



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence – AI) στη σύγχρονη διοίκηση ποιότητας



ΣΚΟΠΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η ανάδειξη της σημασίας της τεχνητής νοημοσύνης ως καταλυτικού παράγοντα στον ποιοτικό έλεγχο και στη διοίκηση ποιότητας. Παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες της τεχνητής νοημοσύνης, της μηχανικής μάθησης και των ψηφιακών διδύμων, καθώς και οι τρόποι με τους οποίους αυτές ενσωματώνονται σε συστήματα ποιοτικού ελέγχου με στόχο τον εντοπισμό σφαλμάτων, την προγνωστική συντήρηση και τη συνολική βελτιστοποίηση των διαδικασιών. Επιπλέον, εξετάζεται η αξιοποίηση των ευφυών τεχνολογιών στο πλαίσιο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας και του Λιτού Μάνατζμεντ 5.0, προβάλλοντας το δυναμικό τους για την ενίσχυση της αποδοτικότητας, της ακρίβειας και της στρατηγικής ευελιξίας των οργανισμών.



ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση του κεφαλαίου, θα είστε σε θέση να:

- **Κατανοήσετε** τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στη βελτίωση του ποιοτικού ελέγχου και της διασφάλισης ποιότητας.
- **Αποκτήσετε** βασικές γνώσεις για την τεχνητή νοημοσύνη, τη μηχανική μάθηση και τα ψηφιακά δίδυμα.
- **Αναλύσετε** εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στη διοίκηση ποιότητας και τη σύνδεσή τους με σύγχρονα συστήματα.
- **Ερμηνεύσετε** τις αρχές λειτουργίας συστημάτων ποιοτικού ελέγχου που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη.
- **Εφαρμόσετε** τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης για προγνωστική συντήρηση και ανίχνευση σφαλμάτων.
- **Εκτιμήσετε** τη συμβολή της τεχνητής νοημοσύνης στην ενίσχυση της αποδοτικότητας επιχειρησιακών διαδικασιών.
- **Εξετάσετε** την ενσωμάτωσή της στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας και στη φιλοσοφία του Λιτού Μάνατζμεντ 5.0.



ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

1. Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)
2. Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)
3. Ψηφιακά Δίδυμα (Digital Twins)
4. Νευρωνικά δίκτυα
5. Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης
6. Προγνωστική Συντήρηση
7. Ανίχνευση Σφαλμάτων
8. Λιτό Μάνατζμεντ 5.0 (Lean Thinking 5.0)
9. Αυτοματοποίηση Διαδικασιών
10. Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων

2.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟΝ ΠΟΙΟΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ

Η διοίκηση ποιότητας είναι μια εξαιρετικά σημαντική πτυχή σε μια πλειάδα βιομηχανιών, καθώς εξασφαλίζει ότι τα προϊόντα και οι υπηρεσίες όχι μόνο πληρούν, αλλά και ξεπερνούν, τα καθιερωμένα πρότυπα, υπερβαίνοντας τις προσδοκίες των πελατών. Με τη συνεχή πρόοδο της τεχνολογίας, η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence – AI) έχει αναδειχθεί σε επαναστατική δύναμη, αναδιαμορφώνοντας τις παραδοσιακές επιχειρηματικές διαδικασίες (Dieniezhnikov and Pshenychna, 2021). Συνεπώς, θα εμβαθύνουμε στον ρόλο που διαδραματίζει η τεχνητή νοημοσύνη στη διοίκηση ποιότητας, με ιδιαίτερη έμφαση στη δυνατότητά της να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα, την ακρίβεια και την ικανότητα λήψης αποφάσεων στη διαδικασία ποιότητας. Με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, οι οργανισμοί μπορούν να εκσυγχρονίσουν τις δραστηριότητές τους, να φτάσουν σε υψηλότερα επίπεδα ακρίβειας και να προβούν σε πιο επικαιροποιημένες επιλογές, καταλήγοντας σε βελτιωμένη συνολική ποιότητα (Gorbacheva and Smirnov, 2017).

Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών ποιοτικού ελέγχου χάρη στην τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί σημαντική πρόοδο στη διοίκηση ποιότητας. Μέσω των συστημάτων που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη, οι οργανισμοί απλοποιούν τη διαδικασία επιθεωρήσεων και δοκιμών, αξιοποιώντας αλγόριθμους για την ταχεία ανάλυση εκτεταμένων δεδομένων, επιτρέποντας τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο και μειώνοντας τις μη αυτοματοποιημένες παρεμβάσεις (Paliukas and Savanevičienė, 2018).

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διασφάλιση ποιότητας εκτείνεται σε προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία, με τη χρήση ιστορικών δεδομένων και αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την πρόβλεψη ελαττωμάτων και αποκλίσεων. Αυτή η προορατική στρατηγική επιτρέπει στους οργανισμούς να εφαρμόζουν προληπτικά μέτρα, αποτρέποντας την εμφάνιση πιθανών ζητημάτων ποιότητας.

Κατά συνέπεια, η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και η συνεχής βελτίωση καθίστανται όχι μόνο εφικτές αλλά και άκρως υλοποιήσιμες μέσω των ανεκτίμητων γνώσεων που παρέχονται από συστήματα που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη.

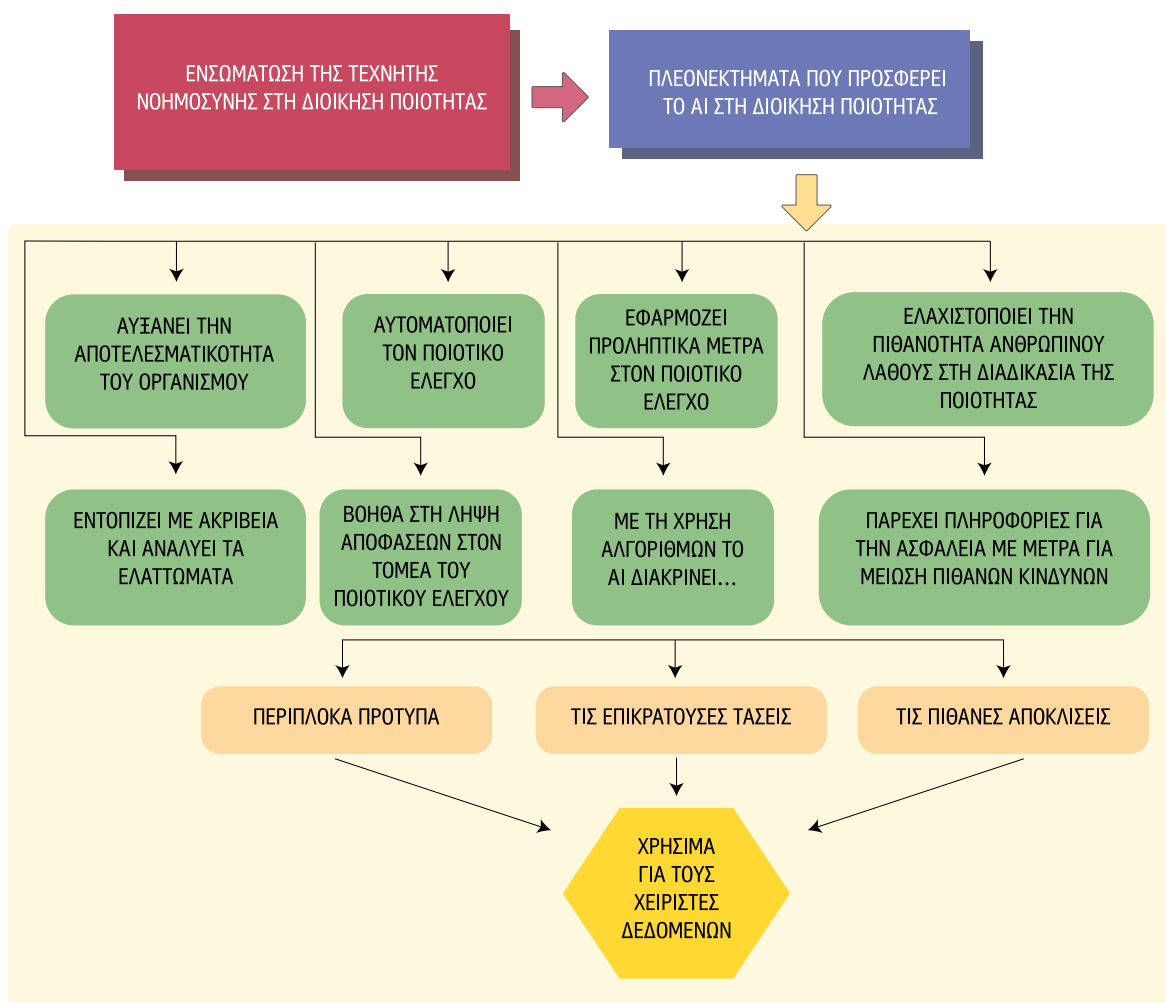
Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ο καίριος ρόλος που διαδραματίζουν οι αισθητήρες και τα συστήματα παρακολούθησης που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη στη διοίκηση ποιότητας. Αυτές οι προηγμένες τεχνολογίες παρέχουν στους οργανισμούς τα μέσα παρακολούθησης και ιχνηλάτησης παραμέτρων που σχετίζονται με την ποιότητα με μέγιστη ακρίβεια και πιστότητα. Χρησιμοποιώντας λοιπόν τους αισθητήρες και συστήματα παρακολούθησης τεχνητή νοημοσύνη, οι οργανισμοί μπορούν να διασφαλίσουν ότι τα πρότυπα ποιότητας τηρούνται με συνέπεια, βελτιώνοντας τη συνολική ποιότητα των προϊόντων ή των υπηρεσιών τους.

Συμπερασματικά, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στις διαδικασίες διοίκησης ποιότητας προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Από την αυτοματοποίηση των διαδικασιών ποιοτικού ελέγχου έως την εφαρμογή προγνωστικών αναλυτικών στοιχείων και τη χρήση αισθητήρων και συστημάτων παρακολούθησης που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη, οι οργανισμοί μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τις πρακτικές διασφάλισης ποιότητας. Με την αποδοχή αυτών των λύσεων που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη, οι οργανισμοί μπορούν να φτάσουν σε υψηλά επίπεδα αποτελεσματικότητας, ακρίβειας και, τελικά, ικανοποίησης των πελατών (Vela-Valido, 2021). Αυτά τα συστήματα διαθέτουν τη δυνατότητα να συλλέγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, να παρατηρούν σχολαστικά τις παραμέτρους ποιότητας και να αναγνωρίζουν αμέσως τυχόν αποκλίσεις. Μέσω της χρήσης προηγμένων αλγορίθμων, η τεχνητή νοημοσύνη έχει την ικανότητα



Αισθητήρες και συστήματα παρακολούθησης που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη.

να διακρίνει περίπλοκα πρότυπα, επικρατούσες τάσεις και αποκλίσεις που θα μπορούσαν να αποδειχθούν πρόκληση για τους ανθρώπινους χειριστές δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται ότι τυχόν ανησυχίες σχετικά με την ποιότητα αντιμετωπίζονται εγκαίρως, διευκολύνοντας τη βελτίωση των προϊόντων και την ικανοποίηση των πελατών.



Σχήμα 2.1 Ο ρόλος των τεχνικών της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διοίκηση ποιότητας.

Η τεχνητή νοημοσύνη διαθέτει την αξιοσημείωτη ικανότητα να ελαχιστοποιεί την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους στη διαδικασία ποιότητας, καθώς, μέσω της αυτοματοποίησης των εργασιών και της χρήσης προηγμένων αλγορίθμων, ενισχύει σημαντικά την ακρίβεια και την αξιοπιστία των εργασιών ελέγχου ποιότητας. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης είναι η εξαιρετική τους ακρίβεια στον εντοπισμό και την ανάλυση ελαττωμάτων, γεγονός που οδηγεί σε σταθερά και αξιόπιστα ποιοτικά αποτελέσματα (Zhang et al., 2021).

Επιπλέον, η ενσωμάτωση του αυτοματισμού και της επεξεργασίας δεδομένων μέσω της τεχνητής νοημοσύνης ενισχύει σημαντικά την αποτελεσματικότητα και την παραγωγικότητα στη διοίκηση ποιότητας. Η αυτοματοποίηση των χειροκίνητων εργασιών επιταχύνει την επεξεργασία και την ανάλυση δεδομένων,

μειώνοντας τον χρόνο που απαιτείται για τις επιθεωρήσεις, γεγονός που όχι μόνο εξοικονομεί χρόνο, αλλά μειώνει και το κόστος, επιτρέποντας την αποτελεσματικότερη κατανομή των πόρων.

Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει στους οργανισμούς τη δυνατότητα λήψης βέλτιστων αποφάσεων στον τομέα του ποιοτικού ελέγχου, καθώς, μέσω της παροχής πληροφοριών, που βασίζονται σε δεδομένα, διευκολύνει την εφαρμογή προληπτικών μέτρων ποιοτικού ελέγχου. Επιπλέον, εντοπίζοντας τους πιθανούς κινδύνους και τους τομείς για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, συμβάλλει αποτελεσματικά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε διάφορα ιεραρχικά επίπεδα εντός του οργανισμού. Η τεχνητή νοημοσύνη έχει, επίσης, τη δυνατότητα να προσφέρει πολύτιμες συστάσεις σε ό,τι αφορά τη μείωση των κινδύνων (Wei and Pardo, 2022). Το γεγονός αυτό, με τη σειρά του, παρέχει τη δυνατότητα στους οργανισμούς να λαμβάνουν εμπειριστατωμένες αποφάσεις που οδηγούν στην επίτευξη των επιθυμητών ποιοτικών αποτελεσμάτων. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε αυτό το πλαίσιο είναι αναμφίβολα συμφέρουσα, καθώς παρέχει μια αξιόπιστη και αντικειμενική καθοδήγηση. Αξιοποιώντας τις πληροφορίες που παρέχει, οι οργανισμοί μπορούν να κατανοήσουν την πολυπλοκότητα της διαχείρισης κινδύνου με ασφάλεια και να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για τη μείωση πιθανών κινδύνων.

2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ, ΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΔΙΔΥΜΑ

Η προσομοίωση της ανθρώπινης νοημοσύνης σε ρομπότ, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να σκέφτονται και να μαθαίνουν όπως οι άνθρωποι, είναι γνωστή ως τεχνητή νοημοσύνη ή AI. Περιλαμβάνει έναν αριθμό υποπεδίων, συμπεριλαμβανομένων των έμπειρων συστημάτων, της υπολογιστικής όρασης και της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Η μηχανική μάθηση (Machine Learning – ML), ένα υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης, παρέχει τη δυνατότητα στις μηχανές να μαθαίνουν από δεδομένα χωρίς ρητό προγραμματισμό. Μέσω των αλγορίθμων της μηχανικής μάθησης, οι υπολογιστές αναλύουν τεράστιους όγκους δεδομένων, εντοπίζουν τάσεις και οδηγούνται σε συμπεράσματα ή προβλέψεις.



Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης στα χρηματοοικονομικά είναι ικανά να προβλέψουν τις κινήσεις της αγοράς και να προθούν σε επενδυτικές επιλογές.

Ο σύγχρονος κόσμος βασίζεται όλο και περισσότερο στην τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση, λόγω της ικανότητάς τους να αυτοματοποιούν τις διαδικασίες, να αυξάνουν την παραγωγικότητα και να προβαίνουν σε ακριβείς προβλέψεις. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορους κλάδους, όπως η εξυπηρέτηση πελατών, οι τράπεζες, η υγειονομική περίθαλψη και οι μεταφορές. Στον ιατρικό τομέα, για παράδειγμα, η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάγνωση ασθενειών με την ανάλυση ιατρικών απεικονίσεων. Στον χρηματοοικονομικό κλάδο, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης είναι ικανά να προβλέψουν τις κινήσεις της αγοράς και να προθούν σε επενδυτικές επιλογές. Αυτή η περιεκτική απόδοση θα βοηθήσει τον αναγνώστη να κατανοήσει το τεράστιο εύρος ευκαιριών και πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση. Άλλωστε, οι εφαρμογές τους στον πραγματικό κόσμο είναι ήδη πολλές. Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, για παράδειγμα, χρησιμοποιείται από τους φωνητικούς βοηθούς, όπως η Siri και η Alexa, για την κατανόηση και την αντίδραση σε ανθρώπινες εντολές. Τα αυτόνομα οχήματα χρησιμοποιούν αλγόριθμους υπολογιστικής όρασης για να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τα αντικείμενα που συναντούν στον δρόμο. Τα συστήματα συστάσεων, όπως αυτά που προσφέρονται από το Netflix και το Amazon, χρησιμοποιούν αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για να παρέχουν στους πελάτες εξατομικευμένο περιεχόμενο και προτάσεις προϊόντων. Είναι, λοιπόν, σαφές ότι η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση επηρεάζουν ήδη την καθημερινή μας ζωή, όπως καθίσταται σαφές στις παραπάνω περιπτώσεις. Ωστόσο, παρά τις τεράστιες δυνατότητές τους,



Αυτόματο αυτοκίνητο όπου αναγνωρίζει και κατανοεί τα αντικείμενα που συναντά στον δρόμο.

έχουν ορισμένα μειονεκτήματα και δυσκολίες. Μια δυσκολία, για παράδειγμα, είναι ότι οι αλγόριθμοι της μηχανικής μάθησης απαιτούν τεράστιες ποσότητες δεδομένων υψηλής ποιότητας για να εκπαιδευτούν, ενώ περιστασιακά, η λήψη τους ενδέχεται να είναι δαπανηρή ή δύσκολη. Ένα ακόμη πρόβλημα είναι η πιθανή προκατάληψη απέναντι στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, καθώς μπορεί να προκύψουν μεροληπτικά αποτελέσματα λόγω ανάλογων δεδομένων εκπαίδευσης που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία τους. Επιπλέον, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης εγείρει πρόσθετα ηθικά ερωτήματα, όπως το απόρρητο και η απώλεια θέσεων εργασίας.

Η εξέταση αυτών των περιορισμών και των δυσκολιών θα δημιουργούσε μια πιο σύνθετη άποψη για το θέμα. Η μηχανική μάθηση είναι ένα από τα πολλά υποπεδία της τεχνητής νοημοσύνης, η οποία περιλαμβάνει επιπλέον την υπολογιστική όραση, την επεξεργασία φυσικής γλώσσας και τα έμπειρα συστήματα. Παράλληλα, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, καθώς ενισχύει τα ρομπότ με την ικανότητα να αναλύουν δεδομένα και να εξαγουν συμπεράσματα ή προβλέψεις βασισμένες σε πρότυπα. Με την αποσαφήνιση αυτής της σύνδεσης, ο αναγνώστης θα αποκτήσει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της ιεραρχικής δομής και του τεράστιου εύρους των εν λόγω τομέων.

Τα ψηφιακά δίδυμα (digital twins) είναι εικονικές αναπαραστάσεις υλικών περιουσιακών στοιχείων, διαδικασιών ή συστημάτων που επιτρέπουν την παρακολούθηση, την ανάλυση και τη βελτιστοποίηση σε πραγματικό χρόνο. Δημιουργώντας ένα ψηφιακό αντίγραφο, οι οργανισμοί μπορούν να προσομοιώσουν διάφορα σενάρια, να προβλέψουν αποτελέσματα και να βελτιστοποιήσουν τις επιδόσεις, οδηγώντας σε αύξηση της απόδοσης, μείωση του κόστους και ενίσχυση της καινοτομίας.

Τα ψηφιακά δίδυμα έχουν αποτελέσει αντικείμενο ενδιαφέροντος στην επιστημονική βιβλιογραφία διάφορων τομέων όπως η μηχανική, οι κατασκευές, η υγειονομική περίθαλψη κ.ά. Στόχος των ψηφιακών διδύμων είναι να δημιουργήσουν εικονικά μοντέλα φυσικών συστημάτων ή διαδικασιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προσομοίωση, ανάλυση και βελτιστοποίηση. Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται τα διάφορα πεδία εφαρμογής των ψηφιακών διδύμων.

Τα ψηφιακά δίδυμα αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για τη μοντελοποίηση και τη βελτιστοποίηση πολύπλοκων συστημάτων σε διάφορους τομείς. Με τις συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις, είναι πιθανό ότι θα εξελιχθούν ακόμη περισσότερο και θα χρησιμοποιηθούν ευρέως στην επιστημονική έρευνα και τη βιομηχανία. Η δομή ενός ψηφιακού διδύμου αποτελείται συνήθως από τρία στοιχεία: το φυσικό σύστημα, το εικονικό μοντέλο και τη διεπαφή ανταλλαγής δεδομένων. Το φυσικό σύστημα είναι το πραγματικό αντικείμενο ή η διαδικασία που μοντελοποιείται, ενώ το εικονικό μοντέλο είναι η ψηφιακή αναπαράστασή του. Η διεπαφή ανταλλαγής δεδομένων είναι ο μηχανισμός που επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του φυσικού συστήματος και του εικονικού μοντέλου.

2.3 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ, ΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ

Η προσομοίωση της ανθρώπινης νοημοσύνης σε ρομπότ, που έχουν σχεδιαστεί για να σκέφτονται και να μαθαίνουν όπως οι άνθρωποι, είναι γνωστή ως τεχνητή νοημοσύνη ή AI. Καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα, όπως τα έμπειρα συστήματα, η υπολογιστική όραση και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, η τεχνητή νοημοσύνη έχει ευρεία εφαρμογή σε μια σειρά στον βιομηχανικό κλάδο λόγω της ικανότητάς της να μεταβάλλει τις ροές εργασιών με απώτερο σκοπό να ενισχύσει την παραγωγικότητα.

Πίνακας 2.1

Επισκόπηση σχετικά με τη χρήση των ψηφιακών διδύμων (digital twins).

Πεδίο Εφαρμογής	Συνεισφορά
Μηχανική	Στον τομέα της μηχανικής, τα ψηφιακά δίδυμα χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση πολύπλοκων συστημάτων, όπως οι κινητήρες αεροσκαφών, οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής και οι διαδικασίες κατασκευών. Για παράδειγμα, η General Electric (GE) έχει αναπτύξει ένα ψηφιακό δίδυμο κινητήρων αεροσκαφών της που μπορεί να προβλέψει τις ανάγκες συντήρησης και να βελτιστοποιήσει την απόδοση.
Υγεία	Τα ψηφιακά δίδυμα χρησιμοποιούνται, επίσης, στην υγειονομική περίθαλψη για τη μοντελοποίηση της φυσιολογίας των ασθενών και την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα, η έννοια του ψηφιακού καρδιακού διδύμου έχει τη δυνατότητα να προωθήσει σημαντικά την εξατομικευμένη ιατρική στο εγγύς μέλλον. Με τη χρήση κλινικών δεδομένων για τη δημιουργία ενός ψηφιακού αντιγράφου της καρδιάς που περιλαμβάνει όλες τις σχετικές κλινικές παρατηρήσεις, αυτή η ιδέα ανοίγει τον δρόμο για εξατομικευμένες ιατρικές προσεγγίσεις.
Πολεοδομικός σχεδιασμός	Τα ψηφιακά δίδυμα χρησιμοποιούνται, επίσης, στον πολεοδομικό σχεδιασμό για τη μοντελοποίηση των πόλεων και τη βελτιστοποίηση των υποδομών. Για παράδειγμα, η πόλη του Ελσίνκι έχει αναπτύξει ένα ψηφιακό δίδυμο της πόλης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση των επιπτώσεων διαφορετικών σεναρίων αστικής ανάπτυξης στην ποιότητα του αέρα, τη ροή της κυκλοφορίας και την κατανάλωση ενέργειας.
Μεταποίηση	Στον τομέα της μεταποίησης, τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση των διαδικασιών και τη βελτιστοποίηση των γραμμών παραγωγής. Για παράδειγμα, η Siemens έχει αναπτύξει ένα ψηφιακό δίδυμο της γραμμής παραγωγής που μπορεί να προσομοιώσει διαφορετικά σενάρια και να προβλέψει τον αντίκτυπο των αλλαγών στην αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα.
Ενέργεια	Τα ψηφιακά δίδυμα χρησιμοποιούνται, επίσης, στον τομέα της ενέργειας για τη μοντελοποίηση των δικτύων και τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας. Για παράδειγμα, ερευνητές στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια στο Μπέρκλεϊ ανέπτυξαν ένα ψηφιακό δίδυμο του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας της Καλιφόρνια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη των επιπτώσεων της ενσωμάτωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της αποθήκευσης ενέργειας.
Μεταφορές	Στον τομέα των μεταφορών έχουν χρησιμοποιηθεί ψηφιακά δίδυμα για την προσομοίωση της ροής της κυκλοφορίας, τη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής και τη βελτίωση της ασφάλειας των οχημάτων.

Πεδίο Εφαρμογής	Συνεισφορά
Αεροδιαστημική βιομηχανία	Τα ψηφιακά δίδυμα υιοθετούνται για τη βελτίωση της απόδοσης του αεροσκάφους, την πρόβλεψη των αναγκών συντήρησης και τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμων.
Κατασκευαστικός τομέας	Οι ψηφιακές αναπαραστάσεις φυσικών στοιχείων από σκυρόδεμα επιτρέπουν την ενίσχυση της παρακολούθησης, την ανάλυση και τη βελτιστοποίηση διαφόρων πτυχών που σχετίζονται με την κατασκευή και τη συντήρηση.

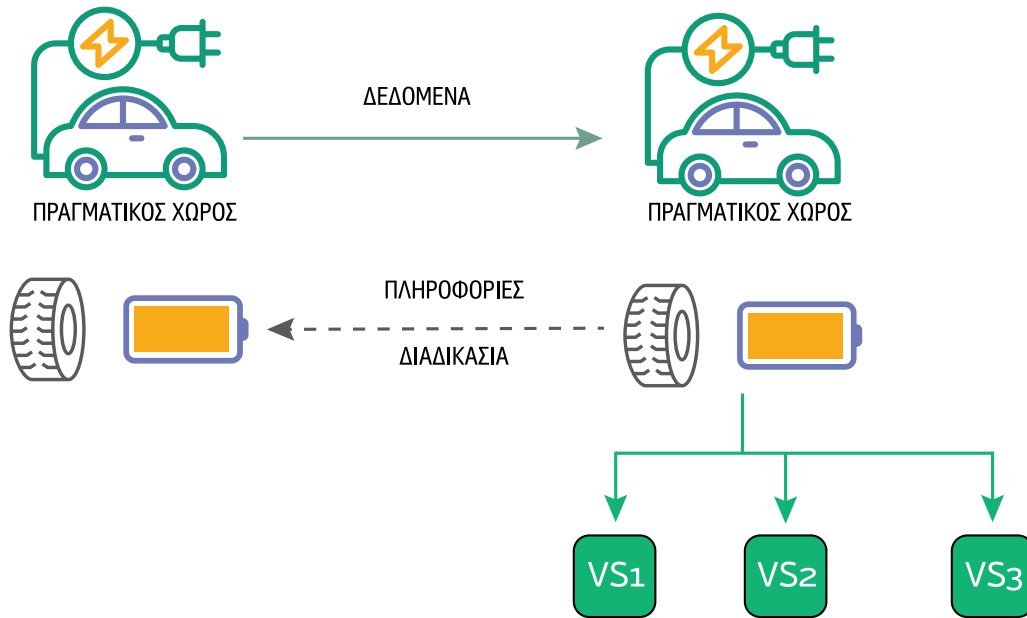
Πηγή: Έρευνα των συγγραφέων.

Η τεχνητή νοημοσύνη, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι η προσομοίωση της ανθρώπινης νοημοσύνης σε μηχανές που έχουν προγραμματιστεί για να σκέφτονται και να μαθαίνουν όπως οι άνθρωποι. Μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα εργασιών, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, της υπολογιστικής όρασης και των έμπειρων συστημάτων. Επειδή η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μεταβάλλει τις ροές εργασιών και να αυξήσει την παραγωγή, είναι σημαντική για πολλούς κλάδους. Στόχος του παρόντος βιβλίου είναι να παρέχει μια γενική επισκόπηση της τεχνητής νοημοσύνης και των εφαρμογών της, υπογραμμίζοντας τη σημασία της τεχνολογίας σε μια σειρά τομέων, όπως τα οικονομικά, η υγειονομική περίθαλψη και οι μεταφορές. Επιπλέον, το βιβλίο διερευνά τα ηθικά ζητήματα που εγείρονται εξαιτίας της τεχνητής νοημοσύνης, όπως το απόρρητο και την απώλεια θέσεων εργασίας. Επίσης, εμβαθύνει στις πιθανές εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στο μέλλον, συμπεριλαμβανομένου του τρόπου με τον οποίο μπορεί να συμβάλει στην εξέλιξη των αυτόνομων οχημάτων.

Τα συστήματα της τεχνητής νοημοσύνης διατίθενται σε διάφορες μορφές. Η Τεχνητή Νοημοσύνη Περιορισμένων Δυνατοτήτων (Narrow AI) έχει σχεδιαστεί για μία μόνο εργασία, η Ισχυρή Τεχνητή Νοημοσύνη (General AI) είναι έξυπνη σε πολλούς τομείς και συγκρίσιμη με την ανθρώπινη νοημοσύνη, ενώ η Υπερευφυής Τεχνητή Νοημοσύνη (Superintelligent AI) είναι πιο έξυπνη από τους ανθρώπους. Το βιβλίο αναφέρεται αναλυτικά στα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες κάθε είδους, αναδεικνύοντας τον τρόπο που μπορεί να επηρεάσουν την κοινωνία και την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Εξετάζει, επίσης, τις τρέχουσες έρευνες γύρω από τη δημιουργία αυτών των συστημάτων και τις πιθανές επιπτώσεις τους στον άνθρωπο.

Η Ισχυρή Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial General Intelligence – AGI) και η Ασθενής Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελούν τύπους της τεχνητής νοημοσύνης. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που περιορίζονται στα προβλεπόμενα καθήκοντά τους και έχουν συγκεκριμένες δεξιότητες αναφέρονται ως Ασθενής Τεχνητή Νοημοσύνη. Αντιθέτως, η Ισχυρή Τεχνητή Νοημοσύνη αφορά συστήματα που είναι αρκετά έξυπνα ώστε να θεωρούνται ανθρώπινα και που έχουν την ικανότητα να κατανοούν και να μαθαίνουν σε διάφορα πλαίσια. Ο απώτερος στόχος της έρευνας της τεχνητής νοημοσύνης είναι η Ισχυρή Τεχνητή Νοημοσύνη, που επιδιώκει να αναπτύξει ένα σύστημα πιο έξυπνο από τον άνθρωπο από κάθε άποψη. Κάθε είδος τεχνητής νοημοσύνης, ωστόσο, έχει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Το παρόν βιβλίο παρέχει μια ευρεία εισαγωγή στην τεχνητή νοημοσύνη και στις χρήσεις της, τονίζοντας την αξία της τεχνολογίας σε διάφορους τομείς, όπως η τραπεζική, η υγειονομική περίθαλψη και οι μεταφορές. Ο πίνακας 2.2 αναφέρεται σε παραδείγματα ορισμένων τομέων που χρησιμοποιείται η τεχνητή νοημοσύνη, καθώς και στα πλεονεκτήματα που παρέχει στους κλάδους εφαρμογής της. Ειδικότερα, στον τραπεζικό κλάδο, η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στην εξυπηρέτηση των πελατών παρέχοντας εξατομικευμένες υπηρεσίες, ανιχνεύοντας τις απάτες και αυτοματοποιώντας τις εργα-



Σχήμα 2.2 Διεπαφή ανταλλαγής δεδομένων σε ψηφιακό δίδυμο.

σίες. Οι τράπεζες αξιοποιούν ήδη την τεχνητή νοημοσύνη για να δημιουργήσουν καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα. Αυτή η έρευνα αναδεικνύει με σαφήνεια ότι η πιστή εφαρμογή της τεχνολογίας της τεχνητής νοημοσύνης οδηγεί στη ριζική αναδιαμόρφωση του συμβατικού τραπεζικού τοπίου. Κατά συνέπεια, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα δύνανται να ενισχύσουν τη διοικητική τους ικανότητα, προκειμένου να οδηγηθούν σε σημαντικές μειώσεις κόστους, αυξημένη αποτελεσματικότητα και ενισχυμένη ανταγωνιστικότητα εντός του κλάδου (Gómez and Heredero, 2020). Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στη διάγνωση ασθενειών, στην ανάλυση ιατρικών απεικονίσεων και στη βελτίωση των αποτελεσμάτων των ασθενών μέσω προγνωστικών μοντέλων. Τέλος, στον τομέα των μεταφορών, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συνεισφέρει στον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό της διαδρομής, τη βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας και την ανάπτυξη αυτόνομων οχημάτων. Αυτά τα παραδείγματα αναδεικνύουν τη δύναμη της τεχνητής νοημοσύνης και την ικανότητά της να φέρει την επανάσταση σε διάφορους κλάδους. Η αύξηση που παρατηρήθηκε στον τομέα των επενδύσεων επιχειρηματικού κεφαλαίου το τελευταίο διάστημα ήταν εντυπωσιακή. Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι η πρόθεση για την εξαγορά εταιρειών τεχνητής νοημοσύνης έχει αυξηθεί κατακόρυφα. Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών, έχουν εξαγοραστεί συνολικά 434 εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, ενώ οι 220 από αυτές εξαγοράστηκαν το 2016. Αυτά τα δεδομένα υπογραμμίζουν το αυξανόμενο ενδιαφέρον και την εμπιστοσύνη στις δυνατότητες της τεχνολογίας της τεχνητής νοημοσύνης.

Σύμφωνα με μελέτη που διεξήχθη από την Deutsche Bank (2019), προέκυψε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των καταθέσεων διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας για την τεχνητή νοημοσύνη και της Αποδοτικότητας Συνολικών Κεφαλαίων (Return On Assets – ROA) στον τραπεζικό κλάδο σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες. Αυτή η συσχέτιση είναι σχεδόν γραμμική, με ισχυρό συντελεστή 80%, ενώ είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι οι τράπεζες φαίνεται να ευημερούν περισσότερο σε χώρες όπου το επίπεδο δραστηριότητας των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας για την τεχνητή νοημοσύνη είναι υψηλότερο. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει μια πιθανή σχέση μεταξύ της υιοθέτησης της τεχνολογίας της τεχνητής νοημοσύνης και της αυξημένης κερδοφορίας στον τραπεζικό κλάδο. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, διαπιστώθηκε ευρεία χρήση των συστημάτων με δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης σε μεγάλα νοσοκομεία. Αυτά τα συστήματα χρησιμεύουν για

Πίνακας 2.2

Παραδείγματα εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης και τα πλεονεκτήματα που παρέχει στον κάθε τομέα.

Τομέας εφαρμογής	Πλεονεκτήματα που παρέχει
Τραπεζικό κλάδο	Οι τράπεζες με την τεχνητή νοημοσύνη: • Παρέχουν εξατομικευμένες υπηρεσίες στους πελάτες • Αυτοματοποιούν τις εργασίες ρουτίνας • Ενισχύουν τη διοικητική τους ικανότητα και τη λειτουργική τους αποτελεσματικότητα.
Τομέας μεταφορών	Με την τεχνητή νοημοσύνη βελτιώνουν τον σχεδιασμό μιας διαδρομής και τα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας.
Κλάδος υγειονομικής περίθαλψης	Τα διαγνωστικά εργαλεία με τεχνητή νοημοσύνη έχουν επιδείξει αξιοσημείωτη ακρίβεια στην ανίχνευση ασθενειών, επιτρέποντας έγκαιρες παρεμβάσεις και βελτιώνοντας τα αποτελέσματα των ασθενών.
Τομέας της μεταποίησης	Με τα συστήματα αυτοματισμού που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη βοηθούν τις διαδικασίες παραγωγής που οδηγεί στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας και στην μείωση του κόστους των παραγόμενων προϊόντων.

την ενίσχυση των ικανοτήτων του ιατρικού προσωπικού στους τομείς της διάγνωσης και της θεραπείας των ασθενών, ενώ καλύπτουν ένα εύρος ασθενειών. Επιπλέον, η εφαρμογή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης έχει αποδειχθεί καθοριστική για τη βελτιστοποίηση των νοσηλευτικών και διευθυντικών δραστηριοτήτων εντός των νοσοκομείων, ενισχύοντας τη συνολική αποτελεσματικότητα. Για παράδειγμα, η Cleveland Clinic, ένα διακεκριμένο μη κερδοσκοπικό πανεπιστημιακό ιατρικό κέντρο πολλών ειδικοτήτων, που βρίσκεται στην πόλη του Κλίβελαντ στο Οχάιο, ενσωμάτωσε τον ψηφιακό βοηθό τεχνητής νοημοσύνης αιχμής της Microsoft, την Cortana, στο αξιόπιστο σύστημά της, το e-Hospital, το 2016. Η απόφαση αυτή επέτρεψε στην κλινική του Κλίβελαντ να αξιοποιήσει τη δύναμη των προγνωστικών και προηγμένων αναλυτικών στοιχείων, επιτρέποντάς της να εντοπίζει αποτελεσματικά ασθενείς που βρίσκονται σε κίνδυνο στις μονάδες εντατικής θεραπείας. Έτσι, η Cortana παρακολουθεί συνολικά 100 κλίνες κατανεμημένες σε έξι μονάδες, εκτελώντας επιμελώς τα καθήκοντά της από τις 7 μ.μ. έως τις 7 π.μ. Πραγματικά, αυτή η καινοτόμος χρήση της τεχνολογίας έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα ανεκτίμητο πλεονέκτημα για την κλινική του Κλίβελαντ, ενισχύοντας περαιτέρω την ικανότητά τους να παρέχουν εξαιρετικές υπηρεσίες στους ασθενείς τους (Lee and Yoon, 2021).

Τα παραπάνω παραδείγματα παρουσιάζουν αναλυτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης σε διαφορετικούς κλάδους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει αποδειχθεί πολύτιμο εργαλείο σε διάφορους τομείς, αποφέροντας σημαντικά οφέλη. Στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης, τα διαγνωστικά εργαλεία με τεχνητή νοημοσύνη έχουν επιδείξει αξιοσημείωτη ακρίβεια στην ανίχνευση ασθενειών σε πρώιμο στάδιο, επιτρέποντας τις έγκαιρες παρεμβάσεις και βελτιώνοντας τα αποτελέσματα των ασθενών. Ομοίως, στον τομέα της μεταποίησης, τα συστήματα αυτοματισμού που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη έχουν εξορθολογίσει τις διαδικασίες παραγωγής, γεγονός που οδήγησε στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και στη μείωση του κόστους. Αυτά τα παραδείγματα χρησιμεύουν ως

αδιάσιστα στοιχεία για τα απτά οφέλη και τον πραγματικό αντίκτυπο που επιφέρει η τεχνητή νοημοσύνη σε συγκεκριμένους τομείς.

2.4 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι η τεχνητή νοημοσύνη συνοδεύεται επίσης από και περιορισμούς. Μερικές από τις βασικές ανησυχίες αφορούν τις ηθικές επιπτώσεις, την πιθανή απώλεια θέσεων εργασίας και τις προκαταλήψεις όσον αφορά τους αλγόριθμους. Αυτές οι προκλήσεις πρέπει να αντιμετωπιστούν προσεκτικά προκειμένου να διασφαλιστεί η υπεύθυνη και δίκαιη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην κοινωνία. Οι δυσκολίες και τα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν από την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης σχετίζονται με τη διαχείριση των πιθανών επιπτώσεων στην απασχόληση και την κοινωνία, την προστασία της ασφάλειας των δεδομένων και του απορρήτου, καθώς και τη εξάλειψη των προκαταλήψεων και τη δικαιοσύνη όσον αφορά τους αλγόριθμους της τεχνητής νοημοσύνης. Θα πρέπει, επίσης, να θεσπιστεί ένα πλαίσιο για τον έλεγχο της ηθικής εφαρμογής της τεχνολογίας τεχνητής νοημοσύνης και για την εξάλειψη των ανησυχιών σχετικά με το ενδεχόμενο κατάχρησης ή πρόκλησης βλάβης. Οι ερευνητές και οι προγραμματιστές θα πρέπει να συμμετέχουν ενεργά σε συζητήσεις για κοινωνικά και ηθικά ζητήματα, προκειμένου να διασφαλίσουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη αναπτύσσεται και εφαρμόζεται με τρόπο που να ωφελεί όλους τους ανθρώπους.

Η εκπαίδευση των εργαζόμενων σε δεξιότητες που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη, ώστε να μπορούν να συνεργάζονται με αντίστοιχα συστήματα για τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της λήψης αποφάσεων, είναι γνωστή ως «αναβάθμιση δεξιοτήτων στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης» (AI upskilling).

Η αναβάθμιση των δεξιοτήτων στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης είναι απαραίτητη για τους οργανισμούς, που επιδιώκουν να παραμείνουν ανταγωνιστικοί στο ταχέως εξελισσόμενο ψηφιακό τοπίο και να αντιμετωπίσουν την αυξανόμενη ζήτηση για υπηρεσίες που εφαρμόζουν την τεχνητή νοημοσύνη. Κατά συνέπεια, η μελλοντική ανάπτυξη των οργανισμών θα εξαρτηθεί από την ικανότητα των εργαζομένων τους να εξελιχθούν και να προσαρμοστούν, γεγονός που θα οδηγήσει σε στην υιοθέτηση νέων ρόλων που βασίζονται περισσότερο στις «δεξιότητες συναισθήματος», και όχι στην απώλεια θέσεων εργασίας. Ωστόσο, πρόσφατα ορισμένοι συγγραφείς υποστήριζαν ότι ακόμη και οι «δεξιότητες σκέψης» ενδέχεται να μην προστατεύουν τους εργαζομένους στις υπηρεσίες κινδυνεύοντας να αντικατασταθούν από την τεχνητή νοημοσύνη.

Οι υποστηρικτές της τεχνητής νοημοσύνης οραματίστηκαν ένα μέλλον όπου οι έξυπνες μηχανές αναλαμβάνουν τις καθημερινές εργασίες, που παραδοσιακά εκτελούνται από τους ανθρώπους, επιτρέποντάς τους να επικεντρωθούν στις πιο δημιουργικές δραστηριότητες. Παρά τις ανησυχίες για πιθανή απώλεια θέσεων εργασίας, οι σύμβουλοι οργάνωσης υποστηρίζουν μια συλλογική αξιοποίηση των ικανοτήτων των ανθρώπων και των μηχανών. Με την υιοθέτηση θεωριών, όπως οι δυναμικές δεξιότητες, το νεο-ανθρώπινο κεφάλαιο και η αντικατάσταση των θέσεων εργασίας με την τεχνητή νοημοσύνη, η εφαρμογή και η αποδοχή της τεχνητής νοημοσύνης απαιτεί από τους εργαζόμενους τη διαρκή αναβάθμιση των δεξιοτήτων τους.

Με την άνοδο της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης, οι δεξιότητες που απαιτούνται σε διάφορους κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της πληροφορικής, υφίστανται σημαντικές αλλαγές (World Economic Forum, 2016). Ο γρήγορος ρυθμός αυτών των αλλαγών έχει οδηγήσει σε μεταβλητότητα των δεξιοτήτων (World Economic Forum, 2016). Η προαναφερθείσα έκθεση υπογραμμίζει την ανάγκη των οργα-



Τα διαγνωστικά εργαλεία με τεχνητή νοημοσύνη έχουν επιδείξει αξιοσημείωτη ακρίβεια στην ανίχνευση ασθενειών σε πρώιμο στάδιο.

νισμών να στραφούν δεξιοτήτων των εργαζόμενων τους, καθώς είναι σημαντικό τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για τους οργανισμούς να προσαρμοστούν στις ραγδαίες εξελίξεις της τεχνητής νοημοσύνης, προκειμένου να παραμείνουν ανταγωνιστικοί και να εκμεταλλευτούν αποτελεσματικά τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται.

Μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την αναβάθμιση των δεξιοτήτων τεχνητής νοημοσύνης παραθέτει αρκετά σημαντικά ευρήματα. Πρώτον, υπάρχει ανάγκη τα άτομα, και ιδιαίτερα οι επιχειρηματίες, να αποδεχθούν και να υιοθετήσουν τις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης στο πλαίσιο της ψηφιακής επιχειρηματικότητας (Upadhyay et al., 2021). Παράγοντες όπως το προσδόκιμο απόδοσης, η ευθύτητα, οι κοινωνικές επιρροές και τα κίνητρα των ανθρώπινων αναγκών επηρεάζουν την πρόθεση των επιχειρηματιών να αποδεχθούν την τεχνητή νοημοσύνη (Upadhyay et al., 2021). Επιπλέον, η εισαγωγή και η υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης από τους οργανισμούς οδηγεί τους εργαζόμενους στο να αναβαθμίσουν τις δεξιότητές τους, ώστε να συνεργάζονται αποτελεσματικά με τις εν λόγω τεχνολογίες (Jaiswal et al., 2021).

Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στις δεξιότητες και στους χώρους εργασίας των εργαζομένων αποτελεί έναν σημαντικό τομέα μελέτης. Έχει διαπιστωθεί ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα φέρει επανάσταση στο σύνολο των επαγγελματικών δεξιοτήτων και στα εργασιακά περιβάλλοντα, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για πολυεπίπεδες δεξιότητες, καθώς και για στρατηγικές αναβάθμισης και επανειδίκευσης (Morandini et al., 2023). Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, ωστόσο, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης απαιτεί συνεχή εκπαίδευση με στόχο την αναβάθμιση των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, εγείρονται παράλληλα ηθικά ζητήματα και ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο (Rao et al., 2023).



Οι υποστηρικτές της τεχνητής νοημοσύνης οραματίστηκαν ένα μέλλον όπου οι έξυπνες μηχανές αναλαμβάνουν τις καθημερινές εργασίες, που παραδοσιακά εκτελούνται από τους ανθρώπους.

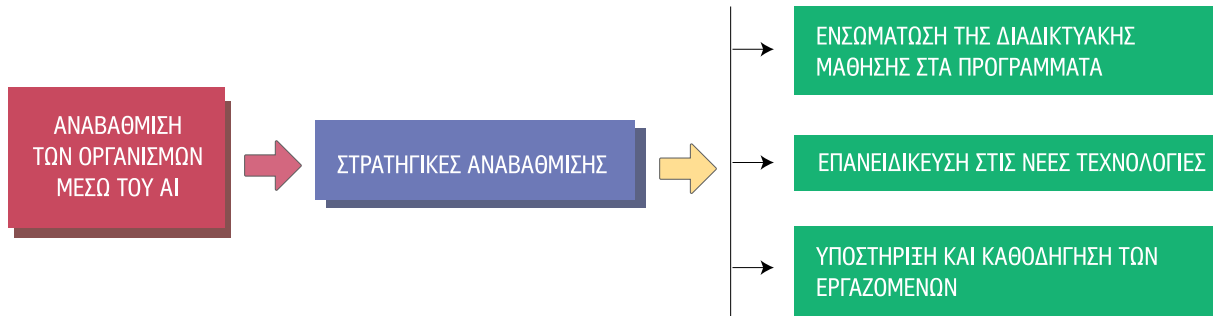
Επιπλέον, οι περιορισμοί της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να οδηγήσουν σε καινοτόμες εργασιακές συμπεριφορές. Για παράδειγμα, οι εργαζόμενοι ενδέχεται να παρακινηθούν σε καινοτόμες εργασιακές συμπεριφορές λόγω σφαλμάτων των ρομπότ, του φόβου για την τεχνητή νοημοσύνη, της ανάγκης για αναβάθμιση των δεξιοτήτων και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των εργαζομένων και των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης (Zirar et al., 2023). Αυτοί οι περιορισμοί λειτουργούν ως καταλύτες ώστε οι εργαζόμενοι να σκέφτονται δημιουργικά και να εντοπίζουν νέους τρόπους αντιμετώπισης των προκλήσεων.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η ανάγκη για αναβάθμιση των δεξιοτήτων στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, έχουν προταθεί διάφορες στρα-

τηγικές. Το Υπουργείο Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών και το Ινστιτούτο Δημιουργικών Τεχνολογιών του Πανεπιστημιακού Ερευνητικού Κέντρου (ICT UARC) αναπτύσσουν στρατηγικές για την ταχεία εκπαίδευση του εργατικού δυναμικού τους που ξεπερνά τα δύο εκατομμύρια (Brawner et al., 2023). Οι οργανισμοί μπορούν να συνδυάσουν πολλές στρατηγικές ταυτοχρόνως, όπως η ενσωμάτωση της διαδικτυακής μάθησης στο πρόγραμμα σπουδών, η αναβάθμιση και η επανειδίκευση σε νέες τεχνολογίες, καθώς και η παροχή υποστήριξης και καθοδήγησης στους εργαζομένους (Morandini et al., 2023).

Συμπερασματικά, η αναβάθμιση δεξιοτήτων στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης είναι ζωτικής σημασίας τόσο για τα άτομα όσο και για τους οργανισμούς, προκειμένου να προσαρμοστούν στις εξελίξεις και να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τις τεχνολογίες της. Ωστόσο, απαιτείται από τα άτομα να αποδεχθούν και να υιοθετήσουν την τεχνητή νοημοσύνη, να αποκτήσουν νέες δεξιότητες και γνώσεις και να ξεπεράσουν τους περιορισμούς και τις προκλήσεις που θέτει. Στρατηγικές όπως η διαδικτυακή μάθηση, τα προγράμματα αναβάθμισης και επανειδίκευσης και η υποστήριξη των οργανισμών μπορούν να διευκολύνουν τη διαδικασία αναβάθμισης της τεχνητής νοημοσύνης. Επιπλέον, είναι σημαντικό για τους ενδιαφερόμενους φορείς, συμπεριλαμβανομένων των επιχειρηματιών, των εργαζομένων και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής, να

αναγνωρίσουν τη σημασία της αναβάθμισης δεξιοτήτων στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης και να λάβουν προληπτικά μέτρα ώστε να εξασφαλίσουν μια ομαλή μετάβαση στο μέλλον που βασίζεται σε αυτήν.



Σχήμα 2.3 Στρατηγικές για την αναβάθμιση των οργανισμών μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI).

2.5 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ: ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Η μηχανική μάθηση είναι ένα συναρπαστικό πεδίο μελέτης, καθώς ασχολείται με τη δημιουργία μοντέλων και αλγορίθμων, που παρέχουν τη δυνατότητα στους υπολογιστές να μαθαίνουν και να λαμβάνουν αποφάσεις χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός. Μέσω της διεξοδικής ανάλυσης και της ερμηνείας δεδομένων μεγάλης κλίμακας, οι αλγόριθμοι της μηχανικής μάθησης έχουν τη δυνατότητα να εντοπίζουν τάσεις, να εξάγουν πολύτιμες πληροφορίες και να βελτιώνουν συνεχώς τη λειτουργικότητά τους με την πάροδο του χρόνου. Αυτή η εξελιγμένη τεχνολογία έχει υιοθετηθεί σε διάφορους τομείς, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η οικονομία, το μάρκετινγκ και οι μεταφορές, παρέχοντας σημαντικά οφέλη μέσω των εφαρμογών της.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μηχανική μάθηση αποτελεί υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης. Αυτός ο συγκεκριμένος κλάδος χρησιμοποιεί στατιστικά μοντέλα και αλγόριθμους προκειμένου οι υπολογιστές να μαθαίνουν από την εμπειρία και να βελτιώνουν σταδιακά την απόδοσή τους χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες της μηχανικής μάθησης, οι υπολογιστές αποκτούν γνώση και βελτιώνουν τις ικανότητές τους στη λήψη αποφάσεων, επιτυγχάνοντας καλύτερα και πιο αποδοτικά αποτελέσματα.

Ο αντίκτυπος της μηχανικής μάθησης είναι καθοριστικής σημασίας και δεν πρέπει να υποτιμάται. Η ικανότητά της να αποκτά αυτόνομα γνώση και να προσαρμόζει τη συμπεριφορά της μέσω της ανάλυσης δεδομένων είναι πραγματικά εξαιρετική. Με την απόλυτη υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας, ο τρόπος με τον οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις και επιλύονται τα προβλήματα μπορεί να αλλάξει πλήρως. Συνιστάται, λοιπόν, ιδιαίτερα σε άτομα και οργανισμούς να αξιοποιήσουν τη δύναμη της μηχανικής μάθησης και να φέρουν την επανάσταση στους αντίστοιχους τομείς τους.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιεί υψηλή ανάλυση δεδομένων για να εντοπίσει τάσεις, να προβλέψει αποτελέσματα και να αυτοματοποιήσει τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Οι βασικές αρχές της μηχανικής μάθησης περιλαμβάνουν την προεπεξεργασία δεδομένων, την επιλογή χαρακτηριστικών, την εκπαίδευση μοντέλων και την αξιολόγηση. Οι αλγόριθμοι της μηχανικής μάθησης έχουν σχεδιαστεί για να μαθαίνουν επαναληπτικά από τα δεδομένα, να προσαρμόζουν τις παραμέτρους τους και να βελτιστοποιούν σταδιακά την εκτέλεσή τους. Η μηχανική μάθηση αφορά την ανάπτυξη αλγορίθμων και μοντέλων που επιτρέπουν στους υπολογιστές να μαθαίνουν από τα δεδομένα χωρίς να είναι ρητά προγραμματισμένοι. Βασίζεται σε στατιστικές μεθόδους και μαθηματικά μοντέλα για την ανάλυση

μεγάλου όγκου δεδομένων, τον εντοπισμό προτύπων και τη διαμόρφωση προβλέψεων ή αποφάσεων. Τα κύρια είδη αλγορίθμων περιλαμβάνουν την επιβλεπόμενη μάθηση (supervised learning), όπου τα μοντέλα εκπαιδεύονται με δεδομένα που φέρουν ετικέτα για την πρόβλεψη ή την ταξινόμηση νέων δεδομένων, τη μη επιβλεπόμενη μάθηση (unsupervised learning), η οποία αποκαλύπτει πρότυπα σε δεδομένα που δεν φέρουν ετικέτα, και την ενισχυτική μάθηση (reinforcement learning) (βλ. Πίνακα 2.3).

Στην επιβλεπόμενη μάθηση, δεδομένου ότι δεν απαιτούνται προκαθορισμένες ετικέτες ή αποτελέσματα, ο αλγόριθμος δύναται να εντοπίσει κρυφούς συνδέσμους ή ομαδοποιήσεις μέσα στα δεδομένα. Αντιθέτως, η ενισχυτική μάθηση αφορά έναν φορέα που μαθαίνει προβαίνοντας σε σφάλματα ενώ αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του και λαμβάνει ανατροφοδότηση με τη μορφή κινήτρων ή κυρώσεων. Η μηχανική μάθηση είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την επίλυση δύσκολων ζητημάτων και την εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων, επειδή βασίζεται σε αυτούς τους τρεις τύπους μάθησης, οι οποίοι επιτρέπουν στους υπολογιστές να μάθουν από την εμπειρία και να γίνουν καλύτεροι.



Optimus – το ανθρωποειδές ρομπότ της Tesla που υπόσχεται να αλλάξει το μέλλον.

Στο παρόν πλαίσιο, είναι επιτακτική ανάγκη να αναδειχθεί η στενή σχέση μεταξύ της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης. Αυτοί οι δύο τομείς είναι περίπλοκα αλληλένδετοι, με τη μηχανική μάθηση να αποτελεί βασικό συστατικό της τεχνητής νοημοσύνης. Η μηχανική μάθηση, ως υποτομέας της τεχνητής νοημοσύνης, επικεντρώνεται στην ανάπτυξη αλγορίθμων και μοντέλων, που επιτρέπουν στα συστήματα υπολογιστών να μαθαίνουν και να οδηγούνται σε προβλέψεις ή αποφάσεις χωρίς ρητό προγραμματισμό. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την ανάλυση τεράστιων όγκων δεδομένων, επιτρέποντας στο σύστημα να αναγνωρίζει πρότυπα και να εξάγει σημαντικά συμπεράσματα. Κατά συνέπεια, η μηχανική μάθηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης, καθώς παρέχει τη δυνατότητα στις μηχανές να επιδεικνύουν έξυπνη συμπεριφορά και να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας να αναγνωριστεί η αλληλεξάρτηση της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης, καθώς η αλληλεπίδρασή τους προάγει την καινοτομία και ωθεί προς ένα μέλλον όπου οι έξυπνες μηχανές είναι ικανές να

βελτιώσουν διάφορες πτυχές της ζωής μας. Ενώ η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται σε ένα ευρύτερο φάσμα τεχνολογιών που επιδιώκουν να μιμηθούν την ανθρώπινη νοημοσύνη, η μηχανική μάθηση εστιάζεται στη δημιουργία αλγορίθμων και μοντέλων μάθησης. Η ικανότητα των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης να συλλέγουν δεδομένα και να οδηγούνται σε έξυπνες αποφάσεις καθίσταται δυνατή μέσω της μηχανικής μάθησης, η οποία ενισχύει τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης. Ο συνδυασμός τους έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει πλήρως έναν κλάδο και να επηρεάσει το μέλλον της τεχνολογίας.

2.6 ΕΠΙΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΜΑΘΗΣΗ, ΜΗ ΕΠΙΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Η επιβλεπόμενη μάθηση, η μη επιβλεπόμενη μάθηση και η ενισχυτική μάθηση αποτελούν μερικά από τα κύρια είδη αλγορίθμων της μηχανικής μάθησης και των εφαρμογών τους. Τα είδη μηχανικής μάθησης παρουσιάζονται στον πίνακα 2.3.

Η επιβλεπόμενη μάθηση αφορά τη μελέτη αλγορίθμων που εκπαιδεύονται σε δεδομένα που φέρουν ετικέτα και μαθαίνουν με τη χρήση παραδειγμάτων που παρέχονται από έναν ειδικό. Εργασίες όπως η ανίχνευση ανεπιθύμητων μηνυμάτων και η κατηγοριοποίηση εικόνων αποτελούν ενδεικτικές χρήσεις για αυτό

το συγκεκριμένο είδος μάθησης. Από την άλλη πλευρά, η ημι-επιβλεπόμενη μάθηση είναι μια πραγματικά νέα και επαναστατική προσέγγιση. Σε σύγκριση με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην επιβλεπόμενη μάθηση, αυτή η μέθοδος επιτυγχάνει πολύ ανταγωνιστικά αποτελέσματα με λίγα μόνο δεδομένα που φέρουν ετικέτα.

Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται από μια μελέτη που διεξήγαγε ένα ευρύ φάσμα πειραμάτων, τα οποία κατέδειξαν την αξία των μοντέλων ημι-επιβλεπόμενης μάθησης στην ανάλυση της ανθρώπινης συμπεριφοράς όταν εκτίθεται τόσο σε δεδομένα που φέρουν ετικέτα, όσο και σε δεδομένα που δεν φέρουν ετικέτα (Al-Azzam and Shatnawi, 2021). Η εν λόγω προσέγγιση έχει μεγάλες δυνατότητες, επομένως, είναι επιτακτική ανάγκη να την υιοθετήσουν τόσο οι ερευνητές όσο και οι επαγγελματίες.

Αντιθέτως, η μη επιβλεπόμενη μάθηση λειτουργεί με δεδομένα που δεν φέρουν ετικέτα και επικεντρώνεται στον εντοπισμό δομών ή προτύπων μέσα στα δεδομένα. Χρησιμοποιείται, συχνά, για εργασίες που περιλαμβάνουν ομαδοποίηση ή μείωση διαστάσεων. Κατά τη διεξαγωγή της μελέτης από τους Leordeanu et al. (2009) προέκυψε ότι η μη επιβλεπόμενη μάθηση συμβάλλει στην αποφυγή της επίπονης χειροκίνητης επισήμανσης των αντιστοιχιών της εμπειρικής αλήθειας και συγκρίνεται ευνοϊκά με την επιβλεπόμενη όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και την ποιότητα.

Τέλος, είναι εξίσου σημαντικό να σημειωθεί ότι η ενισχυτική μάθηση συνεπάγεται την αλληλεπίδραση ενός φορέα με ένα περιβάλλον και τη συλλογή γνώσεων μέσω της ανατροφοδότησης που βασίζεται σε ανταμοιβές. Με αυτόν τον τρόπο, οι αλγόριθμοι ενίσχυσης μάθησης αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους για να βελτιστοποιήσουν τις ανταμοιβές μέσω μιας διαδικασίας μάθησης δοκιμής και σφάλματος. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εργασίες όπως η διάγνωση ασθενειών, η πρόβλεψη τιμών του χρηματιστηρίου και η περίπλοκη πλοήγηση στο περιβάλλον σε διαφορετικούς τομείς, που περιλαμβάνουν την υγειονομική περίθαλψη, τα χρηματοοικονομικά και τα αυτόνομα οχήματα. Η εργασία των Cui et al. (2021) κατέδειξε ότι η ενισχυτική μάθηση έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει τις συμβατικές προσεγγίσεις, στις περιπτώσεις που απαιτείται άμεση λύση, επειδή μπορεί να επιλύσει οποιοδήποτε πρόβλημα μέσα ελάχιστα δευτερόλεπτα και να παράγει αποτελέσματα υψηλής ποιότητας που πλησιάζουν τις βέλτιστες λύσεις.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η ενισχυτική μάθηση υπόσχεται πολλά ως μέθοδος επίβλεψης χωρίς μοντέλα για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των συστημάτων HVAC (Θέρμανση, Εξαερισμός, Κλιματισμός). Η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την αντιμετώπιση των προβλημάτων βελτιστοποίησης λειτουργίας μικρής κλίμακας (Yuan et al., 2021).

Πίνακας 2.3

Τα κύρια είδη αλγορίθμων της μηχανικής μάθησης.

Είδος αλγορίθμου	Πώς ορίζεται
Επιβλεπόμενη μάθηση (supervised learning)	Είναι μελέτη αλγορίθμων που εκπαιδεύονται σε δεδομένα που φέρουν ετικέτα και μαθαίνουν από παραδείγματα που παρέχονται από έναν ειδικό.
Μη επιβλεπόμενη μάθηση (unsupervised learning)	Αυτή λειτουργεί με δεδομένα που δεν έχουν ετικέτα και επικεντρώνονται στον εντοπισμό δομών ή προτύπων μέσα στα δεδομένα.
Ενισχυτική μάθηση (reinforcement learning)	Η ενισχυτική μάθηση έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει τις συμβατικές προσεγγίσεις στις περιπτώσεις που απαιτείται γρήγορη λύση. Παράγει αποτελέσματα υψηλής ποιότητας που πλησιάζουν τις βέλτιστες λύσεις.

2.7 ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

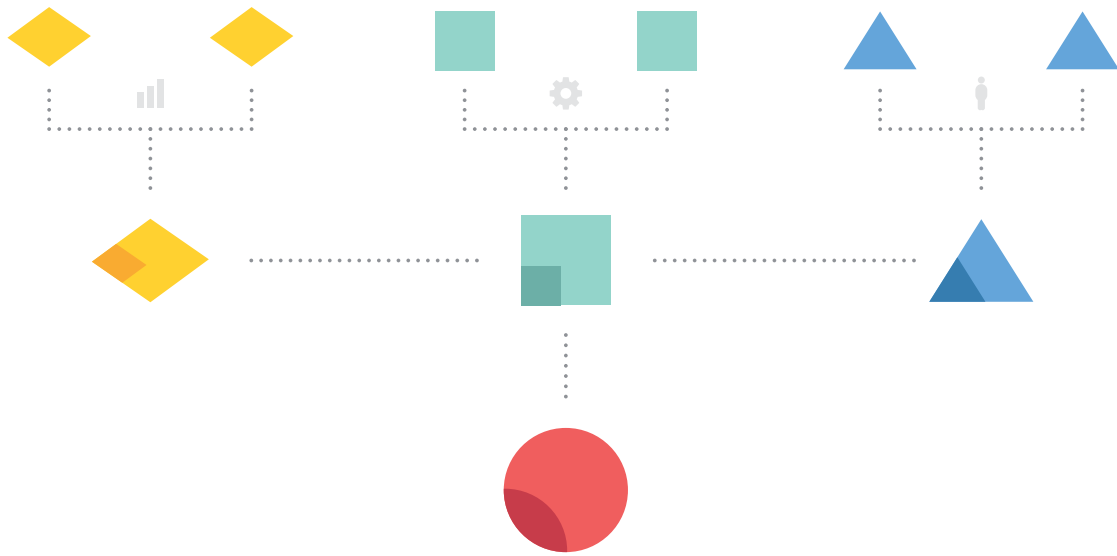
Οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται εκτενώς σε πολλούς και διαφορετικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων συστάσεων, της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και της υπολογιστικής όρασης. Ειδικότερα, αξιοποιούν πολλά δεδομένα για να εντοπίσουν πρότυπα, να προβλέψουν αποτελέσματα ή να ταξινομήσουν αντικείμενα. Προκειμένου να επιτευχθούν σύνθετες εργασίες με μεγαλύτερη ακρίβεια, εργάζονται συνεχώς και βελτιώνονται. Αποτελούνται από αλγόριθμους που δεν απαιτείται να είναι ρητά γραμμένοι για να μαθαίνουν αυτόματα από την εμπειρία και να βελτιώνονται. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να εκπαιδευτούν σε ποικίλα σύνολα δεδομένων για να αντιμετωπίσουν ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων. Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών από τα δεδομένα. Επιπλέον, χρησιμοποιούν συχνά στατιστικές μεθόδους και εξελιγμένα μαθηματικά μοντέλα για να μεγιστοποιήσουν την απόδοσή τους και να παρέχουν ακριβείς προβλέψεις ή ταξινομήσεις. Η αναγνώριση εικόνας, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και τα συστήματα συστάσεων, μπορούν να αντιμετωπιστούν από αυτούς τους αλγόριθμους, καθώς σχεδιάζονται έτσι ώστε να λειτουργούν με τον τρόπο που ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται και αναλύει τα δεδομένα. Μπορούν ακόμη να μεταβληθούν και να προσαρμοστούν σε νέα δεδομένα, διασφαλίζοντας τη συνεχή αποτελεσματικότητά τους σε μεταβαλλόμενα πλαίσια.

Τα νευρωνικά δίκτυα, οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, τα τυχαία δάση και τα δέντρα αποφάσεων είναι ενδεικτικά παραδείγματα αυτών των τεχνικών. Αυτοί οι αλγόριθμοι εξετάζουν πρότυπα σε δεδομένα και παρέχουν προβλέψεις ή κρίσεις με βάση αυτά τα πρότυπα χρησιμοποιώντας ποικίλα μαθηματικά μοντέλα και μεθόδους. Μπορούν ακόμη να χρησιμοποιήσουν προσεγγίσεις μάθησης χωρίς επίβλεψη, στις οποίες ο αλγόριθμος βρίσκει πρότυπα από μόνος του ή δεδομένα που φέρουν ετικέτα, στα οποία είναι γνωστό το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτοί οι αλγόριθμοι έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε διάφορους κλάδους, συμπεριλαμβανομένων του μάρκετινγκ, των χρηματοοικονομικών και της υγειονομικής περίθαλψης, για τη βελτίωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών από μεγάλα σύνολα δεδομένων.

2.7.1 Δέντρο αποφάσεων (decision tree)

Το δέντρο αποφάσεων είναι ένα είδος μαθηματικού μοντέλου που αναπαριστά αποφάσεις και τα πιθανά αποτελέσματά τους χρησιμοποιώντας μια δομή που μοιάζει με δέντρο. Τα κλαδιά του δέντρου αντιστοιχούν στα πιθανά αποτελέσματα κάθε κόμβου, που με τη σειρά του υποδεικνύει μια απόφαση. Τα δέντρα απόφασης χρησιμοποιούνται συχνά σε προβλήματα ταξινόμησης, όπου ο στόχος είναι να εκχωρηθεί ένα στοιχείο σε μια από τις προκαθορισμένες τάξεις. Δεδομένου ότι μπορούν να διαχειριστούν τόσο τα αριθμητικά όσο και τα δεδομένα των κατηγοριών, είναι πολύ χρήσιμα κατά την εργασία με πολύπλοκα σύνολα δεδομένων. Τα δέντρα αποφάσεων είναι μια συνήθης επιλογή για επεξηγήσεις συλλογισμού, καθώς είναι πολύ απλά στην ερμηνεία τους. Ακολουθεί μια απεικόνιση ενός δέντρου αποφάσεων, που παραθέτει τη μέθοδο που ακολουθείται από έναν τηλεπικοινωνιακό πάροχο, προκειμένου να εντοπίσει ποιοι πελάτες είναι πιθανό να διακόψουν τη συνεργασία.

Τα δέντρα μπορούν να αναπτυχθούν με διάφορους αλγόριθμους. Διαφέρουν ως προς τη δομή του πιθανού δέντρου (για παράδειγμα, αριθμός διαχωρισμών ανά κόμβο), τα πρότυπα για τον προσδιορισμό των διαχωρισμών, το σημείο στο οποίο πρέπει να ολοκληρωθεί ο διαχωρισμός, καθώς και τις μεθόδους για την εκτίμηση των βασικών μοντέλων μέσα στους κόμβους των φύλλων. Τα κλαδιά του δέντρου αντιστοιχούν στα πιθανά αποτελέσματα με βάση τους κόμβους, καθένας εκ των οποίων αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο γνώρισμα ή χαρακτηριστικό, όπως τα μηνιαία τέλη ή η διάρκεια σχέσης του πελάτη με την εταιρεία. Παρακολουθώντας κανείς τα κλαδιά, είναι εύκολο να αντιληφθεί πώς συνδυάζονται πολλά στοιχεία, για να προσδιοριστεί η πιθανότητα ένας πελάτης να διακόψει τη συνεργασία του με την εταιρεία ή να παραμείνει σε αυτήν. Λόγω της ερμηνευσιμότητάς τους, οι οργανισμοί είναι σε θέση να προσδιορίζουν πρότυπα και σχέσεις και να χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες για να λαμβάνουν διορατικές αποφάσεις. Η πιο διαδεδομένη τεχνική για την επαγωγή των δέντρων είναι ο αλγόριθμος των δέντρων ταξινόμησης και παλινδρόμησης (CART) (Friedman et al., 2009).



Σχήμα 2.4 Δείγμα ενός δέντρου αποφάσεων (decision tree).

2.7.2 Νευρωνικά δίκτυα (neural networks)

Η τεχνητή νοημοσύνη που μιμείται τον τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι γνωστή με τον όρο «νευρωνικά δίκτυα». Αποτελούνται από δικτυωμένους κόμβους, γνωστούς ως νευρώνες, οι οποίοι επεξεργάζονται και μεταφέρουν τα δεδομένα μέσω σταθμισμένων συνδέσεων. Τα νευρωνικά δίκτυα είναι εξαιρετικά ακριβή στην αναγνώριση προτύπων, στην πραγματοποίηση προβλέψεων και στην εκτέλεση περίπλοκων εργασιών μαθαίνοντας από τεράστιους όγκους δεδομένων.

Η ιστορία των νευρωνικών δικτύων ξεκινά ήδη από τη δεκαετία του 1940. Οι Warren McCulloch και Walter Pitts παρουσίασαν αρχικά την ιδέα επιδεικνύοντας ένα υπολογιστικό μοντέλο δικτύων εγκεφάλου. Ωστόσο, η ανάπτυξη του αλγόριθμου μάθησης του νευρώνα Perceptron του Frank Rosenblatt σημείωσε πραγματική πρόοδο τις δεκαετίες του 1950 και του 1960. Έκτοτε, τα νευρωνικά δίκτυα έχουν υποστεί διάφορες μεταβολές, όπως η εισαγωγή τη δεκαετία του 1980 της οπισθοδιάδοσης (backpropagation), η οποία βελτίωσε σημαντικά την ικανότητά τους να μαθαίνουν και να επιλύουν σύνθετα προβλήματα. Τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως σε τομείς όπως η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, τα αυτόνομα αυτοκίνητα και η αναγνώριση εικόνας και ήχου. Η ικανότητά τους να αναλύουν τεράστιο όγκο δεδομένων και να δημιουργούν ακριβείς προβλέψεις έχει μεταμορφώσει τομείς όπως η υγειονομική περίθαλψη, τα χρηματοοικονομικά και η τεχνολογία. Τα νευρωνικά δίκτυα διεκδικούν τα σύνορα της τεχνητής νοημοσύνης με συνεχή έρευνα και ανάπτυξη και θα μπορούσαν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον τρόπο με τον οποίο βιώνουμε την καθημερινότητά μας.

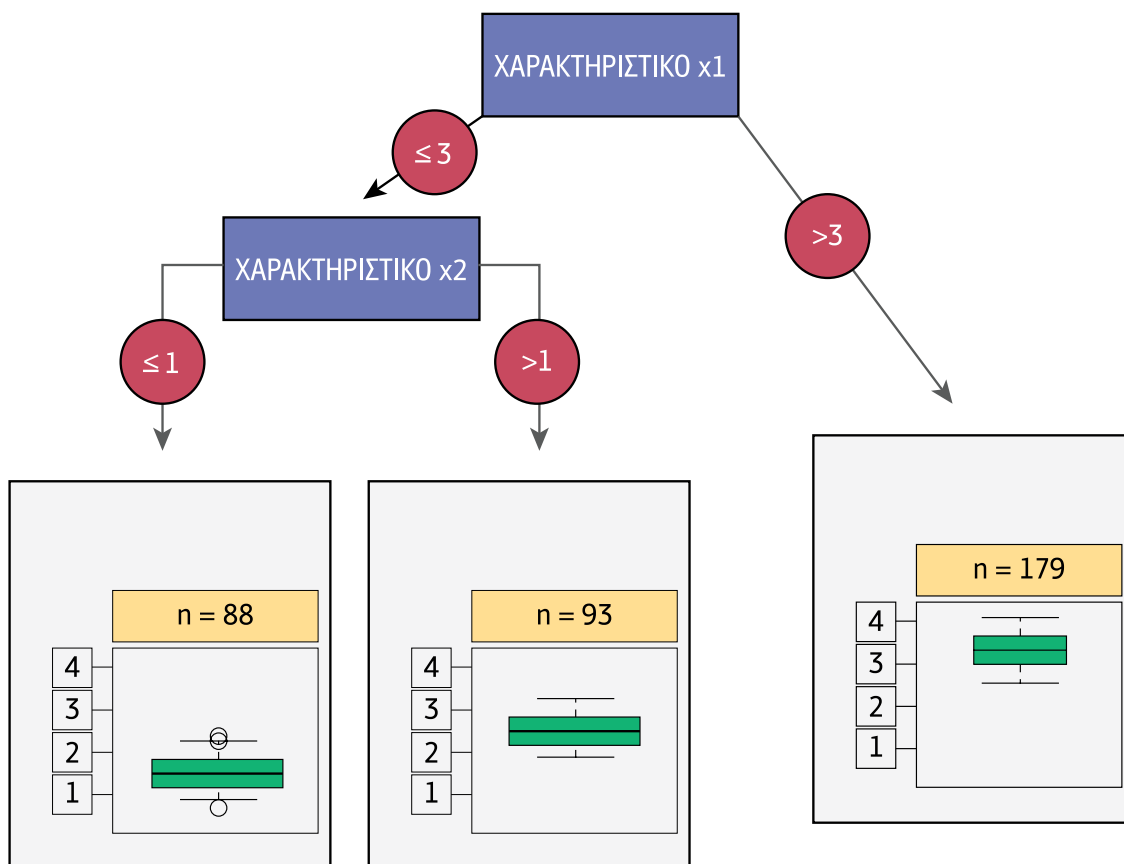
Οι τεχνητοί νευρώνες, διατεταγμένοι σε στρώματα ως διασυνδεδεμένοι κόμβοι, συνθέτουν ένα νευρωνικό δίκτυο: ένα επίπεδο εισόδου, ένα ή περισσότερα κρυφά επίπεδα και ένα επίπεδο εξόδου. Κάθε κόμβος δικτύου λαμβάνει σήματα εισόδου, εφαρμόζει λειτουργίες ενεργοποίησης για την επεξεργασία τους και, στη συνέχεια, προωθεί την έξοδο στο επόμενο επίπεδο. Μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως εκπαίδευσης, τα βάρη και οι προκαταλήψεις που εφαρμόζονται σε κάθε σύνδεση μεταξύ κόμβων αλλάζουν, επιτρέποντας στο δίκτυο να βελτιώσει την απόδοσή του με την πάροδο του χρόνου μαθαίνοντας από τα δεδομένα.

Στα νευρωνικά δίκτυα, οι συναρτήσεις ενεργοποίησης είναι απαραίτητες, καθώς παρέχουν μη γραμμικότητα στο μοντέλο. Χρησιμοποιούν το σταθμισμένο σύνολο των εισόδων και των προκαταλήψεων για να προσδιορίσουν την έξοδο ενός κόμβου. Οι τακτικές λειτουργίες ενεργοποίησης αποτελούνται από την Ανορ-

θωμένη Γραμμική Μονάδα (Rectified Linear Unit – ReLU), την υπερβολική εφαπτομένη (tanh) και τη σιγμοειδή συνάρτηση (sigmoid). Με τη βοήθεια αυτών των λειτουργιών, το δίκτυο είναι σε θέση να μάθει και να παράγει ακριβείς προβλέψεις, κατανοώντας περίπλοκες συσχετίσεις μεταξύ των εισόδων και των εξόδων. Η απόδοση και ο ρυθμός σύγκλισης του δικτύου κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από την επιλογή της συνάρτησης ενεργοποίησης, η οποία βασίζεται στον τύπο του προβλήματος που επιλύεται.

Οι προκαταλήψεις και η αρχικοποίηση του βάρους είναι σημαντικές πτυχές της εκπαίδευσης των νευρωνικών δικτύων. Η ικανότητα μάθησης του δικτύου μπορεί να παρεμποδιστεί από προβλήματα όπως η εξαφάνιση ή η έκρηξη κλίσεων, τα οποία ωστόσο μπορούν να αποφευχθούν με την κατάλληλη αρχικοποίηση του βάρους. Αντιθέτως, οι προκαταλήψεις προσφέρουν προσαρμοστικότητα στη ρύθμιση της συνάρτησης ενεργοποίησης, επιτρέποντας στο δίκτυο να προσαρμόζεται περισσότερο στα δεδομένα. Ως αποτέλεσμα, η επιλογή των σωστών αρχικών βαρών και προκαταλήψεων είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη κορυφαίας απόδοσης και την επιτάχυνση της σύγκλισης της εκπαίδευσης.

Ένα είδος τεχνητού νευρωνικού δικτύου είναι το νευρωνικό δίκτυο τροφοδοσίας, στο οποίο τα δεδομένα μετακινούνται μόνο από το επίπεδο εισόδου προς το επίπεδο εξόδου. Αποτελούνται από πολλά στρώματα δικτυωμένων κόμβων ή νευρώνων, με τους νευρώνες κάθε στρώματος να συνδέονται με όλα τα στρώματα κάτω από αυτό. Η αρχιτεκτονική ενός νευρωνικού δικτύου τροφοδοσίας αποτελείται συνήθως από ένα στρώμα εισόδου, ένα ή περισσότερα κρυφά επίπεδα και ένα στρώμα εξόδου. Αφού ληφθούν τα αρχικά δεδομένα από το επίπεδο εισόδου, οι λειτουργίες ενεργοποίησης χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία τους μέσω των κρυφών επιπέδων.



Σχήμα 2.5 Τεχνητά δεδομένα σε ένα δέντρο αποφάσεων. Ο κόμβος 5 είναι ο προορισμός για περιπτώσεις του χαρακτηριστικού x1 με τιμή μεγαλύτερη από 3. Ανάλογα με το αν οι τιμές του χαρακτηριστικού x2 υπερβαίνουν το 1, οι υπόλοιπες περιπτώσεις εκχωρούνται είτε στον κόμβο 3 είτε στον κόμβο 4.

Με την προσθήκη συνδέσεων ανατροφοδότησης, τα Επαναλαμβανόμενα Νευρωνικά Δίκτυα (Recurrent Neural Networks – RNNs) αποτελούν ένα είδος νευρωνικού δικτύου που μπορεί να διαχειριστεί διαδοχικά δεδομένα. Τα εν λόγω δίκτυα έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν και να επεξεργάζονται πληροφορίες από προηγούμενες εισόδους, επειδή, σε αντίθεση με τα νευρωνικά δίκτυα τροφοδοσίας, διαθέτουν συνδέσεις που επιτρέπουν τη ροή πληροφοριών σε βρόχους. Εξαιτίας αυτού, τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα λειτουργούν ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε εφαρμογές όπως η ανάλυση χρονοσειρών, η αναγνώριση ομιλίας και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας.

Ένα είδος νευρωνικού δικτύου που είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στην επεξεργασία εισόδου υπό τη μορφή πλέγματος, συμπεριλαμβανομένων φωτογραφιών και ταινιών, είναι το Συνελικτικό Νευρωνικό Δίκτυο (Convolutional Neural Network – CNN). Τα εν λόγω δίκτυα χρησιμοποιούν συνελικτικά, ομαδικά και πλήρως συνδεδεμένα επίπεδα για την αυτόματη εκμάθηση και εξαγωγή χαρακτηριστικών από τα δεδομένα εισόδου. Στον τομέα της επεξεργασίας εικόνας και βίντεο, έφεραν επανάσταση στην αναγνώριση αντικειμένων, την ταξινόμηση εικόνων, την ανάλυση βίντεο, ακόμη και την ιατρική απεικόνιση. Αποτελούν ουσιαστικό εργαλείο για την εκπαίδευση των νευρωνικών δικτύων, λόγω της ικανότητάς τους να συλλαμβάνουν χωρικές ιεραρχίες και να αναγνωρίζουν περίπλοκα πρότυπα. Επιπλέον, υπολογίζουν τη διαβάθμιση της συνάρτησης απώλειας σε σχέση με τα βάρη και τις προκαταλήψεις του δικτύου, επιτρέποντας την αποτελεσματική βελτιστοποίηση καθόδου με βάση την κλίση. Το δίκτυο μαθαίνει να μειώνει τα σφάλματα και να βελτιώνει την απόδοση της εργασίας τροποποιώντας επαναληπτικά τα βάρη και τις προκαταλήψεις ανάλογα με αυτήν την κλίση. Αυτή η επαναλαμβανόμενη διαδικασία προώθησης και ο αντίκτυπός της στη διαδικασία εκπαίδευσης είναι σημαντικά θέματα στον τομέα των νευρωνικών δικτύων. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται από αυτούς τους αλγόριθμους για την προσαρμογή των βαρών και των προκαταλήψεων κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης ποικίλλουν. Η στοχαστική κάθοδος με βάση την κλίση αποτελεί μια δημοφιλή επιλογή για μεγάλα σύνολα δεδομένων, λόγω της αποτελεσματικότητάς της στη διαχείριση μικρών παρτίδων δεδομένων. Προκειμένου να αυξηθεί περαιτέρω η ταχύτητα και η απόδοση της σύγκλισης, οι ερευνητές εξέτασαν επίσης πιο σύνθετους αλγόριθμους βελτιστοποίησης, όπως οι Adam και RMSprop, οι οποίοι προσαρμόζουν τον ρυθμό εκμάθησης ανάλογα με το μέγεθος των κλίσεων.

Τέλος, οι εργασίες επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, όπως η ανάλυση συναισθημάτων, η μηχανική μετάφραση και η απάντηση ερωτήσεων, χρησιμοποιούν ευρέως τα νευρωνικά δίκτυα. Η ακρίβεια και η ευχέρεια των συστημάτων παραγωγής και ερμηνείας της γλώσσας έχουν βελτιωθεί λόγω αυτών των μοντέλων, τα οποία παράγουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

2.7.3 Βαθιά μάθηση (Deep Learning)

Η δημιουργία και η αξιοποίηση τεχνητών νευρωνικών δικτύων αποτελεί το επίκεντρο του κλάδου της μηχανικής μάθησης που είναι γνωστό με τον όρο «βαθιά μάθηση», το οποίο επικεντρώνεται στην εκπαίδευση αυτών των νευρωνικών δικτύων ώστε να αποκτούν νέες δεξιότητες και να προβαίνουν σε κρίσεις χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός. Η βαθιά μάθηση έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον και η δημοτικότητά της έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, λόγω της ικανότητάς της να παρέχει κορυφαίες επιδόσεις σε μια ποικιλία εργασιών, συμπεριλαμβανομένων της αναγνώρισης ομιλίας, της αναγνώρισης εικόνας και της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Παρέχοντας λύσεις αιχμής, όπως η ανίχνευση απάτης και οι ιατρικές διαγνώσεις, έχει αλλάξει εντελώς μια σειρά από τομείς, όπως η υγειονομική περίθαλψη, τα χρηματοοικονομικά και τα αυτόνομα αυτοκίνητα. Ενδεικτικά, μια μελέτη των Xue et al. (2017) παρουσιάζει σημαντικά στοιχεία σχετικά με τις δυνατότητες της βαθιάς μάθησης στον τομέα της πρακτικής της έξυπνης διάγνωσης ιατρικής απεικόνισης. Η μελέτη αυτή επικεντρώθηκε στην άρθρωση του ισχίου, διερευνώντας συγκεκριμένα τη διαγνωστική αξία της βαθιάς μάθησης στην οστεοαρθρίτιδα του ισχίου. Για να επιτευχθεί αυτό, ένα βαθύ συνελικτικό νευρωνικό δίκτυο εκπαιδεύτηκε σχολαστικά και δοκιμάστηκε σε ένα σύνολο δεδομένων που αποτελείται από 420 απεικονίσεις ισχίου. Τα αποτελέσματα ήταν αξιοσημείωτα, με το μοντέλο του συνελικτικού νευρωνικού δικτύου να παρουσιάζει μια αξιοσημείωτη ισορροπία μεταξύ υψηλής ευαισθησίας (95,0%) και υψηλής ειδικότητας (90,7%), με αποτέλεσμα το ποσοστό της συνολικής ακρίβειας να ανέρχεται σε 92,8%. Αυτά

τα ευρήματα αξιολογήθηκαν με βάση τις εκτιμήσεις που έκαναν οι επικεφαλής γιατροί, υπογραμμίζοντας περαιτέρω την αποτελεσματικότητα του εν λόγω μοντέλου.

2.8 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Μια από τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στη διοίκηση ποιότητας αποτελεί η χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης για την εξέταση τεράστιων συνόλων δεδομένων και τον εντοπισμό τάσεων ή παρατυπιών που μπορεί να υποδηλώνουν προβλήματα ποιότητας. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί για την αυτοματοποίηση εργασιών ποιοτικού ελέγχου, όπως ο εντοπισμός στοιχείων με ελαττώματα ή η παρακολούθηση αποκλίσεων από τις τυπικές διαδικασίες λειτουργίας στις γραμμές παραγωγής. Επιπλέον, μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των συστημάτων διοίκησης ποιότητας προβλέποντας τις προδιαγραφές συντήρησης και κατανέμοντας τους πόρους με βέλτιστο τρόπο ώστε να διασφαλιστεί η σταθερή ποιότητα των προϊόντων. Στον πίνακα 2.4 αναφέρονται οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (T.Q.M.), τα οφέλη και τα μειονεκτήματα από την εφαρμογή της.

Προκειμένου να γίνει περισσότερο κατανοητό το θέμα που εξετάζουμε, είναι χρειάζεται να αναφερθούν συγκεκριμένα παραδείγματα εφαρμογής. Στο άρθρο των Bartels et al. (2022), παρουσιάζεται η μελέτη τους σχετικά με την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενός εργαλείου Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης-Κλινικής Υποστήριξης Αποφάσεων (AI/ML-CDS), που ονομάζεται «Sleep Well Baby» (SWB). Η μελέτη περίπτωσης εστιάζεται στις λεπτομέρειες αυτού του εργαλείου και στην εφαρμογή του στο πεδίο. Το εργαλείο αυτό σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ειδικά στο Πανεπιστημιακό Ιατρικό Κέντρο της Ουτρέχτης (UMC Utrecht), ένα αξιόλογο ίδρυμα, γνωστό για την αφοσίωσή του στην ακαδημαϊκή αριστεία και την ιατρική εκπαίδευση. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Πανεπιστημιακό Ιατρικό Κέντρο της Ουτρέχτης είναι ένα από τα μεγαλύτερα πανεπιστημιακά νοσοκομεία στην Ολλανδία.



Τα οφέλη από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης σε συστήματα ποιοτικού ελέγχου περιλαμβάνουν τη βελτιωμένη ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα στον εντοπισμό ελαττωμάτων.

Το έργο SWB, το οποίο προέκυψε αρχικά ως τοπική πρωτοβουλία, κέρδισε σημαντική αναγνώριση και αποδοχή, κατακτώντας τελικά το βραβείο καλύτερης καινοτομίας στην περίφημη εκδήλωση Dutch Hacking Health το 2019. Πρωταρχικός στόχος του έργου ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης των κλινικών δεδομένων ιατρικής περίθαλψης σε συνδυασμό με την τεχνολογία Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης-Κλινικής Υποστήριξης Αποφάσεων (AI/ML-CDS) για τη διευκόλυνση της εξατομικευμένης περίθαλψης ασθενών. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες προηγμένων αλγορίθμων και τεχνικών μηχανικής μάθησης, το εργαλείο SWB είχε στόχο να βελτιώσει την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα της υγειονομικής περίθαλψης, οδηγώντας τελικά σε καλύτερα αποτελέσματα για τους ασθενείς.

Η ανάπτυξη του εργαλείου SWB απαιτούσε μια διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία στηρίχθηκε σε κλινικούς ειδικούς, επιστήμονες δεδομένων, τελικούς χρήστες, σχεδιαστές προϊόντων/υπηρεσιών, μηχανικούς λογισμικού, συμβούλους ιατρικής δεοντολογίας, νομικούς, ειδικούς οικονομικής/επιχειρηματικής ανάπτυξης και ειδικούς διαχείρισης αλλαγών. Αυτή η προσέγγιση εξασφάλισε την ανάπτυξη του συγκεκριμένου εργαλείου με τη συμβολή διαφόρων ειδικοτήτων και την εξέταση διαφορετικών οπτικών.

Κατά τη φάση της ανάπτυξης, το άρθρο υπογραμμίζει τη σημασία της διοίκησης ποιότητας στα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης-Κλινικής Υποστήριξης Αποφάσεων (AI/ML-CDS). Υποδηλώνει μάλιστα ότι η οργανωτική δομή των ιατρικών εργαστηρίων και το ISO 15189, το οποίο παρέχει τις απαιτούμενες προδιαγραφές για την ποιότητα και την ικανότητά τους, μπορούν να αποτελέσουν πρότυπο για τα ινστιτούτα υγειονομικής περίθαλψης ως προς τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού και βιώσιμου Συστήματος Διοίκησης Ποιότητας (QMS) για την υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στην κλινική περίθαλψη. Επίσης, το ISO 13485, το οποίο παρέχει τις απαιτούμενες προδιαγραφές για τα συστήματα διοίκησης ποιότητας ως προς τον ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς για το σύστημα διοίκησης ποιότητας σε εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης-Κλινικής Υποστήριξης Αποφάσεων (AI/ML-CDS).

Παράλληλα, στο άρθρο τονίζεται η ανάγκη για ένα Σύστημα Διοίκησης Ποιότητας που να περιλαμβάνει διαδικασίες επιλογής, εκκαθάρισης και επαλήθευσης της απόδοσης των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης-Κλινικής Υποστήριξης Αποφάσεων (AI/ML-CDS), καθώς και κατάλληλες Τυπικές Διαδικασίες Λειτουργίας (Standard Operating Procedure – SOP) και συμβάσεις υπηρεσιών με κατασκευαστές για την παρακολούθηση και τη διαχείριση των αλλαγών. Επιπλέον, υπογραμμίζεται η σημασία της τεχνογνωσίας των χρηστών στον έλεγχο και την επαλήθευση των εν λόγω εργαλείων, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφαλής και αποτελεσματική χρήση τους στην κλινική πρακτική.

Τα οφέλη από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης σε συστήματα ποιοτικού ελέγχου περιλαμβάνουν τη βελτιωμένη ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα στον εντοπισμό ελαττωμάτων ή παρατυπιών, καθώς και την αυξημένη παραγωγικότητα και την ικανότητα ταχείας ανάλυσης τεράστιου όγκου δεδομένων. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί, επίσης, να συμβάλει στον εντοπισμό προτύπων και τάσεων που μπορεί να μην είναι άμεσα ανιχνεύσιμες από τους ανθρώπους, οδηγώντας στην αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων και στην επίλυση των προβλημάτων.

Πίνακας 2.4

Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (T.Q.M.). Τα οφέλη και τα μειονεκτήματα από την εφαρμογή της.

Εφαρμογές	Οφέλη	Μειονεκτήματα
- Εντοπίζει τάσεις ή παρατυπίες που μπορεί να υποδηλώνουν προβλήματα ποιότητας. - Χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση εργασιών ποιοτικού ελέγχου. - Βοηθά στη βελτίωση των συστημάτων διοίκησης ποιότητας κ.α.	- Βελτιωμένη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα στον εντοπισμό ελαττωμάτων και παρατυπιών. - Αυξημένη παραγωγικότητα. - Ικανότητα ταχείας ανάλυσης τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων.	- Μεροληψία και ελλιπή ή ανακριβή δεδομένα που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση και την αξιοπιστία των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. - Η δυσκολία επεξήγησης των αλγορίθμων της τεχνητής νοημοσύνης.

Ωστόσο, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στα συστήματα ποιοτικού ελέγχου έχει και αρκετά μειονεκτήματα. Συγκεκριμένα, ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι η ανάγκη για υψηλής ποιότητας και διάφορα δεδομένα για την αποτελεσματική εκπαίδευση των μοντέλων της. Επιπλέον, ζητήματα, όπως η μεροληψία και τα ελλιπή ή ανακριβή δεδομένα, μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση και την αξιοπιστία των συστη-

μάτων τεχνητής νοημοσύνης. Τέλος, μια άλλη πρόκληση είναι η ερμηνευσιμότητα και η επεξήγηση των αλγορίθμων της (βλ. Πίνακα 2.4).



Το πανεπιστήμιο Kyung Hee όπου διεξήχθη η μελέτη.

Πέρα από τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, αξίζει να σημειωθεί ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί στη διοίκηση ποιότητας αλλά και σε άλλους κλάδους. Μια πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη από τους Lee et al. (2021) παρέχει ένα αντίστοιχο χαρακτηριστικό παράδειγμα, που αφορά τη συνεργασία μεταξύ του Κέντρου Έρευνας Μεγάλων Δεδομένων του Πανεπιστημίου Kyung Hee και της Benple Inc., που συνεργάστηκαν για να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης για τη Frontec, μια μικρομεσαία επιχείρηση που ειδικεύεται στην κατασκευή ανταλλακτικών αυτοκινήτων.

Πρωταρχικός στόχος του έργου ήταν η αυτοματοποίηση της διαδικασίας διοίκησης ποιότητας στη Frontec με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης. Για την επίτευξή του, η ομάδα έπρεπε να εξετάσει προσεκτικά μια σειρά περιορισμών, όπως, για παράδειγμα, οι προδιαγραφές του χρόνου απόκρισης, ώστε να διασφαλιστεί η έγκαιρη ανατροφοδότηση του συστήματος. Επιπλέον, η ομάδα έπρεπε να εργαστεί εντός των περιορισμών των διαθέσιμων υπολογιστικών πόρων, διασφαλίζοντας ότι το σύστημα της τεχνητής νοημοσύνης θα μπορούσε να λειτουργήσει αποτελεσματικά.

Αξιοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη, η Frontec ήταν σε θέση να εξορθολογίσει τη διαδικασία διοίκησης ποιότητας και να οδηγηθεί σε αύξηση της αποτελεσματικότητας και της ακρίβειας. Η επιτυχής εκτέλεση του έργου αποτελεί απόδειξη των πιθανών πλεονεκτημάτων που μπορεί να προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη στη διοίκηση ποιότητας τόσο στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης όσο και σε άλλους τομείς.

Σκοπός του συστήματος εύρεσης ελαττωμάτων είναι η ακριβής ταξινόμηση παξιμαδιών συγκόλλησης σε εξαιρετικά σύντομο χρονικό διάστημα 0,2 δευτερολέπτων, διατηρώντας παράλληλα ένα εντυπωσιακό ποσοστό ακρίβειας άνω του 95%. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, χρησιμοποιήθηκε ο Κυκλικός μετασχηματισμός Hough (Circular Hough Transform) για την αποτελεσματικότερη προεπεξεργασία των εικόνων για την περαιτέρω ανάλυσή τους. Επιπλέον, εφαρμόστηκε ένα προσαρμοσμένο μοντέλο Ομάδας Οπτικής Γεωμετρίας (Visual Geometry Group – VGG), το οποίο χρησίμευσε ως η βάση του συστήματος του συνελκτικού νευρωνικού δικτύου μας.

Τα αποτελέσματα του συνελκτικού νευρωνικού δικτύου μας είναι πραγματικά αξιοσημείωτα, με ποσοστό ακρίβειας άνω του 99% και μέσο χρόνο απόκρισης περίπου 0,14 δευτερολέπτων. Προκειμένου να ενσωματωθεί απρόσκοπτα το μοντέλο του συνελκτικού νευρωνικού δικτύου στο εργοστασιακό περιβάλλον, ελήφθησαν τα απαραίτητα μέτρα για την εκ νέου υλοποίηση των μονάδων προεπεξεργασίας χρησιμοποιώντας το LabVIEW. Αυτό επέτρεψε την ομαλή επικοινωνία μεταξύ του διακομιστή μοντέλου ταξινόμησης και ενός υφιστάμενου επιθεωρητή οπτικού ελέγχου.

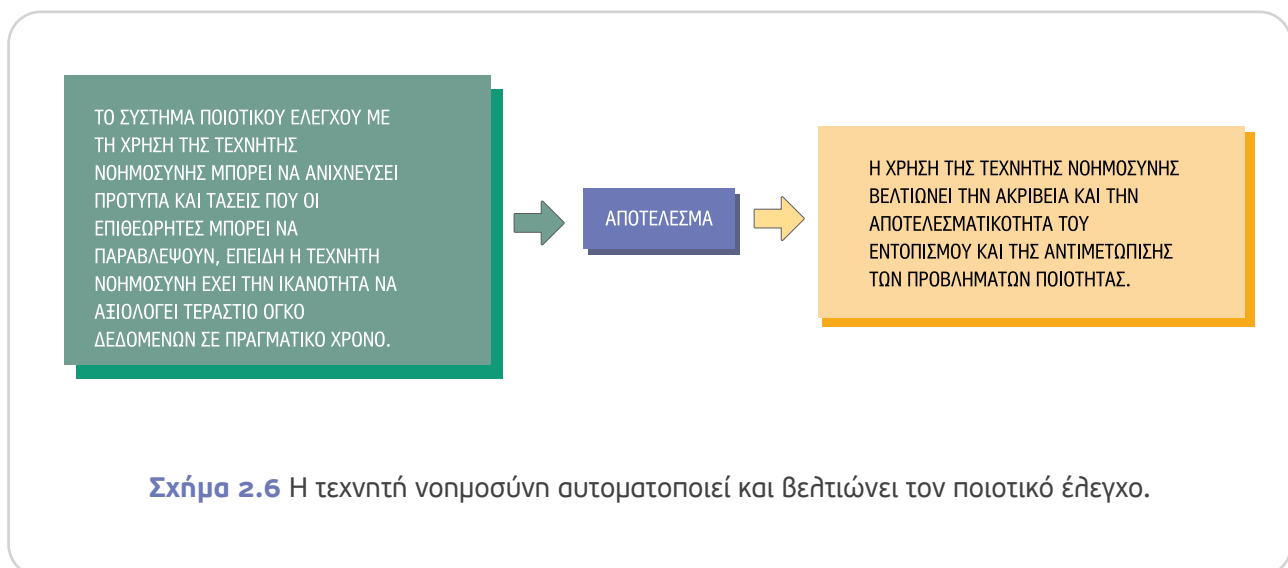
Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης και ενσωμάτωσης του πλαισίου βαθιάς μάθησης, προέκυψαν διάφορες προκλήσεις του πραγματικού κόσμου. Ωστόσο, ξεπεράστηκαν με επιτυχία χωρίς να χρειαστούν τροποποιήσεις του υλικού. Η εμπειρία αυτή μπορεί να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις σε άλλους επαγγελματίες του τομέα, καθώς η ομάδα, είναι πρόθυμη να γνωστοποιήσει τη διαδικασία που ακολουθήθηκε, καθώς και τα συγκεκριμένα προβλήματα που αντιμετώπισε, με στόχο να συμβάλει στη συλλογική γνώση για την ανάπτυξη και την ενσωμάτωση των πλαισίων βαθιάς μάθησης στα υπάρχοντα περιβάλλοντα παραγωγής.

2.9 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΓΝΩΜΟΝΑ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Οι λύσεις ποιοτικού ελέγχου μέσω της τεχνητής νοημοσύνης αυτοματοποιούν και βελτιστοποιούν τη διαδικασία επιθεώρησης, μεταμορφώνοντας τον κατασκευαστικό τομέα. Αξιοποιώντας εξελιγμένους αλγόριθμους και μεθόδους μηχανικής μάθησης, αυτά τα συστήματα διασφαλίζουν ότι μόνο προϊόντα υψηλής ποιότητας εισάγονται στην αγορά, εντοπίζοντας τυχόν ελαττώματα και παρατυπίες. Τα συστήματα ποιοτικού ελέγχου μέσω της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να ανιχνεύσουν πρότυπα και τάσεις που οι υπεύθυνοι επιθεώρησης ενδέχεται να παραβλέψουν, λόγω της ικανότητάς τους να επεξεργάζονται τεράστιους όγκους δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αυτό βελτιώνει την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα στον εντοπισμό και την αντιμετώπιση των προβλημάτων ποιότητας. Σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες που διεξήχθησαν για την αποστροφή του αλγορίθμου, οι Keding και Meissner (2021) εντόπισαν μια ουσιαστική επίδραση στη συμπεριφορά επιλογής και στην αντίληψη της ποιότητας απόφασης κατά τη χρήση συμβουλευτικών συστημάτων που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη. Επιπλέον, παρείχαν στοιχεία για την αποσαφήνιση των λόγων πίσω από αυτό το φαινόμενο, όπως η αυξημένη εμπιστοσύνη στον σύμβουλο και η εφαρμογή μιας περισσότερο δομημένης διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

Τα ευρήματά τους καταδεικνύουν ότι η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων αποφέρει θετικά αποτελέσματα. Βασιζόμενοι σε συμβουλευτικά συστήματα που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη, τα άτομα εκδηλώνουν μεγαλύτερη τάση να προβαίνουν σε επιλογές και να αντιλαμβάνονται την ποιότητα των αποφάσεών τους ως βέλτιστη. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στον υψηλότερο βαθμό εμπιστοσύνης στον σύμβουλο, καθώς και στην εφαρμογή μιας περισσότερο δομημένης διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

Η αυξημένη εμπιστοσύνη στον σύμβουλο πηγάζει από την αξιόπιστη και συνεπή καθοδήγηση που παρέχεται από το σύστημα, το οποίο αξιοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει σχεδιαστεί για να επεξεργάζεται τεράστιους όγκους δεδομένων, επιτρέποντάς της να προσφέρει εμπειριστωμένες συστάσεις. Κατά συνέπεια, τα άτομα αισθάνονται πιο σίγουρα για τις συμβουλές που παρέχονται, γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερη προθυμία να ακολουθήσουν τις υποδείξεις του συστήματος.



Επιπλέον, η εφαρμογή μιας περισσότερο δομημένης διαδικασίας λήψης αποφάσεων συμβάλλει στα θετικά αποτελέσματα που καταγράφονται. Τα συμβουλευτικά συστήματα που υιοθετούν την τεχνητή νοημοσύνη προσφέρουν μια συστηματική προσέγγιση, διασφαλίζοντας ότι όλοι οι σχετικοί παράγοντες λαμβάνονται υπόψη και αξιολογούνται ανάλογα. Αυτή η δομημένη διαδικασία δημιουργεί μια αίσθηση εμπιστο-

σύνης στα άτομα, καθώς αντιλαμβάνονται ότι οι αποφάσεις τους είναι περισσότερο ενδεδειγμένες και εμπειροστατωμένες.



Η εισαγωγή προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών απαιτούν την ανάπτυξη νέων συστημάτων διοίκησης ποιότητας στην εποχή της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης.

Συμπερασματικά, η συγκεκριμένη έρευνα αναδεικνύει τα θετικά αποτελέσματα της χρήσης συμβουλευτικών συστημάτων που αξιοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη όσον αφορά τη συμπεριφορά ως προς τις επιλογές και την αντίληψη της ποιότητας των αποφάσεων. Σε αυτά τα θετικά αποτελέσματα συμβάλλει τόσο η αυξημένη εμπιστοσύνη στον σύμβουλο όσο και η εφαρμογή μιας περισσότερο δομημένης διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Αυτά τα ευρήματα αναδεικνύουν τα πιθανά πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας της τεχνητής νοημοσύνης στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, προσφέροντας στα άτομα μια αξιόπιστη και δομημένη προσέγγιση για να ενισχύσουν τις αντίστοιχες ικανότητές τους.

2.10 ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ (PREDICTIVE MAINTAINANCE) ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ (FAULT DETECTION) ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Μια τεχνολογία αιχμής που ονομάζεται Προγνωστική Συντήρηση και Ανίχνευση Σφαλμάτων με Βάση την Τεχνητή Νοημοσύνη αξιοποιεί αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για την ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από μηχανήματα και εξοπλισμό. Μέσω της παρακολούθησης πολλαπλών παραμέτρων, συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων θερμοκρασίας, των κραδασμών και της απόδοσης, το σύστημα είναι σε θέση να προβλέψει με ακρίβεια πιθανά σφάλματα ή αστοχίες πριν αυτές εμφανιστούν. Υιοθετώντας μια προληπτική προσέγγιση, οι οργανισμοί μπορούν να περιορίσουν τον χρόνο διακοπής λειτουργίας, να βελτιστοποιήσουν τα πλάνα συντήρησης και να μειώσουν τα συνολικά έξοδα που σχετίζονται με τις απρογραμματίστες επισκευές. Επιπλέον, όσο οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης μαθαίνουν και εξελίσσονται συνεχώς, αυξάνεται η ακρίβεια της πρόβλεψης, διευκολύνοντας την αποτελεσματικότερη συντήρηση.

Στο συγκεκριμένο θέμα, αξίζει να σημειωθεί η μελέτη, που πραγματοποιήθηκε από τους Kiangala and Wang (2020). Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η ανάπτυξη ενός πειραματικού πλαισίου προγνωστικής συντήρησης για κινητήρες μεταφοράς. Το πλαίσιο σχεδιάστηκε με σκοπό τον αποτελεσματικό εντοπισμό βλαβών και την ελαχιστοποίηση του κινδύνου της λανθασμένης διάγνωσής τους εντός των εγκαταστάσεων. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης, το οποίο εντόπισε με αποτελεσματικό τρόπο τις αποκλίσεις που εντοπίστηκαν ταξινομώντας τις σε απειλητικές και σε μη απειλητικές για την παραγωγή. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η ακρίβεια που επιτυγχάνεται με αυτό το μοντέλο ξεπέρασε εκείνη των παραδοσιακών προσεγγίσεων ταξινόμησης.

Η εισαγωγή προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών και η συνεχώς αυξανόμενη πολυπλοκότητα του παγκόσμιου επιχειρηματικού περιβάλλοντος απαιτούν την ανάπτυξη νέων συστημάτων διοίκησης ποιότητας στην εποχή της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης (Industry 4.0) (Sang et al., 2021). Βασισμένη σε μια ενδεδειγμένη ανάλυση της βιβλιογραφίας για τη διοίκηση ποιότητας και σε πέντε πραγματικές περιπτώσεις προγνωστικής διοίκησης ποιότητας που αξιοποιούν τις νέες τεχνολογίες, αυτή η μελέτη οδήγησε στη δημιουργία νέων εννοιών για τον συγκεκριμένο τομέα. Με βάση την ανάλυση μεγάλων δεδομένων, την τεχνητή νοημοσύνη, τους έξυπνους αισθητήρες και την ανάπτυξη ψηφιακών πλατφορμών, τα πορίσματα αυτής της μελέτης δηλώνουν ότι η προγνωστική συντήρηση που ενεργοποιείται από την προηγμένη τεχνολογία μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλούς κλάδους.

Τα προγνωστικά συστήματα διοίκησης ποιότητας έχουν τη δυνατότητα να εξελιχθούν σε ζωντανά οικοσυστήματα, ικανά για αποτελεσματική λήψη αποφάσεων, αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων και ανάλυση αιτίου-αποτελέσματος σε πραγματικό χρόνο. Στην εποχή της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης (Industry 4.0), αυτή η μελέτη καταδεικνύει αρκετές πρακτικές συνέπειες για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή αποτελεσματικών συστημάτων προγνωστικής διοίκησης ποιότητας. Ωστόσο, η οργανωτική κουλτούρα που προάγει τη συνεργασία των ενδιαφερομένων, την ανταλλαγή πληροφοριών και τη συνδημιουργία στόχων θα πρέπει να δημιουργήσει ένα ανάλογο ζωντανό οικοσύστημα.

Ενώ πρόσφατες μελέτες περί προγνωστικής συντήρησης έχουν αναδείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα από αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης υψηλής απόδοσης, η πλειονότητα των προηγούμενων ερευνών επικεντρώθηκε σε λύσεις που στηρίζονται μόνο στην τεχνητή νοημοσύνη και δεν έλαβε υπόψη την αλληλεπίδρασή της με τον άνθρωπο. Στο παρόν βιβλίο, περιγράφονται αναλυτικά τα πλεονεκτήματα του συνδυασμού τεχνητής νοημοσύνης και υπεύθυνου επιθεώρησης. Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε μια μελέτη περίπτωσης για την εφαρμογή προγνωστικής συντήρησης στα αιολικά πάρκα, χρησιμοποιώντας ενδοσκοπικές εικόνες για τον εντοπισμό σφαλμάτων των ρουλεμάν των ανεμογεννητριών. Πιο συγκεκριμένα, συγκεντρώθηκαν 2.301 φωτογραφίες από περισσότερες από 138 ανεμογεννήτριες, ενώ συμμετείχαν 54 τεχνικοί επιθεωρητές. Σε κάθε επιθεωρητή χορηγήθηκε μια φωτογραφία και του ζητήθηκε να εντοπίσει τα ελαττώματα των ρουλεμάν τόσο με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης όσο και χωρίς αυτήν. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η χρήση τεχνητής νοημοσύνης είχε στατιστικά σημαντική επίδραση, με την πάροδο του χρόνου, στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των επιθεωρητών. Ο βαθμός βελτίωσης ωστόσο διέφερε ανάλογα με το επίπεδο εμπειρίας των επιθεωρητών: η ομάδα των γενικών καθηκόντων παρουσίασε αυξήσεις κατά 24,6% και 25,3%, όσον αφορά την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα χρόνου αντιστοίχως, και ξεπέρασε εκείνη των ειδικών καθηκόντων, η οποία παρουσίασε ποσοστά 4,7% και 6,4%. Όσον αφορά την πρόθεση επαναχρησιμοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης και την αξία της υποστήριξης, και οι δύο ομάδες έδωσαν θετικές απαντήσεις και δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στο γνωστικό φορτίο (Shin et al., 2018).

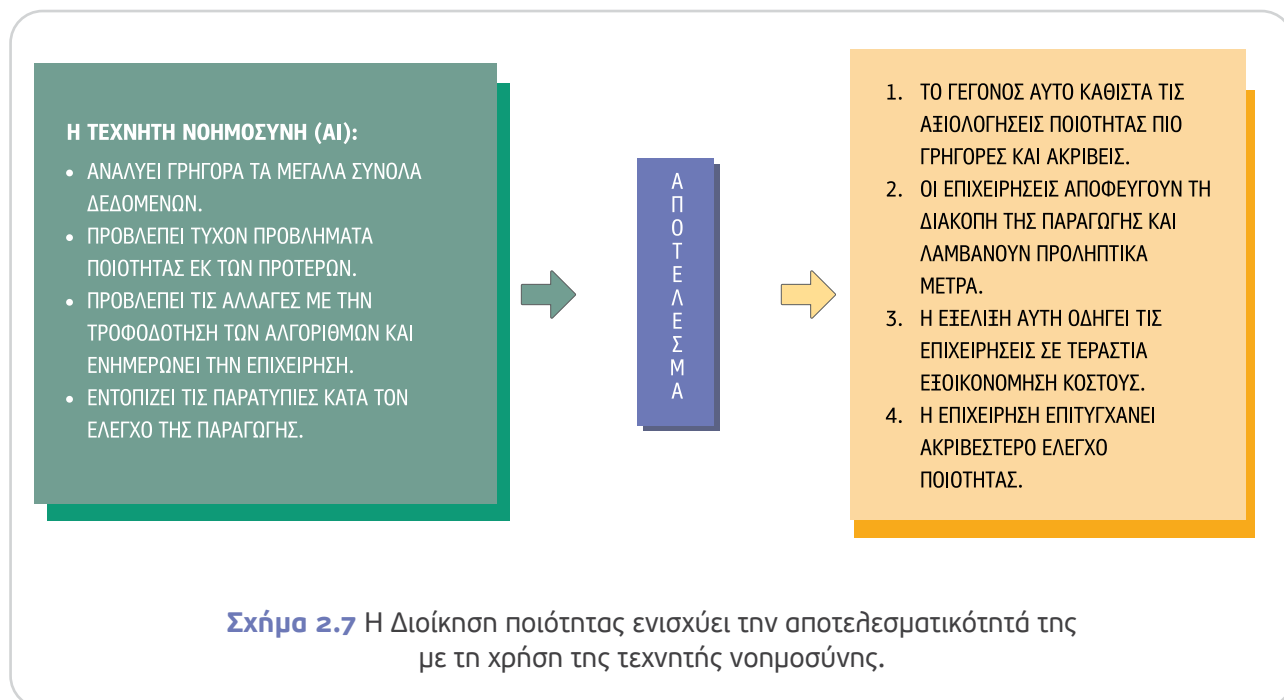
2.11 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Με την αυτοματοποίηση των επίπονων λειτουργιών και την επίσπευση της λήψης αποφάσεων, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αυξήσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών διοίκησης ποιότητας. Η ταχύτερη ανάλυση μεγάλων συνόλων δεδομένων από αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης, οι οποίοι μπορούν επίσης να εντοπίσουν τις τάσεις και τις παρατυπίες, καθιστά τις αξιολογήσεις ποιότητας πιο γρήγορες και ακριβείς. Επίσης, τα συστήματα που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να προβλέψουν τυχόν προβλήματα ποιότητας εκ των προτέρων, παρέχοντας στους οργανισμούς τη δυνατότητα να λάβουν προληπτικά μέτρα και να αποφύγουν τυχόν διακοπή της παραγωγής.

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει φέρει επανάσταση στη διοίκηση ποιότητας, καθώς απλοποιούνται οι διαδικασίες και αυξάνεται η παραγωγικότητα. Τα συστήματα της τεχνητής νοημοσύνης, με την αυτοματοποίηση λειτουργιών όπως η ανάλυση δεδομένων και η ανίχνευση ελαττωμάτων, μπορούν να εντοπίσουν εγκαίρως τα πρότυπα και τις παρατυπίες, γεγονός που επιτρέπει την ταχύτερη λήψη αποφάσεων και τον ακριβέστερο έλεγχο ποιότητας. Επιπλέον, μέσα σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον παραγωγής, οι αλγόριθμοι που τροφοδοτούνται από την τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας. Για τους κατασκευαστές αυτές οι εξελίξεις αποφέρουν τεράστια εξοικονόμηση κόστους, καθώς μέσω της εξάλειψης της χειροκίνητης εργασίας και της μείωσης των σφαλμάτων, ενισχύεται η κερδοφορία τους και βελτιστοποιείται η κατανομή των πόρων. Παράλληλα, τα συστήματα διοίκησης ποιότητας που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να προσφέρουν προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που διευκολύνει την προληπτική επίλυση προβλημάτων και αποτρέπει ενδεχόμενες διακοπές στην παραγωγική διαδικασία.

Στο πλαίσιο της ενίσχυσης της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας μέσω της διοίκησης ποιότητας, η μελέτη που διεξήχθη από τους Senoner et al. (2020) εισήγαγε ένα μοντέλο απόφασης βάσει δεδομένων,

προσαρμοσμένο στον τομέα της μεταποίησης. Οι παραδοσιακές μέθοδοι στη διοίκηση ποιότητας συναντούν πολλά εμπόδια σε ό,τι αφορά την περίπλοκη, πολυδιάστατη και μη γραμμική φύση των δεδομένων παραγωγής. Προκειμένου να ξεπεράσουν αυτήν την πρόκληση, έχουν αξιοποιήσει τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, ενσωματώνοντάς τις στο πλαίσιο της διοίκησης ποιότητας. Πιο συγκεκριμένα, πρότειναν τη χρήση μη γραμμικής μοντελοποίησης, αξιοποιώντας επεξηγήσιμες προσθέτων Sharpley για να αποσαφηνίσουν τις πολύπλοκες συνδέσεις μεταξύ των παραμέτρων παραγωγής και της ποιότητας της διαδικασίας παραγωγής. Μέσω αυτής της προσέγγισης, μια υπολογίσιμη μεταβλητή της σημασίας της διαδικασίας επέτρεψε στους κατασκευαστές να ιεραρχήσουν αποτελεσματικά τις προσπάθειές τους για τη βελτίωση της ποιότητας. Με βάση τις καθιερωμένες αρχές της διοίκησης ποιότητας, το μοντέλο απόφασής τους προσδιορίζει δραστικά βήματα που στοχεύουν στις υποκείμενες αιτίες της ποικιλομορφίας.



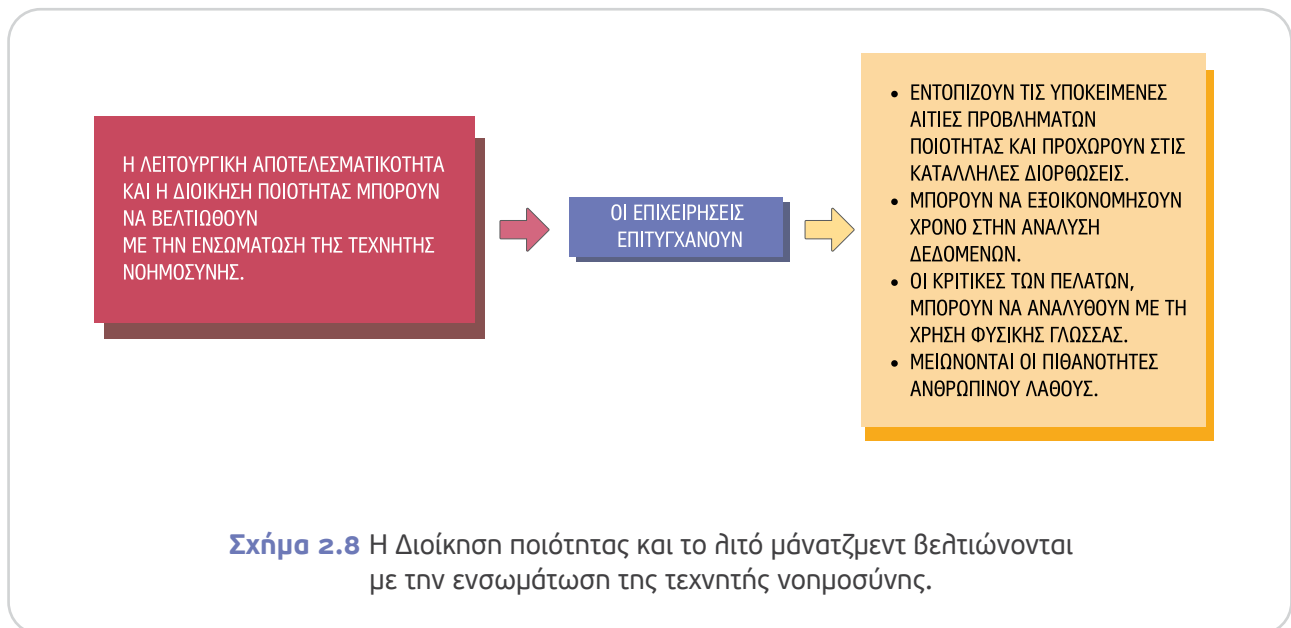
Για την επαλήθευση της πρακτικότητας και της αποτελεσματικότητας του μοντέλου απόφασής τους, οι συγγραφείς προχώρησαν στην εφαρμογή του σε πραγματικές συνθήκες σε έναν κορυφαίο κατασκευαστή ημιαγωγών υψηλής ισχύος. Εστιάζοντας στη βελτίωση της απόδοσης παραγωγής, εφάρμοσαν το μοντέλο τους επιλέγοντας μέτρα βελτιστοποίησης για ένα συγκεκριμένο τύπο τσιπ τρανζίστορ. Στη συνέχεια, διεξήχθη ένα πείραμα πεδίου για να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος αυτών των επιλεγμένων βελτιώσεων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν αποκάλυψαν μια μεγάλη μείωση 21,7% στην απώλεια απόδοσης σε σύγκριση με τη μέση απόδοση στο δείγμα τους. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα από μια μετα-πειραματική ανάπτυξη του μοντέλου απόφασης, που οδήγησε σταθερά σε ουσιαστικές βελτιώσεις στην απόδοση. Αυτά τα ευρήματα αναδεικνύουν τη λειτουργική σημασία της τεχνητής νοημοσύνης, υπογραμμίζοντας ότι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα της διαδικασίας ενδέχεται να παραμένουν κρυφοί όταν χρησιμοποιούνται παραδοσιακές μέθοδοι. Συνοπτικά, η συγκεκριμένη μελέτη υπογραμμίζει τον καίριο ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στη διοίκηση ποιότητας, ιδιαίτερα στην αποκρυπτογράφηση περίπλοκων παραγωγικών διαδικασιών και στη διευκόλυνση στοχευμένων ενεργειών για τη βελτίωση της ποιότητας (Senoner et al., 2020).

2.12 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΕΝΤΕ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΛΙΤΟΥ ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ.

Η λειτουργική αποτελεσματικότητα και η διοίκηση ποιότητας μπορούν να βελτιωθούν σημαντικά από αυτόν τον συνδυασμό, καθώς οι οργανισμοί έχουν τη δυνατότητα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα να εξορθολογίσουν την ανάλυση δεδομένων, να εντοπίσουν τις τάσεις και να προβούν σε αποφάσεις που βασίζονται σε δεδομένα (Frick and Grudowski, 2023). Η ικανότητα των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης να εντοπίζουν τις υποκείμενες αιτίες των προβλημάτων ποιότητας και να παρέχουν τις κατάλληλες διορθώσεις με βάση τις προηγούμενες επιδόσεις και τις βέλτιστες πρακτικές του κλάδου αποτελεί έναν ακόμη τρόπο με τον οποίο αυτή η ενσωμάτωση μπορεί να βελτιώσει τις ικανότητες επίλυσης των προβλημάτων. Οι οργανισμοί δύνανται να εξοικονομήσουν χρόνο και προσπάθεια αυτοματοποιώντας τις διαδικασίες ανάλυσης δεδομένων, όπως η χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την επεξεργασία μεγάλων συνόλων πληροφοριών. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η αναζήτηση προτύπων και τάσεων που ενδέχεται να μην παρατηρηθούν από αναλυτές δεδομένων. Επιπλέον, τα μη δομημένα δεδομένα, όπως οι κριτικές πελατών, μπορούν να αναλυθούν μέσω της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας.



Τα συστήματα της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν γρήγορα να αποκαλύψουν παρατυπίες αυτοματοποιώντας λειτουργίες, γεγονός που επιτρέπει την ταχύτερη λήψη αποφάσεων και τον ακριβέστερο έλεγχο ποιότητας.



Οι οργανισμοί μπορούν να παίρνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων σε πραγματικό χρόνο αξιοποιώντας τεχνολογίες που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η λειτουργική αποτελεσματικότητα και να μειώνεται η πιθανότητα ανθρώπινου λάθους. Μελέτες έχουν καταδείξει ότι οι οργανισμοί που ενσωματώνουν την τεχνητή νοημοσύνη στα συστήματα διοίκησης ποιότητας παρατηρούν αξιοσημείωτες αλλαγές στη λειτουργική αποτελεσματικότητα. Για παράδειγμα, μια ερευνητική μελέτη που διεξήχθη από τους Wamba-Taguimdje et al. (2020) βασίστηκε σε μια ενδελεχή ανασκόπηση 500 μελετών περίπτωσης από αξιόπιστες πηγές, όπως οι ιστότοποι IBM, AWS, Cloudera, Nvidia, Conversica και Universal Robots. Σκοπός της έρευνας ήταν να εξεταστεί ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης στις οργανωτικές επι-

δόσεις, εστιάζοντας συγκεκριμένα στην επιχειρηματική αξία των έργων ψηφιακού μετασχηματισμού με την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της. Από τα ευρήματα προέκυψε ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να εξελίξει τις διαδικασίες, να προωθήσει την αυτοματοποίηση, να βελτιστοποιήσει τις πληροφορίες και τα αποτελέσματα του μετασχηματισμού, ενώ ταυτοχρόνως εντοπίζει, προβλέπει και αλληλεπιδρά με τους ανθρώπους. Η μελέτη τους έχει επισημάνει τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης για τους οργανισμούς, και συγκεκριμένα σε ό,τι αφορά τη βελτίωση της απόδοσης τόσο σε επίπεδο οργάνωσης όσο και σε επίπεδο διαδικασίας, συμπεριλαμβανομένων των χρηματοοικονομικών, του μάρκετινγκ και των διοικητικών λειτουργιών. Αξιοποιώντας αυτά τα χαρακτηριστικά της τεχνητής νοημοσύνης, οι οργανισμοί μπορούν να ενισχύσουν την επιχειρηματική αξία των ανανεωμένων έργων τους. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας υποδεικνύουν ότι οι οργανισμοί μπορούν να επιτύχουν μεγάλες βελτιώσεις απόδοσης διαμορφώνοντας εκ νέου τις διαδικασίες τους και υιοθετώντας λειτουργίες και τεχνολογίες της τεχνητής νοημοσύνης. Οι επαγγελματίες και οι ερευνητές θα πρέπει να αναγνωρίσουν την τεράστια αξία της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στις δραστηριότητές τους. Συνεπώς, θα πρέπει να θεωρείται ένα απαραίτητο εργαλείο, ικανό να χρησιμεύσει ως σύστημα υποστήριξης ή ακόμη και να λειτουργήσει ως πρωτοποριακός μοχλός ανάπτυξης ενός νέου επιχειρηματικού μοντέλου. Με την αποδοχή της τεχνητής νοημοσύνης, οι επαγγελματίες μπορούν να αξιοποιήσουν τις τεράστιες δυνατότητες που προσφέρει και να αποκομίσουν τα σημαντικά οφέλη (Wamba-Taguimdje et al., 2020).

Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διοίκηση ποιότητας δεν είναι πάντα εύκολη. Η ακρίβεια και η αξιοπιστία των συστημάτων που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εγείρει ερωτήματα λόγω της μεγάλης εξάρτησής τους από αλγόριθμους και ιστορικά δεδομένα. Επιπλέον, η ίδια η διαδικασία ενσωμάτωσης θα μπορούσε να απαιτήσει πολύ χρόνο και χρήμα, εκτός από την εκπαίδευση του προσωπικού και τη διατήρηση της ασφάλειας και του απορρήτου των δεδομένων. Οι οργανισμοί μπορούν να αντιμετωπίσουν αυτά τα ζητήματα επιδεικνύοντας πλήρη κατανόηση όχι μόνο των πιθανών κινδύνων αλλά και των πλεονεκτημάτων από την ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης. Μέσω αυτού του συνδυασμού είναι δυνατόν να βελτιωθεί σημαντικά τόσο η διοίκηση ποιότητας όσο και η λειτουργική αποτελεσματικότητα. Οι οργανισμοί, αξιοποιώντας τις τεχνολογίες της τεχνητής νοημοσύνης, μπορούν να εντοπίζουν εγκαίρως τις τάσεις, να επισπεύδουν την ανάλυση δεδομένων και να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων.



Η τεχνητή νοημοσύνη υποστηρίζει την ανάλυση δεδομένων και την επίλυση προβλημάτων, συμβάλλοντας στον εντοπισμό προτύπων και στη βελτίωση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας των οργανισμών.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να ενισχύσει τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων επιτρέποντας στα συστήματα που τροφοδοτούνται από την τεχνητή νοημοσύνη να αναγνωρίζουν τις βαθύτερες αιτίες των προβλημάτων ποιότητας και να προτείνουν κατάλληλες λύσεις με βάση τις ιστορικές επιδόσεις και τις βέλτιστες πρακτικές του κλάδου (Cao et al., 2021). Με την αυτοματοποίηση των διαδικασιών ανάλυσης δεδομένων, όπως η χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την επεξεργασία μεγάλων συνόλων δεδομένων, οι οργανισμοί μπορούν να εξοικονομήσουν χρόνο και κόπο. Το γεγονός αυτό μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό τάσεων και προτύπων που οι αναλυτές δεδομένων ενδέχεται να παραβλέψουν. Επιπλέον, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξέταση μη δομημένων δεδομένων, όπως οι

κριτικές πελατών (Prentice and Nguyen, 2020). Συνεπώς, αυτός ο συνδυασμός αυτών των τεχνολογιών έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά τόσο τη διοίκηση ποιότητας όσο και τη λειτουργική αποτελεσματικότητα των οργανισμών.

ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- **Η σημασία των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στον ποιοτικό έλεγχο:** Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη σύγχρονη διοίκηση ποιότητας, επιτρέποντας πιο αποτελεσματικές και βασισμένες σε δεδομένα διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου.
- **Εισαγωγή στην τεχνητή νοημοσύνη, τη μηχανική μάθηση και τα ψηφιακά δίδυμα:** Η κατανόηση των βασικών στοιχείων της τεχνητής νοημοσύνης, της μηχανικής μάθησης και των ψηφιακών διδύμων είναι απαραίτητη για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη διοίκηση ποιότητας.
- **Εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στη διοίκηση ποιότητας:** Η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται σε διάφορους κλάδους της διοίκησης ποιότητας, από τη μεταποίηση έως την υγειονομική περίθαλψη, συμβάλλοντας στην αυτοματοποίηση των εργασιών και τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων.
- **Συστήματα ποιοτικού ελέγχου με γνώμονα την τεχνητή νοημοσύνη:** Τα συστήματα ποιοτικού ελέγχου που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη αξιοποιούν αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για τον εντοπισμό ελαττωμάτων και τη διατήρηση της σταθερής ποιότητας των προϊόντων.
- **Προγνωστική συντήρηση και ανίχνευση σφαλμάτων με βάση την τεχνητή νοημοσύνη:** Η τεχνητή νοημοσύνη βοηθά στην πρόβλεψη αστοχιών και ελαττωμάτων του εξοπλισμού, μειώνοντας τον χρόνο διακοπής λειτουργίας και το κόστος συντήρησης.
- **Ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης στη διοίκηση ποιότητας:** Η τεχνητή νοημοσύνη βελτιστοποιεί τις διαδικασίες, περιορίζει τις περιττές παρεμβάσεις και ενισχύει τη συνολική αποτελεσματικότητα στη διοίκηση ποιότητας.
- **Ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας:** Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενσωματωθεί στις αρχές Διοίκησης Ολικής Ποιότητας για τη δημιουργία πιο ευέλικτων και αποτελεσματικών συστημάτων ποιοτικού ελέγχου.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ**

1. Γιατί η τεχνητή νοημοσύνη είναι σημαντική στον ποιοτικό έλεγχο και πώς επηρεάζει τη σύγχρονη διοίκηση ποιότητας;
2. Ποια είναι τα βασικά στοιχεία της τεχνητής νοημοσύνης, συμπεριλαμβανομένων της μηχανικής μάθησης και των ψηφιακών διδύμων, και πώς σχετίζονται με τη διοίκηση ποιότητας;
3. Να παράσχετε παραδείγματα κλάδων, όπου η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται στη διοίκηση ποιότητας, και να εξηγήσετε τα οφέλη.
4. Πώς λειτουργούν τα συστήματα ποιοτικού ελέγχου με γνώμονα την τεχνητή νοημοσύνη και ποια είναι τα πλεονεκτήματά της χρήσης τους;
5. Συζητήστε τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην προγνωστική συντήρηση και τον εντοπισμό σφαλμάτων. Πώς συμβάλλει στην εξοικονόμηση κόστους και στη βελτίωση της παραγωγικότητας;
6. Πώς μπορεί η τεχνητή νοημοσύνη να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας στη διοίκηση ποιότητας; Να παράσχετε συγκεκριμένα παραδείγματα.
7. Εξηγήστε πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενσωματωθεί στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας για πιο αποτελεσματικά συστήματα ποιοτικού ελέγχου.