα σημαντική σε πολλούς τομείς, όπως η έρευνα, η ιατρική, η κοινωνική πολιτική και η διαχείριση κρίσεων. [40][41]

### **5.3.5** Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και αναστοχασμός

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και ο αναστοχασμός αποτελούν σημαντικό στάδιο στην έρευνα δράσης και αναφέρονται στην αξιολόγηση της επίδρασης και της αποτελεσματικότητας των δράσεων που έχουν υλοποιηθεί, καθώς και στον αναστοχασμό επί της διαδικασίας και των αποτελεσμάτων της έρευνας δράσης.

Κατά τη φάση αυτή, οι ερευνητές αξιολογούν την αποτελεσματικότητα και την επίδραση των δράσεων που έχουν υλοποιηθεί στο πλαίσιο της έρευνας δράσης. Αυτό περιλαμβάνει τη συγκέντρωση δεδομένων και πληροφοριών σχετικά με τα αποτελέσματα των δράσεων, την ανάλυση των δεδομένων, την εκτίμηση της επίδρασης στην επίλυση του αρχικού προβλήματος και την επίτευξη των στόχων που τέθηκαν.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και ο αναστοχασμός στην έρευνα δράσης βοηθούν στην αξιολόγηση της ποιότητας των προτεινόμενων λύσεων, την εξαγωγή διδαγμάτων και την ανάπτυξη βελτιώσεων για μελλοντικές εφαρμογές. Ο αναστοχασμός προάγει την κριτική σκέψη, την αναδρομική αξιολόγηση της διαδικασίας και της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, καθώς και την αναγνώριση πιθανών περιορισμών και προκλήσεων που προέκυψαν.

Ο συνδυασμός της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων και του αναστοχασμού επιτρέπει την περαιτέρω εμβάθυνση στην κατανόηση του προβλήματος, την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων λύσεων και την εξέλιξη της έρευνας δράσης ως μιας διαρκούς διαδικασίας βελτίωσης και ανάπτυξης. [41][42]



## 6<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Αξιολόγηση και Επιχειρηματικό πλάνο

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιούμε μια αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος με γνώμονα πάντα τον ανταγωνισμό της αγοράς και καταγράφουμε το επιχειρηματικό πλάνο που θα εφαρμόσουμε για την βιωσιμότητα του έργου.

### 6.1 Πλεονεκτήματα από την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος

Κατά την ανάπτυξη και υλοποίηση του προτεινόμενου συστήματος σε πρωτότυπο διακρίναμε αρκετά πλεονεκτήματα που θα μας βοηθήσουν στην ορθότερη και ανταγωνιστικότερη προώθησή του, τα οποία και προσπαθήσαμε να καταγράψουμε στην εν λόγω παράγραφο.

Τα κυριότερα από αυτά είναι:

- Το προτεινόμενο σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί και να αποδώσει σε πολλαπλούς κλάδους της οικονομίας, προσφέροντας λύσεις σε προβλήματα αποδοτικότητας.
- Εφαρμόζεται χωρίς την χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού, αφού απαιτεί μόνο την χρήση απλής κάμερας παρακολούθησης.
- Χρησιμοποιεί σύγχρονους μεθόδους μηχανικής μάθησης με δυνατότητα εύκολης αναβάθμισης του πηγαίου κώδικα του. Οι βιβλιοθήκες που έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελούν βασικά εργαλεία για κολοσσούς του χώρου όπως η Google.
- Αποτελεί φθηνή λύση σε οποιοδήποτε τομέα.
- Δέχεται πληθώρα διαφορετικών μέσων αναπαραγωγής εικόνας.
- Ο χρόνος παρακολούθησης και ανάλυσης είναι πραγματικός.
- Παρέχει απεικονιστική αναπαράσταση των δεδομένων.
- Στατιστική ανάλυση βάση των συλλεχθέντων στοιχείων.

### 6.2 Πιθανά προβλήματα και αστοχίες που μπορεί να προκύψουν από την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος

Σίγουρα κατά την εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος μπορούν να προκύψουν πιθανά προβλήματα και αστοχίες. Ορισμένα από αυτά τα προβλήματα και τις αστοχίες μπορούν να οφείλονται στα εξής:

- Ελλιπής συλλογή δεδομένων: Αν το σύστημα μηχανικής μάθησης δεν έχει επαρκή δεδομένα εκπαίδευσης, μπορεί να δυσκολευτεί να αναγνωρίσει σωστά τα αντικείμενα στις εικόνες που παρέχονται από την κάμερα.
- Υπερβολική προσαρμογή: Αν το σύστημα μηχανικής μάθησης προσαρμόζεται υπερβολικά στα δεδομένα εκπαίδευσης, μπορεί να παρουσιάσει υπερβολική προσαρμογή (overfitting) και να μην είναι σε θέση να γενικεύσει σωστά στα νέα δεδομένα.
- Ανικανότητα πρόβλεψης: Σε περίπτωση που η μηχανική μάθηση δεν μπορεί να αναγνωρίσει σωστά τα αντικείμενα στις εικόνες, το σύστημα μπορεί να αδυνατεί να κάνει ακριβείς προβλέψεις.
- Ανεπαρκής ποιότητα εικόνας: Η ποιότητα της εικόνας που παρέχεται από την κάμερα μπορεί να είναι ανεπαρκής ή περιορισμένη, καθιστώντας δύσκολη την αναγνώριση και την πρόβλεψη της κίνησης των αντικειμένων.
- Συστηματική παραμόρφωση: Η κάμερα μπορεί να παρουσιάζει συστηματικές παραμορφώσεις στις εικόνες, όπως παραμόρφωση φακού ή παραμόρφωση προβολής, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια της μηχανικής όρασης.
- Αλλαγές στο περιβάλλον: Το περιβάλλον γύρω από την κάμερα μπορεί να αλλάξει, ειδικά σε εξωτερικούς χώρους, όπου υπάρχουν καιρικές συνθήκες, φυτά και άλλα αντικείμενα που μπορεί να εμποδίζουν την άποψη της κάμερας. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την ακρίβεια της μηχανικής όρασης.

### 6.3 Στατιστική ανάλυση αγοράς

Η αγορά της μηχανικής όρασης προβλέπεται να φτάσει τα 17,2 δισεκατομμύρια δολάρια στις ΗΠΑ έως το 2027 από 12,0 δισεκατομμύρια δολάρια το 2022 με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 7,4%. Παρατηρήθηκε επίσης βάση του Market Research Report του 2022 ότι ο ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς, από το 2021 έως το 2022, ήταν 10,7%. [43]

Η παγκόσμια αγορά τεχνητής νοημοσύνης στην όραση υπολογιστών αναμένεται να αποτιμηθεί σε 17,2 δισεκατομμύρια δολάρια στις ΗΠΑ το τέλος του 2023 και προβλέπεται να φτάσει τα 45,7 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2028. Αναμένεται να αυξηθεί με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 21,5% από το 2023 έως το 2028. Οι παρούσες εξελίξεις στους αλγόριθμους βαθιάς μάθησης που αύξησαν τον ρυθμό διαθεσιμότητας δεδομένων, η συνεχόμενη ανάπτυξη ταχύτερης και φθηνότερης υπολογιστική ισχύς καθώς και η πρόοδο της τεχνολογίας των GPU και TPU είναι οι κινητήριες παράγοντες της αγοράς. Επιπλέον, οι παράγοντες της αγοράς αναμένεται να επωφεληθούν από τις πρωτοβουλίες των κυβερνήσεων που στοχεύουν στην υποστήριξη του βιομηχανικού αυτοματισμού και στην ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης σε συσκευές αιχμής, δημιουργώντας κερδοφόρες ευκαιρίες για αυτούς. [43][44]

#### 6.3.1 Προσφορά πληροφοριών μέσω υλικοτεχνικών μέσων

Το 2022, το τμήμα υλικού αντιπροσώπευε το μεγαλύτερο μερίδιο εσόδων άνω του 62,49% και αναμένεται να κυριαρχήσει στην αγορά κατά την περίοδο πρόβλεψης. Με βάση την προσφορά, η αγορά έχει διαχωριστεί σε τμήματα υλικού, λογισμικού και υπηρεσιών.

Τα εξαρτήματα υλικού περιλαμβάνουν διάφορα αντικείμενα όπως κάμερες, αισθητήρες, επεξεργαστές, λαβές πλαισίου, φωτισμούς LED και οπτικά. Οι κάμερες κατείχαν το μεγαλύτερο μερίδιο εσόδων το 2022, το οποίο αποδίδεται στην αυξανόμενη ζήτηση για αισθητήρες απεικόνισης CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductor). Με βάση τα εξαρτήματα υλικού που χρησιμοποιούνται στα συστήματα μηχανικής όρασης, το τμήμα υλικού έχει περαιτέρω διαχωριστεί σε υποτμήματα κάμερας, λήψης καρτέ, οπτικών, φωτισμού LED και επεξεργαστών.

Οι προσφορές λογισμικού διαιρούνται σε υποκατηγορίες ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα, τυπικού αλγόριθμου και λογισμικού βαθιάς εκμάθησης. Η ανάγνωση γραμμικού κώδικα είναι μια διαδικασία επαλήθευσης της ποιότητας μιας εικόνας/φωτογραφίας που περιλαμβάνει έναν γραμμωτό κώδικα πριν και μετά την εκτύπωση. Το σύστημα λογισμικού μηχανικής όρασης ορίζει παραμέτρους και πρότυπα που σχετίζονται με τους Διεθνείς Οργανισμούς Τυποποίησης (ISO) που υποστηρίζουν πρότυπα ποιότητας επαλήθευσης γραμμωτού κώδικα. Ο γραμμωτός κώδικας περιλαμβάνει γραμμές και κενά και ένας σαρωτής σαρώνει τον κώδικα για να ερμηνεύσει την ορθότητα του κώδικα. Το τμήμα ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα αναμένεται να καταγράψει ένα σημαντικό CAGR από το 2022 έως το 2030.

Το υποτμήμα λογισμικού βαθιάς μάθησης αναμένεται να καταγράψει τον υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης κατά την περίοδο πρόβλεψης λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για συστήματα έξυπνης μηχανικής όρασης που είναι εξοπλισμένα με δυνατότητες αντίδρασης βάση της αναγκαιότητας της λειτουργίας τους σε διαφορετικούς κλάδους της βιομηχανίας.

Ειδικότερα, οι πάροχοι μηχανικής όρασης προσφέρουν δύο κύριους τύπους υπηρεσιών: την ενοποίηση και τη διαχείριση λύσεων. Οι ενοποιητές συστημάτων μηχανικής όρασης χρησιμοποιούνται για εφαρμογές επιθεώρησης, δοκιμών, συναρμολόγησης και μέτρησης και βοηθούν τους πελάτες να πληρούν τις προδιαγραφές των προϊόντων τους. Επιπλέον, η διαχείριση λύσεων χρησιμοποιείται για λειτουργίες εντοπισμού σφαλμάτων σε ένα βήμα, έλεγχο επιθεώρησης (έναρξη και διακοπή) και άνοιγμα και αποθήκευση λύσεων.

Ο τομέας προσφορών αναμένεται να παρουσιάσει σταθερό ρυθμό ανάπτυξης κατά την προβλεπόμενη περίοδο λόγω του μεγάλου μεριδίου αγοράς των εξαρτημάτων υλικού. Το τμήμα προσφοράς υλικού αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται κατά την περίοδο πρόβλεψης.

Επιπλέον, το τμήμα λογισμικού αναμένεται να συμβάλει σταδιακά στη συνολική ανάπτυξη του κλάδου και να συμβάλει στην ενίσχυση της αγοράς. [43][45]

### 6.3.2 Βιομηχανική αποτύπωση

Το 2022, ο κλάδος της αυτοκινητοβιομηχανίας κατείχε το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς 19,68% στην παγκόσμια αγορά και αναμένεται να παρουσιάσει σημαντικό CAGR από το 2023 έως το 2030. Επί του παρόντος, η αυτοκινητοβιομηχανία είναι ο μεγαλύτερος υιοθετών συστημάτων μηχανικής όρασης παγκοσμίως και θα συνεχίσει να αναπτύσσεται με σταθερό ρυθμό κατά την περίοδο πρόβλεψης.

Αναφορά χαρακτηριστικού	Λεπτομέρειες
Αξία μεγέθους αγοράς το 2023	16,78 δισεκατομμύρια ευρώ
Πρόβλεψη εσόδων για το 2030	37,76 δισεκατομμύρια ευρώ
Ρυθμός ανάπτυξης	CAGR 12,3% από το 2023 έως το 2030
Έτος εκτίμησης	2022
Ήπειροι	Βόρεια Αμερική, Ευρώπη, Ασία, Νότια Αμερική, Μέση Ανατολή, Αφρική

Πίνακας 1. Πρόβλεψη ανάπτυξης μηχανικής όρασης στην αυτοκινητοβιομηχανία.

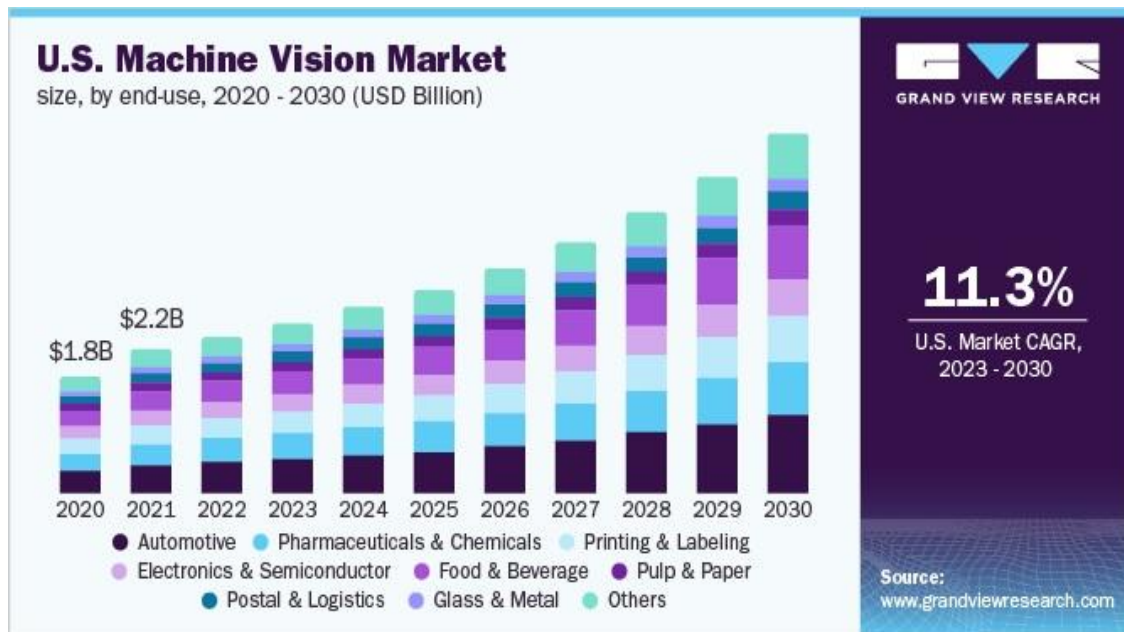
Η μηχανική όραση στην αυτοκινητοβιομηχανία χρησιμοποιείται ευρέως για σκοπούς επιθεώρησης, οι οποίοι περιλαμβάνουν έλεγχο παρουσίας-απουσίας, προστασία από σφάλματα, επαλήθευση συναρμολόγησης και τελική επιθεώρηση. Επιπλέον, το σύστημα MV χρησιμοποιείται επίσης για σκοπούς μέτρησης διαστάσεων, ρομποτικής καθοδήγησης και δοκιμών αυτοματισμού, που εμπίπτουν στις εφαρμογές μέτρησης, μετρητή και καθοδήγησης. Ως εκ τούτου, η ζήτηση για μηχανοποιημένη απεικόνιση είναι σημαντική στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας και αναμένεται να αυξάνεται σταθερά τα επόμενα χρόνια.

Η βιομηχανία τροφίμων και ποτών αναμένεται να σημειώσει τον υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης κατά την περίοδο πρόβλεψης. Τα συστήματα μηχανικής όρασης στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών χρησιμοποιούνται ευρέως στις εργασίες συσκευασίας και εμφιάλωσης. Ακολουθώντας το τμήμα της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών, τα συστήματα μηχανικής όρασης είναι πιθανό να σημειώσουν σημαντική ανάπτυξη στα φαρμακευτικά και χημικά προϊόντα, την βιομηχανία της εκτύπωσης και επισήμανσης καθώς και σε άλλους κλάδους της βιομηχανίας, που περιλαμβάνουν τη γεωργία, την επεξεργασία καουτσούκ και πλαστικών, την ανάπτυξη μηχανημάτων και εξοπλισμού, την ασφάλεια και την επιτήρηση χώρων. [43][45]

### 6.3.3 Αποτύπωση εφαρμογών στην παγκόσμια αγορά

Σύμφωνα με την Grand View Research, το 2022, το τμήμα διασφάλισης ποιότητας και επιθεώρησης κατείχε το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς 51,84% στην παγκόσμια αγορά και αναμένεται να παρουσιάσει CAGR σχεδόν 12,0% από το 2023 έως το 2030. Με βάση την εφαρμογή, η αγορά έχει τμηματοποιηθεί σε διασφάλιση ποιότητας και επιθεώρησης, τοποθέτηση και καθοδήγησης, μέτρησης και αναγνώρισης. Τα συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως για τη σάρωση, την αναγνώριση ετικετών, γραμμωτών κωδίκων, κειμένων και ειδικά στον τομέα της

συσσκευασίας. Αυτό αυτοματοποιεί τις δραστηριότητες συσκευασίας, εξοικονομώντας χρόνο, αποφεύγοντας ανθρώπινα λάθη και αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα.



Γράφημα 7. Ανάπτυξης αγοράς των ΗΠΑ στη μηχανική μάθηση.

Η ταυτοποίηση με τη χρήση απεικόνισης μηχανής χρησιμοποιείται επίσης στην παρακολούθηση κάμερας, στην παρακολούθηση της κυκλοφορίας ή στην αναγνώριση πινακίδων κυκλοφορίας για λόγους ασφαλείας. Το τμήμα αναμένεται να αναπτυχθεί με ταχεία CAGR από το 2023 έως το 2030, λόγω πολλών πλεονεκτημάτων και ευκαιριών που προσφέρονται στην τεχνολογία παγκοσμίως.

Η Ασία κυριάρχησε στην αγορά με μερίδιο εσόδων άνω του 41,65% το 2022. Η περιοχή είναι πιθανό να αναπτυχθεί με έντονο ρυθμό από το 2023 έως το 2030. Επιπλέον, πραγματοποιούνται αυξανόμενες επενδύσεις σε δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης για τη βελτίωση της τεχνολογίας της μηχανικής όρασης και των σχετικών εξελίξεων, λόγω των οποίων εξέχοντες παίκτες αναλαμβάνουν στρατηγικές πρωτοβουλίες όπως συμμαχίες διανομής, συνεργασίες, συγχωνεύσεις και εξαγορές. Ως εκ τούτου, όλοι αυτοί οι παράγοντες αναμένεται να ωθήσουν την ανάπτυξη της αγοράς στην περιοχή της Ασίας αλλά και παγκοσμίως. [46]

#### 6.4 Επιχειρηματικό πλάνο

Στην παράγραφο αυτή αναλύουμε το επιχειρηματικό πλάνο για το προτεινόμενο σύστημα και πως αυτό θα βοηθήσει στην υλοποίηση και βιωσιμότητα του όλου έργου.

Αρχικά για να μπορέσει το επιχειρηματικό πλάνο να αποδώσει δημιουργήσαμε τους εξής πίνακες για τα επόμενα 5 χρόνια. Πίνακας υπόθεσης κύκλων εργασιών, πίνακες κόστους ανθρώπινου δυναμικού, πίνακας πάγιου ενεργητικού και πίνακας λειτουργικών εξόδων. Έτσι, συνδυάζοντας τους προαναφερόμενους πίνακες μπορούμε να δημιουργήσουμε έναν τελικό πίνακα προβλεπόμενων καθαρών εσόδων του έργου.

Αναλυτικότερα ένας πίνακας υπόθεσης κύκλων εργασιών πενταετίας (ή πίνακας πενταετούς σχεδιασμού) είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό και τη

διαχείριση μακροπρόθεσμων επιχειρησιακών στόχων. Συνήθως χρησιμοποιείται από επιχειρήσεις ή οργανισμούς για να καθορίσουν τη στρατηγική τους κατά τη διάρκεια πενταετίας, και να παρακολουθήσουν την πρόοδο τους προς την επίτευξη αυτών των στόχων. [47]

Ο πίνακας κόστους ανθρώπινου δυναμικού είναι ένα εργαλείο διαχείρισης που χρησιμοποιείται για να κατανοήσουμε και να αναλύσουμε το κόστος της απασχόλησης των εργαζομένων σε μια επιχείρηση. Συνήθως αναφέρεται στο συνολικό κόστος των αποδοχών των εργαζομένων, συμπεριλαμβανομένων των μισθών, των επιδομάτων, των ασφαλιστικών εισφορών, των φόρων και των άλλων έμμεσων δαπανών που σχετίζονται με την απασχόληση. [47]

Ο πίνακας πάγιου ενεργητικού είναι ένας λογιστικός πίνακας που καταγράφει τα μακροπρόθεσμα ή πάγια ενεργητικά ενός οικονομικού φορέα, όπως μια εταιρεία ή μια οργάνωση. Τα πάγια ενεργητικά είναι εκείνα τα ενεργητικά που περιλαμβάνουν περιουσιακά στοιχεία που αναμένεται να χρησιμοποιηθούν από τον οικονομικό φορέα για μια περίοδο μεγαλύτερη του ενός έτους, όπως το επαγγελματικό εξοπλισμό, οι υποδομές, οι κτίρια και οι μεταφορικοί εξοπλισμοί. [6]

Ο πίνακας λειτουργικών εξόδων είναι ένας λογιστικός πίνακας που καταγράφει τα έξοδα που σχετίζονται με την καθημερινή λειτουργία και διαχείριση μιας επιχείρησης ή μιας οργάνωσης, όπως τα μισθοδοσικά έξοδα, τα έξοδα υποστήριξης εξοπλισμού και υλικών, τα έξοδα ενοικίασης και υποδομών, τα έξοδα επικοινωνίας και διαφήμισης κ.λπ.

Ο πίνακας λειτουργικών εξόδων αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τη διαχείριση των οικονομικών πόρων μιας επιχείρησης ή οργάνωσης. Μέσω αυτού του πίνακα, οι διαχειριστές και οι αναλυτές μπορούν να παρακολουθούν τα έξοδα της επιχείρησης και να κατανοήσουν τις δαπάνες που απαιτούνται για την αποτελεσματική λειτουργία της επιχείρησης.

Περιοχές		(Προτεινόμενων συστημάτων / Περιοχές)					Συνολικά ανά περιοχή	
		2023	2024	2025	2026	2027		
Ελλάδα - Νέων Προτεινόμενων συστημάτων		40	80	160	300	500	1.080	
Ελλάδα - Σύνολο Προτεινόμενων συστημάτων		40	112	250	500	900	1.801	
Κεντρική Ευρώπη (DEU-CH) - Νέων Προτεινόμενων συστημάτων		0	50	80	120	240	490	
Central Europe (DEU-CH) - Σύνολο Προτεινόμενων Συστημάτων		0	50	120	216	413	799	
Ανατολική Ευρώπη (HU-CZ-SLO-PL) - Νέων Προτεινόμενων συστημάτων		0	0	30	60	120	240	
Ανατολική Ευρώπη (HU-CZ-SLO-PL) - Σύνολο Προτεινόμενων Συστημάτων		0	0	30	84	187	301	
Δυτικά Βαλκάνια (CRO-SRB-MO-AL) - Νέων Προτεινόμενων συστημάτων		0	0	0	30	60	120	
Δυτικά Βαλκάνια (CRO-SRB-MO-AL) - Σύνολο Προτεινόμενων Συστημάτων		0	0	0	30	84	114	
Νότια Βαλκάνια (FYROM-GR-BG) - Νέων Προτεινόμενων συστημάτων		0	0	0	0	30	60	
Νότια Βαλκάνια (FYROM-GR-BG) - Σύνολο Προτεινόμενων Συστημάτων		0	0	0	0	30	30	
Ανατολικά Βαλκάνια (RO-MOL) - Νέων Προτεινόμενων συστημάτων		0	0	0	0	30	60	
Ανατολικά Βαλκάνια (RO-MOL) - Σύνολο Προτεινόμενων Συστημάτων		0	0	0	0	30	30	
Σύνολο Προτεινόμενων Συστημάτων	3.075	40	162	400	830	1.644		
Σύνολο Νέων Προτεινόμενων Συστημάτων			130	270	510	980		
Σύνολο Νέων Προτεινόμενων Συστημάτων TEST 20%			48	156	324	612		
Κύκλος Εργασιών (Προτεινόμενων Συστημάτων μέσος όρος )		33.600,00 €	142.884,00 €	370.069,56 €	806.784,98 €	1.380.744,96 €		
Κύκλος Εργασιών (Προτεινόμενων Συστημάτων μέσος όρος ) - Συσσωρευτικό		33.600,00 €	176.484,00 €	546.553,56 €	1.353.338,54 €	2.734.083,50 €		
Ανοδικά κέρδη για το 20% των πελατών		960,00 €	4.082,40 €	10.573,42 €	23.051,00 €	107.463,38 €		
Ανοδικά κέρδη για το 20% των πελατών - Σωρευτικά		960,00 €	5.042,40 €	15.615,82 €	38.666,82 €	146.130,20 €		
Σύνολο Κύκλος εργασιών ετησίως (συμπεριλαμβανομένης της αύξησης των πωλήσεων)		34.560,00 €	146.966,40 €	380.642,98 €	829.835,98 €	1.488.208,34 €		
Σύνολο Σωρευτικός κύκλος εργασιών (συμπεριλαμβανομένης της υπερπώλησης)		34.560,00 €	181.526,40 €	562.169,38 €	1.392.005,36 €	2.880.213,70 €		
Ποσοστό ανοδικής τιμής ανα έτος για τα 3α επόμενα έτη	0,05							
Τιμή πώλησης (Ευρώ) προτεινόμενου συστήματος / ανά έτος	70,00 €	κάθε μήνα	840,00 €	882,00 €	926,10 €	972,41 €	840,00 €	
Προσαύξηση Τιμής πώλησης (Ευρώ) προτεινόμενου συστήματος / ανά έτος			70,00 €	73,50 €	77,18 €	81,03 €	70,00 €	
Ανοδική τιμή με το 20% των πελατών	80,00 €	κάθε μήνα	960,00 €	1.008,00 €	1.058,40 €	1.111,32 €	1.166,89 €	
			80,00 €	84,00 €	88,20 €	92,61 €	97,24 €	
Σενάριο Stress Test βασισμένο σε μειωμένο αριθμό πελατών κατά 20% & Οδηγεί σε μειωμένο OPEX κατά 30% από το 2ο έτος	1,2							
Ελλάδα			33	67	133	250	417	900

Κεντρική Ευρώπη (DEU-CH)			0	42	67	100	200	408
Ανατολική Ευρώπη (HU-CZ-SLO-PL)			0	0	25	50	100	175
Δυτικά Βαλκάνια (CRO-SRB-MO-AL)			0	0	0	25	50	75
Νότια Βαλκάνια (FYROM-GR-BG)			0	0	0	0	25	25
Ανατολικά Βαλκάνια (RO-MOL)			0	0	0	0	25	25
Σύνολο Προτεινόμενων Συστημάτων για το "Stress Testing"	1.608		33	108	225	425	817	52%

Πίνακας 2. Υπόθεση κύκλων εργασιών από 2023 έως 2027

Εξοπλισμός γραφείου			2023	2024	2025	2026	2027
Τύπος	Συστήματα	Κόστος/τεμάχιο	Συνολικές δαπάνες	Συνολικές δαπάνες	Συνολικές δαπάνες	Συνολικές δαπάνες	Συνολικές δαπάνες
Οθόνες	5	180,00 €	900,00 €	360,00 €	720,00 €	540,00 €	720,00 €
Γραφεία	5	150,00 €	750,00 €	300,00 €	600,00 €	450,00 €	600,00 €
Διευθυντικά γραφεία	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Τραπέζι Αίθουσας Συνεδριάσεων	1	200,00 €	200,00 €	0,00 €	800,00 €	600,00 €	800,00 €
Η/Υ	5	700,00 €	3.500,00 €	1.400,00 €	2.800,00 €	2.100,00 €	2.800,00 €
Φορητοί υπολογιστές	2	800,00 €	1.600,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Servers	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Storages	0	200,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Firewall	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Τηλεφωνικό κέντρο	0	2.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
IoT Υλικό για δοκιμές	1	10.000,00 €	10.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €
UPS	0	300,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Γραφείο υποδοχής	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Τηλεφωνικές Συσκευές	5	30,00 €	150,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Κινητά τηλέφωνα	5	250,00 €	1.250,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
AirCooler	0	500,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Server Room	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Σύνολο			18.350,00 €	7.060,00 €	9.920,00 €	8.690,00 €	9.920,00 €
Αποσβέσεις σε 5 χρόνια							
2023	3.670,00 €		3.670,00 €				
2024	5.082,00 €		3.670,00 €	1.412,00 €			
2025	7.066,00 €		3.670,00 €	1.412,00 €	1.984,00 €		
2026	8.804,00 €		3.670,00 €	1.412,00 €	1.984,00 €	1.738,00 €	
2027	10.788,00 €		3.670,00 €	1.412,00 €	1.984,00 €	1.738,00 €	1.984,00 €

Πίνακας 3. Πάγιο ενεργητικό (2023 έως 2027)

Εξοδα λειτουργίας	2023 (€)	2024 (€)	2025 (€)	2026 (€)	2027 (€)
Βοηθητικά προγράμματα	3.000,00 €	3.300,00 €	3.630,00 €	3.993,00 €	4.392,30 €
Ενοικίαση γραφείου	8.000,00 €	9.600,00 €	11.520,00 €	13.824,00 €	16.588,80 €
Μίσθωση αυτοκινήτου/Καύσιμο	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Έξοδα μάρκετινγκ & Branding	7.500,00 €	12.750,00 €	21.675,00 €	36.847,50 €	62.640,75 €
Έξοδα λογιστικής Υποστήριξης	2.500,00 €	3.000,00 €	3.000,00 €	3.000,00 €	3.000,00 €
Δαπάνες Νομικής Υποστήριξης	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €
Εξωτερική ανάθεση εργασιών	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Σχεδιασμός υπηρεσιών και προϊόντων διεπαφής χρήστη	2.000,00 €	2.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Άδειες λογισμικού	2.000,00 €	2.500,00 €	3.000,00 €	3.500,00 €	4.000,00 €
Υπηρεσίες καθαρισμού	2.000,00 €	2.200,00 €	2.420,00 €	2.662,00 €	2.928,20 €
Άλλα Έμμεσα Κόστη	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €
Κόστος διαχείρισης (CEOs)	5.000,00 €	7.500,00 €	11.250,00 €	16.875,00 €	25.312,50 €
Άλλα έξοδα					
Πιστοποιήσεις και Πατέντες	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Έξοδα Hosting	2.500,00 €	3.500,00 €	4.900,00 €	6.860,00 €	9.604,00 €
<b>Σύνολο</b>	<b>40.500,00 €</b>	<b>52.350,00 €</b>	<b>67.395,00 €</b>	<b>93.561,50 €</b>	<b>134.466,55 €</b>
					<b>388.273,05 €</b>

Πίνακας 4. Λειτουργικά έξοδα



Α' Φάση 2023	#	Ακαθάριστος ετήσιος μισθός	Καθαρό ετήσιο κόστος (Μικτό - 39,5%)	Συνεισφορές	Σύνολο Ετήσιο Κόστος
Machine Learning Engineer Junior	1	55.000 €	33.275 €	21.725 €	55.000 €
Backend Developer	1	50.000 €	30.250 €	19.750 €	50.000 €
Frontend Developer	1	41.000 €	24.805 €	16.195 €	41.000 €
Automation Integration Expert	1	45.000 €	27.225 €	17.775 €	45.000 €
Operating Director	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
<b>Σύνολο</b>	<b>5</b>				<b>231.000 €</b>
Β' Φάση 2024	#	Ακαθάριστος ετήσιος μισθός	Καθαρό ετήσιο κόστος (Μικτό - 39,5%)	Συνεισφορές	Σύνολο Ετήσιο Κόστος
Machine Learning Engineer Junior	1	55.000 €	33.275 €	21.725 €	55.000 €
Backend Developer	1	50.000 €	30.250 €	19.750 €	50.000 €
Frontend Developer	1	41.000 €	24.805 €	16.195 €	41.000 €
System Administrator & Support	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
Marketing Expert	1	42.000 €	25.410 €	16.590 €	42.000 €
Automation Integration Expert	1	45.000 €	27.225 €	17.775 €	45.000 €
Operating Director	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
<b>Σύνολο</b>	<b>7</b>				<b>313.000 €</b>
Γ' Φάση 2025	#	Ακαθάριστος ετήσιος μισθός	Καθαρό ετήσιο κόστος (Μικτό - 39,5%)	Συνεισφορές	Σύνολο Ετήσιο Κόστος
Machine Learning Engineer Junior	1	55.000 €	33.275 €	21.725 €	55.000 €
Backend Developer	1	50.000 €	30.250 €	19.750 €	50.000 €
Frontend Developer	1	41.000 €	24.805 €	16.195 €	41.000 €
Designer	1	42.000 €	25.410 €	16.590 €	42.000 €
System Administrator & Support	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
Marketing Expert	2	42.000 €	25.410 €	16.590 €	84.000 €
Sales Support	2	40.000 €	24.200 €	15.800 €	80.000 €
Operating Director	1	45.000 €	27.225 €	17.775 €	45.000 €
Automation Integration Expert	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
<b>Σύνολο</b>	<b>11</b>				<b>477.000 €</b>
Δ' Φάση 2026	#	Ακαθάριστος ετήσιος μισθός	Καθαρό ετήσιο κόστος (Μικτό - 39,5%)	Συνεισφορές	Σύνολο Ετήσιο Κόστος
Machine Learning Engineer Junior	1	55.000 €	33.275 €	21.725 €	55.000 €
Backend Developer	1	50.000 €	30.250 €	19.750 €	50.000 €
Frontend Developer	1	41.000 €	24.805 €	16.195 €	41.000 €
Designer	1	42.000 €	25.410 €	16.590 €	42.000 €
System Administrator & Support	2	40.000 €	24.200 €	15.800 €	80.000 €
Marketing Expert	1	42.000 €	25.410 €	16.590 €	42.000 €
Sales Support	2	40.000 €	24.200 €	15.800 €	80.000 €
Project Manager	1	60.000 €	36.300 €	23.700 €	60.000 €
Operating Director	1	45.000 €	27.225 €	17.775 €	45.000 €
Automation Integration Expert	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
QA and tester	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
Accountant	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
<b>Σύνολο</b>	<b>14</b>				<b>615.000 €</b>
Ε' Φάση 2027	#	Ακαθάριστος ετήσιος μισθός	Καθαρό ετήσιο κόστος (Μικτό - 39,5%)	Συνεισφορές	Σύνολο Ετήσιο Κόστος
Machine Learning Engineer Junior	1	55.000 €	33.275 €	21.725 €	55.000 €
Backend Developer	2	50.000 €	30.250 €	19.750 €	100.000 €
Frontend Developer	2	41.000 €	24.805 €	16.195 €	82.000 €
Designer	1	42.000 €	25.410 €	16.590 €	42.000 €
System Administrator & Support	3	40.000 €	24.200 €	15.800 €	120.000 €
Marketing Expert	1	42.000 €	25.410 €	16.590 €	42.000 €
Sales Support	3	40.000 €	24.200 €	15.800 €	120.000 €
Project Manager	1	60.000 €	36.300 €	23.700 €	60.000 €
Operating Director	1	45.000 €	27.225 €	17.775 €	45.000 €
Automation Integration Expert	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
QA and tester	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
Accountant	1	40.000 €	24.200 €	15.800 €	40.000 €
<b>Σύνολο</b>	<b>18</b>				<b>786.000 €</b>

Πίνακας 5. Κόστος ανθρώπινου δυναμικού (2023 έως 2027)

Καθαρά έσοδα				
Σύνολο Καθαρών Εσόδων Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2023)	Σύνολο Καθαρών Εσόδων Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2024)	Σύνολο Καθαρών Εσόδων Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2025)	Σύνολο Καθαρών Εσόδων Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2026)	Σύνολο Καθαρών Εσόδων Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2027)
-255.290,00 €	-190.883,60 €	7.854,38 €	674.753,86 €	1.949.827,15 €
Ακαθάριστα έσοδα				
Σύνολο Ακαθάριστα Έσοδα Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2023)	Σύνολο Ακαθάριστα Έσοδα Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2024)	Σύνολο Ακαθάριστα Έσοδα Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2025)	Σύνολο Ακαθάριστα Έσοδα Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2026)	Σύνολο Ακαθάριστα Έσοδα Συμπεριλαμβανομένων Εξόδων (2027)
34.560,00 €	181.526,40 €	562.169,38 €	1.392.005,36 €	2.880.213,70 €

**Πίνακας 6. Προβλεπόμενα καθαρά έσοδα**

Ο Πίνακας Προβλεπόμενων Καθαρών Εσόδων είναι ένα εργαλείο προγνωστικής ανάλυσης που χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει τα προβλεπόμενα καθαρά εισοδήματα που θα προκύψουν από μια επιχείρηση ή ένα επιχειρηματικό σχέδιο στο μέλλον. Ο πίνακας δείχνει τα εκτιμώμενα έσοδα μετά την αφαίρεση των αναμενόμενων εξόδων, όπως οι φόροι και οι λοιπές χρεώσεις.

### 6.5 Εκτίμηση Επιχειρηματικού Κινδύνου

Όταν προτείνεται ένα καινούργιο σύστημα ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων, υπάρχουν ορισμένα πιθανά ρίσκα που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Αυτά τα ρίσκα περιλαμβάνουν:

- **Τεχνικά ρίσκα:** Κατά την ανάπτυξη ενός νέου συστήματος, μπορεί να αντιμετωπιστούν τεχνικά προβλήματα και προκλήσεις. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν την ακρίβεια και αξιοπιστία της ανίχνευσης, την επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων, την αποτελεσματική ανάλυση της συμπεριφοράς και τη συμβατότητα με άλλα συστήματα ή υποδομές.
- **Νομικά και ηθικά ρίσκα:** Ένα σύστημα που ανιχνεύει και αναλύει τη συμπεριφορά αντικειμένων μπορεί να αντιμετωπίσει νομικά και ηθικά ζητήματα σχετικά με την ιδιωτικότητα και την προστασία δεδομένων. Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι κανονισμοί και οι νομοθεσίες που διέπουν την χρήση και επεξεργασία προσωπικών δεδομένων και να εφαρμοστούν κατάλληλα μέτρα προστασίας.
- **Αποδοχή και αντίδραση των χρηστών:** Ένα νέο σύστημα μπορεί να αντιμετωπίσει αντίσταση ή ανησυχία από τους χρήστες, ειδικά όταν παρεμβαίνει στην ιδιωτική τους ζωή ή αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο εκτελούνται καθημερινές δραστηριότητες. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη η εκπαίδευση και η ενημέρωση των χρηστών, καθώς και η συμμετοχή τους στη διαδικασία ανάπτυξης και αξιολόγησης του συστήματος.
- **Οικονομικά ρίσκα:** Η ανάπτυξη και υλοποίηση ενός νέου συστήματος απαιτεί χρηματοδότηση και πόρους. Υπάρχει το ρίσκο ανεπάρκειας πόρων ή υπέρβασης του προϋπολογισμού, καθώς και το ρίσκο μη απόδοσης των επιθυμητών αποτελεσμάτων ή μη βιωσιμότητας του συστήματος στο μακροπρόθεσμο.

Για την αντιμετώπιση αυτών των ρίσκων, είναι σημαντικό να διεξαχθούν εκτεταμένες αξιολογήσεις, πιλοτικές δοκιμές και αξιολογήσεις από τους ενδιαφερόμενους φορείς πριν από την πλήρη υλοποίηση του συστήματος. Επίσης, η διαφάνεια, η επικοινωνία και η συνεργασία με τους χρήστες και τους ενδιαφερόμενους φορείς είναι κρίσιμες για την αποδοχή και επιτυχία του νέου συστήματος.[48]

1. Αναγνώριση του κινδύνου	2. Ποιον επηρεάζει ο κίνδυνος		3. Εκτίμηση κινδύνου & μέτρα πρόληψης			4. Καταγραφή & εφαρμογή	
Κίνδυνοι	Ποιός?	Πώς?	Τι γίνεται ήδη?	Παραμένον Επίπεδο κινδύνου	Περαιτέρω δράση/μέτρα πρόληψης	Δράση από ποιον;	Δράση από πότε?
Τεχνικά ρίσκα	Προσωπικό, Προγραμματιστές, Κοινό	Λανθασμένα αποτελέσματα, δυσλειτουργίες	Εύκολο στην εγκατάσταση, με εξειδικευμένους εξοπλισμούς, καταρτισμένο προσωπικό, σενάριο εκμάθησης του συστήματος	Υψηλό	All in one package	Προγραμματιστές	2 μήνες μετά από την πρώτη έκδοση
Νομικά και Ηθικά ρίσκα	Κοινό	Νομικά ζητήματα, Ηθικά ζητήματα	Μη αποθήκευση μεμονωμένων καρτέ της εικόνας λήψης	Χαμηλό	Διαφημιστική καμπάνια	Ομάδα δημοσίων σχέσεων και πωλήσεων	4 μήνες μετά από την πρώτη έκδοση
Αποδοχή και αντίδραση των χρηστών	Κοινό, Προσωπικό	Μη ορθή λειτουργία, Παρερμηνεία δεδομένων, Μη κατανοητός σκοπός λειτουργίας	Εκπαίδευση, Διαφημιστική καμπάνια	Μέτριο	Ενημέρωση σε τακτικά χρονικά διαστήματα	Ομάδα δημοσίων σχέσεων και πωλήσεων	1 μήνα μετά από την πρώτη έκδοση
Οικονομικά ρίσκα	Προσωπικό, Προγραμματιστές	Καθυστερήση στην ανάπτυξη, Ανεπάρκεια πόρων, Μη απόδοσης επιθυμητών αποτελεσμάτων, Μη βιωσιμότητα	Μικρό κόστος υλοποίησης, Μέτριο κόστος πώλησης, Μικρό κόστος συντήρησης	Μέτριο	Επιπλέον δυνατότητες	Προγραμματιστές	10 μέρες μετά από την πρώτη έκδοση

Πίνακας 7. Εκτίμηση Επιχειρηματικού Κινδύνου

## 7<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, από την συλλογή των δεδομένων που κάναμε, την μελέτη αυτών και της ανάλυσης των συμπερασμάτων που βγάλαμε στην παρούσα εργασία, προκύπτουν κάποια συμπεράσματα. Γίνεται κατανοητό ότι η έρευνα και η προσπάθεια για εξέλιξη ή και ανάπτυξη νέων συστημάτων ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα παρά όλες τις δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσουμε όπως είναι η επένδυση σε χρόνο και κόστος.

Στην παρούσα λύση που προτείναμε είναι εμφανές σε σχέση με τα υπάρχοντα συστήματα ότι έχουμε στα χέρια μας ένα πολύ πιο ευέλικτο σύστημα από πολλές απόψεις. Έχουμε εμφανή κέρδος στον χρόνο εκτέλεσης, στο μέσω εφαρμογής και συντήρησης καθώς και στην ευελιξία του συστήματος να προσαρμόζεται στις εκάστοτε ανάγκες της αγοράς βελτιστοποιώντας παράλληλα και την επεκτασιμότητα του.

Επίσης βάση του τελικού πίνακα προβλεπόμενων καθαρών εσόδων βλέπουμε ότι οι εκτιμήσεις των εσόδων είναι επαρκώς υψηλές ώστε να καλύψουν τα λειτουργικά και κεφαλαιακά έξοδα του έργου. Πιο συγκεκριμένα το πενταετές επιχειρηματικό πλάνο που αναλύθηκε είναι βιώσιμο και επικερδές όταν πληροί τα παρακάτω κριτήρια:

- Υπάρχει αγοραστική ζήτηση για το προϊόν ή την υπηρεσία που προσφέρει το έργο.
- Το έργο έχει καλοσχεδιασμένο επιχειρηματικό σχέδιο και προβλέπει μια σταθερή και αυξανόμενη ροή καθαρών εσόδων με την πάροδο του χρόνου.
- Οι εκτιμώμενοι λειτουργικοί και άτυποι λογαριασμοί είναι ρεαλιστικοί και βασίζονται σε ακριβείς πληροφορίες και δεδομένα.
- Το έργο έχει λογικά προβλεπόμενα κόστη, συμπεριλαμβανομένων των κόστων ανθρώπινου δυναμικού, των εξόδων λειτουργίας και των κεφαλαιακών δαπανών.
- Το έργο έχει λογική περίοδο αποπληρωμής και αναμένεται να επιστρέψει το κεφάλαιο που επενδύθηκε, συν τα αναμενόμενα κέρδη.

Σαν συμπέρασμα η επένδυση στην μελέτη, έρευνα και ανάπτυξη του συστήματος μπορεί να χαρακτηριστεί σαν επιτυχημένη και με πολύ καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με υπάρχοντα συστήματα.

## 8<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Μελλοντική έρευνα

Στην παρούσα εργασία μπορούμε επίσης να παρουσιάσουμε προτάσεις για μελλοντική έρευνα πάνω στον τομέα της ανάπτυξης συστημάτων ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων. Μια πιθανή μελλοντική έρευνα που θα μπορούσε να γίνει είναι η προσπάθεια βελτίωσης ενός συστήματος ανίχνευσης και ανάλυσης της συμπεριφοράς προκαθορισμένων αντικειμένων ως προς τα μειονεκτήματα που μπορεί να παρουσιάζει καθώς και διάφορες ελλείψεις που προκύπτουν από την εφαρμογή του συστήματος αυτού.

Η βασικότερη μελλοντική έρευνα αφορά την εξέλιξη της τεχνολογίας ανίχνευσης αντικειμένων στο χώρο. Η έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί στη βελτίωση των τεχνολογιών ανίχνευσης χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνικές όπως το deep learning, τα νευρωνικά δίκτυα και τη μηχανική μάθηση. Έτσι ένας βελτιωμένος και πιο αξιόπιστος αλγόριθμος ανίχνευσης αντικειμένων, θα έδινε στο σύστημα μεγαλύτερη αξιοπιστία και σταθερότητα.

Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα του συστήματος που μελετήθηκε στην εργασία αυτή και δίνει τροφή για μελέτη και έρευνα είναι η ασφάλεια του συστήματος. Στην πραγματικότητα τώρα όπου οι διαδικτυακές εφαρμογές είναι σε θέση να ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ κατανεμημένων πελατών, η ασφάλεια γίνεται ακόμα μεγαλύτερος παράγοντας. Έτσι μια πιθανή μελλοντική διερεύνηση του συστήματος ως προς την καλύτερη ασφάλεια του θα έδινε ένα σημαντικό πλεονέκτημα στο σύστημα μας.

Τέλος μια επέκταση των λειτουργιών και των δυνατοτήτων του συστήματος θα καθιστούσε μια καλή ευκαιρία για μελλοντική μελέτη. Μερικοί πιθανοί τομείς του συστήματος που θα μπορούσαν να διερευνηθούν είναι οι επιλογές του χρήστη και ο τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων.

## 9<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ - Βιβλιογραφία

- [1] IBM Cloud Education, “What Is Machine Learning?” (IBM, 2023)  
<<https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning>> προσπελάστηκε Φεβρουάριος 17, 2022
- [2] Malarvel M και others, Machine Vision Inspection Systems, Machine Learning-Based Approaches (John Wiley & Sons 2021) 352  
<<https://play.google.com/store/books/details?id=YolUEAAAQBAJ>>
- [3] Mueller JP και Massaron L, Machine Learning For Dummies (2nd edn, For Dummies 2021) 464 <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.ibm.com/downloads/cas/GB8ZMQZ3>
- [4] Shukla N και Fricklas K, Machine Learning with TensorFlow (manning-content.s3.amazonaws.com ... 2018) <[http://manning-content.s3.amazonaws.com/download/3/e0d6f80-038c-49b5-9c3d-1fd3c3bc9e4c/sample\\_ch10\\_Shukla\\_Maching-Learning\\_January23.pdf](http://manning-content.s3.amazonaws.com/download/3/e0d6f80-038c-49b5-9c3d-1fd3c3bc9e4c/sample_ch10_Shukla_Maching-Learning_January23.pdf)> προσπελάστηκε Ιούνιος 13, 2023
- [5] Kaimer, F., & Brune, P. (2018). Return of the JS: Towards a Node.js-Based Software Architecture for Combined CMS/CRM Applications. *Procedia Computer Science*, 141(454–459), 454–459. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.143>
- [6] Barrow, Colin, et al. *The Business Plan Workbook : A Step-By-Step Guide to Creating and Developing a Successful Business*. Kogan Page, 2018, pp. 312–20.
- [7] Oladipupo T, “Introduction to Machine Learning” (2010)
- [8] Zhang Y, *New Advances in Machine Learning* (InTech 2010)  
<<http://www.intechopen.com/books/new-advances-in-machine-learning>>
- [9] Ramasamy V και others, “Machine Learning Techniques and Tools: Merits and Demerits,” *New Age Analytics* (Apple Academic Press 2020)  
<<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003007210-2/machine-learning-techniques-tools-merits-demerits-ramasamy-gomathy-obulesu-joy-lal-sarkar-chhabi-rani-panigrahi-bibudhendu-pati-abhishek-majumder>>
- [10] Gupta P, “Decision Trees in Machine Learning” (TowardsDataScience, Μάιος 17, 2017)  
<<https://towardsdatascience.com/decision-trees-in-machine-learning-641b9c4e8052>> προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [11] Moshkov M, *Comparative Analysis of Deterministic and Nondeterministic Decision Trees* (Springer Nature 2020) 297  
<<https://play.google.com/store/books/details?id=ZJXWDwAAQBAJ>>
- [12] Fürnkranz J, Gamberger D και Lavrač N, *Foundations of Rule Learning* (Springer Science & Business Media 2012) 334  
<<https://play.google.com/store/books/details?id=JsTXnjWexCEC>>

- [13] Liu H, Gegov A και Cocea M, Rule Based Systems for Big Data: A Machine Learning Approach (Springer 2015) 121  
<<https://play.google.com/store/books/details?id=SpeKCgAAQBAJ>>
- [14] Dikshit A, Pradhan B και Santosh M, “Artificial Neural Networks in Drought Prediction in the 21st Century—A Scientometric Analysis” (2022) 114 Appl. Soft Comput. 108080
- [15] Eda Kavlakoglu PM, “AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What’s the Difference?” (IBM, Μάιος 27, 2020) <<https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>> προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [16] Taunk K και others, “A Brief Review of Nearest Neighbor Algorithm for Learning and Classification,” 2019 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICCS) (2019) <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9065747>>
- [17] Chowdhury S και Schoen MP, “Research Paper Classification Using Supervised Machine Learning Techniques,” 2020 Intermountain Engineering, Technology and Computing (IETC) (2020) <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9249211>>
- [18] Maulud D και Abdulazeez AM, “A Review on Linear Regression Comprehensive in Machine Learning” (2020) 1 Journal of Applied Science and Technology Trends 140
- [19] Chakraborty S, Islam SH και Samanta D, Data Classification and Incremental Clustering in Data Mining and Machine Learning (Springer Nature 2022) 196  
<[https://books.google.com/books/about/Data\\_Classification\\_and\\_Incremental\\_Clus.html?hl=&id=xSFvEAAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Data_Classification_and_Incremental_Clus.html?hl=&id=xSFvEAAAQBAJ)>
- [20] Mahesh B, “Machine Learning Algorithms-a Review” (2020) 9 International Journal of Science and Research (IJSR). [Internet] 381
- [21] Nasteski V, “An Overview of the Supervised Machine Learning Methods” (2017) 4 Horizons. b 51
- [22] Burns E και Burke J, “What Is a Neural Network? Explanation and Examples” (TechTarget, March 26, 2021) <<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/neural-network>> προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [23] Tang Y, “Deep Learning Using Support Vector Machines” [2013] Machine Learning (cs.LG); Machine Learning (stat.ML) <<https://www.cs.toronto.edu/~tang/papers/dlsvm.pdf>> προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [24] Kar K, Mastering Computer Vision with TensorFlow 2.x: Build Advanced Computer Vision Applications Using Machine Learning and Deep Learning Techniques (Packt Publishing Ltd 2020) 430 <<https://play.google.com/store/books/details?id=nzDnDwAAQBAJ>>
- [25] Laborde G, Learning TensorFlow.Js (“O’Reilly Media, Inc” 2021) 340  
<[https://books.google.com/books/about/Learning\\_TensorFlow\\_js.html?hl=&id=o2UtEAAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Learning_TensorFlow_js.html?hl=&id=o2UtEAAAQBAJ)>
- [26] Martinez J, TensorFlow 2.0 Computer Vision Cookbook: Implement Machine Learning Solutions to Overcome Various Computer Vision Challenges (Packt Publishing Ltd 2021) 542 <<https://play.google.com/store/books/details?id=9KgWEAAAQBAJ>>

- [27] Lin T-Y και others, "Microsoft COCO: Common Objects in Context" (2014) 740
- [28] Cai, Shanqing, et al. "Deep Learning with JavaScript: Neural Networks in TensorFlow.js." *Google Books*, Manning, 2020, [books.google.com/books/about/Deep\\_Learning\\_with\\_JavaScript.html?hl=&id=N2dswgEACAAJ](https://books.google.com/books/about/Deep_Learning_with_JavaScript.html?hl=&id=N2dswgEACAAJ). Accessed 14 Dec. 2023.
- [29] Business Research Company T, "Machine Vision Global Market Report 2023 – By Product (PC Based, Smart Camera Based), By Offering (Hardware, Software, Service), By Deployment Type (General Machine Vision System, Robotic Cell, By Application (Quality Assurance And Inspection, Positioning And Guidance, Measurement, Identification, Predictive Maintenance), By End Use Industry (Automotive, Pharmaceuticals And Chemicals, Electronics And Semiconductor, Pulp And Paper, Printing And Labeling, Food And Beverage, Postal And Logistics, Other End Users) – Market Size, Trends, And Global Forecast 2023-2032" (2023) <<https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/machine-vision-global-market-report>> προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [30] Feng, X., Jiang, Y., Yang, X., Du, M., & Li, X. (2019). Computer vision algorithms and hardware implementations: A survey. *Integration*, 69(1), 309–320. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vlsi.2019.07.005>
- [31] Wain P και MAPMAN, "FarmView: Map-Based & Data-Driven Vineyard & Top Fruit Site Analytics: Terrain (Height, Slope & Aspect), Soil & Climate: Terroir Location Intelligence Delivered: [Www.Farmview.Ag](http://www.farmview.ag)" (FarmView, 2023) <<https://www.farmview.ag/>> προσπελάστηκε Ιούνιος 13, 2023
- [32] Rail, Ensco. 2022. "MicroSearch® Reliable, Efficient Human Presence Detection for a Variety of Inspection Applications." [chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.machinetool.fi/hs-fs/hub/410575/file-2171901873-pdf/turvalaitteet/pdf/sydamenlyontien-ilmaislaite/Microsearch-G3-sydamenlyontien-ilmaislaite.pdf?t=1488350300589](https://www.machinetool.fi/hs-fs/hub/410575/file-2171901873-pdf/turvalaitteet/pdf/sydamenlyontien-ilmaislaite/Microsearch-G3-sydamenlyontien-ilmaislaite.pdf?t=1488350300589).
- [33] LeewayHertz, "Human Presence Detection System" (LeeWayhertz, March 24, 2020) <<https://www.leewayhertz.com/human-presence-detection-system/>> προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [34] Wondershare, "[OFFICIAL]Filmora Video Editor - Powerful Video Editing Tool for PC" (filmora, 2023) <[https://filmora.wondershare.net/filmora-video-editor.html?gclid=Cj0KCQjwuLShBhC\\_ARIsAFod4fleHWIa-hPRO3A3D7qilt2oza\\_JTq8FC7gTmrP9HQz\\_hF8K-yH\\_GhsaAuPDEALw\\_wcB](https://filmora.wondershare.net/filmora-video-editor.html?gclid=Cj0KCQjwuLShBhC_ARIsAFod4fleHWIa-hPRO3A3D7qilt2oza_JTq8FC7gTmrP9HQz_hF8K-yH_GhsaAuPDEALw_wcB)> προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [35] Kallet, Richard H. "How to write the methods section of a research paper." *Respiratory care* 49.10 (2004): 1229-1232.
- [36] Williams, C. (2007). Research methods. *Journal of Business & Economics Research*



- (JBER), 5(3).
- [37] Gregar, J. (1994). Research design (qualitative, quantitative and mixed methods approaches). Book published by SAGE Publications, 228.
- [38] Sreejesh, S., Mohapatra, S., Anusree, M. R., Sreejesh, S., Mohapatra, S., & Anusree, M. R. (2014). Business research design: Exploratory, descriptive and causal designs. *Business research methods: An applied orientation*, 25-103.
- [39] McDonough, K. (2017). Experimental research methods. In *The Routledge handbook of instructed second language acquisition* (pp. 562-576). Routledge.
- [40] Smith, K. (2010). Action research. In *Practical Research and Evaluation: a Start-to-Finish Guide for Practitioners*. SAGE Publications.
- [41] Feldman, A., & Minstrell, J. (2000). Action research as a research methodology for the study of the teaching and learning of science. ERIC Clearinghouse.
- [42] Riding, P., Fowell, S., & Levy, P. (1995). An action research approach to curriculum development. *Information research*, 1(1), 1-1.
- [43] MarketsandMarkets, "Machine Vision Market by Component, Deployment, Product, End-User Industry, Region – Global Forecast to 2027" (2022)  
<[https://www.reportlinker.com/p04603852/Machine-Vision-Market-by-Component-and-Software-Product-Application-Vertical-and-Geography-Global-Forecast-to.html?utm\\_source=PRN](https://www.reportlinker.com/p04603852/Machine-Vision-Market-by-Component-and-Software-Product-Application-Vertical-and-Geography-Global-Forecast-to.html?utm_source=PRN)> προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [44] Avinash S VK, "AI in Computer Vision Market By Component (Hardware and Software), Function (Training and Interference), and Application (Industrial and Non-Industrial), and End Use (Automotive, Consumer Electronics, Healthcare, Agriculture, Transportation & Logistics, Retail, Security & Surveillance, Manufacturing, and Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021-2030" (SE : Electronic Systems and Devices 2021)  
<<https://www.alliedmarketresearch.com/ai-in-computer-vision-market-A13113>>  
προσπελάστηκε Ιούνιος 12, 2023
- [45] Pugliese, R., Regondi, S., & Marini, R. (2021). Machine learning-based approach: Global trends, research directions, and regulatory standpoints. *Data Science and Management*, 4, 19-29.
- [46] Grand View Research. (2021). Machine vision market growth & analysis report, 2030. GrandViewResearch. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/machine-vision-market>
- [47] DePamphilis D, *Mergers, Acquisitions, and Other Restructuring Activities: An Integrated Approach to Process, Tools, Cases, and Solutions* (Elsevier Science 2017) 770
- [48] Aven, Terje. "Risk Assessment and Risk Management: Review of Recent Advances on Their Foundation." *European Journal of Operational Research*, vol. 253, no. 1, Aug. 2016, pp. 1–13, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.023>. Science Direct.